



자료

전문 교과 교육과정



Contents

재료 전문 교과 교육과정	1
1. 교과 교육과정의 목표와 구조, 편성·운영의 방향	1
1-1. 교과 교육과정의 목표	1
1-2. 교과 교육과정의 구조	2
1-3. 교과 교육과정 편성·운영의 방향	3

[과목별 교육과정]

전문 공통 과목

1. 성공적인 직업생활	4
--------------------	---

기초 과목

1. 재료 시험	11
2. 세라믹 재료	20
3. 세라믹 원리·공정	26
4. 재료 일반	34
5. 산업 설비	43

실무 과목

1. 주조	53
2. 제선	68
3. 제강	86



Contents

4. 금속 열처리	105
5. 금속 재료 가공	117
6. 금속 재료 신뢰성 시험	129
7. 압연	144
8. 비철 금속 제련	167
9. 도금·도장	183
10. 전기·전자 재료	199
11. 광학 재료	208
12. 내열 구조 재료	219
13. 생체 세라믹 재료	228
14. 유리·법랑	241
15. 내화물	255
16. 연삭재	268
17. 도자기	280
18. 시멘트	298
19. 탄소 제품	308
20. 판금 제관	322
21. 배관	334
22. 피복 아크 용접	344
23. 가스 텅스텐 아크 용접	355
24. 이산화탄소·가스 메탈 아크 용접	366
25. 서브머지드 아크 용접	386
26. 로봇 용접	397

재료 전문 교과 교육과정

1. 교과 교육과정의 목표와 구조, 편성·운영의 방향

1-1. 교과 교육과정의 목표

재료 분야는 각종 설비, 장비 및 기구를 이용한 소재의 생산, 세라믹 제조 기술에 의한 신소재 산업, 생산된 기초 소재를 이용한 용접, 배관, 판금 제관 분야로, 뿌리 산업의 핵심이며 모든 산업에서 가장 중요하고 기본이 되는 분야이다.

산업 현장에서 재료 분야의 관련 기술을 담당할 전문 기술인의 양성을 위해서는 재료 분야의 기초 기술에서 응용 기술에 이르기까지 다양한 분야에 적용이 요구된다. 재료 관련 분야의 경력 개발은 분야에 따라 다르기는 하지만, 일반적으로 재료 관련 보조(수습) 기술자로부터 관리자에 이르기까지 고등학교에서 배운 지식과 기술을 바탕으로 산업 현장에서 실무 능력을 갖추어, 따라서 재료 분야 교육은 재료 분야의 기능·기술을 바탕으로 자기 주도적으로 사고하고 실천하는 기능·기술인의 양성을 목적으로 한다.

이러한 목적을 달성하기 위하여 재료 분야 교육은 재료 분야의 기초 지식과 산업체 현장 실무 기능·기술 및 태도를 기르고, 취업 및 창업 등의 진로를 개척할 수 있는 평생 학습 능력을 길러 자아를 실현하며, 직업의 전 생애에 걸쳐 동일 분야의 산업 발전에 기여할 수 있는 유능한 인력을 양성할 수 있는 교육에 주안점을 두도록 한다.

재료 교과의 교육과정은 관련 분야인 제선, 제강, 비철 금속 제련, 주조, 금속 열처리, 도금·도장 작업, 전통 세라믹(유리·법랑, 내화물, 도자기, 탄소 제품) 제조, 파인 세라믹(전기·전자 재료, 광학 재료, 내열 재료, 생체 재료) 제조, 판금 제관, 배관, 피복 아크 용접, 가스 텅스텐 아크 용접, 이산화탄소 용접, 로봇 용접 등에 필요한 기술인을 양성하기 위하여 입직 수준의 재료 분야의 직무능력을 갖춘 기능인을 양성하는 데 교육 목표를 두고 있다. 이를 위한 세부적인 목표는 다음과 같다.

- 가. 재료 분야 기술에 관한 원리와 기초 기능을 습득하고, 다양한 수행 중심의 교수·학습을 통하여 산업 현장의 생산 업무를 효율적으로 수행할 수 있다.

- 나. 다양화, 정밀화, 고기능화되고 있는 재료 분야의 직무 추세에 능동적으로 대처할 수 있도록 전공 이론과 기능·기술을 겸비한 창의적 문제 해결 능력을 습득하고, 산업 현장에서 일어나는 문제를 해결하고 실무를 창의적으로 수행할 수 있다.
- 다. 재료 분야의 기능·기술인으로서 직무를 수행할 수 있는 바람직한 직업 인성을 바탕으로 산업 발전에 기여하고, 자아 실현을 위한 능력과 태도를 갖추도록 한다.

1-2. 교과 교육과정의 구조

구분	기준 학과	전문 공통 과목	기초 과목	실무 과목	인력 양성 유형(진로)
재료 교과	금속 재료과	성공적인 직업생활	재료 일반 재료 시험	주조 제선 제강 금속 열처리 금속 재료 가공 금속 재료 신뢰성 시험 압연 비철 금속 제련 도금·도장	금속 재료공학시험원 금속 재료 제조원 주조원 및 주조기조작원 단조원 및 금속가공기계조작원 금속 열처리 및 금속 가공기계 조작원 도금·도장 및 도금·도장기계 조작원
	세라믹과		세라믹 재료 세라믹 원리·공정	전기·전자 재료 광학 재료 내열 구조 재료 생체 세라믹 재료 유리·법랑 내화물 연삭재 도자기 시멘트 탄소 제품	광석 및 석제품가공기 조작원 비금속광물가공 관련 조작원 시멘트 및 광물제품제조기 조작원 유리 제조 및 가공기 조작원 점토제품생산기 조작원
	산업설비과		산업 설비 재료 일반* 기계 기초 공작* 냉동 공조 일반* 기계 제도* 기계 일반* 전기·전자 기초*	관금 제관 배관 피복 아크 용접 가스 텅스텐 아크 용접 이산화탄소·가스 메탈 아크 용접 서브머지드 아크 용접 로봇 용접	관금제관원 및 관금제관기계 조작원 배관원 및 배관설비종사원 용접원 및 용접설비종사원 자동 및 로봇 용접종사원
창의적 체험 활동	자율 활동, 동아리 활동, 봉사 활동, 진로 활동				
현장실습	산업체 견학 → 산업체 체험 학습 → 현장 실습(인턴십)				

* 는 다른 교과군(또는 기준 학과)에 편성된 과목임을 의미함.

1-3. 교과 교육과정 편성·운영의 방향

재료 분야는 소재의 생산, 재료 가공, 제품 생산에 이르기까지 다양한 분야로 이루어져 있으며, 기초적인 능력에서부터 숙련된 전문 기술까지를 요구하고 있다. 따라서 고등학교 교육과정은 산업에 관한 지식에서부터 전공에 관한 기본적인 지식과 기술을 갖추 수 있도록 편성, 운영하여야 한다.

- 가. 재료 분야의 제품 개발 및 생산 실무를 효율적이고 창조적으로 수행하는 데 필요한 기초 기능·기술을 습득할 수 있도록 하여야 한다.
- 나. 이론 위주의 전문 과목은 학생의 학력 수준과 학과별 기초 기능·기술을 고려하여 내용을 구성하여야 한다.
- 다. 이론과 실습이 통합된 과목은 산업 직무와 관련이 있는 응용 과제의 형태로 구성하여야 한다.
- 라. 학과별 인력 양성 유형을 구현하고 학생의 취업 역량을 제고할 수 있도록 교육과정을 구성 하며, 필요에 따라 이 교과군의 교육과정에서 다루지 않은 국가직무능력표준(NCS)이나 타 교과(군)의 기초과목 및 실무과목도 검토하여 교육과정에 편성한다.

[전문 공통 과목]

1. 성공적인 직업생활

1. 성격 및 목표

가. 성격

‘성공적인 직업생활’은 교과군과 관계없이 선택할 수 있는 전문 공통 과목으로, 노동 시장에 성공적으로 이행하기 위해 고등학교 재학 중에 학습해야 할 필요가 있는 직업기초능력, 일과 산업의 이해, 취업과 창업, 산업 안전, 근로관계, 직업윤리 등을 학습하는 기초적인 성격의 과목이다. 따라서 ‘성공적인 직업생활’은 특성화 고등학교나 산업 수요 맞춤형 고등학교, 또는 전문 교과를 주로 교육하는 고등학교의 어느 학과에서나 편성할 수 있다.

나. 목표

미래의 직업생활에서 요구하는 기초적이고 실천적인 지식을 습득하고, 직업인으로서의 기본 자세를 갖추어 성공적인 직업생활을 준비할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역	내용 영역 요소
일과 직업생활	<ul style="list-style-type: none">• 일과 직업의 가치• 직업생활의 의미• 생애 발달과 직업적 성공

내용 영역	내용 영역 요소
기업과 산업 활동	<ul style="list-style-type: none"> • 기업과 기업 활동 • 제조업과 제품 생산 활동 • 서비스업과 서비스 생산
직업 능력 개발과 평생 학습	<ul style="list-style-type: none"> • 직업기초능력의 종류와 향상 • 전공별 직무 수행 능력 탐색 • 경력 개발과 평생 학습의 의미
취업과 창업	<ul style="list-style-type: none"> • 합리적인 의사 결정과 취업 • 취업 계획 수립과 구직 활동 • 창업과 기업가 정신
근로관계와 산업 안전	<ul style="list-style-type: none"> • 근로관계와 법 • 고용 서비스와 사회 제도 • 산업 안전과 재해 예방 • 협력적인 노사 관계
직업윤리와 직업사회	<ul style="list-style-type: none"> • 사회 문제와 직업윤리 • 미래의 직업 사회

나. 영역별 성취기준

1) 일과 직업생활

가) 일과 직업의 가치

- 일과 직업의 의미를 설명할 수 있다.
- 일과 직업이 자신의 삶에서 어떠한 가치가 있는지 설명할 수 있다.

나) 직업생활의 의미

- 직업생활이 내용, 성격, 장소, 방식 등에 따라 다양한 모습으로 나타날 수 있음을 설명할 수 있다.
- 다양한 직업생활의 의미와 중요성을 개인적·사회적 측면에서 설명할 수 있다.

다) 생애 발달과 직업적 성공

- 생애 발달의 일반적인 과정과 특성을 설명할 수 있다.
- 생애 발달의 과정 속에서 직업적 성공을 위해 필요한 것을 설명할 수 있다.

2) 기업과 산업 활동

가) 기업과 기업 활동

- 기업의 의미와 특징을 설명할 수 있다.
- 기업의 종류를 이해하고, 형태별 특징을 설명할 수 있다.
- 기업 경영과 관련한 제반 활동을 이해하고, 이들 간의 관계를 설명할 수 있다.

나) 제조업과 제품 생산 활동

- 제조업의 의미와 특징에 대하여 설명할 수 있다.
- 제품의 생산 방식과 생산 체제를 설명할 수 있다.

다) 서비스업과 서비스 생산

- 서비스업의 의미와 특징에 대하여 설명할 수 있다.
- 서비스의 생산 방식과 생산 체제를 설명할 수 있다.

3) 직업 능력 개발과 평생 학습

가) 직업기초능력의 종류와 향상

- 직업기초능력의 개념을 설명할 수 있다.
- 직업기초능력의 종류를 파악하고 성공적인 직업생활에 미치는 영향을 설명할 수 있다.
- 미래의 성공적인 직업생활을 위한 효과적인 직업기초능력 향상 방법을 탐색할 수 있다.

나) 전공별 직무 수행 능력 탐색

- 직무 수행 능력의 개념과 의미를 설명할 수 있다.
- 전공별 요구되는 직무 수행 능력을 파악하고, 이를 향상시키기 위한 방법을 탐색할 수 있다.

다) 경력 개발과 평생 학습의 의미

- 직업 세계의 변화에 따른 경력 개발의 필요성과 의미를 설명할 수 있다.
- 전공별 경력 개발 경로를 탐색하고, 평생 학습의 의미와 중요성을 설명할 수 있다.

4) 취업과 창업

가) 합리적인 의사 결정과 취업

- 합리적인 의사 결정 방법을 통해 자신의 경력 개발 경로를 수립할 수 있다.
- 자신의 경력 개발 경로에서 취업의 의미를 설명할 수 있다.

나) 취업 계획 수립과 구직 활동

- 취업 계획을 수립하는 절차와 방법을 설명할 수 있다.
- 이력서 및 자기 소개서 작성, 면접 준비 등 효과적인 구직 활동을 위한 방법을 탐색하고 실천할 수 있다.

다) 창업과 기업가 정신

- 창업의 의미와 과정을 설명하고 창업의 조건과 다양한 사례를 탐색할 수 있다.
- 기업가 정신의 개념과 의미를 설명할 수 있다.

5) 근로관계와 산업 안전

가) 근로관계와 법

- 근로관계법의 종류와 기본 원리를 설명할 수 있다.
- 「근로기준법」에 따른 근로 계약 체결의 의미를 설명할 수 있다.
- 근로 계약 관계에서 권익의 침해와 차별에 대한 시정 방법을 설명할 수 있다.

나) 고용 서비스와 사회제도

- 고용 서비스의 의미와 중요성을 설명할 수 있다.
- 고용 보험 제도의 종류별 특징을 이해하고, 신청 절차를 설명할 수 있다.

다) 산업 안전과 재해 예방

- 안전사고의 형태와 원인을 알고 안전 수칙 및 사고형태별 안전 대책을 설명할 수 있다.
- 산업 재해의 개념을 알고 예방 원칙과 대책에 대해 설명할 수 있다.
- 산업 재해의 종류를 알고 산업 재해 처리 방법에 대해 설명할 수 있다.

라) 협력적인 노사 관계

- 노사 관계의 의미와 중요성을 설명할 수 있다.
- 노동조합과 사용자 단체의 역할과 사회적 책임을 설명할 수 있다.
- 상생의 노사 문화 형성의 중요성을 이해할 수 있다.

6) 직업윤리와 직업 사회

가) 사회문제와 직업윤리

- 급격한 사회 변동에서 발생하는 사회 문제에 따른 직업윤리의 중요성을 설명할 수 있다.
- 직업생활과 관련된 책임과 의무를 적극적으로 실천한 사례를 통해 윤리적 의사 결정의 중요성을 설명할 수 있다.
- 직업생활과 관련된 윤리적 쟁점들을 해결할 수 있는 개인 윤리적 방안과 사회 윤리적 방안을 탐구할 수 있다.

나) 미래의 직업 사회

- 최근의 직업 사회 변화 동향을 탐색할 수 있다.
- 미래 사회 변화의 특징을 이해하고, 이를 통해 미래의 직업생활을 전망할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 기본적인 개념과 원리를 바탕으로 변화하는 직업 세계를 이해할 수 있도록 한다. 직업기초 능력, 일과 산업의 이해, 산업 안전, 근로관계, 직업윤리 등을 학습하는 기초 과목이지만, 다양한 전공 학생들의 성취수준, 취업 희망 분야 및 교육 환경 등을 고려하여 기본적인 개념과 원리를 효율적으로 학습할 수 있도록 지도한다.
- 나. ‘일과 직업생활’ 영역에서는 학생이 희망하는 일과 직업생활의 의미를 이해할 수 있도록 다양한 직업 현장과 연계된 소재를 활용한다. 학생이 생각하는 직업적 성공을 이룬 사람과의 인터뷰, 사례 조사 등을 통해 자신의 삶에서 일과 직업적 성공이 무엇인지 탐색해 볼 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘기업과 산업 활동’ 영역에서는 기업의 의미와 특징, 기업의 종류와 형태별 특징을 이해하고, 제조업과 서비스업의 특징과 생산 체계를 파악할 수 있도록 지도한다. 전공과 관련한 기업과 부서를 선택하여 견학이나 체험 활동 등을 통해 기업 경영과 관련한 제반 활동을 효율적으로 학습할 수 있도록 한다.
- 라. ‘직업 능력 개발과 평생 학습’ 영역에서는 학생이 몸으로 체득할 수 있도록 다양한 직업 현장과 연계된 소재를 활용하여 직업기초능력별 적용 및 향상 방법을 실습하도록 한다. 전공과 적합한 경력 개발 계획 설계를 통해 기업에서 요구하는 기본 소양을 갖추고 평생 학습의 의미와 중요성을 학습할 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘취업과 창업’ 영역에서는 학생이 희망하는 기업의 구직 정보 등을 분석하고, 이에 기초한 자기소개서 및 이력서 작성, 면접 준비, 관련 직업 자격 탐색 등을 실습해 볼 수 있도록 지도한다. 창업의 다양한 사례를 통해 창업의 의미, 기업이 정신의 개념과 의미를 학습할 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘근로관계와 산업 안전’ 영역에서는 직업 현장에서 당면하게 되는 다양한 사례에 기초하여 근로관계법, 고용 서비스와 고용 보험 제도, 차별 시정 제도, 상생의 노사 문화 형성의 중요성을 효율적으로 학습할 수 있도록 지도한다. 산업별 안전사고의 특성과 예방 대책, 재해 예방을 위한 대책을 다양한 직업 현장의 사례를 통한 체득 중심의 활동에 중점을 두어 지도한다.
- 사. ‘직업윤리와 직업 사회’ 영역에서는 다양한 직업생활에서 당면하게 되는 다양한 윤리적 문제 상황을 설정하고, 이를 해결하기 위한 개인 및 사회 윤리적 방안과 이를 실천할 수 있는 구체적인 실행계획을 수립하도록 지도한다.
- 아. 이 과목에서는 직업 현장의 소재와 핵심 지식을 이해할 수 있도록 지도하고, 이 과목과 관련된 일반 과목, 전공 기초 과목, 전공 실무 과목과의 통합 수업을 통하여 ‘몸으로 익히고 마음으로 느끼는 수업’이 되도록 지도한다.

자. 학생들이 취업 후 직장 생활에서 직면할 수 있는 다양한 상황에 적극적으로 대처할 수 있도록 다양한 사회적인 현안과 연계하여 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 평가는 단순하고 지엽적인 문제보다는 원리의 이해, 응용, 종합적인 사고와 실용적인 측면에 중점을 두고 실시한다.
- 2) 개념의 이해와 관련 지식의 단순한 습득 정도보다는 구체적인 상황에서의 문제해결 능력과 관계 지식을 체득하였는지에 중점을 두고 평가한다.
- 3) 수행 평가는 사전에 평가 방법을 안내하여 학생들이 스스로 계획하여 수행하도록 하되, 일부 특정 내용이나 영역에 치우치지 않도록 한다.
- 4) 관찰, 견학, 조사, 토론 학습에 대한 평가는 수업 시간을 이용하여 학생들이 작성한 보고서와 태도, 발표력 등을 평가하되, 학생의 자기 평가를 병행하도록 한다.
- 5) 주제에 대한 핵심 내용 파악 및 요점 정리 능력을 통하여 주어진 과제에 능동적으로 적응할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 평가한다.
- 6) 미래 직업인으로서 갖추어야 할 올바른 직업관을 확립하여 자아실현은 물론 산업 발전에 기여할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
일과 직업생활	직업생활의 다양한 모습을 활용하여 일과 직업이 자신의 삶에서 어떠한 가치가 있는지 설명하고, 직업적 성공을 위해 무엇이 필요한지 설명할 수 있다.	직업생활의 다양한 모습을 활용하여 일과 직업의 의미, 그리고 생애 발달의 과정에서 직업적 성공의 의미를 설명할 수 있다.	직업생활의 다양한 모습을 활용하여 일과 직업의 의미, 그리고 생애 발달의 특성을 설명할 수 있다.
기업과 산업 활동	기업의 의미와 형태별 특징을 구체적으로 설명하고, 제조업과 제품 생산 활동, 서비스업과 서비스 생산의 의미와 특징, 생산 방식과 생산 체제를 구체적으로 설명할 수 있다.	기업의 의미와 형태별 특징을 설명하고, 제조업과 제품 생산 활동, 서비스업과 서비스 생산의 의미와 특징을 예를 들어 설명할 수 있다.	기업의 의미와 형태별 특징을 이해하고, 제조업과 제품 생산 활동, 서비스업과 서비스 생산의 의미와 특징을 설명할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
직업 능력 개발과 평생 학습	직업기초능력과 전공별 직무수행능력 향상 방법을 탐색하여 구체적인 실천 계획을 수립하고, 구체적인 경력 개발 경로를 설정하여 자신에게 적합한 경력 개발 계획 수립을 통해 평생 학습의 중요성을 설명할 수 있다.	다양한 직업기초능력의 종류와 특징, 전공별 요구되는 직무수행능력의 종류와 특징을 설명하고, 그들의 향상 방법을 탐색하여 자신에게 적합한 경력 개발 계획을 수립할 수 있다.	직업기초능력, 직무수행능력 및 경력 개발의 중요성을 설명하고, 전공별 관련 정보를 수집하여 실천 계획과 경력 개발 계획을 수립할 수 있다.
취업과 창업	합리적인 의사 결정 방법을 통해 자신의 경력 개발 경로를 수립하고, 효과적인 구직과 창업 활동을 위한 방법을 실천할 수 있다.	합리적인 의사 결정 방법을 통해 자신의 경력 개발 경로를 수립하고, 취업과 창업 계획을 수립하는 절차와 방법을 설명할 수 있다.	자신의 경력 개발 경로에서 취업과 창업이 갖는 의미를 확인하고, 취업과 창업 계획을 수립하는 절차와 방법을 설명할 수 있다.
근로관계와 산업 안전	근로관계 법, 고용 서비스와 고용 보험 제도를 구체적으로 설명하고, 산업안전, 재해 예방을 위한 방법을 사례와 연계하여 설명하며, 상생의 노사 문화 형성의 중요성을 구체적으로 설명할 수 있다.	근로관계 법, 고용 서비스와 고용 보험 제도의 의미와 중요성을 이해하고, 산업 안전, 재해 예방을 위한 방법을 예를 들어 설명하며, 노사관계의 의미와 중요성을 구체적으로 설명할 수 있다.	근로관계 법, 고용 서비스와 고용 보험 제도의 의미와 중요성을 이해하고, 산업 안전, 재해 예방을 위한 방법, 노사 관계의 의미와 중요성을 설명할 수 있다.
직업윤리와 직업 사회	직업생활에서 발생할 수 있는 윤리적 문제와 쟁점들을 구체적인 사례를 들어 제시하고, 이를 해결할 수 있는 방법을 합리적으로 설명하며, 미래 직업생활의 변화를 일상생활과 관련지어 구체적으로 예를 들어 설명할 수 있다.	직업생활에서 발생할 수 있는 윤리적 문제와 쟁점들을 제시하고 이를 해결할 수 있는 방안을 설명하며, 미래 직업생활의 변화를 구체적으로 설명할 수 있다.	성공적인 직업생활을 위한 조건으로서 직업윤리와 윤리적 의사결정의 중요성을 설명하고, 미래 직업생활의 변화를 설명할 수 있다.

* S(Superior) 등급: 새로운 아이디어를 활용하여 실행하거나 새로운 예를 만들어 설명할 수 있는 수준
A(Advanced) 등급: 타인에게 설명하면서 실행하거나 예를 들어 비교하면서 설명할 수 있는 수준
P(Pass) 등급: 필요지식을 모두 이해하고 스스로 실행할 수 있는 수준

[기초 과목]

1. 재료 시험

1. 성격 및 목표

가. 성격

금속이나 비금속 재료를 전공으로 하는 학생들이 재료 품질 평가를 위한 시험 및 검사의 원리와 방법 등을 익힐 수 있도록 구성되었고, 재료 시험의 개요를 바탕으로 기계적 시험, 조직 시험, 비파괴 검사, 그 밖의 시험 등에 관한 기초 지식과 기능을 습득하여 각종 재료 시험 및 검사 관련 실무에 활용할 수 있도록 구성된 이론·실습 통합 과목이다.

나. 목표

재료 시험 관련 산업 현장에서 직무를 수행하기 위하여 요구되는 기계적 시험, 조직 시험, 비파괴 검사, 그 밖의 시험 등에 필요한 기초 지식, 기술, 태도 등의 내용을 습득하여 산업 현장에서 파괴 및 비파괴검사 실무에 활용할 수 있도록 한다.

- 1) ‘금속 재료’, ‘금속 열처리’, ‘주조’ 교과와 연계하여 학습하고 주조, 열처리, 표면 처리에 관한 기초 이론과 기술을 습득하여 산업체 관련 실무에 응용할 수 있다.
- 2) 각종 재료 시험 관련 설비와 기기의 도면을 이해하여 이들을 생산, 관리, 보수하는 등의 일을 할 수 있다.
- 3) 각종 기계와 기구를 사용하여 금속 시설 및 소재를 시험, 검사하는 등의 일을 할 수 있다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘재료 시험’ 과목은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키고, 관련 산업 현장에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역	내용 영역 요소
재료 시험의 개요	<ul style="list-style-type: none"> • 재료와 시험 • 재료 시험과 검사 • 시험 준비 • 자료 처리
기계적 성질 검사	<ul style="list-style-type: none"> • 기계적 성질 시험의 개요 • 인장 시험 • 압축 시험 • 굽힘 시험 • 비틀림 시험 • 충격 시험 • 피로 시험 • 경도 시험 • 그 밖의 기계적 성질 시험
조직 검사	<ul style="list-style-type: none"> • 조직 검사의 개요 • 현미경 조직 검사 • 정량 조직 검사 • 매크로 조직 검사 • 전자 현미경 조직 검사
비파괴 검사	<ul style="list-style-type: none"> • 비파괴 검사의 개요 • 방사선 투과 검사 • 초음파 탐상 검사 • 침투 탐상 검사 • 자분 탐상 검사 • 그 밖의 비파괴 검사
그 밖의 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 강의 불꽃 시험 • 철강재의 경화능 시험 • 철강 재료의 성분 분석 시험 • 파단면 분석 시험 • 박막 두께 측정 시험

나. 영역별 성취기준

1) 재료 시험의 개요

가) 재료와 시험

- 재료의 종류, 시험 및 성질에 대하여 알 수 있다.

나) 재료 시험과 검사

- 재료 시험의 목적과 의미, 종류에 대하여 알 수 있다.

다) 시험 준비

- 시험할 때 주의 사항, 시험편의 채취, 시험편의 크기, 시험편의 치수 측정, 시험기 취급, 재료 시험의 규격에 대하여 알 수 있다.

라) 자료 처리

- 시험 결과 데이터 처리, 측정값 정리, 기록 정리와 시험편의 보존을 할 수 있다.

2) 기계적 성질 검사

가) 기계적 성질 시험의 개요

- 기계적 성질 시험의 목적, 종류와 특징에 대하여 알 수 있다.

나) 인장 시험

- 인장 시험의 개요, 인장 시험편, 시험기의 구조와 사용법, 인장 시험 사전값 등에 대하여 알 수 있고, 이를 익혀 인장 시험을 할 수 있다.

다) 압축 시험

- 압축 시험의 개요, 압축 시험기의 장치에 대하여 알 수 있고, 이를 익혀 압축 시험을 할 수 있다.

라) 굽힘 시험

- 굽힘 시험의 개요, 굽힘 시험 장치에 대하여 알 수 있고, 이를 익혀 굽힘 시험을 할 수 있다.

마) 비틀림 시험

- 비틀림 시험의 개요, 비틀림 시험기와 시험편, 비틀림 시험의 실례 등에 대하여 잘 알 수 있고, 이를 익혀 비틀림 시험을 할 수 있다.

바) 충격 시험

- 충격 시험의 개요, 충격 시험기의 작동법을 알 수 있고, 이를 익혀 충격 시험을 할 수 있다.

사) 피로 시험

- 피로 시험기의 개요, 피로 시험기, 피로 시험편, 피로 한도와 기계적 성질과의 관계 등에 대하여 알 수 있고, 이를 익혀 피로 시험을 잘할 수 있다.

아) 경도 시험

- 경도시험의 개요, 브리넬경도계, 로크웰 경도계, 쇼어 경도계, 비커스 경도계 등의 작동법을 알 수 있고 이를 익혀 각종 경도 시험을 할 수 있다.

자) 그 밖의 기계적 성질 시험

- 전단 시험, 크리프 시험, 마멸 시험, 커핑 시험 등의 작동법을 알 수 있고, 이를 익혀 각종 기계적 성질을 측정할 수 있다.

3) 조직 검사

가) 조직 검사의 개요

- 조직 검사의 목적, 종류 및 특징을 알 수 있다.

나) 현미경 조직 검사

- 금속 현미경 조직 검사의 개요, 금속 현미경의 구조와 조작 방법, 조직 검사 시험편의 제작, 탄소강의 현미경 조직 등에 대하여 알 수 있고, 이를 익혀 금속 현미경 조직 관찰하기를 할 수 있다.

다) 정량 조직 검사

- 결정 입도 시험의 개요, 결정 입도 측정법의 원리를 알 수 있고, 이를 익혀 강의 페라이트 결정 입도 시험을 할 수 있다. 강의 페라이트 결정 입도 시험 성적서 작성, 조직량 측정 시험의 개요, 조직량 측정 원리를 알 수 있고, 이를 익혀 조직량 측정을 할 수 있다.

라) 매크로 조직 검사

- 매크로 조직 검사의 개요, 매크로 조직 시험의 원리를 알고 매크로 시험을 할 수 있고 이 결과를 시험 성적서에 작성할 수 있다. 비금속 개재물 시험의 개요, 비금속 개재물 시험의 원리를 알고 이를 익혀 비금속 개재물 시험하기를 할 수 있고 그 결과를 시험 성적서에 작성 할 수 있다. 설퍼 프린트 시험의 개요, 시험의 원리를 알고 설퍼 프린트 시험을 할 수 있으며, 그 결과를 시험 성적서에 작성할 수 있다.

마) 전자 현미경 조직 검사

- 전자 현미경 조직 검사의 개요, 전자 현미경의 구조와 원리, 전자 현미경 조직 검사 시험편 제작 등을 잘 알고 있고, 이를 익혀 전자 현미경 조직 검사를 할 수 있다.

4) 비파괴검사

가) 비파괴 검사의 개요

- 비파괴 시험 검사, 비파괴 검사의 목적, 비파괴 검사법의 종류, 비파괴 검사의 적용 특성 등에 대하여 알 수 있다.

나) 방사선 투과 검사

- 방사선 투과 검사의 개요를 알 수 있고, 방사선 투과 검사 및 시험 성적서 작성을 할 수 있다.

다) 초음파 탐상 검사

- 초음파 탐상의 개요를 알 수 있고, 이를 익혀 초음파 탐상 검사를 할 수 있으며, 그 결과를 시험 성적서에 작성할 수 있다.

라) 침투 탐상 검사

- 침투 탐상 검사의 개요를 알고 이를 익혀 침투 탐상 검사를 할 수 있으며, 그 결과를 시험 성적서에 작성할 수 있다.

마) 자분 탐상 검사

- 자분 탐상 검사의 개요를 알고, 자분 탐상 검사를 할 수 있으며 그 결과를 검사 성적서에 작성할 수 있다.

바) 그 밖의 비파괴 검사

- 육안 검사, 누설 검사, 와류 탐상 검사, 적외선 서모그래픽 검사의 원리를 알고 이를 익혀 수행할 수 있다.

5) 그 밖의 시험

가) 강의 불꽃 시험

- 강의 불꽃 시험 원리, 불꽃 시험법, 강의 불꽃 시험 등의 원리를 알고 이를 익혀 강의 불꽃 시험하기를 할 수 있으며 그 결과를 시험 보고서에 작성할 수 있다.

나) 철강재의 경화능 시험

- 경화능 시험의 개요를 알고 이를 익혀 경화능 시험을 할 수 있으며 그 결과를 경화능 시험 성적서에 작성할 수 있다.

다) 철강 재료의 성분 분석 시험

- 성분 분석의 정의와 목적, 분석법의 분류, 발광 성분 분석기 등의 자동 원리를 알고 이를 익혀 성분 분석을 할 수 있으며, 그 결과를 성분 분석 시험 성적서에 작성할 수 있다.

라) 파단면 분석 시험

- 파단면 분석 시험의 개요를 알고 이를 익혀 파면 분석 시험을 할 수 있으며, 그 결과를 정리하여 파면 분석 보고서를 작성 할 수 있다.

마) 박막 두께 측정 시험

- 박막 두께 측정 시험의 개요, 파괴식 두께 측정 시험, 비파괴식 두께 측정 시험 등의 작동법을 알 수 있고, 이를 익혀 도금층 두께 측정을 할 수 있으며 그 결과를 도금층 두께 시험 보고서로 작성할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 학생의 학업 성취수준이나 지역 사회의 실태, 학과의 특성에 따라 내용을 재구성하여 지도한다.
- 나. ‘금속 재료’, ‘열처리’ 과목과 연계하여 지도하되, 선행 과목을 보충·심화 학습 자료로 활용하여 지도하면 목표를 달성하는 데 효과적이다.
- 다. 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 모든 영역에서 실험·실습 등의 실무 능력과 연계된 학습을 위해 설비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다. 실습 설비가 부족하거나 단위 시간의 문제가 있으면 조별 실습, 순환 실습 등을 통하여 실습 장비 가동률을 높이고 학생들의 실습 시간을 확보하는 방안을 강구하도록 한다.
- 라. ‘재료 시험의 개요’ 영역에서는 개념과 원리 중심의 단순 이해보다는 종합적이고 실용적인 활용 능력을 습득할 수 있도록 지도한다. 이때 산업체 조사 및 견학, 전문가의 활용, 교육 자료의 개발 및 활용 등으로 활동적인 학습 지도가 이루어지도록 한다.
- 마. ‘기계적 성질 검사’ 영역에서는 인장 시험, 압축 시험, 굽힘 시험, 비틀림 시험, 충격시험, 피로 시험 등 재료 시험에서 용접의 중요성을 익히도록 하고, 올바른 자세와 실습 장비를 안전하게 다룰 수 있는 기능을 익혀 작업 지시서에 따라 작업할 수 있도록 지도한다.

- 바. ‘조직 검사’, ‘비파괴 검사’ 및 ‘그 밖의 시험’ 영역에서는 작업장의 안전사고 및 대처 요령을 지도하여야 하며, 보호 장비의 착용을 확인하고, 환기가 정상적으로 이루어지는 상태에서 작업할 수 있도록 지도한다.
- 사. 산업체의 현장성이나 설비의 특징에 맞는 것으로 제시하며, 스스로 새로운 과제를 설계하고 구성하는 창의성 신장 학습, 목표에 도달하기 위한 체계적인 모듈 학습, 프로젝트를 통하여 문제 해결력과 응용력을 향상시키는 데 역점을 두어 지도한다.
- 아. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 자. 재료 시험 직무와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별 이론 평가는 지필평가로 하되 실습 제품은 실기 평가 기준에 따라 평가한다. 영역별로 학습한 전체 범위에서 골고루 평가가 이루어지도록 하며, 상세하고 객관적인 평가 기준을 정하여 학기 초에 학생은 물론 학부모에게도 공지하고, 누리집 등에 탑재하여 수시로 볼 수 있도록 한다.
- 2) 학습 내용에 대한 단순 이해력의 평가 방식에서 벗어나 수시로 학습자의 탐구 활동, 조사 활동, 보고서, 발표 및 토론 활동 등을 일정한 성취기준을 정하여 평가하도록 한다.
- 3) 실기 평가에서 최종 산출된 제품뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가로는 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고 완성된 과제물은 실기 평가 기준(치수 정밀도, 용접 결함의 정도, 공구 및 장비의 활용 능력, 기계 가공 능력, 문제 해결력, 숙련도 등)에 따라 항목별로 평가하도록 한다.
- 4) 실습 후 제작된 제품은 학생들이 자신의 진도에 따른 성취도를 정확하게 알도록 학생 본인 평가, 학생들 간의 교차 평가, 지도 교사의 평가 결과 공개 등의 방법으로 평가한다.
- 5) 실습 장비는 사용 방법에 따라 많은 위험 요소이므로 장비의 올바른 사용과 긴장된 실습 태도가 매우 중요하다. 따라서 안전 수칙을 잘 숙지하고 실습에 임하여 인적·물적 안전사고를 예방할 수 있도록 실습 장비의 올바른 사용, 올바른 작업 자세 등도 수행평가로 평가 기준을 정하여 평가하도록 한다.

- 6) ‘기계적 성질 검사’ 영역에서는 인장 시험, 압축 시험, 굽힘 시험, 비틀림 시험, 충격 시험, 피로 시험, 경도 시험의 개념을 알고 있는지를 평가하고, 각종 시험과 검사 및 장비의 종류, 구조, 사용방법을 알고 있는지를 평가한다.
- 7) ‘조직 검사’ 영역에서는 현미경 조직 검사, 정량 조직 검사, 매크로 조직 검사, 전자 현미경 조직 검사의 원리와 시험 및 검사 방법을 알고, 올바른 자세로 실습 장비를 안전하게 다룰 수 있는지를 평가한다.
- 8) ‘비파괴 검사’, 영역에서는 방사선 투과 검사, 초음파 탐상검사, 침투 탐상 검사, 자분 탐상 검사 등의 원리를 알고 기계 및 장비를 안전하게 취급할 수 있는지, 그리고 결과를 성적서에 작성할 수 있는지를 평가한다.
- 9) ‘그 밖의 시험’ 영역에서는 강의 불꽃 시험, 철강재의 경화능 시험, 철강 재료의 성분 분석 시험, 파단면 분석 시험, 박막 두께 측정 시험의 개념을 알고 기계·기구를 안전하게 취급할 수 있는지, 그리고 현장성 있는 시험을 할 수 있는지를 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
재료 시험의 개요	재료와 시험, 재료 시험과 검사의 개요를 잘 이해하고, 시험 준비 및 자료 처리를 잘 알고 설명할 수 있으며, 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 재료 시험의 개요에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 수행할 수 있다.	재료와 시험, 재료 시험과 검사의 개요를 이해하고, 시험 준비 및 자료 처리를 알고 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 재료 시험의 개요에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	재료와 시험, 재료 시험과 검사의 개요를 이해하고, 시험 준비 및 자료 처리를 알고 부분적으로 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 재료 시험의 개요에 대하여 설명하면서 수행할 수 있다.
기계적 성질 검사	기계적 성질 시험의 개요와 인장 시험의 방법 및 결과 처리 등을 잘 이해하고 있으며, 능동적으로 수행할 수 있다. 경도 시험 및 그 밖의 기계적 성질 시험의 종류와 방법을 잘 이해하고 설명하며 안전하게 수행할 수 있다. 종합적으로 기계적 성질 검사에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 잘 설명하면서 검사할 수 있다.	기계적 성질 시험의 개요와 인장 시험의 방법 및 결과 처리 등을 이해하고 있으며, 설명하며 수행할 수 있다. 경도 시험 및 그 밖의 기계적 성질 시험의 종류와 방법을 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 기계적 성질 검사에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 검사할 수 있다.	기계적 성질 시험의 개요와 인장 시험의 방법 및 결과 처리 등을 이해하고 있으며, 경도 시험 및 그 밖의 기계적 성질 시험의 종류와 방법을 이해하고 부분적으로 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 기계적 성질 검사에 대하여 설명하면서 검사할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
조직 검사	조직 검사의 개요 및 현미경 조직 검사에 대하여 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 전자 현미경 조직 검사에 대하여 잘 알고 있고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 조직 검사에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 잘 설명하면서 검사할 수 있다.	조직 검사의 개요 및 현미경 조직 검사에 대하여 이해하고 설명할 수 있으며, 전자 현미경 조직 검사에 대하여 알고 있고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 조직 검사에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 검사할 수 있다.	조직 검사의 개요 및 현미경 조직 검사에 대하여 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며, 전자 현미경 조직 검사에 대하여 알고 있고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 조직 검사에 대하여 설명하면서 검사할 수 있다.
비파괴 검사	비파괴 검사의 개요에 대하여 잘 이해하고 알고 있으며 설명할 수 있다. 각종 비파괴 방법에 대하여 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 비파괴 검사에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 잘 설명하면서 검사할 수 있다.	비파괴 검사의 개요에 대하여 이해하고 알고 있으며 설명할 수 있다. 각종 비파괴 방법에 대하여 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 비파괴 검사에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 검사할 수 있다.	비파괴 검사의 개요에 대하여 이해하고 알고 있으며 부분적으로 설명할 수 있다. 각종 비파괴 방법에 대하여 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 비파괴 검사에 대하여 설명하면서 검사할 수 있다.
그 밖의 시험	강의 불꽃 시험의 원리와 방법을 잘 이해하고 있으며 설명하고 능동적으로 수행할 수 있다. 철강재의 경화능 시험 및 철강 재료의 성분 분석 시험의 방법과 시험법 등 그 밖의 시험을 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 그 밖의 시험에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 시험할 수 있다.	강의 불꽃 시험의 원리와 방법을 이해하고 있으며 설명하고 수행할 수 있다. 철강재의 경화능 시험 및 철강 재료의 성분 분석 시험의 방법과 시험법 등 그 밖의 시험을 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 그 밖의 시험에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 시험할 수 있다.	강의 불꽃 시험의 원리와 방법을 이해하고 있으며 부분적으로 설명하고 수행할 수 있다. 철강재의 경화능 시험 및 철강 재료의 성분 분석 시험의 방법과 시험법 등 그 밖의 시험을 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 그 밖의 시험에 대하여 설명하면서 시험할 수 있다.

[기초 과목]

2. 세라믹 재료

1. 성격 및 목표

가. 성격

공업 분야의 학과에서 세라믹을 전공하는 학생들에게 세라믹 재료의 특성을 이해시켜 그 재료를 합리적으로 사용할 수 있는 능력을 함양하기 위해 실무 과목들과 연계, 적용할 수 있도록 구성된 이론·실습 통합 교과로서, 대부분 1학년 또는 2학년 과정에서 선택 이수할 수 있는 과목이다.

나. 목표

세라믹 공업에 필요한 재료 전반에 관한 기초 지식 및 원리를 습득하고, 과제 활동과 탐구, 실험 및 실습 활동을 통해 세라믹 공업을 바르게 적용 및 이해하여 세라믹 분야로의 진로를 잘 선택할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

- 1) 세라믹 제품에 쓰이고 있는 여러 가지 세라믹 재료와 공정 및 제조 기기 등을 이해하여 세라믹에 관한 기초적인 학습 능력과 태도를 기른다.
- 2) 미래의 세라믹 기능·기술인으로서 갖추어야 할 자질과 능력, 제품의 제조 과정과 제품 표준화의 중요성을 인식하고, 좋은 세라믹 재료가 품질이 우수한 세라믹 제품을 만든다는 사실을 체득한다.
- 3) 공업 분야의 학과에서 세라믹을 이수하는 학생들이 적합한 직업을 선택하고 장차 우수한 기능·기술 인력이 되기 위한 기초적인 지식과 기능을 습득한다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역	내용 영역 요소
세라믹 재료의 개요	<ul style="list-style-type: none"> • 세라믹 재료의 종류 • 세라믹 재료의 분류 및 구성 • 세라믹 재료의 용도
세라믹 재료의 특성 및 결정 구조	<ul style="list-style-type: none"> • 세라믹 재료의 특성 • 세라믹 재료의 결정 구조
세라믹 재료	<ul style="list-style-type: none"> • 규산질 원료 • 알루미나질 원료 • 장석질 원료 • 점토질 원료 • 납석질 원료 • 석회질 원료 • 산화마그네슘 원료 • 탄소질 원료 • 도토 • 기타 원료
세라믹 제조 공정	<ul style="list-style-type: none"> • 소지의 제조 • 성형 및 정형 • 건조 • 장식 • 시유 • 소성
세라믹 제조 기기	<ul style="list-style-type: none"> • 가마의 종류 • 공업용 가마 • 가마용 내화재 • 기타 제조 기기

나. 영역별 성취기준

1) 세라믹 재료의 개요

가) 세라믹 재료의 종류

- 세라믹 재료를 전통 세라믹 및 파인 세라믹으로 구분하여 종류를 알고, 그 분야의 기초 용어를 설명할 수 있다.

나) 세라믹 재료의 분류 및 구성

- 세라믹 재료 및 제품을 분류할 때 제품이 가지는 특성과 연계된 재료 및 원료의 종류를 이해할 수 있다.

다) 세라믹 재료의 용도

- 세라믹 재료를 전통 세라믹과 파인 세라믹으로 구분하여 그 특성에 따른 재료의 용도를 설명할 수 있다.

2) 세라믹 재료의 특성 및 결정 구조

가) 세라믹 재료의 특성

- 세라믹 재료를 금속, 폴리머, 유기 재료 등과 구분하여 그 특성을 알 수 있고, 각종 기초 용어를 설명할 수 있다.

나) 세라믹 재료의 결정 구조

- 세라믹 재료를 결정 구조에 따라 분류할 수 있고, 결정 구조에 따른 특성을 설명할 수 있다.

3) 세라믹 재료

가) 규산질 원료

- 규산질 원료의 종류, 결정 구조, 특성을 알 수 있고, 원료의 선정과 이용 방법을 설명할 수 있다.

나) 알루미나질 원료

- 알루미나질 원료의 종류, 결정 구조, 특성을 알 수 있고, 원료의 선정과 이용 방법을 설명할 수 있다.

다) 장석질 원료

- 장석질 원료의 종류, 결정 구조, 특성을 알 수 있고, 원료의 선정과 이용 방법을 설명할 수 있다.

라) 점토질 원료

- 점토질 원료의 종류, 결정 구조, 특성을 알 수 있고, 원료의 선정과 이용 방법을 설명할 수 있다.

마) 납석질 원료

- 납석질 원료의 종류, 결정 구조, 특성을 알 수 있고, 원료의 선정과 이용 방법을 설명할 수 있다.

바) 석회질 원료

- 석회질 원료의 종류, 결정 구조, 특성을 알 수 있고, 원료의 선정과 이용 방법을 설명할 수 있다.

사) 마그네시아질 원료

- 마그네시아질 원료의 종류, 결정 구조, 특성을 알 수 있고 원료의 선정과 이용 방법을 설명할 수 있다.

아) 탄소질 원료

- 탄소질 원료의 종류, 결정 구조, 특성을 알 수 있고 원료의 선정과 이용 방법을 설명할 수 있다.

자) 도토

- 도토의 결정 구조, 특성을 알 수 있고, 원료의 선정과 이용 방법을 설명할 수 있다.

차) 기타 원료

- 기타 원료의 종류와 특성을 알 수 있고, 원료의 선정과 이용 방법을 설명할 수 있다.

4) 세라믹 제조 공정

가) 소지의 제조

- 세라믹 원료를 제조하기 위한 원료 출토, 분쇄, 혼합, 여과, 조제 등에 관한 지식과 기술을 설명할 수 있다.

나) 성형 및 정형

- 세라믹 원료를 성형 및 정형하기 위한 주입 성형, 물레 성형, 가압 성형, 기타 성형 등에 관한 지식과 기술을 설명할 수 있다.

다) 건조

- 성형 및 정형 과정을 거친 세라믹 제품을 건조하기 위한 기초 이론, 건조 방법, 건조 기기 등에 관한 지식과 기술을 설명할 수 있다.

라) 장식

- 장식 기법들이 활용되는 세라믹 제품에 관한 지식과 기술을 설명할 수 있다.

마) 시유

- 유약의 조합, 유약의 종류 및 특성, 각종 시유 기법에 관한 지식과 기술을 설명할 수 있다.

바) 소성

- 다양한 소성 방법의 종류 및 특성에 관한 지식과 기술을 설명할 수 있다.

5) 세라믹 제조 기기

가) 가마의 종류

- 다양한 소성용 가마(爐, kiln)의 종류 및 특성에 관한 지식과 기술을 설명할 수 있다.

나) 공업용 가마

- 대량 생산을 위한 각종 공업용 가마의 종류 및 특성에 관한 지식과 기술을 설명할 수 있다.

다) 가마용 내화재

- 가마를 제조하기 위해 사용하는 각종 가마용 내화재의 종류 및 특성에 관한 지식과 기술을 설명할 수 있다.

라) 기타 제조 기기

- 기타 다양한 세라믹 제조 기기의 종류 및 특성에 관한 지식과 기술을 설명할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 세라믹 재료의 기본적인 개념과 원리를 중심으로 빠르게 변화해 가는 산업 사회와 세라믹 산업을 이해하고 적응해 갈 수 있도록 지도한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 학습 요구, 학교의 교육 여건, 지역 사회의 취업 및 수요 여건 등을 고려하여 학습지도의 비중을 효과적으로 안배, 지도한다.
- 다. 세라믹 재료의 각 단원에서 정의와 종류를 설명할 때는 현장의 다양한 실제 예를 들어 이해하고 적용할 수 있도록 지도한다.
- 라. 교수·학습 방법은 학습자의 기본적인 학습 정도를 알고 기초 이론, 조사, 발표, 실험 및 실습을 통해 내용을 이해하고 습득할 수 있도록 지도한다.
- 마. 조사 및 발표 시 인터넷, 신문, 관련 전문 잡지, 참고 서적, 논문 등을 적극 이용하여 능동적으로 흥미롭게 참여할 수 있는 태도를 갖도록 지도한다.
- 바. 필요에 따라 세라믹 재료 분야의 현장 전문가, 산학 겸임 교사 등을 활용하여 산업 현장의 변화에 맞게 내용을 이해할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 교과 내용에 대한 평가는 단순하고 지엽적인 문제보다는 창의적인 사고와 실용적인 면에 중점을 두고 실시한다.
- 2) 견학, 조사 및 토론 등은 학생들이 작성한 보고서를 참고하여 평가한다.
- 3) 환경 문제를 연관하여 평가한다.
- 4) 교과 내용에 관한 기본적인 개념과 원리를 평가한다.
- 5) 교과 내용에 관한 과학·기술적 사고력을 평가한다.
- 6) 실습의 내용과 관련된 기자재의 활용 여부를 평가한다.
- 7) 이론·실습 통합 과목이므로 이론과 실습을 동시에 평가한다.
- 8) 실습 과제별 평가 기준에 따라 지식 이해 정도와 응용 및 실무 적용 능력 등을 평가하고, 자기 평가를 병행하도록 제시한다.
- 9) 실습은 개인별·팀별 실습 능력을 높일 수 있도록 실습의 준비, 과정, 결과, 뒷정리 등을 모두 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
세라믹 재료의 개요	세라믹 재료의 종류, 분류, 구성, 용도를 각각 구분하여 새로운 예를 들어 설명할 수 있다.	세라믹 재료의 종류, 분류, 구성, 용도를 각각 구분하고 비교하여 예를 들어 설명할 수 있다.	세라믹 재료의 종류, 분류, 구성, 용도를 각각 구분하여 설명할 수 있다.
세라믹 재료의 특성 및 결정 구조	세라믹 재료의 특성과 결정 구조에 대해 새로운 예를 들어 설명할 수 있다.	세라믹 재료의 특성과 결정 구조에 대해 비교하여 예를 들어 설명할 수 있다.	세라믹 재료의 특성과 결정 구조에 대해 설명할 수 있다.
세라믹 재료	세라믹 원료의 분류와 각 원료별 특성 및 이용 방법에 대해 새로운 예를 들어 설명할 수 있다.	세라믹 원료의 분류와 각 원료별 특성 및 이용 방법에 대해 비교하여 예를 들어 설명할 수 있다.	세라믹 원료의 분류와 각 원료별 특성 및 이용 방법에 대해 설명할 수 있다.
세라믹 제조 공정	세라믹 제품의 제조 공정들을 이해하고 이에 대해 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	세라믹 제품의 제조 공정들을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	세라믹 제품의 제조 공정들을 이해하고 스스로 실행할 수 있다.
세라믹 제조 기기	다양한 세라믹 제품의 제조 기기 종류와 기능을 이해하고 이에 대해 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	다양한 세라믹 제품의 제조 기기 종류와 기능을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	다양한 세라믹 제품의 제조 기기 종류와 기능을 이해하고 스스로 실행할 수 있다.

[기초 과목]

3. 세라믹 원리·공정

1. 성격 및 목표

가. 성격

공업 분야의 학과에서 세라믹을 전공하는 학생들에게 세라믹 재료의 기초 지식과 기능을 이해하게 하고, 세라믹 공정 간의 비교 분석을 통해 전체 공정을 파악하여 실무에 활용할 수 있는 능력을 함양하고자 실무 과목들과 연계, 적용할 수 있도록 구성된 이론·실습 통합 교과로서, 대부분 1학년 또는 2학년 과정에서 선택, 이수할 수 있는 과목이다.

나. 목표

세라믹 원리·공정 전반에 관한 기초 지식 및 원리를 습득하고, 과제 활동과 탐구, 실험 및 실습 활동을 통해 세라믹 공업을 바르게 이해하여 세라믹 분야의 직업에 필요한 능력과 태도를 기른다.

- 1) 세라믹 원리·공정에 관한 기본 개념과 화학적 기초 지식, 제품 생산을 위한 제조 공정에 관한 기초적인 학습 능력과 태도를 기른다.
- 2) 원료 처리와 조제, 성형, 건조, 소성 등에 관한 이론을 정립한다. 더불어 소성 장치 및 기계·기구를 운전할 수 있는 능력을 확보하고, 완성품의 물성 측정을 위한 개념과 원리를 적용하는 능력을 신장할 수 있다. 특히 소결 공정 뿐 아니라 용융 공정, 응결·경화 공정, 졸-겔 합성, 박막 코팅 공정 등의 다양한 공정을 학습하여 공정 간의 비교 분석을 함으로써 세라믹의 전체 공정을 이해하게 한다.
- 3) 공업 분야의 학과에서 세라믹을 이수하는 학생들에게 적합한 직업을 선택할 수 있는 능력과 장차 우수 기능·기술 인력이 되기 위한 기초적인 지식과 기능을 체득하게 한다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역	내용 영역 요소
세라믹의 개요	<ul style="list-style-type: none"> • 공업 재료의 분류 • 세라믹의 정의와 분류 • 세라믹의 역사와 전망
세라믹 화학의 기초	<ul style="list-style-type: none"> • 원자의 구조와 화학 결합 • 결정 구조 • 상평형
소결	<ul style="list-style-type: none"> • 분체의 개념과 소결 이론 • 소결 방법
세라믹 공정의 개요	<ul style="list-style-type: none"> • 소결 세라믹 • 용융 세라믹 • 응결·경화 세라믹 • 졸-겔 합성 • 박막
소결 세라믹의 제조	<ul style="list-style-type: none"> • 원료의 처리와 배토의 조제 • 성형 • 건조 • 소성 • 유약과 장식
분체 특성 측정	<ul style="list-style-type: none"> • 분체 시료 채취법 • 분체의 체가름 • 분체의 밀도 측정 • 분체의 안식각 측정 • 분체의 유동도 측정 • 분체의 형상 관찰 • 점토의 강열 감량 측정
소결 특성 관찰	<ul style="list-style-type: none"> • 소결 색 관찰 • 소성 수축률 측정 • 비중 측정 • 기공률 측정 • 강도 측정 • 미세 조직 관찰 • 결합 측정 • 소결성 평가

나. 영역별 성취기준

1) 세라믹의 개요

가) 공업 재료의 분류

- 공업용으로 쓰이는 재료를 화학적·물리적 특성에 따라 분류한다. 세라믹, 폴리머, 금속 재료, 유기 재료 등과 같이 비교 분류하여 각 재료의 특성을 명확히 구분할 수 있다.

나) 세라믹의 정의와 분류

- 세라믹이라는 용어가 등장하게 된 까닭을 기술하고, 세라믹의 정확한 의미를 쉽게 설명할 수 있다. 더불어 세라믹 제품을 분류하는 데 있어 제품이 가지는 특성과 연계된 현상의 종류를 이해하고, 그러한 현상의 다양한 발생 방법을 종류별로 구분하여 이해할 수 있다.

다) 세라믹의 역사와 전망

- 세라믹의 공학적 발달 과정을 이해하고, 세라믹 소재의 과거, 현재, 미래의 변화를 이해하고 예측할 수 있다. 물질의 내부 구조에 대한 이해를 바탕으로 5T로 불리는 나노(NT), 바이오(BT), 정보(IT), 에너지/환경(ET), 우주(ST) 분야의 첨단 기술을 실현하는 핵심 소재로서 세라믹의 전망을 알 수 있다.

2) 세라믹 화학의 기초

가) 원자의 구조와 화학 결합

- 기초적인 내용의 원자 구조, 화학 결합, 주기율표를 설명할 수 있다.

나) 결정 구조

- 세라믹을 구성하기 위한 원자 배열, 결정 구조의 종류 등을 비교할 수 있다.

다) 상평형

- 세라믹의 세 가지 상(고체상, 액체상, 기체상)을 이해하고, 상평형도를 참고하여 재료의 상태를 설명할 수 있다.

3) 소결

가) 분체의 개념과 소결 이론

- 분체를 제조하기 위한 분쇄 과정, 분말의 혼합 및 응집 공정을 이해하고, 이때 사용되는 기계 및 기구의 사용 방법을 익힐 수 있다. 소결과 소성을 비교 설명할 수 있고, 소결 메커니즘을 이해할 수 있다.

나) 소결 방법

- 소결체 세라믹을 제조하는 과정에 필요한 기초 지식을 이해할 수 있고, 그 이론을 기본으로 활용하고 응용할 수 있다.

4) 세라믹 공정의 개요

가) 소결 세라믹

- 소결 세라믹 공업에서 원료의 처리, 조제, 성형, 건조, 장식 등의 제품 제조에 관한 지식과 기술을 습득하여 세라믹 산업 분야의 관련 실무에 활용할 수 있다.

나) 용융 세라믹

- 용융 세라믹 공업에서 원료 배치의 용융·냉각 과정을 통하여 결정화되지 않은 고체를 얻을 수 있는 기초 지식과 기술을 습득하여 세라믹 산업 분야의 관련 실무에 활용할 수 있다.

다) 응결·경화 세라믹

- 응결·경화 세라믹 제품의 제조, 공정, 원료 처리, 분석 화학 등 전반적인 이론 및 기술을 습득하여 세라믹 산업 분야의 관련 실무에 활용할 수 있다.

라) 졸-겔 합성

- 졸-겔법(sol-gel techniques)을 이용하여 합성하는 세라믹 제품의 제조, 공정, 원료 처리 등 전반적인 이론 및 기술을 습득하여 세라믹 산업 분야의 관련 실무에 활용할 수 있다.

마) 박막

- 박막 형성 방법을 이용하는 다양한 세라믹 제품의 제조, 공정, 원료 처리 등 전반적인 이론 및 기술을 습득하여 세라믹 산업 분야의 관련 실무에 활용할 수 있다.

5) 소결 세라믹의 제조

가) 원료의 처리와 배토의 조제

- 분쇄, 혼합, 여과, 원료 조제 등에 관한 지식과 기술을 습득하여 관련 실무에 활용할 수 있다.

나) 성형

- 주입, 물레, 가압 성형 등 다양한 세라믹 성형 방법에 관한 지식과 기술을 습득하여 관련 실무에 활용할 수 있다.

다) 건조

- 건조 이론, 방법 등에 관한 지식과 기술을 습득하여 관련 실무에 활용할 수 있다.

라) 소성

- 다양한 소성 방법에 관한 지식과 기술을 습득하여 관련 실무에 활용할 수 있다.

마) 유약과 장식

- 유약 조합식, 유약의 종류, 장식 기법 등에 관한 지식과 기술을 습득하여 관련 실무에 활용할 수 있다.

6) 분체 특성 측정

가) 분체 시료 채취법

- 시험, 측정 등을 수행하기 위한 다양한 분체 시료 채취법에 관한 지식과 기술을 습득하여 관련 실무에 활용할 수 있다.

나) 분체의 체가름

- 분체를 크기별로 분류하여 활용할 때 체와 같은 기구를 이용하는 방법에 관한 지식과 기술을 습득하여 관련 실무에 활용할 수 있다.

다) 분체의 밀도 측정

- 고체를 미분쇄하여 기공률과 흡수율 및 강도를 측정하는 방법을 숙달하여 분말 또는 원료 고체의 밀도를 측정할 수 있다.

라) 분체의 안식각 측정

- 분체의 무더기가 무너지지 않고 경사면이 수평면과 안정을 유지하는 최대의 각도인 안식각에 관한 지식과 기술을 습득하고, 이를 측정하는 방법을 숙달할 수 있다.

마) 분체의 유동도 측정

- 분체의 물질이 얼마나 잘 흐르는지를 나타내는 유동도에 관한 지식과 기술을 습득하고, 이를 측정하는 방법을 숙달할 수 있다.

바) 분체의 형상 관찰

- 직관, 전자 현미경 등을 활용한 분체의 형상 관찰법에 관한 지식과 기술을 습득하고, 이를 관찰하는 방법을 숙달할 수 있다.

사) 점토의 강열 감량 측정

- 원료 분말을 성형, 건조한 후 1차, 2차 소성 과정을 거친 후의 감량을 측정하는 능력을 기를 수 있다.

7) 소결 특성 관찰

가) 소결 색 관찰

- 소결 시 직관, 표색계, 각종 온도계 등을 활용하여 불꽃색을 관찰하는 방법과 기술을 습득하고 숙달할 수 있다.

나) 소성 수축률 측정

- 원료 분말을 성형·건조한 후 1차 소성에서의 소성 수축과 2차 소성 과정을 거친 후의 소성 수축 등을 측정할 수 있는 능력을 기를 수 있다.

다) 비중 측정

- 고체를 미분쇄하여 기공률과 흡수율 및 강도를 측정하는 방법을 숙달하여 분말 또는 원료 고체의 비중을 측정할 수 있다.

라) 기공률 측정

- 기공이 전체 부피에서 차지하는 비율인 기공률을 측정하는 방법을 숙달할 수 있다.

마) 강도 측정

- 소결 세라믹의 강도를 측정하는 다양한 방법을 숙달할 수 있다.

바) 미세 조직 관찰

- 직관, 전자 현미경 등을 활용하여 소결 세라믹의 미세 조직을 관찰하는 방법과 기술을 습득하고 숙달할 수 있다.

사) 결함 측정

- 소결 세라믹의 특성에 중요한 영향을 미치는 다양한 결함을 이해하고, 이를 측정하는 방법을 숙달할 수 있다.

아) 소결성 평가

- 소결 세라믹의 소결성을 이해하고, 이를 평가하는 방법을 숙달할 수 있다.

3. 교수·학습

가. 세라믹 원리·공정의 기본적인 개념과 원리를 중심으로, 빠르게 변화해 가는 산업 사회와 세라믹 산업을 이해하고 적응해 갈 수 있도록 지도한다.

- 나. 학생의 성취수준 및 학습 요구, 학교의 교육 여건, 지역 사회의 취업 및 수요 여건 등을 고려하여 학습지도의 비중을 효과적으로 안배, 지도한다.
- 다. 세라믹 원리·공정의 각 단원에서 정의와 종류를 설명할 때는 현장의 다양한 실제 예를 들어 이해하고 적용할 수 있도록 지도한다.
- 라. 교수·학습 방법은 학습자의 기본적인 학습 정도를 알고 기초 이론, 조사, 발표, 실험 및 실습을 통해 내용을 이해하고 습득할 수 있도록 지도한다.
- 마. 세라믹 원리·공정의 학습 조사 및 발표 시 인터넷, 신문, 관련 전문 잡지, 참고 서적, 논문 등을 적극 이용한 실질적인 학습 태도가 형성되도록 지도한다.
- 바. 필요에 따라 세라믹 원리·공정 분야의 현장 전문가, 산학 겸임 교사 등을 활용하여 산업 현장의 변화에 맞게 내용을 이해할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 교과 내용에 대한 평가는 단순하고 지엽적인 문제보다는 창의적인 사고와 실용적인 면에 중점을 두고 실시한다.
- 2) 견학, 조사 및 토론 등은 학생들이 작성한 보고서를 참고하여 평가한다.
- 3) 환경 문제와 연관하여 평가한다.
- 4) 교과 내용에 관한 기본적인 개념과 원리를 평가한다.
- 5) 교과 내용에 관한 과학·기술적 사고력을 평가한다.
- 6) 실습의 내용과 관련된 기자재의 활용 여부를 평가한다.
- 7) 이론·실습 통합 과목이므로 이론과 실습을 동시에 평가한다.
- 8) 실습 과제별 평가 기준에 따라 지식 이해 정도와 응용 및 실무 적용 능력 등을 평가하고, 자기 평가를 병행하도록 제시한다.
- 9) 실습은 개인별·팀별 실습 능력을 높일 수 있도록 실습의 준비, 과정, 결과, 뒷정리 등을 모두 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
세라믹의 개요	세라믹의 정의와 제품을 분류하는 데 있어 제품이 가지는 특성과 연계된 현상의 종류를 새로운 예를 들어 설명할 수 있다.	세라믹의 정의와 제품을 분류하는 데 있어 제품이 가지는 특성과 연계된 현상의 종류를 비교하는 예를 들어 설명할 수 있다.	세라믹의 정의와 제품을 분류하는 데 있어 제품이 가지는 특성과 연계된 현상의 종류를 설명할 수 있다.
세라믹 화학의 기초	원자의 구조와 결합, 결정 구조, 상평형에 대해 새로운 예를 들어 설명할 수 있다.	원자의 구조와 결합, 결정 구조, 상평형에 대해 비교하는 예를 들어 설명할 수 있다.	원자의 구조와 결합, 결정 구조, 상평형에 대해 설명할 수 있다.
소결	분체의 개념과 소결 및 소성의 비교, 소결 메커니즘에 대해 새로운 예를 들어 설명할 수 있다.	분체의 개념과 소결 및 소성의 비교, 소결 메커니즘에 대해 비교하여 예를 들어 설명할 수 있다.	분체의 개념과 소결 및 소성의 비교, 소결 메커니즘에 대해 설명할 수 있다.
세라믹 공정의 개요	세라믹의 제조 공정을 종류별로 구분하고 새로운 예를 들어 설명할 수 있다.	세라믹의 제조 공정을 종류별로 구분하고 비교하여 예를 들어 설명할 수 있다.	세라믹의 제조 공정을 종류를 구분하고 설명할 수 있다.
소결 세라믹의 제조	소결 세라믹의 제조공정을 이해하고 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	소결 세라믹의 제조 공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	소결 세라믹의 제조 공정을 이해하고 스스로 실행할 수 있다.
분체 특성 측정	분체의 특성을 측정하는 방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	분체의 특성을 측정하는 방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	분체의 특성을 측정하는 방법을 이해하고 스스로 실행할 수 있다.
소결 특성 관찰	소결 특성의 측정과 평가 방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	소결 특성의 측정과 평가 방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	소결 특성의 측정과 평가 방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.

4. 재료 일반

1. 성격 및 목표

가. 성격

금속 및 비금속 재료의 성질, 용도, 제조, 가공, 처리 및 시험과 검사 등 소재에 관한 기초 지식과 기술을 습득하고, 관련 심화 전공 실무 과목과 연계, 적용할 수 있는 내용으로 구성된 이론·실습 통합 교과이다.

나. 목표

금속 및 비금속 재료의 종류, 조직, 특성, 용도, 가공 및 시험 방법 등에 관한 기본 지식을 익히고, 이를 토대로 심화된 전문 교육과정의 학습 활동에 참여하며, 소재의 선택, 가공, 처리 및 시험과 검사 등의 관련 실무에 활용할 수 있는 지식, 기능과 태도를 기른다.

- 1) 소재 산업의 중요성과 역할을 인식하고, 공업 재료의 특성을 설명할 수 있다.
- 2) 공업용 재료의 시험 종류와 규격을 KS 규정집에서 찾아 확인하고, 이를 바탕으로 금속 재료의 물리·화학적 및 조직학적인 시험을 수행할 수 있다.
- 3) 철강 재료를 성질별로 분류하여 각각의 특징을 설명하고, 순철과 탄소강, 합금강, 주철 등 각 소재에 맞는 철강 재료를 선정할 수 있다.
- 4) 산업 현장에서 많이 사용되는 대표적인 비철 금속인 구리와 알루미늄 재료의 특성을 알고, 그 합금 재료의 특성과 용도를 설명할 수 있다.
- 5) 특수 용도로 사용되는 재료의 특별한 기능의 종류를 인터넷을 통하여 확인하고, 각각의 기능을 가진 재료의 특징과 용도를 설명할 수 있다.
- 6) 금속 이외의 공업 재료가 사용되는 예를 문헌이나 실생활에서 찾아 그 분류 방법대로 분류하여 보고, 복합 재료 중에서 대표적인 세라믹 재료, 고분자 재료, 복합 재료의 종류와 특징, 용도 등을 설명할 수 있다.

- 7) 여러 가지 재료의 종류, 조직, 특성, 용도, 가공 및 시험 등에 관한 기초 지식을 습득하여 재료의 특성에 따라 소재의 선택, 시험과 검사, 가공, 열처리, 표면 처리 등의 관련 실무에 활용할 수 있다.
- 8) 소재 공업의 전반적인 기초 지식을 바탕으로 금속 재료 분야의 직무 수행에 필요한 기술적 사고력과 창의적 문제 해결력을 익혀 산업 현장의 실무를 수행할 수 있는 기틀을 마련하고, 전문 심화 교육과정을 이수하는 데 있어 개념 및 원리를 바탕으로 자기 주도적으로 학습 활동 능력을 기르며, 과업 수행과 관련된 개방적 의사소통, 협동, 배려의 태도를 배양한다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘재료 일반’ 과목은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키고, 관련 산업 현장에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역	내용 영역 요소
공업 재료	<ul style="list-style-type: none"> • 공업 재료의 개요 • 금속 재료의 성질 및 결정 구조 • 비금속 공업 재료
재료 시험과 검사	<ul style="list-style-type: none"> • 기계적 시험법 • 비파괴 시험법 • 금속 조직 시험법 • 그 밖의 시험법
철강 재료	<ul style="list-style-type: none"> • 철강 재료의 개요 • 순철과 탄소강 • 합금강 • 주철과 주강
비철 금속 재료	<ul style="list-style-type: none"> • 알루미늄과 그 합금 • 구리와 그 합금 • 그 밖의 비철 금속 재료
기능성 금속 재료	<ul style="list-style-type: none"> • 금속 기지 복합 재료 • 형상 기억 합금 • 제진 합금 • 비정질 합금 • 초전도 재료 • 자성 재료 • 생체 합금 • 그 밖의 기능성 금속 재료

내용 영역	내용 영역 요소
기타 공업 재료	<ul style="list-style-type: none"> • 세라믹 공업 재료 • 고분자 공업 재료 • 비금속 기지 복합 재료

나. 영역별 성취기준

1) 공업 재료

가) 공업 재료의 개요

- 산업 현장에서 활용되고 있는 금속 및 비금속 공업 재료의 종류, 성격, 용도를 실생활과 관련하여 이해하고, 공업 재료의 이해와 개념을 설명할 수 있다.

나) 금속 재료의 성질 및 결정 구조

- 금속 재료의 성질과 결정 구조를 이론적으로 간략히 소개하여 공업 재료에 대한 이해와 친밀감을 높이고, 결정 구조에 따른 금속 재료의 성질이 달라짐을 충분히 숙지하여 다른 교과와 연계할 수 있도록 준비한다.

다) 비금속 공업 재료

- 공업 재료로 활용되고 있는 비금속 재료의 종류, 용도, 특징 등을 이해하고, 공업 재료로서 비금속 재료의 중요성을 설명할 수 있다.

2) 재료 시험과 검사

가) 기계적 시험법

- 인장, 경도, 충격 및 기타 기계적 시험의 종류와 시험법을 이해하고 재료 시험이 왜 필요한지 그 개념을 명확히 이해할 수 있도록 실험·실습을 통해 익혀 실무에 활용할 수 있다.

나) 비파괴 시험법

- 육안 검사, 초음파 탐상, 자분 탐상, 침투 탐상, 방사선 탐상 및 기타 비파괴 시험의 종류와 시험법을 이해하고, 비파괴 시험의 특징과 개념을 명확히 이해할 수 있도록 실험·실습을 통해 익혀 실무에 활용할 수 있다.

다) 금속 조직 시험법

- 금속 현미경 조직 시험의 개념과 특징을 이해하고, 철과 비철 등 주요 금속의 현미경 조직을 실험·실습을 통해 익히며, 금속 조직과 성질의 변화를 연계하여 실무에 적용할 수 있다.

라) 그 밖의 시험법

- 최근 활용되고 있는 재료 시험법으로 정보 기술 및 컴퓨터를 이용한 여러 가지 재료 시험법을 이해하여 학습자들이 재료 시험법의 응용과 활용도를 제고할 수 있다.

3) 철강 재료

가) 철강 재료의 개요

- 금속 재료의 가장 기본적이고 중요한 철강의 분류법과 용도에 대해 이해하고, 용도별 재료의 특성과 제조 방법을 간략히 설명할 수 있다.

나) 순철과 탄소강

- 철과 불순물 원소인 탄소, 규소, 망가니즈, 인, 황과의 관계를 이해하고, 공업적 용도의 순철과 탄소강의 조직 및 철-탄소 평형 상태도를 설명할 수 있다.

다) 합금강

- 탄소강에서 얻을 수 없는 특정한 성질을 얻기 위해 첨가하는 합금 원소의 종류와 재료 명칭 등에 대해 이해하고, 각각의 용도와 처리 방법을 설명할 수 있다. 재료 활용의 실무에 적용할 수 있다.

라) 주철과 주강

- 철-탄소 평형 상태도를 이용하여 주철과 주강을 구분하여 설명할 수 있고, 각각의 종류와 용도 및 처리 방법을 설명할 수 있다.

4) 비철 금속 재료

가) 알루미늄과 그 합금

- 알루미늄 합금의 종류와 용도 및 가공 방법을 설명할 수 있다. 또 철 다음으로 널리 쓰이는 알루미늄 합금은 가볍고, 기계적 성질이 비교적 우수하며, 가공성이 뛰어나도록 강조하여 재료 활용의 실무에 적용할 수 있다.

나) 구리와 그 합금

- 전기와 열의 양도체이고 전연성이 풍부하며 내식성과 합금성이 좋아 알루미늄 합금과 함께 중요한 비철 금속 재료임을 이해한다. 또 구리와 그 합금의 종류와 용도 및 처리 방법을 실생활과 연계하여 활용한다.

다) 그 밖의 비철 금속 재료

- 공업 재료로서 활용도가 높은 비철 경합금 및 고용점 합금 등 각종 비철 금속의 종류, 성질과 용도를 설명할 수 있고, 소재로서 비철 금속의 활용도가 점차 확대되어 가고 있음을 알고 실무에 적용할 수 있다.

5) 기능성 금속 재료

‘기능성 금속 재료’ 영역은 최근 개발된 소재로 활용도가 높은 고기능성 재료를 제조하는 기술과 그 활용 영역 등을 중심으로 이해하고, 나날이 발전하는 신소재의 활용 가치에 주안점을 두어 신소재 개발과 관련된 탐구심을 높인다.

가) 금속 기지 복합 재료

- 금속을 바탕으로 한 금속, 비금속 등의 이종 재료를 복합하여 필요한 재료 특성을 얻기 위한 금속 기지 복합 재료를 이해하고, 그 종류와 용도 및 제조 방법을 설명하고 실무에 적용할 수 있다.

나) 형상 기억 합금

- 형상 기억 효과의 원리와 이론을 이해하고, 실제 활용 재료에 대한 설명으로 실무에 적용할 수 있다.

다) 제진 합금

- 제진 원리와 제진 기구에 대하여 이해하고, 제진 합금의 종류와 용도 및 공업적 응용 방법을 설명할 수 있다.

라) 비정질 합금

- 결정 구조를 갖지 않는 재료의 제조 원리와 이론을 이해하고, 비정질 합금의 종류와 용도 및 제조 방법을 조사하여 설명할 수 있다.

마) 초전도 재료

- 초전도 현상의 이론적 배경을 이해하고, 초전도 재료의 종류와 용도 및 실제 응용 부분을 조사하여 설명할 수 있다.

바) 자성 재료

- 공업적으로 널리 이용되는 경질·연질 자성 재료에 요구되는 보자력, 자기력선속 밀도, 투자율, 이력 손실 등을 이해하고 설명할 수 있으며, 자성 재료의 종류와 실제 활용되는 부분을 조사하여 설명할 수 있다.

사) 생체 합금

- 의학적으로 인체에 활용되고 있는 생체 합금의 종류와 성질 및 용도를 이해하고, 실용 사례를 사진 및 시청각 자료를 활용하여 이해한다.

아) 그 밖의 기능성 금속 재료

- 고도 산업 사회에 요구되는 반도체 재료, 기타 생명 공학 및 첨단 산업에 요구되는 기능성 신금속의 종류와 용도 및 제조 방법을 설명할 수 있다.

6) 기타 공업 재료

가) 세라믹 공업 재료

- 광학 섬유, 세라믹, 강화 유리, 강화 재료 등 첨단 산업에서 요구되는 무기 재료의 종류와 용도 및 제조 방법을 설명할 수 있다.

나) 고분자 공업 재료

- 강화 플라스틱, 탄소 섬유, 자기 테이프, 발포 플라스틱 등 공업용 유기 재료의 종류와 용도 및 제조 방법을 설명할 수 있다.

다) 비금속 기지 복합 재료

- 비금속을 바탕으로 금속 또는 비금속 등의 이종 재료로 구성된 비금속 기지 복합 재료를 이해하며, 그 종류와 용도 및 제조 방법을 설명하고 실무에 활용할 수 있다.

3. 교수·학습

‘재료 일반’ 과목은 공업용 재료의 종류와 특징, 그리고 재료의 시험 및 검사와 관련된 기초적인 내용을 익혀 재료 가공 산업에 응용할 수 있도록 구성된 과목이다. 종전의 ‘재료 일반’ 과목은 금속 재료 위주로 구성되었으며, 금속 재료의 전문 지식인을 육성하는 것을 목적으로 하였다. 그러나 고등학교 재료 및 기계과 교육을 수료한 사람이 현장에서 하는 직무를 살펴보면, 재료 가공 또는 재료 시험 등의 업무를 수행하거나, 출시된 기계의 조작, 수리 및 유지·보수 업무를 수행하는 것이 보통이다. 종전의 교육과정에서는 재료를 학문적으로 분류하고 나열하는 형식으로 전개되어 있었으므로 현장에서나 각종 시험을 대비하여 학생들이 무조건 외워야 하는 과목으로 인식하고 있다. 여기에서는 다음과 같은 점을 유의하여 지도한다.

- 가. ‘금속 제조’, ‘재료 가공’, ‘주조’, ‘금속 처리’, ‘산업 설비’, ‘기계 일반’ 및 ‘기계 공작법’ 과목과 연계하여 지도한다.

- 나. 내용은 학습자의 학업 성취수준이나 지역 사회의 실태, 학과의 특성에 따라 재구성하여 지도할 수 있다.
- 다. ‘재료 시험과 검사’ 영역은 실험·실습 위주로 지도하여 실무 능력을 길러 준다.
- 라. 학과의 특성에 따라 보유하고 있는 기자재를 활용하여 개념과 원리를 바탕으로 실무 능력을 배양할 수 있도록 지도한다.
- 마. 산업체 조사와 견학, 현장 전문가의 활용, 교육 자료의 개발 및 활용 등으로 현장과 연계하여 지도한다.
- 바. 다양한 ICT 자료를 활용하여 학습 효과를 높이고, 현장 견학을 통해 관련 분야의 실제 작업 과정을 관찰하여 학습 효과를 높이도록 지도한다.
- 사. 학습자의 조사 활동 후 과제 발표, 소집단 토의 등을 실시하여 학습자 중심의 교수·학습이 이루어지도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

‘재료 일반’ 과목을 통해 학습자가 각종 기계와 기구 및 구조물을 구성하는 재료, 부품 가공에 사용되는 소재에 관한 전문 용어 및 원리를 종합적으로 이해하고, 기계·기구의 사용 원리에 따라 재료 관련 업무를 효과적으로 수행할 수 있는 지식, 기능과 태도를 기르는 것이 목적이다. 따라서 ‘재료 일반’ 과목의 평가는 학습자들이 전 영역에서 기계·기구의 사용 재료와 관련된 기초적인 내용을 익혀 재료 관련 직무에 응용할 수 있는 능력을 평가하되, 영역별로 제시된 학습 목표에 따른 학습 내용의 개념과 원리의 이해 등을 지필평가에 의하여 단순 이해력을 평가하는 방식에서 벗어나 학습자의 자기 주도적인 탐구 활동, 조사 활동, 견학 보고서, 발표 및 토론 활동 등을 일정한 성취기준에 따라 평가할 수 있도록 한다. ‘재료 일반’ 과목의 평가 관련 내용은 다음과 같다.

- 1) ‘공업 재료’ 영역에서는 대표적인 공업용 재료 분류법을 제시하고 학생들이 스스로 기계 부품들을 기능, 용도 등에 따라 범주화하며, 해당 범주에 속한 재료의 특성을 나타내는 이름을 짓는 등의 활동을 통해 부품 재료의 특성 파악 및 논리적 사고 능력을 평가한다.
- 2) ‘재료 시험과 검사’ 영역에서는 기계 요소에 작용하는 하중과 재료의 강도에 대해서는 하중의 종류, 응력과 변형률의 개념과 하중의 종류에 따른 강도의 개념을 설명할 수 있는지를 평가한다. 또 비파괴 시험법의 종류와 특징을 설명할 수 있는지, 그리고 기계 부품으로 많이 사용되는 대표 금속의 조직을 구분할 수 있는지를 평가한다.

- 3) ‘철강 재료’ 영역에서는 철강 재료를 기준에 따라 분류하고, 각 기계 부품에 맞는 재료를 선정할 수 있는지를 평가한다.
- 4) ‘비철 금속 재료’ 영역에서는 알루미늄과 구리의 특징을 알고, 이들 각각의 합금의 종류와 특징, 그리고 사용되는 예를 나열할 수 있는지를 평가한다.
- 5) ‘기능성 금속 재료’ 영역에서는 기능성 금속 재료의 종류와 특징을 알고 각각의 기능성이 필요한 기계·기구의 예를 열거할 수 있는지를 평가한다.
- 6) ‘기타 공업 재료’ 영역에서는 공업용 재료 규격의 검색과 적용 능력 등을 지필 검사를 통해 평가하고, 실무에 활용되고 있는 공업용 재료의 활용에 대한 탐구 및 조사 활동 보고서를 이용하여 지적 능력과 태도를 평가한다.
- 7) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획하여 제시하며, 단순하고 지엽적인 평가보다는 개념과 원리의 이해, 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 평가한다.
- 8) 학습자 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달할 수 있도록 탐구 및 조사 활동을 평가하며, 견학, 조사 활동 및 토론 등의 평가는 학습자가 작성한 활동 과정과 보고서를 활용한다.
- 9) 과제 해결에 따른 산출물의 평가는 교사 평가와 발표 및 상호 평가를 활용하여 공정성과 신뢰성, 객관성, 타당성을 확보하도록 하고, 종합적으로 재료에 관련된 분석력, 논리적 사고력, 자료의 수집과 분석 및 종합 등 자기 주도적 학습 능력, 과업 수행과 관련된 개방적 의사소통, 협동, 배려의 태도 등을 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
공업 재료	공업 재료의 개념, 종류와 성격, 금속 재료의 성질과 결정 구조, 공업 재료로 사용되는 비금속 재료의 용도 및 특징을 아주 정확하게 이해하고, 구체적으로 설명할 수 있다.	공업 재료의 개념, 종류와 성격, 금속 재료의 성질과 결정 구조, 공업 재료로 사용되는 비금속 재료의 용도 및 특징을 정확하게 이해하고 설명할 수 있다.	공업 재료의 개념, 종류와 성격, 금속 재료의 성질과 결정 구조, 공업 재료로 사용되는 비금속 재료의 용도 및 특징을 이해하고 설명할 수 있다.
재료 시험과 검사	각종 기계적 시험(인장 시험, 경도 시험 등) 방법, 비파괴 시험(육안 검사, 초음파 탐상 등) 방법의 종류와 방법, 금속의 현미경 조직 시험의 개념과 특징, 정보 기술 및 컴퓨터를 이용한 여러 가지 재료 시험법을 아주 정확하게 이해하고, 구체적으로 설명할 수 있다.	각종 기계적 시험(인장 시험, 경도 시험 등) 방법, 비파괴 시험(육안 검사, 초음파 탐상 등) 방법의 종류와 방법, 금속의 현미경 조직 시험의 개념과 특징, 정보 기술 및 컴퓨터를 이용한 여러 가지 재료 시험법을 정확하게 이해하고 설명할 수 있다.	각종 기계적 시험(인장 시험, 경도 시험 등) 방법, 비파괴 시험(육안 검사, 초음파 탐상 등) 방법의 종류와 방법, 금속의 현미경 조직 시험의 개념과 특징, 정보 기술 및 컴퓨터를 이용한 여러 가지 재료 시험법을 이해하고 설명할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
철강 재료	철강의 분류법과 용도, 용도별 재료의 특성과 제조 방법, 탄소강에 함유된 5대 원소의 영향, 순철과 탄소강의 철-탄소 평형 상태도, 합금강의 종류와 용도 및 처리 방법, 철-탄소 상태도에서 주철과 주강의 구분, 주철과 주강의 종류와 용도 및 처리 방법에 대하여 아주 정확하게 이해하고, 구체적으로 설명할 수 있다.	철강의 분류법과 용도, 용도별 재료의 특성과 제조 방법, 탄소강에 함유된 5대 원소의 영향, 순철과 탄소강의 철-탄소 평형 상태도, 합금강의 종류와 용도 및 처리 방법, 철-탄소 상태도에서 주철과 주강의 구분, 주철과 주강의 종류와 용도 및 처리방법에 대하여 정확하게 이해하고 설명할 수 있다.	철강의 분류법과 용도, 용도별 재료의 특성과 제조 방법, 탄소강에 함유된 5대 원소의 영향, 순철과 탄소강의 철-탄소 평형 상태도, 합금강의 종류와 용도 및 처리 방법, 철-탄소 상태도에서 주철과 주강의 구분, 주철과 주강의 종류와 용도 및 처리방법에 대하여 이해하고 설명할 수 있다.
비철 금속 재료	알루미늄의 기본적인 성질(물리적·기계적·화학적), 주물용 알루미늄 합금과 가공용 알루미늄 합금의 특징 및 적용 분야, 구리의 물리적, 기계적, 화학적 성질, 구리 합금의 종류와 특징, 경금속의 종류와 성질 및 활용 가치, 초내열 합금을 포함한 고용점 합금의 종류와 특성을 아주 정확하게 이해하고, 구체적으로 설명할 수 있다.	알루미늄의 기본적인 성질(물리적·기계적·화학적), 주물용 알루미늄 합금과 가공용 알루미늄 합금의 특징 및 적용 분야, 구리의 물리적, 기계적, 화학적 성질, 구리 합금의 종류와 특징, 경금속의 종류와 성질 및 활용 가치, 초내열 합금을 포함한 고용점 합금의 종류와 특성을 정확하게 이해하고 구체적으로 설명할 수 있다.	알루미늄의 기본적인 성질(물리적·기계적·화학적), 주물용 알루미늄 합금과 가공용 알루미늄 합금의 특징 및 적용 분야, 구리의 물리적, 기계적, 화학적 성질, 구리 합금의 종류와 특징, 경금속의 종류와 성질 및 활용 가치, 초내열 합금을 포함한 고용점 합금의 종류와 특성을 이해하고 설명할 수 있다.
기능성 금속 재료	금속 기지 복합 재료, 형상 기억 합금의 원리 및 응용 분야, 형상 기억 합금의 기능, 제진 재료, 비정질 합금, 초전도 재료, 자성 재료, 생체 재료, 그 밖의 기능성 금속 재료들의 종류와 성질을 파악하고 제조 방법, 용도, 실용 사례 등을 아주 정확하게 이해하고, 구체적으로 설명할 수 있다.	금속 기지 복합 재료, 형상 기억 합금의 원리 및 응용 분야, 형상 기억 합금의 기능, 제진 재료, 비정질 합금, 초전도 재료, 자성 재료, 생체 재료, 그 밖의 기능성 금속 재료들의 종류와 성질을 파악하고 제조 방법, 용도, 실용 사례 등을 정확하게 이해하고 구체적으로 설명할 수 있다.	금속 기지 복합 재료, 형상 기억 합금의 원리 및 응용 분야, 형상 기억 합금의 기능, 제진 재료, 비정질 합금, 초전도 재료, 자성 재료, 생체 재료, 그 밖의 기능성 금속 재료들의 종류와 성질을 파악하고 제조 방법, 용도, 실용 사례 등을 이해하고 설명할 수 있다.
기타 공업 재료	세라믹 재료의 정의와 분류, 특성과 응용, 파인 세라믹 재료의 기능과 특성, 고분자 재료의 정의와 분류, 기본적인 특성과 응용, 비금속 기지 복합 재료의 정의와 분류, 특성과 응용 분야, 세라믹 복합 재료의 특성과 응용 분야를 아주 정확하게 이해하고 설명할 수 있다.	세라믹 재료의 정의와 분류, 특성과 응용, 파인 세라믹 재료의 기능과 특성, 고분자 재료의 정의와 분류, 기본적인 특성과 응용, 비금속 기지 복합 재료의 정의와 분류, 특성과 응용 분야, 세라믹 복합 재료의 특성과 응용 분야를 정확하게 이해하고 설명할 수 있다.	세라믹 재료의 정의와 분류, 특성과 응용, 파인 세라믹 재료의 기능과 특성, 고분자 재료의 정의와 분류, 기본적인 특성과 응용, 비금속 기지 복합 재료의 정의와 분류, 특성과 응용 분야, 세라믹 복합 재료의 특성과 응용 분야를 이해하고 설명할 수 있다.

[기초 과목]

5. 산업 설비

1. 성격 및 목표

가. 성격

금속이나 비금속 재료를 소성 가공과 절단, 나사 절삭 및 용접을 하여 구조물을 제작, 설치 및 보수하거나, 압력 용기 등의 제작과 기계 설비 시스템을 구성하고 설치, 보수하는 용접·배관에 대한 기초 지식과 기술을 익히도록 구성된 이론·실습 통합 과목이다.]

나. 목표

산업 설비 관련 산업 현장에서 직무를 수행하는 데 필요한 용접·배관 산업 설비 제작에 대한 기초 지식, 기술, 태도 등의 내용을 습득하여 산업 설비 관련 산업 현장에서 설계, 시공, 시험 및 검사 실무에 활용할 수 있도록 한다.

- 1) ‘공작 기계’, ‘공기 조화 설비’ 교과와 연계학습하여 용접, 배관에 관한 기초 이론과 기술을 습득하고 산업체 관련 실무에 응용할 수 있다.
- 2) 각종 산업 설비와 기기에 대한 도면을 이해하여 이들을 생산, 관리, 보수하는 등의 일을 할 수 있다.
- 3) 각종 기계와 기구를 사용하여 산업 설비를 설계, 시공, 시험, 검사하는 등의 일을 할 수 있다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘산업 설비’ 과목은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키고, 관련 산업 현장에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역	내용 요소
산업 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 산업 설비의 개요 • 산업 설비 설계 및 시공 • 산업 설비의 시험과 검사
피복 아크 용접	<ul style="list-style-type: none"> • 피복 아크 용접기 설치·점검 및 아크 발생시키기 • 아래보기 피복 아크 용접하기 • 수직 피복 아크 용접하기 • 수평 피복 아크 용접하기 • 필릿 용접하기
가스 용접과 절단	<ul style="list-style-type: none"> • 가스 용접 장치 설치 및 운용하기 • 비드 만들기(아래보기·수평·수직 자세) • 맞대기 용접하기(아래보기·수평·수직 자세) • 가스 절단하기
가스 텅스텐 아크 용접	<ul style="list-style-type: none"> • 아래보기 가스 텅스텐 아크 용접하기 • 수직 가스 텅스텐 아크 용접하기 • 수평 가스 텅스텐 아크 용접하기 • 필릿 가스 텅스텐 아크 용접하기
이산화탄소 용접	<ul style="list-style-type: none"> • 아래보기 이산화탄소 용접하기 • 수직 이산화탄소 용접하기 • 수평 이산화탄소 용접하기 • 필릿 이산화탄소 용접하기
관금	<ul style="list-style-type: none"> • 관금의 개요 • 원통 관 만들기 • 사각 환기통 만들기 • 편심 감쇠기 만들기
배관	<ul style="list-style-type: none"> • 배관의 개요 • 강관 이음 하기 • 구리 관 이음 하기 • PVC 관 이음 하기 • 기타 관 이음 하기

나. 영역별 성취기준

1) 산업 설비

가) 산업 설비의 개요

- 산업 설비의 개념과 산업 설비 설계에 대한 기초 지식을 알 수 있다. 산업체 현장 견학을 실시하여 사례를 조사하고, 보고서, 발표 및 토론을 통하여 이해도를 높인다.

나) 산업 설비 설계 및 시공

- 산업 설비 시공의 개념과 방법 등 기초 지식을 알 수 있다.

다) 산업 설비의 시험과 검사

- 산업 설비의 시험과 검사 및 정비의 종류, 구조, 사용 방법을 알고, 실제 산업 설비와 부품에 대한 시험과 검사를 할 수 있다.

2) 피복 아크 용접

가) 피복 아크 용접기 설치·점검 및 아크 발생시키기

- 피복 아크 용접의 원리를 알 수 있다.
- 용접의 원리 및 특징에 대하여 설명할 수 있다.
- 용접의 종류를 알고 설명할 수 있다.
- 용접 자세의 종류에 대하여 알 수 있다.
- 피복 아크 용접기를 설치, 점검하고 아크를 발생시킬 수 있다

나) 아래보기 피복 아크 용접하기

- 피복 아크 용접의 원리 및 특징을 설명할 수 있다.
- 아크 발생의 원리를 알 수 있다.
- 피복 아크 용접기의 구조를 설명할 수 있다.
- 아래보기자세로 피복 아크 용접을 할 수 있다.

다) 수직 피복 아크 용접하기

- 피복 아크 용접법의 분류 및 역할을 설명할 수 있다.
- 각 자세에 맞는 운봉법으로 용접할 수 있다.
- 수직 자세의 범위를 설명할 수 있다.
- 수직 자세로 피복 아크 용접을 할 수 있다

라) 수평 피복 아크 용접하기

- 피복 아크 용접용 기구를 용도에 맞게 사용할 수 있다.
- 피복 아크 용접에 영향을 주는 요소를 설명할 수 있다.
- 수평 자세로 피복 아크 용접을 할 수 있다.

마) 필릿 용접하기

- 필릿 피복 아크 용접으로 이음을 할 수 있다.

3) 가스 용접과 절단

가) 가스 용접 장치 설치 및 운용하기

- 가스 용접 방법에 대하여 설명할 수 있다.
- 가스의 종류에 대하여 설명할 수 있다.
- 가스 용접 장치에 대하여 설명할 수 있다.

나) 비드 만들기 (아래보기·수평·수직 자세)

- 가스 용접기의 혼합 가스비를 조절하여 중성 불꽃을 만들 수 있다.
- 가스 용접기의 중성 불꽃을 이용하여 용접 비드를 만들 수 있다.
- 가스 용접의 용접봉과 용제의 기능을 설명할 수 있다.

다) 맞대기 용접하기 (아래보기·수평·수직자세)

- 줄과 그래인더를 이용하여 용접 시험편을 만들 수 있다.
- 가용접 및 역변형을 주어 용접 변형을 방지할 수 있다.
- 운봉 각도 및 키홀을 일정하게 유지할 수 있다.

라) 가스 절단하기

- 수동 가스 절단 장치를 이용하여 직선을 절단할 수 있다.
- 가스 절단 장치를 사용하여 용접 시편의 용접 면을 가공할 수 있다.
- 가스 절단 장치의 원리를 알고 예열 불꽃을 조절할 수 있다.

4) 가스 텅스텐 아크 용접

가) 아래보기 가스 텅스텐 아크 용접하기

- 가스 텅스텐 아크 용접의 원리를 알고 설명할 수 있다.
- 가스 텅스텐 아크 용접 장치 및 기능을 설명할 수 있다.
- 가스 텅스텐 아크 용접 장치를 이용하여 아래보기 자세로 용접을 할 수 있다.

나) 수직 가스 텅스텐 아크 용접하기

- 가스 텅스텐 아크 용접 장치를 이용하여 수직 자세로 용접을 할 수 있다.

다) 수평 가스 텅스텐 아크 용접하기

- 가스 텅스텐 아크 용접 장치를 이용하여 수평 자세로 용접을 할 수 있다.

라) 필릿 가스 텅스텐 아크 용접하기

- 가스 텅스텐 아크 용접 장치를 이용하여 필릿 용접을 할 수 있다.

5) 이산화탄소 용접

가) 아래보기 이산화탄소 용접하기

- 이산화탄소 용접의 원리를 알고 설명할 수 있다.
- 이산화탄소 용접 장치 및 기능을 설명할 수 있다.
- 이산화탄소 용접 장치를 이용하여 아래보기 자세로 용접을 할 수 있다.

나) 수직 이산화탄소 용접하기

- 이산화탄소 용접 장치를 이용하여 수직 자세로 용접을 할 수 있다.

다) 수평 이산화탄소 용접하기

- 이산화탄소 용접 장치를 이용하여 수평 자세로 용접을 할 수 있다.

라) 필릿 이산화탄소 용접하기

- 이산화탄소 용접 장치를 이용하여 필릿 용접을 할 수 있다.

6) 판금

가) 판금의 개요

- 판금 공작에 대하여 무엇인지 설명할 수 있다.
- 판금 가공의 원리를 이해하고 설명할 수 있다.
- 판금용 재료의 종류별 특징을 이해하고 설명할 수 있다.

나) 원통 판 만들기

- 판금 전개도의 종류를 설명할 수 있다.
- 평행선 전개법의 원리와 특징을 이해하고, 원통의 전개도를 그릴 수 있다.
- 연강판을 가공하여 원통 판을 만들 수 있다.

다) 사각 환기통 만들기

- 판금 가공용 공구의 종류와 사용법에 대하여 설명할 수 있다.
- 판금 가공용 기계의 종류와 특징에 대하여 설명할 수 있다.
- 연강판을 이용하여 사각 환기통을 제작할 수 있다.

라) 편심 감쇠기 만들기

- 판금 가공법의 종류와 특징에 대하여 설명할 수 있다.
- 각종 판금 가공법을 적용하여 편심 감쇠기를 제작할 수 있다.

7) 배관

가) 배관의 개요

- 배관 설비의 종류와 활용되는 분야를 설명할 수 있다.
- 배관도의 종류와 관의 도시 방법을 설명할 수 있다.

나) 강관 이음 하기

- 관의 특징과 용도를 알고 설명할 수 있다.
- 강관 이음 공구의 종류와 용도를 설명할 수 있다.
- 나사 이음으로 강관을 접합할 수 있다.

다) 구리 관 이음 하기

- 구리 관의 종류와 특징을 알고 설명할 수 있다.
- 구리 관 이음 공구의 종류와 용도를 설명할 수 있다.
- 정납땜으로 구리 관을 이음할 수 있다.

라) PVC 관 이음하기

- PVC 관의 특징과 용도를 알고 설명할 수 있다.
- PVC 관 이음 공구의 종류와 용도를 설명할 수 있다.
- PVC 관의 냉간·열간 이음을 할 수 있다.
- PVC 관의 용접 이음을 할 수 있다.

마) 기타 관 이음 하기

- 폴리에틸렌 관과 PE-X 관의 특징과 용도를 알고 설명할 수 있다.
- 폴리에틸렌 관과 PE-X 관 이음 공구의 종류와 용도를 설명할 수 있다.
- 폴리에틸렌 관의 용착 이음을 할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 학생의 학업 성취 수준이나 지역 사회의 실태, 학과의 특성에 따라 내용을 재구성하여 지도한다.
- 나. ‘공작 기계’, ‘공기 조화 설비’ 과목과 연계하여 지도하되, 선행 과목을 보충·심화 학습 자료로 활용하여 지도하면 목표를 달성하는 데 효과적이다.
- 다. 이론·실습 통합 과목의 특성에 따라 모든 영역에서 실험·실습 등의 실무 능력과 연계된 학습을 위해 설비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다.
- 라. ‘산업 설비 설계 및 시공’ 영역에서는 개념과 원리 중심의 단순 이해보다는 종합적이고 실용적인 활용 능력을 습득할 수 있도록 지도한다. 이때 산업체 조사 및 견학, 전문가 활용, 교육 자료의 개발 및 활용 등으로 활동적인 학습 지도가 이루어지도록 한다.
- 마. ‘파복 아크 용접’, ‘가스 용접과 절단’, ‘가스 텅스텐 아크 용접’, ‘이산화탄소 용접’ 영역에서는 작업장의 안전사고 및 대처 요령을 지도하여야 하며, 보호 장비의 착용을 확인하고, 환기가 정상적으로 이루어지는 상태에서 작업할 수 있도록 지도한다.
- 바. 산업체의 현장성이나 설비의 특징에 맞는 것으로 제시하며, 스스로 새로운 과제를 설계하고 구성하는 창의성 신장 학습, 목표에 도달하기 위한 체계적인 모듈 학습, 프로젝트를 통한 문제 해결력과 응용력을 향상하는 데 역점을 두어 지도한다.
- 사. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 아. 산업 설비 직무와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 이론 평가는 지필평가로 하되 실습 제품은 실기 평가 기준에 따라 평가한다. 영역별로 학습한 전체 범위에서 골고루 평가가 이루어지도록 한다.
- 2) 학습 내용에 대한 단순 이해력의 평가 방식에서 벗어나 수시로 학습자의 탐구 활동, 조사 활동, 보고서, 발표 및 토론 활동 등을 일정한 성취기준을 정하여 평가하도록 한다.

- 3) 실기 평가에서 최종 산출된 제품뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가에서로는 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고 완성된 과제물은 실기 평가 기준(치수 정밀도, 용접결함의 정도, 공구 및 장비의 활용 능력, 기계 가공 능력, 문제 해결력, 숙련도 등)에 따라 항목별로 평가하도록 한다.
- 4) 실습 후 제작된 제품은 학생들이 자신의 진도에 따른 성취도를 정확하게 알도록 학생 본인 평가, 학생들 간의 교차 평가, 지도 교사의 평가 결과 공개 등의 방법으로 평가한다.
- 5) 실습 장비는 사용 방법에 따라 많은 위험 요소가 있으므로 장비의 올바른 사용과 긴장된 실습 태도가 매우 중요하다. 따라서 안전 수칙을 잘 숙지하고 실습에 임하도록 하여 인적·물적 안전사고를 예방할 수 있도록 실습 장비의 올바른 사용, 올바른 작업 자세 등도 수행 평가로 평가 기준을 정하여 평가하도록 한다.
- 6) ‘산업 설비 설계 및 시공’ 영역에서는 산업 설비의 설계 및 시공의 개념을 알고 있는지를 평가하고, 산업 설비의 시험과 검사 및 정비의 종류, 구조, 사용 방법을 알고 있는지를 평가한다.
- 7) ‘피복 아크 용접’ 영역에서는 전기 용접의 종류와 아크 용접의 원리를 알고 바른 자세로 비드를 균일하게 내면서 맞대기 아크 용접을 할 수 있는지를 평가한다.
- 8) ‘가스 용접과 절단’ 영역에서는 가스 용접 방법을 알고 아래보기 자세를 익혀 균일하게 비드를 내면서 맞대기 이음을 할 수 있는지를 평가한다. 재료에 따라 팁의 지름, 산소 압력, 절단 속도를 선정하고, 불꽃을 조절하여 수동 절단 토치로 직선과 곡선 및 원을 절단할 수 있는지를 평가한다.
- 9) ‘가스 텅스텐 아크 용접’ 영역에서는 가스 텅스텐 아크 용접의 원리와 장치를 이해하고 바른 자세로 맞대기 이음을 할 수 있는지를 평가한다.
- 10) ‘이산화탄소 용접’ 영역에서는 이산화탄소 용접의 원리와 장치를 이해하고 바른 자세를 취하여 맞대기 이음을 할 수 있는지를 평가한다.
- 11) ‘판금’ 영역에서는 판금 가공 원리의 성질 및 특징, 판금 재료의 용도 및 전개도를 이해하고 판금 작업을 할 수 있는지를 평가한다.
- 12) ‘배관’ 영역에서는 각종 관의 성질 및 특징, 배관 재료의 용도를 이해하고 배관 작업을 할 수 있는지를 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
산업 설비	산업 설비의 개념, 설계 및 시공의 개념, 산업 설비의 시험과 검사의 의미의 구분, 산업 설비의 파괴 시험 방법과 비파괴 시험 방법에 대하여 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명할 수 있다.	산업 설비의 개념, 설계 및 시공의 개념, 산업 설비의 시험과 검사의 의미의 구분, 산업 설비의 파괴 시험 방법과 비파괴 시험 방법에 대하여 구체적으로 다른 사람에게 설명할 수 있다.	산업 설비의 개념, 설계 및 시공의 개념, 산업 설비의 시험과 검사의 의미의 구분, 산업 설비의 파괴 시험 방법과 비파괴 시험 방법에 대하여 설명할 수 있다.
피복 아크 용접	피복 아크 용접의 원리 및 특징, 피복 아크 용접봉의 분류 및 피복체의 역할, 피복 아크 용접용 기구의 적절한 사용에 대하여 아주 구체적으로 설명할 수 있으며 아래보기 자세, 수직 자세, 수평 자세, 위보기 자세로 피복 아크 용접을 아주 정확하게 실시할 수 있다.	피복 아크 용접의 원리 및 특징, 피복 아크 용접봉의 분류 및 피복체의 역할, 피복 아크 용접용 기구의 적절한 사용에 대하여 구체적으로 설명할 수 있으며 아래보기 자세, 수직 자세, 수평 자세, 위보기 자세로 피복 아크 용접을 정확하게 실시할 수 있다.	피복 아크 용접의 원리 및 특징, 피복 아크 용접봉의 분류 및 피복체의 역할, 피복 아크 용접용 기구의 적절한 사용에 대하여 설명할 수 있으며 아래보기 자세, 수직 자세, 수평 자세, 위보기 자세로 피복 아크 용접을 실시할 수 있다.
가스 용접과 절단	가스 용접 방법 및 장치, 가스 절단 장치의 원리에 대하여 아주 구체적으로 설명할 수 있으며 아래보기, 수직, 수평 비드 및 V형 맞대기 용접 작업, 수동 가스 절단 장치를 이용한 직선 및 원 절단, 가스 절단 장치를 이용한 용접 시편의 용접면 가공을 아주 정확하게 할 수 있다.	가스 용접 및 장치, 가스 절단 장치의 원리에 대하여 구체적으로 설명할 수 있으며 아래보기, 수직, 수평 비드 및 V형 맞대기 용접 작업, 수동 가스 절단 장치를 이용한 직선 및 원 절단, 가스 절단 장치를 이용한 용접 시편의 용접면 가공을 정확하게 할 수 있다.	가스 용접 방법 및 장치, 가스 절단 장치의 원리에 대하여 설명할 수 있으며 아래보기, 수직, 수평 비드 및 V형 맞대기 용접 작업, 수동 가스 절단 장치를 이용한 직선 및 원 절단, 가스 절단 장치를 이용한 용접 시편의 용접면 가공을 할 수 있다.
가스 텅스텐 아크 용접	가스 텅스텐 아크 용접의 원리, 장치 및 구성을 아주 구체적으로 설명할 수 있으며, 가스 텅스텐 아크 용접장치를 이용한 아래보기, 수직, 수평, 필릿 용접 작업을 아주 능숙하게 수행할 수 있다.	가스 텅스텐 아크 용접의 원리, 장치 및 구성을 구체적으로 설명할 수 있으며, 가스 텅스텐 아크 용접장치를 이용한 아래보기, 수직, 수평, 필릿 용접 작업을 능숙하게 수행할 수 있다.	가스 텅스텐 아크 용접의 원리, 장치 및 구성을 설명할 수 있으며, 가스 텅스텐 아크 용접장치를 이용한 아래보기, 수직, 수평, 필릿 용접 작업을 수행할 수 있다.
이산화탄소 용접	이산화탄소 용접의 원리, 장치 및 구성을 아주 구체적으로 설명할 수 있으며, 이산화탄소 용접 장치를 이용한 아래보기, 수직, 수평, 필릿 용접 작업을 아주 능숙하게 수행할 수 있다.	이산화탄소 용접의 원리, 장치 및 구성을 구체적으로 설명할 수 있으며, 이산화탄소 용접 장치를 이용한 아래보기, 수직, 수평, 필릿 용접 작업을 능숙하게 수행할 수 있다.	이산화탄소 용접의 원리, 장치 및 구성을 설명할 수 있으며, 이산화탄소 용접 장치를 이용한 아래보기, 수직, 수평, 필릿 용접 작업을 수행할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
판금	판금 공작의 개요, 판금 가공의 원리, 판금용 재료의 종류별 특징, 판금 전개도의 종류, 판금 가공용 공구의 종류와 사용법, 판금 가공용 기계의 종류와 특징, 판금 가공법의 종류와 특징에 대하여 새로운 예를 들어 설명할 수 있으며, 평행선법을 이용하여 원통의 전개도와 각종 판금 가공법을 적용하여 편심 줄이개를 아주 정확하게 제작할 수 있다.	판금 공작의 개요, 판금 가공의 원리, 판금용 재료의 종류별 특징, 판금 전개도의 종류, 판금 가공용 공구의 종류와 사용법, 판금 가공용 기계의 종류와 특징, 판금 가공법의 종류와 특징에 대하여 구체적으로 설명할 수 있으며, 평행선법을 이용하여 원통의 전개도와 각종 판금 가공법을 적용하여 편심 줄이개를 정확하게 작할 수 있다.	판금 공작의 개요, 판금 가공의 원리, 판금용 재료의 종류별 특징, 판금 전개도의 종류, 판금 가공용 공구의 종류와 사용법, 판금 가공용 기계의 종류와 특징, 판금 가공법의 종류와 특징에 대하여 설명할 수 있으며, 평행선법을 이용하여 원통의 전개도와 각종 판금 가공법을 적용하여 편심 줄이개를 제작할 수 있다.
배관	배관의 개념, 배관 설비의 종류와 특징, 배관도의 종류와 관의 도시 방법을 파악하고 강관, 구리제관, PVC 관 등의 각종 관의 특징 및 배관의 용도에 대하여 아주 구체적으로 이해하며 강관, 구리관, PVC 관 등의 각종 관을 이용하여 배관작업을 아주 정확하게 수행할 수 있다.	배관의 개념, 배관 설비의 종류와 특징, 배관도의 종류와 관의 도시 방법을 파악하고 강관, 구리제관, PVC 관 등의 각종 관의 특징 및 배관의 용도에 대하여 구체적으로 이해하며 강관, 구리관, PVC 관 등의 각종 관을 이용하여 배관작업을 정확하게 수행할 수 있다.	배관의 개념, 배관 설비의 종류와 특징, 배관도의 종류와 관의 도시 방법을 파악하고 강관, 구리제관, PVC 관 등의 각종 관의 특징 및 배관의 용도에 대하여 이해하며 강관, 구리관, PVC 관 등의 각종 관을 이용하여 배관작업을 수행할 수 있다.

1. 주조

1. 성격 및 목표

가. 성격

주조는 용융 금속을 주형에 주입하여 제품을 만드는 작업으로, 합리적인 주형 및 공정 설계와 운영을 통하여 용도에 맞는 최적의 주조품을 생산하는 일이다.

주조는 조선, 자동차, 기계, 건설, 화학, 해양 등의 관련 산업에서 연관된 설비 또는 제품을 제작, 제조, 공급하는 산업으로서 관련 산업의 발전에 기여하고 있다. 이와 같은 각종 산업의 구조물 또는 제품 제작의 주 재료 공급원으로 사용되고 있으며, 앞으로 뿌리 산업의 육성과 발전을 위한 제반 환경을 조성하고 전문화된 숙련 기능 인력을 적극적으로 양성해야 한다.

주로 대형 기계의 몸체, 강관, 보일러, 자동차 부속품 등의 제품을 생산하는 업체, 제조 산업의 조립 및 부속 구조물제작, 플랜트 건설 등에서 기본 구조물의 제작 기능을 필요로 하는데, 주조 분야는 향후 고도의 생산성 향상과 더불어 노동력 절감을 위한 3D 프린트 기술개발과 시설의 자동화, 고속 대량생산화 및 제품의 다양화·고급화가 이루어질 것으로 보여나 뿌리산업의 축으로 전문인력이 많이 부족할 전망이다. 따라서 숙련기능을 지닌 주조 전문 인력에 대한 수요는 꾸준할 전망이다.

나. 목표

- 1) 주조가공 분야의 효율적인 생산준비, 일정 및 공정 등 생산계획을 수립하고 진행하며 제품을 생산하기 위한 최적의 생산방법과 검사규격을 고려한 주조방안을 설정하고, 도면에 따라 원형을 설계하고 제작할, 원형과 주형재료를 이용하여 주형을 제작할 수 있으며, 용해 설비를 선정하고, 규격에 맞도록 장입물 성분을 계산하여 재료를 장입, 용해한 후 성분과 온도를 조정, 확인하고 안전하게 출탕하여 주입할 수 있다.

- 2) 용탕 주입 후 정해진 해체 시간에 따라 주형을 해체하여 주조품을 분리하고 탈사, 연마, 보수, 방청 등의 후처리를 할 수 있다.
- 3) 주조품 제조를 위한 수입 검사, 공정 검사, 제품 검사를 실시하고, 그 내용을 성적서로 작성하여 제품의 품질을 관리할 수 있으며, 주조품의 결함을 파악하고, 결함의 원인을 해결하기 위한 대책을 수립할 수 있다.
- 4) 주조품 생산에 사용되는 주요 설비의 작동 원리를 이해하고 유지 및 보수를 수행할 수 있고, 생산 공정에서 발생하는 환경 오염과 작업장에서 작업자의 안전과 보건에 영향을 주는 요인을 찾아 관련법에 따라 관리할 수 있는 실무 교과이다.
- 5) 일련의 작업을 통하여 대형 주조품, 기계 구조물의 몸체, 강관, 각종 철구조물 및 저장 압축력에 견디는 구조물 등을 제작하는 복합적인 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘주조’ 과목은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키고, 산업 현장의 주조 분야에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
주조 생산계획 수립 (1601030102_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 생산 준비 사항 파악하기 • 공정별 작업 지시하기 • 생산 공정 관리하기
주조 공정 설계 (1601030103_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 주조방안 설계하기 • 검사 기준서 작성하기
원형 제작 (1601030104_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 원형의 종류 선정하기 • 원형 설계하기 • 원형 제작하기
조형 작업 (1601030105_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 조형 방법 결정하기 • 주형 재료 준비하기 • 조형하기
용해 작업 (1601030106_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 용해 설비 결정하기 • 용해하기 • 출탕하기 • 용해로 관리하기 • 용탕 주입하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
주조품 후처리 (1601030107_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 주형 해체하기 • 주조품 탈사하기 • 주조품 연마하기 • 주조품 보수하기 • 주조품 표면 처리하기
주조 품질 관리 (1601030108_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 원·부자재 입고 검사하기 • 공정검사하기 • 제품검사하기 • 시험·검사결과 관리하기
주조 결함 발생 방지 대책 수립 (1601030109_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 결함의 종류 분류하기 • 결함 발생 원인 분석하기 • 재발 방지 대책 수립하기
주조 설비 관리 (1601030110_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 일상점검하기 • 정기·예방 점검하기 • 용해설비 유지·보수하기 • 주물사·처리설비 유지·보수하기 • 후처리설비 유지·보수하기 • 환경설비 유지·보수하기
특수 주조 (1601030111_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 설비상태 확인하기 • 작업조건 관리하기 • 주조작업하기 • 부적합품 조치하기 • 설비 관리하기
주조 환경 안전 보건 관리 (1601030112_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 환경관련법 파악하기 • 환경설비 관리하기 • 산업안전보건 업무 파악하기 • 산업안전, 보건관리 계획하기 • 위험요인 점검 감독하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 주조 생산계획 수립

가) 생산 준비 사항 파악하기

- 원형, 재료, 장비, 인원, 작업 방법을 활용한 최적의 생산 준비 사항을 확인할 수 있다.
- 안정된 생산라인을 구축하기 위하여 기능별 작업자 및 장비를 선정할 수 있다.
- 현재 주문량, 소요 일정, 생산 효율을 고려한 생산 완료일을 예측하여 납기를 준수할 수 있는 작업 착수일을 판단할 수 있다.

나) 공정별 작업 지시하기

- 작업 지시서에 따라 중요 품질사항을 포함한 작업을 지시할 수 있다.
- 선행 생산에서 발생한 문제점을 분석하여 개선 사항을 지시할 수 있다.
- 제조 공정도, 검사 기준서를 배포하고, 작업방법에 대한 현장 교육을 실시할 수 있다.

다) 생산 공정 관리하기

- 생산계획서에 따라 고객이 요구하는 품질의 제품을 생산하도록 생산공정을 관리할 수 있다.
- 적정재고량을 고려하여 생산공정을 관리할 수 있다.
- 최적의 장비, 인원, 재료, 방법을 이용하여 품질, 가격, 납기를 만족하기 위한 생산공정을 관리하고, 공정이상 발생 시 고객과 협의 및 수정, 보완 할 수 있다.

2) 주조 공정 설계

가) 주조방안 설계하기

- 탕구방안을 설정할 수 있다.
- 압탕 방안을 설정할 수 있다.
- 도면해독을 통하여 주조품의 중량을 계산할 수 있다
- 응고해석 및 유동해석을 할 수 있다.

나) 검사 기준서 작성하기

- 고객의 요구 사항에 따라 검사 기준서를 작성할 수 있다.
- 외관 및 치수 검사 기준을 작성할 수 있다.
- 화학 및 물리적 검사 기준을 작성할 수 있다.
- 조직 및 비파괴 검사 기준을 작성할 수 있다.

3) 원형 제작

가) 원형의 종류 선정하기

- 작업량을 검토하여 원형의 소요량을 산출할 수 있다.
- 원형의 종류별 제작비용을 검토하여 원가절감방안을 제시할 수 있다.
- 생산방법에 따른 원형의 종류 및 재질을 선정할 수 있다.

나) 원형 설계하기

- 주어진 도면을 검토하여 생산 방법에 적합한 원형의 제작 방법을 결정할 수 있다.
- 도면 등 주어진 자료를 검토하여 재질에 따른 수축률, 가공여유, 빼기구배, 분할면, 중차 처리 등을 결정할 수 있다.

- 3D모델링, 3D프린팅을 활용할 수 있다.
- 주조방안을 검토하여 원형을 설계할 수 있다.

다) 원형 제작하기

- 원형 제작에 필요한 장비 및 공구를 준비할 수 있다.
- 원형설계에 따라 현도를 제작할 수 있다.
- 현도에 따라 원형을 제작하거나 수리할 수 있다.
- 원형을 검사하고 보관·관리할 수 있다.

4) 조형 작업

가) 조형 방법 결정하기

- 제품의 크기, 형상, 수량을 고려하여, 생산성이 최대가 되도록 조형설비 및 방법을 선정할 수 있다.
- 주조방안을 고려하여 최적의 주형 두께와 주형 강도가 유지될 수 있도록 주형상자(flask)를 제작할 수 있다.
- 주조품 제조에 알맞은 주형상자 체결 방법 및 중추(weight)를 선정할 수 있다.

나) 주형 재료 준비하기

- 조형방법에 따른 주형재료를 선정하고 주물사 관리 기준에 적합한 배합기준을 설정할 수 있다.
- 주물사 작업 표준서 및 설비 점검 절차서에 따라 배합기준이 유지되도록 주물사 처리 설비와 혼련기 상태를 점검할 수 있다.
- 주물사를 관리 규정에 따라 요구조건이 충족되도록 배합할 수 있다.
- 주물사를 회사의 관리 규정에 따라 검사하고 규격에 맞도록 관리할 수 있다.

다) 조형하기

- 제품의 형상에 따른 주형 강도와 가스빼기 등을 고려하여 주형 강도가 유지되도록 주형 치구를 제작할 수 있다.
- 제품dml 표면상태와 후처리 작업을 고려한 도형제를 선정하여 사용할 수 있다.
- 중자의 형상 및 무게를 고려하여 용탕 주입 시 중자가 움직이지 않도록 코어 프린트의 형상과 크기를 결정할 수 있다.
- 용탕의 부력을 계산하여 주입 시 주형이 떠오르지 않도록 중추의 형상 및 무게를 결정 조절할 수 있다.
- 주조 방안에 따라 중자를 삽입하고 용탕이 안정되게 주입될 수 있도록 합형하여 주형을 제작할 수 있다.

5) 용해 작업

가) 용해 설비 결정하기

- 고객이 요구하는 조건의 재질을 최적으로 용해할 수 있는 용해 설비를 선정할 수 있다.
- 화학 성분표와 분석 장치를 활용하여 목표치로 화학성분을 조절할 수 있다.
- 용해설비 매뉴얼에 따라 요구하는 특이사항에 맞도록 용해 작업 방법을 결정할 수 있다.
- 용해로 상태를 점검할 수 있다.

나) 용해하기

- 장입재의 성분을 파악하고 목표성분을 만족할 수 있도록 장입재의 배합비를 계산할 수 있다.
- 작업 표준서에 따라 계산된 장입 재료를 용해할 수 있다.
- 용해 설비 안전수칙에 따라 용해 설비를 운전할 수 있다.
- 작업 표준서에 따라 지시된 용탕온도 측정기를 활용하여 용탕온도를 측정, 유지할 수 있다.
- 작업 표준서에 따라 출탕 전 슬래그를 제거하여 용탕을 깨끗이 할 수 있다.

다) 출탕하기

- 화학분석장치를 사용하여 용탕의 성분을 분석하고 목표값에 적합한지 확인할 수 있다.
- 용탕의 재질을 개선하는 처리방법 및 시기를 결정할 수 있다.
- 용탕 온도계를 사용하여 용탕 온도를 목표 온도로 맞추고, 안전하게 출탕할 수 있다.

라) 용해로 관리하기

- 용해로의 내화물 상태를 점검할 수 있다.
- 용해설비 점검표에 따라 용해설비를 일상점검하고 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 응급안전 수칙을 숙지하고, 작업 중 비상상황이 발생할 경우 응급조치를 취할 수 있다.
- 용해로의 냉각시스템을 관리할 수 있다.

마) 용탕 주입하기

- 용탕을 깨끗하고 안전하게 주탕할 수 있도록 래들(Ladle)을 점검 및 보수하고 예열할 수 있다.
- 출탕량을 고려하여 래들(Ladle)의 크기를 결정할 수 있다.
- 주조품의 형상과 크기에 따라 주입 온도 및 속도, 주입량을 조절할 수 있다.
- 주입 직전에 필요한 용탕처리를 할 수 있다.
- 주입 시 안전수칙을 준수할 수 있다.

6) 주조품 후처리

가) 주형 해체하기

- 제품의 크기나 두께에 따라 주입 후, 열응력 변형과 가공성 등 기계적 성질을 고려하여 해체시간을 설정할 수 있다.
- 주형상자의 상태를 고려하여 제품이 손상되지 않고 후속 작업이 용이하도록 주물사와 주조품을 분리할 수 있다.
- 탕구게, 압탕 분리 시 제품의 손상 및 변형을 방지할 수 있다.
- 주강 및 주철 등 재질에 따른 압탕 및 탕도의 분리 방법을 결정할 수 있다.
- 작업표준서에 따른 재질별 절단 도구를 이용하여 탕도와 압탕을 제품의 손상 없이 분리할 수 있다.

나) 주조품 탈사하기

- 제품의 특성에 따라 탈사기의 종류 및 용량을 결정할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 주조품의 내·외면을 적정한 블러스트 방법으로 탈사하여 이물질 제거 및 표면상태를 개선할 수 있다.
- 재질에 따라 쇼트볼(투사재)을 결정할 수 있다.

다) 주조품 연마하기

- 제품의 수량, 크기 및 형상을 고려하여 연마방법을 결정할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 주입구, 압탕부위 및 분할면의 덧살을 연마, 제거할 수 있다.
- 코어프린트 부위의 덧살 및 불필요한 돌기를 제거하여 주조품 표면을 다듬질할 수 있다.

라) 주조품 보수하기

- 제품규격에 따라 보수가 허용된 결함에 대한 용접 또는 플러그보수 등 보수 방안을 결정할 수 있다.
- 용접보수작업 절차서에 따라 용접 후 응력제거 풀림(Stress relieving 또는 Annealing)을 할 수 있다.
- 재질별 용접봉을 선택할 수 있다.
- 함침처리를 할 수 있다.

마) 주조품 표면 처리하기

- 주조품을 고객의 요구에 따라 열처리를 할 수 있다.
- 주조품의 크기, 형상, 수량 및 고객의 요구조건에 따라 표면처리방법을 결정할 수 있다.
- 녹 발생 방지를 위한 방청 작업을 실시할 수 있다.
- 고객요구조건에 따른 도장을 할 수 있다.

7) 주조 품질 관리

가) 원·부자재 입고 검사하기

- 입고시 검사기준서에 따라 원부재료 등 주요자재의 품질상태를 검사할 수 있다.
- 검사결과를 성적서에 기록하고, 적부여부를 판정할 수 있다.
- 원·부자재 시험성적서를 고객이 요구하는 기간 동안 보관·관리할 수 있다.

나) 공정검사하기

- 공정별로 작업자가 작업표준서에 따라 준수해야할 사항을 이행하고 있는지를 확인할 수 있다.
- 한도견본을 참고하여 육안 검사방법으로 주조품의 외관 상태를 판정할 수 있다.
- 용탕에서 시료를 채취하여 검사기준서에 요구된 화학성분이 유지되고 있는지를 확인하기 위한 화학성분 및 현미경조직 검사를 할 수 있다.
- 주조품의 내부결함 및 제품의 두께를 판정하기 위하여 주기적으로 절단검사를 할 수 있다.

다) 제품검사하기

- 치수측정설비를 활용하여 주조품의 치수를 측정할 수 있다.
- 주조품의 금속조직 판정을 위해 시료를 채취, 시편을 제작하고, 현미경 조직검사를 실시할 수 있다.
- 기계적 성질 시험을 위해 시편을 제작하고, 각종 시험기를 활용하여 기계적 성질을 시험할 수 있다.
- 비파괴검사별 자격 소유자를 활용하여 주조품의 특성에 맞는 비파괴 검사를 실시하고 그 결과를 평가할 수 있다.
- 한도견본에 의한 품질검사를 실시할 수 있다.
- 부적합품을 식별관리 할 수 있다.

라) 시험·검사결과 관리하기

- 고객 또는 공인기관의 입회검사를 수행할 수 있다.
- 검사 항목별 검사 결과에 따라 검사 보고서 및 품질 확인서를 작성할 수 있다.
- 주조품의 모든 검사 요구 사항에 대한 종합 성적서를 만들고 요구사항에 적합한지 확인할 수 있다.
- 주조품의 검사 보고서, 시험 성적서를 고객이 요구하는 기간 동안 보관, 관리할 수 있다.
- 주조품의 추적 관리시스템을 구축 운영 할 수 있다.

8) 주조 결함 발생 방지 대책 수립

가) 결함의 종류 분류하기

- 주조품의 결함종류를 표면, 형상, 재질, 수축, 이물질 혼입, 소착, 크랙 등의 유형별로 분류할 수 있다.
- 주조품의 결함을 해당 공정별/생산로트 별로 분류할 수 있다.
- 결함의 종류를 4M에 따라 분류할 수 있다.

나) 결함 발생 원인 분석하기

- 결함의 명칭, 종류에 따라 발생 원인을 분석할 수 있다.
- 주조품의 결함을 해당 공정별/생산로트별로 원인을 분석할 수 있다.
- 4M에 따른 결함의 원인을 분석할 수 있다.
- 결함원인분석 기법을 활용하여 결함 발생 메커니즘을 해석할 수 있다.

다) 재발 방지 대책 수립하기

- 결함원인을 분석하여 재발을 방지할 수 있도록 대책을 수립, 조치할 수 있다.
- 재발 방지대책을 수립하여 관련 작업표준 및 절차서를 개선할 수 있다.
- 결함원인 및 대책 자료를 수집, 정리하여 작업자에게 지시, 감독, 교육할 수 있다.

9) 주조 설비 관리

가) 일상점검하기

- 기계운전매뉴얼에 따라 각종 설비의 점검표를 작성하여 상시 관리할 수 있다.
- 주유 관리표에 따라 주기적으로 윤활유를 주입할 수 있다.
- 각 공정의 청결상태를 유지, 관리할 수 있다.
- 육안 및 관능검사를 통해 설비상태를 점검할 수 있다.
- 비상시 대책방안을 수립할 수 있다.

나) 정기·예방 점검하기

- 각종 설비의 소모품 주기에 따라 예비품을 확보할 수 있다.
- 회사 설비 절차서에 따라 검사설비의 교정상태를 확인하고 보정할 수 있다.
- 회사 설비 절차서에 따라 주간, 월간, 연간 정비계획을 작성할 수 있다.
- 주요설비를 예방점검하고 보수할 수 있다.

다) 용해설비 유지·보수하기

- 용해설비 점검표에 따라 내화물의 상태를 점검할 수 있다.
- 축로지침서에 따라 용해로 벽을 부분 또는 전체 보수할 수 있다.

- 용해로의 냉각수와 유압유의 누설 여부 및 펌프 작동 상태를 점검할 수 있다.

라) 주물사·처리설비 유지·보수하기

- 설비 점검표에 따라 집진필터, 송풍기 모터 등의 상태를 수시점검, 관리할 수 있다.
- 설비 점검표에 따라 누수 발생, 모래 온도를 확인하여 주물사 냉각기(sand cooler)상태를 점검할 수 있다.
- 주물사 처리 작업 표준서에 따라 주물사의 특성을 분석하고, 샌드 브레이커 및 리클레이머 등의 설비 이상 유무를 확인할 수 있다.
- 혼련기 설비 점검표에 따라 혼련기의 내마모 부품(삽날, 롤러 등)의 마모상태를 점검 할 수 있다.

마) 후처리설비 유지·보수하기

- 설비 점검표에 따라 상태를 수시 점검, 관리할 수 있다.
- 탈사기, 연마기, 트리밍머신 등의 설비 이상 유무를 확인할 수 있다.
- 방청 및 도장 설비, 열처리 설비를 점검 관리할 수 있다.

바) 환경설비 유지·보수하기

- 집진기, 백 필터의 이상 유무를 확인 할 수 있다.
- 환경설비의 소모성 부품에 대한 교체시기를 결정할 수 있다.
- 작업장 환경설비 점검표를 작성하고 비치할 수 있다.

10) 특수 구조

가) 설비상태 확인하기

- 설비의 각종 계측기 확인 요령을 파악하여 설비의 가동 상태를 확인하고, 점검·기록할 수 있다.
- 설비 작동에 필요한 필수사항의 기초지식을 파악하고 점검·기록할 수 있다.
- 부대설비와 보조 장치의 이상 유무를 확인하고 점검·기록할 수 있다.

나) 작업조건 관리하기

- 작업 표준서에 따라 작업조건을 설정할 수 있다.
- 설비매뉴얼에 따라 설비를 최적의 상태로 운전할 수 있다.
- 설비의 이상이 발생되면 응급조치 후 즉시 보고, 조치할 수 있다.

다) 구조작업하기

- 작업표준서를 작성할 수 있다.

- 작업표준서에 따라 주조 작업을 할 수 있다.
- 작업조건 및 공정검사를 통해 주조품의 품질 상태를 확인할 수 있다.
- 작업 조건 및 특이사항을 작업일지에 기록할 수 있다.

라) 부적합품 조치하기

- 한도 견본을 참고하여 주조품의 적합 여부를 판정할 수 있다.
- 부적합 내용의 원인을 파악 할 수 있다.
- 작업 조건의 재설정 또는 금형 교환 등의 조치를 취할 수 있다.
- 부적합품은 식별 표시하여 별도의 장소에 보관하고 작업 일지에 기록, 보고할 수 있다.

마) 설비 관리하기

- 운전 중 설비의 이상 유무를 확인·기록할 수 있다.
- 설비의 전기적·기계적 작동 상태를 확인하고 관리할 수 있다.
- 작업 후 제품의 결함 발생 방지를 위하여 설비를 유지, 관리할 수 있다.

11) 주조 환경 안전 보건 관리

가) 환경관련법 파악하기

- 「대기환경 보전법」을 이해하고 적용할 수 있다.
- 「폐기물 관리법」을 이해하고 적용할 수 있다
- 「악취 방지법」을 이해하고 적용할 수 있다.
- 수질오염 방지법을 이해하고 적용할 수 있다.

나) 환경설비 관리하기

- 공정 중 발생하는 오염물질의 배출시설 사양을 숙지할 수 있다.
- 방지시설의 운영과 관리업무를 수행할 수 있다.
- 관련법규 준수여부를 기록관리 할 수 있다.

다) 산업안전보건 업무 파악하기

- 작업환경 측정 및 건강검진 관련법규를 이해하고 적용할 수 있다.
- 기계 및 시설 의무 점검, 관리 관련 법규를 이해하고 적용할 수 있다.
- 안전·보건 교육의 법적 근거를 이해하고 적용할 수 있다.
- 보호구 관리규정을 이해하고 적용할 수 있다.

라) 산업안전, 보건관리 계획하기

- 산업 안전 보건 관리 시스템을 수립할 수 있다.

- 조직 및 직무를 나눌 수 있다.
- 산업 안전 보건 교육 계획을 수립할 수 있다.
- 유해 위험 설비 및 작업 환경 관리 계획을 수립할 수 있다.

마) 위험요인 점검 감독하기

- 관리 계획에 따라 조직원의 안전 작업을 지시, 감독할 수 있다.
- 작업 조건에 따른 건강에 미치는 영향을 교육, 감독, 지시할 수 있다.
- 계획의 추진 실적을 기록 관리할 수 있다.
- 위험 요인을 사전에 예방, 점검 조치할 수 있다.
- 안전보호구 착용을 지시, 감독할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 학생의 학업 성취수준이나, 학과의 특성에 따라 내용을 재구성하여 지도한다.
- 나. 모든 영역에서 실험·실습 등의 실무 능력과 연계된 학습을 위해 설비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다. 실습 설비가 부족하거나 단위 시간과의 문제가 있으면 조별 실습, 순환 실습 등을 통하여 실습 장비 가동률을 높이고 학생들의 실습 시간을 확보하는 방안을 강구하도록 한다.
- 다. 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 공구 및 선반의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.
- 라. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 마. 작업장의 안전사고 및 대처 요령이 지도하여야 하며, 보호 장비의 착용을 확인하고, 환기가 정상적으로 이루어지는 상태에서 작업할 수 있도록 지도한다.
- 바. 주조 직무와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상시킬 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 그 수행 정도를 평가한다.
- 4) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 5) 실기 평가에서 최종 산출된 제품 뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가에서 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고 완성된 과제물은 실기 평가 기준(공구 및 장비의 활용 능력, 치수 정밀도, 문제 해결력, 숙련도 등)에 따라 항목별로 평가하도록 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
고객요구 사항 파악	고객 요구조건을 검토할 수 있고, 제품원가 산정을 잘 이해하고 설명할 수 있다. 납기 협의 결정하기 및 검사규격 설정을 잘 이해하며 설명할 수 있다. 종합적으로 고객요구 사항 파악에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 잘 설명하면서 수행할 수 있다.	고객 요구조건을 검토할 수 있고, 제품원가 산정을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 납기 협의·결정 및 검사규격 설정을 이해하며 부분적으로 설명할 수 있다. 종합적으로 고객요구 사항 파악에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	고객 요구조건을 검토할 수 있고, 제품원가 산정을 부분적으로 이해하고 있으며, 납기 협의·결정 및 검사규격 설정을 부분적으로 이해하며 대략적으로 설명할 수 있다. 종합적으로 고객요구 사항 파악에 대하여 설명하면서 수행할 수 있다.
주조생산 계획 수립	생산준비사항 파악, 생산 일정계획 수립을 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 공정별 작업 및 생산 공정 관리를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 주조생산 계획수립에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 잘 수립할 수 있다.	생산준비사항 파악, 생산 일정계획 수립을 부분적으로 이해하고 설명할 수 있으며, 공정별 작업 및 생산 공정 관리를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 종합적으로 주조생산 계획수립에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 수립할 수 있다.	생산준비사항 파악, 생산 일정계획 수립을 부분적으로 이해하고 있으며, 공정별 작업 및 생산 공정 관리를 부분적으로 이해하고 대략적으로 설명할 수 있다. 종합적으로 주조생산 계획수립에 대하여 설명하면서 수립할 수 있다.
주조 공정 설계	생산방법 설정, 주조방안 설계와 검사 기준서 작성을 잘 이해하고 설명할 수 있고 능숙하게 수행 할 수 있다. 종합적으로 주조공정 설계에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 잘 설명하면서 설계할 수 있다.	생산방법 설정, 주조방안 설계와 검사 기준서 작성을 이해하고 설명할 수 있으며, 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 주조공정 설계에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 설계할 수 있다.	생산방법 설정, 주조방안 설계와 검사 기준서 작성을 부분적으로 이해하고 대략적으로 설명할 수 있다. 종합적으로 주조공정 설계에 대하여 설명하면서 설계할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
원형 제작	원형의 종류 선정에 대하여 잘 이해하고 설명 할 수 있으며, 원형 설계 및 제작의 구체적인 방법을 잘 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 원형 제작에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 잘 제작할 수 있다.	원형의 종류 선정에 대하여 이해하고 설명 할 수 있으며, 원형 설계 및 제작의 부분적인 방법을 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 원형 제작에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 제작할 수 있다.	원형의 종류 선정에 대하여 부분적으로 이해하고 있으며, 원형 설계 및 제작의 대략적인 방법을 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 원형 제작에 대하여 설명하면서 제작할 수 있다.
조형 작업	조형방법 결정과 주형재료 준비에 대하여 잘 이해하고 있고 설명할 수 있다. 조형 작업을 잘 이해하고 조형 작업을 능숙하게 수행할 수 있다. 종합적으로 조형작업에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 잘 설명하면서 작업할 수 있다.	조형방법 결정과 주형재료 준비에 대하여 알고 있고 부분적으로 설명할 수 있다. 조형 작업을 이해하고 조형 작업을 수행할 수 있다. 종합적으로 조형작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 작업할 수 있다.	조형방법 결정과 주형재료 준비에 대하여 알고 있고 부분적으로 설명할 수 있다. 조형 작업을 이해하고 조형 작업을 대략적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 조형작업에 대하여 설명하면서 작업할 수 있다.
용해 작업	용해설비 결정과 용해 방법을 잘 이해하고 설명 할 수 있다. 출탕방법과 실무를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 용해로 관리 및 용탕 주입방안에 대하여 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능숙하게 수행할 수 있다. 종합적으로 용해 작업에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 잘 설명하며 작업할 수 있다.	용해설비 결정과 용해 방법을 이해하고 설명 할 수 있다. 출탕방법과 실무를 이해하고 설명할 수 있다. 용해로 관리 및 용탕 주입방안에 대하여 알고 있고, 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 용해 작업에 대하여 다른 사람에게 설명하며 작업할 수 있다.	용해설비 결정을 부분적으로 할 수 있으며, 용해 방법을 이해하고 설명 할 수 있다. 출탕방법과 실무를 부분적으로 이해하고 설명할 수 있다. 용해로 관리 및 용탕 주입방안에 대하여 부분적으로 알고 있고, 설명할 수 있다. 종합적으로 용해 작업에 대하여 설명하며 작업할 수 있다.
주조품 후처리	주형 해체에 대해 이해하고 설명 할 수 있으며, 주조품 탈사 및 연마하기를 잘할 수 있다. 주조품 보수 및 표면처리 방안에 대하여 전반적으로 잘 알고 있고 잘 설명 할 수 있으며 수행 할 수 있다. 종합적으로 주조품 후처리에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 잘 수행할 수 있다.	주형 해체에 대해 이해하고 설명 할 수 있으며, 주조품 탈사 및 연마하기를 할 수 있다. 주조품 보수 및 표면처리 방안에 대하여 대략적으로 알고 있고 설명 할 수 있으며, 수행 할 수 있다. 종합적으로 주조품 후처리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	주형 해체에 대해 이해하고 있으며, 주조품 탈사 및 연마하기를 할 수 있다. 주조품 보수 및 표면처리 방안에 대하여 부분적으로 알고 있고 대략적으로 설명 할 수 있으며, 수행 할 수 있다. 종합적으로 주조품 후처리에 대하여 설명하면서 수행할 수 있다.
주조품질 관리	원·부자재 입고 검사하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 공정검사 및 제품 검사하기에 대하여 잘 알고 있고 설명 할 수 있으며, 시험·검사결과 관리에 대하여 잘 이해하고 설명 할 수 있으며 능숙하게 수행할 수 있다. 종합적으로 주조품질 관리에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 잘 관리할 수 있다.	원·부자재 입고 검사하기를 이해하고 설명할 수 있다. 공정검사 및 제품 검사하기에 대하여 알고 있고 설명 할 수 있다. 시험·검사결과 관리에 대하여 이해하고 설명 할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 주조품질 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리 할 수 있다.	원·부자재 입고 검사하기를 이해하고 있으며, 공정검사 및 제품 검사하기에 대하여 알고 있고 부분적으로 설명 할 수 있다. 시험·검사결과 관리에 대하여 이해할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 주조품질 관리에 대하여 설명하면서 관리할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
주조 결함 발생 방지 대책 수립	결함의 종류 분류하기에 대하여 잘 알고 있고 설명 할 수 있으며, 결함 발생원인 분석 및 재발 방지 대책 수립에 대하여 구체적인 내용을 잘 이해하고 설명 할 수 있으며 능숙하게 수행할 수 있다. 종합적으로 주조결함 발생방지대책 수립에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 잘 설명하면서 수립할 수 있다.	결함의 종류 분류하기에 대하여 알고 있고 설명 할 수 있으며, 결함 발생원인 분석 및 재발 방지 대책 수립에 대한 내용을 이해하고 설명 할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 주조결함 발생방지대책 수립에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 수립할 수 있다.	결함의 종류 분류하기에 대하여 알고 있고 부분적으로 설명 할 수 있으며, 결함 발생원인 분석 및 재발 방지 대책 수립에 대한 내용을 이해하고 부분적으로 설명 할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 주조결함 발생방지대책 수립에 대하여 설명하면서 수립할 수 있다.
주조 설비 관리	일상점검 및 정기·예방 점검에 대하여 잘 이해하고 설명 할 수 있으며, 용해설비 및 주물사·처리설비 유지·보수에 대하여 잘 이해하고 설명할 수 있다. 후처리설비 유지·보수 및 환경설비 유지·보수에 대하여 잘 이해하고 설명 할 수 있으며 능숙하게 수행할 수 있다. 종합적으로 주조 설비 관리에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 잘 관리할 수 있다.	일상점검 및 정기·예방 점검에 대하여 이해하고 설명 할 수 있으며, 용해설비 및 주물사·처리설비 유지·보수에 대하여 이해하고 설명 할 수 있다. 후처리설비 유지·보수 및 환경설비 유지·보수에 대하여 이해하고 설명 할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 주조 설비 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	일상점검 및 정기·예방 점검에 대하여 이해하고 있으며, 용해설비 및 주물사·처리설비 유지·보수에 대하여 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 후처리설비 유지·보수 및 환경설비 유지·보수에 대하여 이해하고 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 주조 설비 관리에 대하여 설명하면서 관리할 수 있다.
특수 주조	특수주조의 설비상태 확인 및 작업 조건 관리에 대하여 잘 알고 있고 설명할 수 있으며, 주조 작업 및 부적합품 조치에 대하여 잘 이해하고 설명할 수 있다. 특수주조 방안에 대하여 구체적으로 이해하며 수행할 수 있으며, 설비 관리를 능숙하게 수행할 수 있다. 종합적으로 특수주조에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 잘 설명하면서 수행할 수 있다.	특수주조의 설비상태 확인 및 작업 조건 관리에 대하여 알고 있고 설명할 수 있으며, 주조 작업 및 부적합품 조치에 대하여 이해하고 설명할 수 있다. 특수주조 방안에 대하여 부분적으로 이해하며 수행할 수 있으며, 설비 관리를 수행할 수 있다. 종합적으로 특수주조에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	수주조의 설비상태 확인 및 작업 조건 관리에 대하여 알고 있으며, 주조 작업 및 부적합품 조치에 대하여 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 특수주조 방안에 대하여 부분적으로 이해하며 수행할 수 있으며, 설비 관리를 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 특수주조에 대하여 설명하면서 수행할 수 있다.
주조 환경 안전보건 관리	환경관련법을 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 환경설비 관리 및 산업안전보건 업무에 대하여 잘 설명할 수 있다. 산업안전, 보건관리 계획 및 위험요인 점검·감독업무에 대하여 잘 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 주조환경 안전보건관리에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 잘 관리할 수 있다.	환경관련법을 이해하고 설명할 수 있으며, 환경설비 관리 및 산업안전보건 업무에 대하여 설명할 수 있다. 산업안전, 보건관리 계획 및 위험요인 점검·감독업무에 대하여 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 주조환경 안전보건관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	환경관련법을 이해하고 설명할 수 있으며, 환경설비 관리 및 산업안전보건 업무에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다. 산업안전, 보건관리 계획 및 위험요인 점검·감독업무에 대하여 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 종합적으로 주조환경 안전보건관리에 대하여 설명하면서 관리할 수 있다.

2. 제선

1. 성격 및 목표

가. 성격

제선은 제선용 연·원료를 고로조업에 적합하도록 소결광 제조, 코크스 제조 등의 사전처리를 거쳐 고로에 장입한 후 노내에 열풍을 취입하여 철광석을 용해, 환원시켜 원하는 품질의 용선을 제조하고 이에 필요한 설비 관리, 품질 관리, 환경 안전 관리를 수행하는 일이다. 제선은 우리나라 산업의 근간을 이루는 뿌리산업으로, 제조업 전반에 걸쳐 기반 역할을 하고 있으며, 타 산업과의 연계성이 높아, 최종 제품의 품질과 성능을 결정하는 중요한 생산기반기술로 부각되고 있고, 첨단 산업의 경쟁력 강화에도 기여도가 큰 산업이다.

뿌리산업은 미래 첨단기술을 뒷받침하는 중추적 역할을 담당할 산업으로, 제조업 경쟁력 강화 및 일자리 창출을 위한 중요 산업으로 육성 발전시켜 나가야 할 산업이다.

이 교과는 제선에 대한 기초 지식과 기술을 습득시켜, 산업현장에서 용선을 제조하고 설비 및 품질을 관리하며, 환경 안전 관리 능력을 기르기 위한 것으로 이수해야 할 내용은 공정관리, 연·원료처리, 소결광제조, 코크스 제조, 고로조업, 출선작업, 품질 관리, 설비 관리, 설비 유지·보수, 환경 안전 관리에 필요한 능력 등이다.

나. 목표

주어진 일감에 따른 제선공정관리, 제선 연·원료처리, 소결광 제조, 코크스제조, 출선작업, 제선 품질 관리, 고로 설비 관리, 제선 설비 유지·보수, 제선 환경 안전 관리에 요구되는 능력 등을 활용하여 기계, 조선, 차량, 플랜트, 교량 등 금속 산업체에 전반적으로 적용할 수 있는 제선 작업 수행능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘제선’ 과목은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키고, 산업 현장의 산업 설비 분야에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
제선 공정 관리 (1601020101_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 고객 요구조건 검토하기 • 고객 불만 사항 조사하기 • 대책방안 조치하기
소결광 제조 (1601020103_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 소결 연·원료 조립하기 • 소결원료 장입하기 • 소결하기 • 소결광 냉각하기 • 소결광 선별하기 • 소결광 저장하기 • 배가스 처리하기 • 소결설비 관리하기
코크스 제조 (1601020104_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 원료탄 배합하기 • 코크스 제조하기 • 코크스 노체 관리하기 • 코크스 선별하기 • 화성 부산물 정제하기
고로 조업 (1601020105_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 고로 내 화입하기 • 연·원료 칭량하기 • 연·원료 장입하기 • 열풍 취입하기 • 미분탄 취입하기 • 노황 관리하기 • 고로 송·휴풍하기 • 고로 종풍하기
출선 작업 (1601020106_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 출선 준비하기 • 출선하기 • 슬래그 처리하기 • 주상설비 운전하기
제선 품질관리 (1601020107_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 연·원료 검사하기 • 공정 검사하기 • 정립광 품질 관리하기 • 소결광 품질 관리하기 • 코크스 품질 관리하기 • 용선 품질 관리하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
고로 설비관리 (1601020108_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 냉각설비 관리하기 • 냉각계통 관리하기 • 노체 관리하기 • 가스청정설비 관리하기 • 공해 방지설비 운전하기
제선설비 유지 보수 (1601020109_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 설비 점검하기 • 설비 유지·보수하기 • 급유·급지하기 • 비정상시 조치하기
제선 환경안전 관리 (1601020110_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 환경보건 관리하기 • 위험성 평가하기 • 법규 이행하기 • 안전 교육하기 • 안전 점검하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 제선 공정 관리

가) 고객 요구조건 검토하기

- 고객의 수주 사양서에 따라 필요한 계획을 수립할 수 있다.
- 고객의 과거 이력과 요구 납기를 상세히 검토하여 적기에 생산 할 수 있는 지를 판단할 수 있다.
- 고객의 요구 조건을 만족시키는 기준 작업 공정서를 작성할 수 있다.
- 고객의 요구 사항에 대해 생산 가능 여부를 파악하고 최적의 조건을 설정할 수 있다.
- 고객의 요구 사항에 대해 경쟁사의 가격을 비교할 수 있다.
- 고객의 요구 납기를 만족시키기 위해 외주 생산을 결정할 수 있다.
- 고객의 요구 납기에 따른 요구 규격(specification)을 조정할 수 있다.

나) 고객 불만 사항 조사하기

- 고객의 요구 사항과 불만 사항을 청취하고 파악할 수 있다.
- 관련 표준과 검사기준에 의거하여 결함의 종류, 발생량, 발생 공정을 조사할 수 있다.
- 국내·외 규격, 품질협정서, 고객요구 사항 등에 의거하여 발생 원인과 책임의 소재 등을 판단 할 수 있다.
- 관련 규정에 따라 보상비용을 산정하고 보상 할 수 있다.

다) 대책방안 조치하기

- 불만 발생의 원인과 발생 공정 등을 분석하거나 의뢰하여 정확한 대책 방안을 수립하고 조치할 수 있다.
- 고객 요구 사항을 반영하기 위해 품질 설계 시스템에 대책방안 및 조치 내용 등을 반영할 수 있다.
- 새로운 기술이나 개선을 위한 투자, 개발 등을 관련 규정에 따라 신기술 및 신제품 개발팀에 요청하거나, 반영 실시할 수 있다.
- 각종 조업 데이터를 수집, 분석, 해석하여 관련 규정에 따라 품질 개선 활동과 고객 만족을 실시할 수 있다.

2) 소결광 제조

가) 소결 연·원료 조립하기

- 소결용 연·원료가후 공정에서 요구하는 물리적 성상 및 화학적 성분의 연·원료 구비조건에 맞는지 확인할 수 있다.
- 소결용 연·원료 정량 절 출장치(constant feed weigher)를 이용하여 소결에 적합하도록 연·원료를 절출할 수 있다.
- 소결용 연·원료의 혼합장치(mixing drum)를 이용하여 배합원료를 혼합할 수 있다.
- 소결용 연·원료의 조립장치(rolling drum)의 적절한 입도분포를 만들 수 있다.

나) 소결원료 장입하기

- 공구를 이용하여 원료장입기(drum feeder) 절출 게이트(gate)의 부착광 제거작업을 할 수 있다.
- 원료장입기의 분할 게이트(gate)를 운전하여 소결기에 장입되는 배합원료의 좌·우 편석을 방지할 수 있다.
- 충후 검출봉을 조작하여 소결기에 장입되는 배합원료의 장입밀도를 조정할 수 있다.
- 소결 충후조절기(cut off plate)를 조작하여 소결기에 장입되는 배합원료의 충후를 조정할 수 있다.
- 통기봉을 조작하여 소결기에 장입되는 배합원료의 통기도를 조정할 수 있다.

다) 소결하기

- COG(coke oven gas)를 이용하여 점화로에 착화하고 화염을 보고 유량을 조절할 수 있다.
- 점화로 내 온도의 세팅(setting)값 유지를 확인하고 정상적인 연소 여부를 화염을 보고 판단할 수 있다.
- 각종 소결 진행 데이터를 보고 현재의 조업상황을 파악할 수 있다.

- 소결기 배광부 적열층을 관찰하여 최적의 소결조업을 위한 좌·우 장입편차 및 연료의 과잉·부족 등을 판단할 수 있다.
- 소결 배 가스온도 편차 발생 시 장입 설비 운전을 통해 해결할 수 있다.
- 소결 조업 중 연료입도의 이상여부를 판단하고 조치할 수 있다.

라) 소결광 냉각하기

- 소결기 운전속도에 맞게 냉각기(cooler)의 운전속도를 조정할 수 있다.
- 냉각송풍기(cooler fan)의 일상점검을 통해 이상 여부를 판단할 수 있다.
- 냉각기에 적재되는 소결광의 양을 조절하여 냉각능력을 조절할 수 있다.
- 냉각기 대차의 일상점검을 통해 대차 휠(wheel) 탈락, 루버 실(rubber seal) 탈락 등의 이상 발생 시 조치할 수 있다.

마) 소결광 선별하기

- 콜드크러셔(cold crusher)를 운전하여 소결광을 기준에 따라 파쇄할 수 있다.
- 콜드크러셔(cold crusher)의 일상점검을 통해 로터 투스(rotor tooth)의 간격을 조정할 수 있고, 교체시기를 판단할 수 있다.
- 콜드크러셔(cold crusher)의 일상점검을 통해 동력전달장치(v-belt) 교체작업을 할 수 있다.
- 스크린(screen)의 일상점검을 통해 이상 여부를 판단할 수 있다.
- 스크린(screen)의 진폭측정장치를 이용해 진폭을 측정할 수 있다.

바) 소결광 저장하기

- 트리퍼(tripper)를 운전하여 지정된 빈(bin)에 소결광을 입조시킬 수 있다.
- 트리퍼의 자동운전 시퀀스(sequence)를 숙지하여 각 빈(bin)에 일정하게 소결광을 입조할 수 있다.
- 트리퍼의 일상점검을 통해 주행상태, 제동장치(break) 작동 상태 등의 이상 여부를 판단할 수 있다.

사) 배 가스 처리하기

- 배 가스 청정설비(flue gas cleaning system)의 전체적인 공정을 파악할 수 있다.
- 배 가스를 흡착탑으로 도입하여 청정화 시킬 수 있다.
- 배 가스 청정설비 이상 시 배 가스 청정설비(flue gas cleaning system)의 바이패스(by-pass) 운전을 할 수 있다.
- 활성탄의 흐름을 숙지하고 운전 중 부족분을 보충하는 작업을 할 수 있다.
- 암모니아의 주입량 조절을 통해 배 가스 중 NO_x(nitric oxide: 질소산화물) 배출농도를 조절할 수 있다.

- 재생탑에서 분리된 SO_2 (이산화황) 가스를 황산제조설비에서 제품 황산으로 제조할 수 있다.
- 폐수처리설비를 운전하여 폐수중의 오염물질을 법 규제치 이하로 제거하여 방류할 수 있다.

자) 소결설비 관리하기

- 소결용 연·원료 정량절출장치(constant feed weigher)의 구조를 숙지하고 이상발생 시 조치할 수 있다.
- 소결용 연·원료의 혼합장치(mixing drum)의 구조를 숙지하고 이상발생 시 조치할 수 있다.
- 소결용 연·원료의 조립장치(rolling drum)의 구조를 숙지하고 이상발생 시 조치할 수 있다.
- 셔틀 컨베이어(shuttle conveyor)의 구조 및 원리를 숙지하고 이상발생 시 조치할 수 있다.
- 소결기 대차의 휠(wheel)탈락 시 해당대차를 예비대차로 교체할 수 있다.
- 소결기 대차표면에 이상이 발생할 경우 배합원료 장입조절을 할 수 있다.

3) 코크스 제조

가) 원료탄 배합하기

- 원료탄 야드(yard) 현황도를 활용하여 운전실에서 지시한 해당 파일(pile)에서 정량불출을 할 수 있다.
- 파쇄기의 간격 조절 시 목표 파쇄입도에 따라 간격을 조정할 수 있다.
- 크러셔 해머(crusher hammer) 교환 작업 시 기준에 따라 교환할 수 있다.
- 배합비 변경 시 배합지시서에 의거하여 정량불출기를 조정할 수 있다.
- 원료탄의 운전 매뉴얼을 활용하여 선탄공정을 제어하는 업무를 할 수 있다.

나) 코크스 제조하기

- 장입차를 운전하여 원료탄을 작업계획에 따라 오븐(oven)에 장입할 수 있다.
- 압출기 설비를 이용하여 제조된 코크스를 압출할 수 있고, 장입된 원료탄의 레벨을 조정할 수 있다.
- 트랜스퍼 카(transfer car)를 운전 시 전차(bucket car)의 적치대에 코크스를 적치할 수 있다.
- 건식 소화 작업 시 적열 코크스를 버킷(bucket)에 담아 건식소화설비(CDQ: coke dry quenching) 본체에 장입하여 냉각할 수 있다.
- 습식 소화 작업 시 적열 코크스를 소화차에 받아 소화탑에서 소화시킬 수 있다.

다) 코크스 노체 관리하기

- 코크스 온도 측정기를 이용하여 열 내 온도를 측정 할 수 있고, 온도를 시스템에 등록할 수 있다.

- 가동을 변경에 따라 주 연료인 혼합 가스(mixed gas)의 연비를 표준 온도에 맞도록 조정할 수 있다.
- 코크스 노체 관리 기준에 따라 노체 관리를 할 수 있다.

라) 코크스 선별하기

- 코크스 수송 기준에 따라 코크스 수송설비를 운전할 수 있다.
- 코크스 선별 설비인 벙커(bunker) 내부의 스크린 설비를 점검 기준에 따라 점검할 수 있다.
- 코크스 저장조(bunker hopper)의 괴, 분 코크스를 수동 불출기를 이용하여 차량으로 불출할 수 있다.
- 코크스 빈(bin)의 트리퍼 카(tripper Car)를 수동 운전할 수 있다.
- 코크스 저장조(hopper) 내의 재고를 목측으로 측정할 수 있다.

마) 화성 부산물 정제하기

- COG 정제공정에서 타르(tar) 분리 설비 점검 작업을 할 수 있다.
- COG 정제공정에서 경유 공정 설비 점검 작업을 할 수 있다.
- COG 정제공정을 기준에 따라 운전하여 후공정에 공급할 수 있다.
- 부산물인 유안, 조정유, 타르 및 중질타르 생산 공정을 기준에 따라 운전할 수 있다.

4) 고로 작업

가) 고로 내 화입하기

- 고로 건조작업으로 로 내에 열풍과 공기를 송풍하여 연와 및 모르타르(mortar)의 수분을 제거하여 내화물 접촉강도 및 열 충격에 의한 노체연와 손상을 방지할 수 있다.
- 고압 누설시험(leak test)으로 고로 본체 및 부대설비의 누풍개소를 확인할 수 있다.
- 침묵적 기술로 노상온도를 조기에 상승시키고 코크스에 점화를 용이하게 하며 풍구 및 노벽을 낙하되는 장입물로부터 보호할 수 있다.
- 화입 전 장입물을 로 내에 장입하고 장입물 분포조사를 실시하여 초기 적정 장입 모드(mode)를 설정할 수 있다.
- 화입조업계획서에 따라 화입작업을 수행하여 정상조업도를 달성할 수 있다.

나) 연·원료 칭량하기

- 연·원료 빈(bin)내 재고 및 스크린을 관리할 수 있다.
- 고로에 장입되는 광석량 및 코크스량을 계산하여 장입량에 따라 광석 및 코크스를 칭량할 수 있다.
- 칭량 호퍼 하부의 게이트를 이용하여 연·원료를 절출할 수 있다.

- 칭량된 광석 및 코크스를 이송설비(belt conveyor)를 이용하여 노정설비로 이송할 수 있다.
- 고로에 장입되지 않는 분광 및 분 코크스를 처리할 수 있다.
- 고로의 송·휴풍 시 연·원료를 칭량하고 절출할 수 있다.

다) 연·원료 장입하기

- 노정 상부 호퍼에 이송된 연·원료를 노정 하부 호퍼로 장입할 수 있다.
- 하부 호퍼의 균·배압 밸브를 조정하여 연·원료를 고로 내부로 장입할 수 있다.
- 장입물 레벨(level) 측정 장치(sounding)를 이용하여 연·원료의 장입시점을 파악할 수 있다.
- 노정 장입 슈트(chute)를 이용하여 연·원료의 고로 내 장입물 분포를 조정할 수 있다.

라) 열풍 취입하기

- 열풍로 연소 준비 및 필요한 온도로 연소 작업을 할 수 있다.
- 송풍기로부터 냉풍을 받아 열풍로에서 고온으로 전환된 열풍을 고로로 송풍할 수 있다.
- 열풍로의 연소·송풍 시 사용되는 각 밸브의 상태를 동작시킬 수 있다.
- 열풍로의 교체운전의 정상 여부를 판단할 수 있다.
- 조습 및 산소 부화 송풍과 더불어 복합 송풍을 할 수 있다.
- 열풍로 폐열을 회수, 활용하여 에너지를 절감할 수 있다.
- 고로의 송·휴풍 시 열풍로 운전 및 비상시 운전을 할 수 있다.

마) 미분탄 취입하기

- 미분탄 제조를 위한 원료탄의 수송 설비를 운전할 수 있다.
- 원료탄을 분쇄기(mill)에서 파쇄하고 저장조(storage hopper)에 적정 재고를 관리할 수 있다.
- 취입설비를 이용하여 노 내에 안정적으로 취입하고 미분탄 랜스(lance)를 관리할 수 있다.
- 송·휴풍 시 미분탄을 취입하거나 중지시킬 수 있다.
- 미분탄 취입을 위한 공기 컴프레서(air compressor), 질소 컴프레서(N₂ compressor)를 운전할 수 있다.
- 미분탄 취입 중지 시 조치작업을 수행할 수 있다.

바) 노황 관리하기

- 고로 노황관리 작업을 위하여 고로 조업지수 관련 용어를 이해할 수 있다.
- 생산량을 고려하여 풍량 및 산소를 조정할 수 있다.

- 용선 온도를 제어하기 위해 미분탄과 조습 취입량을 조정할 수 있다.
- 용선 성분을 제어하기 위해 용선온도와 장입 속도를 조절할 수 있다.
- 노 내 통기 저하 지수의 변화에 따라 감·증풍을 할 수 있다.
- 노황 불안정으로 인한 장입물의 노 내 걸림 현상(hanging) 발생 시 붕락 작업을 할 수 있다.
- 크로스 존대(cross jonde)설비의 온도 분포에 따라 노 내의 가스 흐름을 알 수 있다.
- 노정 H₂ %의 증가 시 노 내 침수 상황을 예측할 수 있다.
- 히터 로드(heat load) 지수 변화 시 노체의 열 부하를 예측할 수 있다.
- 조업 지수 변화를 보고 노황의 진행 상황을 예측할 수 있다.

사) 고로 송·휴풍하기

- 송·휴풍 작업 시 감광 계획을 작성할 수 있다.
- 송·휴풍 작업 시 풍량조정 및 미분탄취입, 산소를 중지할 수 있다.
- 고로 내 가스를 안전하게 차단 및 통입하기 위해 수봉변을 조작할 수 있다.
- 고로 내 스템을 취입하여 증기 휴풍을 할 수 있다.
- 고로 내 점화를 통하여 작업자가 안전하게 작업할 수 있도록 점화 휴풍을 할 수 있다.

아) 고로 종풍하기

- 클리닝(cleaning) 조업을 통하여 고로 벽부의 부착물을 용해할 수 있다.
- 감척조업을 통하여 고로 내 장입물 레벨을 안전하게 풍구 레벨까지 낮출 수 있다.
- 고로 노저부에서 출선구까지 남아있는 잔량의 용선을 배출할 수 있다.
- 고로 내에 남아있는 적열 코크스, 내화물, 잔선 등을 충분히 냉각할 수 있다.

5) 출선 작업

가) 출선 준비하기

- 출선구의 상태를 확인하여 출선구의 보수 유·무 및 보수작업을 할 수 있다.
- 개공기 및 머드 건(mud gun)을 시운전하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 각 탕도 및 경주통을 사전 점검하여 용선유출이 발생하지 않도록 할 수 있다.
- 차회 출선을 대비하여 출선 준비 작업을 할 수 있다.
- 스키머(skimmer)의 보온상태를 파악하여 응고가 발생하지 않도록 할 수 있다.

나) 출선하기

- 토페도(torpedo)나 레이들 수선작업을 원활하게 하기 위하여 대탕도 및 소탕도를 관리할 수 있다.

- 출선구 상태를 사전에 파악하여 출선작업과 폐쇄작업을 할 수 있다.
- 출선 중 용선과 슬래그(slag)유도 작업을 할 수 있다.
- 설비 트러블(trouble)을 대비 및 보수작업을 위하여 대탕도 잔선제거 작업을 할 수 있다.
- 용선의 제강이송을 위해 레이들 차입 및 인출작업을 할 수 있다.
- 출선종료 후 대탕도의 보온 및 머드재의 충전 작업을 할 수 있다.

다) 슬래그 처리하기

- 슬래그 괴재 및 수재 처리작업을 위해 슬래그 탕도(runner)의 변경작업을 할 수 있다.
- 수재설비를 운전하여 슬래그를 수재 처리할 수 있다.
- 수재 처리 불가시 드라이 피트(dry pit)로 슬래그를 처리할 수 있다.
- 슬래그 유출사고를 방지하기 위해 슬래그 탕도 상태를 점검할 수 있다.
- 슬래그와 용선 분리를 원활하게하기 위하여 배재구와 2블(2block) 높 관리할 수 있다.

라) 주상설비 운전하기

- 개공기를 운전하여 출선구를 개공할 수 있다.
- 머드건(mud gun)을 운전하여 출선구를 폐쇄할 수 있다.
- 용선을 레이들에 담기 위해 경주통을 운전할 수 있다.
- 대탕도의 스플래시 커버(splash cover)를 덮기 위해 지브 크레인(jib crane) 또는 머니퐁레 이터(manipulator)를 운전할 수 있다.
- 주상자재 및 중량물을 이동하기 위하여 천장크레인을 운전할 수 있다.

6) 제선 품질관리

가) 연·원료 검사하기

- 사용재료를 기준 및 절차에 따라 검사할 수 있다.
- 사용재료의 적합성을 기준에 따라 판단할 수 있다.
- 검사결과 통보서를 발행할 수 있다.

나) 공정 검사하기

- 작업 기준에 따라 작업이 이행되는 지 여부를 판단할 수 있다.
- 공정특성이나 작업 이상사항이 기록 유지되는지 확인할 수 있다.
- 시험 및 검사 결과를 기준에 따라 판단하여 부적합 발생 시 생산중단 이나 용도 전환 등의 조치를 할 수 있다.

다) 정립광 품질 관리하기

- 스크린(screen)망 조정 및 교환으로 채밀광 및 정립광의 스크린 효율을 높여 입도품질을 유지할 수 있다.
- 크러셔 맨틀 갭(crusher mantle gap)을 조정하여 정립광과 채밀광을 생산할 수 있다.
- 파쇄 크러셔 및 스크린 설비 동력전달장치(v-belt)에 대한 점검 및 교환 작업을 수행할 수 있다.
- 조광 호퍼에 입조된 원료를 파쇄공정에 공급하여 정립광 및 채밀광을 생산할 수 있다.

라) 소결광 품질 관리하기

- 성품 소결광의 대립이 고로에서 요구되는 기준을 초과할 시 콜드크러셔(cold crusher) 간격을 조정할 수 있다.
- 성품 소결광의 분율이 기준을 초과할 경우 스크린 사목 관리 및 연료첨가량과 소결기 속도를 조절할 수 있다.
- 성품 소결광 중 화학성분이 고로에서 요구하는 기준치를 벗어날 경우 부원료의 사용량을 조절할 수 있다.
- 성품 소결광의 물리적 성상이 고로에서 요구하는 기준치를 벗어날 경우 조치(연료첨가량 조절, 소결기 속도 조절, CaCl_2 첨가량 조절 등)를 할 수 있다.

마) 코크스 품질 관리하기

- 고로에서 요구하는 수준(coke d.i, warf d.i, csr(열간강도), crr(반응율))에 맞추어 품질을 관리할 수 있다.
- 코크스(coke) 입도관리를 위해 스크린 사목을 관리할 수 있다.
- bin level을 적정하게 유지시켜 고로에 분 코크스 장입을 억제시킬 수 있다.
- 고로에서 요구하는 기준에 벗어난 코크스를 별도의 야드(yard)에 적치하여 관리할 수 있다.
- 빈 게이트(bin gate) 개도를 조정하여 스크린 효율을 관리할 수 있다.

바) 용선 품질 관리하기

- 코크스 애시(ash) 성분 및 pci 취입 소결광 염기도 관리 등 장입물의 성분을 고려한 장입계산으로 용선 성분을 안정시킬 수 있다.
- 급격한 노열 변동을 방지하여 용선 성분을 안정적으로 관리할 수 있다.
- 연·원료성분 급변동시 신속한 조치로 성분 변동을 최소화 할 수 있다.
- 코크스, 광석 오장입 방지로 노열 급 변동을 사전예방 할 수 있다.
- 출선재 배출시기를 적절히 관리하여 용선품질을 안정시킬 수 있다.
- 품질 이상 발생 시 품질 부 적합품 조치기준에 의거하여 조치할 수 있다.

7) 고로 설비관리

가) 냉각설비 관리하기

- 고로 냉각수의 원활한 공급을 위하여 고압 펌프의 점검 및 운전 작업을 할 수 있다.
- 풍구 및 대풍구의 보호를 위하여 고유속 펌프의 점검 및 운전 작업을 할 수 있다.
- 고압·고유속 펌프의 스트레이너(strainer)를 점검하여 막힘 여부에 따라 예비기를 가동하고 교체작업을 할 수 있다.
- 냉각수의 온도를 확인하여 냉각용 팬(cooling fan)을 가동하거나 정지할 수 있다.
- 펌프의 이상으로 냉각수의 공급이 원활하지 않을 경우 해수를 이용하여 비상급수 할 수 있다.

나) 냉각계통 관리하기

- 고로 냉각수의 원활한 공급을 위해 냉각계통 점검 및 관리 작업을 할 수 있다
- 고로 내의 원활한 열풍 공급을 위해 송풍지관류 점검 및 관리 작업을 할 수 있다.
- 풍구 급배수의 이상 및 송풍지관류 가스검지를 통하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 풍구 냉각 효율 및 조업의 안정을 위해 풍구 급·배수 관리를 할 수 있다.
- 대풍구 및 풍구이상 시 교체작업을 할 수 있다.

다) 노체 관리하기

- 고로 노체의 냉각효율을 유지하기 위해 노체설비 점검을 할 수 있다.
- 고로 냉각관련 데이터를 보고 이상여부를 판단할 수 있다.
- 고로 노체의 온도계 및 압력계를 확인하여 노체의 열 부하 유무를 파악할 수 있다.
- 고로 노저 연와관리를 위해 노저 살수 계통 점검 작업을 할 수 있다.
- 노저 연와의 온도계를 판독하여 노저 및 노벽 잔존 연와두께를 계산할 수 있고 수명연장을 위한 관리대책을 수립 시행할 수 있다.

라) 가스청정설비 관리하기

- 고로내의 정제되지 않은 가스 청정설비를 운전할 수 있다.
- 수봉 및 해봉작업을 통하여 고로 내 가스를 안전하게 차단(cut) 또는 통입할 수 있다.
- 청정설비에 공급되는 분사량 및 수위를 관리할 수 있다.
- 청정설비를 제어하는 유압설비를 숙지하여 운전할 수 있다.
- 수질을 관리하여 청정설비 부식을 방지할 수 있다.

마) 공해 방지설비 운전하기

- 대기 중의 비산분진 포집을 위해 집진설비(bag filter) 운전 및 설비 관리를 할 수 있다.
- 분진(dust)을 가스와 분리, 배출하기 위해 더스트 캐처(dust catcher:건식제진기)를 운전 및 점검할 수 있다.

- 고로 가스 중의 미세 분진(dust)을 제진하기 위한 비숍 스크러버(bischoff scrubber)를 운전할 수 있다.
- 분진과 물을 분리하기 위해 시크너(thickener) 및 진공탈수 장치(drum filter)를 운전할 수 있다.
- 공해방지 설비 이상 시 비상조치작업을 수행할 수 있다.

8) 제선설비 유지 보수

가) 설비 점검하기

- 일상, 정기적으로 청각, 시각을 통해 관련 설비의 작동 상태, 이상 유무를 파악할 수 있다.
- 설비매뉴얼에 따라 설비의 성능과 점검 포인트를 파악하고 이상 유무를 확인할 수 있다.
- 설비매뉴얼에 따라 설비의 작동범위, 스펙, 작동 순서 등을 파악할 수 있다.

나) 설비 유지·보수하기

- 각종 매뉴얼에 따라서 설비의 점검을 실시하고 교체 주기에 따라 교체할 수 있다.
- 설계 스펙을 정확히 파악하여 설비 관리방안에 따라 교체, 보수할 수 있다.
- 설비 성능을 정확히 이해하여 설비 성능을 향상하기 위한 개선 및 개조를 할 수 있다.
- 각종 설비 부품(spare parts)의 수급 가능 여부를 파악하여 부품을 관리할 수 있다.
- 설비의 수리작업 시 전체 공정에서 작업 순서를 관리할 수 있다.

다) 급유·급지하기

- 각종 매뉴얼에 따라 설비의 급유(oil), 급지(grease) 포인트를 파악할 수 있다.
- 매뉴얼에 따라 각종 그리스의 종류와 오일의 종류를 분별할 수 있다.
- 매뉴얼에 따라 각 설비의 급유·급지 주기를 이해하고 준수하여 관리할 수 있다.
- 매뉴얼에 따라 자동 그리스 급지 시스템을 파악하고, 수동 그리스 급지를 관리할 수 있다.
- 급유·급지 주기, 소요량에 따른 재고관리를 할 수 있다.

라) 비정상시 조치하기

- 설비의 비정상 상황을 파악하고 작업표준에 따라 관련 설비를 제어하고 관리할 수 있다.
- 설비의 비정상 상황이 전·후 공정에 미치는 영향을 파악하고 대응방안을 수립할 수 있다.
- 설비 매뉴얼 및 스펙에 따라 설비의 성능과 작동순서를 파악할 수 있다

9) 제선 환경안전 관리

가) 환경보건 관리하기

- 환경 보건 관련 법규에 따라 관련 규정을 파악하여 준수하고 설비를 제어할 수 있다.

- 설비매뉴얼에 따라 안전과 환경 설비를 가동하고 정비할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 각종 부품의 성능을 이해하고 교체주기에 맞추어 교체부품을 확보하며, 교체하여 성능을 향상하기 위한 개조·개선작업을 할 수 있다.
- 환경보건 관련 법규와 규정에 따라 비상조치 절차를 파악하고 긴급 상황 발생 시 비상조치를 할 수 있다.
- 물질안전보건자료(MSDS) 관련 지식을 알고 취급상의 작업자 안전을 확보 할 수 있다.
- 설비의 위험요소를 알고 작업 시 안전을 확보할 수 있다

나) 위험성 평가하기

- 작업표준서에 명시된 단위작업과 요소작업에 대한 위험을 파악할 수 있다.
- 단위작업과 요소작업의 위험도를 빈도, 강도를 계산하여 위험도를 정할 수 있다.
- 정해진 위험도 중 작업에 영향을 크게 미치는 위험에 대해 대책을 수립하고 개선 할 수 있다.
- 개선사항을 작업표준과 작업에 적용할 수 있다

다) 법규 이행하기

- 직무자에게 적용되는 법규에 대해 교육하고 관리할 수 있다.
- 공정에 사용되는 장·설비, 물질, 재료, 안전 환경 장구 등에 적용되는 법규에 대해 이해하고 적용할 수 있다.
- 공정에서 취급하는 유해·화학물질의 관리와 발생하는 오염물질에 대한 취급, 처리 등에 대한 관련 법규를 이행할 수 있다.
- 관련 법규 위반사항 발생을 사전에 발굴하여 개선할 수 있다.

라) 안전 교육하기

- 「산업 안전 보건법」 등에 의한 제선 종사원의 직무사고 예방을 위한 안전교육 계획을 수립할 수 있다.
- 「산업 안전 보건법」 등에 의한 정기적인 안전교육 방법, 주기, 시간 등을 파악하여 직무상 사고 발생을 예방할 수 있다.
- 공정별 작업에 대해 파악하고 작업자가 안전하게 작업할 수 있는 작업표준을 제·개정하여 교육할 수 있다.
- 작업표준을 주기적으로 검토, 개정하고, 이 사항을 냉간 압연공정별 종사원에게 전파교육 할 수 있다.

마) 안전 점검하기

- 일상점검 및 수시점검 계획을 수립하고 실행할 수 있다.
- 재해발생 공정이나 유사재해 발생 작업에 대해서는 주기를 정하여 점검할 수 있다.
- 공정과 작업점검을 통해 찾아낸 위험요인을 관리하고 개선할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 학생의 학업 성취수준이나 학과의 특성에 따라 내용을 재구성하여 지도한다.
- 나. 모든 영역에서 실험·실습 등의 실무 능력과 연계된 학습을 위해 설비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다. 실습 설비가 부족하거나 단위 시간과의 문제가 있으면 조별 실습, 순환 실습 등을 통하여 실습 장비 가동률을 높이고 학생들의 실습 시간을 확보하는 방안을 강구하도록 한다.
- 다. 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 공구 및 선반의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.
- 라. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 수행하기 위해 필요한 하위 기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 마. 작업장의 안전사고 및 대처 요령을 지도하여야 하며, 보호 장비의 착용을 확인하고, 환기가 정상적으로 이루어지는 상태에서 작업할 수 있도록 지도한다.
- 바. 제선과 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상시킬 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 그 수행 정도를 평가한다.
- 4) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달 하는 상황을 평가한다.
- 5) 실기 평가에서 최종 산출된 제품 뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가에서로는 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고 완성된 과제는 실기 평가 기준에 따라 항목별로 평가하도록 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
제선공정 관리	고객 요구조건 검토 및 생산방법 설정을 잘 이해하고 있으며, 연·원료 사용량 결정 및 고객 불만 사항 조사를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 대책방안 조치를 잘 이해하고 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 제선공정 관리에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 관리할 수 있다.	고객 요구조건 검토 및 생산방법 설정을 이해하고 있으며, 연·원료 사용량 결정 및 고객 불만 사항 조사를 이해하고 설명할 수 있다. 대책방안 조치를 이해하고 수행할 수 있다. 종합적으로 제선공정 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	고객 요구조건 검토 및 생산방법 설정을 이해하고 있으며, 연·원료 사용량 결정 및 고객 불만 사항 조사를 이해할 수 있다. 대책방안 조치를 이해하고 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 제선공정 관리에 대하여 설명하면서 관리할 수 있다.
제선 연·원료처리	연·원료 수입 및 선별하기를 잘 이해하고, 연·원료 배합하기 및 불출하기를 잘 알고 설명할 수 있다. 연·원료 야드 관리 및 연·원료 환경설비 관리를 매우 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 제선 연·원료처리에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 잘 설명하면서 처리할 수 있다.	연·원료 수입 및 선별하기를 이해하고, 연·원료 배합하기 및 불출하기를 알고 있으며 설명할 수 있다. 연·원료 야드 관리 및 연·원료 환경설비 관리를 이해하고 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 제선 연·원료처리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 처리할 수 있다.	연·원료 수입 및 선별하기를 이해하고, 연·원료 배합하기 및 불출하기를 알고 있으며 부분적으로 설명할 수 있다. 연·원료 야드 관리 및 연·원료 환경설비 관리를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 종합적으로 제선 연·원료처리에 대하여 설명하면서 처리할 수 있다.
소결광 제조	소결 연·원료 조립 및 소결 원료 장입하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 소결하기 및 소결광 냉각하기를 잘 이해하고 소결 광 선별하기를 설명할 수 있다. 소결광 저장 및 배기가스 처리하기를 잘 이해하고 설명하며 소결 설비 관리하기를 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 소결광 제조에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 잘 제조할 수 있다.	소결 연·원료 조립 및 소결원료 장입하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 소결하기 및 소결광 냉각하기를 이해하고 소결광 선별하기를 설명할 수 있다. 소결광 저장 및 배기가스 처리하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 소결설비 관리하기를 수행할 수 있다. 종합적으로 소결광 제조에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 제조할 수 있다.	소결 연·원료 조립 및 소결원료 장입하기를 이해할 수 있으며, 소결하기 및 소결광 냉각하기를 이해하고 소결광 선별하기를 부분적으로 설명할 수 있다. 소결광 저장 및 배기가스 처리하기를 이해하며 부분적으로 설명할 수 있고, 소결설비 관리하기를 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 소결광 제조에 대하여 설명하면서 제조할 수 있다.
코크스 제조	원료탄 배합 및 코크스 제조하기를 잘 이해하며 설명할 수 있고, 코크스 노체 관리 및 코크스 선별하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 화성 부산물 정제하기를 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 코크스 제조에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 잘 설명하면서 제조할 수 있다.	원료탄 배합 및 코크스 제조하기를 이해하고 설명하며, 코크스 노체 관리 및 코크스 선별하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 화성 부산물 정제하기를 수행할 수 있다. 종합적으로 코크스 제조에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 제조할 수 있다.	원료탄 배합 및 코크스 제조하기를 이해하고 설명하며, 코크스 노체 관리 및 코크스 선별하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며, 화성 부산물 정제하기를 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 코크스 제조에 대하여 설명하면서 제조할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
고로 조업	고로 내 화입하기 및 연·원료 칭량하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 연·원료 장입 및 열풍 취입하기를 잘 이해하고 능동적으로 수행할 수 있다. 미분탄 취입 및 노황 관리하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 송·휴풍 및 고로 종풍하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 고로 조업에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 조업할 수 있다.	고로 내 화입하기 및 연·원료 칭량하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 연·원료 장입 및 열풍 취입하기를 이해하고 수행할 수 있다. 미분탄 취입 및 노황 관리하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 송·휴풍 및 고로 종풍하기를 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 고로조업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 조업할 수 있다.	고로 내 화입하기 및 연·원료 칭량하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 연·원료 장입 및 열풍 취입하기를 이해하고 부분적으로 수행할 수 있다. 미분탄 취입 및 노황 관리하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 송·휴풍 및 고로 종풍하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 종합적으로 고로 조업에 대하여 설명하면서 조업할 수 있다.
출선작업	출선 준비하기 및 출선하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 슬래그 처리 및 주상설비 운전하기를 잘 이해하고 설명하며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 출선작업에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 잘 작업할 수 있다.	출선 준비하기 및 출선하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 슬래그 처리 및 주상설비 운전하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 출선작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 작업할 수 있다.	출선 준비하기 및 출선하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 슬래그 처리 및 주상설비 운전하기를 이해하고 부분적으로 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 출선작업에 대하여 설명하면서 작업할 수 있다.
제선 품질 관리	연·원료 검사 및 공정 검사하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 정립광 및 소결광 품질 관리를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 코크스 및 용선 품질 관리하기를 잘 이해하고 설명하며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 제선품질 관리에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 관리할 수 있다.	연·원료 검사 및 공정 검사하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 정립광 및 소결광 품질 관리를 이해하고 설명할 수 있다. 코크스 및 용선 품질 관리하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 제선품질 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	연·원료 검사 및 공정 검사하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 정립광 및 소결광 품질 관리를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 코크스 및 용선 품질 관리하기를 이해하고 부분적으로 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 제선품질 관리에 대하여 설명하면서 관리할 수 있다.
고로 설비 관리	냉각설비 및 냉각계통 관리하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 노체 관리 및 가스청정설비 관리를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 공해 방지설비 운전하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 고로 설비 관리에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 잘 설명하면서 관리할 수 있다.	냉각설비 및 냉각계통 관리하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 노체 관리 및 가스청정설비 관리를 이해하고 설명할 수 있다. 공해 방지설비 운전하기를 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 고로 설비 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	냉각설비 및 냉각계통 관리하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 노체 관리 및 가스청정설비 관리를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 공해 방지설비 운전하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 종합적으로 고로 설비 관리에 대하여 설명하면서 관리할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
제선 설비 유지 보수	설비 점검 및 유지보수하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 급유 급지 보수 및 비정상시 조치하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 제선설비 유지·보수에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 잘 보수 할 수 있다.	설비 점검 및 유지보수하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 급유 급지보수 및 비정상시 조치하기를 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 제선설비 유지·보수에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 보수 할 수 있다.	설비 점검 및 유지보수하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 급유 급지보수 및 비정상시 조치하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 종합적으로 제선설비 유지·보수에 대하여 설명하면서 보수 할 수 있다.
제선 환경 안전 관리	환경 보건 관리 및 위험성 평가하기를 잘 이해하고 설명 할 수 있으며, 법규 이행 및 안전 교육하기와 점검하기를 잘 이해하고 설명하며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 제선 환경 안전 관리에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 잘 설명하면서 관리 할 수 있다.	환경 보건 관리 및 위험성 평가하기를 이해하고 설명 할 수 있으며, 법규이행 및 안전 교육하기와 점검하기를 이해하고 설명하며 수행 할 수 있다. 종합적으로 제선 환경 안전 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리 할 수 있다.	환경 보건 관리 및 위험성 평가하기를 이해하고 설명 할 수 있으며, 법규이행 및 안전 교육하기와 점검하기를 이해하고 설명하며 부분적으로수행할 수 있다. 종합적으로 제선 환경 안전 관리에 대하여 설명하면서 관리 할 수 있다.

3. 제강

1. 성격 및 목표

가. 성격

제강은 스크랩 및 용선을 소재로 용해와 정련을 통하여 강중 불순물을 제거하고, 합금원소를 첨가하여 사용목적에 적합한 재질을 가진 슬래브, 블룸, 빌렛, 강괴 등의 반제품을 연속주조, 조괴법으로 제조하는 직무로 전기로 제강법과 전로제강법을 큰 축으로 제조 프로세스가 구성되며, 고객이 요구하는 양질의 제품을 제조하기 위하여 고객 요구조건파악, 공정 및 품질을 설계 관리하고, 품질검사, 환경안전 관리를 수행하는 일이다.

우리나라 산업의 근간을 이루는 뿌리산업으로, 제조업 전반에 걸쳐 기반 역할을 하고 있고, 타 산업과의 연계성이 높아, 최종 제품의 품질과 성능을 결정하는 중요한 생산기반기술로 부각되고 있으며, 첨단 산업의 경쟁력 강화에도 기여도가 큰 산업이다.

뿌리 산업은 미래 첨단기술을 뒷받침하는 중추적 역할을 담당할 것으로, 제조업 경쟁력 강화 및 일자리 창출을 위한 중요 산업으로 육성, 발전시켜 나가야할 산업이다.

이 교과는 제강에 대한 기초 지식과 기술을 습득시켜, 뿌리산업 전반에 사용되고 있는 양질의 기본 강을 공급하는 능력을 기르기 위한 것으로 이수해야 할 내용은 제품설계, 용선처리, 전로조업, 전기로조업, 정련, 연속주조, 조괴, 품질 관리, 설비 및 환경 안전 관리에 필요한 능력 등이다.

나. 목표

주어진 일감에 따른 제강 고객요구 사항 파악, 제강제품 설계, 용선예비처리, 전로조업, 전기로조업, LF정련, 진공정련, 연속주조, 조괴, 제강 품질 관리, 설비 관리, 제강 환경 안전 관리에 요구되는 능력 등을 활용하여 기계, 조선, 차량, 플랜트, 교량 등 금속 산업체에 전반적으로 적용할 수 있는 제강작업 수행능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘제강’ 과목은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키고, 산업 현장의 산업 설비 분야에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
제강 제품설계 (1601020202_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 품질 설계하기 • 소재 설계하기 • 생산계획 수립하기
용선 예비처리 (1601020203_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 용선 준비하기 • 탈규(De-Si) 작업하기 • 탈인(De-P) 작업하기 • 탈황(De-S) 작업하기 • 슬래그 배제하기
전로 조업 (1601020204_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 원료 장입하기 • 부원료 투입하기 • 산소취입하기 • 출강하기 • 레이들 준비하기
전기로 조업 (1601020205_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 노 보수하기 • 원료 장입하기 • 용해하기 • 정련하기 • 출강하기 • 레이들 준비하기
LF 정련 (1601020206_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 용강 준비하기 • 배재하기 • 부원료 준비하기 • 정련하기 • 온도·성분 확인하기
진공 정련 (1601020207_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 용강 준비하기 • 배재하기 • 부원료 준비하기 • 진공조건 준비하기 • 정련하기 • 탈가스하기 • 온도, 성분, 확인하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
연속주조 (1601020208_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 용강 준비하기 • 텀디시 준비하기 • 주형준비하기 • 더미 바 작업하기 • 주조하기 • 주편 절단하기 • 주편 정정하기
조괴 (1601020209_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 주형 준비하기 • 부자재 준비하기 • 용강 준비하기 • 주입하기 • 강괴 인발하기 • 레이블 준비하기
제강 품질 관리 (1601020210_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 재발방지 대책 수립하기 • 표준화 반영하기
제강 설비 관리 (1601020211_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 설비점검하기 • 설비유지·보수하기 • 급유·급지하기 • 설비 이상 시 조치하기
제강 환경 안전 관리 (1601020212_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 위험성 평가하기 • 환경안전수칙 이해하기 • 환경안전점검하기 • 산업안전보건기준 이행하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 제강 제품설계

가) 품질 설계하기

- 제품수주, 고객요구, 신제품 신강종의 품질설계에 따라 제품의 품질특성을 설정할 수 있다.
- 제품의 품질은 제조사양(규격, 수주사양서)에 따라 설계치와 허용범위를 설정하고 조업 중의 목표치를 설정할 수 있다.
- 보유한 생산요소(기술, 설비, 재료, 인원)로 표준작업에 의해 제품 품질수준이 가능한 지를 확인할 수 있다.
- 품질 관리를 위한 시험과 검사의 기준 설정을 위해 품질수준(specification/제품규격, 검사 규격, 제조규격을 정할 수 있다.
- 품질 관리의 규격에서 벗어난 경우 소재를 여재나 주문외품, scrap(폐기) 처리를 판단할 수 있다.

나) 소재 설계하기

- 설계소재-슬래브(slab), 블룸(bloom), 빌릿(billet), 강괴(ingot)에 따라 생산제품 규격을 결정할 수 있다.
- 소재의 생산을 위한 주원료 및 부원료, 합금철을 선정하고 제조원단위를 파악할 수 있다.
- 제품의 규격과 용도에 따라 소재를 출강 순위별로 생산요소와 조업조건에 맞게 편성할 수 있다
- 품질규정(규격, 고객요구)을 만족하는 품질 관리를 위한 기준서를 작성할 수 있다.

다) 생산계획 수립하기

- 투입될 해당설비의 상태에 따라 생산리드타임 및 납기를 계산하여 출강 순위를 조정할 수 있다.
- 납기준수를 위한 생산방식과 안정된 공정라인 구축, 기능별 작업자 및 설비를 선정할 수 있다.
- 선정된 출강순위별 공정에 따라 고품질, 저원가 제품을 생산하도록 생산계획을 조정할 수 있다.
- 공급 가능시기를 판단할 수 있는 공정계획서(생산계획서와 작업지시서)를 작성할 수 있다.
- 생산계획서 작성 시 위험 예지 및 안전사항을 예측, 반영하여 결정할 수 있다.

2) 용선 예비처리

가) 용선 준비하기

- 강종에 따라 용선량을 결정할 수 있다.
- 용선차(TLC, OLC)별 성분을 확인하고 배합 비율에 따라 출선 성분을 조정할 수 있다.
- 온도와 성분의 측정 장치를 다룰 수 있다.
- 성분을 확인하여 예비처리 방법(탈규, 탈황, 탈인)을 결정할 수 있다.
- 예비처리 방법(탈규, 탈황, 탈인)에 따라 부원료를 선택할 수 있다.

나) 탈규(De-Si) 작업하기

- 용선 중의 규소(Si)를 제거하는데 필요한 원료를 선정할 수 있다.
- 탈규(De-Si) 반응을 이해하고 원료 투입량 및 시기를 결정할 수 있다.
- 탈규에 필요한 산소량을 계산할 수 있다.
- 성분 및 온도를 조정하여 후공정에 공급할 수 있다.

다) 탈인(De-P) 작업하기

- 용선 중의 인(P)을 제거하는데 필요한 원료를 선정할 수 있다.
- 탈인(De-P) 반응을 이해하고 원료 투입량 및 시기를 결정할 수 있다.
- 탈인에 필요한 산소량을 계산할 수 있다.
- 탈인에 필요한 염기도를 조절할 수 있다.
- 탈인에 필요한 산소 배합비(소결광, 산소)를 조절할 수 있다.
- 성분 및 온도를 조절하여 후공정에 공급할 수 있다.

라) 탈황(De-S)작업하기

- 용선 중의 황(S)을 제거하는데 필요한 원료를 선정할 수 있다.
- 탈황(De-S)반응을 이해하고 원료 투입량 및 시기를 결정할 수 있다.
- 탈황 설비특성(TDS, KR, HMPS)을 이해하고 제어할 수 있다.
- 탈황에 필요한 염기도를 조정할 수 있다.
- 성분 및 온도를 조정하여 후공정에 공급할 수 있다.

라) 슬래그 배재하기

- 예비처리가 끝난 용선의 슬래그를 제거하여 후공정에 공급할 수 있다.
- 용선의 온도 측정 및 시료 채취를 하여 결과를 확인할 수 있다.
- 용선 예비처리 결과를 확인하여 생산 강종에 맞게 조정할 수 있다.

3) 전로 조업

가) 원료 장입하기

- 생산 강종에 맞는 주원료의 종류 및 사용량을 선정할 수 있다.
- 생산 강종에 맞게 용선 성분 중 황(S) 함량을 조정할 수 있다.
- 생산 강종에 맞는 주원료를 작업 순서에 따라 전로 내에 장입할 수 있다.
- 장입 조건에 따라 제강품질 및 조업에 미치는 영향을 판단할 수 있다.
- 원료 장입에 적합 하도록 설비조작을 할 수 있다.

나) 부원료 투입하기

- 장입된 주원료의 상황에 따라 부원료 배합을 결정할 수 있다.
- 노내 반응을 관찰하여 부원료를 나누어 투입할 수 있다.
- 부원료 투입에 따라 산화정련을 조정할 수 있다.

다) 산소취입하기

- 산소 취입 설비를 이해하고 제어할 수 있다.

- 취입 할 산소량을 분배하여 효율적인 산화반응을 유도할 수 있다.
- 노내 반응을 이해하고 산화정련 작업을 조정할 수 있다.
- 조업 중 이상 발생 시 원인을 분석하고 대책을 강구할 수 있다.
- 노내 정련 상황을 판단하여 취련 종료를 결정할 수 있다.

라) 출강하기

- 설계 강종에 따른 목표 탄소(C) 및 온도를 판단하여 출강 여부를 결정할 수 있다.
- 용강 성분 및 온도의 측정 장치를 다룰 수 있다.
- 강종별 탈산제 투입량을 결정하고 탈산정도를 제어할 수 있다.
- 강종별 합금철 투입량을 결정하고 목표 성분을 조정할 수 있다.
- 용강과 슬래그를 구별하고 슬래그 혼입을 최소화하여 출강 종료시점을 판정할 수 있다.
- 출강된 용강을 후공정으로 공급할 수 있다.

마) 레이들 준비하기

- 레이들 사용 정보를 확인하고 전로 조건에 맞는 수강레이들을 준비할 수 있다.
- 레이들 작동 상태 및 내화물을 점검하여 사용 여부를 결정할 수 있다.
- 노즐 충전재(filler) 특성을 이해하고 투입여부를 확인할 수 있다.
- 출강 시기에 맞추어 수강레이들을 준비하여 공급할 수 있다.

5) 전기로 조업

가) 노 보수하기

- 전기로 조업 중의 열간 상태를 점검하여 내화물 및 냉각수 누수 등 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 전기로 열간 보수재의 품질 특성을 이해하고 보수작업 시기를 예측하여 보수재를 준비할 수 있다.
- 전기로 조업간의 열간보수재의 침식, 마모를 점검, 보수방안을 결정하고, 보수작업을 수행할 수 있다.
- 노 축조 내화물 재질의 특성을 이해하고 각 위치별 특성에 맞는 내화물을 적용할 수 있다.
- 노 축조 내화물의 이상 침식, 마모 원인을 분석하고 보완대책을 수립할 수 있다.
- 전기로 조업에 따른 노체수명 연장기술을 갖고 노내 상황에 따라 적용할 수 있다.

나) 원료 장입하기

- 강종 및 조업 상황, 주원료 종류에 따라 장입방법과 위치를 결정할 수 있다.
- 부원료 및 합금철, 기타 부산물 등의 사용량을 결정하고 장입할 수 있다.

- 주원료 선정 시 인(P), 황(S), 구리(Cu), 몰리브덴(Mo), 니켈(Ni) 등의 성분 함량을 규제범위 내에서 배합하고 장입할 수 있다.
- 주원료 예열장입 효과를 이해하고 예열작업과 예열원료 장입작업을 수행할 수 있다.
- 장입 조건에 따라 제강품질 및 조업에 미치는 영향을 판단하여 조치할 수 있다.

다) 용해하기

- 주원료의 종류 및 특성에 의한 용해조건을 판단할 수 있다.
- 생산 강종에 따라 통전패턴과 전력량을 판단할 수 있다.
- 산소 부화취입을 이해하고 산소 사용량과 취입시기를 조정할 수 있다.
- 용해 작업 특성을 이해하고 용해시간, 전력사용량 등에 따라 추가 장입량과 장입 시기를 결정할 수 있다.
- 용해 작업 중 노체보호용 부원료의 사용량을 결정하고 적절하게 투입할 수 있다.
- 생산 강종에 따라 원할하게 정련작업이 진행되도록 용해온도를 결정할 수 있다.

라) 정련하기

- 원료 특성과 용각 성분에 따라 정련방법과 패턴을 결정할 수 있다.
- 목표탄소(C) 농도 및 출강온도에 맞게 전력량과 산소량을 계산하고 조업에 적용할 수 있다.
- 부원료와 합금철을 정련용과 노체보호용으로 적절하게 투입할 수 있다.
- 산화정련 특성을 이해하고 정련시간을 결정할 수 있다.
- 환원정련 특성을 이해하고 환원재 사용량, 정련시간을 결정할 수 있다.
- 노내 반응 특성을 이해하고 노내 반응 상황에 따라 대처할 수 있다.
- 측온과 시료채취로 출강조건을 확인하고 정련작업 종료시점을 결정할 수 있다.

마) 출강하기

- 용강과 슬래그를 구분할 수 있고 슬래그 혼입을 최소화하여 출강할 수 있다.
- 탈산제의 품질특성을 이해하고 출강 레이들내의 용강탈산을 수행할 수 있다.
- 미탈산 용강과 슬래그의 반응을 이해하고 포밍(foaming) 현상에 대응할 수 있다.
- 잔류 슬래그를 이용하여 노 내화물 보호를 위한 슬래그 코팅을 할 수 있다.

바) 레이들 준비하기

- 레이들 사용 정보를 확인하고 전기로 조건에 맞는 수강레이들을 준비할 수 있다.
- 레이들 작동 상태 및 내화물을 점검하여 사용 여부를 결정할 수 있다.
- 노즐 충전재(filler)의 특성을 이해하고 투입여부를 확인할 수 있다.
- 출강 시기에 맞추어 수강레이들을 준비하여 공급할 수 있다.

6) LF 정련

가) 용강 준비하기

- 전공정에서 공급된 용강의 최종 정보를 확인할 수 있다.
- 전공정에서 공급된 용강을 정련 설비에 안착할 수 있다.
- 슬래그양을 확인하여 배재량을 결정하고 배재 준비 작업을 수행할 수 있다.
- 용강의 탈산정도를 확인하고 조치를 취할 수 있다.
- 강종별 레이들정련에 필요한 자재를 준비할 수 있다.

나) 배재하기

- 슬래그 상태를 판별하고 끓음(boiling), 비산 등의 방지조치를 취할 수 있다.
- 슬래그 배재기의 특성을 이해하고 배재기를 조작할 수 있다.
- 슬래그의 조성과 물성을 이해하고 용강과 슬래그를 구분할 수 있다.
- 강종별 작업특성에 따라 슬래그 잔류량을 결정하고 배재 종료작업을 수행할 수 있다.
- 보온재의 특성을 이해하고 배재 후 용강의 보온작업과 용강 재산화 방지작업을 수행할 수 있다.

다) 부원료 준비하기

- 부원료의 품질특성을 이해하고 정련조업 기준에 맞는 부원료를 수급 관리할 수 있다.
- 부원료 이송 체계를 이해하고 저장 설비로 이송할 수 있다.
- 부원료 칭량, 투입 장치를 이해하고 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 용강 조건에 따라 부원료 품목 및 투입량을 결정할 수 있다.
- 부원료 성상 및 품질특성을 이해하여 저장설비 내 혼입여부를 육안으로 판단할 수 있다.

라) 정련하기

- 공급된 용강의 성분과 온도를 확인하여 작업방법을 결정할 수 있다.
- 불활성가스(Ar, N₂)를 취입하여 포러스 플러그(porous plug) 개공 상태를 확인하고 정련 조업 진행여부를 결정할 수 있다.
- 조재재의 품질 특성 및 슬래그의 물성을 이해하고 조재량을 결정할 수 있다.
- 통전작업(arcing)의 특성을 이해하고 용강온도에 따른 승온작업을 수행할 수 있다.
- 정련과정에서 생성된 산화 슬래그와 용강 내 산화물의 탈산방법을 결정하고 수행할 수 있다.
- 강종의 특성에 따라 버블링(bubbling) 작업 시간을 결정하고 교반력을 조정할 수 있다.
- 용강온도 및 레이들 내의 상황을 판단하여 부원료를 분할 투입할 수 있다.

마) 온도·성분 확인하기

- 탈산제의 종류별 특성을 이해하고 용강과 슬래그(Slag)의 탈산상태를 확인할 수 있다.
- 용강의 성분과 온도를 확인하고 최종 목표 성분과 온도를 조절할 수 있다.
- 후공정 진행상태를 확인하여 레이들 이송여부를 결정할 수 있다.
- 보온재의 특성을 이해하고 용강보온 작업을 수행할 수 있다.

7) 진공 정련

가) 용강 준비하기

- 앞 공정에서 공급된 용강의 최종 정보를 확인할 수 있다.
- 진공설비에 용강 레이들을 안착할 수 있다.
- 강종별 진공정련에 필요한 자재를 준비할 수 있다.

나) 배재하기

- 슬래그 배재기의 특성을 이해하고 배재기를 조작할 수 있다.
- 슬래그의 조성과 물성을 이해할 수 있고 용강과 슬래그를 구분할 수 있다.
- 강종별 작업특성에 따라 슬래그 잔류량을 결정할 수 있고 배재 종료작업을 수행할 수 있다.

다) 부원료 준비하기

- 부원료의 품질특성을 이해하고 정련조업 기준에 맞는 부원료를 수급 관리할 수 있다.
- 부원료 이송 체계를 이해하고 저장 설비로 이송할 수 있다.
- 부원료 칭량, 투입 장치를 이해하고 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 용강 조건에 따라 부원료 품목 및 투입량을 결정할 수 있다.
- 부원료 성상 및 품질특성을 이해하여 저장설비 내 혼입여부를 육안으로 판단할 수 있다.

라) 진공조건 준비하기

- 냉각수와 스팀 유량을 확인하고 조절할 수 있다.
- 진공설비의 특성을 이해하고 단계별 진공도를 확인할 수 있다.
- 진공설비의 동작 상태를 확인할 수 있다.
- 누기(air leak)와 진공상태를 확인할 수 있다.
- 포러스 플러그의 개공 상태를 확인할 수 있다.

마) 정련하기

- 진공 조건을 확인하고 진공작업을 수행할 수 있다.
- 진공탈탄 원리를 이해하고 탈탄 수준별 필요 산소량을 계산할 수 있다.
- 용강온도 및 성분에 따라 진공처리를 진행할 수 있다.

- 승온재의 품질 특성을 이해하고 승온량에 따른 필요량을 계산하여 투입작업을 할 수 있다.
- 산소 취입 설비를 이해하고 조작할 수 있다.
- 취입할 산소량을 분배하여 효율적인 탈탄(C)반응을 유도할 수 있다.
- 반응 상황을 판단하여 산소취입 중지를 결정할 수 있다.

바) 탈가스하기

- 작업정보를 확인하고 온도를 측정하여 온도정보를 확인할 수 있다.
- 진공정련 설비의 특성을 이해하고 진공을 개시할 수 있다.
- 목표 진공도 별 유량을 설정하여 버블링을 시작할 수 있다.
- 환원탈류 정보를 확인하여 탈산제 투입량을 결정할 수 있다.
- 진공도에 따라 합금철을 결정하여 투입할 수 있다.
- 진공처리를 완료 할 수 있다.

사) 온도, 성분 확인하기

- 온도 측정 및 시료 채취로 온도 및 성분을 확인할 수 있다.
- 강종별 품질특성에 따라 성분관리를 할 수 있다.
- 후공정 주조작업의 특성과 공정 물류를 이해하여 출발온도를 산출할 수 있다.
- 냉각제별 냉각 특성을 이해하고 용강 냉각작업을 수행할 수 있다.
- 보온재의 특성을 이해하고 용강 보온작업을 수행할 수 있다.

8) 연속주조

가) 용강 준비하기

- 정련작업을 마친 용강을 확인하고 레이들을 연주기 스윙타워(swing tower) 또는 레이들 터렛(ladle turret)에 안착시킬 수 있다.
- 주조방법에 따라 필요한 자재를 준비하고 사용할 수 있다.
- 연연주의 작업 특성에 따른 준비작업을 할 수 있다.
- 용강의 성분, 온도 특성에 따른 준비작업을 할 수 있다.

나) 턴디시 준비하기

- 턴디시(tundish)를 점검하고 정비할 수 있다.
- 강종의 특성에 따라 연속주조 작업 기준에 맞게 턴디시와 침지노즐을 예열 할 수 있다.
- 턴디시를 주조 정위치로 이동하여 센터링(centering)작업을 할 수 있다.
- 턴디시의 예열상태를 판정하고 주조작업에 반영할 수 있다.

다) 주형 준비하기

- 생산제품의 규격에 맞도록 주형의 폭과 테이퍼(taper)를 조정하고 교체할 수 있다.
- 주형(mold)과 동판(copper plate) 상태를 점검하고 정비할 수 있다.
- 주형 냉각장치의 이상 유무를 판정하고 구조작업 진행을 판단할 수 있다.
- 주형과 가이드 롤(guide roll)의 배열상태를 측정하고 조정작업을 할 수 있다.
- 주형과 연속주조설비에 냉각수 투입작업으로 1차냉각, 2차냉각, 설비냉각을 수행 할 수 있다.
- 주형과 연속주조설비에 공급되는 냉각수의 수질과 온도, 압력, 유량을 관리하고 이상조치를 할 수 있다.

라) 더미 바 작업하기

- 구조폭에 맞는 더미 바 헤드(dummy-bar head)를 준비하고 교환할 수 있다.
- 주형 내로 더미 바(dummy-bar)를 삽입할 수 있다.
- 더미 바 헤드와 주형 동판사이의 실링(sealing)작업을 할 수 있다.
- 더미 바 인출속도를 조정할 수 있다.
- 더미 바를 분리하고 보관할 수 있다.

마) 구조하기

- 레이들(ladle)을 구조작업 위치로 이동하여 턴디시(tundish)에 용강을 공급하고 이를 주형에 공급할 수 있다.
- 스톱퍼(stopper)와 슬라이드 게이트(slide gate)의 작동원리를 이해하고 조작할 수 있다.
- 턴디시 용제와 몰드 플럭스(mold flux)의 역할과 재질을 이해하고 투입할 수 있다.
- 연속주조 전자장치(EMS, EMBR, ECLM, EMLI)의 특성을 숙지하고 구조작업에 적용할 수 있다.
- 주형과 연속주조설비에 공급되는 냉각수의 수질과 온도, 압력, 유량을 관리하고 조치할 수 있다.
- 강종 특성에 따라 냉각수 패턴 1차, 2차냉각을 조정할 수 있다.
- 마무리 캐핑(capping)작업으로 구조작업을 종료할 수 있다.
- 연속주조 작업 중 발생하는 이상 조업상황을 인지하고 조치할 수 있다.

바) 주편 절단하기

- 강종의 품질특성에 따라 주편의 처음 부분(top crop)과 끝 부분(tail crop) 길이를 결정할 수 있다.
- 주편 절단정보를 확인하여 주편을 절단할 수 있다.
- 비상 절단기를 이용하여 주편 절단정보를 확인하고 주편을 절단할 수 있다.
- 주편 절단 상태를 확인하고 주편 마킹(marking)을 할 수 있다.

사) 주편 정정하기

- 강종 및 규격에 따라 절단주편을 구분 관리할 수 있다.
- 주편 절단 길이와 표면 상태를 검사하고 판정할 수 있다.
- 강종별 품질 특성에 따라 주편 표면을 연마하고 가공할 수 있다.
- 강종의 특성에 따라 주편을 기준 온도로 보관하거나 후공정으로 이송할 수 있다.

9) 조괴

가) 주형 준비하기

- 주입방법에 맞는 정반 및 주형, 압탕케이스(hot top) 등의 상태를 파악할 수 있다.
- 정반면의 수평이 맞는지 판정하고 정반 홈 이 관리 규격에 맞는지 확인할 수 있다.
- 조괴품질 인자에 대해 이해하고 조립이 끝난 정반을 기준에 맞도록 관리할 수 있다.
- 조괴품질 인자에 대해 이해하고 주형내부를 기준에 맞도록 관리할 수 있다.
- 주입방법에 맞는 주형의 정치 작업을 할 수 있다.
- 주입방법에 따라 주입준비 작업을 수행할 수 있다.
- 주입 중 용강 재산화의 영향을 이해하고 공기 차단 방법을 적용할 수 있다.

나) 부자재 준비하기

- 강괴 표면 가공을 이해하고 표면 미려재를 준비할 수 있다.
- 발열재와 보온재의 특성을 이해하고 작업 강종에 맞는 보온재와 발열재를 준비할 수 있다.
- 부자재의 품질특성을 이해하고 저장 및 제습관리 등을 수행할 수 있다.

다) 용강 준비하기

- 앞 공정에서 공급된 용강을 이동하여 조괴 주입용 주입관 위에 조정할 수 있다.
- 본 작업 전에 준비된 용강의 노즐 개공 상태를 확인할 수 있다.
- 필터의 품질특성을 이해하고 필터 제거작업을 수행할 수 있다.
- 용강 재산화의 영향을 이해하고 몰드내 불활성가스(Ar)를 이용하여 실링 작업을 수행할 수 있다.
- 슬라이딩 노즐의 구조를 이해하고 작동 여부를 확인할 수 있다.

라) 주입하기

- 주입 전 주입방법을 확인하고 용강조건에 따라 주입높이를 적용할 수 있다.
- 강종 및 용강조건에 따라 주입속도를 조절하며 용강을 주형에 주입할 수 있다.
- 몰드 내 용강 높이 상승 상태를 확인하며 주입방법별 주입속도 조절을 할 수 있다.
- 주입 중 나탕 발생의 영향을 이해하고 나탕이 발생 시 주입방법별 조치를 취할 수 있다.

- 발열재의 특성을 이해하고 압탕 도달 시 주입속도를 조절하며 발열재량을 결정하고 투입할 수 있다.
- 보온재의 특성을 이해하고 압탕 상부에 보온재를 투입할 수 있다.
- 주입이상 상황을 이해하고 원인파악 및 조치를 취할 수 있다.
- 하주법과 상주법, 진공조괴법의 작업특성을 이해하고 적합한 주입방법을 선택할 수 있다.

마) 강괴 인발하기

- 강괴(Ingot) 형태별 인발시간 기준을 이해하고 기준에 맞게 인발할 수 있다.
- 압탕 상부 용강의 응고 상태를 확인 후 인발작업 시기를 결정할 수 있다.
- 강괴 온도관리에 따른 품질 영향도를 이해하고 강종 기준에 맞게 강괴 온도관리를 할 수 있다.

바) 레이들 준비하기

- 레이들 사용 정보를 확인하고 조괴 조건에 맞는 수강레이들을 준비할 수 있다.
- 레이들 작동 상태 및 내화물을 점검하여 사용 여부를 결정할 수 있다.
- 노즐 충전재 특성을 이해하고 투입여부를 확인할 수 있다.
- 출강 시기에 맞추어 수강레이들을 준비하여 공급할 수 있다.

10) 제강 품질 관리

가) 재발방지 대책 수립하기

- 공정이 선공정인 경우에는 작업표준에 의거하여 공정이나 원료 공급회사에 통보하여 시정 및 조치를 요청할 수 있다.
- 공정이 자체 공정인 경우 각종 기구, 도구, 노하우, 작업조건 변경 등을 활용하여 발생 원인을 제거할 수 있다.
- 새로운 조업기술과 작업공정 조건의 설정을 위해 연구소나 관련 팀에 기술개발을 의뢰할 수 있다.
- 새로운 도구, 분석장치 및 측정기구 등의 설치 및 도입을 할 수 있다.
- 공학적 지식을 바탕으로 관련 절차에 따라 관리 포인트를 반영할 수 있다.

나) 표준화 반영하기

- 새로운 작업조건이 설정된 경우 작업표준의 제·개정 등을 할 수 있다.
- 새로운 장비나 기기가 도입된 경우 작업표준서의 제·개정 등을 할 수 있다.
- 관련 규정에 따라 지속적 관리를 위해 품질 관리시스템에 관리 포인트를 반영할 수 있다.
- 변경된 사항을 새로운 코드의 생성과 설계시스템에 반영할 수 있다.

11) 제강 설비 관리

가) 설비점검하기

- 일상, 정기적으로 시정각을 통해 관련 설비의 작동 상태, 이상 유무를 파악할 수 있다.
- 설비매뉴얼에 따라 설비의 성능과 점검 포인트를 파악하고 이상 유무를 확인할 수 있다.
- 설비매뉴얼에 따라 설비의 작동범위, 스펙, 작동 순서 등을 파악할 수 있다.

나) 설비 유지·보수하기

- 각종 매뉴얼에 따라서 설비의 점검을 실시하고 교체 주기에 따라 교체할 수 있다.
- 설계 스펙을 정확히 파악하여 설비 관리방안에 따라 교체, 보수할 수 있다.
- 설비 성능을 정확히 이해하여 설비 성능을 향상하기 위한 개선 및 개조를 할 수 있다.
- 각종 설비 부품(spare part)의 수급 가능 여부를 파악하여 부품을 관리할 수 있다.
- 설비의 수리작업 시 전체 공정에서 작업 순서를 관리할 수 있다.

다) 급유·급지하기

- 각종 매뉴얼에 따라 설비의 급유, 급지 포인트를 파악할 수 있다.
- 매뉴얼에 따라 각종 그리스의 종류와, 오일의 종류를 분별할 수 있다.
- 매뉴얼에 따라 각 설비의 급유, 급지 주기를 이해하고 준수하여 관리할 수 있다.
- 매뉴얼에 따라 자동 그리스 급지 시스템을 파악하고, 수동 그리스 급지를 관리할 수 있다.
- 급유·급지 주기, 소요량에 따른 재고관리를 할 수 있다.

라) 설비 이상 시 조치하기

- 설비의 비정상상태를 파악하고 작업표준에 따라 관련 설비를 제어하고 관리할 수 있다.
- 설비의 비정상상태가 전후공정에 미치는 영향을 파악하고 대응방안을 수립할 수 있다.
- 설비매뉴얼 및 스펙에 따라 설비의 성능과 작동순서를 파악할 수 있다.

12) 제강 환경 안전 관리

가) 위험성 평가하기

- 작업표준서에 명시된 단위작업과 요소작업에 대해 작업자의 불안전한 행동, 작업방법과 불안전설비 상태를 파악하고 위험요소를 파악할 수 있다.
- 단위작업과 요소작업의 위험을 빈도, 강도를 계산하여 위험도를 정할 수 있다.
- 정해진 위험도 중 작업에 영향을 크게 미치는 위험에 대해 대책을 수립하고 개선할 수 있다.
- 개선사항을 작업표준과 작업에 적용할 수 있다.

나) 환경안전수칙 이행하기

- 환경안전수칙에 의한 안전보호구 착용 및 안전장치를 설치할 수 있다.
- 작업표준과 안전보건 직무지침 등 환경안전수칙을 숙지하여 이행할 수 있다.
- 환경안전수칙 및 안전점검 결과를 직원 환경안전교육에 활용할 수 있다.
- 위험 취약개소 작업 시 안전조치 상태를 확인하고 안전작업을 할 수 있다.
- 환경안전수칙 이행을 위한 환경 안전 관리 조직과 시스템을 운용할 수 있다.

다) 환경안전점검하기

- 일상점검 및 수시점검을 통하여 환경안전사고를 예방할 수 있는 조치를 취할 수 있다.
- 과거 환경안전사고 발생지역이나 유사사고 발생 가능 장소를 인지하여 집중점검을 할 수 있다.
- 환경안전 점검한 결과는 환경안전장치와 대책을 수립하고, 환경안전일지에 등록하여 관리할 수 있다.
- 환경안전점검 체크리스트를 작성하여 안전점검과 안전진단을 할 수 있다.
- 환경 안전 관리 조직을 운용하여 정기적으로 안전점검을 실시할 수 있다.

라) 산업안전보건기준 이행하기

- 안전 및 환경관련 법규에 따라 제 항목에 대한 적절한 관리를 할 수 있다.
- 안전 및 환경 설비는 설비매뉴얼에 따라 가동하고 정비할 수 있다.
- 안전 및 환경관련 법규에 따라 긴급 상황 발생 시, 비상조치 절차를 마련하고, 그 조치를 할 수 있다.
- MSDS(물질안전보건자료)관련 지식을 알고 취급상의 작업자 안전을 확보할 수 있다.

3. 교수·학습

가. 학생의 학업 성취수준이나, 학과의 특성에 따라 내용을 재구성하여 지도한다.

나. 모든 영역에서 실험·실습 등의 실무 능력의 연계된 학습을 위해 설비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다. 실습 설비가 부족하거나 단위 시간과의 문제가 있으면 조별 실습, 순환 실습 등을 통하여 실습 장비 가동률을 높이고 학생들의 실습 시간을 확보하는 방안을 강구하도록 한다.

다. 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 도구 및 선반의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.

- 라. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 마. 작업장의 안전사고 및 대처 요령을 지도하여야 하며, 보호 장비의 착용을 확인하고, 환기가 정상적으로 이루어지는 상태에서 작업할 수 있도록 지도한다.
- 바. 제강직무와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상시킬 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 그 수행 정도를 평가한다.
- 4) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 5) 실기 평가에서 최종 산출된 제품뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가로는 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고 완성된 과제물은 실기 평가 기준(공구 및 장비의 활용 능력, 용접 결함의 정도, 문제 해결력, 숙련도 등)에 따라 항목별로 평가하도록 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
제강 고객요구 사항 파악	고객 요구조건 및 제품원가 검토하기를 잘 이해하고 설명 할 수 있으며 납기 결정하기를 능숙하게 수행할 수 있다. 종합적으로 제강 고객요구 사항 파악에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 잘 수행할 수 있다.	고객 요구조건 및 제품원가 검토하기를 이해하고 설명 할 수 있으며 납기 결정하기를 수행할 수 있다. 종합적으로 제강 고객요구 사항 파악에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	고객 요구조건 및 제품원가 검토하기를 이해하고 설명 할 수 있으며 납기 결정하기를 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 제강 고객요구 사항 파악에 대하여 설명하면서 수행할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
제강 제품설계	품질 및 소재 설계하기를 잘 이해하고 있으며 설명할 수 있다. 생산공정 결정하기 및 생산계획 수립하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 제강 제품설계에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 잘 설계할 수 있다.	품질 및 소재 설계하기를 이해하고 있으며 설명할 수 있다. 생산공정 결정하기 및 생산계획 수립하기를 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 제강 제품설계에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 설계할 수 있다.	품질 및 소재 설계하기를 이해하고 있으며 설명할 수 있다. 생산공정 결정하기 및 생산계획 수립하기를 이해하고 설명할 수 있으며 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 제강 제품설계에 대하여 설명하면서 설계할 수 있다.
용선 예비처리	용선 준비하기 및 탈규(De-Si) 작업하기를 잘 이해하고 설명할 수 있고, 탈인(De-P) 및 탈황(De-S) 작업하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 슬래그 배재하기를 능숙하게 수행할 수 있다. 종합적으로 용선 예비처리에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 잘 처리할 수 있다.	용선 준비하기 및 탈규(De-Si) 작업하기를 이해하고 설명할 수 있고, 탈인(De-P) 및 탈황(De-S) 작업하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 슬래그 배재하기를 수행할 수 있다. 종합적으로 용선 예비처리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 처리할 수 있다.	용선 준비하기 및 탈규(De-Si) 작업하기를 이해하고 설명할 수 있고, 탈인(De-P) 및 탈황(De-S) 작업하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 슬래그 배재하기를 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 용선 예비처리에 대하여 설명하면서 처리할 수 있다.
전로 조업	원료 장입 및 부원료 투입하기를 잘 이해하고 있으며, 열정산 및 산소취입하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 출강 및 노 보수하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 레이드 준비하기를 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 전로 조업에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 잘 설명하면서 조업할 수 있다.	원료 장입 및 부원료 투입하기를 이해하고 있으며, 열정산 및 산소취입하기를 이해하고 설명할 수 있다. 출강 및 노 보수하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 레이드 준비하기를 수행할 수 있다. 종합적으로 전로 조업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 조업할 수 있다.	원료 장입 및 부원료 투입하기를 이해하고 있으며, 열정산 및 산소취입하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 출강 및 노 보수하기를 이해하고 있으며, 레이드 준비하기를 수행할 수 있다. 종합적으로 전로 조업에 대하여 설명하면서 조업할 수 있다.
전기로 조업	노 보수하기 및 원료 장입하기를 잘 이해하고 있으며, 용해 및 정련하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 출강 및 레이드 준비하기를 능동적으로 잘 수행할 수 있다. 종합적으로 전기로 조업에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 잘 설명하면서 조업할 수 있다.	노 보수하기 및 원료 장입하기를 이해하고 있으며, 용해 및 정련하기를 이해하고 설명할 수 있다. 출강 및 레이드 준비하기를 수행할 수 있다. 종합적으로 전기로 조업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 조업할 수 있다.	노 보수하기 및 원료 장입하기를 이해하고 있으며, 용해 및 정련하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 출강 및 레이드 준비하기를 수행할 수 있다. 종합적으로 전기로 조업에 대하여 설명하면서 조업할 수 있다.
LF 정련	용강 준비 및 배재하기를 잘 이해하고 설명할 수 있고, 부원료 준비 및 정련하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 온도, 성분 확인하기를 능동적으로 잘 수행할 수 있다. 종합적으로 LF 정련에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 잘 설명하면서 정련할 수 있다.	용강 준비 및 배재하기를 이해하고 설명할 수 있고, 부원료 준비 및 정련하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 온도, 성분 확인하기를 수행할 수 있다. 종합적으로 LF 정련에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 정련할 수 있다.	용강 준비 및 배재하기를 이해하고 설명할 수 있고, 부원료 준비 및 정련하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며, 온도, 성분 확인하기를 수행할 수 있다. 종합적으로 LF 정련에 대하여 설명하면서 정련할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
진공 정련	용강 준비 및 배제하기를 잘 이해하고 설명할 수 있고, 부원료 준비 및 진공조건 준비를 잘 이해하고 능동적으로 수행할 수 있다. 정련, 탈가스하기를 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 온도, 성분, 확인을 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 진공 정련에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 잘 정련할 수 있다.	용강 준비 및 배제하기를 이해하고 설명할 수 있고, 부원료 준비 및 진공조건 준비를 이해하고 수행할 수 있다. 정련, 탈가스하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 온도, 성분, 확인을 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 진공 정련에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 정련할 수 있다.	용강 준비 및 배제하기를 이해하고 설명할 수 있고, 부원료 준비 및 진공조건 준비를 이해하고 부분적으로 수행할 수 있다. 정련, 탈가스하기를 이해하고 설명하며 대략적으로 수행할 수 있다. 온도, 성분, 확인을 이해하고 설명하며 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 진공 정련에 대하여 설명하면서 정련할 수 있다.
연속주조	용강 준비 및 턴디시 준비하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 주형준비 및 더미바 작업하기를 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 주조 및 주편 절단하기와 주편 정정하기를 잘 이해하고 설명하며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 연속 주조에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 잘 설명하면서 주조 할 수 있다.	용강 준비 및 턴디시 준비하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 주형준비 및 더미바 작업하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 주조 및 주편 절단하기와 주편 정정하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 연속 주조에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 주조 할 수 있다.	용강 준비 및 턴디시 준비하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며, 주형준비 및 더미바 작업하기를 이해하고 설명하며 대략적으로 수행할 수 있다. 주조 및 주편 절단하기와 주편 정정하기를 이해하며 부분적으로 설명할 수 있고 수행할 수 있다. 종합적으로 연속 주조에 대하여 설명하면서 주조 할 수 있다.
조괴	주형 준비 및 부자재 준비하기를 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 용강 준비 및 주입하기를 잘 이해하고 설명하며, 강괴 인발 및 레이들 준비를 잘 이해하고 설명하며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 조괴에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 작업할 수 있다.	주형 준비 및 부자재 준비하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 용강 준비 및 주입하기를 이해하고 설명하며, 강괴 인발 및 레이들 준비를 이해하고 설명하며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 조괴에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 작업할 수 있다.	주형 준비 및 부자재 준비하기를 이해하고 설명하며 부분적으로 수행할 수 있다. 용강 준비 및 주입하기를 이해하며 부분적으로 설명할 수 있고, 강괴 인발 및 레이들 준비를 이해하고 설명하며 대략적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 조괴에 대하여 설명하면서 작업할 수 있다.
제강 품질 관리	불량판정 및 불량 원인 분석하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 재발방지 대책 수립 및 표준화 방영하기를 잘 이해하고 설명하며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 제강 품질 관리에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 잘 관리할 수 있다.	불량판정 및 불량 원인 분석하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 재발방지 대책 수립 및 표준화 방영하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 제강품질 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	불량판정 및 불량 원인 분석하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며, 재발방지 대책 수립 및 표준화 방영하기를 이해하고 부분적으로 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 제강품질 관리에 대하여 설명하면서 관리할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
제강 설비 관리	설비점검 및 설비 유지·보수하기를 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있고, 급유 금지 및 설비 이상시 조치하기를 잘 이해하고 설명하며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 제강설비 관리에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 잘 설명하면서 관리할 수 있다.	설비점검 및 설비 유지·보수하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있고, 급유 금지 및 설비 이상시 조치하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 제강설비 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	설비점검 및 설비 유지·보수하기를 이해하고 부분적으로 설명하며 수행할 수 있고, 급유 금지 및 설비 이상시 조치하기를 이해하고 대략적으로 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 제강설비 관리에 대하여 설명하면서 관리할 수 있다.
제강 환경 안전 관리	위험성 평가 및 환경안전수칙 이해하기를 잘 설명할 수 있고, 환경안전 점검 및 산업안전보건기준 이행하기를 잘 숙지하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 제강 환경 안전 관리에 대하여 다른 사람에게 예를 들어 설명하면서 잘 관리 할 수 있다.	위험성 평가 및 환경안전수칙 이해하기를 설명할 수 있고, 환경안전 점검 및 산업안전보건기준 이행하기를 숙지하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 제강 환경 안전 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리 할 수 있다.	위험성 평가 및 환경안전수칙 이해하기를 부분적으로 설명할 수 있으며, 환경안전점검 및 산업안전보건기준 이행하기를 부분적으로 숙지하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 제강 환경 안전관리에 대하여 설명하면서 관리 할 수 있다.

[실무 과목]

4. 금속 열처리

1. 성격 및 목표

가. 성격

금속 열처리는 소재 및 부품의 기계적·물리적·화학적 특성을 부여하기 위하여 가열, 유지 및 냉각 공정을 설계하는 일이다.

우리나라 산업의 근간을 이루는 뿌리산업으로, 제조업 전반에 걸쳐 기반 역할을 하고 있고, 타 산업과의 연계성이 높아, 최종 제품의 품질과 성능을 결정하는 중요한 생산기반기술로 부각되고 있으며, 첨단 산업의 경쟁력 강화에도 기여도가 큰 산업이다.

뿌리산업은 미래 첨단기술을 뒷받침하는 중추적 역할을 담당할 것으로, 제조업 경쟁력 강화 및 일자리 창출을 위한 중요 산업으로 육성 발전시켜 나가야 할 산업이다.

이 교과는 열처리에 대한 기초 지식과 기술을 습득시켜, 금속 재료의 기계적·물리적·화학적 성질을 개선하여 소비자가 원하는 특성 금속 성질을 부여하는 능력을 기르기 위한 것으로 이수해야 할 내용은 생산계획, 공정, 열처리, 품질평가, 부적합품관리, 생산설비 관리, 안전관리에 필요한 능력 등이다.

나. 목표

주어진 일감에 따른 열처리 생산계획 수립, 공정관리, 일반열처리, 표면경화열처리, 표면개질열처리, 특수열처리, 품질평가 및 부적합품 관리, 생산설비 관리, 작업 안전관리에 요구되는 능력 등을 활용하여 기계, 조선, 차량, 플랜트, 교량 등 산업체에 전반적으로 적용할 수 있는 열처리 수행능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘금속 열처리’ 과목은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키고, 산업 현장의 산업 설비 분야에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
열처리 공정관리 (1601030302_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 열처리 공정 선정하기 • 열처리 작업조건 선정하기 • 열처리 전·후처리 작업방법 선정하기 • 열처리 검사기준서 설정하기 • 열처리 이력 관리하기
일반열처리 (1601030303_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 퀀칭 처리하기 • 템퍼링 처리하기 • 풀림 처리하기 • 노멀라이징 처리하기 • 후처리 작업하기
표면경화열처리 (1601030304_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 침탄 열처리하기 • 질화 열처리하기 • 고주파 유도경화 열처리하기 • 화염경화 열처리하기
표면개질 열처리 (1601030305_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 열처리설비 상태 확인하기 • 전처리 작업하기 • PVD열처리 작업하기 • CVD열처리 작업하기 • 열처리설비 관리하기
특수열처리 (1601030306_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 진공열처리하기 • 항온열처리하기 • 심랭처리하기 • 염욕열처리하기
열처리 품질평가 (1601030307_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 로트별 시료 채취하기 • 검사시편 제작하기 • 열처리 품질 검사하기
열처리 부적합품 관리 (1601030308_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 부적합품 격리하기 • 부적합품 응급조치하기 • 부적합품 정상화 응급조치하기
열처리 생산설비 관리 (1601030309_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 설비 점검 기준 작성하기 • 설비 보전사항 기록하기 • 설비 보수하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
열처리 작업 안전관리 (1601030310_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 사고 예방하기 • 작업안전 수행하기 • 응급조치하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 열처리 공정관리

가) 열처리 공정 선정하기

- 소재의 열처리 특성에 따라 열처리방안을 선정할 수 있다.
- 고객이 요구하는 소재별 부품의 성질에 따라 열처리 작업 방법을 결정할 수 있다.
- 생산성을 고려하여 지그를 제작할 수 있다.

나) 열처리 작업조건 선정하기

- 소재특성에 맞는 최적의 열처리 온도와 냉각제를 선택할 수 있다.
- 제품의 품질규격을 만족할 수 있는 가열속도와 유지시간을 선정할 수 있다.
- 소재 특성에 맞는 보호 분위기 관리와 열처리 조건을 선정할 수 있다.

다) 열처리 전·후처리 작업방법 선정하기

- 전·후처리공정을 설계할 수 있다.
- 설계된 열처리 전·후처리공정에 따라 세척, 마스킹, 각인 등 작업을 선정할 수 있다.
- 전·후처리에 사용되는 물질의 MSDS(물질안전보건자료)에 준하여 취급요령서 작성과 작업 방법을 설정할 수 있다.
- 전·후처리설비 관리 매뉴얼에 따라 설비를 유지할 수 있다.

라) 열처리 검사기준서 설정하기

- 제품의 도면에 준하여 적합한 검사방법을 설정하여 검사기준서를 작성할 수 있다.
- 규격에 적합한 검사기기와 방법을 선정할 수 있다.
- 제품의 종류에 따라 파괴검사와 비파괴검사로 구분할 수 있다.
- 외관 및 청정도 등의 정성적인 오차를 줄이기 위하여 표준시편을 준비할 수 있다.

마) 열처리 이력 관리하기

- 열처리 로트별 요구사양을 관리할 수 있다.
- 로트별 작업이력을 관리할 수 있다.

- 로트별 품질평가이력을 관리할 수 있다.
- 전체적인 공정흐름을 관리할 수 있다.

3) 일반열처리

가) 퀀칭 처리하기

- 퀀칭로 점검표 및 매뉴얼에 따라 설비 가동상태를 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 작업조건을 확인한 후 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 퀀칭작업을 수행할 수 있다.
- 냉각제를 관리할 수 있다.
- 퀀칭로에 이상이 발생되면 응급조치 매뉴얼에 따라 응급조치한 후 신속히 보고할 수 있다.

나) 템퍼링 처리하기

- 템퍼링로 점검표 및 매뉴얼에 따라 설비 가동상태를 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 작업조건을 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 템퍼링작업을 수행할 수 있다.
- 템퍼링로에 이상이 발생되면 응급조치 매뉴얼에 따라 응급조치한 후 신속히 보고할 수 있다.

다) 풀림 처리하기

- 풀림로 점검표 및 매뉴얼에 따라 설비 가동상태를 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 작업조건을 확인한 후 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 풀림작업을 수행할 수 있다.
- 풀림로에 이상이 발생되면 응급조치 매뉴얼에 따라 응급조치한 후 신속히 보고할 수 있다.

라) 노멀라이징 처리하기

- 노멀라이징로 점검표 및 매뉴얼에 따라 설비 가동상태를 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 작업조건을 확인한 후 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 노멀라이징작업을 수행할 수 있다.
- 노멀라이징로에 이상이 발생되면 응급조치 매뉴얼에 따라 응급조치한 후 신속히 보고할 수 있다.

마) 후처리 작업하기

- 작업표준서에 따라 지정된 후처리공정을 수행할 수 있다.
- 물질안전보건자료에 준하여 후처리를 관리할 수 있다.
- 안전보호구를 착용하고 후처리 작업을 수행할 수 있다.
- 후처리설비를 관리할 수 있다.

3) 표면경화열처리

가) 침탄 열처리하기

- 설비점검표 및 설비 매뉴얼에 따라 설비 가동상태를 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 작업조건을 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 침탄로에 장입하고 열처리 작업을 수행할 수 있다.
- 탄소농도관리를 기록할 수 있다.
- 설비의 이상이 발생되면 응급조치 매뉴얼에 따라 응급조치한 후 신속히 보고할 수 있다.

나) 질화 열처리하기

- 설비점검표 및 설비 매뉴얼에 따라 설비 가동상태를 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 작업조건을 확인한 후 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 질화로에 장입하고 열처리 작업을 수행할 수 있다.
- 암모니아가스 해리도를 기록할 수 있다.
- 설비에 이상이 발생되면 응급조치 매뉴얼에 따라 응급조치한 후 신속히 보고할 수 있다.

다) 고주파 유도경화 열처리하기

- 제품 경화층 깊이에 따라 고주파유도 발생장치를 선택할 수 있다.
- 제품의 형상에 적합한 유도자를 제작할 수 있다.
- 설정된 열처리 사이클을 기록할 수 있다.
- 냉각수를 관리할 수 있다.

라) 화염경화 열처리하기

- 재료의 형상에 적합한 화구를 제작할 수 있다.
- 경화층 깊이에 따라 화구의 이송속도를 설계할 수 있다.
- 경화층 깊이에 따라 냉각 이송속도를 설계할 수 있다.
- 설정된 열처리 사이클을 기록할 수 있다.
- 열원으로 사용되는 가스를 관리할 수 있다.

4) 표면개질 열처리

가) 열처리설비 상태 확인하기

- 설비점검표에 따라 각종 계측기 확인 요령을 파악하여 설비의 가동상태를 기록할 수 있다.
- 설비 작동에 필요한 필수사항의 기초지식을 파악하여 설비 가동상태를 기록할 수 있다.
- 설비점검표에 따라 부대설비 및 보조장치와 열원 및 냉각제의 이상 유무를 기록할 수 있다.

나) 전처리 작업하기

- 작업표준서에 따라 작업조건을 관리할 수 있다.
- 부품사양 및 작업표준서에 따라 표면개질열처리 조건을 기록할 수 있다.
- 설비 관리 절차서에 따라 설비작동에 필요한 계측기 검교정을 실시할 수 있다.
- 설비에 이상이 발생되면 응급조치 후 즉시 조치할 수 있다.

다) PVD 열처리 작업하기

- PVD설비 점검표 및 매뉴얼에 따라 설비 가동상태를 점검할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 작업조건을 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 PVD설비에 장입하고 열처리 작업을 수행할 수 있다.
- PVD설비에 이상이 발생되면 응급조치 매뉴얼에 따라 신속히 보고할 수 있다.

라) CVD열처리 작업하기

- CVD설비 점검표 및 매뉴얼에 따라 설비 가동상태를 점검할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 작업조건을 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 CVD설비에 장입하고 열처리 작업을 수행할 수 있다.
- CVD설비에 이상이 발생되면 응급조치 매뉴얼에 따라 신속히 보고할 수 있다.

마) 열처리설비 관리하기

- 설비 관리 절차서에 따라 설비의 각종 계측기 작동 상태를 점검할 수 있다.
- 설비 관리 절차서에 따라 설비를 관리할 수 있다.
- 작업 후 제품의 성능유지 및 향상을 위하여 설비를 관리할 수 있다.
- 작업 중 분위기가스, 진공도를 기록할 수 있다.

5) 특수열처리

가) 진공열처리하기

- 진공로 점검표 및 매뉴얼에 따라 설비 가동상태를 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 작업조건을 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 진공로에 장입하고 진공도를 확인한 후 열처리 작업을 수행할 수 있다.
- 진공로에 이상이 발생되면 응급조치 매뉴얼에 따라 응급조치하고 신속히 보고할 수 있다.

나) 항온열처리하기

- 항온열처리로 점검표 및 매뉴얼에 따라 설비 가동상태를 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 작업조건을 기록할 수 있다.

- 작업표준서에 따라 항온열처리 작업을 수행할 수 있다.
- 항온용 냉매를 관리할 수 있다.

다) 심랭처리하기

- 심랭처리로 점검표 및 매뉴얼에 따라 설비 가동상태를 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 작업조건을 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 심랭처리 작업을 수행할 수 있다.
- 심랭처리제를 관리할 수 있다.

라) 염욕열처리하기

- 염욕로 점검표 및 매뉴얼에 따라 설비 가동상태를 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 작업조건을 기록할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 염욕열처리 작업을 수행할 수 있다.
- 염욕을 관리할 수 있다.

6) 열처리 품질평가

가) 로트별 시료 채취하기

- 고객의 요구조건에 따라 로트별 편차가 발생되지 않도록 시료를 채취할 수 있다.
- 표준작업 절차서에 따라 제품의 시편 부위를 선택하여 시료를 채취할 수 있다.
- 특수한 경우 검사용 시료를 협의하여 채취할 수 있다.

나) 검사시편 제작하기

- 소재의 특성과 고객의 요구에 맞는 부분을 채취할 수 있다.
- 검사기준서에 따라 시편을 제작할 수 있다.
- 대형제품의 경우 검사용 시편을 협의하여 제작할 수 있다.

다) 열처리 품질 검사하기

- 장비관리 절차서에 따라 영점을 확인할 수 있다.
- 검사기준서에 따라 정해진 부위의 제품치수를 측정할 수 있다.
- 검사기준서에 따라 기계적 성질 및 고객 요구특성을 검사할 수 있다.
- 검사기준서에 따라 정해진 비파괴검사를 할 수 있다.
- 검사기준서에 따라 금속조직과 결함을 검사할 수 있다.

7) 열처리 부적합품 관리

가) 부적합품 격리하기

- 부적합품이 발생하면 식별표를 부착하고 이동과 혼입을 방지할 수 있는 조치를 취할 수 있다.
- 부적합품의 공정혼입을 방지하기 위해 별도의 지정된 장소에 보관하는 조치를 취할 수 있다.
- 부적합품 사항에 대한 원인조사 및 재발방지대책을 세울 수 있다.
- 부적합품의 이력을 관리할 수 있다.

나) 부적합품 응급조치하기

- 재작업 여부를 품질 관리 책임자에게 보고할 수 있다.
- 특별채용 여부를 품질 관리 책임자에게 보고할 수 있다.
- 특별 채용된 제품은 고객이 요구하는 품질수준을 충족하는지 여부를 판단할 수 있다.

다) 부적합품 정상화 응급조치하기

- 이상발생 보고서를 바탕으로 관련부서와 협의하여 재처리 작업기준서를 작성할 수 있다.
- 정상제품이 되기 전까지는 응급조치 및 공정시행을 위한 행동지침서를 배부할 수 있다.
- 재처리 작업기준서에 따라 재작업 된 제품은 검사기준서에 따라 검사할 수 있다.

8) 열처리 생산설비 관리

가) 설비 점검 기준 작성하기

- 생산설비 및 부대설비의 점검기준서에 맞는 설비점검표를 작성할 수 있다.
- 점검기준서에 따라 열처리로와 부대설비에 대한 설비예방보전계획을 수립할 수 있다.
- 점검기준서에 따라 설비 이상의 원인과 재발방지대책을 수립할 수 있다.

나) 설비 보전사항 기록하기

- 설비점검표에 따라 점검하고 보전내용을 기록할 수 있다.
- 설비의 정상상태를 규정화하여 가동이력관리를 주기적으로 보전할 수 있다.
- 설비의 예비부품을 준비할 수 있다.

다) 설비 보수하기

- 설비 관리 매뉴얼에 따라 설비 부품의 교체주기에 맞추어 설비부품을 교체할 수 있다.
- 설비 중 측정 장비는 검·교정 주기에 따라 교정할 수 있다.
- 설비에비품을 확보하여 응급조치가 가능한 상태를 유지할 수 있다.
- 설비보수 시 작업매뉴얼에 따라 안전사항을 점검하고 보수작업을 실시할 수 있다.
- 설비예방보전계획을 수립하여 사전에 이상 발생 부위에 대해 조치할 수 있다.
- 설비의 유효성을 평가하고 최적의 조건을 유지하도록 관리할 수 있다.

9) 열처리 작업 안전관리

가) 사고 예방하기

- 작업개시 전에 규정된 보호 장구를 착용할 수 있다.
- 고열, 소음, 분진 등의 노출에 대한 대책을 수립할 수 있다.
- 분위기가스 취급방법에 따라 점검할 수 있다.
- 정기적인 현장 안전관리를 점검할 수 있다.
- 위험요소는 사전에 파악하여 격리할 수 있다.

나) 작업안전 수행하기

- 해당 사업장의 안전기준에 따라 안전보호구를 착용할 수 있다.
- 해당 사업장의 안전기준을 준수할 수 있다.
- 안전사항을 숙지하고, 작업자에게 효과적인 방법과 태도로서 전달할 수 있다.
- 주기적 또는 비정기적으로 작업장 내의 안전지침 수행 상황을 점검할 수 있다.

다) 응급조치하기

- 안전사고 대처 매뉴얼을 비치할 수 있다.
- 안전사고 발생 시 행동요령에 따라 신속히 대응할 수 있다.
- 사고의 원인을 객관적이고 예방적인 관점에서 분석할 수 있다.

3. 교수·학습

가. 학생의 학업 성취수준이나, 학과의 특성에 따라 내용을 재구성하여 지도한다.

나. 모든 영역에서 실험·실습 등의 실무 능력의 연계된 학습을 위해 설비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다. 실습 설비가 부족하거나 단위 시간과의 문제가 있으면 조별 실습, 순환 실습 등을 통하여 실습 장비 가동률을 높이고 학생들의 실습 시간을 확보하는 방안을 강구하도록 한다.

다. 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 공구 및 선반의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.

라. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.

- 마. 작업장의 안전사고 및 대처 요령을 지도하여야 하며, 보호 장비의 착용을 확인하고, 환기가 정상적으로 이루어지는 상태에서 작업할 수 있도록 지도한다.
- 바. 열처리와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 그 수행 정도를 평가한다.
- 4) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달 하는 상황을 평가한다.
- 5) 실기 평가에서 최종 산출된 제품뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가에서 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고 완성된 과제물은 실기 평가 기준에 따라 항목별로 평가하도록 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
열처리 공정관리	열처리공정 선정 및 열처리 작업조건 선정하기를 잘 이해하고 있으며, 설명 할 수 있으며, 열처리 전,후처리 작업방법 선정 및 열처리 검사 기준서 설정하기를 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 열처리 로트 관리 및 이력 관리를 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 열처리 공정관리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 관리할 수 있다.	열처리 공정 선정 및 열처리 작업조건 선정하기를 이해하고 설명 할 수 있으며, 열처리 전,후처리 작업 방법 선정 및 열처리 검사 기준서 설정하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 열처리 로트 관리 및 열처리 이력 관리를 이해하고 설명 할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 열처리공정관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	열처리공정 선정 및 열처리 작업조건 선정하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며, 열처리 전,후처리 작업방법 선정 및 열처리 검사 기준서 설정하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 열처리 로트 관리 및 이력 관리를 이해하고 설명 할 수 있다. 종합적으로 열처리공정관리에 대하여 설명하면서 관리할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
일반열처리	퀵칭 처리 및 템퍼링 처리를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 풀림 처리 및 노멀라이징 처리를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 후처리 작업을 잘 수행할 수 있다. 종합적으로 일반열처리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 수행할 수 있다.	퀵칭 처리 및 템퍼링 처리를 이해하고 설명할 수 있으며, 풀림 처리 및 노멀라이징 처리를 이해하고 설명할 수 있다. 후처리 작업을 수행할 수 있다. 종합적으로 일반열처리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	퀵칭 처리 및 템퍼링 처리를 이해하고 설명할 수 있으며, 풀림 처리 및 노멀라이징 처리를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 후처리 작업을 대략적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 일반열처리에 대하여 설명하면서 수행할 수 있다.
표면경화 열처리	침탄 및 질화 열처리를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 능동적으로 수행할 수 있다. 고주파 유도경화 열처리 및 화염경화 열처리하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 표면경화열처리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 잘 설명하면서 작업할 수 있다.	침탄 및 질화 열처리를 이해하고 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 고주파 유도경화 열처리 및 화염경화 열처리하기를 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 표면경화열처리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 작업할 수 있다.	침탄 및 질화 열처리를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 고주파 유도경화 열처리 및 화염경화 열처리하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 표면경화열처리에 대하여 설명하면서 작업할 수 있다.
표면개질 열처리	열처리설비 상태 확인 및 전처리 작업을 잘 이해하고 설명할 수 있다. PVD열처리작업 및 CVD열처리작업을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 열처리설비 관리를 잘 수행할 수 있다. 종합적으로 표면개질 열처리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 잘 설명하면서 작업할 수 있다.	열처리설비 상태 확인 및 전처리 작업을 이해하고 설명할 수 있다. PVD열처리작업 및 CVD열처리작업을 이해하고 설명할 수 있으며 열처리설비 관리를 수행할 수 있다. 종합적으로 표면개질 열처리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 작업할 수 있다.	열처리설비 상태 확인 및 전처리 작업을 이해하고 설명할 수 있다. PVD열처리작업 및 CVD열처리작업을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 열처리설비 관리를 대략적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 표면개질 열처리에 대하여 설명하면서 작업할 수 있다.
특수열처리	진공 열처리 및 항온 열처리를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 심랭처리 및 염욕열처리를 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 특수 열처리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 잘 설명하면서 작업할 수 있다.	진공열처리 및 항온열처리를 이해하고 설명할 수 있으며, 심랭처리 및 염욕열처리를 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 특수 열처리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 작업할 수 있다.	진공열처리 및 항온열처리를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며, 심랭처리 및 염욕열처리를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 대략적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 특수 열처리에 대하여 설명하면서 작업할 수 있다.
열처리 품질평가	로트별 시료 채취 및 검사시편 제작하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 열처리 품질 검사 및 열처리 품질 판정하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 열처리 품질평가에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 평가할 수 있다.	로트별 시료 채취 및 검사시편 제작하기를 이해하고 설명할 수 있다. 열처리 품질 검사 및 열처리 품질 판정하기를 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 열처리 품질 평가에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 평가할 수 있다.	로트별 시료 채취 및 검사시편 제작하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 열처리 품질 검사 및 열처리 품질 판정하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 종합적으로 열처리 품질 평가에 대하여 설명하면서 평가할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
열처리 부적합품 관리	부적합품 격리 및 원인분석하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 부적합품 응급조치 및 정상화 응급조치하기를 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 재발방지대책수립하기를 잘 이해하고 수행할 수 있다. 종합적으로 열처리 부적합품 관리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 관리할 수 있다.	부적합품 격리 및 원인분석하기를 이해하고 설명할 수 있다. 부적합품 응급조치 및 정상화 응급조치하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 재발방지대책수립하기를 잘 이해하고 수행할 수 있다. 종합적으로 열처리 부적합품 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	부적합품 격리 및 원인분석하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 부적합품 응급조치 및 정상화 응급조치하기를 이해하고 설명하며 부분적으로 수행할 수 있다. 재발방지대책수립하기를 이해하고 대략적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 열처리 부적합품 관리에 대하여 설명하면서 관리할 수 있다.
열처리 생산설비 관리	설비점검기준 작성 및 설비보전사항 기록하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 설비 보수 및 설비유지 직무교육 실시하기를 잘 이해하고 수행할 수 있다. 종합적으로 열처리 생산설비 관리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 관리할 수 있다.	설비점검기준 작성 및 설비보전사항 기록하기를 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 설비 보수 및 설비유지 직무교육 실시하기를 이해하고 수행할 수 있다. 종합적으로 열처리 생산설비 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	설비점검기준 작성 및 설비보전사항 기록하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 설비 보수 및 설비유지 직무교육 실시하기를 이해하고 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 열처리 생산설비 관리에 대하여 설명하면서 관리할 수 있다.
열처리 작업 안전관리	사고 예방하기 및 작업안전 수행하기, 응급조치하기를 잘 이해하고 있으며 설명하고 수행할 수 있다. 종합적으로 열처리 작업 안전관리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 잘 설명하면서 관리할 수 있다.	사고 예방하기 및 작업안전 수행하기, 응급조치하기를 이해하고 있으며 설명하고 수행할 수 있다. 종합적으로 열처리 작업 안전관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	사고 예방하기 및 작업안전 수행하기, 응급조치하기를 이해하고 있으며 부분적으로 설명하고 수행할 수 있다. 종합적으로 열처리 작업 안전관리에 대하여 설명하면서 관리할 수 있다.

5. 금속 재료 가공

1. 성격 및 목표

가. 성격

금속 재료 가공은 원소재를 열간, 온간, 냉간 상태에서 소성가공법으로 고객의 요구에 따라 금속제품을 제조하는 일이다.

뿌리산업의 중심인 단조·압출·인발 공장의 환경 안전 관리와 작업자의 안전과 건강에 대한 국가차원의 많은 정책적 노력으로 이 분야의 발전이 기대되고 있다. 인건비 상승을 극복하기 위해 부분적 자동화 시설이 시도되었으며, 단조·압출·인발 자동화를 통해 인건비 절감뿐만 아니라 품질을 향상시킬 수 있기 때문에 다양한 자동화 방법이 개발되고 있다.

금속 재료 가공은 금속산업 전반에 걸쳐 활용된다. 과거에는 한정된 금속만 일감으로 택했지만 오늘날에는 희소금속 등 다양한 비철 재료까지 생산하여 산업계에 원활히 공급하고 있다. 금속 재료 가공의 주산업인 단조·압출·인발은 산업 전반에 걸쳐 활용된다.

이수해야 할 내용은 생산계획관리, 제조공정 설계, 금형제작, 성형, 품질 관리, 설비보전 에 요구되는 능력 등이다.

나. 목표

주어진 일감에 따른 생산계획관리, 제조공정 설계, 금형제작, 금형준비, 단조성형, 압출성형, 인발성형, 성형품 후처리, 품질 관리, 설비보전 능력 등을 활용하여 기계, 조선, 차량, 플랜트, 교량 등 산업체에 전반적으로 적용할 수 있는 단조·압출·인발 수행능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘금속 재료 가공’ 과목은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성하고, 산업 현장의 금속가공 분야에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
단조압출인발 생산계획 관리 (1601030201_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 공정관리하기 • 고객요구조건 검토하기 • 작업방법 선택하기
단조압출인발 제조공정 설계 (1601030202_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 원재료 품질조건 선정하기 • 검사기준서 작성하기
단조압출인발 금형 준비 (1601030204_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 금형 준비하기 • 시운전 하기
단조성형 (1601030205_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 작업조건 설정하기 • 단조성형 작업하기 • 부적합품 조치하기 • 금형상태 파악하기 • 설비 관리하기
압출성형 (1601030206_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 작업조건 설정하기 • 압출성형 작업하기 • 부적합품 조치하기 • 금형상태 파악하기 • 설비 관리하기
인발성형 (1601030207_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 인발성형 전처리 • 인발성형 작업하기 • 부적합품 조치하기 • 금형상태 파악하기 • 설비 관리하기
단조압출인발 성형품 후처리 (1601030208_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 브라스트 처리하기 • 표면오염 제거하기 • 교정 작업하기 • 방청 작업하기
단조압출인발 품질 관리 (1601030209_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 수입검사하기 • 공정검사하기 • 제품검사하기
단조압출인발 설비 보전 (1601030210_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 가열로 보수하기 • 성형 설비 보수하기 • 설비 보전하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 단조압출인발 생산계획 관리

가) 공정관리하기

- 중요 품질사항을 포함한 장비별, 인원별 작업지시서를 작성할 수 있다.
- 선행생산에서 발생한 문제점을 분석하여 한도건본과 함께 개선사항을 지시할 수 있다.
- 제조공정도, 검사기준서를 배포하고 작업방법에 대한 직무교육을 실시할 수 있다.
- 생산계획서에 따라 생산하되, 후 공정을 위해 필요한 적정재고량을 고려하여 작성한 생산계획서에 따라 작업을 수행할 수 있다.
- 최적의 장비, 인원, 재료, 방법을 이용하여 품질, 가격, 납기를 만족하기 위한 생산공정을 관리하고 공정이상발생시 고객과 협의 및 수정·보완할 수 있다.

나) 고객요구조건 검토하기

- 고객의 요구 사항을 검토하여 개발에 필요한 계획을 설계할 수 있다.
- 고객의 도면, 공법, 납기, 과거이력을 상세히 검토하여 실패율을 감소할 수 있다.
- 고객 요구 사항을 충족하는 개발검토서, 견적서, 승인도를 작성할 수 있다.
- 고객 요구 사항 검토시 상호 기능팀을 구성할 수 있고, 필요시 고객에게 설계 변경을 요청할 수 있다.

다) 작업방법 선택하기

- 소성가공용 설비를 선정하여 품질, 납기, 가격을 만족하는 공법을 선정할 수 있다.
- 한도건본, 도면, 유사제품을 활용하여 작업방법을 결정 할 수 있다.
- 생산량, 금형수명 등의 이력을 활용하여 검사기구, 측정기구를 준비할 수 있다.

2) 단조압출인발 제조공정 설계

가) 원재료 품질조건 선정하기

- 원재료의 품질 조건 및 제품의 복잡도를 고려하여 원재료의 품질조건을 설정할 수 있다.
- 규격 및 강종별 용도에 따른 원·부재료를 선택할 수 있다.
- KS 및 ISO 관련 규격을 활용하여 시료를 시험, 분석을 할 수 있다.

나) 검사기준서 작성하기

- 제품규격을 활용하여 품질을 만족할 수 있는 검사방법을 선정할 수 있다.
- 제품 검사방법에 따라 검사조건을 정하고 필요한 검사 및 시험장비를 선정할 수 있다.
- 품질 확보를 위하여 검사기준서를 작성할 수 있다.

3) 단조압출인발 금형 준비

가) 금형 준비하기

- 생산계획서에 따라 사전에 외주금형의 입고 여부, 제작금형의 제작완료 여부 및 재고를 확인할 수 있다.
- 금형이력관리 및 생산수량을 확인하여 필요금형을 작업대에 준비할 수 있다.
- 금형도면에 기준하여 치수 및 형상을 검사할 수 있다.

나) 시운전 하기

- 회사의 작업표준서, 관리계획서, 작업도면을 확인하여 작업조건을 설정할 수 있다.
- 공정도에 의해 공정별 재공품의 치수를 확인하고, 작업조건 및 금형을 미세 조정할 수 있다.
- 초도 양산품을 작업도면 및 검사기준서에 의해 검사하여 요구품질에 적합한지 확인할 수 있다.
- 시운전 중 생산된 부적합품은 양품에 혼입되지 않도록 별도 분리하거나 폐기처분할 수 있다.

4) 단조성형

가) 작업조건 설정하기

- 생산계획서에 따라 원재료, 금형, 장비, 인원을 선정하여 작업을 지시하고 확인할 수 있다.
- 작업자의 숙련도에 따라 작업조건을 설정하여 안정된 성형 라인을 구축할 수 있다.
- 보호 장구를 착용하여 안전한 작업을 확보할 수 있다.

나) 단조성형 작업하기

- 단조기의 최적조건을 확인하고 성형품의 치수, 외관상태를 확인할 수 있다.
- 도면 및 작업표준서에 명시된 중요품질특성을 준수하고 초, 중, 종품 공정검사를 실시할 수 있다.
- 부적합품의 재활용, 폐기 등 추적성이 확보되도록 관리할 수 있다.
- 단조기 및 부대설비를 성형에 이상이 없도록 사전에 점검하고 작업할 수 있다.

다) 부적합품 조치하기

- 공정검사시 발생한 부적합품의 불량별 유형을 분석하여 근본적인 개선대책을 검토할 수 있다.
- 부적합품 발생 시 양품과 혼입 방지용 식별표시를 하여 보관하고 관련부서와 협의할 수 있다.

- 사용 가능한 부적합품은 재작업 또는 수정 작업하여 재검사를 실시할 수 있다.

라) 금형상태 파악하기

- 금형의 예열상태 및 관련설비의 작동상태를 확인하여 정상적인 작업라인을 유지할 수 있다.
- 금형수명 이력관리 자료를 활용하여 마모시점을 예측하고 금형을 적기에 교환할 수 있다.
- 작업 중 금형파손, 마모가 발생하여 품질에 문제가 발생 할 경우, 작업을 중지하고 금형의 수정, 교환을 검토할 수 있다.

마) 설비 관리하기

- 설비의 특성을 고려하여 예방정비를 실시 할 수 있다.
- 유공압, 기계부품, 전기 배선의 정상작동 유무를 확인할 수 있다.
- 중요부품의 마모 및 손상을 예측하여 예비부품을 준비 할 수 있다.
- 작업 중 설비이상을 파악하여 조치 할 수 있다.
- 설비의 일상점검을 통하여 이력관리를 할 수 있다.

5) 압출성형

가) 작업조건 설정하기

- 작업지시서에 따라 원자재 및 금형, 치공구를 작업 시작 전에 준비하고 확인할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 작업조건을 설정할 수 있다.
- 설정된 작업조건을 확인하고, 작업일지에 기록할 수 있다.

나) 압출성형 작업하기

- 작업지시서의 품질 내용에 따라 초도품을 검사할 수 있다.
- 제품 출구온도를 확인하면서 압출 작업을 진행할 수 있다.
- 작업조건 점검 및 공정검사를 통해 압출품의 품질 상태를 확인할 수 있다.
- 작업조건 및 특이사항을 작업일지에 기록할 수 있다.

다) 부적합품 조치하기

- 초도품 검사 결과와 제품도면, 작업지시서의 내용을 비교하여 적합여부를 판단할 수 있다.
- 부적합 시 부적합 내용의 원인 파악을 통하여 작업조건 재설정 또는 금형교환 등의 조치를 취할 수 있다.
- 부적합품은 식별 표시하여 별도의 장소에 보관하고, 작업일지에 기록, 보고할 수 있다

라) 금형상태 파악하기

- 금형조립 시 금형의 상태를 확인할 수 있다.
- 작업 중 설비의 이상 및 금형의 이상 유무를 확인 하여 금형이력카드에 기록할 수 있다.

- 작업 중 금형의 마모, 변형 등 이상발생 시 교환하고, 사용이 불가할 경우 금형이력카드에 기록한 후 폐기할 수 있다.

마) 설비 관리하기

- 설비의 특성을 고려하여 예방정비를 실시 할 수 있다.
- 유공압, 기계부품, 전기 배선의 정상작동 유무를 확인할 수 있다.
- 중요부품의 마모 및 손상을 예측하여 예비부품을 준비 할 수 있다.
- 작업 중 설비이상을 파악하여 조치할 수 있다.
- 설비의 일상점검을 통하여 이력관리를 할 수 있다.

6) 인발성형

가) 인발성형 전처리

- 표면상태를 확인하여 전처리 방법을 설정할 수 있다.
- 표면 흠, 스케일 제거를 위하여 산(acid)세척, 브라스트, 그라인딩 등을 할 수 있다.
- 작업 능력 및 제품 표면품질 향상을 위하여 표면처리를 할 수 있다.
- 금형과열을 방지하기 위해 윤활제를 선택, 사용할 수 있다.

나) 인발성형 작업하기

- 작업지시서의 품질내용에 따라 초도품을 검사할 수 있다.
- 작업표준서에 따른 작업을 확인 및 조정할 수 있다.
- 작업조건 확인과 공정검사로 인발 제품의 중요품질 특성 상태를 확인, 관리할 수 있다.
- 작업 결과 및 특이사항을 작업일지에 기록할 수 있다.

다) 부적합품 조치하기

- 초도품 및 공정검사 결과와 작업지시서 내용을 비교하여 적합 여부를 판단할 수 있다.
- 부적합 내용의 원인파악을 통하여 이상조치 요령에 따라 작업조건 재설정 또는 금형 교환 등의 조치를 취할 수 있다.
- 부적합품은 식별 표시하여 별도의 장소에 보관하고, 작업일지에 기록하고 보고할 수 있다.

라) 금형상태 파악하기

- 작업 전 설비점검표에 따라 점검, 확인할 수 있다.
- 작업 중 설비점검 및 작업조건을 확인하여 제품의 상태에 따라 설비를 조정하고 기록할 수 있다.
- 금형의 마모상태 및 검사기록을 확인하여 수리, 폐기 등을 보고, 처리할 수 있다.

마) 설비 관리하기

- 설비의 특성을 고려하여 예방정비를 실시할 수 있다.
- 유공압, 기계부품, 전기 배선의 정상작동 유무를 확인할 수 있다.
- 중요부품의 마모 및 손상을 예측하여 예비부품을 준비 할 수 있다.
- 작업 중 설비이상을 파악하여 조치 할 수 있다.
- 설비의 일상점검을 통하여 이력관리를 할 수 있다.

7) 단조압출인발 성형품 후처리

가) 브라스트 처리하기

- 표면조도, 형상, 스케일의 정도에 따라 브라스트재의 종류, 크기, 형상, 작업시간을 설정 하고, 제품 표면의 스케일, 녹, 이물질 등을 제거할 수 있다.
- 표면의 결함을 용이하게 검사하기 위해 표면의 스케일을 제거하여 표면상태 및 조도를 향상할 수 있다.
- 제품에 대한 분진, 스케일 유무, 표면조도 및 치수 등을 검사할 수 있다.
- 분진, 브라스트재의 유출, 집진기 작동상태 등 환경과 화재예방을 위하여 설비를 점검할 수 있다.

나) 표면오염 제거하기

- 성형품의 오염상태에 따라 탈지제의 농도, 온도, 유지시간 등을 설정할 수 있다.
- 성형품 표면의 산화막, 오염을 제거하기 위하여 산처리, 롤러식 스케일 제거 등을 이용하여 표면상태 및 조도를 향상할 수 있다.
- 탈지제의 오염정도를 확인하여 교체하거나 분리기의 작동상태 점검 및 pH 등을 측정할 수 있다.
- 제품의 표면상태를 확인하여 고객의 요구조건에 부합하는지 검사할 수 있다.

다) 교정 작업하기

- 작업지시서의 내용에 따라 진직도, 외관 등을 확인하고, 검사할 수 있는 한계 게이지 혹은 측정장비를 준비할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 교정 작업을 실시하여 측정장비 또는 한계 게이지로 검사할 수 있고 응력 제거처리 공정을 추가할 수 있다.
- 교정작업 시 안전예방을 위하여 보호구 및 보호장비를 필히 착용할 수 있다.

라) 방청 작업하기

- 방청 유지시간 및 표면조건에 따라 방청유의 종류, 점도 등을 선정할 수 있다.

- 균일한 방청을 위하여 침적, 스프레이 시간을 조정할 수 있다.
- 방청유의 완전도포 여부 확인 및 염수분무시험을 실시할 수 있다.
- 물질안전보건자료(MSDS), 화재예방에 관한 사항의 사전 교육을 이수하고 준수할 수 있다.

9) 단조압출인발 품질 관리

가) 수입검사하기

- 구매시방서와 입고서류, 시료, 한도견본과 일치여부를 확인하여 적합여부를 판단할 수 있다.
- 입고된 원·부자재가 요구품질에 만족하는지, 외관, 치수, 기계적, 물리적, 화학적, 조직적 검사를 할 수 있다.
- 검사내용을 수입검사보고서로 작성하고 분석하여 요구품질과의 적합여부를 판정할 수 있다.
- 적부판정 여부, 이재 혼입 방지를 위하여 식별표시를 할 수 있다.

나) 공정검사하기

- 검사기준서 및 작업표준서를 검토하여 검사항목, 검사방법 및 검사도구를 확인 후 준비할 수 있다.
- 검사주기(초, 중, 종)에 따라 검사를 실시하고, 검사보고서를 작성할 수 있다.
- 검사결과에 따라 적부 판정, 원인분석 및 부적합품의 식별표시를 할 수 있다.
- 공정검사 시 부적합품이 발생하면 보고 후 라인을 정지시키고 관련 부서와 협의할 수 있다.

다) 제품검사하기

- 검사기준서에 따라 외관, 치수, 기계적, 물리적, 화학적, 조직적 시험을 실시하고 검사성적서를 작성할 수 있다.
- 검사결과에 따라 적부판정, 검사보고서 작성, 부적합품의 식별, 원인파악 및 대책을 수립할 수 있다.
- 제품검사 결과를 유형별로 추이도를 분석하여 공정능력 산출 및 재발 방지 대책용 자료로 활용할 수 있다.

10) 단조압출인발 설비 보전

가) 가열로 보수하기

- 최적의 소재 가열상태를 유지할 수 있도록 가열로를 점검할 수 있다.

- 파이로미터를 활용하여 과열로 인한 탈탄 및 소재 미가열로 인한 결육 등의 불량을 사전에 방지할 수 있다.
- 재질별 가열온도를 만족하기 위하여 가열 유지시간 관리 및 고온에 강한 내화물을 선정할 수 있다.

나) 성형 설비 보수하기

- 일상점검 및 공정 진행 중 발생하여 통보되는 수리요구는 즉시 조치하고 자체 보수가 어렵다고 판단 될 때는 외주 의뢰할 수 있다.
- 외주보수 의뢰 시 세부일정을 협의하고 품의서를 작성하여 보고할 수 있다.
- 성형설비의 보수내역을 수리이력 기록부에 기록하고 유지할 수 있으며 간단한 수리는 설비보전 일지에 기록, 관리할 수 있다.
- 생산성 및 설비 가동률을 증대시키기 위하여 부품의 예비품을 확보하여 고장에 대비할 수 있다.

다) 설비 보전하기

- 설비의 일간, 주간, 월간, 연간 점검표를 활용하여 최상의 설비조건을 유지하고 보전하기 위해 전사적 예방보전(TPM) 활동을 전개할 수 있다.
- 3정 5S를 생활화하여 설비점검 매뉴얼에 따라 각종 설비를 보전할 수 있다.
- 상시 사용 가능한 설비 상태로 보전할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 학생의 학업 성취수준이나, 학과의 특성에 따라 내용을 재구성하여 지도한다.
- 나. 모든 영역에서 실험·실습 등의 실무 능력과 연계된 학습을 위해 설비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다. 실습 설비가 부족하거나 단위 시간과의 문제가 있으면 조별 실습, 순환 실습 등을 통하여 실습 장비 가동률을 높이고 학생들의 실습 시간을 확보하는 방안을 강구하도록 한다.
- 다. 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 도구 및 선반의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.
- 라. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 수행하기 위해 필요한 하위 기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.

- 마. 작업장의 안전사고 및 대처 요령을 지도하여야 하며, 보호 장비의 착용을 확인하고, 환기가 정상적으로 이루어지는 상태에서 작업할 수 있도록 지도한다.
- 바. 단조·압출·인발 직무와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합 적인 실무능력을 기른다.
- 3) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 그 수행 정도를 평가한다.
- 4) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달 하는 상황을 평가 한다.
- 5) 실기 평가에서 최종 산출된 제품뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가에서는 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고, 완성된 과제 물은 실기 평가 기준에 따라 항목별로 평가하도록 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
단조·압출·인발 생산계획 관리	생산계획 수립 및 공정관리하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 고객요구조건 검토 및 원소재 결정하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 작업방법 선택 및 생산설비 선정하기를 잘 이해하고 설명하며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 생산계획 관리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 관리할 수 있다.	생산계획 수립 및 공정관리하기를 이해하고 설명할 수 있다. 고객요구조건 검토 및 원소재 결정하기를 이해하고 설명할 수 있다. 작업방법 선택 및 생산설비 선정하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 생산계획 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	생산계획 수립 및 공정관리하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 고객요구조건 검토 및 원소재 결정하기를 이해하고 대략적으로 설명할 수 있다. 작업 방법 선택 및 생산설비 선정하기를 이해하고 부분적으로 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 생산계획 관리에 대하여 설명하면서 관리할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
단조·압출·인발 제조 공정 설계	제조공정 선정 및 원재료 품질조건 선정하기를 잘 이해하고 설명하며, 검사기준서 작성하기를 잘 이해하고 설명하며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 제조공정 설계에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 설계할 수 있다.	제조공정 선정 및 원재료 품질조건 선정하기를 이해하고 설명하며, 검사기준서 작성하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 제조공정 설계에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 설계할 수 있다.	제조공정 선정 및 원재료 품질조건 선정하기를 이해하며 부분적으로 설명할 수 있고, 검사기준서 작성하기를 이해하고 설명하며 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 제조공정 설계에 대하여 설명하면서 설계할 수 있다.
단조·압출·인발 금형 제작	금형 재질 선정 및 설계하기를 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 금형 제작하기 및 검사하기를 잘 이해하고 설명하며, 금형 수리하기를 잘 수행할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 금형제작에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 제작할 수 있다.	금형 재질 선정 및 설계하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 금형 제작하기 및 검사하기를 이해하고 설명하며, 금형 수리하기를 수행할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 금형제작에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 제작할 수 있다.	금형 재질 선정 및 설계하기를 이해하며 부분적으로 설명할 수 있고 수행할 수 있다. 금형 제작하기 및 금형 검사하기를 이해하고 설명하며, 금형 수리하기를 일부분 수행할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 금형제작에 대하여 설명하면서 제작할 수 있다.
단조·압출·인발 금형 준비	금형 준비하기 및 설정하기를 잘 이해하고 설명하며, 시운전하기를 잘 이해하고 설명하며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 금형준비에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 준비할 수 있다.	금형 준비하기 및 금형 설정하기를 이해하고 설명하며, 시운전하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 금형준비에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 준비할 수 있다.	금형 준비하기 및 설정하기를 이해하며 부분적으로 설명할 수 있고, 시운전하기를 이해하고 설명하며 일부분 수행할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 금형준비에 대하여 설명하면서 준비할 수 있다.
단조성형	작업조건 설정하기 및 단조성형 작업을 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 부적합품 조치 및 금형상태 파악하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 설비 관리하기를 잘 수행할 수 있다. 종합적으로 단조성형에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 성형할 수 있다.	작업조건 설정하기 및 단조성형 작업을 이해하고 설명할 수 있으며, 부적합품 조치 및 금형상태 파악하기를 이해하고 설명할 수 있다. 설비 관리하기를 수행할 수 있다. 종합적으로 단조성형에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 성형할 수 있다.	작업조건 설정하기 및 단조성형 작업을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며, 부적합품 조치 및 금형상태 파악하기를 이해하고 일부 설명할 수 있다. 설비 관리하기를 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 단조성형에 대하여 설명하면서 성형할 수 있다.
압출성형	작업조건 설정 및 압출성형 작업을 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 부적합품 조치하기 및 금형상태 파악하기 및 설비 관리하기를 잘 이해하며 설명할 수 있다. 종합적으로 압출성형에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 잘 설명하면서 성형할 수 있다.	작업조건 설정 및 압출성형 작업을 이해하고 설명할 수 있으며, 부적합품 조치하기 및 금형상태 파악하기와 설비 관리하기를 잘 이해하며 설명할 수 있다. 종합적으로 압출성형에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 성형할 수 있다.	작업조건 설정 및 압출성형 작업을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며, 부적합품 조치하기 및 금형상태 파악하기와 설비 관리하기를 이해하며 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 압출성형에 대하여 설명하면서 성형할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
인발성형	작업조건 설정하기 및 인발 성형 작업하기를 잘 이해하며 설명할 수 있다. 부적합품 조치하기 및 금형 상태 파악하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 설비 관리하기를 잘 수행할 수 있다. 종합적으로 인발 성형에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 성형할 수 있다.	작업조건 설정하기 및 인발성형 작업하기를 이해하며 설명할 수 있다. 부적합품 조치하기 및 금형상태 파악하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 설비 관리하기를 수행할 수 있다. 종합적으로 인발성형에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 성형할 수 있다.	작업조건 설정하기 및 인발성형 작업하기를 이해하며 부분적으로 설명할 수 있다. 부적합품 조치하기 및 금형상태 파악하기를 이해하고 일부 설명할 수 있으며, 설비 관리하기를 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 인발성형에 대하여 설명하면서 성형할 수 있다.
단조·압출·인발 성형품 후처리	브라스트 처리하기 및 표면오염 제거하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 교정 작업하기 및 방청 작업을 잘 이해하고 설명할 수 있고 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 성형품 후처리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 후처리할 수 있다.	브라스트 처리하기 및 표면오염 제거하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 교정 작업하기 및 방청 작업을 이해하고 설명할 수 있고, 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 성형품 후처리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 후처리할 수 있다.	브라스트 처리하기 및 표면오염 제거하기를 이해하고 일부 설명할 수 있으며, 교정 작업하기 및 방청 작업을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있고, 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 성형품 후처리에 대하여 설명하면서 후처리할 수 있다.
단조·압출·인발 품질 관리	수입검사하기 및 공정검사하기와 제품검사하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 잘 수행할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 품질 관리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 관리할 수 있다.	수입 검사하기 및 공정검사하기와 제품검사하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 잘 수행할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 품질 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	수입검사하기 및 공정검사하기와 제품검사하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며, 일부 수행할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 품질 관리에 대하여 설명하면서 관리할 수 있다.
단조·압출·인발 설비 보전	가열로 및 성형설비 보수하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 설비 보전하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 설비 보전에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 보전할 수 있다.	가열로 및 성형설비 보수하기를 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 설비 보전하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 설비보전에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 보전할 수 있다.	가열로 및 성형설비 보수하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며, 능동적으로 수행할 수 있다. 설비 보전하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 종합적으로 단조·압출·인발 설비 보전에 대하여 설명하면서 보전할 수 있다.

6. 금속 재료 신뢰성 시험

1. 성격 및 목표

가. 성격

금속 재료 신뢰성 시험은 재료 시험, 재료설계, 재료조직평가의 복합적 기술로서 제품의 적합성 검토와 판단을 위한 시험계획을 수립하고, 시험준비 단계가 선행된 기계적·물리적·화학적 시험 등을 수행하는 일이다.

금속 재료 신뢰성 시험은 조선, 자동차, 기계, 건설, 화학, 해양 등의 관련 산업에서 연관된 설비 또는 제품신뢰성을 측정하는 것으로서, 금속 및 비금속 관련 산업발전에 기여하고 있다. 이와 같은 각종 산업의 구조물 또는 제품의 파괴 및 비파괴 측정으로 산업전반의 안전문제를 책임지고 있는 분야의 기술공급원으로 사용되고 있다. 따라서 앞으로 뿌리산업의 육성과 발전을 위한 제반 환경을 조성하고 전문화된 숙련기능 인력을 적극적으로 양성해야 할 것이다.

주로 대형 기계의 몸체, 강관, 보일러, 자동차 부속품 등의 제품을 생산하는 업체, 제조 산업의 조립 및 부속 구조물 제작, 플랜트 건설 등에서 기본 구조물의 안전을 필요로 하는데, 이 분야는 향후 고도의 생산성 향상과 더불어 신뢰성 확보를 위한 IT기술개발 시설의 자동화, 결과 해석의 첨단화, 고급화가 이루어질 것으로 보이나 뿌리산업의 위축으로 전문인력이 많이 부족할 전망이다. 따라서 숙련기능을 지닌 재료 시험 전문 인력에 대한 수요는 꾸준할 것으로 보인다.

나. 목표

주어진 일감에 따른 재료 시험계획 수립, 시험편 준비, 기계적시험, 물리적 재료 시험, 화학적 재료 시험, 코팅성능 재료 시험, 결과처리, 안전관리, 신뢰성확보에 요구되는 능력 등을 활용하여 기계, 조선, 차량, 플랜트, 교량 등 금속 산업체에 전반적으로 적용할 수 있는 재료 시험 작업 수행능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘금속 재료 신뢰성 시험’은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키고, 산업 현장의 신뢰성측정 분야에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
재료 시험편 준비 (1601010202_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 시험편 식별번호 부여하기 • 시험편 준비하기 • 시험편 가공하기 • 시험편 가공치수 확인하기
기계적 재료 시험 (1601010203_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 인장시험하기 • 경도시험하기 • 충격시험하기 • 피로시험하기 • 굽힘시험하기 • 마모시험하기
거시조직 검사 (1601010302_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 불꽃시험에 의한 재질 관별하기 • 육안검사하기 • 실체 현미경 조작하기 • 거시조직 평가하기
물리적 재료 시험 (1601010204_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 자기적 특성 시험하기 • 전기적 특성 시험하기 • 열적 특성 시험하기
화학적 재료 시험 (1601010205_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 내식성 시험하기 • 부착량 시험하기 • 성분 분석하기
합금설계 (1601010104_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 합금함량 분석하기 • 합금함량 조절하기 • 합금설계 표준만들기
재료 시험 결과정리 (1601010207_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 시험자료 관리하기 • 시험결과물 분석하기 • 성적서 작성하기 • 결과물 정리하기
재료 시험설비 안전관리 (1601010208_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 장비·유지, 관리하기 • 소급성 확보하기 • 표준물질 관리하기 • 실험실안전 점검하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
환경 안전 관리 (1601010108_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 관리 매뉴얼 작성하기 • 환경 안전 교육 실시하기 • 안전 수칙 실천하기
재료 시험 신뢰성 확보 (1601010209_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 시험원 관리하기 • 품질인증시스템 확보하기 • 부적합품 처리하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 재료 시험편 준비

가) 시험편 식별번호 부여하기

- 시험의뢰서, 작업 지시서에 부여된 시험편의 식별번호가 현물과 일치 하는지 여부를 확인하며, 오류 발생 시 의뢰자에게 즉각 통보할 수 있다.
- 시험편을 분류하여 시험편의 특징에 따른 고유번호를 부여할 수 있다.
- 시험규격(KS, ISO, ASTM, DIN, JIS 등)에 일치되는 재료식별의 표준화작업을 수행할 수 있다.

나) 시험편 준비하기

- 규격에서 요구하는 시험편의 위치, 방향 등을 고려하여 채취된 시료의 도면을 작성할 수 있다.
- 채취된 시료의 도면을 참고하여 시험의뢰자와 시험편의 적합성과 채취부위를 협의할 수 있다.
- 시험편의 표준규격을 확인하여 마운팅 방법, 폴리싱 정도를 선정하고 시험편 가공을 의뢰할 수 있다.

다) 시험편 가공하기

- 표준규격과 채취된 시편의 도면을 참고하여 식별번호, 치수 등을 확인한 후 시험편의 절단작업을 수행할 수 있다.
- 규격에 적합한 가공방법을 선택하여 시험편을 가공할 수 있다.
- 시험편이 규격에 적합한 형상, 치수로 가공되었는지 확인할 수 있다.

라) 시험편 가공치수 확인하기

- 제품설계도, 시료채취도면에서 확인된 가공치수와 표준시험편의 치수 만족 여부를 적합한 측정장비로 측정하여 확인할 수 있다.

- 시험기와 재료의 일치여부를 검토하여 시험편 이력에 대한 내용을 정리할 수 있다.
- 가공치수를 협의하고, 불합격 시 재차 시험편의 가공을 수행할 수 있다.

2) 기계적 재료 시험

가) 인장시험하기

- 고객과의 합의에 의한 시험방법으로 인장시험을 할 수 있도록 사전 준비를 할 수 있다.
- 시험기 매뉴얼에 따라 인장시험을 할 수 있다.
- 고객이 요구하는 결과물을 산출하여 성적서로 전환할 수 있다.
- 시험 결과물에 대한 해석을 할 수 있다.

나) 경도시험하기

- 고객과의 합의에 의한 시험방법으로 경도시험을 할 수 있도록 사전 준비를 할 수 있다.
- 시험기 매뉴얼에 따라 경도시험을 할 수 있다.
- 고객이 요구하는 결과물을 산출하여 성적서로 전환할 수 있다.
- 시험편의 평탄도, 압흔 간의 거리 등 시험결과에 영향을 주는 인자를 분석하여 시험에 반영할 수 있다.
- 시험 결과물에 대한 해석을 할 수 있다.

다) 충격시험하기

- 고객과의 합의에 의한 시험방법으로 시험을 하기 전 충격값에 영향을 주는 요인을 분석하여 시험설계를 할 수 있다.
- 시험기 매뉴얼에 따라 충격시험을 할 수 있다.
- 연성·취성전이온도와 같은 온도 영향을 고려한 시험을 할 경우 온도유지시간, 타격시간 등 핵심 요인을 분석하여 시험에 적용할 수 있다.
- 파면해석을 할 경우 측정값의 유효성을 검증할 수 있다.
- 고객이 요구하는 결과물을 산출하여 성적서로 전환할 수 있다.
- 시험 결과물에 대한 해석을 할 수 있다.

라) 피로시험하기

- 고객과의 합의에 의한 시험방법으로 시험설계를 할 수 있다.
- 시험기 매뉴얼에 따라 피로시험을 할 수 있다.
- 시험편 노치, 치수정밀도 등 시험에 영향을 미치는 요인을 분석하여 시험에 반영할 수 있다.
- 고객이 요구하는 결과물을 산출하여 성적서로 전환할 수 있다.

- 고객이 원하는 경우 시험 결과물에 대한 해석을 할 수 있다.
- 피로한계 산출을 위한 시험방법을 적절하게 선정하여 설계, 운영할 수 있다.

마) 굽힘시험하기

- 고객과의 합의에 의한 시험방법으로 시험설계를 할 수 있다.
- 시험기 매뉴얼에 따라 굽힘시험을 할 수 있다.
- 부하하중 속도, 지지점 간 거리 등 시험에 영향을 미치는 요인을 분석하여 시험에 반영할 수 있다.
- 고객이 요구하는 결과물을 산출하여 성적서로 전환할 수 있다.
- 시험 결과물에 대한 해석을 할 수 있다.
- 소결체를 시험할 경우 시험 결과물에 영향을 주인·밀도·치수 등을 분석하여 시험 결과물에 응용할 수 있다.

바) 마모시험하기

- 고객과의 합의에 의한 시험방법으로 시험설계를 할 수 있다.
- 시험기 매뉴얼에 따라 마모시험을 할 수 있다.
- 시험편 평탄도, 조도, 상대재료 선정 등 시험에 영향을 주는 인자를 분석하여 시험에 반영할 수 있다.
- 고객이 요구하는 결과물을 산출하여 성적서로 전환할 수 있다.
- 시험 결과물에 대한 해석을 할 수 있다.

3) 거시조직 검사

가) 불꽃시험에 의한 재질 판별하기

- 시험 규격에 적합한 시편을 채취할 수 있다.
- 그라인더의 전기적·기계적 안전유무와 숫돌의 균열, 입도, 보호안경 등을 점검할 수 있다.
- 그라인더의 전원 스위치를 넣어 공회전시켜 정상회전 속도를 확인할 수 있다.
- 채취된 시편을 그라인더에 접촉하여 발생하는 불꽃을 보고 강재의 종류를 판별할 수 있다.
- 그라인더 불꽃 시험으로 강의 종류에 따라 탄소파열 유무, 불꽃색, 모양 등의 불꽃 형태를 알 수 있다.
- 표준 불꽃 시편 및 기존 시편의 불꽃을 비교 검토하여 재료의 종류와 성분을 추정할 수 있다.

나) 육안검사하기

- 육안검사 목적을 파악하여 시편의 거시결함을 확인할 수 있다.

- 육안검사를 실시하기 위한 시료의 준비 또는 전처리 작업을 수행할 수 있다.
- 한도견본을 참고하여 육안검사를 실시할 수 있다.
- 시료의 형상과 상태를 고려하여 확대경으로 시험할 수 있다.

다) 실체 현미경 조작하기

- 분석목적에 따라 장비작동 요령을 습득할 수 있다.
- 시편의 종류와 크기에 따라 시편준비 과정을 수행할 수 있다.
- 형상, 외관 등을 고려하여 배율을 결정한 후, 실체현미경으로 거시조직을 관찰할 수 있다.
- 재료와 시험목적에 따라 안전하게 부식액을 조제할 수 있다.
- 부식 후 실체현미경을 조작하여 거시조직을 관찰할 수 있다.

라) 거시조직 평가하기

- 시험자가 관찰한 것에 따라 필요한 정보와 시험결과를 저장할 수 있다.
- 시험결과를 정리하고 평가하여 거시조직과 재료의 특성과의 관계를 규명할 수 있다.
- 거시조직 분석평가를 실시할 경우, 시험결과를 파악하여 분석방향을 설정할 수 있다.

4) 물리적 재료 시험

가) 자기적 특성 시험하기

- 고객과의 합의에 의한 시험 방법으로 자기적 특성시험을 할 수 있도록 사전 준비를 할 수 있다.
- 시험기 매뉴얼에 따라 고객이 요구한 시험을 할 수 있다.
- 고객이 요구하는 결과물을 산출하여 성적서로 전환할 수 있다.
- 고객이 원하는 경우 시험 결과물에 대한 해석을 할 수 있다.
- 인가 자기장의 한계값, 권선 수, 자기 회로거리, 밀도 등 자기특성에 영향을 주는 시험인자를 분석하여 시험에 반영할 수 있다.

나) 전기적 특성 시험하기

- 고객과의 합의에 의한 시험 방법으로 전기적 특성 시험을 할 수 있도록 사전 준비를 할 수 있다.
- 시험기 매뉴얼에 따라 고객이 요구한 시험을 할 수 있다.
- 고객이 요구하는 결과물을 산출하여 성적서로 전환할 수 있다.
- 고객이 원하는 경우 시험 결과물에 대한 해석을 할 수 있다.

다) 열적 특성 시험하기

- 고객과의 합의에 의한 시험방법으로 열적특성 시험을 할 수 있도록 사전 준비를 할 수 있다.
- 시험기 매뉴얼에 따라 고객이 요구한 시험을 할 수 있다.

- 열전도율 산출을 위하여 비열 용량값이 확립된 보정물질을 이용하여 보정할 수 있다.
- 단계별 주사방법을 이용하여 열분석 곡선을 만든 다음, 반복 측정하여 유효성을 확인할 수 있다.
- 시험에 적용한 규격을 근거로 하여 측정값을 이용하여 열전도율을 계산할 수 있다.
- 선열팽창 계수에 영향을 주는 시험편의 평탄도, 시험편 생산 방향을 정밀 분석하여 시험에 적용할 수 있다.
- 최소 측정온도와 최대 측정온도를 설정하여 측정온도 범위를 선정할 수 있다.
- 측정값의 정밀도를 확보하기 위하여 시험편의 양 끝에 적절한 하중을 선정하여 적용할 수 있다.
- 고객과 합의한 시험방법에 따라 일정한 속도로 온도를 상승시켜 시험편과 기준시 험편의 길이 차이를 측정할 수 있다.
- 시험방법에 제시한 방법에 따라 선열팽창계수값을 산출할 수 있다.
- 고객이 요구하는 열적특성을 시험하기 위하여 다양한 시험 방법을 적용할 수 있다.
- 고객이 원하는 경우 시험 결과물에 대한 해석을 할 수 있다.

5) 화학적 재료 시험

가) 내식성 시험하기

- 고객과의 합의에 의한 시험방법으로 내식성 시험을 할 수 있도록 사전 준비를 할 수 있다.
- 시험기 매뉴얼에 따라 고객이 요구한 시험을 할 수 있다.
- 시험결과물에 영향을 미치는 등급 기준 값, 부식발생시간 등을 표준 값과 분석하여 유효성을 확보할 수 있다.
- 영상장치를 이용한 부식 결과를 산출할 경우 해상도, 부식생성물 등을 표준 값과 비교하여 유효성을 확인할 수 있다.
- 고객이 요구하는 결과물을 산출하여 성적서로 전환할 수 있다.
- 고객이 원하는 경우 시험 결과물에 대한 해석을 할 수 있다.

나) 부착량 시험하기

- 고객과의 합의에 의한 시험방법으로 부착량 시험을 할 수 있도록 사전 준비를 할 수 있다.
- 시험기 매뉴얼에 따라 고객이 요구한 시험을 할 수 있다.
- 시험 결과에 영향을 주는 무게산출, 면적산출 등에 대하여 유효성을 확보할 수 있는 대안을 설정, 운영할 수 있다.
- 고객이 요구하는 결과물을 산출하여 성적서로 전환할 수 있다.
- 시험 결과물에 대한 해석을 할 수 있다.

다) 성분 분석하기

- 고객의 요구에 따라 건식시험 또는 습식시험을 할 수 있도록 사전 준비를 할 수 있다.
- 고객이 요구한 시험 방법에 따라 화학 성분별 성분시험을 할 수 있다.
- 보유한 시험 장비로 고객이 요구한 성분 시험을 할 수 있다.
- 시험 장비를 이용하여 원하는 화학 성분값을 도출하고, 표준 시험편을 통해 결과의 유효성을 검증할 수 있다.
- 고객이 요구하는 결과물을 산출하여 성적서로 전환할 수 있다.
- 화학적 시험 결과물에 대한 해석을 할 수 있다.

6) 합금설계

가) 합금함량 분석하기

- 합금성분 시료 채취 기법을 활용하여 시료를 채취할 수 있다.
- 원·부자재의 특성에 따라 원소별 합금함량의 허용범위 및 분석기기의 오차범위를 파악할 수 있다.
- 합금함량을 파악하기 위한 최적의 분석 장비를 선정할 수 있다.
- 분석 장비를 사용하여 합금함량 분석을 실시할 수 있다.
- 파악된 분석자료를 함량조절에 반영할 수 있다.

나) 합금함량 조절하기

- 합금성분이 기계적 특성에 미치는 영향에 대한 지식을 학습할 수 있다.
- 분광분석 방법 및 장비 사용에 대한 지식을 학습할 수 있다.

다) 합금설계 표준만들기

- 합금원소의 역할과 원소 함유량에 따른 기계적 성질을 파악할 수 있다.
- 경화능시험을 통한 재료의 담금질성 및 질량효과를 검토할 수 있다.
- 금속 재료의 신기술 동향을 파악하여 최적의 합금재료를 선정할 수 있다.
- 합금설계 표준서를 만들 수 있다.

7) 재료 시험 결과정리

가) 시험자료 관리하기

- 시험장비에서 산출된 시험자료를 다양한 방법으로 기록할 수 있다.
- 시험 자료를 시스템적으로 관리, 출력하여 자료로 활용할 수 있다.
- 얻어진 자료를 정확하게 분류하여 정해진 표현법에 맞게 표 및 그래프로 정리할 수 있다.

- 작업지시서의 시료 및 시험 횟수와 맞는지 정확한 배열을 통해 확인할 수 있다.
- 산출된 시험 자료를 시험자 및 승인권자의 승인을 하여 보관할 수 있다.

나) 시험결과물 분석하기

- 시험 결과물을 사진, 표, 그래프로 표시할 수 있다.
- 표준 시편 결과와 비교하여 정리, 분석할 수 있다.
- 각 시험 조건에 따른 변수들을 나열하여 시험결과를 평가 할 수 있다.
- 기술기준의 규격 기준치 만족여부, 표준도표 비교 등을 활용하여 시험 결과물의 적합 여부를 판정 할 수 있다.

다) 성적서 작성하기

- 시험의뢰서와 시험 자료를 활용하여 해당 의뢰 정보를 기입하고, 최종 산출된 시험결과를 작성할 수 있다.
- 시험결과 값을 해당되는 수식과 연관하여 연산하고 확인할 수 있다.
- SI단위에 의거하여 주어진 과정을 확인하고 값의 정확도를 검증할 수 있다.
- 시험결과서의 자료를 해석하여 신뢰성 여부를 검증할 수 있다.
- 시험성적서 작성후 작성자의 서명을 거쳐 최종승인권자의 승인을 받을 수 있다.

라) 결과물 정리하기

- 저장된 정보의 훼손, 수정, 분실을 방지할 수 있는 기능이 있는지 확인할 수 있다.
- 시험결과 정보의 안정성을 위해 잠금장치 패스워드 등 정보 보안장치 설정 여부를 확인할 수 있다.
- 컴퓨터 저장 자료의 보호 및 무단검색 또는 수정 방지를 위한 보안 절차 수립여부를 확인할 수 있다.
- 저장된 시험 정보와 발행한 성적서 결과가 동일함을 증명 할 수 있다.
- 시험기관의 성적서 고유 관리번호를 부여하고, 시험성적서와 관리대장에 기록할 수 있다.
- 최종 결재권자가 승인된 시험성적서는 고객이 변조하지 못하게 조치한 후 고객에게 송부 및 전산시스템을 이용하여 전송할 수 있다.

8) 재료 시험설비 안전관리

가) 장비유지, 관리하기

- 시험기기 일상 점검 계획을 수립하여 일상점검표를 작성할 수 있다.
- 시험기기 정기 점검 계획을 수립하여 정기점검표를 작성 할 수 있다.
- 시험기기 매뉴얼을 활용하여 소모품을 주기적으로 관리, 교체할 수 있다.

- 시험기기의 교정 계획을 수립하고, 계획 및 절차에 따라 시험기기의 교정을 실시할 수 있다.
- 시험기기의 교정주기 설정 관련 규정에 따라 관리 할 수 있다.
- 장비의 교정 성적서 및 교정 필증을 관리 할 수 있다.
- 교정 시스템을 통하여 시험기기의 교정이력서를 관리할 수 있다.

나) 소급성 확보하기

- 재료 시험에 활용되는 시험장비 및 표준물질에 대한 국가 표준과의 소급성을 유지할 수 있다.
- 기록된 식별수단에 의해 국제 표준, 물리 정수나 성질 또는 교정등 일련의 과정을 소급 적용할 수 있다.
- 장비 및 시험기기 관리 절차서, 측정 불확도 평가 표준 물질 관리 지침서를 작성할 수 있다.
- 재료 시험의 소급성을 확보하기 위해 일정한 절차에 따라 시스템을 구축할 수 있다.
- 시험기기에 운용되는 매뉴얼, 절차서, 규격, 지침, 참고자료가 최신본인지를 확인 할 수 있다.

다) 표준물질 관리하기

- 시험결과의 정합성 또는 유효성이 중요하게 영향을 미치는 장비에 대하여 교정하는지 확인할 수 있다.
- 교정용 표준기의 교정을 위한 프로그램과 절차를 갖추었는지 확인 할 수 있다.
- 표준물질은 SI단위 또는 인증표준물질에 대하여 수급 할 수 있어야 하며, 내부보유 표준 물질을 주기적으로 점검할 수 있다.
- 표준기, 1차 표준, 표준물질 등의 교정상태에 대한 신뢰성을 유지하기 위해 중간점검을 할 수 있다.
- 표준기와 표준물질의 오염, 열화를 방지할 수 있는 방안을 수립할 수 있다.
- 표준물질을 원상태로 보호하기 위하여 안전한 취급, 운전, 보관 및 사용절차서 작성 등을 할 수 있다.

라) 실험실안전 점검하기

- 재료 시험의 과정에서 발생할 수 있는 위험요소를 점검할 수 있다.
- 기기별 시험방법에 따른 안전점검표를 작성하고 시험 전, 후에 발생할 문제에 대응하여 필요시 추가사항을 기입할 수 있다.
- 시험기기의 조작법과 안전관리 사항에 대한 주기적 점검을 실시하고, 내부·외부 사용 인력에 대한 교육을 실시 할 수 있다.
- 위험 발생 시 행동지침 및 조치사항에 대한 매뉴얼을 확보하고, 정기적으로 예방훈련을 실시 할 수 있다.

9) 환경 안전 관리

가) 관리 매뉴얼 작성하기

- 재료설계 시 관련된 환경안전 법규 및 행정사항을 검토할 수 있다.
- 사전 예방적 차원의 환경안전지침을 수립할 수 있다.
- 환경안전을 우선적으로 배려하여 관리하기 위한 지침서를 작성할 수 있다.
- 생산 공정설계 시 환경오염 및 안전을 고려하여 설계할 수 있도록 기준서를 작성할 수 있다.
- 시제품 제작시 안전을 고려하여 작업할 수 있도록 안전 작업 표준서를 작성할 수 있다.
- 환경안전 문제 발생에 대한 응급조치방안을 수립할 수 있다.
- 환경안전 확보를 위한 자체 평가기준을 작성할 수 있다.

나) 환경 안전 교육 실시하기

- 환경 안전 관리 교육 계획을 수립할 수 있다.
- 수립된 계획에 준하여 교육을 실시할 수 있다.
- 재료설계 전 기본안전수칙 및 환경안전준수사항에 대해 반드시 교육을 할 수 있다.
- 안전작업 표준서에 준하여 작업할 수 있도록 교육을 실시할 수 있다.
- 환경안전 문제발생 시 신속하게 대응할 수 있도록 긴급구조 및 응급조치교육을 주기적으로 실시할 수 있다.
- 환경안전 교육 후 진단 및 평가를 실시하여 철저한 사후관리를 할 수 있다.

다) 안전 수칙 실천하기

- 표준작업절차 및 기본사항을 철저히 준수하며 안전작업을 할 수 있다.
- 잠재적인 환경·안전·보건에 대한 위해 요소를 발굴할 수 있다.
- 사전 예방적 차원의 개선 및 제거 활동을 지속적으로 할 수 있다.
- 환경안전 자체 평가 기준서를 토대로 정기적으로 환경 안전 관리상태를 검증할 수 있다.

10) 재료 시험 신뢰성확보

가) 시험원 관리하기

- 품질보증절차에 따른 시험원의 적절성, 자격요건을 만족시키기 위해 경력기준이 준수되고 있는지 확인할 수 있다.
- 시험원이 특정장비 운용, 시험 및 결과를 평가 할 수 있는 역량을 보장하는지 확인할 수 있다.
- 특정한 시험을 실시하는 직원에 대한 적절한 경력, 교육, 훈련, 또는 입증된 기술에 기초한 자격 부여 여부를 확인 할 수 있다.
- 연간 교육계획 수립, 추진, 결과, 평가에 대하여 확인할 수 있다.

- 불확실정도 교육을 포함한 내부 직무 교육과 보수교육을 주기적으로 실시할 수 있다.
- 해당 규격에 대한 시험방법, 장비운영능력, 산출물에 대한 판독을 할 수 있다.
- 외부의 관련 전문교육기관에 의뢰하여 직무역량 강화 교육을 실시할 수 있다.

나) 품질인증시스템 확보하기

- 자사에 적용되는 품질인증제도를 확인하고, 신규 제도 도입을 위한 계획을 수립할 수 있다.
- 품질인증시스템 확보를 위해 계획에 의거하여 인증기관으로부터 갱신평가, 정기 사후관리를 요청할 수 있다.
- 품질인증시스템 관련 자체 교육을 실시하고, 필요시 관련 교육기관에 의뢰하여 직무교육을 실시할 수 있다.

다) 부적합품 처리하기

- 시험결과의 유효성을 모니터링 할 수 있는 품질관리 절차를 갖추고 있는지 확인할 수 있다.
- 시험결과 자료의 경향을 분석하는 방식으로 기록되며, 통계적 기법을 적용하는 지 확인할 수 있다.
- 품질보증의 모니터링 계획과 실적을 확인할 수 있다.
- 품질보증활동 분석 결과에 대한 시정조치 결과를 확인할 수 있다.
- 품질자료의 분석 여부를 확인할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 학생의 학업 성취수준이나, 학과의 특성에 따라 내용을 재구성하여 지도한다.
- 나. 모든 영역에서 실험·실습 등 의 실무 능력과 연계된 학습을 위해 설비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다. 실습 설비가 부족하거나 단위 시간과의 문제가 있으면 조별 실습, 순환 실습 등을 통하여 실습 장비 가동률을 높이고 학생들의 실습 시간을 확보하는 방안을 강구하도록 한다.
- 다. 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 도구 및 선반의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.
- 라. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 마. 작업장의 안전사고 및 대처 요령을 지도하여, 보호 장비의 착용을 확인하고, 환기가 정상적으로 이루어지는 상태에서 작업할 수 있도록 지도한다.

바. 재료 시험 직무와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 그 수행 정도를 평가한다.
- 4) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달 하는 상황을 평가한다.
- 5) 실기 평가에서 최종 산출된 제품뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가에서 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고, 완성된 과제물은 실기 평가 기준(공구 및 장비의 활용 능력, 치수 정밀도, 문제 해결력, 숙련도 등)에 따라 항목별로 평가하도록 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
재료 시험편 준비	시험의뢰 시 관련규격 등에 명시된 시험재료를 위해 정해진 규격으로 시험편을 가공하여 준비하는 일을 잘 이해하고, 설명할 수 있으며, 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 재료 시험편 준비에 대하여 다른 사람에게 새로운 방법으로 설명하면서 잘 준비할 수 있다.	시험의뢰 시 관련규격 등에 명시된 시험재료를 위해 정해진 규격으로 시험편을 가공하여 준비하는 일을 이해하고, 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 재료 시험편 준비에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 준비할 수 있다.	시험의뢰 시 관련규격 등에 명시된 시험재료를 위해 정해진 규격으로 시험편을 가공하여 준비하는 일을 이해하고, 부분적으로 설명할 수 있고 수행할 수 있다. 종합적으로 재료 시험편 준비에 대하여 설명하면서 준비할 수 있다.
기계적 재료 시험	선정된 시험 계획 및 설계에 따라 시험편의 기계적 성질을 시험하는 일을 잘 이해하고, 설명할 수 있으며, 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 기계재료 시험에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 잘 설명하면서 시험할 수 있다.	선정된 시험 계획 및 설계에 따라 시험편의 기계적 성질을 시험하는 일을 이해하고, 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 기계재료 시험에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 시험할 수 있다.	선정된 시험 계획 및 설계에 따라 시험편의 기계적 성질을 시험하는 일을 이해하고, 부분적으로 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 기계재료 시험에 대하여 설명하면서 시험할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
거시조직 검사	불꽃시험에 의한 재질 판별 및 육안 검사하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 실체현미경 조작 및 거시조직 평가하 기를 잘 이해하고, 설명할 수 있으며, 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적 으로 거시조직검사에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하 면서 잘 검사 할 수 있다.	불꽃시험에 의한 재질 판별 및 육안검사하기를 이해하고 설명할 수 있으며, 수행 할 수 있다. 실 체현미경 조작 및 거시조직 평가 하기를 이해하고, 설명할 수 있 으며, 수행할 수 있다. 종합적으 로 거시조직검사에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 검사 할 수 있다.	불꽃시험에 의한 재질 판별 및 육안검사하기를 이해하고 부분적 으로 설명할 수 있으며, 수행 할 수 있다. 실체 현미경 조작 및 거 시조직 평가하기를 이해하고, 부 분적으로 설명할 수 있으며, 수 행할 수 있다. 종합적으로 거시 조직검사에 대하여 설명하면서 검사 할 수 있다.
물리적 재료 시험	선정된 시험 계획 및 설계에 따라 시 험편의 물리적 성질을 시험하는 일을 잘 이해하고, 설명할 수 있으며, 능동 적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 물리적 재료 시험에 대하여 다른 사 람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 시험할 수 있다.	선정된 시험 계획 및 설계에 따 라 시험편의 물리적 성질을 시험 하는 일을 이해하고, 설명할 수 있고, 수행할 수 있다. 종합적으 로 물리적 재료 시험에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 시험 할 수 있다.	선정된 시험 계획 및 설계에 따라 시험편의 물리적 성질을 시험하 는 일을 이해하고, 부분적으로 설 명할 수 있고, 수행할 수 있다. 중 합적으로 물리적 재료 시험에 대 하여 설명하면서 시험할 수 있다.
화학적 재료 시험	선정된 시험 계획 및 설계에 따라 시 험편의 화학적 성질을 시험하는 일을 잘 이해하고, 설명할 수 있으며, 능동 적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 화학적 재료 시험에 대하여 다른 사 람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 시험할 수 있다.	선정된 시험 계획 및 설계에 따 라 시험편의 화학적 성질을 시험 할 수 있는 일을 이해하고, 설명 할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 화학적 재료 시험에 대하여 다른 사람에게 설명하면 서 시험할 수 있다.	선정된 시험 계획 및 설계에 따 라 시험편의 화학적 성질을 시험 하는 일을 이해하고, 부분적으로 설명할 수 있으며, 수행할 수 있 다. 종합적으로 화학적 재료 시 험에 대하여 설명하면서 시험할 수 있다.
합금설계	합금 함량 분석 및 합금함량 조정하 기를 잘 이해하고, 잘 설명할 수 있으 며, 능동적으로 수행할 수 있다. 합금 설계 표준 만들기를 잘 이해하고, 설 명할 수 있으며, 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 합금설계에 대 하여 다른 사람에게 새로운 예를 들 어 설명하면서 잘 설계할 수 있다.	합금 함량 분석 및 조정하기를 이 해하고, 잘 설명할 수 있으며, 수 행할 수 있다. 합금 설계 표준 만 들기를 이해하고, 설명할 수 있으 며, 수행할 수 있다. 종합적으로 합금설계에 대하여 다른 사람에 게 설명하면서 설계할 수 있다.	합금 함량 분석 및 조정하기를 이 해하고, 부분적으로 설명할 수 있 고 수행 할 수 있다. 합금 설계 표 준 만들기를 이해하고, 부분적으 로 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 합금설계에 대 하여 설명하면서 설계할 수 있다.
재료 시험 결과정리	시험에 의해 얻어진 자료를 분석하여 성적서를 작성한 후 시험 결과물을 정 리하는 일을 잘 이해하고, 설명할 수 있으며, 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 재료 시험 결과정리에 대 하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 정리할 수 있다.	시험에 의해 얻어진 자료를 분석 하여 성적서를 작성한 후 시험 결과물을 정리하는 일을 이해하 고, 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 재료 시험 결 과정리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 정리할 수 있다.	시험에 의해 얻어진 자료를 분석 하여 성적서를 작성한 후 시험 결과물을 정리하는 일을 이해하 고, 부분적으로 설명할 수 있으 며, 수행할 수 있다. 종합적으로 재료 시험 결과정리에 대하여 설 명하면서 정리할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
재료 시험설비 안전관리	시험설비의 정밀도유지를 위한 관리, 소급성확보, 재료 시험 과정의 안전 사항을 준수하는 일을 잘 이해하고, 설명할 수 있으며, 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 재료 시험 설비 안전관리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 잘 관리할 수 있다.	시험설비의 정밀도유지를 위한 관리, 소급성확보, 재료 시험 과정의 안전사항을 준수하는 일을 이해하고, 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 재료 시험 설비 안전관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	시험설비의 정밀도유지를 위한 관리, 소급성확보, 재료 시험 과정의 안전사항을 준수하는 일을 이해하고, 부분적으로 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 재료 시험 설비 안전관리에 대하여 설명하면서 관리할 수 있다.
환경안전 관리	관리 매뉴얼 작성 및 환경안전 교육 실시하기를 잘 이해하고, 설명할 수 있으며, 능동적으로 수행할 수 있다. 안전 수칙 실천하기를 잘 이해하고, 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 환경 안전관리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 잘 설명하면서 관리할 수 있다.	관리 매뉴얼 작성 및 환경안전 교육 실시하기를 이해하고, 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 안전 수칙 실천하기를 이해하고, 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 환경 안전 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리할 수 있다.	관리 매뉴얼 작성 및 환경 안전 교육 실시하기를 이해하고, 부분적으로 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 안전 수칙 실천하기를 이해하고, 부분적으로 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 환경 안전 관리에 대하여 설명 하면서 관리할 수 있다.
재료 시험 신뢰성 확보	재료 시험결과의 정밀도·정확도 등을 보장하는 일을 잘 이해하고, 설명할 수 있으며, 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 재료 시험 신뢰성확보에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 잘 설명하면서 신뢰성을 확보할 수 있다.	재료 시험결과의 정밀도·정확도 등을 보장하는 일 에 대하여 이해하고, 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 재료 시험 신뢰성확보에 대하여 다른 사람에게 설명 하면서 신뢰성을 확보할 수 있다.	재료 시험결과의 정밀도·정확도 등을 보장하는 일 에 대하여 이해하고, 부분적으로 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 재료 시험 신뢰성확보에 대하여 설명하면서 신뢰성을 확보할 수 있다.

7. 압연

1. 성격 및 목표

가. 성격

압연은 고객의 다양한 요구조건을 충족시키는 양질의 열간압연제품 및 냉간압연제품, 반제품을 생산하기 위해 최적의 공정을 설계하여 소재를 최적의 압연온도로 가열한 후, 회전하는 롤 사이로 통과시켜 재결정온도 이상에서 압연하여 판재, 봉강, 형강, 선재를 생산하고 품질 관리를 수행하는 일이다.

압연 공장의 환경 안전 관리와 작업자의 안전 및 건강에 국가차원에서 많은 정책적 노력으로 이 분야의 발전이 기대되고 있다. 인건비 상승을 극복하기 위해 부분적 자동화 시설이 시도되었으며, 압연자동화를 통해 인건비 절감뿐만 아니라 품질을 향상시킬 수 있기 때문에 다양한 자동화 방법이 개발되고 있다.

압연은 금속산업 전반에 걸쳐 활용된다. 과거에는 한정된 금속만 압연했다면, 오늘날에는 희소 금속 등까지 다양한 비철 재료를 압연하여 산업계에 원활히 공급되고 있다. 열간 압연은 산업 전반에 걸쳐 활용된다.

압연은 주어진 일감에 따라 소재관리, 가열, 압연, 권취, 정정, 제품검사 등을 통하여 뿌리산업체에 전반적으로 적용할 수 있는 기본적인 압연작업을 수행하는 일이다.

나. 목표

주어진 일감에 따른 공정설계, 작업 계획 수립, 소재 관리, 열간압연 가열, 압연작업, 냉각, 권취, 압연정정, 제품검사, 고객대응, 품질불량관리, 설비·유지·보수, 환경 안전 관리 등을 활용하여 금속 산업체에 전반적으로 적용할 수 있는 열간압연작업 수행능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘압연’ 과목은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성하고, 산업 현장의 산업 설비 분야에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
열간압연 소재 관리 (1601020303_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 소재입고하기 • 소재검사하기 • 소재 야드 관리하기 • 소재 재처리하기
열간압연 가열 (1601020304_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 가열로 대별 온도관리하기 • 가열시간 관리하기 • 추출 피치 관리하기 • 연소조건 관리하기 • 가열로 이상 발생 시 조치하기
열간압연 작업 (1601020305_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 롤 관리하기 • 온도 관리하기 • 치수 관리하기 • 표면 관리하기 • 통관성 관리하기 • 형상 관리하기 • 냉각수 계통 관리하기 • 계측기 관리하기 • 압연 이상 발생 시 조치하기
열간압연 냉각 (1601020306_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 냉각수 온도 관리하기 • 냉각 속도 관리하기 • 냉각 패턴 관리하기 • 냉각 이상 발생 시 조치하기
열간압연 권취 (1601020307_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 권취 스케줄 관리하기 • 장력 제어하기 • 속도 제어하기 • 권취 형상 관리하기 • 중간 검사하기 • 권취 이상 발생 시 조치하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
열간압연 정정 (1601020308_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 교정하기 • 절단하기 • 스킨패스하기 • 최종 제품 검사하기 • 표시하기 • 정정 이상 발생 시 조치하기
냉간 압연 산세 (1601020403_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 텐션 레벨러 작업하기 • 산세작업하기 • 사이드 트리머 작업하기 • 산 회수 작업하기
냉간 압연 작업 (1601020404_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 압연유 관리하기 • 압연롤 관리하기 • 압연작업 텐션 조절하기 • 형상 제어하기 • 두께 제어하기
냉간 압연 청정 (1601020405_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 냉연코일 용접하기 • 알칼리 탈지하기 • 전해 탈지하기 • 세정작업하기
냉간 압연 풀림 (1601020406_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 연소 조정하기 • 분위기 가스조정 작업하기 • 상자풀림 작업하기 • 연속풀림 작업하기
냉간 압연 조절 압연 (1601020407_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 조절 압연유 관리하기 • 롤조도 관리하기 • 형상제어 작업하기
냉간 압연 정정 (1601020408_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 사이드 트리머 작업하기 • 텐션 레벨러 작업하기 • 도유 작업하기 • 포장 작업하기
환경 안전 관리 (1601020410_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 환경보건 관리하기 • 위험성 평가하기 • 범규 이행하기 • 교육하기 • 점검하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 열간압연 소재 관리

가) 소재입고하기

- 작업표준서에 따라 용삭(면삭)량을 측정하여 용삭(면삭)의 적부를 판정할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 소재의 외관, 치수 및 형상을 검사할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 소재의 중량을 측정할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 불량부위를 검사할 수 있다.

나) 소재검사하기

- 입고된 소재가 작업지시서의 치수 및 중량과 동일한지를 판정할 수 있다.
- 입고된 소재가 가열 및 압연이 가능한 외관 및 형상인지를 판정할 수 있다.
- 작업지시서에 따라 입고된 소재를 강종(합금)별로 분류할 수 있다.
- 검사절차서에 따라 합격, 불합격된 소재를 분류할 수 있다.
- 불합격 판정된 제품의 경우 작업표준서에 의거하여 정해진 절차를 거쳐 가공 및 폐품 처리 작업을 수행할 수 있다

다) 소재 야드 관리하기

- 소재 야드를 지번 및 고유영역표시를 하여 효과적 소재적재작업을 수행할 수 있다(단, 소재 야드는 강종, 길이별 구분 적재를 원칙으로 하나, 야드 상황에 따라 혼적작업을 수행할 수 있다.).
- 소재 야드별 소재강종 길이 Heat No.의 정보를 관리, 수행할 수 있다.
- 혼적 작업 시 구분관리(마킹, 도색, 라벨 등 이용)를 효율적으로 수행할 수 있다.
- 작업지시서에 따라 강종(합금) 판별이 가능하도록 로트(로트)를 확인하고, 소재 번호와 현물번호가 일치하는 지를 판정할 수 있다.
- 생산계획서에 따라 소재 야드의 지번별 소재가 효율적으로 입고되도록 일일 수요량을 예측하여 제공량 및 검수량을 조절하고 이적하는 작업을 할 수 있다.
- 소재의 이적 작업 시 소재의 정보 표기 (Heat No. 자동표기, 혹은 수동부착, 수동표시)가 섞이지 않도록 관리할 수 있다.

라) 소재 재처리하기

- 작업표준서에 따라 연삭량을 확인할 수 있다.
- 소재품질상태와 작업표준서에 따라 길이 절단 및 표면가공작업을 할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 표면불량 부위를 제거할 수 있다.

- 작업표준서에 따라 표면 조도를 조절할 수 있다.
- 품질기준서에 따라 부분가공 사용 또는 반송 재가공, 반납(폐품처리)을 결정할 수 있다.

2) 열간압연 가열

가) 가열로 대별 온도관리하기

- 연소제어에 관한 지식을 기초로 하여 품질 확보 및 압연이 가능한 수준까지 예열대, 가열대 및 균열대 온도를 설정할 수 있다.
- 기술표준서 및 작업표준서에 관한 지식을 기초로 하여 소재가열 및 균열 목표온도를 확인할 수 있다.
- 산화 및 탈탄에 관한 지식을 기초로 하여 제품의 성질에 변동을 초래하지 않도록 가열 온도를 관리할 수 있다.
- 압연공정 중 통판성 및 제품의 재질결정 인자인 사상압연후면온도(FDT) 확보, 탄소강 및 특수강의 품질불량 예방, 성에너지 실현을 위한 강종별 대별 가열시간을 설정하고 관리할 수 있다(공로 포함).

나) 가열시간 관리하기

- 기술표준서 및 작업표준서에 관한 지식을 기초로 하여 소재 두께, 폭, 강종에 따른 예열대, 가열대 및 균열대 가열시간을 설정할 수 있다.
- 금속조직의 균질화에 관한 지식을 기초로 하여 소재별 가열시간을 관리할 수 있다.
- 경영공학(IE)에 기초하여 생산성 향상, 원 단위 절감을 할 수 있도록 소재별 가열시간을 관리할 수 있다.
- 압연공정 중 통판성 및 제품의 재질결정 인자인 사상압연후면온도(FDT) 확보, 탄소강 및 특수강의 품질불량 예방, 성에너지 실현을 위한 강종별·대별 가열시간을 설정하고 관리할 수 있다.

다) 추출 피치 관리하기

- 기술표준서 및 작업표준에 관한 지식을 기초로 하여 소재두께, 폭, 강종에 따른 예열대, 가열대 및 균열대 가열 시간을 확보할 수 있도록 추출 피치(pitch)를 관리할 수 있다.(MPC 포함)
- 경영공학에 기초하여 압연이 가능한 추출 피치를 조정할 수 있다.
- 추출 피치를 관리하기 위해 공로 및 소재 간격을 조절할 수 있다.

라) 연소조건 관리하기

- 연소제어에 관한 지식을 기초로 하여 품질 확보가 가능하도록 연소조건을 관리할 수 있다.
- 연소제어에 관한 지식을 기초로 하여 생산성 향상, 열원단위 절감이 가능하도록 유량을 관리할 수 있다.

- 금속조직의 균질화에 관한 지식을 기초로 하여 소재별 연소조건을 관리할 수 있다.
- 산화 및 탈탄에 관한 지식을 기초로 하여 연소 공기량을 제어할 수 있다.
- 혼재 시 조로 기준에 대하여 관리할 수 있다.
- 산소 농도 및 공기비 기준에 대하여 관리할 수 있다.

마) 가열로 이상 발생 시 조치하기

- 설비매뉴얼 및 정비 관리방안을 기초로 하여 설비 이상 발생 시 조치작업을 할 수 있다.
- 운전매뉴얼 및 운전관리방안을 기초로 하여 이상 발생 시 조치작업을 할 수 있다.
- 기술표준서 및 작업표준서에 관한 지식을 기초로 하여 정전, 단수, 가스 단절 등에 대한 조치 작업을 할 수 있다.
- 가스 측정 장비를 활용하여 가스 누출을 판단할 수 있는 수치적 자료를 측정할 수 있다.
- 설비매뉴얼 및 정비 관리방안을 기초로 하여 설비에 치명적인 문제가 발생하여 즉시 수리가 필요한 경우에는 가열작업을 중지하고 정비 작업을 할 수 있다.

3) 열간압연 작업

가) 롤 관리하기

- 압연이론에 관한 지식을 기초로 하여 품질 확보가 가능하도록 롤 형상, 표면 및 재질을 설정할 수 있다.
- 압연이론에 관한 지식을 기초로 하여 통관성 및 품질 확보가 가능하도록 롤 온도를 관리할 수 있다.
- 기술표준 및 작업표준에 관한 지식을 기초로 하여 품질확보가 가능하도록 Roll표면 평점 및 재사용 기준을 관리할 수 있다.
- 롤 초크(roll chock) 및 스탠드 하우징 라이너(stand housing liner) 등을 관리할 수 있다.
- 롤 연마 및 선삭기준, 재사용기준을 관리할 수 있다.
- 롤 베어링 정비기준을 관리할 수 있다.

나) 온도 관리하기

- 온도 측정 장비를 활용하여 고객이 요구하는 제품의 물성 확보가 가능하도록 압연 온도를 관리할 수 있다.
- 열간 압연 속도에 관한 일반적인 지식을 기초로 하여 원활한 압연이 가능하도록 압연온도를 관리할 수 있다.
- 압연이론에 관한 지식을 기초로 하여 제품의 품질확보가 가능하도록 압연온도를 관리할 수 있다.

다) 치수 관리하기

- 압연이론에 관한 지식을 기초로 하여 패스 스케줄별 치수(size) 확보가 가능하도록 압연 스케줄을 관리할 수 있다.
- 압연 설비에 관한 지식을 기초로 하여 공정별 두께, 폭 허용 한계 압하율을 이해할 수 있다.
- 두께, 폭 측정기의 측정원리에 대한 이해를 바탕으로 압연치수 오차를 관리할 수 있다.
- 압연 모델에 대한 이해를 기초로 하여 압연 치수에 대한 학습방법을 이해할 수 있다.
- 열간압연속도에 관한 일반적인 지식을 기초로 하여 원활하게 치수가 확보되도록 압연기의 속도와 장력을 관리할 수 있다.
- 압연이론에 관한 지식을 기초로 하여 제품의 치수 확보가 가능하도록 압연온도를 관리할 수 있다.

라) 표면 관리하기

- 야금학 지식 및 압연 이론에 따라 표면품질에 대한 유발 인자 및 공정을 분류할 수 있다.
- 표면품질의 종류와 발생기구 및 특징을 구분할 수 있다.
- 고압수를 분사하는 장치를 활용하여 고객이 요구하는 양질의 제품을 생산할 수 있도록 1,2차 스케일을 제거할 수 있다.
- 고압수 분사장치 및 스탠드 간 스프레이를 활용하여 고객이 요구하는 양질의 제품을 생산할 수 있도록 2차, 3차 스케일(압연 중 발생 스케일)을 제거할 수 있다.
- 각종 롤러 및 에이프런 관리를 통해 고객이 요구하는 양질의 제품을 생산하도록 설비 관리를 할 수 있다.
- 표면결함 검출기(SDD)를 활용하여 표면 흠을 검출할 수 있다.

마) 통관성 관리하기

- 압연이론에 관한 지식과 압연설비의 이해를 기초로 하여 통관성 확보가 가능하도록 압연기를 조정할 수 있다.
- 강종특성별 통관성 특징과 열간압연속도에 관한 일반적인 지식을 기초로 하여 원활한 압연이 가능하도록 전동기의 속도와 전류를 제어할 수 있다.
- 야금학적 지식을 기초로 하여 제품의 품질확보가 가능하도록 압연 전면 및 후면 온도를 관리할 수 있다.
- 설비 관리기준에 대한 이해를 바탕으로 압연기 및 부속설비를 정상 압연이 가능할 수 있도록 가동 및 정지할 수 있다.
- 각종 라이너 및 설비 관리를 통해 통관성이 확보되도록 패스레벨(pass level) 및 패스 센터링(pass centering) 등을 관리할 수 있다.
- 압연두께와 속도의 관계를 통해 매스 플로(mass flow)의 변화에 따른 통관성 정도를 이해할 수 있다.

바) 형상 관리하기

- 형상제어이론을 바탕으로 원활하게 압연될 수 있도록 형상제어를 할 수 있다.
- 형상제어이론과 압연기의 속도제어를 통해 양호하게 권취할 수 있도록 형상을 관리할 수 있다.
- 판 크라운 제어 기술과 형상제어이론을 활용하여 고객이 요구하는 용도에 맞게 사용할 수 있도록 판 크라운(crown), 웨지(wedge), 하이 스폿(high spot), (low spot), 에지 업(edge up), 에지 드롭(edge drop)을 제어할 수 있다.

사) 냉각수 계통 관리하기

- 롤 냉각수를 활용하여 압연이 가능한 범위 내에서 열팽창을 제어함과 동시에 마모나 표면거칠을 막아 제품의 표면을 깨끗하게 할 수 있다.
- 설비 관리기준에 대한 이해를 바탕으로 제품의 품질확보가 가능할 수 있게 노즐점검, 마모관리를 할 수 있다.
- 유압연 이론에 관한 지식을 바탕으로 압연이 가능한 범위 내에서 마모나 표면거칠을 막아 제품의 표면을 깨끗하게 할 수 있다.
- 설비 관리기준에 대한 이해를 바탕으로 냉각 능력을 확보할 수 있는 수량, 수압, 수온 등을 관리할 수 있다.
- 설비 관리기준에 대한 이해를 바탕으로 냉각수 수질에 따른 제품 표면 특성을 이해할 수 있다.

아) 계측기 관리하기

- 계측기 관리기준에 관한 지식을 기초로 하여 양호한 제품의 두께를 확보할 수 있는 두께 측정기(profile meter 포함)를 관리할 수 있다.
- 계측기 관리기준에 관한 지식을 기초로 하여 양호한 제품의 폭을 확보할 수 있는 폭 측정기를 관리할 수 있다.
- 계측기 관리기준에 관한 지식을 기초로 하여 양호한 제품의 온도를 확보할 수 있는 온도계를 관리할 수 있다.
- 계측기 관리기준에 관한 지식을 기초로 하여 고객이 요구하는 양질의 제품을 확보하도록 각종 계측기를 관리할 수 있다(예: 평탄도계, 캠버계(Camber계), 워프계(Warp계), BGM, ECT 등).
- 고객이 요구하는 양질의 제품을 확보하도록 표면흠 탐상기(SDD)를 관리할 수 있다.

자) 압연 이상 발생 시 조치하기

- 긴급 상황에 대한 대처능력을 바탕으로 긴급 상황 발생 시 원활하게 마무리할 수 있도록 전후 공정간 압연 스케줄을 조정할 수 있다.

- 작업표준서 및 기술표준서를 기초로 하여 압연작업 중 품질이상 발생을 최소화하기 위해 이상이 발생된 설비를 조치할 수 있다.
- 작업표준서 및 기술표준서를 기초로 하여 부적합품이 고객에게 인도되지 않도록 다음 공정 처리 및 정보 처리를 할 수 있다.
- 긴급 상황에 대한 대처능력을 바탕으로, 긴급 상황이 신속하게 마무리될 수 있도록 이상 발생 시 조치를 할 수 있다.

4) 열간압연 냉각

가) 냉각수 온도 관리하기

- 냉각이론에 관한 지식을 활용하여 수요자가 요구하는 양질의 제품을 확보하도록 냉각수 온도를 관리할 수 있다.
- 설비 관리 기준에 대한 이해를 바탕으로 냉각수 온도를 확보할 수 있도록 냉각수 유량을 제어할 수 있다.
- 계절별 특성을 고려하여 냉각수 온도를 관리할 수 있다.

나) 냉각 속도 관리하기

- 냉각속도제어에 대한 인자를 파악하고 이를 설정할 수 있다.
- 냉각이론에 관한 지식을 활용하여 품질확보 및 권취를 할 수 있는 온도까지 냉각 속도를 관리할 수 있다.
- 치수, 유량, 온도, 압연속도 등을 활용하여 한정된 공간에서 압연작업 시간 내에 냉각속도를 관리할 수 있다.

다) 냉각패턴 관리하기

- 냉각패턴별 특성을 이해하고 요구되는 제품특성에 맞는 냉각패턴을 설정할 수 있다.
- 기계적 성질에 관한 지식을 기초로 하여 수요자가 요구하는 재질을 확보하는 범위 내에서 냉각패턴을 선택할 수 있다.
- 냉각이론에 관한 지식을 활용하여 냉각패턴을 선택하여 제어할 수 있다.

라) 냉각 이상 발생 시 조치하기

- 품질 관리기준에 대한 이해를 바탕으로 냉각 이상 발생 시 조치를 할 수 있다.
- 기술표준서 및 작업표준서에 관한 지식을 기초로 하여 냉각 이상 발생 시 다음 공정 처리를 할 수 있다.
- 설비 관리기준에 대한 이해를 바탕으로 냉각 설비의 고장이나 제어 이상 발생 시에는 즉시 가동을 중지할 수 있다.

5) 열간압연 권취

가) 권취 스케줄 관리하기

- 기술표준서 및 작업 표준서에 관한 지식을 기초로 하여 열간압연 지시 정보의 소재 두께 및 폭, 규격 정보를 확인하고 권취 난이도를 파악할 수 있다.
- 권취 이론에 관한 지식을 기초로 하여 특수강 및 고강도재의 유무를 확인하고 권취 스케줄을 관리할 수 있다.
- 재질 시험편의 채취 여부를 열간 압연 지시 정보에서 확인하고 채취지시를 판단할 수 있다.

나) 장력 제어하기

- 권취장력이 권취이론에 관한 지식을 기초하여 정상적으로 설정되는지 파악하고 장력 피드백(Feed Back)값을 비교할 수 있다.
- 권취형상 및 소재 폭 가감여부를 권취이론에 관한 지식을 기초로 하여 확인하고 적정장력설정여부를 판단할 수 있다.
- 권취 소재의 폭 네킹(necking) 발생여부를 고객 공차 범위를 기초로 하여 확인하고 장력 가감 여부를 수정할 수 있다.

다) 속도 제어하기

- 권취 스피드가 권취이론에 관한 지식에 기준하여 정상적으로 설정되었는지 파악하고 속도 피드백(feedback)값을 비교할 수 있다.
- 권취형상 및 소재 폭 가감여부를 권취이론에 관한 지식에 기준하여 확인하고 적정 속도 설정여부를 판단할 수 있다.
- 권취 소재의 폭 네킹(necking) 발생여부를 고객 공차 범위를 기초로 하여 확인하고 속도 가감여부를 수정할 수 있다.

라) 권취 형상 관리하기

- 기술표준서 및 작업표준서에 관한 기준을 기초로 하여 권취형상을 확인할 수 있다.
- 권취형상을 권취이론에 관한 지식을 기초로 적정장력 및 속도를 수정할 수 있다.
- 중간검사 작업표준을 기초로 하여 다음 공정을 처리할 수 있다.

마) 중간 검사하기

- 중간검사기준에 관한 지식을 기초로 하여 검사를 실시할 수 있다.
- 검사장비(SDD) 및 검사에 필요한 계측기 장비를 활용하여 검사를 실시할 수 있다.
- 고객 요구 사항을 이해하고 제품을 검사하여 판정할 수 있다.

바) 권취 이상 발생 시 조치하기

- 중간검사 작업표준 및 기술표준을 기초로 하여 다음 공정을 처리할 수 있다.

- 권취이론에 관한 지식을 기초로 하여 권취 이상 발생 시 재권취를 할 수 있다.
- 권취이론에 관한 지식을 기초로 하여 권취 이상 발생 시 권취 스크랩 처리를 할 수 있다.

6) 열간압연 정정

가) 교정하기

- 열간, 냉간 및 교정이론에 관한 지식을 기초로 하여 제품의 평탄도 교정을 위한 교정 작업을 할 수 있다.
- 제품의 재질 및 치수에 따라 권취형상을 교정할 수 있다.
- 교정 전후 검사를 통해 불량부를 판단 및 제거할 수 있다.

나) 절단하기

- 제품의 양호한 절단 작업을 위하여 나이프 먼 교체 및 클리어런스(clearance) 조정 작업을 할 수 있다.
- 절단 먼의 상태에 나이프 교체시기를 결정하여 나이프를 교체하고, 양호한 절단면을 유지, 관리할 수 있다.
- KS 또는 이에 준하는 표준서의 지식을 기초하여 제품별 길이와 폭의 허용오차를 관리할 수 있다.
- 제품의 길이와 폭 허용오차를 세팅(setting)하고 절단기를 조정하여 절단작업을 수행할 수 있다.
- 절단이론에 관한 지식을 기초로 하여 불량부를 절단할 수 있다.

다) 스킨패스하기

- 열간, 냉간 및 교정이론에 관한 지식을 기초로 하여 스킨패스(skin pass) 압연작업을 할 수 있다.
- 제품 평탄도 교정을 위한 롤 크라운을 적용할 수 있다.
- 제품의 재질 및 치수에 따라 적절한 압하 작업을 할 수 있다.
- 제품의 양호한 평탄도 교정을 위하여 압하 레벨을 조정할 수 있다.

라) 최종 제품 검사하기

- 열연제품검사기준을 이해하고, 기준에 제품을 검사하여 판정할 수 있다.
- 수요자 요구 사항을 이해하며 요구에 의해 제품을 검사하여 판정할 수 있다.
- 검사에 필요한 계측기 장비를 활용하여 제품을 검사하여 판정할 수 있다.
- 검사정보에 필요한 압연품질 트렌드차트 및 검사장비(SDD) 화면을 판독하여 검사 시 운용할 수 있다.
- 불량부 처리에 부적합 판정 및 절단 여부를 운용할 수 있다.

마) 표시하기

- 라벨 발행·부착에 대해 파악하고 관리할 수 있다.
- 마킹(프리트 마킹, 표면 타각 포함)을 확인하고 작업을 수행할 수 있다.
- 수요자의 요구나 표준작업에 의거하여 컬러 작업을 확인하고 수행할 수 있다.
- 제품 중량 칭량 및 정보처리를 원활히 수행 할 수 있다.
- 제품별 포장기준을 확인하고 기준서에 따라 포장작업을 수행할 수 있다.

바) 정정 이상 발생 시 조치하기

- 정정라인 자체에 흠 발생했을 때 열간압연 제품 결함 발생 원인 및 대책에 관한 지식에 따라 파악하여 문제를 해결할 수 있다.
- 라인 설비에 트러블 발생했을 때 설비매뉴얼 및 정비 관리 방안을 기초로 하여 긴급 조치를 취할 수 있다.
- 이상제품 발생 시 열간압연 제품 결함의 발생원인 및 대책에 관한 지식에 따라 조치하고 해결할 수 있다.

7) 냉간 압연 산세

가) 텐션 레벨러 작업하기

- 산세성과 형상개선을 할 수 있도록 텐션 레벨러(tension leveler)의 사양에 따라 제어 모드 별 특성을 설정할 수 있다.
- 텐션 레벨러 설비사양을 기초로 형상 정도에 따른 연신값과 인터매시를 변경할 수 있다.
- 텐션 레벨러 사양을 기초로 산세성에 따라 연신값과 인터매시를 변경할 수 있다.
- 롤 마모정도에 따라 인터매시 영점 조정값을 변경할 수 있다.
- 조업관리 기준에 따라 롤 운영·교환 작업을 할 수 있다.

나) 산세작업하기

- 재질별 스케일층의 특성을 파악하여 산 탱크의 작업 조건을 변경할 수 있다.
- 작업 표준서의 검사기준에 따라 산세 후의 표면 검사를 할 수 있다.
- 산세 설비의 영향 인자별 기준에 따라 적정 조건을 도출할 수 있다.
- 환경 관련 법규에 따라 유해·화학 물질을 관리할 수 있다.
- 산세 후 세척 상태를 판단하여 세척수 살수를 조정할 수 있다.

다) 사이드 트리머 작업하기

- 트리밍면 품질을 확보하기 위하여 전단면과 파단면 비율을 조절할 수 있다.
- 조업기준에 따라 소재 강종별로 나이프의 갭(gap), 랩(lap) 설정값을 도출할 수 있다.

- 조업기준에 따라 소재 두께별로 나이프의 갭, 랩 설정 값을 도출할 수 있다.
- 조업기준에 따라 나이프 교환 작업을 할 수 있다.
- 소재별 나이프 사용량을 확인하여 나이프 교환 시기를 판단할 수 있다.
- 압연작업 후 수요자가 원하는 폭과 품질이 확보되도록 폭 조정 작업을 할 수 있다.
- 결함별 압연작업 가능 여부를 판단할 수 있다.

라) 산 회수 작업하기

- 폐산 반응로의 종류별 설비 구조를 파악할 수 있다.
- 작업 조건을 변경하여 재생산 염산 농도를 확보할 수 있다.
- 산화철 입도에 따라 반응로의 운전 조건을 변경할 수 있다.
- 환경 관련 법규에 따라 배출되는 유해·화학 물질을 관리할 수 있다.

8) 냉간 압연 작업

가) 압연유 관리하기

- 냉간 압연유 관리 기준에 따라 압연유 성분과 상태를 유지할 수 있다.
- 냉간 압연유 성분과 상태에 따라 압연유 클리닝 설비 가동 조건을 변경할 수 있다.
- 냉간 압연유 성분과 상태가 후행 공정에 미치는 영향을 파악할 수 있다.
- 조업기준에 따라 프리믹싱(pre mixing) 압연유를 제조할 수 있다.
- 조업기준 관리농도에 따른 프리믹싱 압연유 보충량을 계산하고 보충할 수 있다.
- 냉간 압연유로 인한 품질불량 항목을 판단하고 조치할 수 있다.

나) 압연롤 관리하기

- 작업지시서에 따라 롤을 선택하여 사용할 수 있다.
- 압연 롤로 품질 결함발생 시 롤 교체작업을 할 수 있다.
- 압연 롤 손상에 따른 롤마크 발생 위치를 추적할 수 있다.
- 압연 롤 단위변경 시 작업표준에 따라 롤 교환을 할 수 있다.
- 압연 롤로 인한 품질 결함의 종류를 알 수 있다.

다) 압연작업 텐션 조절하기

- 설비사양서를 기초로 하여 소재별 텐션양을 도출할 수 있다.
- 설비사양서를 기초로 하여 소재별 추가 텐션을 도출할 수 있다.
- 선진율이 안정화 되도록 추가 텐션을 조절할 수 있다.
- 롤 포스(roll force) 이상 발생 시 텐션을 조정하여 안정화할 수 있다.
- 밀 구동 모터 전류 초과 시 텐션을 조정하여 하향 안정화할 수 있다.

- 압연기 재가동 시 압연 밀(Mill) 간 텐션조건을 설정할 수 있다.
- 폭 수축량이 과다 발생하는 것을 방지하기 위하여 텐션 조정작업을 할 수 있다.
- 안지름 좌굴을 방지하기 위해 권취 텐션을 조절할 수 있다.

라) 형상 제어하기

- 압연 조건변경에 따라 냉간 압연 형상 조정을 할 수 있다.
- 형상 측정설비를 확인하고 형상 조정작업을 할 수 있다.
- 형상정도를 파악하기 위하여 급준도를 측정할 수 있다.
- 형상 조정설비를 이용하여 형상품질을 조정할 수 있다.
- 형상 계측기를 이용하여 형상품질을 조정할 수 있다.
- 형상에 따른 압연유 분사위치를 조정하여 형상을 조정할 수 있다.

마) 두께 제어하기

- 두께계의 효율적인 운영을 위하여 영점 조정을 할 수 있다.
- 두께가 허용기준을 벗어나 제어될 경우 응급조치를 할 수 있다.
- 자동두께제어의 종류 및 원리를 이용하여 두께 품질을 개선할 수 있다.
- 두께 품질불량 시 원인을 추적하여 개선할 수 있다.
- 코일 바깥지름을 측정하여 두께계의 정도를 판단할 수 있다.
- 코일 권취 회전수를 확인하여 두께 검증에 위한 두께를 계산, 도출할 수 있다.

9) 냉간 압연 청정

가) 냉연코일 용접하기

- 강종별 성분 및 재질 특성을 이해하여 선·후행 코일의 용접 범위를 설정할 수 있다.
- 용접기의 용량을 습득하고 핵심 인자를 컨트롤하여 용접 불꽃 상태 및 전류값을 판단하여 용접상태를 판단할 수 있다.
- 용접이 이루어진 상태에서 금속 재료기시험기 또는 에릭슨 시험기를 이용하여 용접부 적부를 판단할 수 있다.
- 조업관리 기준에 따라 용접 설비의 교환 작업을 수행할 수 있다.

나) 알칼리 탈지하기

- 탈지 원리를 이해하여 탈지 공정에 사용되는 용액 및 설비를 파악할 수 있다.
- 탈지 용액의 성분을 이해하고, 농도 측정을 통한 보정 방법을 이해할 수 있다.
- 작업표준서에 의거하여 탈지 용액 농도, 온도, 스프레이 압력, 브러시 압력, 브러시 상태를 설정할 수 있다.

- 탈지 공정상의 링거 물, 브러시, 스프레이 상태를 파악하고 기준에 대한 적합성 및 교환 여부를 판단할 수 있다.
- 검사 기준에 따라 표면 탈지 상태를 검사 및 판단할 수 있다.
- 탈지 후 표면이 불량한 경우 탈지액 농도, 온도, 전류밀도, 탈지액의 오염도, 물 표면 청정도 등을 점검하여 최적의 조건을 찾을 수 있다.

다) 전해 탈지하기

- 작업표준서에 따라 전극의 간격, 용액 농도, 온도, 압력, 전류 밀도를 설정할 수 있다.
- 작업 중 탈지 공정의 물, 전극 등의 정상·비정상 여부를 파악할 수 있다.
- 사이즈별로 최적의 전류값을 도출하여 조정할 수 있다.
- 검사 기준에 따라 표면 탈지 상태를 검사, 판단할 수 있다.
- 탈지 후 표면이 불량한 경우 탈지액 농도, 온도, 전류 밀도, 오염도, 물 및 전극 표면 청정도 등을 점검하여 조건을 변경하고 전극 교환을 할 수 있다.

라) 세정작업하기

- 린스수(rinse water)의 오염도를 파악할 수 있다.
- 린스 탱크 내의 링거물 상태, 스프레이 압력을 작업표준에 준하여 설정할 수 있다.
- 린스수의 성분을 분석하여 적용 가능 여부를 판단할 수 있다.

10) 냉간 압연 풀림

가) 연소 조정하기

- 설비사양서에 따라 버너의 종류와 현황을 파악한 후 최상의 작동이 이루어질 수 있도록 조작할 수 있다.
- 최적의 연비 및 환경을 보호하기 위해 설비사양서에 따라 연료의 종류를 파악하여 공연비를 조절할 수 있다.
- 설비사양서에 따라 연소온도를 정확하게 측정하기 위해 온도계의 영점을 조정할 수 있다.

나) 분위기 가스 조정 작업하기

- 소재의 표면품질을 최상으로 확보하기 위한 분위기 가스함량을 조절할 수 있다.
- 노 내부의 노점(Dew Point) 관리를 위한 작업표준서를 확인한 후 최상의 조건을 맞출 수 있다.
- 노 내부 압력은 환원 분위기 가스로 채워진 로에 산소와 수분 침입을 방지하기 위해 정압력(positive)으로 유지 할 수 있다.
- 노 내부 압력은 노 본체(Furnace Body)의 변형을 방지하기 위하여 규정된 압력을 유지 할 수 있다.

- 산소 및 노점 관리 범위가 초과하였을 경우 질소 가스의 충전량을 조절할 수 있다.

다) 상자폴립 작업하기

- 설비 사양서에 따라 내부덮개(inner cover), 가열장치(heating hood), 냉각장치(cooling hood)가 최적으로 작동할 수 있도록 조작할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 요구 재질별 폴립열처리 온도 및 시간 조건을 확인한 후 조절할 수 있다.
- 노 내부의 분위기 가스 및 버너에 소비되는 가스를 공급하는 설비를 확인한 후 적정 용량을 조절할 수 있다.
- 표면 품질이 확보될 수 있도록 작업 표준서에 따라 노 내부의 가스 분위기를 조절할 수 있다.
- 가열, 유지, 냉각 사이클의 최적화를 위한 모니터링을 시행하고 유지, 관리할 수 있다.

라) 연속폴립 작업하기

- 작업표준서에 따라 용접을 시행하고 용접부 검사를 실시할 수 있다.
- 표면 품질 확보가 가능하도록 조업 기준에 따라 전해 탈지를 실시한 후 잔류 압연유를 제거할 수 있다.
- 작업표준에 따라 강종에 따른 열처리 사이클을 조절할 수 있다.
- 최적의 열처리 온도를 설정하여 연료 소모량을 최소화할 수 있다.
- 표면 품질이 확보될 수 있도록 작업 표준서에 따라 내부 가스 분위기를 조절할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 사이즈, 강종에 따른 텐션, 속도를 조절할 수 있다.

11) 냉간 압연 조절 압연

가) 조질 압연유 관리하기

- 작업표준서에 따라 조질 압연유의 성능을 파악하여 조질 압연유를 제어할 수 있다.
- 설비사양서에 따라 조질 압연유 관련 설비를 파악하여 각 단위설비가 최적의 성능을 발휘하도록 정비, 관리할 수 있다.
- 공학적인 지식에 따라 조질 압연유의 종류를 파악하고 성능이 우수한 조질 압연유를 사용하기 위한 개선작업을 할 수 있다.
- 품질 관리지침에 의거하여 도유량을 파악하고 제어, 관리할 수 있다.
- 설비사양서에 따라 도유기 관련 설비를 파악하여 각 단위 설비가 최적의 성능을 발휘하도록 정비, 관리할 수 있다.

나) 롤 조도 관리하기

- 조업 관리기준에 따라 롤의 조도, 프로파일, 지름을 확인하는 등 롤 연마 상태를 확인할 수 있다.

- 작업지시서에 따라 롤 단위를 계획하고 판 표면 조도를 확인하여 롤 교환 시기를 판단할 수 있다.
- 판 표면 검사를 하여 롤에 의한 품질 불량 발생 시 롤 교환을 하여 품질결함을 제어할 수 있다.

다) 형상제어 작업하기

- 조질 압연기 사양을 파악하여 조질 압연기를 조작할 수 있다.
- 조업기준에 따라 형상제어 시스템을 파악하여 고객이 요구하는 형상으로 교정할 수 있다.
- 품질 관리지침에 따라 판 형상을 측정하여 형상 결함이 발생하는 원인을 판단·제거할 수 있다.
- 조업기준에 따라 설비사양과 재질을 파악하여 연신율을 제어할 수 있다.

12) 냉간 압연 정정

가) 사이드 트리머 작업하기

- 고객사별 사이드 트리머 기준에 대해 인지를 하고 작업할 수 있다.
- 입측(入側) 형상에 따른 사이드 트리머 적용 기준을 판단할 수 있다.
- 트리밍 전단면을 보고 나이프 갭을 조정하여 전단면 품질을 확보할 수 있다.
- 조업 표준에 따라 나이프 면 상태를 파악하고 교체할 수 있으며, 사이즈별 나이프 갭, 랩 조정작업을 할 수 있다.

나) 텐션 레벨러 작업하기

- 텐션 레벨러의 원리를 이해하고 강종, 두께별 적정 작업 조건을 파악할 수 있다.
- 입측 형상에 따른 텐션 레벨러 제어 방법을 선택적으로 활용할 수 있다.
- 제품의 재질과 치수에 따라 권취 형상을 교정할 수 있다.

다) 도유 작업하기

- 제품 및 고객의 요구 사항에 따라 방청유의 종류와 도유량을 선택적으로 조정할 수 있다.
- 도유기의 설비사양을 기준으로 노즐의 이상 유무를 관리할 수 있으며, 도유 균일성에 대해 평가할 수 있다.
- 도유기의 작업 조건에 따른 도유량을 측정, 보정할 수 있다.

라) 포장 작업하기

- 고객사의 요구 포장 타입(Type)을 이해하고 관리할 수 있다.
- 라벨 발행·부착에 대해 이해하고 관리할 수 있다.
- 제품의 칭량, 정보 처리를 할 수 있으며, 라벨과의 정합성을 판단할 수 있다.

13) 환경 안전 관리

가) 환경보건 관리하기

- 환경보건 관련 법규에 따라 관련 규정을 파악하여 준수하고 설비를 제어할 수 있다.
- 설비매뉴얼에 따라 안전과 환경 설비를 가동하고 정비할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 각종 부품의 성능을 이해하고, 교체주기에 맞추어 교체부품을 확보하며, 교체하여 성능을 향상하기 위한 개조·개선작업을 할 수 있다.
- 환경보건 관련 법규와 규정에 따라 비상조치 절차를 파악하고, 긴급 상황 발생 시 비상조치를 할 수 있다.
- 물질안전보건자료(MSDS) 관련 지식을 알고 취급상의 작업자 안전을 확보할 수 있다.
- 설비의 위험요소를 알고 작업 시 안전을 확보할 수 있다.

나) 위험성 평가하기

- 작업표준서에 명시된 단위작업과 요소작업에 대한 위험을 파악할 수 있다.
- 단위작업과 요소작업의 위험을 빈도, 강도를 계산하여 위험도를 정할 수 있다.
- 정해진 위험도 중 작업에 영향을 크게 미치는 위험에 대해 대책을 수립하고 개선할 수 있다.
- 개선사항을 작업표준과 작업에 적용할 수 있다.

다) 법규 이행하기

- 직무자에게 적용되는 법규에 대해 교육하고 관리할 수 있다.
- 공정에 사용되는 장·설비, 물질, 재료, 안전·환경 장구 등에 적용되는 법규에 대해 이해하고 적용할 수 있다.
- 공정에서 취급하는 유해·화학물질의 관리와 발생하는 오염물질에 대한 취급, 처리 등에 관한 제반법규를 이행할 수 있다.
- 관련 법규 위반사항을 사전에 찾아내어 개선할 수 있다.

라) 교육하기

- 「산업 안전 보건법」 등에 의한 열간압연 종사원의 직무사고 예방을 위한 안전교육 계획을 수립할 수 있다.
- 「산업 안전 보건법」 등에 의한 정기적인 안전교육 방법, 주기, 시간 등을 파악하여 직무상 사고 발생을 예방할 수 있다.
- 공정별 작업에 대해 파악하고, 작업자가 안전하게 작업할 수 있는 작업 표준을 제·개정하여 교육할 수 있다.
- 작업표준을 주기적인 검토, 개정하고, 이 사항을 냉간 압연 공정별 종사원에게 전파 교육할 수 있다.

마) 점검하기

- 일상 점검 및 수시 점검 계획을 수립하고 실행할 수 있다.
- 재해발생공정이나 유사재해 발생 작업에 대해서는 주기를 정하고 점검할 수 있다.
- 공정과 작업점검을 통해 찾아낸 위험 요인에 대해서는 관리하고 개선할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 학생의 학업 성취수준이나, 학과의 특성에 따라 내용을 재구성하여 지도한다.
- 나. 모든 영역에서 실험·실습 등의 실무 능력과 연계된 학습을 위해 설비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다. 실습 설비가 부족하거나 단위 시간과의 문제가 있으면 조별 실습, 순환 실습 등을 통하여 실습 장비 가동률을 높이고 학생들의 실습 시간을 확보하는 방안을 강구하도록 한다.
- 다. 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 공구 및 선반의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.
- 라. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 마. 작업장의 안전사고 및 대처 요령을 지도하여야 하며, 보호 장비의 착용을 확인하고, 환기가 정상적으로 이루어지는 상태에서 작업할 수 있도록 지도한다.
- 바. 압연 직무와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상시킬 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무능력을 기른다.
- 3) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 그 수행 정도를 평가한다.

- 4) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 5) 실기 평가에서 최종 산출된 제품뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가로는 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고, 완성된 과제물은 실기 평가 기준(공구 및 장비의 활용 능력, 모재의 종류에 따른 용접 조건 설정 능력, 문제 해결력, 숙련도 등)에 따라 항목별로 평가하도록 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
열간 압연 소재 관리	소재입고 및 검사하기를 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 소재 야드 관리 및 재처리하기를 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 소재 관리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 소재 관리를 잘 할 수 있다.	소재입고 및 검사하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 소재 야드 관리 및 재처리하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 소재 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 소재 관리를 할 수 있다.	소재입고 및 검사하기를 이해하고 설명하며 부분적으로 수행 할 수 있다. 소재 야드 관리 및 재처리하기를 이해하고 설명하며 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 소재 관리에 대하여 설명하면서 소재 관리를 할 수 있다.
열간압연 가열	장입순서 결정 및 가열로 대별 온도 관리하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 가열시간 관리 및 추출 피치 관리하기를 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 연소 조건 관리 및 가열로 이상 발생 시 조치하기를 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 가열에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 잘 설명하면서 가열할 수 있다.	장입순서 결정 및 가열로 대별 온도 관리하기를 이해하고 설명할 수 있다. 가열 시간 관리 및 추출 피치관리 하기를 이해하고 설명 하며 수행할 수 있다. 연소조건 관리 및 가열로 이상 발생 시 조치하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 가열에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 가열할 수 있다.	장입순서 결정 및 가열로 대별 온도 관리하기를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있다. 가열 시간 관리 및 추출 피치관리하기를 이해하고 설명 하며 부분적으로 수행 할 수 있다. 연소조건 관리 및 가열로 이상 발생 시 조치하기를 이해하고 설명하며 부분적으로 수행 할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 가열에 대하여 설명하면서 가열할 수 있다.
열간압연 작업	압연 스케줄 관리 및 온도 관리하기를 잘 이해하고 설명할 수 있다. 치수 및 표면 관리와 통관성관리하기를 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 형상 관리 및 냉각수 계통 관리와 계측기 관리하기를 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 압연 이상 발생 시 조치하기를 잘 수행할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 잘 설명하면서 작업을 할 수 있다.	압연 스케줄 관리 및 온도 관리하기를 이해하고 설명할 수 있다. 치수 및 표면 관리와 통관성 관리하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 형상 관리 및 냉각수 계통 관리와 계측기 관리하기를 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 압연 이상 발생 시 조치하기를 수행 할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 작업을 할 수 있다.	압연 스케줄 관리 및 온도 관리하기를 이해하고 설명할 수 있다. 치수 및 표면 관리와 통관성 관리하기를 이해하고 설명하며 부분적으로 수행할 수 있다. 형상 관리 및 냉각수 계통 관리와 계측기 관리하기를 이해하고 설명하며 부분적으로 수행할 수 있다. 압연 이상 발생 시 조치하기를 대략적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 작업에 대하여 설명하면서 작업을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
열간압연 냉각	냉각수 온도 관리 및 냉각 속도 관리를 잘 이해하고 설명하며 수행 할 수 있다. 냉각 패턴관리 및 냉각 이상 발생 시 조치하기를 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 냉각에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 냉각 작업을 잘 할 수 있다.	냉각수 온도 및 냉각 속도 관리를 이해하며 설명할 수 있으며 수행 할 수 있다. 냉각 패턴관 리 및 냉각 이상 발생 시 조치하기를 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 냉각에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 냉각 작업을 할 수 있다.	냉각수 온도 및 냉각 속도 관리를 이해하고 설명 할 수 있으며 부분적으로 수행할 수 있다. 냉각 패턴관 리 및 냉각 이상 발생 시 조치하기를 이해하고 설명 할 수 있으며 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 냉각에 대하여 설명하면서 냉각작업을 할 수 있다.
열간압연 권취	권취 스케줄 관리 및 장력 제어하기를 잘 이해하고 설명 할 수 있다. 속도 제어 및 권취 형상 관리하기를 잘 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 중간 검사 및 권 취 이상 발생 시 조치하기를 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 권취에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 권취 작업을 잘 할 수 있다.	권취 스케줄 관리 및 장력 제어하기를 이해하고 설 명 할 수 있다. 속도 제어 및 권취 형상 관리하기를 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 중간 검사 및 권 취 이상 발생 시 조치하기를 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 권취에 대하여 다른 사람에 설명하면서 권취 작업을 할 수 있다.	권취 스케줄 관리 및 장력 제어하기를 이해하고 설 명 할 수 있다. 속도 제어 및 권취 형상 관리하기를 이해하고 설명할 수 있으며 부분적으로 수행할 수 있다. 중간 검사 및 권취 이상 발생 시 조치하기를 이해하고 설명하며 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 권취에 대하여 설명하면서 권취 작업을 할 수 있다.
열간압연 정정	교정 및 절단하기 작업을 잘 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 스킨 패스 및 최종 제품 검사와 표시하기를 잘 이해하며 설명 할 수 있으며 수행할 수 있다. 정정 이상 발생 시 조치하기를 잘 수행할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 정정에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 잘 설명하면서 정정을 할 수 있다.	교정 및 절단하기 작업을 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 스킨 패스 및 최종제품 검사와 표시하기를 이해하며 설명 할 수 있으며 수행할 수 있다. 정정 이상 발생 시 조치하기를 수행할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 정정에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 정정을 할 수 있다.	교정 및 절단하기 작업을 이해하고 설명하며 부분적으로 수행할 수 있다. 스킨패스 및 최종제품 검사와 표시하기를 이해하며 설명 할 수 있으며 부분적으로 수행할 수 있다. 정정 이상 발생 시 조치하기를 대략적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 열간 압연 정정에 대하여 설명하면서 정정을 할 수 있다.
냉간압연 산세	열연코일 소재를 검사하고 표면 스케일층을 제거하며 필요시 폭을 규정 폭으로 절단하여 제품 또는 후공정의 소재로 생산하는 일을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 산세에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 산세작업을 잘 할 수 있다.	열연코일 소재를 검사하고 표면 스케일층을 제거하며 필요시 폭을 규정 폭으로 절단하여 제품 또는 후공정의 소재로 생산하는 일을 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 산세에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 산세작업을 할 수 있다.	열연코일 소재를 검사하고 표면 스케일층을 제거하며 필요시 폭을 규정 폭으로 절단하여 제품 또는 후공정의 소재로 생산하는 일을 이해하고 부분적으로 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 산세에 대하여 설명하면서 산세작업을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
냉간압연 작업	산세가 완료된 코일을 소재로 하여 고객이 요구하는 두께, 폭, 형상을 만족시켜 최종 제품인 냉연 및 표면처리제품을 만들기 위한 중간소재를 생산하는 일에 대하여 잘 이해하고 설명하며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 압연작업을 잘 할 수 있다.	산세가 완료된 코일을 소재로 하여 고객이 요구하는 두께, 폭, 형상을 만족시켜 최종 제품인 냉연 및 표면처리제품을 만들기 위한 중간소재를 생산하는 일에 대하여 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 압연작업을 할 수 있다.	산세가 완료된 코일을 소재로 하여 고객이 요구하는 두께, 폭, 형상을 만족시켜 최종 제품인 냉연 및 표면처리제품을 만들기 위한 중간소재를 생산하는 일에 대하여 이해하고 부분적으로 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 작업에 대하여 설명하면서 압연작업을 할 수 있다.
냉간압연 청정	냉간압연된 소재의 판 표면에 잔류하는 압연유 및 이물질을 제거하는 일을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 청정에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 청정작업을 잘 할 수 있다.	냉간압연된 소재의 판 표면에 잔류하는 압연유 및 이물질을 제거하는 일을 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 청정에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 청정작업을 할 수 있다.	냉간압연된 소재의 판 표면에 잔류하는 압연유 및 이물질을 제거하는 일을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 청정에 대하여 설명하면서 청정작업을 할 수 있다.
냉간압연 폴립	냉간압연과 청정이 완료된 소재를 고객이 요구하는 용도의 재질과 표면품질을 만족하게 하도록 최적의 온도와 시간 조건으로 설정된 폴립로를 이용하여 열처리하는 일을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 폴립에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 잘 설명하면서 폴립작업을 할 수 있다.	냉간압연과 청정이 완료된 소재를 고객이 요구하는 용도의 재질과 표면 품질을 만족하게 하도록 최적의 온도와 시간 조건으로 설정된 폴립로를 이용하여 열처리하는 일을 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 폴립에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 폴립작업을 할 수 있다.	냉간압연과 청정이 완료된 소재를 고객이 요구하는 용도의 재질과 표면 품질을 만족하게 하도록 최적의 온도와 시간 조건으로 설정된 폴립로를 이용하여 열처리하는 일을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 폴립에 대하여 설명하면서 폴립작업을 할 수 있다.
냉간압연 조질압연	폴립작업이 완료된 소재를 고객이 요구하는 품질의 냉연제품을 만들기 위해 형상, 조도, 기계적 물성을 만족하게 하는 일을 잘 이해하고 설명하며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 조질압연에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 조질압연 작업을 잘 할 수 있다.	폴립작업이 완료된 소재를 고객이 요구하는 품질의 냉연제품을 만들기 위해 형상, 조도, 기계적 물성을 만족하게 하는 일을 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 조질압연에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 조질압연 작업을 할 수 있다.	폴립작업이 완료된 소재를 고객이 요구하는 품질의 냉연제품을 만들기 위해 형상, 조도, 기계적 물성을 만족하게 하는 일을 이해하고 부분적으로 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 조질압연에 대하여 설명하면서 조질압연 작업을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
냉간압연 정정	조질압연된 소재를 고객이 요구하는 품질의 폭 전단, 도유 및 표면을 하고 최종 제품을 포장하는 일을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 정정에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 잘 설명하면서 정정작업을 할 수 있다.	조질압연된 소재를 고객이 요구하는 품질의 폭 전단, 도유 및 표면을 하고 최종 제품을 포장하는 일을 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 정정에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 정정작업을 할 수 있다.	조질압연된 소재를 고객이 요구하는 품질의 폭 전단, 도유 및 표면을 하고 최종 제품을 포장하는 일을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 냉간 압연 정정에 대하여 설명하면서 정정작업을 할 수 있다.
환경 안전 관리	산업안전보건 관련법, 환경 관련 법규와 연관된 지식으로 냉간압연 작업수행, 선행공정 재료의 사용과 관리, 후행공정에서 발생한 부산물의 처리 등의 작업을 수행하는 작업자의 직무사고 예방과 설비와 재료에 기인하여 발생할 수 있는 사고를 예방하는 일을 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 환경 안전 관리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 관리 작업을 잘 할 수 있다.	산업안전보건 관련법, 환경 관련 법규와 연관된 지식으로 냉간압연 작업수행, 선행공정 재료의 사용과 관리, 후행공정에서 발생한 부산물의 처리 등의 작업을 수행하는 작업자의 직무사고 예방과 설비와 재료에 기인하여 발생할 수 있는 사고를 예방하는 일을 이해하고 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 환경 안전 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리 작업을 할 수 있다.	산업안전보건 관련법, 환경 관련 법규와 연관된 지식으로 냉간압연 작업수행, 선행공정 재료의 사용과 관리, 후행공정에서 발생한 부산물의 처리 등의 작업을 수행하는 작업자의 직무사고 예방과 설비와 재료에 기인하여 발생할 수 있는 사고를 예방하는 일을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 환경 안전 관리에 대하여 설명하면서 관리 작업을 할 수 있다.

8. 비철 금속 제련

1. 성격 및 목표

가. 성격

비철 금속 제련은 광석 및 대체할 수 있는 원료에 고온반응을 적용하여 구리, 아연, 연, 마그네슘, 니켈 등과 같은 목적 금속과 불순물을 분리 회수하기 위하여 공정설계, 생산계획수립, 원료 예비처리작업, 조금속제조, 정련작업, 주조작업, 부산물처리작업, 황산제조작업, 설비 관리, 환경 안전 관리를 수행하는 일이다.

제련 공장의 환경 안전 관리와 작업자의 안전 및 건강에 국가차원에서 많은 정책적 노력을 기울이고 있어 이 분야의 발전이 기대되고 있다. 인건비 상승을 극복하기 위해 부분적 자동화 시설이 시도되었으며, 제련자동화를 통해 인건비 절감뿐만 아니라 품질을 향상할 수 있기 때문에 다양한 자동화 방법이 개발되고 있다.

비철 금속 제련은 비철 산업 전반에 걸쳐 활용된다. 과거에는 한정된 금속만 제련 했다면 오늘날에는 희소금속 등 다양한 비철 재료를 제련하여 산업계에 원활히 공급되고 있다.

자동화 제련은 주어진 일감에 따라 로봇프로그램에 데이터를 입력하여 구현한 자동화제련시스템을 활용하여 산업체에 부분적으로 적용할 수 있는 미래지향적 제련작업을 수행하는 일이다.

나. 목표

주어진 일감에 따른 공정설계, 생산계획 수립, 원료 예비처리 작업, 조금속 제조, 정련 작업, 주조 작업, 부산물 처리 작업, 황산 제조 작업, 품질 관리, 설비 관리, 환경 안전 관리 등을 활용하여 뿌리 산업체에 전반적으로 적용할 수 있는 건식제련작업 수행능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘비철 금속 제련’ 과목은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성하고, 산업 현장의 제련 분야에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
원료 예비처리 작업 (1601020503_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 원료 배합하기 • 원료 처리하기
조금속 제조 (1601020504_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 원료·부원료 공급하기 • 매트(matte) 제조하기 • 조금속 제조하기 • 슬래그 분리하기 • 용탕 이송하기 • 배기가스 처리하기
정련 작업 (1601020505_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 산화·환원 정련하기 • 상분리에 의한 정련하기 • 용제 첨가 정련하기
주조 작업 (1601020506_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 용해로 원료 공급하기 • 용탕 관리하기 • 출탕 작업하기 • 주조기 작동·관리하기 • 냉각 작업하기
부산물 처리 작업 (1601020507_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 부산물 중 유가금속 회수하기 • 폐열 회수하기
황산 제조 작업 (1601020508_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 이산화황 투입하기 • 원료가스 세정하기 • 이산화황 전화하기 • 황산 제조하기 • 배출가스 관리하기
침출 작업 (1601020604_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 침출액 공급 • 원료 공급 • 침출 조업 • 슬러리 이송
고액분리 작업 (1601020605_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 슬러리 장입 • 농축 • 여과 • 세척

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
침출액 정제 작업 (1601020606_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 침전 • 치환 • 용매추출 • 이온교환 • 흡착
전해 작업 (1601020607_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 전해 채취 • 전해액 관리 • 전해작업 관리 • 박리 작업 • 극판 관리
회수 작업 (1601020608_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 금속 치환 • 가스 환원 • 결정화
환경 안전 관리 (1601020612_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 작업장 환경 관리 • 작업자 환경 관리 • 작업안전 관리

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 원료 예비처리 작업

가) 원료 배합하기

- 작업표준서에 따라 원료를 파·분쇄하여 입도를 조절할 수 있다.
- 원료의 성분 분석 결과로부터 작업표준에 따른 원료의 배합비를 계산할 수 있다.
- 계근장치를 이용하여 원료의 무게를 측정할 수 있다.
- 배합장치를 이용하여 원료들을 균일하게 배합할 수 있다.

나) 원료 처리하기

- 원료의 상태 및 후공정에 적합한 예비처리 방법을 결정할 수 있다.
- 원료의 수분 함유량에 따라 건조 조건을 결정하고 건조작업을 수행할 수 있다.
- 원료의 종류에 따라 하소 또는 배소 조건을 결정하고 작업을 수행할 수 있다.
- 원료의 투입량과 가스 공급량을 계산하고 공급할 수 있다.
- 분말 형태의 원료를 적정 크기와 강도를 갖는 단광으로 제조할 수 있다.

2) 조금속 제조

가) 원료·부원료 공급하기

- 작업표준서에 따라 원료와 부원료를 혼합할 수 있다.
- 제련로의 조업조건에 적합한 원료와 부원료의 장입량을 결정할 수 있다.
- 제련로의 조업조건에 적합한 환원제의 장입량을 결정할 수 있다.
- 제련로의 조업조건에 적합한 산소, 전기의 공급량을 결정할 수 있다.
- 원료, 부원료, 환원제, 산소, 전기의 필요량을 공급장치로 투입할 수 있다.

나) 매트(matte) 제조하기

- 제련로의 구조와 제련로 내부에서 일어나는 반응을 이해할 수 있다.
- 산소공급량을 이용한 매트(matte) 품위 조절의 원리를 이해하고 조절할 수 있다.
- 산소부화도와 화석연료를 이용한 용탕온도 조절의 원리를 이해하고 조절할 수 있다.
- 슬래그의 조성을 이해하고 용제 투입량을 조절하여 적정 슬래그 조성을 유지할 수 있다.
- 매트(matte)와 슬래그의 물리·화학적 특성을 이해하고, 운전조건의 변화에 따른 매트(matte)와 슬래그의 물성변화를 예측하고 조정할 수 있다.

다) 조금속 제조하기

- 제련로 내부에서 일어나는 제련반응을 이해할 수 있다.
- 제련로의 특성과 구조를 파악하여 운전할 수 있다.
- 제련로의 조업조건에 따라 전극봉의 전력, 전류, 전압을 조절할 수 있다.
- 제련로 내부에서의 화학반응에 따른 온도 변화로부터 반응의 정도를 파악하고, 반응 정도에 따라 원료, 부원료의 투입량을 조절할 수 있다.
- 제련로 내부의 물질수지 및 열수지를 계산할 수 있다.

라) 슬래그 분리하기

- 조금속 제련로 내부에서 일어나는 반응으로부터 조금속과 슬래그의 발생량을 추정할 수 있다.
- 원료 및 부원료의 공급량으로부터 조금속과 슬래그의 배출 시간을 결정할 수 있다.
- 조금속으로 슬래그가 혼입되지 않도록 용탕과 슬래그를 분리할 수 있다.

마) 용탕 이송하기

- 용탕 이송설비의 특징과 구조를 파악할 수 있다.
- 용탕 이송절차에 따라 용탕을 이송할 수 있다.
- 제련로에서 배출된 슬래그를 유가금속 회수로에 이송하는 절차를 파악할 수 있다.
- 슬래그를 유가금속 회수로에 이송할 수 있다.

바) 배기가스 처리하기

- 물질수지로부터 발생 가스량을 계산할 수 있다.
- 제련로에서 발생하는 가스의 배출 경로를 파악하고 배출할 수 있다.
- 배기가스의 온도와 성분을 측정하고 폐열을 활용할 수 있다.

3) 정련 작업

가) 산화·환원 정련하기

- 조금속 산화·환원에 의해 제거할 수 있는 불순물의 종류를 파악할 수 있다.
- 목표조성에 따라 산화제·환원제의 공급량을 계산하여 공급할 수 있다.
- 작업표준에 따라 산화·환원조업을 할 수 있다.
- 산화·환원 조업 중 발생한 드로스나 슬래그를 제거할 수 있다.

나) 상분리에 의한 정련하기

- 조금속 중 상분리에 의해서 제거할 수 있는 불순물의 종류를 파악할 수 있다.
- 상분리에 의해 불순물을 제거하기 위한 조업온도를 설정할 수 있다.
- 작업표준에 따라 상분리에 의해 정련조업을 할 수 있다.
- 상분리 작업 후 드로스를 제거할 수 있다.
- 상분리 작업 후 슬래그를 제거할 수 있다.

다) 용제 첨가 정련하기

- 제거하여야 하는 불순물 종류에 따른 용제(제3금속 포함)를 선정할 수 있다.
- 첨가하는 용제가 조금속 순도나 실수율에 미치는 영향을 파악할 수 있다.
- 작업표준에 따라 용제를 첨가하여 정련조업을 할 수 있다.
- 용제 첨가 정련조업 후 슬래그를 제거할 수 있다.

4) 주조 작업

가) 용해로 원료 공급하기

- 제품의 품질 특성에 따라 원료 및 부원료의 양을 결정할 수 있다.
- 용해작업 조건에 알맞은 원료의 투입 방법과 시기를 결정할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 주형을 필요한 온도로 예열할 수 있다.

나) 용탕 관리하기

- 작업표준서에 따라 원료를 용해할 수 있다.
- 용탕온도를 측정하고 제어할 수 있다.

- 제환원제(용제)를 투입하여 슬래그를 생성하고 관리할 수 있다.
- 산소를 제거하기 위하여 환원분위기를 조성할 수 있다.

다) 출탕 작업하기

- 출탕 온도를 목표온도에 맞추고 안전하게 출탕할 수 있다.
- 출탕량을 조절할 수 있도록 용해로를 조정할 수 있다.
- 출탕 후 냉각 중 주조품의 품질(표면, 내부미세구조 등)을 제어할 수 있다.

라) 주조기 작동·관리하기

- 주조기의 작동법을 파악하고 조정할 수 있다.
- 주조의 특성을 이해하고 주형의 사양 및 이형제를 선정할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 주조기를 점검하고 이상 유무를 판단할 수 있다.

마) 냉각 작업하기

- 주괴배출이 용이한 취출 온도에 필요한 냉각시간 및 조건을 설정할 수 있다.
- 제품의 크기, 형상 등을 고려하여 냉각방법을 결정할 수 있다.
- 냉각 시 제품에 결함이 발생하지 않도록 냉각 속도를 조절할 수 있다.

5) 부산물 처리 작업

가) 부산물 중 유가금속 회수하기

- 제련공정에서 발생하는 슬래그 중에 함유되어 있는 유가금속을 파악할 수 있다.
- 유가금속의 종류에 따른 회수방법을 결정할 수 있다.
- 유가금속을 회수하기 위하여 부원료를 파악하고 투입량을 산출할 수 있다.
- 작업표준에 따라 유가금속 회수 작업을 할 수 있다.
- 회수하고자 하는 목적 금속과 부산물을 분리할 수 있다.

나) 폐열 회수하기

- 폐열회수 장치의 구조와 특성을 파악할 수 있다.
- 회수열의 특성에 맞는 최적 활용방안을 설계할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 폐열회수 공정설비를 운전하고 유지, 관리할 수 있다.

6) 황산 제조 작업

가) 이산화황 투입하기

- 공정에 투입되는 가스 및 불순물의 종류, 농도를 분석할 수 있다.
- 공정에 투입되는 가스의 온도, 압력 및 유량을 측정할 수 있다.

- 투입 가스의 유량, 농도, 온도, 불순물 정보로부터 황산제조 공정에 적합한 조건인지의 여부를 판단하고 관리할 수 있다.

나) 원료가스 세정하기

- 가스세정탑(scrubber)과 습식전기집진기, 건조탑의 원리와 구조를 이해할 수 있다.
- 원료가스의 불순물 관리 및 제거방법을 이해할 수 있다.
- 표준작업과 설비매뉴얼에 따라 가스세정탑, 습식전기집진기, 건조탑을 운전하고 관리할 수 있다.

다) 이산화황 전화하기

- 가스세정공정에서 유입되는 가스의 유량과 농도에 따라 황산가스로의 전화에 필요한 추가공기 필요량을 계산할 수 있다.
- 이산화황(SO_2)가 삼산화황가스(SO_3 가스)로 전화되는 촉매 반응을 이해하고 이에 필요한 산소량 및 에너지 수지를 계산할 수 있다.
- 이산화황(SO_2)를 삼산화황가스(SO_3 가스)로 전화시키는 전화탑(Converter)의 구조와 원리를 이해하고 온도 등 적정 운전조건을 이해할 수 있다.
- 전화탑의 운전조건 기록으로부터 전화율(Conversion Ratio)과 촉매의 성능을 평가할 수 있다.

라) 황산 제조하기

- 수황산가스(SO_3 가스)가 물과 반응하여 황산을 만드는 반응을 이해하고 이에 필요한 열수지와 물질수지를 계산할 수 있다.
- 삼산화황가스(SO_3 가스)를 물에 흡수시켜 황산을 만드는 흡수탑의 원리와 구조를 이해하고 온도와 농도 등의 적정 운전조건을 이해할 수 있다.
- 삼산화황가스(SO_3 가스)의 흡수율과 황산제품의 품질을 관리할 수 있다.

마) 배출가스 관리하기

- 황산제조 후 배출가스를 최종 처리하는 탈황설비의 원리와 구조를 이해할 수 있다.
- 최종 배출가스를 채취하여 분석할 수 있고, 최종 배출가스의 배출기준을 파악할 수 있다.
- 최종 배출가스의 유량, 농도로부터 전체 황산공정의 유허 회수율을 계산할 수 있다.

7) 침출 작업

가) 침출액 공급

- 작업지시서에 의거하여 침출액을 제조할 수 있다.
- 주기적으로 침출용매를 분석하여 목표성분의 과부족 상태를 확인, 보충할 수 있다.
- 첨가제와 불순물을 관리, 보정할 수 있다.

- 침출제 공급을 위한 관련 설비를 운전할 수 있다.
- 유해용액 취급에 따른 안전사고에 대처할 수 있다.

나) 원료 공급

- 원료의 화학조성 및 입도 등의 특성을 확인하고 관리할 수 있다.
- 장입계산에 의하여 원료의 무게를 달고 침출조에 공급할 수 있다.
- 원료의 공급량을 관리대장에 기록, 관리할 수 있다.
- 분진 발생 등에 따른 환경위해요소에 대하여 대처할 수 있다.

다) 침출 조업

- 작업표준서에 따라 침출조를 운전할 수 있다.
- 침출용액의 분석결과를 바탕으로 최적의 조업작업을 유지할 수 있다.
- 침출용액의 pH와 Eh(산화·환원 전위값) 등을 측정하고 평가할 수 있다.
- 침출반응의 정도를 침출액 분석 등의 방법을 통하여 판단할 수 있다.
- 산화제 또는 환원제 투입 시 투입방법과 시기, 투입량을 관리할 수 있다.
- 침출조의 온도나 압력을 제어할 경우, 제어방법을 관리할 수 있다.
- 가스 주입이 필요하거나 반응 중 가스가 발생하는 경우 이를 효과적으로 관리할 수 있다.

라) 슬러리 이송

- 반응이 완료된 잔사를 포함한 침출용액을 고액분리를 위한 설비로 이송할 수 있다.
- 이송되는 침출용액의 비중, 점도 등을 측정, 관리할 수 있다.
- 침출용액 이송 시 누수 등을 발견, 조치할 수 있다.
- 이송에 필요한 펌프, 이송관, 유량계 등을 관리, 보수할 수 있다.
- 이송되는 침출액의 양과 비중, 점도 등의 특성을 관리대장에 기록, 관리할 수 있다.

8) 고액분리 작업

가) 슬러리 장입

- 슬러리 장입을 위한 설비를 운전할 수 있다
- 슬러리 투입량을 결정하고 조업 유량을 기록, 관리할 수 있다
- 슬러리 투입 시 비산에 의해 주변이 오염되지 않도록 관리할 수 있다.

나) 농축

- 농축기별로 유입되는 슬러리의 분배 상태를 확인하고 유량을 제어할 수 있다.
- 응집제를 선정할 수 있고, 응집제의 투입량과 기타 조건을 결정할 수 있다.

- 농축기의 교반속도, 슬러리의 유속, 침강된 슬러지의 높이 등을 확인하고, 부유물이 다음 공정으로 유출되지 않도록 조치할 수 있다.
- 농축된 슬러지의 배출을 위해 펌프의 운전 및 정지시간을 제어할 수 있다.

다) 여과

- 슬러리의 물성과 슬러지의 기대 수분 함량에 따라 적합한 여과기의 형식과 여과포의 재질을 선정할 수 있다.
- 여과 압력, 여과액의 유속 등 여과조건을 설정할 수 있다.
- 여과성이 저하되는 경우, 슬러리의 특성을 파악하고 여과 보조제를 선정하여 사용할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 여과설비를 운전할 수 있다.

라) 세척

- 여과된 슬러지의 물성에 따른 세척방법을 결정할 수 있다
- 작업 표준에 따라 세척설비를 운전할 수 있다.
- 여과액 및 슬러지를 분석하여 세척 효율성을 평가할 수 있다.

9) 침출액 정제 작업

가) 침전

- 침출액의 금속농도를 분석하고, 목적 금속 이외의 불순물을 침전·제거하는 방법을 선정할 수 있다.
- 침전반응에 대한 반응공정을 숙지하고 작업조건을 설계할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 반응 설비를 운전, 관리할 수 있다.
- 정제과정에서 발생하는 슬러지를 환경기준에 따라 처리할 수 있다.

나) 치환

- 침출액의 금속농도를 분석하고, 목적 금속 이외의 불순물을 치환, 제거하는 방법을 선정할 수 있다.
- 치환반응에 대한 반응공정을 숙지하고 작업조건을 설계할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 치환 반응 설비를 운전·관리할 수 있다.
- 정제과정 중에서 발생하는 슬러지를 환경기준에 따라 처리할 수 있다.

다) 용매추출

- 침출액의 금속농도를 분석하고, 목적 금속 원소를 추출에 의해 정제하는 방법을 선정할 수 있다.

- 용매추출 반응에 대한 기본공정을 숙지하여 추출 및 탈거 작업조건을 도출할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 연속추출장치(mixer settler)를 운전, 관리할 수 있다.
- 정제과정 중에서 발생하는 폐액을 환경기준에 따라 처리할 수 있다.

라) 이온교환

- 침출액의 금속농도를 분석하고, 목적 금속 원소를 이온교환수지를 통해 정제하는 방법을 선정할 수 있다.
- 이온교환수지 반응에 대한 기본공정을 숙지하여 흡착 및 세정 작업조건을 도출할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 이온교환수지 컬럼을 운전, 관리할 수 있다.
- 정제과정에서 발생하는 폐액을 환경기준에 따라 처리할 수 있다.

마) 흡착

- 침출액의 금속농도를 분석하고, 목적 금속 원소를 흡착제를 통해 정제하는 방법을 선정할 수 있다.
- 흡착 반응에 대한 기본공정을 숙지하여 장치와 작업조건을 설계할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 반응 설비를 운전, 관리할 수 있다.
- 정제과정에서 발생하는 폐수·폐기물을 환경 기준에 따라 처리할 수 있다.

10) 전해 작업

가) 전해 채취

- 각종 전해 채취 방법에 따른 작업조건을 설정할 수 있다.
- 전해 채취하고자 하는 금속의 종류 및 전해액에 따라 양극과 음극을 선택할 수 있다.
- 전해 채취에 적합한 최적의 전압과 전류를 설정할 수 있다.

나) 전해액 관리

- 전해액의 조성에 따른 전해 채취공정의 전류효율 및 불순물의 혼입을 이해할 수 있다.
- 전해액에서 금속농도를 측정하기 위한 측정기의 사용방법을 알 수 있다.
- 전해액의 온도 조절을 위한 설비를 운용할 수 있다.

다) 전해작업 관리

- 전해조에 인가된 전압을 측정할 수 있다.
- 인가된 전압에 따른 전류를 측정할 수 있다.
- 양극판과 음극판의 거리에 따른 전류효율의 변화를 이해할 수 있다.
- 전해조의 온도가 전해에 미치는 영향을 이해할 수 있다.
- 전해액의 농도를 유지하기 위한 설비를 운용할 수 있다.

라) 박리 작업

- 자동박리기의 작동원리를 이해하고 작업을 할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 박리작업을 수행할 수 있다.
- 박리기 설비를 점검표에 따라 점검하고 관리할 수 있다.
- 자동박리기의 오작동 시 수동으로 박리작업을 할 수 있다.
- 박리된 금속의 외관검사를 통해 자동박리기의 작업을 판단할 수 있다.

마) 극판 관리

- 극판의 재질과 물성을 파악하고 점검할 수 있다.
- 불용성 양극에서의 산화반응을 알 수 있다.
- 조금속으로 제조한 양극에서 발생하는 양극 슬라임(slime)의 성분을 알 수 있다.
- 전해정도에 따라 오염도를 파악하여 후속공정을 위한 세척방법을 선정할 수 있다.

11) 회수 작업

가) 금속 치환

- 금속의 이온화 경향 순서에 따른 환원경향의 차이를 이해하고, 목적 금속의 환원전위에 따라 치환에 사용할 금속을 선정할 수 있다.
- 치환에 필요한 치환제의 투입량을 결정할 수 있다.
- 회수된 금속치환물로부터 목적 금속의 회수방법을 이해할 수 있다.
- 장치를 안정적으로 유지, 관리할 수 있다.

나) 가스 환원

- 금속화합물과 그 회수 금속의 성상에 따른 적정 환원 방식을 선정할 수 있다.
- 회수하고자 하는 금속의 환원에 적합한 용액의 pH와 반응온도를 설정할 수 있다.
- 금속분말의 입도와 형상을 제어하기 위한 환원온도, 반응시간, 가스의 농도 및 유량을 설정·운용할 수 있다.
- 반응로의 압력을 측정하고 유지할 수 있으며, 고압상태에서 비상사태 발생시 안전하게 대처할 수 있다.
- 제조된 금속분말의 성상과 순도를 분석할 수 있다.

다) 결정화

- 회수하고자 하는 금속을 결정화할 때 첨가제의 종류에 따른 투입량 및 pH에 따른 결정화 거동을 이해할 수 있다.

- 결정화할 때 반응온도 및 반응물의 농도비, 교반조건이 결정화물의 입도 및 형상에 미치는 영향을 파악하여 최적조건에서 결정화 반응을 운용할 수 있다.
- 액상 화합물의 투입과 결정화 후 고액 혼합물의 원활한 배출방법을 숙지하고 운용할 수 있다.

12) 환경 안전 관리

가) 작업장 환경 관리

- 작업장 환경관련 법규에 따라 관련 규정을 파악하여 준수할 수 있다.
- 작업장 환경을 유지하기 위한 설비를 가동하고 정비할 수 있다.
- 작업장 환경과 관련 규정에 따라 비상조치 절차를 파악하여 긴급 상황 발생 시 비상조치를 할 수 있다.

나) 작업자 환경 관리

- 작업자 환경관련 법규에 따라 관련 규정을 파악하여 준수할 수 있다.
- 작업자의 환경관련 설비를 가동하고 정비할 수 있다.
- 작업자의 안전을 위하여 비상조치 절차를 파악하고 긴급 상황 발생 시 비상조치를 취할 수 있다.
- 작업자의 안전과 건강을 위하여 필요한 안전보호장구를 착용할 수 있다.

다) 작업안전 관리

- 작업 안전과 관련 법규에 따라 관련 규정을 파악하여 준수하고 설비를 제어할 수 있다.
- 설비 매뉴얼에 따라 안전 설비를 가동하고 정비할 수 있다.
- 작업 표준에 따라 각종 부품의 성능을 이해하고, 교체주기에 따라 교체부품을 확보, 교체하여 성능을 유지할 수 있다.
- 안전 관련 법규에 따라 비상조치 절차를 파악하여 긴급 상황 발생 시 비상조치를 할 수 있다.
- 물질안전보건자료(MSDS) 관련 지식을 알고 취급상의 작업자 안전을 확보할 수 있다.

3. 교수·학습

가. 학생의 학업 성취수준이나, 학과의 특성에 따라 내용을 재구성하여 지도한다.

- 나. 모든 영역에서 실험·실습 등의 실무 능력의 연계된 학습을 위해 설비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다. 실습 설비가 부족하거나 단위 시간과의 문제가 있으면 조별 실습, 순환 실습 등을 통하여 실습 장비 가동률을 높이고 학생들의 실습 시간을 확보하는 방안을 강구하도록 한다.
- 다. 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 공구 및 선반의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.
- 라. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 마. 작업장의 안전사고 및 대처 요령을 지도하여야 하며, 보호 장비의 착용을 확인하고, 환기가 정상적으로 이루어지는 상태에서 작업할 수 있도록 지도한다.
- 바. 건식제련 직무와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상시킬 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무능력을 기른다.
- 3) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 그 수행 정도를 평가한다.
- 4) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 5) 실기 평가에서 최종 산출된 제품뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가에서는 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고, 완성된 과제는 실기 평가 기준에 따라 항목별로 평가하도록 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
원료 예비 처리 작업	입고된 원료를 품목 및 입고 순서에 따라 분석하고, 분석 결과에 따라 필요한 조성으로 배합하여 후공정에 적합한 건조, 하소, 배소처리 또는 단광제조를 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 원료 예비 처리 작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 처리 작업을 잘 할 수 있다.	입고된 원료를 품목 및 입고 순서에 따라 분석하고, 분석 결과에 따라 필요한 조성으로 배합하여 후공정에 적합한 건조, 하소, 배소처리 또는 단광제조를 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 원료 예비 처리 작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 처리 작업을 할 수 있다.	입고된 원료를 품목 및 입고 순서에 따라 분석하고, 분석 결과에 따라 필요한 조성으로 배합하여 후공정에 적합한 건조, 하소, 배소처리 또는 단광제조를 이해하고 설명할 수 있으며 부분적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 원료 예비 처리 작업에 대하여 설명하면서 처리 작업을 할 수 있다.
조금속 제조	원료와 부원료의 장입조건을 결정하여 제련로에 투입하고, 제련반응에 의해 슬래그, 목적 금속을 분리하고 배기가스, 후공정 등을 이해하고 설명하며 능동적으로 이송할 수 있다. 종합적으로 조금속 제조에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 제조 작업을 잘 할 수 있다.	원료와 부원료의 장입조건을 결정하여 제련로에 투입하고, 제련반응에 의해 슬래그, 목적 금속을 분리하고 배기가스, 후공정 등을 이해하고 설명하며 이송할 수 있다. 종합적으로 조금속 제조에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 제조 작업을 할 수 있다.	원료와 부원료의 장입조건을 결정하여 제련로에 투입하고, 제련반응에 의해 슬래그, 목적 금속을 분리하고 배기가스, 후공정 등을 이해하며 부분적으로 설명할 수 있으며 이송할 수 있다. 종합적으로 조금속 제조에 대하여 설명하면서 제조 작업을 할 수 있다.
정련 작업	조금속의 종류와 분리대상 불순물의 종류에 따라 산화·환원, 상분리, 용제 첨가 등 적절한 정련방법을 이용하여 후속공정의 목표 조성까지 불순물의 분리·정제 등을 잘 이해하고 설명하며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 정련작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정련 작업을 잘 할 수 있다.	조금속의 종류와 분리대상 불순물의 종류에 따라 산화·환원, 상분리, 용제 첨가 등 적절한 정련방법을 이용하여 후속공정의 목표 조성까지 불순물의 분리·정제 등을 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 정련작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 정련 작업을 할 수 있다.	조금속의 종류와 분리대상 불순물의 종류에 따라 산화·환원, 상분리, 용제 첨가 등 적절한 정련방법을 이용하여 후속공정의 목표 조성까지 불순물의 분리·정제 등을 이해하며 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 정련 작업에 대하여 설명하면서 정련 작업을 할 수 있다.
주조 작업	제조극판으로부터 주조품을 제조하기 위하여 요구되는 용탕관리, 출탕 관리, 주조기를 작동·관리 등을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행 할 수 있다. 종합적으로 주조 작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 주조 작업을 잘 할 수 있다.	제조극판으로부터 주조품을 제조하기 위하여 요구되는 용탕관리, 출탕 관리, 주조기를 작동·관리 등을 이해하고 설명할 수 있으며 수행 할 수 있다. 종합적으로 주조 작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 주조 작업을 할 수 있다.	제조극판으로부터 주조품을 제조하기 위하여 요구되는 용탕관리, 출탕 관리, 주조기를 작동·관리 등을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행 할 수 있다. 종합적으로 주조 작업에 대하여 설명하면서 주조 작업을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
부산물 처리 작업	제련공정에서 발생하는 부산물의 특성을 파악하여 친환경적으로 처리하거나 경제적으로 가치가 있는 물질을 회수하는 작업을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 부산물 처리 작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 처리 작업을 잘 할 수 있다.	제련공정에서 발생하는 부산물의 특성을 파악하여 친환경적으로 처리하거나 경제적으로 가치가 있는 물질을 회수하는 작업을 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 부산물 처리 작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 처리 작업을 할 수 있다.	제련공정에서 발생하는 부산물의 특성을 파악하여 친환경적으로 처리하거나 경제적으로 가치가 있는 물질을 회수하는 작업을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 부산물 처리 작업에 대하여 설명하면서 처리 작업을 할 수 있다.
황산 제조 작업	비철제련 발생가스로부터 황산을 제조하기 위하여 필요한 이산화황 투입, 원료가스세정, 이산화황전화, 황산제조, 배출가스 관리 등 공정 전반을 관리하고 유지하는 방안을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 황산 제조 작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 제조 작업을 잘 할 수 있다.	비철제련 발생가스로부터 황산을 제조하기 위하여 필요한 이산화황 투입, 원료가스세정, 이산화황전화, 황산제조, 배출가스 관리 등 공정 전반을 관리하고 유지하는 방안을 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 황산 제조 작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 제조 작업을 할 수 있다.	비철제련 발생가스로부터 황산을 제조하기 위하여 필요한 이산화황 투입, 원료가스세정, 이산화황전화, 황산제조, 배출가스 관리 등 공정 전반을 관리하고 유지하는 방안을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 황산 제조 작업에 대하여 설명하면서 제조 작업을 할 수 있다.
침출작업	준비된 침출액과 원료를 침출조에 공급하고 침출조에서 침출반응을 수행하고 슬러지를 함유하고 있는 침출용액을 고액분리설비로 이송하는 일을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 침출 작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 작업을 잘 할 수 있다.	준비된 침출액과 원료를 침출조에 공급하고 침출조에서 침출반응을 수행하고 슬러지를 함유하고 있는 침출용액을 고액분리설비로 이송하는 일을 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 침출 작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 작업을 할 수 있다.	준비된 침출액과 원료를 침출조에 공급하고 침출조에서 침출반응을 수행하고 슬러지를 함유하고 있는 침출용액을 고액분리설비로 이송하는 일을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 침출 작업에 대하여 설명하면서 작업을 할 수 있다.
고액분리 작업	침출된 슬러리의 고액을 분리하기 위해 농축기에 슬러리를 장입하여 농축을 행한 후 여과와 세척공정을 통하여 고상의 슬러지를 제거하고 청정한 침출액만을 정제공정으로 이송하는 일을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 고액분리작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 분리작업을 잘 할 수 있다.	침출된 슬러리의 고액을 분리하기 위해 농축기에 슬러리를 장입하여 농축을 행한 후 여과와 세척공정을 통하여 고상의 슬러지를 제거하고 청정한 침출액만을 정제공정으로 이송하는 일을 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 고액분리작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 분리작업을 할 수 있다.	침출된 슬러리의 고액을 분리하기 위해 농축기에 슬러리를 장입하여 농축을 행한 후 여과와 세척공정을 통하여 고상의 슬러지를 제거하고 청정한 침출액만을 정제공정으로 이송하는 일을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 고액분리작업에 대하여 설명하면서 분리작업을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
침출액 정제 작업	침출용액으로부터 회수할 유가금속을 선정하고, 침전, 치환, 용매추출, 이온교환, 흡착 등의 방법으로 침출액 중의 불순물을 제거하여 금속을 회수하기에 적합한 용액으로 만드는 일을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 침출액 정제 작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정제 작업을 잘 할 수 있다.	침출용액으로부터 회수할 유가금속을 선정하고, 침전, 치환, 용매추출, 이온교환, 흡착 등의 방법으로 침출액 중의 불순물을 제거하여 금속을 회수하기에 적합한 용액으로 만드는 일을 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 침출액 정제 작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 정제작업을 할 수 있다.	침출용액으로부터 회수할 유가금속을 선정하고, 침전, 치환, 용매추출, 이온교환, 흡착 등의 방법으로 침출액 중의 불순물을 제거하여 금속을 회수하기에 적합한 용액으로 만드는 일을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 침출액 정제 작업에 대하여 설명하면서 정제 작업을 할 수 있다.
전해 작업	정제된 침출액으로부터 전해 채취에 의하여 목적 금속을 얻기 위해 전해조, 전해액 및 극판을 관리하고 전착된 목적 금속을 박리하는 일을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 전해 작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 작업을 잘 할 수 있다.	정제된 침출액으로부터 전해 채취에 의하여 목적 금속을 얻기 위해 전해조, 전해액 및 극판을 관리하고 전착된 목적 금속을 박리하는 일을 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 전해 작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 작업을 할 수 있다.	정제된 침출액으로부터 전해 채취에 의하여 목적 금속을 얻기 위해 전해조, 전해액 및 극판을 관리하고 전착된 목적 금속을 박리하는 일을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 전해 작업에 대하여 설명하면서 작업을 할 수 있다.
회수 작업	정제된 침출액에서 금속 치환 또는 가스 환원으로 유가금속을 회수하거나 결정화시켜 화합물의 형태로 목적 금속을 회수하는 일을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 회수 작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 작업을 잘 할 수 있다.	정제된 침출액에서 금속 치환 또는 가스 환원으로 유가금속을 회수하거나 결정화시켜 화합물의 형태로 목적 금속을 회수하는 일을 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 회수 작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 작업을 할 수 있다.	정제된 침출액에서 금속 치환 또는 가스 환원으로 유가금속을 회수하거나 결정화시켜 화합물의 형태로 목적 금속을 회수하는 일을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 회수 작업에 대하여 설명하면서 작업을 할 수 있다.
환경안전 관리	작업자가 안전하고 건강하게 작업을 수행할 수 있도록 작업장의 환경과 작업자의 안전 및 환경과 관련한 관련법규와 규정을 준수하도록 제어·관리에 대하여 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 환경안전 관리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 관리작업을 잘 할 수 있다.	작업자가 안전하고 건강하게 작업을 수행할 수 있도록 작업장의 환경과 작업자의 안전 및 환경과 관련한 관련법규와 규정을 준수하도록 제어·관리에 대하여 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 환경안전 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 관리작업을 할 수 있다.	작업자가 안전하고 건강하게 작업을 수행할 수 있도록 작업장의 환경과 작업자의 안전 및 환경과 관련한 관련법규와 규정을 준수하도록 제어·관리에 대하여 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 환경안전 관리에 대하여 설명하면서 관리작업을 할 수 있다.

9. 도금·도장

1. 성격 및 목표

가. 성격

도금·도장은 소재표면에 요구하는 기능을 부여하기 위하여 생산계획수립, 도금작업, 후처리 작업 등을 통해 금속 및 비금속 피막을 형성하는 일이다.

소재 표면의 내구성과 광택 및 소비자가 요구하는 물리적·화학적 기능을 부여하기 위하여 시도되었으며, 도금을 통해 소재의 품질을 향상시킬 수 있기 때문에 다양한 도금 방법들이 개발되고 있다.

도금·도장은 산업 전반에 걸쳐 활용된다. 과거에는 도금사들이 온몸으로 노작활동을 하였다면 오늘날에는 사람이 직접 하던 작업들이 점차 자동화되어 가고 있다.

일반적으로 수동 도금·도장은 인간이 직접 보호 장비를 착용한 채 건을 들고 직접 도금하는 것을 뜻한다. 그리고 자동도금은 조작자가 계속해서 조작하지 않고 연속적으로 도금을 진행하도록 장치를 사용해서 하는 도금의 총칭으로, ‘도금·도장자동화’는 이러한 자동도금이 가능하도록 하는 시스템을 말한다.

로봇도금은 주어진 도면에 따라 로봇프로그램에 데이터를 입력하여 구현한 자동화용접시스템을 활용하여 산업체에 부분적으로 적용할 수 있는 미래 지향적 작업을 수행하는 일이다.

나. 목표

주어진 도면에 따른 생산계획수립, 치구제작, 공정설계, 도금액관리, 전처리작업, 도금작업, 피막처리작업, 건식도금작업, 후처리작업, 제품검사, 불량대책 수립, 환경 안전 관리 등의 직무를 활용하여 산업체에 전반적으로 적용할 수 있는 도금작업 수행능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘도금·도장’ 과목은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키고, 산업 현장의 산업 설비 분야에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
치구 제작 (1601040102_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> 전류분포에 따른 치구구상하기 치구의 재질 선정하기 제품별 치구 설계하기 치구 제작하기
도금작업 공정설계 (1601040103_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> 소재상태 파악하기 수입검사하기 도금조건 설정하기
도금액 관리 (1601040104_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> 도금액 종류별 유지, 관리하기 도금액 분석하기 도금전 용액상태 점검하기
전처리작업 (1601040105_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> 산화피막 제거하기 소재 연마하기 탈지하기 비전도성 소재의 전처리하기 표면상태 검사하기
도금작업 (1601040106_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> 도금 설비 점검하기 도금액 관리하기 도금 작업하기 공정검사하기
피막처리작업 (1601040107_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> 피막 전처리하기 양극산화하기 화성피막 처리하기 착색·봉공 처리하기
후처리작업 (1601040109_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> 크로메이트 처리하기 유기피막 처리하기 도금후 열처리하기
금속도장 환경 안전 관리 (1601040204_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 환경설비 관리하기 폐기물 관리하기 소방안전 관리하기 전기안전 관리하기 장비안전 관리하기 개인안전 관리하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
금속도장 표면처리 (1601040205_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 표면처리작업 준비하기 • 화학적 처리하기 • 기계적 처리하기 • 표면처리 작업 정리하기
금속도장 작업 (1601040206_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 도장작업 준비하기 • 조색하기 • 롤러 도장하기 • 스프레이 도장하기 • 침적 도장하기 • 롤코팅 도장하기 • 정전 도장하기 • 도장작업 정리하기
금속도장 건조 (1601040207_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 건조작업 준비하기 • 건조작업 수행하기 • 건조작업 정리하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 치구 제작

가) 전류분포에 따른 치구구상하기

- 치구에 흐를 수 있는 총 전류량, 모양에 따른 전류분포 등을 계산하여 치구를 설계할 수 있다.
- 균일 전착성이 양호한 범위 내에서 많은 제품을 장착할 수 있도록 설계할 수 있다.
- 제품을 장착, 탈착하기 쉽고, 교반에 의해 제품이 치구에서 분리되지 않도록 설계 할 수 있다.
- 치구 설계에 따른 생산량 기준으로 작업성을 판단 할 수 있다.

나) 치구의 재질 선정하기

- 도금액의 종류에 따라 치구의 재질을 설정할 수 있다.
- 도금액 및 코팅재의 특성에 따라 치구의 피복재질을 선정할 수 있다.
- 치구를 도금한 후 박리해도 부식이나 변형이 없도록 선정할 수 있다.

다) 제품별 치구 설계하기

- 제품에 따라 치구의 형상과 크기를 설계할 수 있다.
- 제품에 따라 치구에 장착(racking)할 수 있는 제품의 수량을 결정할 수 있다.
- 도금액의 종류 및 도금 탱크의 크기(높이, 너비)에 따라 치구를 설계할 수 있다.

라) 치구 제작하기

- 도금, 수세탱크의 깊이와 너비에 맞추어 결이(지선, 간선)의 굵기와 형태(환봉, 사각형)를 선택하여 제작할 수 있다.
- 결이와 간선의 이음매 부분은 움푹임이지 않도록 리벳처리 후 납땜(용접)할 수 있다.
- 제품이 복잡하거나 저전류밀도 부분이 많은 경우 보조전극을 제작할 수 있다.
- 도금제품에 결함이 없도록 치구를 제작할 수 있다.

2) 도금작업 공정설계

가) 소재상태 파악하기

- 도면 및 부속서류를 활용하여 소재의 재질, 특성을 파악, 검토할 수 있다.
- 도면 및 부속서류를 활용하여 가공방법, 도금규격, 도금방법, 치수를 파악, 검토할 수 있다.
- 도면이 없는 경우 도금관련 규격에 따라 고객과 협의할 수 있다.

나) 수입검사하기

- 도금 종류에 따라 해당규격 또는 검사기준서를 확인하고 소재상태를 검사, 확인할 수 있다.
- 도면 및 부속서류의 기준에 따라 각종 측정기기를 이용하여 검사할 수 있다.
- 외관검사는 한도견본에 따라 소재상태를 육안으로 검사 할 수 있다.
- 소재의 상태에 따라 고객과 사전에 품질기준을 결정할 수 있다.

다) 도금조건 설정하기

- 도금조건을 설정할 수 있다.
- 제품의 특성을 고려하여 용액의 종류, 농도, 온도, 처리시간 등을 설정할 수 있다.
- 제품 형상에 따라 도금방법을 결정할 수 있다.
- 최적의 도금액 상태를 유지할 수 있도록 도금액 관리조건을 설정할 수 있다.

3) 도금액 관리

가) 도금액 종류별 유지, 관리하기

- 도금공정조건에 따라 관리항목을 검토하여 주기마다 점검, 보완할 수 있다.
- 부대설비를 점검하여 이상 발생 시 수리 및 교체할 수 있다.
- 도금액 종류에 따라 작업표준서에 기록된 표준작업조건을 유지할 수 있다.

나) 도금액 분석하기

- 분석에 필요한 기자재를 준비하고 사용할 수 있다.
- 분석에 필요한 시료채취 및 표준시약 제조 작업을 수행할 수 있다.

- 도금액을 순서에 따라 분석하고 정확한 값을 측정하여 관리기준에 맞게 수정, 보완할 수 있다.
- 분석에 의해 도금액 성분의 과부족 및 불순물 상태 등을 파악할 수 있다.

다) 도금전 용액상태 점검하기

- 혈셀시험을 통하여 용액 상태를 관리할 수 있다.
- 작업 전 농도, 비중을 표준 작업 상태로 맞출 수 있다.
- 작업 온도, pH 등을 표준 작업 상태로 맞출 수 있다.

4) 전처리작업

가) 산화피막 제거하기

- 소재에 따라 산처리액의 종류와 농도를 선정할 수 있다.
- 산화피막 상태에 따라 작업조건을 선정할 수 있다.
- 작업표준서를 확인하고 도금소재에 따라 산처리작업을 할 수 있다.

나) 소재 연마하기

- 도면과 수입검사기준서에 의거하여 소재와 작업내용을 파악할 수 있다.
- 요구조건에 따라 연마방법을 선택할 수 있다.
- 연마 전 보호장구를 착용하고 작업절차서에 따라 연마작업을 수행할 수 있다.

다) 탈지하기

- 소재에 따라 오염정도, 상태를 파악하여 탈지액 및 탈지방법을 선정할 수 있다.
- 선정된 탈지방법에 따라 탈지액을 조성할 수 있다.
- 탈지방법에 따라 도금소재 표면의 이물질을 제거할 수 있다.

라) 비전도성 소재의 전처리하기

- 제품의 재질, 성분에 따른 전처리 공정을 선정할 수 있다.
- 소재에 따라 도금에 적합한 전처리 용액을 조성할 수 있다.
- 작업표준에 의거하여 전처리 작업을 할 수 있다.

마) 표면상태 검사하기

- 산화피막 제거상태를 확인할 수 있다.
- 연마상태를 확인할 수 있다.
- 탈지상태를 점검할 수 있다.
- 비전도성 제품의 전도성 여부를 확인할 수 있다.

5) 도금작업

가) 도금 설비 점검하기

- 정류기 및 전기관련 설비를 점검표에 따라 유지, 관리할 수 있다.
- 도금조 및 관련설비를 점검표에 따라 유지, 관리할 수 있다.
- 작업환경 관련 설비를 점검표에 따라 유지, 관리할 수 있다.

나) 도금액 관리하기

- 도금액의 표준조건을 확인할 수 있다.
- 도금액 분석을 통하여 도금액 성분을 관리할 수 있다.
- 혈셀시험을 실시하여 첨가제 및 불순물을 관리할 수 있다.
- 도금액관리대장을 기록, 관리할 수 있다.

다) 도금 작업하기

- 도금 작업조건을 설정하고 도금할 수 있다.
- 작업량에 따라 소모된 약품을 보충할 수 있다.
- 도금액 및 수세수의 오염 방지를 위하여 수세수를 관리할 수 있다.
- 도금 작업표준에 따라 작업하고 이상 유무를 관리할 수 있다.
- 불량 발생 시 원인을 파악할 수 있다.

라) 공정검사하기

- 공정 중 도금상태의 이상 유무를 점검하기 위하여 외관검사 특성검사 등을 실시할 수 있다.
- 품질계획서에 의거하여 공정검사를 실시하고, 작업일지에 검사결과를 기록할 수 있다.
- 공정검사결과 문제발생시 대책수립할 수 있다.

6) 피막처리작업

가) 피막 전처리하기

- 소재에 따라 전처리 용액의 농도, 온도, 약품을 선정하여 공정도를 작성할 수 있다.
- 제품의 용도별 치구의 재질, 고정방법을 선택하여 치구에 장착(racking)할 수 있다.
- 제품에 탈지, 에칭, 스머트 제거 등의 전처리작업을 수행할 수 있다.
- 전처리 불량발생시 원인을 분석하여 대책을 수립할 수 있다.

나) 양극산화하기

- 작업표준서를 활용하여 통전상태, 온도, 농도, 음극판 이상유무를 판단하여 점검할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 양극산화작업을 수행할 수 있다.

- 제품의 합금계열별 분류를 숙지하고, 계열별 피막에 미치는 영향과 조건을 설정할 수 있다.
- 검사법에 따라 피막을 검사할 수 있다.
- 양극산화 중 불량 발생시 원인별 대책을 수립할 수 있다.

다) 화성피막 처리하기

- 작업표준서를 활용하여 화성처리조건(피막종류, 용액 온도, pH, 농도 등)을 점검할 수 있다.
- 화성피막의 결정을 미세, 치밀, 균일하게 하고, 작업시간을 단축시키기 위하여 표면 조정 작업을 할 수 있다.
- 작업표준서를 활용하여 화성피막처리 작업을 할 수 있다.
- 가공부하율, 처리온도, 처리액농도, 산비 등을 조절하여 처리액을 관리할 수 있다.
- 금속에 색상을 부여하고 소재가 내식성, 장식성, 내마모성, 내열성을 갖도록 처리작업을 할 수 있다.
- 화성피막 작업 중 불량 발생 시 원인분석을 하여 대책을 수립할 수 있다.

라) 착색·봉공 처리하기

- 작업표준서를 활용하여 작업조건을 설정하고 용액을 조성할 수 있다.
- 작업표준서를 활용하여 착색(염료처리 등)을 실시할 수 있다.
- 코팅 및 봉공 처리하여 변색을 방지할 수 있다.
- 착색 및 봉공처리 작업 중 이상 발생시 대책을 수립하여 조치할 수 있다.

7) 후처리작업

가) 크로메이트 처리하기

- 작업표준에 따라 규정농도로 크로메이트액을 조성할 수 있다.
- 작업표준에 따라 크로메이트 처리를 할 수 있다.
- 검사를 통해 크로메이트 처리상태를 확인할 수 있다.
- 불량발생 시 원인을 분석하여 대책을 수립할 수 있다.

나) 유기피막 처리하기

- 작업표준에 따라 규정농도로 유기피막처리액을 조성할 수 있다.
- 작업표준에 따라 유기피막 처리작업을 할 수 있다.
- 검사를 통해 유기피막 처리상태를 확인할 수 있다.
- 불량발생 시 원인을 분석하여 대책을 수립할 수 있다.

다) 도금후 열처리하기

- 제품의 사용 목적에 따라 열처리 작업 조건을 파악할 수 있다.
- 제품의 사용 목적에 따라 열처리 작업 조건을 설정할 수 있다.
- 작업표준에 따라 열처리 작업을 할 수 있다.

8) 금속도장 환경 안전 관리

가) 환경설비 관리하기

- 분진·가스·먼지가 흡입되지 않도록 설비를 점검 할 수 있다.
- 작업장 환경의 온도, 습도, 풍속이 표준 규정대로 설정되어 있는지 측정할 수 있다.
- 단위 공정별로 환경설비에 대한 관리계획을 수립 할 수 있다.
- 물질안전보건자료를 활용하여 오염을 방지 할 수 있다.
- 도장작업 시 발생하는 휘발성 유기 용재를 법규에 따라 배출되는지 확인할 수 있다.

나) 폐기물 관리하기

- 폐기물 처리 규정에 따라 종류별로 장소를 지정하여 보관 할 수 있다.
- 폐기물에 대한 처리보고서를 작성할 수 있다.
- 작성된 처리보고서를 종류별로 분류하여 관리 할 수 있다.
- 도장설비의 청결 상태를 파악할 수 있다.

다) 소방안전 관리하기

- 화재발생 시 소방안전수칙에 따라 해당 소화기를 사용 할 수 있다.
- 소화기를 지정된 위치에 비치하여 관리할 수 있다.
- 소방안전수칙에 따라 정기적인 소방훈련을 규정대로 수행 할 수 있다.
- 소화기를 점검하여 이상 유무를 파악할 수 있다.
- 화재 진압 시 착용할 안전보호구를 사용 할 수 있다.
- 화재 발생 시 비상경로를 숙지하여 대피를 유도할 수 있다.

라) 전기안전 관리하기

- 방폭시설이 규정대로 작동되는지 파악할 수 있다.
- 전기설비의 방호장치를 규정대로 사용 할 수 있다.
- 전기기기의 안전적합여부를 정기적으로 확인할 수 있다.
- 전기전압을 규정대로 점검하여 스파크가 발생하지 않도록 관리 할 수 있다.

마) 장비안전 관리하기

- 장비에 필요한 안전수칙내용을 작성할 수 있다.

- 장비별로 일일 점검표를 작성하여 유지관리 할 수 있다.
- 장비별로 안전수칙을 부착하여 점검 할 수 있다.

바) 개인안전 관리하기

- 도장작업에 필요한 개인안전보호구를 올바르게 사용할 수 있다.
- 도장 작업공정에 따른 보호구를 선정하여 사용할 수 있다.
- 공정에 필요한 개인안전보호구를 착용하고 안전조치를 할 수 있다.
- 물질안전 보건자료를 정확히 파악하여 적용할 수 있다.
- 안전사고발생시 신속하게 상황에 맞는 응급조치를 할 수 있다.

9) 금속도장 표면처리

가) 표면처리작업 준비하기

- 시방서를 판독하여 표면처리 작업을 위한 설비 및 장비를 준비하고 이상 유무를 확인할 수 있다.
- 작업에 필요한 용액이나 기타 부자재를 식별하고 재고를 파악할 수 있다.
- 용액의 사용조건을 판독할 수 있고 농도를 설정할 수 있다.
- 용액 시료를 채취하여 시험을 의뢰할 수 있다.
- 용액 도포설비를 교체할 수 있고 작업스케줄에 맞게 사전준비를 할 수 있다.

나) 화학적 처리하기

- 금속 재료를 공급 릴에 장착할 수 있다.
- 용접설비를 이용하여 금속 재료를 연결할 수 있다.
- 금속 재료를 표면처리 설비로 공급할 수 있다.
- 탈지용액의 스프레이 상태 및 용액량을 확인할 수 있다.
- 수세 스프레이 상태를 확인하고 이상 발생 시에는 조치할 수 있다.
- 표면처리 용액량과 용액공급장치 상태를 확인할 수 있다.
- 표면처리 용액 도포 시 피막량을 조절할 수 있다.
- 표면처리 용액 도포 후 건조조건을 설정하고 유지할 수 있다.
- 대기배출시설을 가동할 수 있고 가동상태를 점검할 수 있다.

다) 기계적 처리하기

- 도장할 표면에 대해 청정검사, 염분검사, 구조적 형상처리에 대한 검사를 할 수 있다.
- 표면처리 등급에 따라 블라스트 표면의 조도(거칠기)를 형성할 수 있다.
- 표면조도 측정기를 사용하여 작업중간에 점검하면서 작업할 수 있다.
- 블라스트 장비의 공기압축기에서 배출되는 공기 기름과 수분의 오염 여부를 검사할 수 있다.

- 블라스트 연마제는 표면의 조도(거칠기)에 적합한 형태, 규격, 특성을 가진 것을 사용하고 보충할 수 있다.
- 블라스트 후 고압공기 분사나 진공펌프를 이용하여 먼지나 기타 잔여물을 깨끗이 제거할 수 있다.
- 표면처리 면적이 작을 때에는 그라인더 등 동력공구를 사용하여 작업할 수 있다.
- 작업에 필요한 안전 보호구를 착용하고 안전조치를 할 수 있다.
- 도장 설비 및 장비의 이상유무를 확인할 수 있다.

라) 표면처리 작업 정리하기

- 수세의 스프레이 노즐과 탱크내부를 해체하여 청소할 수 있다.
- 탈지 스프레이 노즐과 용액탱크 내부를 청소할 수 있고 용액을 건욕할 수 있다.
- 탈지용액 잔량 처리기준을 알고 지정된 폐수배관으로 배출할 수 있다.
- 표면처리 용액의 도포 설비를 청소할 수 있고 장비를 교체할 수 있다.
- 표면처리 용액의 잔량 처리기준을 알고 폐기물로 폐기할 수 있다.
- 대기배출시설 관리 일지를 작성할 수 있고 유독물 관리대장을 기록, 유지할 수 있다.
- 블라스트, 그라인딩 장비 등을 규정에 따라 청소하고 유지, 보관할 수 있다.
- 그리트, 쇼트, 샌드를 수거하기 위해 장비를 점검하고 수거작업을 할 수 있다.

10) 금속도장 작업

가) 도장작업 준비하기

- 작업절차서의 작업요건 및 공정을 이해하고 필요한 도료나 기타 부자재를 식별하고 재고를 파악할 수 있다.
- 도료의 사용기준에 맞는 도료조건을 설정할 수 있다.
- 도료의 점도를 측정하고 사내규격에 맞게 희석 및 배합을 할 수 있다.
- 용도별 도료를 구별하여 도장조건을 설정할 수 있다.
- 작업절차서의 제품별 품질기준에 맞게 설비조건을 설정할 수 있다.
- 작업에 필요한 안전 보호구를 착용하고 안전조치를 할 수 있다.

나) 조색하기

- 조색배합기준에 따라 조색제를 준비 할 수 있다.
- 조색제를 균일하게 유지, 관리 할 수 있다.
- 조색 배합량에 따라 조색제를 배합 할 수 있다.
- 배합된 도료를 도장하여 건조 시킬 수 있다.
- 도장된 도료색을 표준색과 비교할 수 있다.

- 도료색과 표준색에 차이가 있을 때 미조색 할 수 있다.

다) 롤러 도장하기

- 도료의 특성, 습도막 두께, 작업구획에 따라 롤러 또는 붓 등의 형식을 설정하고 작업기준을 준수할 수 있다.
- 도장해서는 안될 부분은 마스킹테이프 등으로 씌울 수 있다.
- 작업절차서에서 요구하는 습도막 두께를 얻기 위해 습도막 게이지를 사용할 수 있다.
- 도막 두께를 일정하게 유지하기 위해 상하 좌우로 고르게 도장할 수 있고, 용접부이나 거친 표면의 끝 면에는 주의할 수 있다.
- 규정된 작업절차에 따라 폭이 균일하게 중첩되도록 작업할 수 있다.
- 작업 시 미도장 부위가 발생할 경우 터치업 작업으로 보완할 수 있다.
- 작업 시 과도막 두께 또는 과도한 희석으로 도장의 처짐 및 흘러내림이 발생하지 않도록 할 수 있다.
- 작업 시 잔량의 도료가 발생하지 않도록 조절할 수 있다.
- 작업 시 도료의 비산 및 오염을 방지할 수 있다.

라) 스프레이 도장하기

- 도료의 특성, 작업범위, 소재의 구조에 따라 에어 스프레이건 및 에어리스스프레이기를 선정할 수 있다.
- 도료를 적정 비율로 희석하여 스프레이의 압력, 분사 폭, 도료 토출량 등을 조절할 수 있다.
- 습도막 두께, 작업방법, 작업범위에 따라 스프레이 노즐을 선정할 수 있다.
- 규정된 작업절차에 따라 스프레이 패턴 폭을 균일하게 중첩하여 작업할 수 있다.
- 스프레이건의 각도, 거리, 속도 등을 사용기준 및 방법에 따라 조작할 수 있다.
- 규정된 습도막 두께를 유지하기 위하여 습도막게이지를 사용할 수 있다.
- 스프레이 작업 시 미도장 부위가 발생할 경우 터치업 작업으로 보완할 수 있다.
- 스프레이 작업 시 과도막 두께 또는 과도한 희석으로 도장의 처짐 및 흘러내림이 발생하지 않도록 할 수 있다.
- 스프레이 작업 시 잔량의 도료가 발생하지 않도록 조절할 수 있다.
- 스프레이 작업 시 도료의 비산 및 오염을 방지할 수 있다.
- 스프레이도장 설비 및 장비의 이상 유무를 확인하고, 이상발생 시에는 조치할 수 있다.

라) 침적 도장하기

- 금속소재의 형상이 복잡한 부품 등의 내·외면을 도장하는데 적합한 전착, 침적, 덤블링 등 도장 형식을 설정할 수 있다.
- 금속소재를 도료탱크 속에 침적시켜 들어 올린 후 남은 도료를 떨구어 제거할 수 있다.

- 금속소재를 도료와 같이 회전용기 안에 넣고 회전시켜 도장할 수 있다.
- 도료를 저장 안정성이 유지될 수 있도록 관리할 수 있다.
- 작업절차서에서 요구하는 습도막 두께를 얻기 위해 침적 또는 흐름 속도를 조절할 수 있다.
- 침적 작업 시 과도막 두께 또는 과도한 희석으로 도장의 처짐 및 흘러내림이 발생하지 않도록 할 수 있다.
- 침적 작업 시 잔량의 도료가 발생하지 않도록 조절할 수 있다.
- 침적도장 설비 및 장비의 이상 유무를 확인하고, 이상 발생 시에는 조치할 수 있다.

마) 롤코팅 도장하기

- 도료특성과 도막기준에 맞게 도장설비의 속도비율, 롤 간 압력을 설정할 수 있다.
- 습도막 측정기를 이용하여 도장되고 있는 도막두께를 측정할 수 있다.
- 도장 작업 시 도료의 소요량에 맞추어 지속적으로 도료를 보충할 수 있다.
- 도장 작업 시 도료의 침전이 방지되도록 교반작업을 할 수 있다.
- 도장 작업 시 후공정의 요청사항에 맞게 도장조건을 변경할 수 있다.
- 각종 도장불량 발생시 적절한 응급조치를 할 수 있다.
- 도장 작업 시 도료의 비산 및 오염을 방지할 수 있다.
- 도료의 잔량을 관리하고 재고를 분류할 수 있다.
- 롤코팅도장 설비 및 장비의 이상 유무를 확인하고, 이상발생 시에는 조치할 수 있다.

바) 정전 도장하기

- 금속소재의 형상과 환경에 따라 액상정전과 분체도장 형식을 설정할 수 있다.
- 도료와 물체 사이에 정전압을 걸고 도료를 분무하여 도장할 수 있다.
- 도막 두께를 일정하게 유지할 수 있도록 작업조건을 준수하여 장비를 조작할 수 있다.
- 정전도장 작업 시 과도막 두께로 도장의 처짐 및 흘러내림이 발생하지 않도록 할 수 있다.
- 정전 작업 시 잔량의 도료가 발생하지 않도록 조절할 수 있다.
- 고전압에 의한 위험을 예방하고 안전에 주의하여 작업을 수행할 수 있다.
- 도장설비 및 장비의 이상 유무를 확인하고, 이상 발생 시에는 조치할 수 있다.

사) 도장작업 정리하기

- 용제를 이용하여 도장설비 및 장비를 세정하고, 필요시 장비를 교체할 수 있다.
- 사용 후 남은 도료를 밀봉하여 지정된 장소로 보관 및 폐기할 수 있다.
- 전량 사용한 도료용기를 규정에 따라 지정된 장소에 처리할 수 있다.
- 도장 작업 시 배출되는 폐기물을 밀봉하여 지정된 장소로 처리할 수 있다.
- 도장 작업 후 주변의 오염을 제거하고 각종 자재 및 장비를 제자리에 정리, 정돈할 수 있다.
- 도장작업 일지를 기록하고 재고 도료를 정리할 수 있다.

11) 금속도장 건조

가) 건조작업 준비하기

- 도장된 도료의 매뉴얼에 알맞게 건조조건을 설정할 수 있다.
- 건조온도 금속소재의 표면온도를 측정할 수 있다.
- 건조로의 각종 열풍 순환모터들을 조작할 수 있다.
- 건조로의 각종 댐퍼 상태를 숙지하고 조정할 수 있다.

나) 건조작업 수행하기

- 작업지시서의 규격에 맞게 오븐 온도를 설정할 수 있다.
- VOC 가스 연소설비를 조작할 수 있고 온도 조건을 설정 유지할 수 있다.
- 건조로 운전조건 중 가스 및 공기 연소비율을 조절할 수 있다.
- 건조 설비 및 장비의 이상을 판독하고 응급조치 할 수 있다.
- 측정도구를 이용하여 건조로를 통과한 금속소재의 표면온도를 측정할 수 있다.
- 건조 불량에 대한 원인분석과 대책을 수립하여 조치할 수 있다.
- 건조설비의 내부 화재 및 폭발에 대한 긴급 응급조치 방법을 숙지하고 대응할 수 있다.

다) 건조작업 정리하기

- 건조설비를 정지시킬 수 있고, 각종 댐퍼 및 밸브를 조작할 수 있다.
- 건조설비 내부 및 연소실을 청소하고, 설비의 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 건조설비 내부의 오염을 제거하고 각종 자재 및 장비를 제자리에 정리, 정돈할 수 있다.
- 건조로 운전사항을 업무일지에 기록할 수 있다.

3. 교수·학습

가. 학생의 학업 성취수준이나, 학과의 특성에 따라 내용을 재구성하여 지도한다.

나. 모든 영역에서 실험·실습 등의 실무 능력의 연계된 학습을 위해 설비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다. 실습 설비가 부족하거나 단위 시간과의 문제가 있으면 조별 실습, 순환 실습 등을 통하여 실습 장비 가동률을 높이고 학생들의 실습 시간을 확보하는 방안을 강구하도록 한다.

다. 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 공구 및 선반의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.

- 라. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 수행하기 위해 필요한 하위 기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 마. 작업장의 안전사고 및 대처 요령을 지도하여야 하며, 보호 장비의 착용을 확인하고, 환기가 정상적으로 이루어지는 상태에서 작업할 수 있도록 지도한다.
- 바. 산업 설비 직무와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상시킬 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무능력을 기른다.
- 3) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 그 수행 정도를 평가한다.
- 4) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 5) 실기 평가에서 최종 산출된 제품뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가에서는 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고, 완성된 과제물은 실기 평가 기준(공구 및 장비의 활용 능력, 소재의 종류에 따른 용접 조건 설정 능력, 문제 해결력, 숙련도 등)에 따라 항목별로 평가하도록 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
치구제작	제품에 맞는 전류량을 계산하여, 치구(rack)를 설계하고 제작하는 업무를 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 치구제작에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 제작을 잘 할 수 있다.	제품에 맞는 전류량을 계산하여, 치구(rack)를 설계하고 제작하는 업무를 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 치구제작에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 제작을 할 수 있다.	제품에 맞는 전류량을 계산하여, 치구(rack)를 설계하고 제작하는 업무를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 치구제작에 대하여 설명하면서 제작을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
도금작업 공정설계	도금작업에 적용되는 소재의 상태를 파악하고 수입검사 후 협의된 도금규격을 바탕으로 용도에 맞는 도금방법과 조건을 설정하는 업무를 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 도금작업 공정 설계에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 공정설계를 잘 할 수 있다.	도금작업에 적용되는 소재의 상태를 파악하고 수입검사 후 협의된 도금규격을 바탕으로 용도에 맞는 도금방법과 조건을 설정하는 업무를 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 도금작업 공정 설계에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 공정설계를 할 수 있다.	도금작업에 적용되는 소재의 상태를 파악하고 수입검사 후 협의된 도금규격을 바탕으로 용도에 맞는 도금방법과 조건을 설정하는 업무를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 도금작업 공정 설계에 대하여 설명하면서 공정설계를 할 수 있다.
도금액 관리	도금액을 최적의 상태로 유지하고 작업표준 범위 내에 관리되도록 도금액 분석을 실시하여 관리·점검하는 업무를 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 도금액 관리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 액관리를 잘 할 수 있다.	도금액을 최적의 상태로 유지하고 작업표준 범위 내에 관리되도록 도금액 분석을 실시하여 관리·점검하는 업무를 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 도금액 관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 액관리를 할 수 있다.	도금액을 최적의 상태로 유지하고 작업표준 범위 내에 관리되도록 도금액 분석을 실시하여 관리·점검하는 업무를 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 도금액 관리에 대하여 설명하면서 액관리를 할 수 있다.
전처리작업	소재에 부착되어 있는 산화피막 또는 오염물질을 제거하여 도금조건에 적합하게 처리하는 업무를 잘 이해하고, 설명할 수 있으며, 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 전처리 작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 전처리를 잘 할 수 있다.	소재에 부착되어 있는 산화피막 또는 오염물질을 제거하여 도금조건에 적합하게 처리하는 업무를 이해하고, 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 전처리 작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 전처리를 할 수 있다.	소재에 부착되어 있는 산화피막 또는 오염물질을 제거하여 도금조건에 적합하게 처리하는 업무를 이해하고, 부분적으로 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 전처리 작업에 대하여 설명하면서 전처리를 할 수 있다.
도금 작업	도금액 및 설비를 선정하여 표준작업조건에 따라 도금작업을 수행하는 일을 잘 이해하고 설명하며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 도금작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 도금을 잘 할 수 있다.	도금액 및 설비를 선정하여 표준작업조건에 따라 도금작업을 수행하는 일을 이해하고 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 도금작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 도금을 잘 할 수 있다.	도금액 및 설비를 선정하여 표준작업조건에 따라 도금작업을 수행하는 일을 이해하고 부분적으로 설명하며 수행할 수 있다. 종합적으로 도금작업에 대하여 설명하면서 도금을 할 수 있다.
피막처리 작업	소재표면에 양극산화, 착색처리, 봉공처리, 화성피막처리를 하는 일에 대하여 잘 이해하고 설명할 수 있으며, 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 피막처리 작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 피막처리를 잘 할 수 있다.	소재표면에 양극산화, 착색처리, 봉공처리, 화성피막처리를 하는 일에 대하여 이해하고 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 피막처리 작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 피막처리를 할 수 있다.	소재표면에 양극산화, 착색처리, 봉공처리, 화성피막처리를 하는 일에 대하여 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며, 수행할 수 있다. 종합적으로 피막처리 작업에 대하여 설명하면서 피막처리를 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
후처리작업	도금이 완료된 제품에 후처리 작업을 수행하여 용도에 맞는 기능을 부여하는 일을 잘 이해하고 있으며 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 후처리 작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 작업을 잘 할 수 있다.	도금이 완료된 제품에 후처리 작업을 수행하여 용도에 맞는 기능을 부여하는 일을 이해하고 있으며 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 후처리 작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 작업을 할 수 있다.	도금이 완료된 제품에 후처리 작업을 수행하여 용도에 맞는 기능을 부여하는 일을 이해하고 있으며 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 후처리 작업에 대하여 설명하면서 작업을 할 수 있다.
금속도장환경 안전 관리	금속도장 품질 및 보건 안전을 위하여 공정별 도장 작업 환경·안전을 점검하는 일을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 금속도장환경 안전 관리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 안전관리 작업을 잘 할 수 있다.	금속도장 품질 및 보건 안전을 위하여 공정별 도장 작업 환경·안전을 점검하는 일을 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 금속도장환경 안전관리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 안전관리 작업을 할 수 있다.	금속도장 품질 및 보건 안전을 위하여 공정별 도장 작업 환경·안전을 점검하는 일을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 금속도장환경 안전관리에 대하여 설명하면서 안전관리 작업을 할 수 있다.
금속도장 표면처리	금속소재의 표면과 도료의 밀착성을 좋게 하기 위해 금속소재 표면에 있는 기름, 녹, 이물질 등을 화학적, 기계적으로 처리하는 일을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 금속도장 표면처리에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 표면처리 작업을 잘 할 수 있다.	금속소재의 표면과 도료의 밀착성을 좋게 하기 위해 금속소재 표면에 있는 기름, 녹, 이물질 등을 화학적, 기계적으로 처리하는 일을 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 금속도장 표면처리에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 표면처리 작업을 할 수 있다.	금속소재의 표면과 도료의 밀착성을 좋게 하기 위해 금속소재 표면에 있는 기름, 녹, 이물질 등을 화학적, 기계적으로 처리하는 일을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 금속도장 표면처리에 대하여 설명하면서 표면처리 작업을 할 수 있다.
금속도장 작업	작업절차서에 따라 금속 재료에 도장설비 및 장비를 이용하여 도료를 도장하는 일을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 금속도장 작업에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 도장 작업을 잘 할 수 있다.	작업절차서에 따라 금속 재료에 도장설비 및 장비를 이용하여 도료를 도장하는 일을 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 금속도장 작업에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 도장 작업을 할 수 있다.	작업절차서에 따라 금속 재료에 도장설비 및 장비를 이용하여 도료를 도장하는 일을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 금속도장 작업에 대하여 설명하면서 도장 작업을 할 수 있다.
금속도장 건조	금속소재에 도장된 도료를 건조설비 및 장비 등을 이용하여 도막의 물성을 확보하는 일을 잘 이해하고 설명할 수 있으며 능동적으로 수행할 수 있다. 종합적으로 금속도장 건조에 대하여 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 건조 작업을 잘 할 수 있다.	금속소재에 도장된 도료를 건조설비 및 장비 등을 이용하여 도막의 물성을 확보하는 일을 이해하고 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 금속도장 건조에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 건조 작업을 할 수 있다.	금속소재에 도장된 도료를 건조설비 및 장비 등을 이용하여 도막의 물성을 확보하는 일을 이해하고 부분적으로 설명할 수 있으며 수행할 수 있다. 종합적으로 금속도장 건조에 대하여 설명하면서 건조 작업을 할 수 있다.

[실무 과목]

10. 전기·전자 재료

1. 성격 및 목표

가. 성격

공업 분야의 학과에서 세라믹을 전공하는 학생들에게 전자기 특성을 활용한 세라믹 제품의 생산 공정을 효율적으로 수행할 수 있는 능력을 기르기 위한 것으로, 대부분 2학년 또는 3학년 과정에서 선택 이수할 수 있는 과목이다.

이수해야 할 내용은 전기·전자재료 원·부자재관리, 전기·전자재료 원료합성처리, 전기·전자재료 성형, 전기·전자재료 소결, 후처리, 검사·조립, 설비 관리, 전기·전자 재료 환경 안전 관리 등으로, 전기·전자 재료 제조에 관한 원·부자재 관리에서부터 환경 안전 관리에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

전기·전자재료 전반에 관한 기초 지식 및 원리를 습득하고, 과제 활동과 탐구, 실험 및 실습 활동을 통해 세라믹 공업을 바르게 이해하여 세라믹 분야로의 진로를 선택할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
전기·전자 재료 원·부자재 관리 (1602010101_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 원·부자재 검사하기 • 원료조성 검사하기 • 분체검사하기
전기·전자 재료 원료합성처리 (1602010102_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 혼합분산하기 • 분쇄하기 • 건조하기 • 하소하기
전기·전자 재료 성형 (1602010103_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 건식성형하기 • 후막성형하기 • 박막성형하기 • 성형체 검사하기
전기·전자 재료 소결 (1602010104_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 고온소결하기 • 분위기 소결하기 • 가압소결하기 • 재열처리하기
후처리 (1602010105_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 가공하기 • 세정하기 • 코팅하기
검사·조립 (1602010106_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 제품 조립하기 • 제품 검사하기 • 품질 관리하기 • 포장하기
설비 관리 (1602010107_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 제조설비 관리하기 • 치공구 관리하기 • 계측장비 관리하기
전기·전자 재료 환경 안전 관리 (1602010108_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 클린룸 관리하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 전기·전자 재료 원·부자재 관리

가) 원·부자재 검사하기

- 시험방법, 시험 및 목적에 따라 원·부자재의 품질 관리에 필요한 기준 및 시험방법을 작성할 수 있다.
- 작성된 기준에 따라 검사할 수 있다.
- 검사결과를 시험성적서로 작성할 수 있다.

나) 원료조성 검사하기

- 전기·전자 재료의 특성에 따라 원료조성 검사방법을 작성할 수 있다.
- 작성된 검사방법에 따라 원료조성 검사공정을 수행할 수 있다.
- 검사결과를 시험성적서로 작성할 수 있다.

다) 분체검사하기

- 성형공정 특성에 따라 분체특성 검사방법을 작성할 수 있다.
- 작성된 검사방법에 따라 분체특성 검사공정을 수행할 수 있다.
- 검사결과를 성적서로 작성할 수 있다.
- 분체특성 검사결과를 판정할 수 있다.

2) 전기·전자 재료 원료합성처리

가) 혼합분산하기

- 요구되는 전자기적 특성에 따라 혼합분산 작업 표준을 작성할 수 있다.
- 혼합분산 작업 표준에 따라 공정을 수행할 수 있다.
- 혼합분산 공정수행 결과를 작업일지로 작성할 수 있다.

나) 분쇄하기

- 요구되는 성형공정에 따라 분쇄작업 표준을 작성할 수 있다.
- 분쇄작업 표준에 따라 공정을 수행할 수 있다.
- 분쇄 공정수행 결과를 작업일지로 작성할 수 있다.

다) 건조하기

- 요구되는 성형공정에 따라 건조작업 표준을 작성할 수 있다.
- 건조작업 표준에 따라 공정을 수행할 수 있다.
- 건조 공정수행 결과를 작업일지로 작성할 수 있다.

라) 하소하기

- 요구되는 전자기적 특성에 따라 하소작업 표준을 작성할 수 있다.
- 하소작업 표준에 따라 공정을 수행할 수 있다.
- 하소 공정수행 결과를 작업일지로 작성할 수 있다.

3) 전기·전자 재료 성형

가) 건식성형하기

- 요구되는 제품의 형상에 따라 건식성형 작업 표준을 작성할 수 있다.
- 건식성형 작업 표준에 따라 공정을 수행할 수 있다.
- 건식성형 공정수행 결과를 작업일지로 작성할 수 있다.

나) 후막성형하기

- 요구되는 제품의 형상에 따라 후막성형 작업 표준을 작성할 수 있다.
- 후막성형 작업 표준에 따라 공정을 수행할 수 있다.
- 후막성형 공정수행 결과를 작업일지로 작성할 수 있다.

다) 박막성형하기

- 요구되는 제품의 형상에 따라 박막성형 작업표준을 작성할 수 있다.
- 박막성형 작업 표준에 따라 공정을 수행할 수 있다.
- 박막성형 공정 수행결과를 작업일지로 작성할 수 있다.

라) 성형체 검사하기

- 요구되는 제품의 형상에 따라 성형검사 표준을 작성할 수 있다.
- 성형검사 표준에 따라 검사공정을 수행할 수 있다.
- 검사공정수행 결과를 작업일지로 작성할 수 있다.

4) 전기·전자 재료 소결

가) 고온소결하기

- 소재의 특성에 따라 고온소결 작업표준을 작성할 수 있다.
- 작성된 고온소결 작업표준에 따라 소결 공정을 수행할 수 있다.
- 소결 결과를 분석하여 보고서를 작성할 수 있다.
- 소결 공정제품의 양부를 판단할 수 있다.

나) 분위기 소결하기

- 소재의 특성에 따라 분위기소결 작업표준을 작성할 수 있다.
- 작성된 분위기소결 작업표준에 따라 소결 공정을 수행할 수 있다.
- 소결 결과를 분석하여 보고서를 작성할 수 있다.
- 소결 공정제품의 양부를 판단할 수 있다.

다) 가압소결하기

- 소재의 특성에 따라 가압소결 작업표준을 작성할 수 있다.
- 작성된 가압소결 작업표준에 따라 소결 공정을 수행할 수 있다.
- 소결 결과를 분석하여 보고서를 작성할 수 있다.
- 가압소결 공정제품의 양부를 판단할 수 있다.

라) 재열처리하기

- 전자기 소재의 특성 향상을 위한 재열처리 작업표준을 작성할 수 있다.
- 작성된 재열처리 작업표준에 따라 열처리 공정을 수행할 수 있다.
- 재열처리 결과를 분석하여 보고서를 작성할 수 있다.

5) 후처리

가) 가공하기

- 요구되는 전자기특성에 따라 가공 작업표준을 작성할 수 있다.
- 가공 작업 표준에 따라 공정을 수행할 수 있다.
- 가공 공정수행 결과를 작업일지로 작성할 수 있다.

나) 세정하기

- 요구되는 전자기특성에 따라 세정작업표준을 작성할 수 있다.
- 세정 작업 표준에 따라 공정을 수행할 수 있다.
- 세정 공정수행 결과를 작업일지로 작성할 수 있다.

다) 코팅하기

- 요구되는 전기전자 특성에 따라 코팅 작업 표준을 작성할 수 있다.
- 코팅작업 표준에 따라 공정을 수행할 수 있다.
- 코팅 공정수행 결과를 작업일지로 작성할 수 있다.

6) 검사·조립

가) 제품 조립하기

- 후처리한 제품을 제품의 요구 특성에 따른 작업 표준을 작성할 수 있다.
- 작성된 작업표준 및 생산지시서에 따라 제품을 조립할 수 있다.
- 조립 제품의 공정별 작업일지를 작성할 수 있다.

나) 제품 검사하기

- 조립된 제품의 요구 특성에 따른 제품 검사 표준을 작성할 수 있다.
- 작성된 제품 검사 표준 및 검사 지시서에 따라 제품을 검사할 수 있다.
- 제품 검사 후 검사 일지를 작성할 수 있다.

다) 품질 관리하기

- 검사한 제품에 대한 품질 규정을 작성할 수 있다.
- 작성된 품질 규정에 따라 품질 평가를 수행할 수 있다.
- 품질 검사결과를 성적서로 작성할 수 있다.

라) 포장하기

- 조립·검사된 제품의 포장에 대한 작업 표준을 작성할 수 있다.
- 포장 작업표준에 따라 포장 공정을 수행할 수 있다.
- 포장 제품의 공정별 작업일지를 작성할 수 있다.

7) 설비 관리

가) 제조설비 관리하기

- 설비 관리 방법 및 관리목적에 따라 제조설비 관리에 필요한 기준 및 관리방법을 작성할 수 있다.
- 작성된 기준에 따라 관리할 수 있다.
- 관리결과를 제조설비 관리 문서로 작성할 수 있다.
- 공정 내 개선점을 적용한 설비를 설계할 수 있다.

나) 치공구 관리하기

- 치공구 관리기준 및 관리목적에 따라 치공구 관리에 필요한 기준 및 관리방법을 작성할 수 있다.
- 작성된 기준에 따라 관리할 수 있다.
- 관리결과를 치공구 관리문서로 작성할 수 있다.

다) 계측장비 관리하기

- 계측장비 관리기준 및 관리목적에 따라 계측장비 관리에 필요한 기준 및 관리방법을 작성할 수 있다.
- 작성된 기준에 따라 관리할 수 있다.
- 관리결과를 계측장비 관리문서로 작성할 수 있다.

8) 전기·전자 재료환경 안전 관리

가) 클린룸 관리하기

- 생산 공정에 따른 클린룸 관리 기준을 작성할 수 있다.
- 작성된 클린룸 관리기준에 따라 지속적인 관리를 할 수 있다.
- 클린룸 출입에 따른 관리 교육을 할 수 있다.
- 클린룸 관리일지를 작성할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. ‘전기·전자 재료 원·부자재 관리’영역에서는 출발 물질의 중요성을 인지시키고, 각 원료의 특성과 조성에 따른 특성을 파악할 수 있도록 지도한다.
- 나. ‘전기·전자 재료 원료합성처리’영역에서는 원료 합성의 공정을 이해하고, 요구되는 재료의 특성에 적합한 처리 과정을 익힐 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘전기·전자 재료 성형’영역에서는 요구되는 제품의 형상에 따라 건식 성형, 후막 성형, 박막 성형하기로 구분하여 요구되는 제품 형상에 따라 성형 검사 표준을 작성할 수 있도록 지도한다.
- 라. ‘전기·전자 재료 소결’영역에서는 다양한 소결 방법의 원리를 바탕으로 소결과정을 이해하고 실습을 통하여 소결 공정을 수행할 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘후처리’영역에서는 요구되는 전자기특성에 따라 가공작업표준, 세정작업표준, 코팅작업표준을 작성할 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘검사·조립’영역에서는 조립, 검사, 품질 관리, 포장 공정을 후처리한 제품의 요구 특성에 따라 수행할 수 있도록 지도한다.
- 사. 설비 관리’영역에서는 설비 관리 방법 및 목적에 따라 제조 설비 관리, 치공구 관리, 계측 장비 관리 등 설비 관리를 수행할 수 있도록 지도한다.

- 아. 전기·전자 재료 환경 안전 관리'영역에서는 생산 공정에 따른 클린룸 관리 기준을 작성하고 관리할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) '전기·전자 재료 원·부자재 관리'영역에서는 시험 방법, 시험 및 목적에 맞는 원·부자재를 선택하여 기준에 맞게 사용하였는지를 평가하고, 체가름, 입도 분포 등의 성형 공정 특성에 적합한 분체 특성 검사 수행 능력을 평가한다.
- 2) '전기·전자 재료 원료합성처리'영역에서는 우수한 품질을 갖기 위한 원료합성 처리 공정도를 작성할 수 있는지를 평가하고, 기상·고상·액상의 반응을 통한 원료 합성 수행 능력을 평가한다.
- 3) '전기·전자 재료 성형'영역에서는 소결 공정 전에 미세적 구조의 제어와 제품의 형상 및 규격에 맞는 원료 분말을 얻기 위한 성형법의 종류에 대한 이해도를 평가하고, 박막과 후막 성형을 위한 테이프 성형법의 수행 능력을 평가한다.
- 4) '전기·전자 재료 소결'영역에서는 소결 현상에 대한 정의와 다양한 소결 기구를 이용한 소결 방법의 이해 정도를 평가하고, 소결체의 특성에 따른 액상·고상·기상 소결법과 여러 가지 소결 방법을 이용한 소결 능력을 평가한다.
- 5) '후처리'영역에서는 소결공정 후 미세하고 정확한 단위의 치수 정확도를 요구하거나 표면 처리 과정을 위한 후처리 공정에 대한 이해 정도를 평가하고, 기계 가공, 연마 가공, 화학 가공, 전기 가공 등의 다양한 후처리 공정 능력을 평가한다.
- 6) '검사·조립'영역에서는 후처리 공정을 마친 소결체를 제품의 요구 특성에 맞도록 검사 및 조립할 수 있는 능력을 평가한다.
- 7) '설비 관리'영역에서는 전기·전자 재료 제작 공정에 사용한 계측 장비, 기자재, 치공구 등을 관리 기준 및 목적에 맞게 사용하고 관리하였는지 여부를 평가한다.
- 8) '전기·전자 재료 환경 안전 관리'영역에서는 전기·전자 재료의 특성을 고려한 클린룸 사용 여부와 관리 기준에 적합한 안전규칙 이행 여부를 확인하고, 안전관리 일지 작성 능력을 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
전기·전자 재료 원·부자재 관리	원·부자재, 원료조성, 분체의 검사방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	원·부자재, 원료조성, 분체의 검사방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	원·부자재, 원료조성, 분체의 검사방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
전기·전자 재료 원료 합성처리	원료의 혼합, 분쇄, 건조, 하소과정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	원료의 혼합, 분쇄, 건조, 하소과정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	원료의 혼합, 분쇄, 건조, 하소과정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
전기·전자 재료 성형	건식·후막·박막성형 및 성형체 검사 작업 표준에 따른 공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	건식성형 작업 표준에 따른 공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	건식성형 작업 표준에 따른 공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
전기·전자 재료 소결	소결의 종류와 방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	소결의 종류와 방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	소결의 종류와 방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
후처리	후처리의 공정과 공정별 처리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	후처리의 공정과 공정별 처리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	후처리의 공정과 공정별 처리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
검사·조립	제품의 조립과 검사, 품질 관리, 포장공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	제품의 조립과 검사, 품질 관리, 포장공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	제품의 조립과 검사, 품질 관리, 포장공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
설비 관리	제조설비, 치공구, 계측장비 관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	제조설비, 치공구, 계측장비 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	제조설비, 치공구, 계측장비 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
전기·전자 재료 환경 안전 관리	제품생산에 따른 환경 안전 관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	제품생산에 따른 환경 안전 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	제품생산에 따른 환경 안전 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.

[실무 과목]

11. 광학 재료

1. 성격 및 목표

가. 성격

공업 분야의 학과에서 세라믹을 전공하는 학생들에게 광학적 성질을 응용한 재료 및 제품의 생산·관리를 수행할 수 있는 능력을 기르기 위한 것으로, 대부분 2학년 또는 3학년 과정에서 선택 이수할 수 있는 과목이다.

이수해야 할 내용은 원료관리, 광학 재료혼합, 광학 재료용융, 광학 재료성형, 결정성장, 폴립, 광학 재료가공, 광학 재료품질 관리, 포장 등으로, 광학 재료 제조에 관한 원료관리에서부터 포장에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

광학 재료 전반에 관한 기초 지식 및 원리를 습득하고, 과제 활동과 탐구, 실험 및 실습 활동을 통해 세라믹 공업을 바르게 이해하여 세라믹 분야로의 진로를 선택할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
원료관리 (1602010201_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 원료선정 • 원료평가 • 보관관리
광학 재료 혼합 (1602010202_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 청량 • 혼합 • 조제 • 배치평가
광학 재료 용융 (1602010203_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 청징 • 용융 • 내화물 관리 • 온도관리
광학 재료 성형 (1602010204_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 냉각 • 몰딩 • 이형 • 성형평가
결정성장 (1602010205_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 시딩 • 네킹 • 솔더링 • 보디그로잉 • 테일링 • 냉각
폴립 (1602010206_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 온도관리 • 분위기제어
광학 재료 가공 (1602010207_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 도면이해 • 기계가공 • 연마 • 코팅 • 세정
광학 재료 품질 관리 (1602010208_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 치수관리 • 외관검사
포장 (1602010209_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 포장지 재질선정 • 분위기 가스선정

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 원료관리

가) 원료선정

- 광학 재료 조성에 따라 필요로 하는 원료의 기준을 설정할 수 있다.
- 광학 재료 조성에 따라 합당한 순도의 원료를 선정할 수 있다.
- 용융공정에 필요한 입도분포를 결정할 수 있다.
- 설정된 원료기준에 따라 적합한 원료공급처를 결정할 수 있다.

나) 원료평가

- 광학 재료의 조성 및 배치 설계에 따라 원료 조성 기준을 정할 수 있다.
- 배합, 용융, 청징 공정 최적화에 필요한 원료의 입도 기준을 정할 수 있다.
- 이송, 배합 및 용융 공정을 고려한 원료별 허용 비산량을 결정할 수 있다.
- 입고되는 원료를 물리적·화학적 시험방법을 통해 설계된 조성 및 입도의 합치여부를 결정할 수 있다.

다) 보관관리

- 원료의 특성에 따라 필요한 저장소의 형태와 환경 조건을 결정할 수 있다.
- 사용량에 따라 필요한 저장소의 크기를 결정할 수 있다.
- 원료의 입도 분리 특성에 따라 최소 및 최대 저장량을 결정할 수 있다.
- 원료 공급처의 수급 능력에 따라 필요한 저장소 공간을 결정할 수 있다.

2) 광학 재료 혼합

가) 칭량

- 요구되는 광학 특성에 적합한 주조성, 부조성을 도출할 수 있다.
- 광학 재료 조성에 따라 적합한 원료를 계량할 수 있다.

나) 혼합

- 요구되는 광학특성에 따라 혼합작업 표준을 작성할 수 있다.
- 혼합작업 표준에 따라 혼합공정을 수행할 수 있다.
- 혼합공정 수행결과를 작업일지로 작성할 수 있다.

다) 조제

- 조제특성에 따라 혼합특성 평가시험방법을 작성할 수 있다.
- 요구되는 광학특성을 구현하는 데 적합한 조제공정을 선정할 수 있다.

- 설정된 조제기준에 따라 적합한 조제량을 결정할 수 있다.

라) 배치평가

- 혼합된 배치의 조성이 기준에 부합하는지 여부를 판정할 수 있다.
- 혼합된 배치의 함수율이 기준에 부합하는지 여부를 판정할 수 있다.
- 혼합된 배치의 균질도가 기준에 부합하는지 여부를 판정할 수 있다.

3) 광학 재료 용융

가) 청징

- 설계된 배치에 따라 청징에 필요한 작업을 결정할 수 있다.
- 사용되는 에너지원에 따라 가열장치를 운영, 조절할 수 있다.
- 요구되는 광학 재료의 품질에 따라 용융물의 청징정도를 결정할 수 있다.
- 환경관리 지침에 따라 발생하는 오염물질을 최소화할 수 있다.
- 장비 사용 작업표준에 따라 장비를 효율적으로 운영할 수 있다.

나) 용융

- 설계된 배치에 따라 용융에 필요한 열량과 용융온도를 결정할 수 있다.
- 사용되는 에너지원에 따라 가열장치를 운영할 수 있다.
- 요구되는 광학 재료의 품질에 따라 용융공정의 변수를 결정할 수 있다.
- 환경관리 지침에 따라 발생하는 오염물질을 최소화할 수 있다.
- 장비사용 지침서에 따라 장비를 효율적으로 운영할 수 있다.

다) 내화물 관리

- 용융로 설계에 따라 배치된 내화물의 설치를 결정할 수 있다.
- 사용되는 에너지원에 따라 내화물의 운영 및 교체를 할 수 있다.
- 요구되는 광학 재료의 품질에 따라 용융공정에서 내화물에 의한 변수를 결정할 수 있다.
- 환경관리의 지침에 따라 발생하는 내화물관련 오염물질을 최소화할 수 있다.
- 장비사용 지침서에 따라 장비를 효율적으로 운영할 수 있다.

라) 온도관리

- 설치된 용융로에서 용융에 필요한 열량과 용융온도를 결정할 수 있다.
- 사용되는 에너지원에 따라 가열장치를 운영하여 온도를 제어할 수 있다.
- 요구되는 광학 재료의 품질에 따라 용융공정의 온도제어를 결정할 수 있다.
- 환경관리 지침에 따라 발생하는 오염물질을 최소화 할 수 있다.
- 장비사용 지침서에 따라 장비를 효율적으로 운영할 수 있다.

4) 광학 재료 성형

가) 냉각

- 성형에 적합한 온도를 결정할 수 있다.
- 실투가 일어나지 않도록 성형에 적합한 온도까지 냉각할 수 있는 적합한 냉각속도를 결정할 수 있다.
- 용융물 내에 기포결함이 발생하지 않는 성형에 적합한 온도까지 냉각할 수 있는 적합한 냉각속도를 결정할 수 있다.

나) 몰딩

- 공급된 유연한 광학 재료를 연화하지 않는 상태까지 냉각하여 희망하는 형상으로 성형하는 몰드를 설계하는 능력이다.
- 설계된 배치와 요구되는 형상에 따라 몰드의 구조와 재질을 결정할 수 있다.
- 몰드의 내부형상과 열 교환능력을 요구되는 광학 재료의 품질에 따라 결정할 수 있다.
- 각종 작업중 몰딩 타이밍과 블로압, 프레스압 및 냉각풍속 등을 결정할 수 있다.
- 환경관리지침에 따라 발생하는 오염물질을 최소화할 수 있다.

다) 이형

- 광학 재료를 연화하지 않는 상태까지 몰딩하고 냉각하여 희망하는 형상으로 성형한 후, 몰드에서 형상화된 완성제품을 분리해내는 능력이다.
- 몰딩된 광학 재료를 몰드에 분리하기 위한 몰드구조와 재질을 결정할 수 있다.
- 몰드의 내부형상과 열 교환능력을 제조되는 광학 재료의 요구품질에 따라서 결정할 수 있다.
- 각종 작업중 몰딩타이밍과 블로압, 프레스압, 냉각풍속 등을 결정할 수 있다.
- 광학 재료의 효율적 분리를 위해서 각종 이형 부원료를 결정할 수 있다.
- 환경관리 지침에 따라 발생하는 오염물질을 최소화할 수 있다.
- 장비사용 지침서에 따라 장비를 효율적으로 운영할 수 있다.

라) 성형평가

- 요구 형상 기준에 따라 부합 여부를 결정할 수 있다.
- 성형물 내 실투 허용 기준에 따라 부합 여부를 결정할 수 있다.
- 성형물 내 기포 허용 기준에 따라 부합 여부를 결정할 수 있다.
- 성형물 균질도 평가 기준에 따라 성형물 균질도 부합 여부를 결정할 수 있다.

5) 결정성장

가) 시딩

- 원재료의 요구조성에 따라 만족하는 배합비를 결정할 수 있다.
- 요구되는 결정에 따라 결정성장의 공법을 결정할 수 있다.
- 성장방법에 따른 종자결정의 위치와 장치의 구성을 결정할 수 있다.
- 성장방법에 따른 성장 로의 단열구성 및 온도구배를 결정할 수 있다.
- 환경관리 지침에 따라 발생오염을 최소화할 수 있다.

나) 네킹

- 광학 재료의 요구 물성에 따라서 만족하는 결함제거방법을 결정할 수 있다.
- 성장공법에 따라 요구되는 도가니 재질 및 형상과 종자결정의 용융, 고화특성을 결정할 수 있다.
- 성장방법에 따른 종자결정의 위치와 이동속도를 결정할 수 있다.
- 성장방법에 따른 성장로 내의 온도구배를 결정할 수 있다.
- 환경관리 지침에 따라 발생오염을 최소화할 수 있다.

다) 솔더링

- 성장방법에 따른 성장결정의 위치와 이동속도를 결정할 수 있다.
- 성장방법에 따른 성장로 내의 온도구배를 결정할 수 있다.
- 성장되는 결정의 회전속도 및 인상속도를 결정할 수 있다.
- 자기장등 부가적 결정성장환경의 변화를 결정할 수 있다.
- 환경관리 지침에 따라 발생오염을 최소화 시킬 수 있다.

라) 보디그로잉

- 성장방법에 따른 성장결정의 위치와 이동속도를 결정할 수 있다.
- 성장방법에 따른 성장로 내의 온도구배를 결정할 수 있다.
- 자기장의 변화를 결정할 수 있다.
- 성장되는 결정의 회전속도 및 인상속도를 결정할 수 있다.
- 환경관리 지침에 따라 발생오염을 최소화할 수 있다.

마) 테일링

- 성장된 결정과 도가니의 분리에 대한 분리조건을 결정할 수 있다.
- 성장방법에 따른 성장로 내의 온도구배를 결정할 수 있다.
- 성장방법에 따른 성장된 결정의 위치와 이동속도를 결정할 수 있다.
- 성장되는 결정의 회전속도 및 인상속도를 결정할 수 있다.

- 자기장의 변화를 결정할 수 있다.
- 환경관리 지침에 따라 발생오염을 최소화할 수 있다.

바) 냉각

- 테일링으로 결정성장 완성을 판단할 수 있다.
- 성장로의 강온시 내부의 온도구배를 결정할 수 있다.
- 성장로의 강온시 결정내부의 온도구배와 온도변화에 따른 특성을 이해할 수 있다.
- 성장로의 강온후 결정을 상온까지 냉각시켜 안전하게 성장로 밖으로 추출할 수 있다.
- 성장로의 강온시 주변 관리 작업을 효율적으로 최적화할 수 있다.

6) 풀림

가) 온도관리

- 잔류응력을 해소할 수 있는 풀림 온도와 시간을 결정할 수 있다.
- 광학소재의 점도 특성에 따라 풀림 온도를 결정할 수 있다.
- 제품의 형상에 따라 풀림 공정의 변수를 결정할 수 있다.
- 환경관리 지침에 따라 사용되는 에너지량을 최소화할 수 있다.
- 장비사용 작업표준에 따라 장비를 효율적으로 운영할 수 있다.

나) 분위기제어

- 광학 재료의 조성에 따라 적절한 풀림 분위기를 결정할 수 있다.
- 광학 재료의 요구되는 광학적 특성에 따라 풀림 분위기를 결정할 수 있다.
- 광학 재료의 결정학적 결함에 따라 산화·환원특성을 결정할 수 있다.
- 광학 재료의 풀림 분위기에 따라 풀림 공정변수를 결정할 수 있다.

7) 광학 재료 가공

가) 도면이해

- 광학제품의 형상을 이해할 수 있다.
- 광학 재료의 특성을 이해하고, 가공설계를 할 수 있다.
- 가공장치의 특성을 파악하고 가공품의 품질을 확보할 수 있다.
- 제품의 치수관리와 표면·오염관리를 할 수 있다.

나) 기계가공

- 제품가공에 맞는 장비를 선정할 수 있다.
- 제품가공에 맞는 툴을 선정할 수 있다.

- 제품가공에 맞는 순서를 결정할 수 있다.

다) 연마

- 래핑재료의 입도에 따른 피삭물의 조도를 결정할 수 있다.
- 가공장비를 선정할 수 있다.
- 피삭물의 재질에 따라 래핑 재료나 폴리싱 재료를 선정할 수 있다.

라) 코팅

- 코팅재료를 선정 할 수 있다.
- 광학 특성을 평가 및 분석할 수 있다.
- 코팅 장비의 운영할 수 있다.

마) 세정

- 가공제품의 이물질 종류를 파악하여 세정방법을 선정할 수 있다.
- 세정제를 선정할 수 있다.
- 세정후 건조방법을 결정할 수 있다.

8) 광학 재료 품질 관리

가) 치수관리

- 해당 제품의 요청된 기준에 대한 해석을 통해 측정요소를 확인할 수 있다.
- 최종제품의 요구내용 중 외형크기 및 곡률을 측정하여 기준 충족여부를 확인할 수 있다.
- 최종제품의 요구내용 중 표면 거칠기 및 휨 정도를 측정하여 기준을 충족여부를 확인할 수 있다.
- 최종제품이 생산의뢰서의 내용과 불합할 경우, 타 부서와의 이해관계를 떠나 이를 보고 하고 시정할 수 있다.

나) 외관검사

- 최종제품의 요구내용 중 육안검사를 통해 이상 유무를 판단, 제품의 기준 충족여부를 확인할 수 있다.
- 최종제품의 표면이물질 유무를 판단, 제품의 기준 충족여부를 확인할 수 있다.
- 최종제품의 외관이형 유무를 판단, 제품의 기준 충족여부를 확인할 수 있다.
- 최종제품이 생산의뢰서 내용과 불합할 경우, 타 부서와의 이해관계를 떠나 보고하고 시정할 수 있다.

9) 포장

가) 포장지 재질선정

- 광학 재료의 정도에 따라 1차 포장지의 재질을 결정할 수 있다.
- 요구되는 오염도에 따라 1차 포장지의 재질을 결정할 수 있다.
- 광학 재료 제품에 따라 2차 포장지의 재질을 결정할 수 있다.
- 요구되는 오염도에 따라 2차 포장지의 재질을 결정할 수 있다.
- 포장재질 원가 정보에 따라 원가 경쟁력 있는 재질을 결정할 수 있다.

나) 분위기 가스선정

- 광학 재료의 품질 유지에 필요한 충전 가스의 종류를 결정할 수 있다.
- 포장 전 포장 내부의 청정도를 유지하기 위한 퍼지가스의 종류를 결정할 수 있다.
- 환경적으로 무해한 분위기를 가스를 결정할 수 있다.
- 설정된 분위기가스 기준에 따라 적합한 가스 공급처를 결정할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. ‘원료관리’영역에서는 광학 재료의 주원료와 부원료의 종류 및 특성을 파악할 수 있도록 지도한다.
- 나. ‘광학 재료 혼합’영역에서는 광학 재료 제조를 위한 다양한 원료를 칭량, 혼합, 조제, 배치 계산 등의 공정 과정을 파악할 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘광학 재료 용융’영역에서는 혼합 공정을 거친 광학 재료를 균일한 액상으로 만드는 용융 공정을 수행할 수 있도록 지도한다.
- 라. ‘광학 재료 성형’영역에서는 용해로에서 용융과정을 마치고 균질화된 용융 유리를 제품 용도에 맞추어 일정한 형태로 제작할 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘결정성장’영역에서는 광학 재료의 결정성장 공정 과정을 파악할 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘폴립’영역에서는 광학 재료의 온도차에 의한 파손과 응력 발생을 방지하고 제거하기 위한 폴립 공정을 수행할 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘광학 재료 가공’영역에서는 성형과 폴립 과정을 거친 광학 재료를 최종 제품화하기 위한 처리 공정을 수행할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) '원료관리'영역에서는 시험 방법, 시험 및 목적에 맞는 원료를 선정하여 기준에 맞게 사용하고 광학제품의 물리·화학적 성질을 유지시키기 위해 불순물 및 오염물 제거 등의 화학 조성을 분석할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 2) '광학 재료 혼합'영역에서는 광학 원료를 정해진 비율에 따라 계량하고 혼합하는 배치 조합 및 계산을 통하여 원료들을 계량하고 혼합할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 3) '광학 재료 용융'영역에서는 혼합 공정 후 균일한 액상을 만드는 용융 과정을 이해하고, 청징, 용융, 균질화 및 열적 안정화 공정과 온도 관리 수행 능력을 평가한다.
- 4) '광학 재료 성형'영역에서는 혼합과 용융 공정을 끝낸 광학 원료로 균질화된 용융 유리를 제품 용도에 맞추어 일정한 형태로 만들기 위해 냉각 온도 조절과 몰딩, 이형 공정 수행 능력을 평가한다.
- 5) '결정성장'영역에서는 유리 중에 핵을 형성한 후 핵을 중심으로 결정이 성장되는 과정을 점도를 이용하여 설명할 수 있고, 시딩, 네킹, 솔더링 등의 과정을 통하여 결정 성장 공정 능력을 평가한다.
- 6) '폴립'영역에서는 성형 공정 후 냉각 과정에서 생긴 열적 응력을 효과적으로 제거하기 위한 온도 설정 및 관리 능력을 바탕으로 유리를 천천히 냉각하거나 다시 연화 온도점까지 올렸다 재냉각하는 폴립 공정 능력을 평가한다.
- 7) '광학 재료 가공'영역에서는 성형과 폴립 과정을 거친 유리 제품을 도면에 맞게 절단, 면취 등의 기계 가공 및 연삭과 연마 등을 통하여 가공할 수 있는 공정 능력을 평가한다.
- 8) '광학 재료 품질 관리'영역에서는 최종 제품의 요구 내용에 맞는 외형 크기와 곡률, 내·외관 검사를 통하여 생산의뢰서와 일치하는 지 여부를 판단할 수 있는 능력을 평가한다.
- 9) '포장'영역에서는 광학 재료의 다양한 물리·화학·기계적 특성을 고려한 포장지의 선정과 광학 재료의 품질 유지를 위한 분위기 가스를 선정할 수 있는 능력을 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
원료관리	광학원료의 선정, 평가, 보관방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	광학원료의 선정, 평가, 보관방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	광학원료의 선정, 평가, 보관방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
광학 재료 혼합	광학 재료의 청량, 혼합, 조제, 배치방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	광학 재료의 청량, 혼합, 조제, 배치방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	광학 재료의 청량, 혼합, 조제, 배치방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
광학 재료 용융	청징, 용융, 내화물, 온도관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	청징, 용융, 내화물, 온도관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	청징, 용융, 내화물, 온도관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
광학 재료 성형	성형공정과 공정별 내용을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	성형공정과 공정별 내용을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	성형공정과 공정별 내용을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
결정성장	결정성장공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	결정성장공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	결정성장공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
폴립	폴립공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	폴립공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	폴립공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
광학 재료 가공	광학 재료의 특성과 가공설계도면 및 가공공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	광학 재료의 특성과 가공설계도면 및 가공공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	광학 재료의 특성과 가공설계도면 및 가공공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
광학 재료 품질 관리	광학 재료의 품질 관리기준과 측정요소를 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	광학 재료의 품질 관리기준과 측정요소를 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	광학 재료의 품질 관리기준과 측정요소를 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
포장	광학 재료의 포장재 및 충전가스의 종류를 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	광학 재료의 포장재 및 품질 유지를 위한 충전가스의 선정을 이해하고, 설명하면서 실행할 수 있다.	광학 재료의 포장재 및 품질 유지를 위한 충전가스의 선정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.

[실무 과목]

12. 내열 구조 재료

1. 성격 및 목표

가. 성격

공업 분야의 학과에서 세라믹을 전공하는 학생들에게 세라믹스의 고유 특징인 내마모성, 내식성, 내열성, 고강도, 기타 기능특성을 복합적으로 이용하는 세라믹스 제품을 생산·관리할 수 있는 능력을 기르기 위한 것으로, 대부분 2학년 또는 3학년 과정에서 선택 이수할 수 있는 과목이다.

이수해야 할 내용은 내열 구조 재료 원·부자재관리, 내열 구조 재료 혼합, 내열 구조 재료 성형, 내열 구조 재료 소결, 내열 구조 재료 가공, 세정, 생산관리, 내열 구조 재료 품질 관리, 내열 구조 재료 환경 안전 관리 등으로, 내열 구조 재료 제조에 관한 원·부자재 관리에서부터 환경 안전 관리에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

내열 구조 재료 전반에 관한 기초 지식 및 원리를 습득하고, 과제 활동과 탐구, 실험 및 실습 활동을 통해 세라믹 공업을 바르게 이해하여 세라믹 분야로의 진로를 선택할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
내열 구조 재료 원·부자재관리 (1602010301_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 원자재 검사하기 부자재 검사하기 보관·관리하기
내열 구조 재료 혼합 (1602010302_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 원료혼합하기 혼합분말 특성 확인하기
내열 구조 재료 성형 (1602010303_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 시출성형하기 압축성형하기 주입성형하기 냉간정수압성형하기
내열 구조 재료 소결 (1602010304_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 상압소결하기 기압소결하기 분위기소결하기
내열 구조 재료 가공 (1602010305_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 절삭하기 연마하기 표면처리하기
세정 (1602010306_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 건식세정하기 습식세정하기 포장하기
생산관리 (1602010307_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 생산능력 분석하기
내열 구조 재료 품질 관리 (1602010308_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 수입검사하기 공정검사하기 출하검사하기
내열 구조 재료 환경 안전 관리 (1602010309_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 위험물 관리하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 내열 구조 재료 원·부자재관리

가) 원자재 검사하기

- 시험방법 및 목적 따라 원자재의 품질 관리에 필요한 기준 및 시험방법을 작성할 수 있다.

- 작성된 기준에 따라 검사할 수 있다.
- 검사결과를 시험성적서로 작성할 수 있다.

나) 부자재 검사하기

- 시험방법 및 시험목적에 따라 부자재의 품질 관리에 필요한 기준 및 시험방법을 작성할 수 있다.
- 작성된 기준에 따라 검사할 수 있다.
- 검사결과를 시험성적서로 작성할 수 있다.

다) 보관·관리하기

- 원료 특성에 따라 필요한 저장소의 형태와 환경 조건을 결정할 수 있다.
- 사용량에 따라 필요한 저장소의 크기를 결정할 수 있다.
- 원료의 입도 분리 특성에 따라 최소 및 최대 저장량을 결정할 수 있다.
- 원료 공급처의 수급능력에 따라 필요한 저장소 공간을 결정할 수 있다.

2) 내열 구조 재료 혼합

가) 원료혼합하기

- 기기목록을 활용하여 원료 혼합기의 종류를 확인할 수 있다.
- 기기목록을 활용하여 원료 혼합기의 용량과 가동범위를 확인할 수 있다.
- 표준작업지침서에 따라 원료 혼합기를 조립, 운전, 분해, 청소할 수 있다.
- 제품별 제조지시서에 따라 원료 혼합 공정을 진행할 수 있다.

나) 혼합분말 특성 확인하기

- 선별된 분말에 대해 분말특성을 확인하고 제품생산에 적합여부를 판단할 수 있다.
- 원료의 특성분석 보고서를 토대로 하여 적절한 보고서를 작성할 수 있다.
- 혼합 분말의 특성이 품질 규정에 미달할 경우, 이에 대한 개선 대책을 제안할 수 있다.

3) 내열 구조 재료 성형

가) 사출성형하기

- 사출성형에 요구되는 특성을 구현하기 위한 원료배합, 혼합, 분산작업 표준을 작성할 수 있다.
- 작업 표준에 따라 사출성형 공정을 수행할 수 있다.
- 공정 수행 중 이상성형 발생을 감지할 수 있다.
- 공정 수행 결과를 작업일지에 기록할 수 있다.

나) 압축성형하기

- 압축성형에 요구되는 특성을 구현하기 위한 원료배합·혼합·분산작업 표준을 작성할 수 있다.
- 작업 표준에 따라 압축성형 공정을 수행할 수 있다.
- 공정 수행 중 이상 성형 발생을 감지할 수 있다.
- 공정 수행 결과를 작업 일지에 기록할 수 있다.

다) 주입성형하기

- 주입성형에 요구되는 특성을 구현하기 위한 원료배합, 혼합, 분산작업 표준을 작성할 수 있다.
- 작업 표준에 따라 주입성형 공정을 수행할 수 있다.
- 공정 수행 중 이상 성형 발생을 감지할 수 있다.
- 공정 수행결과를 작업일지에 기록할 수 있다.

라) 냉간정수압성형하기

- 냉간정수압성형에 요구되는 특성을 구현하기 위한 원료배합, 혼합, 분산작업 표준을 작성할 수 있다.
- 작업 표준에 따라 정수압성형 공정을 수행할 수 있다.
- 공정 수행 중 이상 성형 발생을 감지할 수 있다.
- 공정 수행결과를 작업일지에 기록할 수 있다.

4) 내열 구조 재료 소결

가) 상압소결하기

- 상압소결 공정의 작업표준서를 작성하고, 작성된 작업표준서를 이해하며, 그에 따른 작업을 수행할 수 있다.
- 상압소결의 공정 조건을 설계하고, 설계된 공정 조건에 따른 세부 사항을 제어할 수 있다.
- 작업표준서대로 작업을 수행한 결과를 토대로 하여 적절한 보고서를 작성할 수 있다.

나) 가압소결하기

- 가압소결 공정의 작업 표준서를 작성하고, 작성된 작업 표준서를 이해하며, 그에 따른 작업을 수행할 수 있다.
- 가압소결의 공정 조건을 설계하고, 설계된 공정 조건에 따른 세부 사항을 제어할 수 있다.
- 작업표준서대로 작업을 수행한 결과를 토대로 하여 적절한 보고서를 작성할 수 있다.

다) 분위기소결하기

- 분위기소결 공정의 작업표준서를 작성하고, 작성된 작업표준서를 이해하며 그에 따른 작업을 수행할 수 있다.

- 분위기소결의 공정조건을 설계하고, 설계된 공정조건에 따른 세부 사항을 제어할 수 있다.
- 작업표준서대로 작업을 수행한 결과를 토대로 하여 적절한 보고서를 작성할 수 있다.

5) 내열 구조 재료 가공

가) 절삭하기

- 가공 장비의 취급설명서를 숙지하고 장비를 조작할 수 있다.
- 가공 장비의 안전운전 준수사항을 숙지하고 안전하게 조작할 수 있다.
- 도면에 따라 피가공물의 작업순서를 결정하여, 가공방법을 설정할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 초도품을 가공하고 양산 진행 여부를 보고할 수 있다.
- 납품기간을 고려하여, 전체적인 가공 작업시간을 계산할 수 있다.

나) 연마하기

- 제품의 형상과 재질에 적합한 연마재와 연마작업 방법을 결정할 수 있다.
- 도면을 기준으로 제품의 형상에 따라 작업순서를 설정할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 작업조건을 설정할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 초도품을 생산하고 양산 진행여부를 보고할 수 있다.

다) 표면처리하기

- 개발하고자 하는 제품의 특성에 따라 가장 적합한 표면처리 공정을 선택할 수 있다.
- 선택된 표면처리 방법에 따라 공정을 실행할 수 있다.
- 표면 처리한 제품을 평가할 수 있다.

6) 세정

가) 건식세정하기

- 세라믹스 제조 공정에서 발생한 부산물 및 이물질에 대해 이해할 수 있다.
- 세정조건에 적합한 장비를 선정하여 운용할 수 있다.
- 세정 공정에서 발생하는 물리적 현상과 이물질 제거 원리를 이해할 수 있다.
- 최종 제품의 표면 상태에 대한 요구조건을 이해할 수 있다.
- 최종 세정상태를 평가할 수 있다.

나) 습식세정하기

- 세라믹스 제조 공정에서 발생한 부산물 및 이물질에 대해 이해할 수 있다.
- 세정조건에 적합한 세정 약품 및 공정 장비를 선정하여 운용할 수 있다.
- 세정 공정에서 발생하는 화학적 현상과 이물질 제거 원리를 이해할 수 있다.

- 최종 제품의 표면 상태에 대한 요구조건을 이해할 수 있다.
- 최종 세정상태를 평가할 수 있다.

다) 포장하기

- 제품의 전달과정을 이해할 수 있다.
- 제품 포장에 대한 방법 및 장치를 이해할 수 있다.
- 포장 소재의 기본 물성 및 특성을 이해할 수 있다.

7) 생산관리

가) 생산능력 분석하기

- 생산 장비의 가동률을 파악할 수 있다.
- 생산능력을 파악하여 생산량을 예측할 수 있다.
- 예측된 생산량을 각 생산 현장별로 분배, 조절할 수 있다.

8) 내열 구조 재료 품질 관리

가) 수입검사하기

- 제품생산에 필요한 원자재 또는 부자재의 적합여부를 판단할 수 있다.
- 원재료의 성적서를 읽고, 의미를 파악할 수 있다.
- 로트(로트)별 원재료의 특성을 파악하고 공정투입 여부를 검토할 수 있다.
- 수입검사를 토대로 하여 적절한 보고서를 작성할 수 있다.

나) 공정검사하기

- 제품생산 공정이 진행 중인 자재 및 기기의 적합 여부를 판단할 수 있다.
- 공정이 진행 중인 제품에 대해 적합 여부를 판단할 수 있다.
- 각 생산 공정의 작업기준서에 따른 실행여부를 판단할 수 있다.
- 전체생산 공정의 흐름을 파악할 수 있다.
- 부적합품에 대한 관리 및 대처를 할 수 있다.
- 공정검사를 토대로 하여 적절한 보고서를 작성할 수 있다.

다) 출하검사하기

- 완제품의 출하 적합여부를 판단할 수 있다.
- 출하과정의 흐름을 파악할 수 있다.
- 부적합제품에 대한 관리 및 대처를 할 수 있다.
- 출하검사를 토대로 하여 적절한 보고서를 작성할 수 있다.

9) 내열 구조 재료 환경 안전 관리

가) 위험물 관리하기

- 생산 공정에 따른 위험물 관리기준을 작성할 수 있다.
- 작성된 위험물 관리기준에 따라 지속적인 관리를 할 수 있다.
- 위험물 취급에 따른 관리 교육을 할 수 있다.
- 위험물 취급일지를 작성할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. ‘내열 구조 재료 원·부자재관리’영역에서는 원·부자재의 선정 및 보관과 관련된 특성을 파악할 수 있도록 지도한다.
- 나. ‘내열 구조 재료 혼합’영역에서는 내열 구조 재료 제조를 위한 다양한 원료의 혼합 방법과 다양한 혼합기의 종류를 이해하고, 혼합기의 작동 원리를 파악할 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘내열 구조 재료 성형’영역에서는 혼합 공정을 거친 내열 구조 재료에 적합한 다양한 성형법의 종류와 원리를 이해하고, 원료의 특성에 맞는 성형법을 적용할 수 있도록 지도한다.
- 라. ‘내열 구조 재료 소결’영역에서는 다양한 소결 방법의 원리를 바탕으로 소결 과정을 이해하고, 실습을 통하여 소결 공정을 수행할 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘내열 구조 재료 가공’영역에서는 소결 공정 후 미세하고 정확한 단위의 치수 정확도를 요구하거나 표면 처리 과정을 위한 가공 공정을 이해하고, 다양한 가공 방법을 수행할 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘세정’영역에서는 세라믹 재료 제조 공정에서 발생하는 불순물이나 이물질을 이해하고, 그 처리 방법과 원리를 파악할 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘생산관리’영역에서는 효과적인 생산능력의 분석과 이를 통하여 예측된 생산량을 분배, 조절할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘내열 구조 재료 품질 관리’영역에서는 제품 생산에 필요한 원료의 적합여부를 파악하고 제품 생산 공정상의 이상 유무를 확인하여 출하 적합여부를 판단하는 능력을 기를 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘내열 구조 재료 환경 안전 관리’영역에서는 생산 공정상의 위험물 관리 기준과 처리 방법 등을 파악할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) ‘내열 구조 재료 원·부자재관리’영역에서는 시험 방법 및 목적에 맞는 원료를 선정하여 기준에 맞게 사용하고, 작성된 기준에 따라 검사할 수 있는 능력과 검사결과를 시험성적서로 작성할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 2) ‘내열 구조 재료 혼합’영역에서는 원료 혼합을 위한 기기의 목록 작성과 선별된 분말의 특성을 확인하고, 원료의 특성 분석 보고서를 작성할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 3) ‘내열 구조 재료 성형’영역에서는 원료혼합과정을 통한 혼합 분말을 사출성형, 압축성형, 주입성형, 냉간정수압성형 등의 방법으로 혼합 분말의 특성을 최대한 반영할 수 있는 성형 수행 능력을 평가한다.
- 4) ‘내열 구조 재료 소결’영역에서는 상압소결, 가압소결, 분위기소결 방법의 원리를 이해하고, 성형 공정을 마친 혼합 분말의 소결 공정 조건을 설계하고 그에 따른 세부사항을 조절하며 소결을 수행할 수 있는 능력을 평가한다.
- 5) ‘내열 구조 재료 가공’영역에서는 절삭, 연마, 표면처리 등의 가공 원리를 이해하고, 소결 공정 후 내열 구조 재료 제품의 형상과 재질을 고려하여 가공 장비를 이용한 가공 공정 능력을 평가한다.
- 6) ‘세정’영역에서는 건식과 습식 세정의 원리를 이해하고, 세라믹 제조 공정에서 발생하는 부산물 및 불순물의 제거와 요구 조건에 맞는 최종 세정 상태로 유지하여 포장할 수 있는 공정 능력을 평가한다.
- 7) ‘생산관리’영역에서는 생산 장비의 가동률을 파악하여 생산량을 예측하고, 이를 현장으로 분배, 조절할 수 있는 능력을 평가한다.
- 8) ‘내열 구조 재료 품질 관리’영역에서는 제품생산에 필요한 원자재 또는 부자재에서부터 생산 공정 및 작업기준서 이행 여부를 파악하여 완제품을 검사하고 출하할 수 있는 능력을 평가한다.
- 9) ‘내열 구조 재료 환경 안전 관리’영역에서는 생산 공정에 따른 위험물 관리기준을 작성하고, 이에 따른 관리와 취급일지 등을 작성할 수 있는 능력을 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
내열 구조 재료 원·부자재관리	내열 구조 재료 원·부자재의 검사와 보관방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내열 구조 재료의 원·부자재의 검사와 보관방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내열 구조 재료의 원·부자재의 검사와 보관방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
내열 구조 재료혼합	내열 구조 재료의 혼합분말특성과 혼합방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내열 구조 재료의 혼합방법과 혼합분말특성을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내열 구조 재료의 혼합방법과 혼합분말특성을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
내열 구조 재료성형	내열 구조 재료의 성형방법별 원료배합, 혼합, 분산작업의 표준을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내열 구조 재료의 성형방법별 원료배합, 혼합, 분산작업의 표준을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내열 구조 재료의 성형방법별 원료배합, 혼합, 분산작업의 표준을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
내열 구조 재료소결	내열 구조 재료의 소결방법별 공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내열 구조 재료의 소결방법별 공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내열 구조 재료의 소결방법별 공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
내열 구조 재료가공	내열 구조 재료의 가공공정별 장비와 가공방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내열 구조 재료의 가공공정별 장비와 가공방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내열 구조 재료의 가공공정별 장비와 가공방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
세정	내열 구조 재료의 세정조건과 방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내열 구조 재료의 세정조건과 방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내열 구조 재료의 세정조건과 방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
생산관리	생산능력의 분석방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	생산능력의 분석방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	생산능력의 분석방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
내열 구조 재료 품질 관리	내열 구조 재료의 품질 관리를 위한 검사의 종류와 방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내열 구조 재료의 품질 관리를 위한 검사의 종류와 방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내열 구조 재료의 품질 관리를 위한 검사의 종류와 방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
내열 구조 재료환경안전 관리	위험물 관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	위험물 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	위험물 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.

[실무 과목]

13. 생체 세라믹 재료

1. 성격 및 목표

가. 성격

공업 분야의 학과에서 세라믹을 전공하는 학생들에게 인공장기, 인공뼈, 인공치아, 인공관절 등 인체의 장기 또는 조직을 대체할 수 있는 제품들을 효율적으로 생산, 관리할 수 있는 능력을 기르기 위한 것으로, 대부분 2학년 또는 3학년 과정에서 선택, 이수할 수 있는 과목이다.

이수해야 할 내용은 생체세라믹재료 원·부자재관리, 생체세라믹재료 원료합성, 생체세라믹재료 성형, 탈지, 생체세라믹재료 소결, 생체세라믹재료 가공, 용융, 시험분석, 패키징, 품질 관리, 생체 세라믹재료 환경 안전 관리 등으로, 생체세라믹재료 제조에 관한 원·부자재 관리에서부터 환경 안전 관리에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

생체세라믹 전반에 관한 기초 지식 및 원리를 습득하고, 과제 활동과 탐구, 실험 및 실습 활동을 통해 세라믹 공업을 바르게 이해하여 세라믹 분야로의 진로를 선택할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
생체세라믹재료 원·부자재관리 (1602010401_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 원자재선정하기 • 원자재평가하기 • 부자재선정하기 • 부자재평가하기
생체세라믹재료 원료합성 (1602010402_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 원료분말선정하기 • 분말특성확인하기 • 분쇄하기 • 과립제조하기 • 원료혼합하기
생체세라믹재료 성형 (1602010403_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 사출성형하기 • 프레스성형하기 • 슬립캐스팅하기 • 냉간정수압성형(CIP)하기
탈지 (1602010404_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 하소하기 • 용매추출하기 • 진공탈지하기 • 대기탈지하기
생체세라믹재료 소결 (1602010405_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 상압소결하기 • 가압소결하기 • 분위기소결하기 • 진공소결하기
생체세라믹재료 가공 (1602010406_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 연마하기 • 기계가공하기 • CNC 가공하기
용융 (1602010407_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용융·성형하기 • 결정화열처리하기 • 후가공하기
시험분석 (1602010408_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 물리·화학시험하기 • 성능시험하기
패키징 (1602010409_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 세척하기 • 포장하기 • 라벨링하기 • 멸균하기 • 클린룸 관리하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
품질 관리 (1602010410_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 수입검사하기 • 공정검사하기 • 출하검사하기
생체세라믹재료 환경 안전 관리 (1602010411_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 클린룸 관리하기 • 위험물 관리하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 생체세라믹재료 원·부자재관리

가) 원자재선정하기

- 제품에 사용되는 원자재의 관련규격(ASTM, ISO, KP, EP, USP 등)을 알고 그 내용을 이해할 수 있다.
- 원자재와 관련된 우수제조 및 품질 관리기준(GMP)과 사내 원자재 관리규정을 숙지하고 있다.
- 원자재 성적서를 분석하여 적합/부적합 여부를 판단할 수 있다.

나) 원자재평가하기

- 다양한 분석방법을 통해 원자재의 품질을 평가할 수 있다.
- 우수제조 및 품질 관리기준 및 공급단가 등을 감안하여 원자재 공급업체를 평가할 수 있다.
- 공급단가와 품질을 감안하여 원자재를 평가할 수 있다.

다) 부자재선정하기

- 제품의 멸균특성에 따른 적절한 부자재 및 포장방법을 이해하고 있다.
- 부자재와 관련된 우수제조 및 품질 관리기준과 사내 부자재 관리규정을 숙지하고 있다.
- 부자재 성적서를 분석하여 적합/부적합 여부를 판단할 수 있다.

라) 부자재평가하기

- 다양한 분석방법을 통해 부자재의 품질을 평가할 수 있다.
- 우수제조 및 품질 관리기준 및 공급단가 등을 감안하여 부자재 공급업체를 평가할 수 있다.
- 공급단가와 품질을 감안하여 부자재를 평가할 수 있다.

2) 생체세라믹재료 원료합성

가) 원료분말선정하기

- 제품생산에 필요한 원료의 적합여부를 판단할 수 있다.
- 원료의 성적서를 읽고, 그 의미를 파악할 수 있다.
- 원료의 수입검사를 토대로 하여 적절한 보고서를 작성할 수 있다.

나) 분말특성확인하기

- 선별된 분말특성을 확인하고, 제품생산에 대한 적합여부를 판단할 수 있다.
- 원료의 특성분석 보고서를 보고 의미를 파악할 수 있다.
- 선별된 분말의 특성분석보고서를 토대로 하여 적절한 보고서를 작성할 수 있다.

다) 분쇄하기

- 기기목록을 활용하여 분쇄기의 종류를 확인할 수 있다.
- 기기목록을 활용하여 분쇄기의 용량과 가동범위를 확인할 수 있다.
- 표준작업지침서에 따라 분쇄기를 조립, 운전, 분해, 청소할 수 있다.
- 제품별 제조지시서에 따라 분쇄공정을 진행할 수 있다.

라) 과립제조하기

- 기기목록을 활용하여 과립제조기의 종류를 확인할 수 있다.
- 기기목록을 활용하여 과립제조기의 용량과 가동범위를 확인할 수 있다.
- 표준작업지침서에 따라 과립제조기를 조립, 운전, 분해, 청소할 수 있다.
- 제품별 제조지시서에 따라 과립제조공정을 진행할 수 있다.

마) 원료혼합하기

- 기기목록을 활용하여 원료혼합기의 종류를 확인할 수 있다.
- 기기목록을 활용하여 원료혼합기의 용량과 가동범위를 확인할 수 있다.
- 표준작업지침서에 따라 원료혼합기를 조립, 운전, 분해, 청소할 수 있다.
- 제품별 제조지시서에 따라 원료혼합 공정을 진행할 수 있다.

3) 생체세라믹재료 성형

가) 사출성형하기

- 사출성형에 적합한 세라믹 분말입자의 특성을 이해하고 있다.
- 사출성형에 쓰이는 감마제, 결합제 등 첨가제 종류와 양을 결정할 수 있다.
- 첨가제를 적합한 공정으로 세라믹 분말에 도입할 수 있다.
- 사출성형 과정의 피드스톡에 대해 특성을 평가할 수 있다.

나) 프레스성형하기

- 프레스성형에 필요한 세라믹 분말의 입자 특성을 이해하고 있다.
- 프레스성형에 필요한 몰드 및 장비의 종류와 특성을 이해하고 있다.
- 프레스를 이용하여 성형체를 적절한 상태로 얻는 조건을 찾을 수 있다.
- 프레스성형하여 몰드와 윤활제의 특성에 대해 이해하고 있다.

다) 슬립캐스팅하기

- 슬립캐스팅에 적합한 세라믹 분말의 특성을 이해하고 있다.
- 슬립캐스팅에 쓰이는 석고 몰드, 이형제의 종류와 특성을 이해하고 있다.
- 분산제 등을 사용하여 슬립캐스팅에 적절한 현탁액을 제작할 수 있다.
- 슬립캐스팅으로 적절한 성형체의 건조공정을 확립할 수 있다.
- 슬립캐스팅으로 치밀화에 적합한 성형체를 얻을 수 있다.

라) 냉간정수압성형(CIP)하기

- 냉간정수압성형의 과정과 효과를 이해하고 있다.
- 냉간정수압성형 장치의 구성과 정수압의 효과를 이해하고 있다.
- 성형체의 밀봉이유를 이해하고 밀봉 과정을 수행할 수 있다.
- 밀봉처리에 필요한 소재를 적절히 활용할 수 있다.
- 정수압 처리를 통해 성형체를 적절히 제작할 수 있다.

4) 탈지

가) 하소하기

- 제품생산에 필요한 원료의 하소처리를 위한 적합여부를 판단할 수 있다.
- 원재료의 성적서를 파악하고 하소처리 기준을 파악할 수 있다.
- 로트별 원재료 분말의 특성을 파악하고 하소공정 투입여부를 검토할 수 있다.
- 원재료의 특성에 따라 하소처리 온도, 시간 및 분위기를 설정할 수 있다.

나) 용매추출하기

- 사출성형체에 존재하는 바인더 제거를 위한 용매추출 적합여부를 판단할 수 있다.
- 바인더의 성적서를 파악 및 분석하고, 용매추출 기준을 파악할 수 있다.
- 용매추출 공정이 완료된 성형체의 용매추출률을 측정하여 열탈지공정의 투입여부를 검토할 수 있다.
- 바인더의 특성에 따라 용매추출을 위한 용매의 종류와 용매추출 온도 및 시간 등을 설정할 수 있다.
- 용매추출 공정이 완료된 용매체의 결함여부를 판단할 수 있다.

다) 진공탈지하기

- 사출성형체에 존재하는 바인더 제거를 위한 진공탈지 적합여부를 판단할 수 있다.
- 바인더의 성적서를 파악 및 분석하고, 진공탈지 기준을 파악할 수 있다.
- 진공탈지 공정이 완료된 성형체의 탈지율을 측정하여 소결공정의 투입여부를 검토할 수 있다.
- 바인더의 특성에 따라 진공탈지를 위한 진공탈지로의 온도와 시간 등을 설정할 수 있다.
- 진공탈지가 완료된 탈지체의 결함여부를 판단할 수 있다.

라) 대기탈지하기

- 사출성형체에 존재하는 바인더 제거를 위한 대기탈지 적합여부를 판단할 수 있다.
- 바인더의 성적서를 파악 및 분석하고, 대기탈지 기준을 파악할 수 있다.
- 대기탈지 공정이 완료된 성형체의 탈지율을 측정하여 소결 공정의 투입여부를 검토할 수 있다.
- 바인더의 특성에 따라 대기탈지를 위한 대기 탈지로의 온도와 시간 등을 설정할 수 있다.
- 대기탈지가 완료된 탈지체의 결함여부를 판단할 수 있다.

5) 생체세라믹재료 소결

가) 상압소결하기

- 작업지시서에 따라 소결로(furnace)를 선택할 수 있다.
- 세라믹 성형체의 상압소결 공정의 의미를 이해할 수 있다.
- 작업표준서를 작성하고, 작성된 작업표준서를 이해하며, 그에 따른 작업을 수행할 수 있다.
- 상압소결의 공정조건을 설계하고, 설계된 공정조건에 따른 세부 사항을 제어할 수 있다.
- 작업표준서대로 작업을 수행하고, 이를 토대로 적절한 보고서를 작성할 수 있다.

나) 가압소결하기

- 세라믹 성형체의 가압소결 공정의 의미를 이해할 수 있다.
- 작업표준서를 작성하고, 작성된 작업표준서를 이해하며 그에 따른 작업을 수행할 수 있다.
- 가압소결의 공정조건을 설계하고, 그 설계된 공정조건에 따른 세부사항을 제어할 수 있다.
- 작업표준서 대로 작업을 수행하고, 이를 토대로 하여 적절한 보고서를 작성할 수 있다.

다) 분위기소결하기

- 세라믹 성형체의 분위기소결 공정의 의미를 이해할 수 있다.
- 작업표준서를 작성하고, 작성된 작업표준서를 이해하며 그에 따른 작업을 수행할 수 있다.
- 분위기소결의 공정조건을 설계하고, 그 설계된 공정조건에 따른 세부사항을 제어할 수 있다.
- 작업표준서대로 작업을 수행하고, 이를 토대로 적절한 보고서를 작성할 수 있다.

라) 진공소결하기

- 세라믹 성형체의 진공소결 공정의 의미를 이해할 수 있다.
- 작업표준서를 작성하고, 작성된 작업표준서를 이해하며, 그에 따른 작업을 수행할 수 있다.
- 진공소결의 공정조건을 설계하고, 설계된 공정조건에 따른 세부사항을 제어할 수 있다.
- 작업표준서대로 작업을 수행하고, 이를 토대로 적절한 보고서를 작성할 수 있다.

6) 생체세라믹재료 가공

가) 연마하기

- 제품의 형상과 재질에 적합한 연마제와 연마 작업방법을 결정할 수 있다.
- 도면을 기준으로 하여 제품의 형상에 따라 작업 순서를 설정할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 작업 조건을 설정할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 초도품을 생산하고 양산 진행여부를 보고할 수 있다.

나) 기계가공하기

- 가공장비의 취급설명서를 숙지하고 장비를 조작할 수 있다.
- 가공장비의 안전운전 준수사항을 숙지하고 안전하게 조작할 수 있다.
- 도면에 따라 피가공물의 작업순서를 결정하고, 가공방법을 설정할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 초도품을 가공하고 양산진행여부를 보고할 수 있다.
- 납품기간을 고려하여, 전체적인 가공 작업시간을 계산할 수 있다.

다) CNC 가공하기

- CNC 가공장비의 취급설명서를 숙지하고 장비를 안전하게 조작할 수 있다.
- CNC 가공장비를 활용한 작업을 전반적으로 수행할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 초도품을 가공하고 양산진행여부를 보고할 수 있다.

7) 용융

가) 용융·성형하기

- 용융/성형생산공정에 필요한 자재 및 기기를 준비할 수 있다.
- 용융/성형공정 진행시 제품과 공정의 이상유무를 판단할 수 있다.
- 용융/성형공정을 작업기준서에 따라 실행할 수 있다.
- 장비이상 및 부적합제품발생에 대한 관리 및 대처를 할 수 있다.

나) 결정화열처리하기

- 결정화열처리 공정에 필요한 자재 및 기기를 준비할 수 있다.
- 결정화열처리 공정 진행시 제품과 공정의 이상유무를 판단할 수 있다.
- 결정화열처리 공정을 작업기준서에 따라 실행할 수 있다.
- 장비이상 및 부적합제품발생에 대한 관리 및 대처를 할 수 있다.

다) 후가공하기

- 후가공 공정이 진행중인 기기의 이상유무를 판단할 수 있다.
- 공정이 진행중인 제품에 대해 적합여부를 판단할 수 있다.
- 작업기준서에 따라 실행할 수 있다.
- 부적합제품에 대한 관리 및 대처를 할 수 있다.

8) 시험분석

가) 물리·화학시험하기

- 생체재료의 우수제조 및 품질 관리기준(GMP)에 따라 물리·화학적 시험의 종류와 규격을 파악할 수 있다.
- 생체재료의 우수제조 및 품질 관리기준에 따라 시험된 성적서의 적합 여부를 판단할 수 있다.
- 부적합 시료에 대한 관리 및 대처를 할 수 있다.
- 생체재료의 우수제조 및 품질 관리기준에 따라 기술문서를 작성할 수 있다.

나) 성능시험하기

- 생체재료의 우수제조 및 품질 관리기준에 따라 성능 시험의 종류와 규격을 파악할 수 있다.
- 생체재료의 우수제조 및 품질 관리기준에 따라 성능 시험 시료를 준비할 수 있다.
- 생체재료의 우수제조 및 품질 관리기준에 따라 시험된 성적서의 적합 여부를 판단할 수 있다.
- 생체재료의 우수제조 및 품질 관리기준에 따라 기술문서를 작성할 수 있다.

9) 패키징

가) 세척하기

- 생체재료에 따른 세척에 적합한 세척제의 특성을 이해하고 있다.
- 세척에 쓰이는 세척제의 적합한 종류, 비율, 양 등을 결정할 수 있다.
- 세척 공정에 사용되는 적합한 장비를 구동할 수 있다.
- 생체재료의 종류 및 양에 따라 적합한 장비의 구동시간 등을 결정할 수 있다.

나) 포장하기

- 포장에 필요한 포장지, 포장박스, 포장장비의 종류와 특성을 이해하고 있다.
- 생체재료와 멸균 공정의 종류에 따른 적절한 포장지 및 포장 방식을 이해하고 있다.
- 포장시 동봉하게 되는 제품설명서 등을 제품별로 명확하게 구분할 수 있다.
- 포장 관련 작업 표준서 및 절차를 이해하고 있다.

다) 라벨링하기

- 라벨에 명기해야 할 기재 사항 및 라벨링 위치에 대해 명확히 이해하고 있다.
- 라벨링을 위한 장비 및 소프트웨어 구동방법을 명확하게 숙지하고 있다.
- 라벨 관련 작업 표준서 및 절차를 이해하고 있다.

라) 멸균하기

- 생체재료에 따른 멸균 방식과 포장지의 특성을 이해하고 있다.
- 멸균 방식의 기본 특성을 이해하고 있다.
- 생체재료, 포장, 멸균방식, 유효기간에 따른 적절한 멸균시간을 이해하고 있다.
- 생체재료에 따른 적절한 멸균 공정을 확립할 수 있다.

마) 클린룸 관리하기

- 절차서 및 작업표준서에 따른 클린룸 관리 과정을 이해하고 있다.
- 클린룸 소독과 관련된 청소용제 및 적절한 청소 방식을 이해하고 있다.
- 공조기, 정제수기, 폐수처리기 등 클린룸과 관련된 장비의 구동방법을 이해하고 있다.
- 클린룸 밸리데이션에 대한 기본지식을 이해하고 있다.

10) 품질 관리

가) 수입검사하기

- 제품생산에 필요한 원자재 또는 부자재의 적합여부를 판단할 수 있다.
- 원재료의 성적서를 읽고 의미를 파악할 수 있다.
- 로트별 원재료의 특성을 파악하고, 공정투입여부를 검토할 수 있다.
- 수입검사를 토대로 하여 적절한 보고서를 작성할 수 있다.

나) 공정검사하기

- 제품생산공정이 진행 중인 자재 및 기기의 적합여부를 판단할 수 있다.
- 공정이 진행 중인 제품에 대해 적합여부를 판단할 수 있다.
- 각 생산공정의 작업 기준서에 따른 실행여부를 판단할 수 있다.
- 전체 생산공정의 흐름을 파악할 수 있다.

- 부적합품에 대한 관리 및 대처를 할 수 있다.
- 공정검사를 토대로 하여 적절한 보고서를 작성할 수 있다.

다) 출하검사하기

- 완제품의 출하 적합여부를 판단할 수 있다.
- 출하과정의 흐름을 파악할 수 있다.
- 부적합제품에 대한 관리 및 대처를 할 수 있다.
- 출하검사를 토대로 하여 적절한 보고서를 작성할 수 있다.

11) 생체세라믹재료 환경 안전 관리

가) 클린룸 관리하기

- 생산공정에 따른 클린룸 관리 기준을 작성할 수 있다.
- 작성된 클린룸 관리기준에 따라 지속적인 관리를 할 수 있다.
- 클린룸 출입에 따른 관리 교육을 할 수 있다.
- 클린룸 관리일지를 작성할 수 있다.

나) 위험물 관리하기

- 생산공정에 따른 위험물 관리 기준을 작성할 수 있다.
- 작성된 위험물 관리기준에 따라 지속적인 관리를 할 수 있다.
- 위험물 취급에 따른 관리 교육을 할 수 있다.
- 위험물 취급일지를 작성할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. ‘생체세라믹재료 원·부자재관리’영역에서는 제품에 사용되는 원자재의 관련 규격을 이해하고 원·부자재 선정과 평가의 중요성을 파악할 수 있도록 지도한다.
- 나. ‘생체세라믹재료 원료합성’영역에서는 제품생산에 필요한 다양한 원료의 선정에서부터 원료 혼합까지의 과정을 이해하고, 원료 혼합의 원리와 특성을 파악할 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘생체세라믹재료 성형’영역에서는 원료 혼합 공정을 거친 생체 세라믹 재료에 적합한 다양한 성형법의 종류와 원리를 이해하고, 원료의 특성에 맞는 성형법을 적용할 수 있도록 지도한다.

- 라. ‘탈지’영역에서는 성형공정 후 성형체에 존재하는 바인더를 제거하기 위한 탈지공정을 이해하고, 여러 가지 탈지법의 종류와 원리를 파악할 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘생체세라믹재료 소결’영역에서는 생체 세라믹 재료에 적합한 소결 방법의 종류와 원리를 바탕으로 소결 과정을 이해하고, 실습을 통하여 소결 공정을 수행할 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘생체세라믹 가공’영역에서는 소결 공정 후 미세하고 정확한 단위의 치수 정확도를 요구하거나 표면 처리 과정을 위한 가공 공정에 대해 이해하고, 다양한 가공 방법을 수행할 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘용융’ 영역에서는 결정화 과정을 위한 용융·성형 및 결정화열처리, 후가공 공정의 원리를 이해하고, 실습을 통하여 용융 공정을 수행할 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘시험분석’영역에서는 우수한 생체 세라믹 재료 제조 및 품질 검사를 위해 물리·화학적 시험의 종류와 규격을 이해하고, 이를 바탕으로 GMP 기준에 근거한 성능 시험 능력을 기를 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘패키징’영역에서는 생체 세라믹 재료의 제품화 전 단계로 세척, 포장, 라벨링, 멸균 등의 공정을 이해하고, 관련 공정의 작업 표준서와 절차서를 작성할 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘품질 관리’영역에서는 제품생산에 필요한 원자재 또는 부자재에서부터 생산 공정 및 작업기준서 이행 여부를 파악하여 완제품을 검사하고 출하하는 능력을 기를 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) ‘생체세라믹재료 원·부자재관리’영역에서는 제품에 사용되는 원·부자재의 관련 규격을 알고 원·부자재 선정과 평가의 중요성을 파악하여 원·부자재 업체를 평가하고 공급단가와 품질 평가를 할 수 있는 능력을 평가한다.
- 2) ‘생체세라믹재료 원료합성’영역에서는 제품 생산에 필요한 원료의 적합여부 판단 능력과 원료 특성 분석 보고서 작성을 바탕으로 이에 적합한 분쇄기를 이용하여 분쇄 및 과립을 제조, 혼합할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 3) ‘생체세라믹재료 성형’영역에서는 사출성형, 프레스성형, 슬립캐스팅, 냉간정 수압 등의 성형법을 바탕으로 원료 혼합 공정을 거친 생체 세라믹 재료의 특성을 최대한 반영할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 4) ‘탈지’영역에서는 하소, 용매추출, 진공탈지, 대기탈지 등의 탈지 공정을 통하여 성형공정 후 성형체에 존재하는 바인더를 제거하고 온도 조절과 시간 제어, 성형체의 결함유무 등의 공정을 진행할 수 능력을 평가한다.

- 5) '생체세라믹재료 소결'영역에서는 상압소결, 가압소결, 분위기소결, 진공소결 등의 다양한 소결 방법의 특징에 맞는 소결 공정을 설계하며, 작업표준서의 작성 및 소결 공정의 수행과 보고서를 작성할 수 있는 능력을 평가한다.
- 6) '생체세라믹 가공'영역에서는 연마, 기계가공, CNC가공 등의 가공 방법에 적합한 작업표준서를 작성하고, 초도품의 생산과 양산 진행여부를 파악, 보고할 수 있는 능력을 평가한다.
- 7) '용융'영역에서는 결정화 과정을 위한 용융/성형생산공정, 결정화열처리, 후가공 공정의 특징을 이해하고, 공정 중 기기의 이상 유무를 판단하여 부적합제품에 대한 관리 및 대처 능력을 평가한다.
- 8) '시험분석'영역에서는 우수한 생체세라믹재료의 제작을 위하여 GMP 기준에 근거한 물리·화학적 시험의 종류와 규격을 바탕으로 성능시험을 실시하고, 이를 바탕으로 시험성적서와 기술문서를 작성하여 적합 여부를 판단할 수 있는 능력을 평가한다.
- 9) '패키징'영역에서는 세척, 포장, 라벨링, 멸균 등의 공정을 통해 생체세라믹 재료의 제품화 과정을 이해하고, 각 공정에 적합한 작업 표준서와 절차서를 작성할 수 있는지 평가한다.
- 10) '품질 관리'영역에서는 제품생산에 필요한 원자재 또는 부자재에서부터 생산공정 및 공정상의 작업기준서 이행 여부를 파악하여 완제품을 검사, 출하할 수 있는 능력을 평가한다.
- 11) '생체세라믹재료 환경 안전 관리'영역에서는 생산 공정에 따른 클린룸 및 위험물 관리기준을 작성하고, 이에 따른 관리와 취급일지 등을 작성할 수 있는 능력을 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
생체세라믹 재료 원·부자재관리	생산에 필요한 원·부자재의 선정 및 평가방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	생산에 필요한 원·부자재의 선정 및 평가방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	생산에 필요한 원·부자재의 선정 및 평가방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
생체세라믹 재료원료합성	생체세라믹재료의 원료분말의 선별과 특성을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	생체세라믹재료의 원료분말의 선별과 특성을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	생체세라믹재료의 원료분말의 선별과 특성을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
생체세라믹 재료성형	생체세라믹재료의 성형방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	생체세라믹재료의 성형방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	생체세라믹재료의 성형방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
탈지	탈지공정의 종류와 방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	탈지공정의 종류와 방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	탈지공정의 종류와 방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
생체세라믹 재료소결	소결공정의 종류와 방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	소결공정의 종류와 방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	소결공정의 종류와 방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
생체세라믹 재료가공	가공공정의 종류와 방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	가공공정의 종류와 방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	가공공정의 종류와 방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
용융	결정화유리의 제조를 위한 결정화처리 공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	결정화유리의 제조를 위한 결정화처리공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	결정화유리의 제조를 위한 결정화처리공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
시험분석	생체재료의 제조, 판매를 위한 물리·화학적, 성능시험방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	생체재료의 제조, 판매를 위한 물리·화학적, 성능시험방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	생체재료의 제조, 판매를 위한 물리·화학적, 성능시험방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
패키징	생체세라믹재료의 패키징과정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	생체세라믹재료의 패키징과정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	생체세라믹재료의 패키징과정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
품질 관리	생체재료를 합리적으로 생산하기 위한 수입, 공정, 출하검사를 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	생체재료를 합리적으로 생산하기 위한 수입, 공정, 출하검사를 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	생체재료를 합리적으로 생산하기 위한 수입, 공정, 출하검사를 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
생체세라믹 재료 환경 안전 관리	클린룸 및 위험물 관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	클린룸 및 위험물 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	클린룸 및 위험물 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.

[실무 과목]

14. 유리·법랑

1. 성격 및 목표

가. 성격

공업 분야의 학과에서 세라믹을 전공하는 학생들에게 천연 자원 및 화학 원료의 활용을 통해 유리상의 무기 세라믹스를 제조할 수 있는 능력을 기르기 위한 것으로, 대부분 2학년 또는 3학년 과정에서 선택, 이수할 수 있는 과목이다.

이수해야 할 내용은 생산계획수립, 원료배합, 용융, 판유리성형, 용기유리성형, 유리섬유성형, 프리트제조, 법랑제조, 품질 관리, 환경 안전 관리 등으로, 유리·법랑 제조에 관한 생산계획 수립에서부터 환경 안전 관리에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

유리·법랑 전반에 관한 기초 지식 및 원리를 습득하고, 과제 활동과 탐구, 실험 및 실습 활동을 통해 세라믹 공업을 바르게 이해하여 세라믹 분야로의 진로를 선택할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
생산계획수립 (1602020101_14v1)	<ul style="list-style-type: none">• 원·부자재 선정하기• 제품 재고 관리하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
원료배합 (1602020102_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 원료 보관하기 • 원료 계량하기 • 원료 혼합하기
용융 (1602020103_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 연소 공정 제어하기 • 내화물 유지·보수하기 • 용융부대설비 관리하기
판유리 성형 (1602020104_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 플로트 유리 성형하기 • 플로트 유리 성형설비 관리하기 • 플로트 유리 서랭하기 • 퓨전유리 성형하기 • 플로트 유리 절단하기 • 플로트 박판유리 연마하기
용기유리 성형 (1602020105_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 금형제작하기 • 성형기 운전하기 • 수동 성형하기 • 서랭하기 • 가공하기
유리섬유 성형 (1602020106_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 섬유화하기 • 표면처리하기 • 집면하기 • 건조하기 • 가공하기
프리트 제조 (1602020107_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 컬릿 제조하기 • 유리 분쇄·분급하기 • 유리 분말 혼합하기 • 페이스트 제조하기
법랑 제조 (1602020108_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 유약가공하기 • 소재 전처리하기 • 소재 시유하기 • 소재 소성하기
품질 관리 (1602020109_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 제품품질 분석·평가하기 • 불량품 관리하기
환경 안전 관리 (1602020110_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 안전교육 내용파악하기 • 예방점검하기 • 사고대책 수립하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 생산계획 수립

가) 원·부자재 선정하기

- 원·부자재 업체의 현황을 파악하고 공급능력을 판단할 수 있다.
- 원·부자재 이송수단 선정, 관리 및 입고 단위를 결정할 수 있다.
- 원·부자재의 품질 규격을 제정하고 품질을 평가할 수 있다.
- 생산 제품의 종류에 따라 적정한 주·부원료를 검토할 수 있다.

나) 제품 재고 관리하기

- 제품의 특성에 따라 관리하는 방법을 구분하여 적용할 수 있다.
- 제품의 재고를 파악하여 생산량을 조절할 수 있다.
- 계절별 수요량을 예측하여 재고관리에 반영할 수 있다.
- 제품별 특성에 따른 포장방법을 선정하여 관리할 수 있다.
- 제품별 보관기간을 설정하여 관리할 수 있다.
- 창고저장능력을 고려하여 적정 재고량을 유지, 관리할 수 있다.
- 제품 적재 단위를 선정하여 관리할 수 있다.
- 제품 운송 방법을 선정하여 관리할 수 있다.

2) 원료배합

가) 원료 보관하기

- 원료의 재고 확인 및 재구입 시기를 파악할 수 있다.
- 원료의 특성을 이해하고, 원료의 특성에 따라 보관방법을 검토할 수 있다.
- 입고된 원료의 성적서와 자체 검사를 통해 원료의 적합여부를 판단할 수 있다.
- 측정기를 이용하여 입고량을 정확하게 계량할 수 있다.
- 원료의 이물질 혼입여부를 판단하여 원인 분석 및 재발방지를 위해 조치할 수 있다.
- 저장설비의 내·외부 이상 유무를 점검, 관리할 수 있다.
- 외부 환경변화에 따라 원료의 상태를 최적으로 유지할 수 있다.
- 재활용 원료의 상태를 최적화하고 적정량을 투입 관리할 수 있다.
- 원료 취급 과정에서 발생하는 분진의 비산을 방지 또는 포집 관리할 수 있다.

나) 원료 계량하기

- 원료 투입 전 계량 설비의 가동 상태를 확인하고 이상 유무를 확인할 수 있다.
- 계량 조건에 따라 원료가 정상적으로 투입되는지 확인할 수 있다.

- 원료 배합작업지시서에 따라하여 정확한 원료량을 계량할 수 있다.
- 적정 시간 내에 원료를 계량하여 공급할 수 있다.
- 계량 설비의 종류 및 원리를 파악할 수 있다.
- 계량 설비를 점검하고 계량 오차를 측정할 수 있다.
- 원료별 계량 허용오차를 산정할 수 있다.

다) 원료 혼합하기

- 혼합 장비의 운전 조건을 숙지하고 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 제조 완료된 혼합 원료의 물량 및 상태를 조사하여 제조 보고서를 작성할 수 있다.
- 원료의 혼합 균질화 수준을 측정할 수 있다.
- 적정 시간 내에 혼합하여 공급할 수 있다.
- 혼합 원료의 수분 및 흐름성을 측정할 수 있다.
- 원료 혼합 설비의 종류 및 작동원리를 파악할 수 있다.
- 원료 혼합 설비의 청소주기를 설정하여 관리할 수 있다.

3) 용융

가) 연소 공정 제어하기

- 연소 방법별 특징을 파악할 수 있다.
- 화석 연료의 종류에 따른 연소반응 차이를 파악할 수 있다.
- 산소 연소의 특징을 파악할 수 있다.
- 전기 용융방법의 특징을 파악할 수 있다.
- 배기가스 분석을 통해 연소조건을 조절할 수 있다.
- 연소 후 배기가스 성분에 의한 환경 영향성을 숙지하고 제어할 수 있다.
- 연소 공정 후 발생한 폐열을 재활용할 수 있다.
- 연소용 버너, 종류를 파악하고 청소관리를 할 수 있다.

나) 내화물 유지·보수하기

- 용융로의 구조 및 부위별 적용 내화물의 종류를 파악할 수 있다.
- 용융로에 적용되는 내화물의 종류 및 특성을 파악할 수 있다.
- 유리의 조성 및 용융온도에 따른 내화물을 선정할 수 있다.
- 내화물의 침식반응을 이해하고 적정 보수 내화물을 선정할 수 있다.
- 내화물의 침식상태에 따라 보수여부 및 범위를 판단할 수 있다.
- 용융로 부위별 보수 방법을 습득하여 적용할 수 있다.
- 용융유리 유출 긴급상황에 대처할 수 있다.

다) 용융부대설비 관리하기

- 원료 투입방법에 대해 파악할 수 있다.
- 균질화 설비의 종류 및 기능을 파악할 수 있다.
- 인출량을 일정하게 조절하는 방법을 습득하여 적용할 수 있다.
- 기포를 제어하는 설비의 운전원리를 파악할 수 있다.
- 용융로 온도 측정장비의 측정원리를 파악할 수 있다.
- 용융물의 레벨을 측정하는 설비에 대해 파악할 수 있다.
- 용융물의 흐름 제어 설비에 대해 파악할 수 있다.
- 용융로 내의 냉각설비를 이해하고 활용할 수 있다.
- 용융로 내의 압력 조절 방법을 습득하여 적용할 수 있다.
- 용융로 설비의 수명에 따라 적절한 시기에 교체 및 보수관리 할 수 있다.

4) 판유리 성형

가) 플로트 유리 성형하기

- 플로트 판유리의 성형 작업 시 유리의 폭과 두께 변경을 정해진 시간 내에 수행할 수 있다.
- 플로트 유리의 성형 설비인 주석조로 투입되는 고온 유리물의 양을 트윌로 원활하게 조절할 수 있다.
- 톱롤 머신을 주석조 내에 안전하게 설치할 수 있으며, 원하는 폭과 두께를 갖는 플로트 판유리가 성형되도록 조절할 수 있다.
- 팬더를 주석조에 안전하게 설치할 수 있으며, 원하는 두께의 후판 유리가 성형되도록 조절할 수 있다.
- 작업 조건 변경 시 최대한 빨리 안정된 조건을 회복할 수 있다.

나) 플로트 유리 성형설비 관리하기

- 플로트 유리 성형 설비인 주석조의 구조를 정확히 이해하고 있다.
- 주석조의 설정 온도 및 분위기 가스의 역할을 이해하고 관련 설비를 보수할 수 있다.
- 분위기 가스의 배출 이유 및 배출 방법과 관리 방식을 이해하고 있다.
- 주석조의 온도, 압력, 용융주석 레벨을 일정하게 유지하는 일의 중요성을 알고 조절할 수 있다.
- 주석조에서 발생하는 결함의 원인과 대책을 이해할 수 있다.
- 트윌을 교체하거나 주석 배출 작업을 수행할 수 있다.

다) 플로트 유리 서랭하기

- 주석조에서 성형된 유리판을 서랭로에 파손 없이 투입할 수 있다.
- 유리가 서랭로로 들어가는 롤러를 점검하고 최선의 상태를 유지할 수 있다.

- 유리의 두께별로 적절한 응력 상태를 유지할 수 있는 서랭로의 운전 조건을 알고 있다.
- 유리의 절단면 상태를 보고 유리의 냉각 속도를 조절할 수 있는 기술을 숙지하고 있다.
- 서랭로 내부에서 롤러에 닿는 유리면에서의 결함 발생을 최소화하기 위한 이산화황 가스 분무 작업을 수행할 수 있다.

라) 퓨전유리 성형하기

- 유량파이프와 여물통 형태의 트라프 내화물로 구성된 성형설비의 제반 조건을 이해하고, 설비의 작동 매뉴얼에 따라 조작할 수 있다.
- 균일한 품질 및 두께의 박판유리 생산을 위하여 공정 조건을 설정할 수 있다.
- 트라프 내화물 성형 설비의 성능을 유지하기 위한 주변의 가열·냉각장치를 이해하고 조절, 교체할 수 있다.

마) 플로트 유리 절단하기

- 절단 장치로 투입되는 유리의 폭, 두께, 응력 및 흔들림 정도를 파악할 수 있다.
- 판유리의 가로 및 세로 방향 모두 절단면 상태가 양호하게 절단할 수 있다.
- 등급별로 허용된 결함의 개수를 감안하여 판유리의 절단 크기를 최적화할 수 있다.
- 유리 절단 시 칩의 발생을 최소화할 수 있다.
- 절단 휠의 위치, 각도 및 교체 시기와 절단유의 배출량을 적절히 조절할 수 있다.

바) 플로트 박판유리 연마하기

- 연마 설비의 제반 조건을 이해하고, 설비의 작동 매뉴얼에 따라 조작할 수 있다.
- 균일한 표면품질을 유지하기 위한 연마 공정 조건을 설정할 수 있다.
- 연마제의 특성을 이해할 수 있다.

5) 용기유리 성형

가) 금형제작하기

- 소비자가 요구하는 용기유리 형상을 최적화 할 수 있다.
- 용기유리생산에 적합한 금형을 제작할 수 있다.
- 금형 제작 가공을 위하여 제품 종류별 설계·제작조건을 설정할 수 있다.
- 제품 생산을 위한 금형 냉각 설계를 할 수 있다.
- 금형 설계 이론과 경험 데이터를 금형 제작에 적용, 활용할 수 있다.

나) 성형기 운전하기

- 성형 설비에 대한 제반 조건을 이해하고 설비작동 매뉴얼을 습득하여 관련 설비를 조작할 수 있다.

- 균질한 제품을 생산하기 위해 제품 종류별로 성형 조건을 설정하고 운전할 수 있다.
- 제품의 균질 유지 및 변형 예방을 위해 성형기를 조절하고 부품 교체 시기를 판단, 교체할 수 있다.
- 성형도중 발생하는 결점에 대하여 원인을 이해하고 신속하게 조치할 수 있다.

다) 수동성형하기

- 수동 성형 설비에 대한 제반 조건을 이해하고 설비 작동 원리를 습득하여 관련 설비 조작할 수 있다.
- 균질한 제품을 생산하기 위해 제품 종류별로 수동 성형 조건을 설정하고 성형 조작할 수 있다.
- 제품의 균질 유지 및 변형 예방을 위해 수동 성형기를 조절하고 부품 교체 시기를 판단, 교체할 수 있다.
- 수동 성형 도중 발생하는 결점에 대하여 원인을 이해하고 신속하게 조치 할 수 있다.

라) 서랭하기

- 유리성형 공정에서 발생하는 스트레인 제거를 위해 서랭 공정 설비를 운전할 수 있다.
- 스트레인 발생 원인을 알고 제거하기 위해 제품 종류별로 서랭 공정 조건을 설정하고 운전할 수 있다.
- 제품 규격별 서랭 기준을 파악하며 결점 원인을 파악하며 신속하게 조치할 수 있다.
- 서랭 공정 중 발생하는 결점에 대하여 원인을 이해하고 신속하게 조치할 수 있다.
- 스트레인 측정 후 품질 평가 및 등급 설정을 할 수 있으며 시정 조치할 수 있다.

마) 가공하기

- 유리 가공 설비에 대한 제반 조건을 이해하고 습득하여 관련 설비를 조작할 수 있다.
- 균질한 제품을 생산하기 위해 제품 종류별로 가공 조건을 설정하고 운전할 수 있다.
- 가공 작업시 품질 유지 및 변형 방지를 할 수 있다.
- 가공 도중 발생하는 결점에 대하여 원인을 이해하고 신속하게 조치할 수 있다.
- 유리 성형품에 대한 가공으로 적합한 기능을 가지도록 인쇄, 절단, 연마, 연삭, 표면처리, 접합, 강화처리 등의 작업을 할 수 있다.

6) 유리섬유 성형

가) 섬유화하기

- 설비의 제반 조건을 이해하고, 설비의 작동 매뉴얼에 따라 관련 설비를 조작할 수 있다.
- 균일한 품질의 제품 생산을 위하여 제품 종류별로 공정 조건을 설정하고 조정할 수 있다.

- 섬유화 설비의 성능을 유지하기 위한 냉각 설비, 공조 설비 등의 부품을 이해하고 조절, 교체할 수 있다.
- 연속섬유화 도중 발생하는 결점에 대하여 원인을 분석하고 신속한 조치를 할 수 있다.

나) 표면처리하기

- 고객이 요구하는 제품 생산을 위해 표면 처리제의 구성을 이해하고 특성값을 가질 수 있도록 배합을 설계할 수 있다.
- 설계된 표면처리제의 고형분, 점도, pH등을 고려하여 혼합수의 양을 계산하고 배합순서에 따라 배합할 수 있다.
- 균일한 품질의 제품 생산을 위하여 표면처리 설비의 정상 상태를 유지, 관리할 수 있다.
- 섬유 표면에 일정한 양이 코팅될 수 있도록 관련 설비를 조절하고, 냉각수에 의한 희석을 방지할 수 있도록 관리할 수 있다.

다) 집면하기

- 단섬유의 형태로 집면을 시키는 경우, 관련 설비의 설명서를 통하여 작동 원리를 이해하고 기계를 조작할 수 있다.
- 연속 섬유 형태로 생산하는 장섬유의 경우는 권취 설비의 작동 원리를 이해하고 조작할 수 있다.
- 균일한 품질의 제품 생산을 위하여 관련 설비의 소모성 부품 재고량 등을 관리하고 조립 및 교체할 수 있다.
- 관련 설비의 정비 매뉴얼에 따라 설비의 일상 점검을 하고 이상 발생 시 조치할 수 있다.
- 집면 설비에 배열된 섬유의 분산 상태를 확인하여 편차를 확인할 수 있고, 이를 조절하여 집면 편차를 조절할 수 있다.
- 권취 설비에 감긴 완성된 장섬유 로빙등을 교체하고, 공정 로스를 최소화하면서 연속적인 권취 작업을 할 수 있다.

라) 건조하기

- 제품의 종류에 따라 구간별 건조온도, 건조시간, 체류시간을 설계하고, 수분율을 규격 이내에서 관리할 수 있도록 조절할 수 있다.
- 제품의 종류에 따라 구분된 건조 설비에 선별하여 투입할 수 있다.
- 계절별 외기 온도, 습도 환경 변화에 따라 건조 설비의 건조시간, 건조온도, 구간별 체류시간등을 변경 운영할 수 있다.
- 건조가 충분하지 못한 경우 재건조 작업을 진행할 수 있다.

마) 가공하기

- 가공설비의 제반 조건을 이해하고, 설비의 작동 매뉴얼에 따라 가공 관련 설비를 조작, 운영할 수 있다.
- 균일한 품질의 제품 생산을 위하여 제품 종류별로 공정 조건을 설정하고 조절할 수 있다.
- 제품의 종류별·규격별 품질 기준을 이해하고, 결점에 대한 원인을 분석하고 신속한 조치를 할 수 있다.
- 가공후 제품의 외관에 대해 한도 견본을 통하여 품질 평가를 할 수 있고, 시정조치를 할 수 있다.
- 가공후 발생하는 스크랩을 재활용할 수 있도록 분리하여 수거하고, 오염에 의한 부적합이 발생하지 않도록 주변 관리를 할 수 있다.

7) 프리트 제조

가) 칼릿 제조하기

- 유리 조성 및 유리 용융 공정에 대해 이해할 수 있다.
- 칼릿 제조 설비의 제반 조건을 이해하고, 설비의 작동 매뉴얼을 숙지하여 관련 설비를 조작할 수 있다.
- 균일한 품질의 칼릿 제조를 위해 제품 종류별로 공정 조건을 설정하고 조절할 수 있다.
- 칼릿 제조 설비를 유지, 보수할 수 있다.

나) 유리 분쇄·분급하기

- 고객이 요구하는 유리 분말의 입도 분포 및 최대입도를 구현할 수 있다.
- 볼밀, 비드밀, 제트밀 등 다양한 분쇄 방법 및 설비에 대해 이해하고, 유리 분말의 입도 제어를 할 수 있다.
- 다양한 분급용 체와 진동 설비에 대해 이해하고, 유리 분말의 입도 분포 제어를 할 수 있다.
- 유리 분말의 입도 분석을 통한 품질 관리를 할 수 있다.

다) 유리분말 혼합하기

- 열특성 조절용 다양한 세라믹 필러에 대해 이해하고, 유리 분말과의 혼합비 설계 및 혼합을 통한 프리트 제조를 할 수 있다.
- 프리트 색 조절용 다양한 안료 소재에 대해 이해하고, 유리 분말과의 혼합비 설계 및 혼합을 통한 프리트 제조를 할 수 있다.
- 혼합 설비를 이해하고, 제품별 조건설정 및 운전을 할 수 있다.
- 프리트 제품을 전기로에서 소성하고 소성 제품의 상태를 평가할 수 있다.

- DTA 및 TMA 등 열분석기를 이해하고 운영할 수 있으며, 이를 위한 시료 제작을 할 수 있고, 이를 통해 프리트 제품의 품질 관리를 할 수 있다.

라) 페이스트 제조하기

- 다양한 비히클에 대해 이해하고, 제품 특성에 따른 비히클 소재의 배합 설계를 할 수 있다.
- 고객의 요구 점도에 부합하는 비히클 소재와 프리트 소재의 배합 설계를 할 수 있다.
- 배합 설비를 이해하고, 제품별 조건설정 및 운전을 할 수 있다.
- 점도 측정기를 이해하고 운영할 수 있으며, 이를 통해 페이스트 제품의 품질 관리를 할 수 있다.

8) 법랑 제조

가) 유약가공하기

- 배합설비의 제반 조건을 이해하고 설비의 작동 매뉴얼에 따라 관련 설비를 조작할 수 있다.
- 균일한 품질의 제품생산을 위하여 유약 종류별로 공정조건을 설정하고 조절할 수 있다.
- 이론 학습과 반복 실무를 통해 유약 가공 기술을 향상할 수 있다.

나) 소재 전처리하기

- 전처리 설비의 제반 조건을 이해하고 설비 작동 매뉴얼을 통해 관련 설비를 조작할 수 있다.
- 전처리 단계별 특성을 이해하고 해당 사업장에 적합한 공정 조건을 선정할 수 있다.
- 소재 형태와 크기에 따른 작업 방법을 습득하고 기술을 향상시킬 수 있다.

다) 소재 시유하기

- 소재 형태에 따라 시유방법을 구분하고 최적의 작업 방법을 선정할 수 있다.
- 건조 설비의 제반 조건을 이해하고 설비 작동 매뉴얼에 따라 관련 설비를 조작할 수 있다.
- 수동과 자동의 장단점을 비교하고 최적의 작업 방법과 설비 형태를 선정할 수 있다.

라) 소재 소성하기

- 소성 설비 제반 조건을 이해하고 설비 작동 매뉴얼 관련 설비를 조작할 수 있다.
- 제품 형태와 크기에 따라 소성 방법을 선정할 수 있다.
- 사전 샘플 작업을 통해 최적의 제품 생산 기술을 향상할 수 있다.

9) 품질 관리

가) 제품품질 분석·평가하기

- 품질 관리 표준서에 따라 분석 장비를 점검할 수 있다.
- 품질 관리 표준서에 따라 완제품에 대한 시료분석을 할 수 있다.
- 품질 관리 표준서에 따라 완제품의 품질결과를 통계 분석할 수 있다.
- 품질 관리 표준서에 따라 제품품질 분석결과를 기록, 보고할 수 있다.

나) 불량품 관리하기

- 품질 관리 표준서에 따라 불량품에 대하여 원인 분석을 할 수 있다.
- 품질 관리 표준서에 따라 제품이 부적합할 경우 방지 대책을 세울 수 있다.
- 품질 관리 표준서에 따라 폐기되는 불량품에 대한 대응책을 세울 수 있다.
- 품질 관리 표준서에 따라 불량품 내용을 기록, 보고할 수 있다.

10) 환경 안전 관리

가) 안전교육 내용파악하기

- 환경 안전 관리 표준서에 따라 위험요소를 파악할 수 있다.
- 환경 안전 관리 표준서에 따라 위험 발생 시 응급 조치를 할 수 있다.
- 작업표준서에 따른 환경, 보건, 안전관리 및 교육을 이수하고 그 내용을 파악할 수 있다.

나) 예방점검하기

- 환경안전 관리 표준서에 따라 고압설비의 안전밸브 작동여부를 확보할 수 있다.
- 환경안전 관리 표준서에 따라 고온설비 온도 측정기의 오작동 여부를 확인할 수 있다.
- 환경안전 관리 표준서에 따라 산·염기 등 위험물질 저장조의 누수여부를 확인할 수 있다.

다) 사고대책 수립하기

- 안전환경 관리 표준서에 따라 위급상황 발생 시 응급조치를 할 수 있다.
- 안전환경관리 표준서에 따라 이상 발생 시 비상 연락을 할 수 있다.
- 안전환경관리 표준서에 따라 위급상황 발생 시 현장을 보존할 수 있다.
- 안전환경관리 표준서에 따라 위급상황 발생 시 주위에 있는 작업자에게 전파할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. ‘생산계획수립’영역에서는 원·부자재의 선정과 보관 및 제품 재고와 관련된 특성을 파악할 수 있도록 지도한다.
- 나. ‘원료배합’영역에서는 제품 생산에 필요한 원료의 보관에서부터 계량과 원료 혼합까지의 과정을 이해하고 원료 혼합의 원리와 특성을 파악할 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘용융’영역에서는 연소 공정의 특성과 용융로에 적용되는 내화물의 종류와 특성을 이해하고 용융부대설비를 관리할 수 있도록 지도한다.
- 라. ‘판유리성형’영역에서는 플로트 판유리 성형 작업 조건과 설비 관리를 이해하고 서랭과정과 퓨전유리의 특성 등을 이해할 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘용기유리성형’영역에서는 용기유리 성형을 위한 금형 제작 과정과 성형기 및 수동 성형기의 특성 및 서랭공정을 이해할 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘유리섬유 성형’영역에서는 유리섬유 성형을 위한 섬유화 공정을 이해하고, 집면공정을 통하여 단섬유와 장섬유를 조작할 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘프리트 제조’영역에서는 컬릿 제조를 위한 유리 조성과 용융 공정을 이해하고, 다양한 분쇄 방법을 숙지하며, 프리트 제품을 DTA 및 TMA 등을 통해 열분석을 수행 할 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘법랑 제조’영역에서는 유약 제조를 위한 가공 기술과 전처리 과정을 이해하고, 시유와 소성 기술을 수행할 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘품질 관리’영역에서는 품질 관리 표준서를 통한 분석과 평가를 실시하고, 불량품을 관리할 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘환경 안전 관리’영역에서는 환경 안전 관리 표준서에 의하여 환경, 보건, 안전관리 등의 위험요소를 파악하고, 예방 점검과 위급 상황에 대처하는 능력을 기를 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) ‘생산계획수립’영역에서는 제품에 사용되는 원·부자재의 품질 규격을 제정하고, 원·부자재 업체의 현황 파악과 제품 특성에 따라 관리하는 방법 등의 재고관리 및 제품 적재, 운송 방법 등을 선정하여 관리할 수 있는 능력을 평가한다.

- 2) '원료배합'영역에서는 원료의 특성을 이해하고, 입고된 원료의 성적서를 통해 적합 여부를 판단할 수 있으며, 제품 제작을 위한 원료를 계량하고 혼합할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 3) '용융'영역에서는 유리 제작을 위한 산소 연소를 비롯한 연소 방법과 용융로에 적용되는 내화물의 종류와 특성을 파악하여 용융로와 관련된 부대설비들을 조작, 관리할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 4) '판유리 성형'영역에서는 플로트 판유리 제작을 위한 공정과 작업 조건, 서랭조건 등을 이해하고, 절단 장치를 통하여 유리의 폭, 두께, 응력 및 흔들림 정도를 제어할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 5) '용기유리 성형'영역에서는 용기 유리 제작을 위한 금형을 제작하고, 균질한 제품을 생산하기 위한 제품별 성형 조건을 설정할 수 있으며, 스트레인 발생하지 않도록 서랭 조건을 설정할 수 있는 능력을 평가한다.
- 6) '유리섬유 성형'영역에서는 섬유화 공정을 위한 설비 작동 매뉴얼을 조작할 수 있고 균일한 품질의 제품을 생산하기 위한 표면처리 공정의 관리와 단섬유 및 장섬유의 제작 원리를 이해하고 조작할 수 있는 능력을 평가한다.
- 7) '프리트 제조'영역에서는 유리 조성 및 유리 용융 공정을 이해하고, 프리트 제조를 위한 컬릿 제조의 공정 조건을 설정하고 조절할 수 있으며, DTA 및 TMA 등의 열분석기를 통해 프리트 제품의 품질 관리를 할 수 있는 능력을 평가한다.
- 8) '법랑 제조'영역에서는 균일한 품질의 제품 생산을 위하여 유약의 종류별 공정 조건을 설정하여 조절할 수 있고, 소재 형태에 따른 시유 방법의 적용과 소성 공정을 수행할 수 있는 능력을 평가한다.
- 9) '품질 관리'영역에서는 품질 관리 및 표준관리 표준서에 따라 제품의 품질을 분석하고 평가하여 불량품을 처리하고 이에 따른 원인 분석을 할 수 있는 능력을 평가한다.
- 10) '환경 안전 관리'영역에서는 환경 안전 관리 표준서에 따른 위험요소를 파악하여 사전에 예방 점검을 통해 사고에 대비하고 사고 대책을 수립할 수 있는 능력을 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
생산계획 수립	원·부자재 조달 및 최종 제품의 재고 관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	원·부자재 조달 및 최종 제품의 재고 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	원·부자재 조달 및 최종 제품의 재고 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
원료배합	유리원료의 배합을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	유리원료의 배합방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	유리원료의 배합방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
용융	유리용융을 위한 내화물의 유지·보수와 부대설비 관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	유리용융을 위한 내화물의 유지·보수와 부대설비 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	유리용융을 위한 내화물의 유지·보수와 부대설비 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
관유리 성형	관상유리의 성형원리, 성형장비, 성형공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	관상유리의 성형원리, 성형장비, 성형공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	관상유리의 성형원리, 성형장비, 성형공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
용기유리 성형	용기유리의 성형원리, 성형장비 및 공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	용기유리의 성형원리, 성형장비 및 공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	용기유리의 성형원리, 성형장비 및 공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
유리섬유 성형	유리섬유의 성형원리, 성형장비 및 공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	유리섬유의 성형원리, 성형장비 및 공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	유리섬유의 성형원리, 성형장비 및 공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
프리트 제조	프리트의 성형공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	프리트의 성형공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	프리트의 성형공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
법랑 제조	법랑의 제조공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	법랑의 제조공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	법랑의 제조 공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
품질 관리	중간제품과 완제품의 분석 및 평가, 불량제품 관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	중간제품과 완제품의 분석 및 평가, 불량제품 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	중간제품과 완제품의 분석 및 평가, 불량제품 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
환경안전 관리	유리·법랑 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	유리·법랑 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	유리·법랑 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.

[실무 과목]

15. 내화물

1. 성격 및 목표

가. 성격

공업 분야의 학과에서 세라믹을 전공하는 학생들에게 철강, 에너지, 시멘트, 유리, 도자기 및 석유화학 등의 산업로에 사용되는 내화제품을 생산할 수 있는 능력을 기르기 위한 것으로, 대부분 2학년 또는 3학년 과정에서 선택 이수할 수 있는 과목이다.

이수해야 할 내용은 원·부자재관리, 분쇄, 분급, 계량, 혼합, 혼련, 포장, 제품검사, 보관, 품질보증, 환경 안전 관리 등으로 내화물 제조에 관한 원·부자재 관리에서부터 환경 안전 관리에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

내화물 전반에 관한 기초 지식 및 원리를 습득하고, 과제 활동과 탐구, 실험 및 실습 활동을 통해 세라믹 공업을 바르게 이해하여 세라믹 분야로의 진로를 선택할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
원·부자재관리 (1602020201_14v1)	<ul style="list-style-type: none">• 원·부자재 선정 구매하기• 입고 검사하기• 원·부자재 보관장소 선정하기• 원·부자재 보관기간 설정하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
분쇄 (1602020202_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 분쇄입도 선정하기 • 분쇄방법 선정하기 • 분쇄물 검사하기 • 분쇄물 관리하기 • 집진분 처리하기
분급 (1602020203_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 분급입도 선정하기 • 분급방법 선정하기 • 분급물 검사하기 • 분급물 관리하기
계량 (1602020204_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 계량기 선정하기 • 계량 작업하기 • 계량기 검·교정 관리하기
혼합 (1602020205_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 혼합방법 선정하기 • 혼합순서 결정하기 • 혼합시간 선정하기 • 혼합물 검사하기 • 혼합물 관리하기
혼련 (1602020206_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 혼련방법 선정하기 • 혼련순서 결정하기 • 혼련시간 선정하기 • 혼련물 검사하기 • 혼련물 관리하기
포장 (1602020207_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 포장단위 선정하기 • 포장재질 선정하기 • 포장 검사하기 • 포장물 관리하기
제품검사 (1602020208_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 품질규격 설정하기 • 검사방법 선정하기 • 검사기기 선정하기 • 제품 검사하기
보관 (1602020209_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 보관장소 선정하기 • 보관기간 설정하기 • 입·출고 관리하기 • 재고 관리하기 • 보관방법 선정하기
품질보증 (1602020210_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 고객 불만 처리하기 • 재발방지 대책 수립하기 • 재발방지 개선 활동하기
환경 안전 관리 (1602020211_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 안전교육내용 파악하기 • 예방점검 진단하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 원·부자재관리

가) 원·부자재 선정 구매하기

- 원·부자재의 종류와 특성에 따라 원·부자재 지침서를 작성, 활용할 수 있다.
- 생산계획에 따라 원·부자재의 수급을 관리할 수 있다.
- 지침서에 따라 공급업체를 선정할 수 있다.
- 주문 절차서에 따라 원·부자재를 구매할 수 있다.

나) 입고 검사하기

- 원·부자재 지침서에 따라 특성을 검사할 수 있다.
- 시험규정을 파악하고, 이에 따라 입고된 원·부자재를 평가할 수 있다.
- 원·부자재 부적합 처리 지침서에 따라 입고여부를 판단할 수 있다.
- 입고검사 결과에 따라 관련부서에 검사결과를 배포, 활용할 수 있다.

다) 원·부자재의 보관장소 선정하기

- 원·부자재 특성에 따라 보관 장소를 선정할 수 있다.
- 원·부자재의 혼입여부에 따라 보관장소를 구분할 수 있다.
- 원·부자재의 식별규정에 따라 표기, 관리할 수 있다.
- 원·부자재 보관장소의 상태에 따라 유지 관리할 수 있다.

라) 원·부자재 보관기간 설정하기

- 원·부자재 특성에 따라 유효 기간을 설정할 수 있다.
- 원·부자재 관리규정에 따라 입고 로트관리를 할 수 있다.
- 원·부자재 관리규정에 따라 선입선출을 할 수 있다.
- 원·부자재 관리규정에 따라 유효기간을 초과한 원·부자재의 처리 지침서를 작성, 활용할 수 있다.

2) 분쇄

가) 분쇄입도 선정하기

- 제품의 특성에 따라 분쇄 입도의 크기 및 분포를 선정할 수 있다.
- 제조 배합비에 따라 입도를 선정할 수 있다.
- 분쇄수율에 따라 입도를 선정할 수 있다.

나) 분쇄방법 선정하기

- 입도, 입형 및 용량에 따라 분쇄기종을 선정할 수 있다.
- 분쇄기의 특성에 따라 유지·관리 지침서를 작성하고 활용할 수 있다.
- 원료의 특성에 따라 탈철 공정을 추가할 수 있다.
- 분쇄기 특성에 따라 분쇄 시 불순물 유입을 방지할 수 있다.

다) 분쇄물 검사하기

- 분쇄물 품질규격에 따라 분쇄물 검사방법을 활용할 수 있다.
- 분쇄물 품질규격에 따라 분쇄물을 평가할 수 있다.
- 분쇄물 부적합품 처리 지침서에 따라 사용여부를 판단할 수 있다.

라) 분쇄물 관리하기

- 분쇄물 관리 규정에 따라 포장 시 이물질 혼입을 방지할 수 있다.
- 분쇄물 관리 규정에 따라 분쇄물 이력을 관리할 수 있다.
- 분쇄물의 특성에 따라 보관 장소를 선정할 수 있다.
- 분쇄물을 보관장소의 상태에 따라 유지, 관리할 수 있다.

마) 집진분 처리하기

- 원료에 따라 집진분 특성을 평가할 수 있다.
- 집진분 특성에 따라 처리 지침서를 작성하고 활용할 수 있다.
- 설비 관리규정에 따라 집진설비의 유지보수 관리를 할 수 있다.

3) 분급

가) 분급입도 선정하기

- 분쇄물의 특성에 따라 분급입도크기를 선정할 수 있다.
- 제조배합비에 따라 분급입도를 선정할 수 있다.
- 분급비율에 따라 체가름(sieving)을 선정할 수 있다.

나) 분급방법 선정하기

- 입도 및 용량에 따라 분급기종을 선정할 수 있다.
- 분급기의 특성에 따라 유지·관리 지침서를 작성하고 활용할 수 있다.
- 분급기의 특성에 따라 분급 시 불순물 유입을 방지할 수 있다.

다) 분급물 검사하기

- 분급물 품질규격에 따라 분급물 검사방법을 활용할 수 있다.

- 분급물 품질규격에 따라 분쇄물을 평가할 수 있다.
- 분급물 부적합품 처리 지침서에 따라 사용여부를 판단할 수 있다.

라) 분급물 관리하기

- 분급물 관리 규정에 따라 포장 시 이물질 혼입을 방지할 수 있다.
- 분급물 관리 규정에 따라 분급물의 이력을 관리할 수 있다.
- 분급물 특성에 따라 보관 장소를 선정할 수 있다.
- 분급물의 보관장소의 상태에 따라 유지·관리할 수 있다.

4) 계량

가) 계량기 선정하기

- 제조의 배합비에 따라 계량기를 선정할 수 있다.
- 원료종류에 따라 계량기를 선정할 수 있다.
- 원료종류에 따라 측정오차범위를 설정할 수 있다.
- 설비 관리 규정에 따라 계량기를 유지·보수 및 관리할 수 있다.

나) 계량 작업하기

- 제조 배합비에 따라 계량을 할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 완료된 계량작업에 대한 일지를 작성, 활용할 수 있다.
- 원료의 종류 및 특성에 따라 수동으로 계량할 수 있다.
- 제품 특성에 따라 사전 계량할 수 있다.

다) 계량기 검·교정 관리하기

- 검·교정 규정에 따라 검·교정 주기를 관리할 수 있다.
- 검·교정 주기에 따라 공인된 검·교정 기관을 선정하고 활용할 수 있다.
- 검·교정 규정에 따라 검·교정 결과서를 관리할 수 있다.

5) 혼합

가) 혼합방법 선정하기

- 제품의 종류에 따라 혼합기를 선정할 수 있다.
- 혼합 작업 표준서에 따라 혼합 작업을 할 수 있다.
- 생산량에 따라 연속식과 배치식 혼합기를 선정할 수 있다.
- 작업표준서에 근거하여 완료된 혼합작업에 대한 일지를 작성, 활용할 수 있다.

나) 혼합순서 결정하기

- 원료의 특성 및 입도에 따라 투입 순서를 선정할 수 있다.
- 원료의 종류에 따라 사전 혼합할 수 있다.
- 제품 품질과 혼합효율에 따라 원료 투입 순서를 조정할 수 있다.

다) 혼합시간 선정하기

- 제품의 종류에 따라 혼합시간을 선정할 수 있다.
- 제품의 특성에 따라 혼합시간을 선정할 수 있다.
- 원료의 종류에 따라 사전 혼합시간을 선정할 수 있다.
- 혼합효율에 따라 혼합시간을 조절할 수 있다.

라) 혼합물 검사하기

- 혼합물 품질규격에 따라 혼합물 검사방법을 활용할 수 있다.
- 혼합물 품질규격에 따라 혼합물을 평가할 수 있다.
- 혼합물 부적합품 처리 지침서에 따라 사용여부를 판단할 수 있다.

마) 혼합물 관리하기

- 혼합물 관리규정에 따라 포장 시 이물질 혼입을 방지할 수 있다.
- 혼합물 관리규정에 따라 혼합물의 이력을 관리할 수 있다.
- 혼합물의 특성에 따라 보관 장소를 선정할 수 있다.
- 혼합물을 보관 장소의 상태에 따라 유지, 관리할 수 있다.
- 후속 공정에 따라 혼합물을 구분하여 관리할 수 있다.

6) 혼련

가) 혼련방법 선정하기

- 제품의 종류에 따라 혼련기를 선정할 수 있다.
- 혼련 작업 표준서에 따라 혼련 작업을 할 수 있다.
- 작업표준서에 따라 완료된 혼련작업에 대한 일지를 작성, 활용할 수 있다.
- 제품 상태에 따라 첨가물의 양을 조절할 수 있다.
- 온도에 따라 첨가물의 온도를 관리할 수 있다.

나) 혼련순서 결정하기

- 원료 특성 및 입도에 따라 투입 순서를 선정할 수 있다.
- 제조 표준서에 따라 제품별 혼련순서를 선정할 수 있다.
- 제품 상태에 따라 첨가물의 양과 순서를 조절할 수 있다.

- 혼련물 상태에 따라 이상유무를 확인하고 조치할 수 있다.

다) 혼련시간 선정하기

- 제품 종류에 따라 혼련시간을 선정할 수 있다.
- 제품의 특성에 따라 혼련시간을 선정할 수 있다.
- 생산성과 품질에 따라 혼련시간을 조정할 수 있다.
- 온도에 따라 혼련시간을 조정할 수 있다.

라) 혼련물 검사하기

- 혼련물 품질규격에 따라 혼련물 검사방법을 활용할 수 있다.
- 혼련물 품질규격에 따라 혼련물을 평가할 수 있다.
- 혼련물 부적합품 처리 지침서에 따라 사용여부를 판단할 수 있다.

마) 혼련물 관리하기

- 혼련물 관리규정에 따라 포장 시 이물질 혼입을 방지할 수 있다.
- 혼련물 관리규정에 따라 혼련물에 대한 이력을 관리할 수 있다.
- 혼련물의 특성에 따라 숙성 및 보관 장소를 선정할 수 있다.
- 혼련물을 숙성 및 보관 장소의 상태에 따라 유지·관리를 할 수 있다.
- 후속 공정에 따라 혼련물을 구분하여 관리할 수 있다.

7) 포장

가) 포장단위 선정하기

- 제품종류에 따라 포장단위를 선정할 수 있다.
- 사용처에 따라 포장단위를 선정할 수 있다.
- 「산업 안전 보건법」에 따라 포장단위를 선정할 수 있다.
- 운송방법에 따라 포장단위를 선정할 수 있다.

나) 포장재질 선정하기

- 제품종류에 따라 포장재질을 선정할 수 있다.
- 사용처에 따라 포장재질을 선정할 수 있다.
- 포장중량에 따라 포장재질을 선정할 수 있다.
- 운송방법에 따라 포장재질을 선정할 수 있다.
- 수출국가에 따라 포장재질을 선정할 수 있다.

다) 포장 검사하기

- 포장검사지침서에 따라 포장단위를 검사할 수 있다.
- 포장검사지침서에 따라 포장재질을 검사할 수 있다.
- 포장검사지침서에 따라 포장외관을 검사할 수 있다.
- 포장 부적합품 처리 지침서에 따라 재포장 여부를 결정할 수 있다.

라) 포장물 관리하기

- 포장물 관리규정에 따라 포장물에 대한 이력을 관리할 수 있다.
- 포장물 특성에 따라 보관 장소를 선정할 수 있다.
- 포장물 보관 장소의 상태에 따라 유지 관리를 할 수 있다.
- 포장물 종류에 따라 포장물을 구분하여 관리할 수 있다.

8) 제품검사

가) 품질규격 설정하기

- 제조표준서에 따라 제품의 품질규격을 작성하고 활용할 수 있다.
- 공업표준규격에 따라 품질규격을 작성하고 활용할 수 있다.
- 고객요구에 따라 제품의 품질규격을 개선하고 활용할 수 있다.

나) 검사방법 선정하기

- 제품특성에 따라 검사방법을 선정할 수 있다.
- 생산량에 따라 검사방법을 선정할 수 있다.
- 온도변화에 따라 검사방법을 선정할 수 있다.
- 수요처 요구에 따른 검사방법을 선정할 수 있다.
- 제품종류에 따라 검사방법을 선정할 수 있다.
- 공업표준규격에 따라 검사방법을 선정할 수 있다.
- 고객요구에 따라 외부 검사기관을 선정하고 활용할 수 있다.

다) 검사기기 선정하기

- 제품종류에 따라 검사기기를 선정하고 활용할 수 있다.
- 검사항목에 따라 검사기기를 선정하고 활용할 수 있다.
- 수요처 요구에 따라 검사기기를 선정하고 활용할 수 있다.
- 공업표준규격에 따라 검사기기를 선정하고 활용할 수 있다.
- 생산량에 따라 검사기기를 선정하고 활용할 수 있다.
- 제품특성에 따라 검사기기를 선정하고 활용할 수 있다.

라) 제품 검사하기

- 품질 관리 규격에 따라 제품의 특성을 검사할 수 있다.
- 제품검사결과에 따라 적부판정을 결정할 수 있다.
- 제품 품질에 따라 검사기기를 이해하고 활용할 수 있다.
- 검사교육 기준에 따라 검사원에 대한 주기적인 교육을 실시할 수 있다.
- 품질 관리 규격에 따라 생산품에 대한 일정한 교육을 이수할 수 있다.

9) 보관

가) 보관장소 선정하기

- 제품특성에 따라 보관 장소를 선정할 수 있다.
- 제품 종류에 따라 장소를 구분하여 관리할 수 있다.
- 보관조건에 따라 이물질의 혼입을 방지할 수 있다.
- 제품의 보관 장소의 상태에 따라 청결 및 안전유지·관리를 할 수 있다.

나) 보관기간 설정하기

- 제품에 따라 보관기간을 설정할 수 있다.
- 온도에 따라 보관기간을 설정할 수 있다.
- 장소에 따라 보관기간을 설정할 수 있다.
- 품질규격에 따라 유효기간 초과품의 처리지침서를 작성하고 활용할 수 있다.

다) 입·출고 관리하기

- 재고관리규정에 따라 제품의 이력을 관리할 수 있다.
- 재고관리규정에 따라 제품의 입·출하 관리를 할 수 있다.
- 재고관리규정에 따라 선입선출 할 수 있다.
- 운송규정에 따라 출고 시 안전하게 운송할 수 있다.
- 고객의 요구에 따라 반품처리 지침서를 작성하고 활용할 수 있다.

라) 재고 관리하기

- 재고관리규정에 따라 정기적 재고조사를 할 수 있다.
- 재고관리규정에 따라 장기재고 처리지침서를 작성하고 활용할 수 있다.
- 재고관리규정에 따라 불용재고 처리지침서를 작성하고 활용할 수 있다.
- 판매량에 따라 적정 재고량을 선정하고 관리할 수 있다.

마) 보관방법 선정하기

- 제품에 따라 보관방법을 선정할 수 있다.

- 장소에 따라 보관방법을 선정할 수 있다.
- 온도에 따라 보관방법을 선정할 수 있다.
- 안전에 따라 보관방법을 선정할 수 있다.
- 창고설비에 따라 보관방법을 선정할 수 있다.

10) 품질보증

가) 고객 불만 처리하기

- 고객의 불만에 따라 고객 불만 처리지침서를 작성하고 활용할 수 있다.
- 고객의 불만에 따라 클레임처리 지침서를 작성하고 활용할 수 있다.
- 고객의 불만에 따라 불만 사항에 대한 현상을 파악하고 공유할 수 있다.
- 고객 불만 처리규정에 따라 불만 사항 관리대장을 작성하고 활용할 수 있다.

나) 재발방지 대책 수립하기

- 고객 불만처리 규정에 따라 불만 사항에 대한 원인분석을 할 수 있다.
- 고객 불만 원인분석에 따라 재발방지 방안을 수립, 활용할 수 있다.
- 고객 불만처리 규정에 따라 재발방지 대책을 사용처에 통보할 수 있다.
- 고객 불만처리 규정에 따라 재발방지대책을 교육할 수 있다.

다) 재발방지 개선 활동하기

- 재발방지대책에 따라 개선활동을 실행할 수 있다.
- 재발방지규정에 따라 개선활동에 대한 고객 만족도를 조사할 수 있다.
- 재발방지규정에 따라 개선활동에 대한 주기적 점검을 할 수 있다.
- 개선활동 결과에 따라 표준화 작업을 할 수 있다.

11) 환경 안전 관리

가) 안전교육 내용파악하기

- 환경 안전 관리지침서에 따라 위험요소를 파악할 수 있다.
- 환경 안전 관리지침서에 따라 위험발생시 응급조치를 할 수 있다.
- 작업지침서에 따라 환경·보건·안전교육을 이수할 수 있다.
- 환경 안전 관리지침서에 따라 법정안전기준을 파악할 수 있다.
- 환경 안전 관리지침서에 따라 안전사고 예방을 위하여 비상훈련계획을 수립하고 실시할 수 있다.

나) 예방점검 진단하기

- 환경 안전 관리지침서에 따라 정기적인 환경안전교육을 실시할 수 있다.
- 설비 관리지침서에 따라 주기적으로 제조설비를 점검할 수 있다.
- 소방·안전관리법에 따라 소방 설비 및 위험물 저장조를 점검할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. ‘원·부자재관리’영역에서는 원·부자재의 종류와 특성에 따른 선정과 입고 검사, 보관 및 제품 재고와 관련된 특성을 파악할 수 있도록 지도한다.
- 나. ‘분쇄’영역에서는 제품의 특성에 따른 분쇄 입도 선정 및 방법을 이해하고, 분쇄물 품질 규격에 근거한 검사방법과 분쇄물을 관리할 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘분급’영역에서는 분쇄물의 특성에 따라 분급 입도와 분급 방법을 선정하고 품질규격에 근거한 검사방법과 분급물을 관리할 수 있도록 지도한다.
- 라. ‘계량’영역에서는 제조배합비와 원료에 따른 계량기를 선정하여 계량할 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘혼합’영역에서는 제품에 따른 혼합기를 선정하여 원하는 제품의 특성에 맞도록 혼합 순서와 시간을 선정할 수 있고 혼합물 검사방법을 활용하여 혼합물을 관리할 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘혼련’영역에서는 제품 종류에 따른 혼련기를 선정하여 원하는 제품의 특성에 맞도록 혼합 순서와 시간을 선정할 수 있고 혼련물 검사방법을 활용하여 혼합물을 관리할 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘포장’영역에서는 제품의 종류와 사용처에 따라 포장단위와 재질을 선정하고 포장검사지침서에 따라 포장과 이를 관리할 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘제품검사’영역에서는 제조 표준서에 따라 품질규격을 작성하고 활용하며 다양한 검사방법과 검사기기를 선정하여 제품을 검사할 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘보관’영역에서는 제품의 특성과 종류에 따라 보관장소를 선정하고 그에 따른 입출고 관리, 재고관리, 보관 방법을 선정할 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘품질보증’영역에서는 완성품에 대한 고객의 불만을 처리하고 재발 방지 대책을 수립하는 등의 품질 관리 능력을 기를 수 있도록 지도한다.
- 카. ‘환경 안전 관리’영역에서는 환경 안전 관리지침서에 따른 위험요소를 파악하고 안전사고에 대한 예방 및 진단을 할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) ‘원·부자재관리’영역에서는 원·부자재의 종류와 특성에 맞는 재료 선정과 지침서에 따른 입고여부, 원·부자재의 보관 및 입고 로트관리 등 원·부자재의 처리 지침서를 작성하고 활용할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 2) ‘분쇄’영역에서는 제품의 특성에 따른 분쇄 입도 크기 선정과 입도, 입형 및 용량에 따른 분쇄기를 선택하고 분쇄물 품질 규격에 따라 분쇄물을 평가하고 관리하며 원료에 따른 집진 분 특성을 분석할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 3) ‘분급’영역에서는 분쇄물의 특성에 따른 분급입도 크기를 선정하여 체가름을 실시하고 입도 및 용량에 근거한 분급기종을 선택하여 분급물의 검사 및 관리를 할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 4) ‘계량’영역에서는 제조 배합비에 따른 계량기를 선정하여 계량을 실시하고 검·교정 규정과 주기에 따라 계량기를 관리할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 5) ‘혼합’영역에서는 제품의 종류에 따라 혼합기를 선정할 수 있고 원료 특성 및 입도에 따라 혼합 순서, 혼합 시간을 선정하여 제작된 혼합물을 검사하고 관리 할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 6) ‘혼련’영역에서는 제품의 종류에 따른 혼련기를 선정할 수 있고 제품 상태에 따른 첨가물의 양 조절, 온도 관리 등을 통해 혼련 순서와 시간을 선정하며 혼련물 품질 규격에 따라 혼련물을 검사, 관리할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 7) ‘포장’영역에서는 제품의 종류와 사용처에 따라 포장단위와 포장재질을 선정하고 포장검사 지침서에 따라 포장하고 이를 관리할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 8) ‘제품검사’영역에서는 제조 표준서에 따라 품질규격을 작성하고 활용하여 제품의 종류와 특성에 맞는 검사방법과 기기를 선정하여 제품을 검사할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 9) ‘보관’영역에서는 제품의 특성과 종류에 따라 보관 장소 및 기간을 선정하고 이에 따른 입·출고 관리, 재고관리, 보관 방법을 선정할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 10) ‘품질보증’영역에서는 완성품에 대한 고객의 불만 처리 지침서와 클레임 처리 지침서를 작성하고 활용할 수 있으며, 재발 방지 대책을 수립하는 등의 품질 관리 능력을 평가한다.
- 11) ‘환경 안전 관리’영역에서는 환경 안전 관리지침서에 따른 위험요소를 파악하고, 안전사고 시 응급 조치 능력과 예방을 위한 정기적인 환경안전교육을 실시하는 등의 예방 점검 수행 능력을 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
원·부자재 관리	내화물 제조를 위한 원·부자재의 관리 방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내화물 제조를 위한 원·부자재의 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내화물 제조를 위한 원·부자재의 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
분쇄	내화물 제조의 분쇄공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내화물 제조의 분쇄공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내화물 제조의 분쇄공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
분급	내화물 제조의 분급공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내화물 제조의 분급공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내화물 제조의 분급공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
계량	내화물 제조 원료의 배합을 위한 계량 방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내화물 제조 원료의 배합을 위한 계량방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내화물 제조 원료의 배합을 위한 계량방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
혼합	내화물의 혼합공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내화물의 혼합공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내화물의 혼합공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
혼련	내화물의 혼련공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내화물의 혼련공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내화물의 혼련공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
포장	내화물 제품의 포장공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내화물 제품의 포장공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내화물 제품의 포장공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
제품검사	내화물 제품의 검사방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내화물 제품의 검사방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내화물 제품의 검사방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
보관	내화물 제품의 보관방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내화물 제품의 보관방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내화물 제품의 보관방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
품질보증	고객불만 대응 및 대책 수립과 재발방지를 위한 개선활동에 대해 새로운 예를 들어 설명할 수 있다.	고객불만 대응 및 대책 수립과 재발방지를 위한 개선활동에 대해 비교하는 예를 들어 설명할 수 있다.	고객불만 대응 및 대책 수립과 재발방지를 위한 개선활동에 대해 설명할 수 있다.
환경안전 관리	내화물 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	내화물 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	내화물 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.

[실무 과목]

16. 연삭재

1. 성격 및 목표

가. 성격

공업 분야의 학과에서 세라믹을 전공하는 학생들에게 소비자가 요구하는 형상과 기능에 적합하도록 설계된 연마제품의 생산, 검사, 출하할 수 있는 능력을 기르기 위한 것으로, 대부분 2학년 또는 3학년 과정에서 선택 이수할 수 있는 과목이다.

이수해야 할 내용은 원·부자재 관리, 원료 계량, 원료 혼합, 혼합물 성형, 성형체 건조, 건조물 소성, 소성품 정형, 품질검사, 포장출하관리, 환경 안전 관리 등으로, 연삭재 제조에 관한 원·부자재 관리에서부터 환경 안전 관리에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

연삭재 전반에 관한 기초 지식 및 원리를 습득하고, 과제 활동과 탐구, 실험 및 실습 활동을 통해 세라믹 공업을 바르게 이해하여 세라믹 분야로의 진로를 선택할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
원·부자재 관리 (1602020301_14v1)	<ul style="list-style-type: none">• 출하검사성적서 확인하기• 원료특성분석하기• 기계적물성측정하기• 수분·성분검사하기• 원료분류하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
원료 계량 (1602020302_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 원료배치하기 • 저울사용하기 • 이동보관하기
원료 혼합 (1602020303_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 예비혼합하기 • 본혼합하기 • 체가름하기 • 숙성하기
혼합물 성형 (1602020304_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 프레스준비하기 • 금형설치하기 • 투입량 측정하기 • 프레스작업하기 • 적재하기
성형체 건조 (1602020305_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 건조로 설정하기 • 건조하기 • 반제품검사하기
건조물 소성 (1602020306_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 소성로 설정하기 • 소성하기 • 소성품 검사하기 • 소성품분류·보관하기
소성품 정형 (1602020307_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 정형설정하기 • 정형하기 • 제품검사하기
품질검사 (1602020308_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 제품물성 검사하기 • 제품마킹하기
포장·출하 관리 (1602020309_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 포장재 이송하기 • 제품포장하기 • 포장제품 적재하기 • 출하·재고관리하기 • 제품출하하기
환경 안전 관리 (1602020310_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 환경관리 매뉴얼 준수하기 • 안전관리 매뉴얼 준수하기 • 위험요소 점검하기 • 산업안전교육 훈련하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 원·부자재 관리

가) 출하검사성적서 확인하기

- 원료 주문서를 준비할 수 있다.

- 출하검사성적서와 주문서를 대조할 수 있다.
- 적합여부를 판정하여 보고할 수 있다.

나) 원료특성분석하기

- 수입된 원료를 원료특성분석 작업표준을 근거로 일정량을 채취할 수 있다.
- 채취된 시료는 원료특성분석 작업표준을 근거로 원료특성을 분석할 수 있다.
- 원료특성 규격을 기준으로 분석결과의 적부를 판정하여 보고할 수 있다.
- 판정된 결과를 관리도로 도출할 수 있다.

다) 기계적물성측정하기

- 수입된 원료를 기계적물성측정 작업표준을 확인할 수 있다.
- 기계적 물성측정 작업표준에 따라 시료채취 및 시편제조를 할 수 있다.
- 원료의 기계적 물성 작업표준을 근거로 기계적물성을 측정할 수 있다.
- 기계적 물성 규격을 기준으로 분석결과의 적부를 판정하여 보고할 수 있다.
- 판정 결과를 관리도로 도출할 수 있다.

라) 수분·성분검사하기

- 수입된 원료를 수분성분검사 작업표준을 근거로 일정량을 채취할 수 있다.
- 채취된 시료는 수분성분검사 작업표준을 근거로 수분성분검사를 수행할 수 있다.
- 수분성분검사 규격을 기준으로 검사결과의 적부를 판정하여 보고할 수 있다.
- 판정된 결과를 관리도로 도출할 수 있다.

마) 원료분류하기

- 수입검사성적서를 근거로 원료를 분류할 수 있다.
- 합격한 원료에 대해서 원료대장에 등록할 수 있다.
- 분류된 원료에 대해 창고에 이송, 보관할 수 있다.

2) 원료 계량

가) 원료배치하기

- 작업지시서에 있는 원료를 파악할 수 있다.
- 원료의 출하 여부를 판별할 수 있다.
- 출하된 원료를 계량장소에 이동·배치할 수 있다.

나) 저울사용하기

- 계량할 원료의 양에 따라 사용할 저울을 선택할 수 있다.
- 사용될 저울의 영점을 보정할 수 있다.

- 배치된 원료를 작업지시서에 따라 계량할 수 있다.
- 계량된 원료의 중량을 작업지시서에 작성할 수 있다.

다) 이동보관하기

- 계량이 완료된 원료들을 하나의 용기에 담을 수 있다.
- 용기에 담긴 원료에 작업번호를 부여할 수 있다.
- 작업번호가 부여된 원료를 배합실로 이동·적재할 수 있다.

3) 원료 혼합

가) 예비혼합하기

- 배합실과 보관실의 온습도를 설정할 수 있다.
- 작업지시서에 따라 혼합기를 선택할 수 있다.
- 혼합기의 청결상태를 파악할 수 있다.
- 예비혼합을 위한 혼합조건을 작업지시서에 따라 설정할 수 있다.
- 원료 중 미량성분을 파악할 수 있다.
- 미량성분과 주원료성분을 우선 혼합할 수 있다.
- 액상성분을 혼합할 수 있다.

나) 본혼합하기

- 본혼합기의 청결상태를 파악할 수 있다.
- 예비 혼합된 원료를 본혼합기에 투입할 수 있다.
- 본혼합을 위한 혼합조건을 작업지시서에 따라 설정할 수 있다.
- 투입된 예비혼합원료와 나머지 성분을 혼합할 수 있다.

다) 체가름하기

- 체가름기계의 청결상태를 파악할 수 있다.
- 체가름을 위한 체가름조건을 작업지시서에 따라 설정할 수 있다.
- 설정에 따라 체가름을 수행할 수 있다.
- 체가름 도중 발생 하는 큰 응집체를 해쇄할 수 있다.
- 체가름된 과립의 중량을 점검할 수 있다.
- 적정량의 과립을 용기에 담을 수 있다.
- 과립화 적정성 여부를 확인하기 위한 측정을 할 수 있다.
- 측정 결과를 관리도로 기록할 수 있다.

라) 숙성하기

- 작업지시서에 따라 숙성이 필요한 과립을 구분할 수 있다.
- 과립이 담긴 용기의 보관조건을 설정할 수 있다.
- 용기를 이동·적재할 수 있다.
- 배합일자를 작업일지에 기록할 수 있다.

4) 혼합물 성형

가) 프레스준비하기

- 작업지시서에 따라 프레스를 선택할 수 있다.
- 프레스의 청결 및 작동상태를 파악할 수 있다.
- 작업지시서에 따라 프레스 조건을 설정할 수 있다.

나) 금형설치하기

- 작업지시서에 따라 금형을 선택할 수 있다.
- 금형의 청결을 관리하고 이상 유무를 파악할 수 있다.
- 금형을 정위치에 설치할 수 있다.

다) 투입량 측정하기

- 투입량 측정을 위한 저울을 준비할 수 있다.
- 저울의 영점을 조정할 수 있다.
- 작업지시서에 따라 투입량을 측정할 수 있다.
- 투입량 설정치와 실제 투입량을 비교·조정할 수 있다.

라) 프레스작업하기

- 투입량을 작업지시서에 따라 투입할 수 있다.
- 프레스 하여 성형할 수 있다.
- 성형품의 치수를 측정하여 결과값을 도출할 수 있다.
- 배합물 투입량과 성형품의 치수 측정 결과를 관리도로 기록할 수 있다.

마) 적재하기

- 작업지시서에 따라 성형품에 마킹을 할 수 있다.
- 작업지시서에 따라 적재 방법을 선택할 수 있다.
- 성형품을 충격없이 적재, 이동할 수 있다.

5) 성형체 건조

가) 건조로 설정하기

- 작업지시서에 따라 건조로를 선택할 수 있다.
- 건조로의 청결과 작동상태를 파악할 수 있다.
- 작업지시서에 따라 건조로 조건을 설정할 수 있다.

나) 건조하기

- 작업지시서에 따라 성형품을 적재할 수 있다.
- 건조로를 설정된 조건에 따라 운용할 수 있다.
- 건조로의 운용 상태를 확인하기 위하여 온도·습도·풍량을 측정할 수 있다.
- 측정 결과를 관리도로 기록할 수 있다.

다) 반제품검사하기

- 반제품의 외관상 이상 유무를 파악할 수 있다.
- 반제품의 관리값을 측정하여 검사할 수 있다.
- 측정 결과를 관리도로 기록할 수 있다.

6) 건조물 소성

가) 소성로 설정하기

- 작업지시서에 따라 소성로를 선택할 수 있다.
- 소성로의 청결 및 작동상태를 파악할 수 있다.
- 작업지시서에 따라 소성로 조건을 설정할 수 있다.

나) 소성하기

- 작업지시서에 따라 반제품을 적재할 수 있다.
- 소성로를 설정된 조건에 맞춰 운용할 수 있다.
- 소성로의 운용 상태를 확인하기 위하여 온도, 노압, 풍량, 시간 등을 측정할 수 있다.
- 측정 결과를 관리도로 기록할 수 있다.

다) 소성품 검사하기

- 소성품의 외관상 이상 유무를 파악할 수 있다.
- 소성품의 관리값을 측정하여 검사할 수 있다.
- 측정 결과를 관리도로 기록할 수 있다.

라) 소성품분류·보관하기

- 개별 작업지시서에 해당하는 소성품을 분류할 수 있다.
- 분류된 소성품의 가품수량을 기록할 수 있다.
- 소성품의 적재방법을 선택하여 적재·보관할 수 있다.

7) 소성품 정형

가) 정형설정하기

- 작업지시서에 따라 정형기를 선택할 수 있다.
- 정형기의 청결 및 작동상태를 파악할 수 있다.
- 작업지시서에 따라 가공할 소성품의 수량을 파악할 수 있다.
- 작업지시서에 따라 정형기의 작동조건을 설정할 수 있다.

나) 정형하기

- 가공할 소성품을 정형기의 정위치에 설치할 수 있다.
- 시운전을 하여 가공품의 상태를 파악할 수 있다.
- 작업지시서에 따라 소성품을 가공할 수 있다.

다) 제품검사하기

- 제품의 외관상의 이상 유무를 파악할 수 있다.
- 제품의 관리값을 측정하여 검사할 수 있다.
- 측정 결과를 관리도로 기록할 수 있다.

8) 품질검사

가) 제품물성 검사하기

- 검사항목에 맞는 제품검사설비를 선택할 수 있다.
- 제품검사설비의 이상 유무를 파악할 수 있다.
- 작업지시서에 따른 제품검사를 할 수 있다.
- 불량품과 양품을 구분하여 기록할 수 있다.
- 제품검사결과서를 작성할 수 있다.

나) 제품마킹하기

- 작업지시서에 따라 제품마킹방법을 선택할 수 있다.
- 마킹기의 이상 유무를 파악할 수 있다.
- 작업지시서에 따라 제품세부항목을 마킹할 수 있다.

9) 포장·출하 관리

가) 포장재 이송하기

- 작업지시서에 따른 제품 포장재를 선별할 수 있다.
- 포장재의 이상 유무를 파악할 수 있다.
- 선별된 포장재 수량을 파악할 수 있다.
- 포장하기 위한 장소로 적시에 포장재를 이송할 수 있다.

나) 제품포장하기

- 포장기의 이상 유무를 파악할 수 있다.
- 포장방식을 선택할 수 있다.
- 포장완료 후 포장 외관 상태를 검수할 수 있다.
- 포장완료수량을 기록할 수 있다.

다) 포장제품 적재하기

- 제품에 대한 표기항목을 기록할 수 있다.
- 표기항목을 포장재에 기록하고 부착할 수 있다.
- 제품이 손상되지 않는 장소로 이동시킬 수 있다.
- 제품에 따른 서류를 접수하고 분류하여 제품창고에 적재할 수 있다.
- 제품창고의 온도 습도를 적절히 조절할 수 있다.

라) 출하·재고관리하기

- 출하 요청과 재고상태를 비교할 수 있다.
- 제품검사성적서에 따라 출하검사성적서를 작성할 수 있다.
- 출하 후 재고 상태를 기록하여 관리할 수 있다.

마) 제품출하하기

- 해당 출하 대상 제품을 출하 대기장소로 이동할 수 있다.
- 출하 차량의 종류를 선택할 수 있다.
- 출하 차량 종류에 따라 제품을 적절히 적재할 수 있다.
- 배송 소요시간에 따라 적재 방식을 선택할 수 있다.

10) 환경 안전 관리

가) 환경관리 매뉴얼 준수하기

- 환경 관련 규정 매뉴얼을 숙지할 수 있다.

- 매뉴얼을 현장에 적용할 수 있다.
- 긴급 사태 발생 시 대처 요령을 반복하여 훈련할 수 있다.

나) 안전관리 매뉴얼 준수하기

- 사용하는 연료, 설비와 작업장에 적합한 작업 안전 수칙을 숙지할 수 있다.
- 안전한 작업을 위하여 안전 시설과 장비를 사용할 수 있다.
- 긴급사태 발생 시 대처 요령을 반복하여 훈련할 수 있다.

다) 위험요소 점검하기

- 안전 관리 지침에 따라 위험 요소를 점검할 수 있다.
- 위험 요소에 관한 위험표시를 명확히 식별할 수 있다.
- 위험 요소 발견 시 즉시 안전 조치를 취하고 신속히 보고할 수 있다.
- 노동 재해 방지를 위해 작업자 자세, 작업 횟수, 작업 시간을 준수할 수 있다.

라) 산업안전교육 훈련하기

- 산업 안전을 위한 교육훈련을 파악할 수 있다.
- 작업에 적합한 교육훈련을 이수할 수 있다.
- 교육훈련 받은 내용을 작업 시 적용할 수 있다.

3. 교수·학습

가. ‘원·부자재관리’영역에서는 출하검사성적서와 주문서를 통한 적합여부를 판정하고 원료 특성 규격을 통한 원료의 특성을 분석하여 기계적 물성과 수분 및 성분 검사를 통해 원료를 분류할 수 있도록 지도한다.

나. ‘원료 계량’영역에서는 작업지시서에 있는 원료를 파악하여 배치된 원료의 양에 따라 저울을 이용하여 계량하고 완료된 원료에 작업 번호를 부여하여 이동 및 보관할 수 있도록 지도한다.

다. ‘원료 혼합’영역에서는 작업지시서에 따라 예비 혼합을 위한 혼합조건을 설정하고 체가름을 통해 과립의 중량 점검과 과립이 담긴 용기의 보관조건을 설정 할 수 있도록 지도한다.

라. ‘혼합물 성형’영역에서는 프레스 작업을 위한 금형을 설치하고 투입량을 측정할 수 있도록 지도한다.

마. ‘성형체 건조’영역에서는 작업지시서에 따라 건조로의 조건을 설정하고 건조시 온도, 습도, 풍량 등을 확인하여 반제품의 이상 유무를 파악할 수 있도록 지도한다.

- 바. '건조물 소성'영역에서는 작업지시서에 따라 소성로 조건을 설정하고 온도, 노압, 풍량, 시간 등을 통해 소성로의 운영 상태를 확인하여 소성품의 이상 유무를 파악할 수 있도록 지도한다.
- 사. '소성품 정형'영역에서는 작업지시서에 따라 가공할 소성품의 수량을 파악하고 정형기의 작동 조건을 설정하여 정형 작업을 수행하고 제품의 이상 유무를 파악할 수 있도록 지도한다.
- 아. '품질검사'영역에서는 검사항목에 맞는 제품검사설비를 선택하고 작업지시서에 따른 제품 검사를 실시할 수 있도록 지도한다.
- 자. '포장·출하 관리'영역에서는 완제품을 포장하여 출하하기 위해 포장재 이송, 제품 포장, 포장제품 적재하기, 재고 관리 등의 제품 출하 공정을 진행할 수 있도록 지도한다.
- 차. '환경 안전 관리'영역에서는 환경안전규정 매뉴얼을 숙지하여 긴급 사태 발생시 대처 요령을 반복 훈련하고 위험요소 점검과 산업안전 교육을 이수할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) '원·부자재관리'영역에서는 원료주문서와 출하검사성적 확인을 통하여 적합여부를 판정하여 보고하고 작업 표준을 근거로 채취된 원료의 특성 분석, 수입된 원료의 기계적 물성 측정, 채취된 원료의 수분·성분 검사 등을 통해 판정 결과를 도출하고 원료를 분류할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 2) '원료 계량'영역에서는 작업지시서에 있는 원료를 파악하여 출하여부를 판별하고 저울을 이용하여 배치된 원료를 계량하고 원료를 용기에 담아 작업번호를 부여하여 배합실로 이동·적재할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 3) '원료 혼합'영역에서는 예비혼합과 본혼합 과정을 통해 원료를 혼합하고 작업지시서에 따라 체가름 조건을 설정하여 과립화 적정성 여부를 측정할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 4) '혼합물 성형'영역에서는 프레스 작업을 위해 작업지시서에 따라 프레스 조건을 설정하고 금형을 선택하여 투입량을 맞춰 프레스 성형을 할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 5) '성형체 건조'영역에서는 작업지시서에 따라 건조로의 조건을 설정하고 온도, 습도, 풍량 등을 통해 건조로의 운영 상태를 확인하여 반제품의 이상 유무를 확인할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 6) '건조물 소성'영역에서는 작업지시서에 따라 소성로 조건을 설정하고 온도, 노압, 풍량, 시간 등을 통해 소성로의 운영 상태를 확인하여 소성품의 이상 유무의 확인 및 개별 작업지시서에 해당하는 소성품을 분류할 수 있는 수행 능력을 평가한다.

- 7) '소성품 정형'영역에서는 작업지시서에 따라 가공할 소성품의 수량을 파악하여 정형기의 작동 조건을 설정한 후 정형하여 제품의 이상 유무를 파악할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 8) '품질검사'영역에서는 검사항목에 맞는 제품검사설비를 선택하여 작업지시서에 따른 제품 검사를 실시할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 9) '포장·출하 관리'영역에서는 완제품을 포장하여 출하하기 위한 포장재 이송, 제품 포장, 포장 제품 적재하기, 재고 관리 등의 제품 출하 공정을 진행할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 10) '환경 안전 관리'영역에서는 환경안전규정 매뉴얼을 숙지하여 긴급 사태 발생시 대처 요령을 반복 훈련하고, 위험요소 점검과 산업 안전을 위한 교육훈련을 파악할 수 있는 능력을 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
원·부자재 관리	연삭재 제조를 위한 원·부자재의 관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	연삭재 제조를 위한 원·부자재의 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	연삭재 제조를 위한 원·부자재의 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
원료 계량	원료의 계량방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	원료의 계량방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	원료의 계량방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
원료 혼합	원료합성공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	원료합성공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	원료합성공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
혼합물 성형	혼합물의 성형공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	혼합물의 성형공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	혼합물의 성형공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
성형체 건조	성형체의 건조공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	성형체의 건조공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	성형체의 건조공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
건조물 소성	건조물의 소성공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	건조물의 소성공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	건조물의 소성공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
소성품 정형	소성품의 정형공정과 검사방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	소성품의 정형공정과 검사방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	소성품의 정형공정과 검사방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
품질검사	연삭재 제품의 품질검사방법과 절차를 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	연삭재 제품의 품질검사방법과 절차를 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	연삭재 제품의 품질검사방법과 절차를 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
포장출하 관리	일정단위의 적절한 포장방법과 보관 및 적시 제품 출하방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	일정단위의 적절한 포장방법과 보관 및 적시 제품 출하방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	일정단위의 적절한 포장방법과 보관 및 적시 제품 출하방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
환경안전 관리	연삭재 제조에 요구되는 환경 안전 관리 방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	연삭재 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	연삭재 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.

[실무 과목]

17. 도자기

1. 성격 및 목표

가. 성격

공업 분야의 학과에서 세라믹을 전공하는 학생들에게 인간의 삶에 필요한 생활용품, 건축자재 등을 생산할 수 있는 능력을 기르기 위한 것으로, 대부분 2학년 또는 3학년 과정에서 선택 이수할 수 있는 과목이다.

이수해야 할 내용은 소지·유약개발, 원·부자재관리, 소지제조, 성형, 건조, 시유, 소성, 장식, 검사, 포장, 품질 관리, 환경 안전 관리 등으로 도자기 제조에 관한 소지·유약개발에서부터 환경 안전 관리에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

도자기 전반에 관한 기초 지식 및 원리를 습득하고, 과제 활동과 탐구, 실험 및 실습 활동을 통해 세라믹 공업을 바르게 이해하여 세라믹 분야로의 진로를 선택할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
소지·유약개발 (1602020401_14v1)	<ul style="list-style-type: none">• 소지원료시험하기• 유약원료시험하기• 소지개발 시험하기• 유약개발 시험하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
원·부자재관리 (1602020402_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 원료 시험하기 • 원료 인수 검사하기 • 원료 보관하기
소지제조 (1602020403_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 배합하기 • 분쇄하기 • 분무 건조하기 • 여과 혼련하기 • 숙성하기
성형 (1602020404_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 몰레(몰러) 성형하기 • 압출 성형하기 • 프레스 성형하기 • 주입 성형하기
건조 (1602020405_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 건조하기 • 정형하기 • 잔존 수분 관리하기 • 석고형 관리하기
시유 (1602020406_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 유약 제조하기 • 유약 물성 관리하기 • 시유 두께 관리하기 • 담금질 시유하기 • 분무, 낙하 시유하기
소성 (1602020407_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 가마 운전하기 • 분위기, 버너 조작하기 • 열 관리하기 • 노재 도구 관리하기
장식(decoration) (1602020408_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 안료 적용하기 • 유상(onglaze) 채식하기 • 유하(underglaze) 채식하기 • 침투형(inglaze, sink-in) 채식하기 • 전사지 부착하기 • 직접 채식하기 • 귀금속 채식하기
검사 (1602020409_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 인수·검사하기 • 공정간 중간검사하기 • 제품 검사하기 • 제품 특성 검사하기
포장 (1602020410_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 포장 관리하기 • 포장 설계하기 • 보관 관리하기 • 보관환경 관리하기 • 포장 표준화하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
품질 관리 (1602020411_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 불량 예방하기
환경·안전관리 (1602020412_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 오염방지시설 운영하기 • 환경오염 예방과 점검하기 • 작업 안전 관리하기 • 위험요소 점검하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 소지·유약 개발

가) 소지원료 시험하기

- 소지원료는 점토질과 비점토질로 나눌 수 있다.
- 원료의 화학분석으로 불순물을 파악할 수 있다.
- 원료 소성시험을 하여 색상을 판별할 수 있다.
- 원료의 내화도를 측정하여 소지조성에 활용할 수 있다.
- 소지원료의 가소성을 평가할 수 있다.

나) 유약원료 시험하기

- 유약원료는 알칼리(염기성), 중성, 산성원료로 나눌 수 있다.
- 유약원료의 화학분석을 하여 알칼리(염기성), 중성, 산성성분을 파악할 수 있다.
- 유약원료의 소성시험을 하여 색상을 판별할 수 있다.
- 원료의 내화도를 측정하여 유약조성에 활용할 수 있다.
- 장식질 원료의 용융도를 측정하여 유약조성에 적용할 수 있다.

다) 소지개발 시험하기

- 소지원료는 가소성원료와 비가소성원료로 분류하여 선택할 수 있다.
- 소지의 치밀도를 높이기 위하여 입도조절하고 알칼리원료를 적정량 첨가할 수 있다.
- 소지의 다공성을 위해서는 입도를 조절하고 비점토질원료 등을 사용할 수 있다.
- 소지의 소성분위기, 산화와 환원에 따라서 원료를 선택할 수 있다.
- 기초시험을 위해 시험용 포트밀에서 소량의 조합량으로 신속하게 시험을 할 수 있다.
- 평가를 위한 시편을 성형하여 소성 후 내화도, 색상, 투광도, 흡수율 등의 물성을 평가할 수 있다.

라) 유약개발 시험하기

- 유약 표면조직에 의하여 광택, 반광택, 무광택, 결정유 등으로 분류할 수 있다.
- 유약의 화학조성을 염기성, 중성, 산성산화물 순으로 표현하는 제게르식 표현법을 사용하여 체계적이고 과학적으로 유약개발을 할 수 있다.
- 유약의 색상은 금속산화물 및 인공합성 안료 등을 사용할 수 있다.
- 소지와 유약의 열적 적합성을 위하여 유약의 열팽창계수를 소지보다 10~20%정도 낮게 할 수 있다.
- 기초시험을 위해 시험용 포트밀에서 소량의 조합량으로 신속하게 시험할 수 있다.
- 유약을 소지시편에 시유하여 원하는 온도에서 소성하고 유면 등 외관검사와 열 충격시험을 거친 후 시험을 진행할 수 있다.

2) 원·부자재관리

가) 원료 시험하기

- 원료 공급처에 원료 시험 성적서를 요구할 수 있다.
- 원료 공급처에 원료 샘플을 요구할 수 있다.
- 원광 소성 시험, 단미 시험을 할 수 있다.
- 원료 검사 규격에 적합한지 시험 결과를 평가할 수 있다.
- 구매 여부를 결정할 수 있다.

나) 원료 인수 검사하기

- 검사 결과에 따라 합·부를 판정할 수 있다.
- 인수 로트의 크기에 따라서 샘플의량을 정할 수 있다.
- 각 원료별 인수 검사 규격을 적용할 수 있다.
- 원료 한도 견본 관리를 할 수 있다.
- 원료 인수 검사 절차서를 운용할 수 있다.

다) 원료 보관하기

- 원료에 대한 물리·화학적 특성을 파악하여 보관 방법을 선택할 수 있다.
- 원료 성상, 품질 규격에 따라 보관 방법을 결정할 수 있다.
- 원료가 액체인 경우 저장, 사양, 취급 방법을 결정할 수 있다.
- 원료의 종류에 따라 보관 시설 운영 규정을 정하여 관리할 수 있다.

3) 소지제조

가) 배합하기

- 계량저울의 허용 기준치를 정할 수 있다.
- 원료별 투입량에 대한 무게 관리 범위를 정할 수 있다.
- 원료별 함수율을 적용하여 투입량을 보정할 수 있다.
- 배합 설비에 대한 관리 규정을 정할 수 있다.
- 계량 설비에 대한 교정 검사로 주기를 정할 수 있다.

나) 분쇄하기

- 분쇄 매체의 적정 구석량, 크기별 투입 비율을 정할 수 있다.
- 분쇄 설비의 분당 회전수(RPM)와 분쇄 시간을 조정할 수 있다.
- 분쇄물의 물성을 수시 측정하여 분쇄 조건을 조정할 수 있다.
- 분쇄물을 탈철, 체가름을 통해 하여 분쇄물을 관리할 수 있다.
- 분쇄 설비의 예방 정비 관리 규정을 정할 수 있다.

다) 분무 건조하기

- 분쇄된 소지슬러리(slurry)의 비중, 함수율, 점도, 입도분포를 측정할 수 있다.
- 슬러리를 펌프에 의하여 건조기로 공급 할 때 이송 압력을 조정할 수 있다.
- 슬러리를 건조기 내부에서 균일하게 분사시키는 노즐을 유지, 보수, 관리할 수 있다.
- 열 발생장치에서 건조기 내부로 공급된 가열공기를 균일하게 분배할 수 있다.
- 건조된 과립을 분급하여 사용할 수 있다.
- 생산된 과립의 형상, 입도분포, 함수량, 과립의 유동도(fluidity), 겉보기밀도 등을 측정, 관리할 수 있다.
- 분무건조 설비의 작업 표준서를 정할 수 있다.
- 과립 분말의 수분·입도 조절을 할 수 있다.

라) 여과 혼련하기

- 성형품에 따라 여과물의 함수율을 조정할 수 있다.
- 여과의 효율을 높이기 위해 이장(slip)의 조건(비중, 점도)을 정할 수 있다.
- 혼련 시 진공도의 점검 매뉴얼을 정할 수 있다.
- 혼련된 배토 물성의 관리 규정을 정할 수 있다.
- 분무건조 설비의 작업 표준서를 정할 수 있다.
- 과립 분말의 수분, 입도 조절을 할 수 있다.

마) 숙성하기

- 최적의 숙성 조건 온도, 습도를 정하여 관리할 수 있다.
- 제품별 적정 숙성 시간을 정할 수 있다.
- 이장의 적정 숙성 기간을 정할 수 있다.
- 숙성 설비의 청결 유지를 위하여 주기적 점검 계획을 수립할 수 있다.
- 균일한 슬러리를 유지하기 위한 교반 속도를 수립할 수 있다.
- 선입 선출을 위한 로트별 식별관리 규정을 정할 수 있다.

4) 성형

가) 물레(몰리)성형하기

- 제품의 형태에 따라 성형 방법을 정할 수 있다.
- 제품에 따라 금형의 재질, 규격을 정할 수 있다.
- 제품에 따라 금형의 조건(온도, 회전수)을 정할 수 있다.
- 성형품의 조건(중량, 두께)을 정할 수 있다.
- 제품 크기별 금형을 교체할 수 있다.
- 성형품의 두께를 조절할 수 있다.
- 박리 불량 발생 시 성형 조건을 변경할 수 있다.

나) 압출 성형하기

- 제품 형상, 성형량에 따라 압출 금형을 교체할 수 있다.
- 압출 효율을 높이기 위해 배토의 조건을 조정할 수 있다.
- 압출기 오거(auger)의 교체 주기를 정할 수 있다.
- 진공 펌프의 관리 규정을 정할 수 있다.
- 성형품의 로트별 검사 규정을 정할 수 있다.

다) 프레스 성형하기

- 압축성형기의 조작을 원활히 할 수 있다.
- 성형사이즈 관리를 위한 금형 교체를 할 수 있다.
- 성형품의 두께를 조절할 수 있다.
- 박리 불량 발생 시 성형 조건을 변경할 수 있다.

라) 주입 성형하기

- 제품 형태에 따라 주입 방법을 정할 수 있다.
- 주입 배관의 청소 점검을 정할 수 있다.
- 석고 몰드의 건조 상태를 점검할 수 있다.

- 몰드 흡수력에 따라 주입시간을 정할 수 있다.
- 석고 몰드의 조립상태를 정할 수 있다.
- 착육 중량의 관리규정을 정할 수 있다.
- 성형품의 1차 검사를 할 수 있다.

5) 건조

가) 건조하기

- 제품의 종류에 따라 건조에 필요한 적정 온도를 정할 수 있다.
- 제품 종류에 따라 잔존 수분량을 정할 수 있다.
- 1차 건조의 온도, 속도와 시간을 완만하게 조절할 수 있다.
- 2차 건조 조건, 온도와 습도를 정할 수 있다.
- 건조 후 잔존 수분량을 계산, 관리할 수 있다.
- 건조 수축률을 제품별로 정할 수 있다.
- 건조불량 방지 대책을 수립할 수 있다.

나) 정형하기

- 성형품의 변형을 방지할 수 있다.
- 정형 도구를 규격을 용도에 맞게 정할 수 있다.
- 정형에 적합한 함수율을 갖는 성형체를 정할 수 있다.
- 작업 부주의에 의한 불량 발생을 예방할 수 있다.
- 정형 세척수의 교환 수칙을 정할 수 있다.

다) 잔존 수분 관리하기

- 잔존 수분 관리 규정을 정할 수 있다.
- 제품별 잔존 수분을 관리할 수 있다.
- 로트별 잔존 수분을 관리할 수 있다.
- 건조 수분을 체크하여 피드백 할 수 있다.

라) 석고형 관리하기

- 성형 제품에 따라 재질과 혼수량을 다르게 정할 수 있다.
- 성형 기물에 따라 석고형의 사용 수명을 정하여 관리할 수 있다.
- 석고형 건조 온도와 시간의 관리규정을 정할 수 있다.
- 석고형 건조 시 작업 수칙을 정할 수 있다.
- 석고형 표면 이형제 제거를 위한 작업 지시서를 작성하여 관리할 수 있다.
- 석고형 보관 관리 규정을 정하여 시행할 수 있다.

6) 시유

가) 유약 제조하기

- 유약의 조합 작업을 위한 배합 지시서를 작성할 수 있다.
- 유약의 분쇄 관리 기준을 정할 수 있다.
- 유약 슬러리의 탈철을 위한 관리 수칙을 정할 수 있다.
- 제조된 유약의 합격 여부를 판정할 선행 시험 방법을 정할 수 있다.
- 유약 슬러리 보관 시 오염 방지를 위한 작업 방법을 정할 수 있다.

나) 유약 물성 관리하기

- 유약 슬러리의 입도를 측정, 관리할 수 있다.
- 유약 슬러리의 비중, 점도, 건조 속도 관리 규정을 정할 수 있다.
- 유약 표면의 조직(texture)을 관리할 수 있다.
- 유약의 경도를 관리할 수 있다.
- 유약의 열팽창률을 관리할 수 있다.
- 유약의 발색 한도 견본을 정하여 관리할 수 있다.
- 유약의 용융도를 측정할 수 있다.

다) 시유 두께 관리하기

- 유약의 두께를 마이크로미터, 루페(lupe)를 이용하여 μm 단위로 관리할 수 있다.
- 유약의 두께를 로트, 기물 위치별 혹은 시간별로 관리할 수 있다.
- 소지의 흡수력을 측정 관리할 수 있다.
- 반제품의 표면 온도를 관리할 수 있다.
- 유약의 유동성을 시간별로 관리할 수 있다.
- 유약 슬러리의 온도를 20~25℃ 범위로 일정하게 관리할 수 있다.

라) 담금질 시유하기

- 유약의 슬러리 비중, 점도를 정하여 관리할 수 있다.
- 유약의 슬러리에 사용할 첨가제를 정할 수 있다.
- 유약의 슬러리 온도를 일정하게 유지 관리할 수 있다.
- 시유 기물의 온도를 일정하게 유지하기 위한 관리 규정을 정할 수 있다.
- 유약 슬러리를 수시로 교체할 주기를 정할 수 있다.
- 유약의 담금 시간을 기물별로 정할 수 있다.

마) 분무·낙하 시유하기

- 유약 슬러리의 물성을 규격화할 수 있다.

- 분사기의 조건을 정할 수 있다.
- 기물의 예열 온도를 정할 수 있다.
- 분사 후 유약 건조 속도를 정할 수 있다.
- 첨가제의 종류와 사용량을 정할 수 있다.
- 분사기의 압력, 노즐, 분사기 개수, 유약 슬러리 공급 속도 등을 규정할 수 있다.

7) 소성

가) 가마 운전하기

- 소성의 표준 곡선을 정할 수 있다.
- 예열대 온도, 시간, 배기가스 배출 관리 규정을 정할 수 있다.
- 소성대의 최고 온도에서 유지 시간을 정할 수 있다.
- 냉각대에서 급랭을 위한 공기 유입량을 제어할 수 있다.
- 대차의 상하 온도 구배를 측정할 수 있다.
- 소성 곡선을 제품의 중량에 따라 변경할 수 있다.
- 가마 내부의 기물 온도를 광학온도계(optical pyrometer)로 측정할 수 있다.
- 연료배관, 공기공급배관, 각종 덕트, 배기가스연돌 부식, 누출방지 등을 수시로 점검할 수 있다.
- 각종 공기공급 팬, 가스배출 팬, 벨트 등을 유지보수할 수 있다.
- 대차 단열재, 철골재, 바퀴 등을 유지보수할 수 있다.

나) 분위기, 버너 조작하기

- 소성 분위기를 산화 분위기로 조작할 수 있다.
- 소성 분위기를 환원 분위기로 조작할 수 있다.
- 연료와 공기의 비율을 소성 분위기에 따라서 정할 수 있다.
- 버너의 형태를 가마의 구조와 크기에 따라 결정할 수 있다.
- 버너의 점검 주기를 정할 수 있다.
- 에너지 절감용 버너를 사용할 수 있다.

다) 열 관리하기

- 공기와 연료의 혼합비를 최적화할 수 있다.
- 폐열 재활용 기술, 설비를 개발할 수 있다.
- 에너지 절감 설비를 도입할 수 있다.
- 연료들은 에너지 효율, 가마 특성, 저장, 수송, 비용에 따라 선택할 수 있다.
- 각종 연소 장치의 자동 제어 기술을 도입할 수 있다.

- 공장 전체의 열 이용 관리 상황을 종합 관리할 수 있다.
- 열 설비의 재료와 자재 규격을 정할 수 있다.
- 연소 가스를 계측, 분석하여 자동 제어할 수 있다.

라) 노재 도구 관리하기

- 열충격 저항성이 높은 재질을 노재 도구로 선택할 수 있다.
- 내화도가 적절한 재질의 노재 도구를 선택할 수 있다.
- 열전도율이 높은 재질을 사용할 수 있다.
- 중량이 가벼운 노재 도구를 선택할 수 있다.
- 열효율적인 노재 도구의 디자인을 설계할 수 있다.
- 기물 적재를 최적화하여 노재 도구를 최소화, 경량화할 수 있다.

8) 장식(decoration)

가) 안료 적용하기

- 도자기 안료의 원료 특성을 숙지할 수 있다.
- 각종 안료의 제조 공정을 이해하고 용도별로 분류할 수 있다.
- 소성 온도에 따른 안료의 사용 적합성을 파악할 수 있다.
- 안료를 사용하기 위한 희석제, 용제, 접착제 등 보조제를 선택할 수 있다.
- 용제(flux)는 안료의 특성에 따라 조성을 변경할 수 있다.
- 귀금속(백금, 금)에 의한 채식(彩飾)은 액상 상태로 할 수 있다.

나) 유상(onglaze) 채식하기

- 본소성된 유약 위에 채식하여 저온에서 소성하는 방법이다.
- 유상 채식하기는 고온에서 구현할 수 없는 색상을 저온에서 낼 수 있는 방법이다.
- 소성된 유약의 연화점을 고려하여 낮은 온도의 채색 안료를 선택할 수 있다.
- 안료를 사용하기 위한 희석제, 유기용제, 용제 등 보조제를 선택할 수 있다.
- 소성온도는 750℃~900℃ 범위이다.
- 사용하는 안료의 중금속(납, 카드뮴, 비소 등) 함유여부를 확인할 수 있다.
- 귀금속(백금, 금)에 의한 채식은 액상, 페이스트 상태로 할 수 있다.

다) 유하(underglaze) 채식하기

- 초벌구이나 본소성 소지 위에 채색을 한 후 유약을 도포하는 방법이다.
- 소성은 시유 후 본소성 온도에서 소지와 동시에 수행하므로 높은 온도에서 채색할 수 있다.
- 중금속 용출에 안전하나, 유상채식보다 밝은 색을 얻기 어려운 것이 단점이다.
- 안료를 사용하기 위한 희석제, 용제 등 보조제를 선택할 수 있다.

- 유하채식용 용제는 유상채식법보다 연화점이 높은 것을 선택할 수 있다.
- 이 장식은 대부분 핸드페인팅, 전사기법을 채용할 수 있다.
- 이 장식은 유기용제 및 희석제 등 유기물이 다량 포함되어 있으므로 이들을 600℃-700℃ 부근에서 태운 후 유약으로 시유하여 본소성할 수 있다.

라) 침투형(inglaze) 채식하기

- 생 유약표면 또는 본 소성된 유약표면에 채색하여 고온에서 소성하므로 채색안료가 유약 속으로 침투 또는 스며들게 하는 방법이다.
- 침투형 채식은 채색한 안료가 소성된 유약표면에 매끄럽게 녹아져 유상채식보다 부드러운 유면효과를 얻을 수 있다.
- 소성 온도에 따른 안료의 적합성을 파악할 수 있다.
- 안료를 사용하기 위한 희석제, 용제 등 보조제를 선택할 수 있다.
- 용제는 안료의 특성에 따라 조성을 변경할 수 있다.
- 전사기법이 대부분이며, 일부 핸드페인팅 방법을 채택할 수 있다.

마) 전사지 부착하기

- 전사지 제조 공정을 숙지할 수 있다.
- 전사지 제조에 사용되는 재료의 특성을 파악할 수 있다.
- 전사와 대지의 분리를 위하여 물의 최적 온도를 정할 수 있다.
- 전사와 대지의 분리를 위하여 유기 보조제 사용량을 작업장 온도에 따라 정할 수 있다.
- 전사와 기물의 사이 수분을 제거하기 위한 보조 도구를 사용할 수 있다.
- 기물에 부착한 후 완전 건조를 위하여 건조 조건을 정할 수 있다.
- 전사 부착된 기물의 소성은 소성 시간, 온도를 정하여 수행할 수 있다.
- 소성된 장식의 화학적 내구성 검사를 위해 KS 규격에 따라 측정할 수 있다.

바) 직접 채식하기

- 핸드 페인팅, 붓 터치(brushing) 화공에 색 유약을 사용할 수 있다.
- 분무 방식으로 기물에 직접 분사하여 채식할 수 있다.
- 스크린 인쇄로 기물에 직접 채식할 수 있다.
- 고무도장 방법으로 기물에 채식할 수 있다.
- 조각 방법으로 장식할 수 있다.
- 전사 기법으로 채식할 수 있다.

사) 귀금속 채식하기

- 액상 상태의 순금이나 백금을 적합한 유기 보조제를 혼합하여 액체, 페이스트 상태로 만들어 사용할 수 있다.

- 귀금속 채식의 종류를 광택, 반 광택, 무광택으로 분류할 수 있다.
- 귀금속 채식 방법은 핸드페인팅, 선인 작업, 전사기법으로 응용할 수 있다.
- 라스터는 광채(光彩)로써 도자기 유약 표면에 얇은 금속 피막을 만드는 방법으로, 화려한 광채의 채식에 활용할 수 있다.
- 귀금속 채식의 소성은 유기화합물 분해가 많으므로 온도와 소성 시간을 품목에 따라 변경할 수 있다.

9) 검사

가) 인수·검사하기

- 원부 재료 구입 절차 및 검사 규정을 정할 수 있다.
- 연료 구입 검사 규정을 별도로 정하여 검사할 수 있다.
- 품목에 따라 한도 견본을 정하여 검사할 수 있다.
- 품목에 따라 샘플링 검사법을 적용할 수 있다.
- 구매품 불합격 처리 절차를 정할 수 있다.

나) 공정간 중간검사하기

- 공정별 중간 검사 품목을 정할 수 있다.
- 공정별 중간 검사 단위를 정할 수 있다.
- 공정별 중간 검사 항목을 정할 수 있다.
- 중간 검사 판정 기준을 정할 수 있다.
- 불합격 처리 기준을 정할 수 있다.

다) 제품 검사하기

- 제품 검사 계획을 정할 수 있다.
- 제품 검사 품목을 정할 수 있다.
- 제품의 검사 단위와 항목을 정할 수 있다.
- 제품 검사 판정 기준을 정할 수 있다.
- 불합격 처리 기준을 정할 수 있다.

라) 제품 특성 검사하기

- 제품의 특성 검사 계획을 수립할 수 있다.
- 제품의 화학적 특성 검사를 할 수 있다.
- 제품의 열적 특성 검사를 할 수 있다.
- 제품의 내세제성 검사를 할 수 있다.
- 제품의 중금속 용출 시험을 할 수 있다.
- 제품의 기계적 특성 검사를 할 수 있다.

10) 포장

가) 포장 관리하기

- 포장 계획을 수립할 수 있다.
- 포장 자재를 선정할 수 있다.
- 포장 디자인을 정할 수 있다.
- 포장 방법을 정할 수 있다.
- 포장 취급 주의 항목을 정할 수 있다.
- 포장 장비와 설비를 운영 관리할 수 있다.

나) 포장 설계하기

- 외부 충격에 안전한 보호성을 유지할 수 있다.
- 외부 환경(습기, 온도)에 안전한 보호성을 유지할 수 있다.
- 취급의 편리성을 갖도록 할 수 있다.
- 사용 전부터 사용 후 폐기까지 편리성을 유지할 수 있다.
- 포장 설계를 통해 상품 정보를 소비자에게 정확히 제공할 수 있다.
- 포장 재료에 의한 환경 오염 발생 문제를 고려할 수 있다.

다) 보관 관리하기

- 제품 입출고 관리 규정을 정할 수 있다.
- 포장의 기준 규격을 정하여 정량화(단위화) 보관, 물류의 용이성을 고려할 수 있다.
- 품목별로 보관 구역을 지정, 보관할 수 있다.
- 제품별로 위치 표시(식별표시)를 부착하고 내용 및 수량을 알 수 있도록 구분 관리할 수 있다.
- 보관 제품의 현품과 전산 상의 재고가 일치하도록 관리할 수 있다.
- 보관일지를 작성할 수 있다.

라) 보관환경 관리하기

- 보관 장소의 청결 유지를 위하여 환경 관리 규정을 정할 수 있다.
- 제품이 훼손, 오손, 파손되지 않도록 환경을 유지할 수 있다.
- 보관 시 발생된 문제점을 시정 조치할 수 있도록 관리 규정을 정할 수 있다.
- 최적의 보존 환경을 위해 환기, 난방, 누수 등을 관리할 수 있다.
- 제품 보관 저해 요소를 발견 즉시 조치할 수 있다.
- 제품 보관 장소가 손상이나 열화를 받지 않도록 할 수 있다.

마) 포장 표준화하기

- 포장을 규격화하여 운송, 하역을 편리하게 할 수 있다.
- 포장 공정의 자동화를 수행할 수 있다.
- 포장 제조비용을 절감할 수 있도록 포장 설계를 최적화할 수 있다.
- 포장의 규격화를 위하여 제품 설계의 최적화할 수 있다.
- 포장 설계를 전산화하여 제조비용을 절감할 수 있다.
- 포장의 표준화로 제조비 절감, 적기 납품, 하역 작업 능률을 향상할 수 있다.

11) 품질 관리

가) 불량 예방하기

- 품질표준서에 따라 불량에 대한 원인 분석을 실시할 수 있다.
- 불량품은 현장에서 작업자와 원인을 규명하여 즉시 조치할 수 있다.
- 불량 발생 현황을 품목별, 항목별로 발생량을 기록하여 대책을 수립할 수 있다.
- 불량 예방을 위한 전사적 교육, 훈련 계획을 수립하여 실시 결과를 공유할 수 있다.
- 불량은 전 조직원이 시각적으로 공유할 수 있도록 조치할 수 있다.

12) 환경·안전관리

가) 오염방지시설 운영하기

- 사내에 오염 물질 방지를 위한 시설을 운영할 수 있다.
- 방지 시설의 운영 결과를 사내 절차에 따라 보고, 관리할 수 있다.
- 방지 시설의 설비 유지·보수를 위하여 관리 규정을 정할 수 있다.
- 오염 물질 배출에 관한 관련 법규를 엄격하게 적용 관리할 수 있다.
- 오염 물질 방지를 위한 분석, 진단을 전문 업체에 의뢰할 수 있다.

나) 환경오염 예방과 점검하기

- 내, 외부의 오염 물질 배출 예방, 진단 평가를 실시하여 개선 대책을 수립할 수 있다.
- 환경 법규 이행 의무 실태 조사 외부에 의뢰 하여 결과를 평가할 수 있다.
- 오염 물질 발생 긴급 사태 발생 시 예방 조치 매뉴얼을 작성 하여 수행할 수 있다.
- 긴급 사태 발생 시 응급조치를 위하여 관련 기관과 협조 체제를 확립할 수 있다.
- 환경오염 예방에 대한 정보를 고객과 공유할 수 있다.
- 오염 물질 배출 장소를 점검할 수 있도록 점검 매뉴얼을 작성할 수 있다.

다) 작업 안전 관리하기

- 각종 설비 운전에 관한 작업 안전 수칙을 작성하여 시행할 수 있다.
- 설비 도입 시 사전에 안전성을 확보 하도록 검토할 수 있다.
- 보건 위생에 대한 관리는 법규를 준수 할 수 있도록 내부 관리 규정을 정할 수 있다.
- 작업 안전을 위하여 작업 보호 시설과 안전 장구를 선정할 수 있다.
- 기계 설비의 안전 확보를 위하여 안전장치를 도입할 수 있다.
- 연료 에너지의 위험물 관리를 위하여 전문 관리자를 둘 수 있다.
- 연료는 저장 탱크, 이송 배관, 사용 장소에 화재 예방 장치를 설치할 수 있다.

라) 위험요소 점검하기

- 안전 관리 지침에 따라 위험 요소를 점검하여 시정할 수 있도록 규정을 정할 수 있다.
- 위험 요소는 위험 표시를 시각적으로 명확히 할 수 있다.
- 위험 요소 발견 시 즉시 안전 조치를 취하고 신속히 보고, 조치를 할 수 있다.
- 각종 기계 설비의 비정상 작업 시 위험 예지 표시를 할 수 있다.
- 안전사고의 빈도를 파악하여 안전 점검 순찰 주기를 별도로 정할 수 있다.
- 산업 재해 방지를 위해 작업자의 자세, 작업 횟수, 작업 시간을 계수화할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. ‘소지·유약개발’영역에서는 소지원료와 유약원료별 구분 및 화학적 분석을 파악하고 시험과정을 통해 도자기 제조에 적합한 원료로써 개발을 진행할 수 있도록 지도한다.
- 나. ‘원·부자재 관리’영역에서는 원·부자재 선정 기준의 수립 및 선정 규정에 따라 원료 공급처로부터 공급받은 원료의 시험 및 인수 검사 절차를 진행하고 원료 보관 규정에 따른 원료 관리를 할 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘소지 제조’영역에서는 배합, 분쇄, 건조, 여과 혼련, 숙성의 소지 제조 공정을 이해하고, 제조에 사용하는 제조기기를 운전할 수 있도록 지도한다.
- 라. ‘성형’영역에서는 성형에 사용되는 다양한 성형방법과 원리를 이해하고, 성형기기의 운전을 통해 도자기를 제조할 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘건조’영역에서는 성형품의 변형과 균열을 방지할 수 있는 제품의 종류와 특성에 따른 건조 조건을 이해시키고 건조 적정 온도, 속도, 시간, 잔존수분을 조절 관리할 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘시유’영역에서는 유약의 조합과 물성 관리 방법, 다양한 시유기법을 실습을 통해 이해할 수 있도록 지도한다.

- 사. '소성'영역에서는 제품별 소성 표준 데이터의 작성 과정을 이해하고 데이터에 따라 소성 분위기를 조절하고 안정되게 진행할 수 있으며, 소성 공정에 사용되는 노재도구를 효율적으로 관리할 수 있도록 지도한다.
- 아. '장식'영역에서는 도자기 안료의 특성, 제조공정, 용도를 분류할 수 있고 이를 활용한 다양한 도자기의 채색의 종류와 방법을 실습을 통해 이해할 수 있도록 지도한다.
- 자. '검사'영역에서는 제품별 특성에 따른 검사 계획, 단위, 항목, 판정 기준, 불합격 처리 기준과 절차를 수립하고 진행할 수 있도록 지도한다.
- 차. '포장'영역에서는 외부 충격에 제품을 안전하게 보호할 수 있는 포장방법을 설계할 수 있고, 포장 장비 및 설비, 포장 제품의 보관을 관리할 수 있도록 지도한다.
- 카. '품질 관리'영역에서는 제품의 불량 발생 원인을 분석하고 이의 예방 대책과 조치를 취할 수 있도록 지도한다.
- 타. '환경·안전관리'영역에서는 환경관련 규정에 따라 도자기 제조 공정에서 발생하는 환경오염 물질의 안전한 처리 및 방지시설을 운영하고, 작업안전관리 규정에 따른 위험요소의 파악 및 예방을 위해 계획 수립, 설치, 유지, 점검할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 소지·유약개발'영역에서는 도자기 제조에 적합한 소지와 유약원료로서 시험 과정을 통해 개발을 진행할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 2) '원·부자재 관리'영역에서는 원·부자재 선정 규정에 따라 공급받은 원료의 시험 및 인수 검사를 절차대로 진행하고, 원료 보관 규정에 따른 원료 관리를 할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 3) '소지 제조'영역에서는 배합, 분쇄, 건조, 여과 혼련, 숙성의 소지 제조 공정을 제조기기를 운전하여 수행할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 4) '성형'영역에서는 성형에 사용되는 다양한 성형방법과 성형원리를 이해하고 성형기기의 운전을 통해 도자기를 제조할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 5) 건조'영역에서는 제품의 종류와 특성에 따라 건조 적정 온도, 속도, 시간, 잔존수분을 조절 관리할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 6) '시유'영역에서는 유약의 조합과 시유기법들을 수행할 수 있는 능력을 평가한다.

- 7) '소성'영역에서는 소성 표준 데이터를 작성할 수 있고, 소성 분위기에 따른 차이점의 이해와 소성 노재도구의 효율적으로 관리를 수행할 수 있는 능력을 평가한다.
- 8) '장식'영역에서는 다양한 도자기의 채색의 종류와 방법의 이해와 도자기 채색을 수행할 수 있는 능력을 평가한다.
- 9) '검사'영역에서는 제품별 특성에 따른 검사 계획, 단위, 항목, 판정 기준, 불합격 처리 기준과 절차를 수립하고 진행할 수 있는 능력을 평가한다.
- 10) '포장'영역에서는 외부 충격으로부터 제품을 안전하게 보호할 수 있는 포장방법을 설계하고 포장 제품의 보관을 관리할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 11) '품질 관리'영역에서는 제품의 불량 발생을 예방하기 위한 예방 대책과 조치를 취할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 12) '환경·안전관리'영역에서는 환경관련 규정에 따라 도자기 제조 공정에서 발생하는 환경오염물질의 안전한 처리 및 방지사설의 운영과 작업안전관리 규정에 따른 위험요소의 파악 및 예방을 위해 계획 수립, 설치, 유지, 점검할 수 있는 수행 능력을 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
소지·유약 개발	도자기 소지와 유약의 개발과정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	도자기 소지와 유약의 개발과정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	도자기 소지와 유약의 개발과정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
원·부자재 관리	도자기 제조를 위한 원·부자재의 관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	도자기 제조를 위한 원·부자재의 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	도자기 제조를 위한 원·부자재의 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
소지제조	도자기 소지의 제조공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	도자기 소지의 제조공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	도자기 소지의 제조공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
성형	도자기 성형공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	도자기 성형공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	도자기 성형공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
건조	도자기 건조공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	도자기 건조공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	도자기 건조공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
시유	도자기 시유공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	도자기 시유공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	도자기 시유공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
소성	도자기 소성공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	도자기 소성공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	도자기 소성공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
장식 (decoration)	도자기 장식공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	도자기 장식공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	도자기 장식공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
검사	도자기 제품의 검사공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	도자기 제품의 검사공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	도자기 제품의 검사공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
포장	도자기 제품의 포장공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	도자기 제품의 포장공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	도자기 제품의 포장공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
품질 관리	품질 관리로써 불량을 예방하기 위한 조치방안을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	품질 관리로써 불량을 예방하기 위한 조치방안을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	품질 관리로써 불량을 예방하기 위한 조치방안을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
환경 안전 관리	도자기 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	도자기 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	도자기 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.

[실무 과목]

18. 시멘트

1. 성격 및 목표

가. 성격

공업 분야의 학과에서 세라믹을 전공하는 학생들에게 천연 광물 및 순환자원을 사용하여 여러 제조 공정들을 통해 사회환경에 필요한 기초 소재인 수정성 광물, 석고, 혼합재를 함유한 무기질 결합재를 생산할 수 있는 능력을 기르기 위한 것으로, 대부분 2학년 또는 3학년 과정에서 선택 이수할 수 있는 과목이다.

이수해야 할 내용은 생산계획수립, 원·부자재 관리, 원료처리, 제품생산, 시멘트 출하, 설비 관리, 품질보증, 환경 안전 관리 등으로 시멘트 제조에 관한 생산계획 수립에서부터 환경 안전 관리에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

시멘트 전반에 관한 기초 지식 및 원리를 습득하고, 과제 활동과 탐구, 실험 및 실습 활동을 통해 세라믹 공업을 바르게 이해하여 세라믹 분야로의 진로를 선택할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
생산계획 수립 (1602020501_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 수요파악하기 • 원료배합 수립하기 • 원·부자재 수급계획 수립하기 • 클링커, 시멘트 재고 관리하기
원·부자재 관리 (1602020502_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 원·부자재 선정 구매하기 • 원·부자재 인수검사하기 • 원·부자재 재고 관리하기
원료처리 (1602020503_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 석회암 채광하기 • 원료 배합하기 • 원료 분쇄하기 • 원료 저장하기
제품생산 (1602020505_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 시멘트 미분쇄기 관리하기 • 포틀랜드 시멘트 제조하기 • 고로 슬래그 시멘트 제조하기 • 플라이애시 시멘트 제조하기
시멘트 출하 (1602020506_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 벌크 시멘트 출하관리하기 • 포장 시멘트 출하관리하기 • 시멘트 운송관리하기 • 시멘트 재고관리하기
설비 관리 (1602020507_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 제조 설비 관리하기 • 검사 설비 관리하기 • 전기 설비 관리하기 • 윤활유 관리하기
품질보증 (1602020508_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 품질 시험하기 • 원·부자재 시험하기
환경 안전 관리 (1602020509_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 환경 관리하기 • 안전 보건 관리하기 • 소방 관리하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 생산계획 수립

가) 수요 파악하기

- 국내 건설경기 동향을 파악할 수 있다.
- 레미콘 및 2차 제품 업체의 무기질 혼합재 사용 동향을 파악할 수 있다.
- 계절별 수요를 판단할 수 있다.
- 해외의 시멘트 수요를 모니터링하여 수출량을 예측할 수 있다.

나) 원료배합 수립하기

- 시멘트 수급 상황에 따라 필요한 원료를 파악하고 생산 계획을 수립할 수 있다.
- 원·부자재 구성비를 계산하여 생산 계획을 수립할 수 있다.
- 계절별 시멘트 특성에 따라 원·부자재 비율을 변경하여 생산 계획을 수립할 수 있다.
- 시멘트 제품별로 원·부자재 구성 비율을 변경하여 생산 공정에 적용할 수 있다.

다) 원·부자재 수급계획 수립하기

- 원·부자재 관리규정에 기술된 원·부자재들의 종류와 특성을 파악하여 수급계획을 수립할 수 있다.
- 원·부자재 관리규정에 따라 원·부자재의 일·월간 사용량을 파악하여 수급계획을 수립할 수 있다.
- 원·부자재의 발생량에 대한 자료를 파악하여 수급계획을 수립할 수 있다.
- 원·부자재의 재고관리를 통해 수급계획을 수립할 수 있다.

라) 클링커, 시멘트 재고 관리하기

- 클링커의 재고를 파악하여 생산량을 조절할 수 있다.
- 시멘트의 재고를 파악하여 생산량을 조절할 수 있다.
- 계절별 수요량을 예측하여 재고관리에 반영할 수 있다.
- 저장능력을 고려하여 적정 재고량을 유지 관리할 수 있다.

2) 원·부자재 관리

가) 원·부자재 선정 구매하기

- 원·부자재 선정 기준을 수립할 수 있다.
- 원·부자재 수급의 용이성과 지속성을 판단할 수 있다.
- 선정 기준에 따라 원가계산 및 구매여부를 결정할 수 있다.

나) 원·부자재 인수검사하기

- 원·부자재 관리 규정에 따라 원·부자재의 주문절차를 실행할 수 있다.
- 원·부자재 관리 규정에 따라 필요한 원·부자재의 양, 품질을 확인할 수 있다.
- 원·부자재를 판정하여 입고시킬 수 있다.
- 불합격된 원·부자재에 대해서는 규정에 따라서 처리할 수 있다.

다) 원·부자재 재고 관리하기

- 원·부자재의 입·출고량을 관리할 수 있다.
- 원·부자재에 대한 적정 재고량을 판단할 수 있다.
- 원·부자재 종류에 따라서 보관 장소, 방법, 기간을 판단할 수 있다.
- 연료에 대해 안전성을 고려하여 재고 관리할 수 있다.

3) 원료처리

가) 석회암 채광하기

- 광산의 석회암 품위 분포를 파악하여 채광할 수 있다.
- 채광된 석회암을 품위별로 구별하고 요구되는 석회암 품위 기준을 만족하기 위해 적절하게 혼합 관리할 수 있다.
- 석회암 입자크기를 조분쇄를 통해 적정하게 관리할 수 있다.
- 스택커와 리클레이머를 통해 석회암 품위를 일정하게 관리할 수 있다.

나) 원료 배합하기

- 부재료에 대한 물리·화학적인 특성을 파악하여 원료배합을 할 수 있다.
- 요구되는 클링커의 품질을 위한 원료배합을 할 수 있다.
- 시멘트의 종류에 따라 원료배합을 할 수 있다.
- 순환자원의 종류 및 특성에 따라 원료배합을 할 수 있다.

다) 원료 분쇄하기

- 시멘트 품질을 고려하여 적정 분말도로 분쇄할 수 있다.
- 분쇄기 종류 및 폐회로 분쇄 방식을 이해하여 분쇄기를 효율적으로 운전할 수 있다.
- 핫 가스(hot gas)의 온도 및 유량을 관리하여 원료분쇄효율을 높일 수 있다.
- 분쇄에 사용되는 전력을 효율적으로 관리할 수 있다.

라) 원료 저장하기

- 분쇄된 원료를 원료 사일로에서 균일하게 혼합되도록 공정을 관리할 수 있다.
- 원료 사일로 투입 전후의 혼합원료의 화학분석 및 입도관리를 통하여 균질한 혼합이 되도록 관리할 수 있다.

- 원활한 생산과 품질유지를 위하여 원료 사일로 혼합원료의 적정 재고를 관리할 수 있다.

4) 제품생산

가) 시멘트 미분쇄기 관리하기

- 시멘트 미분쇄기의 분쇄원리를 파악할 수 있다.
- 고품질의 시멘트를 생산하기 위하여 분말도를 관리할 수 있다.
- 분쇄효율 향상을 위하여 분쇄조제 투입량 및 순환율을 관리할 수 있다.
- 시멘트 미분쇄기의 이상상태를 파악하고 조치할 수 있다.

나) 포틀랜드 시멘트 제조하기

- 시멘트 품질에 미치는 석고 및 혼합재의 영향을 파악할 수 있다.
- 고품질의 시멘트를 생산하기 위하여 석고 및 혼합재의 양을 조절할 수 있다.
- 품종별 포틀랜드 시멘트의 특성을 고려하여 각각의 시멘트를 제조할 수 있다.
- 시멘트의 품질을 유지하기 위하여 시멘트 저장 설비를 운전할 수 있다.

다) 고로 슬래그 시멘트 제조하기

- 고로 슬래그 시멘트 품질에 미치는 고로 슬래그 및 석고의 특성을 파악할 수 있다.
- 고품질의 고로 슬래그 시멘트를 생산하기 위하여 슬래그 미분말의 분말도와 석고의 양을 조절할 수 있다.
- 품종별 고로 슬래그 시멘트를 생산하기 위하여 고로 슬래그 미분말의 혼합비율을 조절할 수 있다.
- 고로 슬래그 시멘트의 품질을 유지하기 위하여 시멘트 저장 설비를 운전할 수 있다.

라) 플라이애시 시멘트 제조하기

- 플라이애시 시멘트 품질에 미치는 플라이애시의 특성을 파악할 수 있다.
- 고품질의 플라이애시 시멘트를 생산하기 위하여 플라이애시의 품질 관리를 할 수 있다.
- 품종별 플라이애시 시멘트를 생산하기 위하여 플라이애시의 혼합비율을 조절하여 생산할 수 있다.
- 플라이애시 시멘트의 품질을 유지하기 위하여 시멘트 저장 설비를 운전할 수 있다.

5) 시멘트 출하

가) 벌크 시멘트 출하관리하기

- 출하 지시서에 따라 적합한 제품 및 양을 출하할 수 있다.
- 출하중량은 허용오차 범위 내에서 관리할 수 있다.
- 상차 시 비산분진 방지설비를 운전할 수 있다.

나) 포장 시멘트 출하관리하기

- 포장지대에 대한 인수검사를 할 수 있다.
- 출하 지시서에 따라 적합한 제품 및 양을 출하할 수 있다.
- 포장중량은 허용오차 범위 내에서 관리할 수 있다.
- 포장 시 비산분진 방지설비를 운전할 수 있다.

다) 시멘트 운송관리하기

- 제품의 유통계획을 수립할 수 있다.
- 시멘트 운송관리 중 품질변화 방지를 위해 보호조치를 취할 수 있다.
- 신속하고 정확한 수송을 위하여 물류과정을 모니터링할 수 있다.
- 신속하고 정확한 수송을 위하여 물류과정을 모니터링할 수 있다.

라) 시멘트 재고관리하기

- 시멘트 생산량 및 출하량을 모니터링하여 적정재고량을 관리할 수 있다.
- 시멘트 저장시설의 안전재고량을 파악할 수 있다.
- 현재의 시멘트 재고량을 측정할 수 있다.

6) 설비 관리

가) 제조 설비 관리하기

- 설비의 수명과 성능을 유지시키고 안정된 품질의 제품을 생산하기 위하여 규정에 따라 제조설비를 관리할 수 있다.
- 설비의 성능을 장기적으로 유지하기 위하여 정기 또는 수시 보수 계획을 수립할 수 있다.
- 장비고장 시 원인을 파악하고 조치할 수 있다.
- 제조설비에 대한 공정 순서별 설비 이력 카드를 작성하고 관리할 수 있다.

나) 검사 설비 관리하기

- 검사설비의 정확한 시험분석 값을 얻기 위하여 규정에 따라 검사설비를 관리할 수 있다.
- 검사설비의 수명과 성능을 장기적으로 유지하기 위하여 정기 또는 수시 검교정 계획을 수립할 수 있다.
- 검사설비 고장 시 원인을 파악하고 조치할 수 있다.
- 검사설비에 대한 이력카드를 작성하고 관리할 수 있다.

다) 전기 설비 관리하기

- 전기설비의 수명과 성능을 유지시키고 안정된 제품을 생산하기 위하여 규정에 따라 전기 설비를 관리할 수 있다.

- 설비의 성능을 장기적으로 유지하기 위하여 정기 또는 수시 보수 계획을 수립할 수 있다.
- 장비고장 시 원인을 파악하고 조치할 수 있다.
- 전기설비에 대한 공정 순서별 설비 이력 카드를 작성하고 관리할 수 있다.
- 전기 설비를 관리하기 위해서 기술자격을 취득할 수 있다.

라) 윤활유 관리하기

- 설비의 수명과 성능을 유지시키기 위하여 규정에 따라 윤활유 관리를 할 수 있다.
- 설비 종류 및 특성 따라 적절한 윤활유를 선정할 수 있다.
- 사용 중인 윤활유를 검사하여 교체시기를 파악하고 조치할 수 있다.
- 윤활유에 대한 주유 기준표를 작성하고 관리할 수 있다.

7) 품질보증

가) 품질 시험하기

- 공정단계 및 제품별 품질시험에 대한 계획을 수립할 수 있다.
- 규정에 따라 품질시험을 수행하여 적부판정을 할 수 있다.
- 품질시험 결과에 대한 통계분석을 통하여 품질향상 계획을 수립할 수 있다.

나) 원·부자재 시험하기

- 원·부자재별 인수검사에 대한 시험계획을 수립할 수 있다.
- 규정에 따라 인수검사를 수행할 수 있다.
- 인수검사 결과에 대한 분석을 통하여 원·부자재의 품질향상 계획을 수립할 수 있다.

8) 환경 안전 관리

가) 환경 관리하기

- 시멘트 제조공정에서 발생하는 대기오염물질, 폐수, 폐기물의 성분을 확인할 수 있다.
- 환경관련 규정에 따라 대기오염물질, 폐수, 폐기물을 안전하게 처리할 수 있다.
- 환경관리 규정에 따라 오염방지시설 설치를 계획하고 운영할 수 있다.
- 순환자원의 반입과 사용을 관리할 수 있다.

나) 안전 보건 관리하기

- 안전관리 규정에 따라 위험 요소를 파악할 수 있다.
- 안전관리 규정에 따라 위험 발생 시 응급조치를 취할 수 있다.
- 안전관리 규정에 따라 안전관리교육을 이수하고 그 내용을 파악할 수 있다.
- 안전관리 규정에 따라 「산업 안전 보건법」 등 법정안전관리 기준을 파악할 수 있다.

- 안전사고 예방을 위하여 비상훈련계획을 수립하고 실시할 수 있다.

다) 소방 관리하기

- 화재 위험시설을 파악하고 대비계획을 수립할 수 있다.
- 소방관리 규정에 따라 자체 소방 활동을 원활히 수행하기 위하여 자위소방대를 편성 운영할 수 있다.
- 법적 규정에 따라 소방 시설을 계획, 설치, 유지, 점검할 수 있다.
- 소방관리 규정에 따라 정기적으로 화재진압 훈련 및 교육을 실시할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. ‘생산계획수립’영역에서는 국내외 시멘트 수요 및 사용 동향을 파악하여 수급상황에 따른 원료를 파악하고 원·부자재 수급 계획을 수립할 수 있도록 지도한다.
- 나. ‘원·부자재 관리’영역에서는 원·부자재 선정 기준을 수립하고 원·부자재 관리 규정에 따라 필요한 원·부자재의 양과 품질을 확인하여 재고 관리를 할 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘원료 처리’영역에서는 채광된 석회암을 품위별로 구별하여 적절하게 혼합 관리하고 요구되는 클링커 품질을 위한 원료배합과 분쇄기 운전을 할 수 있도록 지도한다.
- 라. ‘제품생산’영역에서는 미분쇄기의 분쇄 원리를 이해하고, 분말도 관리를 통해 포틀랜드 시멘트, 고로 슬래그 시멘트, 플라이애시 시멘트 등의 특성을 고려하여 시멘트를 제조할 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘시멘트 출하’영역에서는 출하시시서에 따라 적합한 제품과 양을 출하, 관리 할 수 있으며 제품의 유통계획을 수립하고 시멘트의 적정재고량을 모니터링하여 재고를 관리할 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘설비 관리’영역에서는 시멘트 제조를 위한 제조 설비, 검사 설비, 전기 설비, 윤활유 등의 설비 관리를 할 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘품질보증’영역에서는 공정 단계 및 제품별 품질 시험에 대한 계획과 품질 향상을 위한 계획을 수립할 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘환경 안전 관리’영역에서는 환경관련 규정에 따라 시멘트 제조 공정에서 발생하는 대기오염물질, 폐수, 폐기물의 안전한 처리와 안전관리 규정에 따른 위험 요소의 파악 및 소방 시설을 계획, 설치, 유지, 점검할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) ‘생산계획 수립’ 영역에서는 국내외 시멘트 수요를 파악하여 수급 상황에 따라 생산계획을 수립하고 원·부자재 관리규정에 따른 수급계획의 수립 및 클링커와 시멘트 재고를 관리할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 2) ‘원·부자재 관리’영역에서는 원·부자재 선정 기준을 수립하고 원·부자재 관리 규정에 따라 필요한 양과 품질을 확인하여 입고시키고 재고를 관리할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 3) ‘원료 처리’영역에서는 광산의 석회암 품위 분포를 파악하여 채광할 수 있고 물리·화학적인 특성을 파악하여 시멘트의 종류에 따라 원료를 배합하고 이를 적정 분말도로 분쇄한 후 저장할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 4) ‘제품생산’영역에서는 고품질의 시멘트를 생산하기 위해 분말도를 관리하고 시멘트 품질에 영향을 끼치는 요소의 양을 조절하여 포틀랜드 시멘트, 고로 슬래그 시멘트, 플라이애시 시멘트를 제조할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 5) ‘시멘트 출하’영역에서는 벌크 시멘트와 포장 시멘트를 출하지시서에 따라 적합한 제품 및 양을 출하할 수 있도록 관리하며 제품의 유통 계획을 수립하고 생산량과 출하량의 모니터링을 통하여 적정 재고량을 관리할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 6) ‘설비 관리’영역에서는 시멘트 제조를 위해 장비 고장 시 원인을 파악하고 조치할 수 있는 제조 설비의 관리방법과 정확한 시험 분석 값을 얻기 위한 검사 설비 관리, 전기 설비의 수명과 성능을 유지시키고 안정된 제품을 생산하기 위한 전기 설비, 설비의 수명과 성능을 유지시키기 위한 윤활유 관리 등의 설비 전반을 관리할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 7) ‘품질보증’영역에서는 규정에 따라 품질시험을 수행하여 적부판정을 할 수 있는 품질 시험과 원·부자재별 인수 검사를 수행할 수 있는 능력을 평가한다.
- 8) ‘환경 안전 관리’영역에서는 환경관련 규정에 따라 시멘트 제조 공정에서 발생하는 대기오염물질, 폐수, 폐기물을 안전하게 처리하고 안전 관리 규정에 따른 위험요소를 파악하는 안전 보건 관리와 소방 시설을 계획, 설치, 유지, 점검할 수 있는 수행 능력을 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
생산계획 수립	생산계획 수립에 고려해야할 요소들을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	생산계획 수립에 고려해야할 요소들을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	생산계획 수립에 고려해야할 요소들을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
원·부자재 관리	원·부자재의 선정, 구매, 인수검사, 재고 관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	원·부자재의 선정, 구매, 인수검사, 재고 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	원·부자재의 선정, 구매, 인수검사, 재고 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
원료처리	시멘트 생산을 위한 원료의 처리 공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	시멘트 제조의 원료처리 공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	시멘트 제조의 원료처리 공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
제품생산	시멘트 미분쇄기의 관리방법과 시멘트의 종류별 제조공정을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	시멘트 미분쇄기의 관리방법과 시멘트의 종류별 제조공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	시멘트 미분쇄기의 관리방법과 시멘트의 종류별 제조공정을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
시멘트 출하	시멘트의 출하관리와 운송 및 재고 관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	시멘트의 출하관리와 운송 및 재고 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	시멘트의 출하관리와 운송 및 재고 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
설비 관리	시멘트 생산설비와 이의 관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	시멘트 생산설비와 이의 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	시멘트 생산설비와 이의 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
품질보증	품질 관리를 위한 방침 및 규정의 설정과 품질 시험방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	품질 관리를 위한 방침 및 규정의 설정과 품질 시험방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	품질 관리를 위한 방침 및 규정의 설정과 품질 시험방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.
환경 안전 관리	시멘트 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고, 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	시멘트 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	시멘트 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고, 스스로 실행할 수 있다.

[실무 과목]

19. 탄소 제품

1. 성격 및 목표

가. 성격

공업 분야의 학과에서 세라믹 전공을 이수하는 학생들에게 유기물과 무기물 원료의 제조 공정을 통하여 탄소 제품을 생산할 수 있는 능력을 기르기 위한 것으로, 대부분 2학년 또는 3학년 과정에서 선택 이수할 수 있는 과목이다.

이수해야 할 내용은 탄소재료의 특성파악, 탄소재료의 일반분석, 카본블랙 제조, 활성탄소 제조, 인조흑연 제조, 탄소섬유 제조, 탄소복합재료 제조, 카본블랙 품질평가, 인조흑연 품질평가, 탄소섬유 품질평가, 환경 안전 관리 등으로 탄소 제품 제조에 관한 탄소재료 특성파악에서부터 환경 안전 관리에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

탄소 제품 전반에 관한 기초 지식 및 원리를 습득하고, 과제 활동과 탐구, 실험 및 실습 활동을 통해 세라믹 공업을 바르게 이해하여 세라믹 분야로의 진로를 선택할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
탄소재료 특성 파악 (1602020601_14v1)	<ul style="list-style-type: none">• 원소 특성 파악하기• 제품 특성 파악하기• 제조 특성 파악하기• 응용 분야 파악하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
탄소재료 일반 분석 (1602020602_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 화학적 특성 파악하기 • 물리적 특성 파악하기 • 광학적 특성 파악하기 • 표면 특성 파악하기
카본블랙 제조 (1602020603_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 원료유 선정하기 • 반응 조건 설계하기 • 제품 생산하기 • 제품 출하하기
활성탄소 제조 (1602020604_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 원료 선정하기 • 제품 생산하기 • 품질 규격 관리하기
인조흑연 제조 (1602020605_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 원재료 준비하기 • 성형하기 • 소성하기 • 흑연화하기
탄소섬유 제조 (1602020606_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 후처리하기
탄소복합재료 제조 (1602020607_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 원재료 선정하기 • 성형하기 • 저온 탄화하기 • 고온 열처리하기 • 품질규격 관리하기
카본블랙 품질평가 (1602020608_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 시료 취급과 채취하기 • 카본블랙 물성 측정하기 • 품질규격 관리하기
인조흑연 품질평가 (1602020609_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 물리·화학적 물성 분석하기 • 기계적 물성 분석하기 • 품질규격 관리하기
탄소섬유 품질평가 (1602020610_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 탄소섬유 제품 물성 분석하기 • 표면 특성 분석하기 • 품질규격 관리하기
환경 안전 관리 (1602020611_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 환경안전 관련 법규 파악하기 • 환경오염 방지 시설 운영하기 • 환경오염 예방과 진단하기 • 환경안전 관리 준수하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 탄소재료 특성 파악

가) 원소 특성 파악하기

- 탄소의 특성을 이해하기 위하여 다양한 결합 형태를 파악할 수 있다.
- 탄소재료를 제품 제조에 이용하기 위하여 탄소 동소체를 분류할 수 있다.
- 탄소재료의 응용을 위하여 비결정질 탄소와 결정질 탄소의 특성을 파악할 수 있다.
- 탄화 과정을 이해하기 위하여 분자 구조형태의 변화를 파악할 수 있다.

나) 제품 특성 파악하기

- 카본블랙의 제조와 제품 응용을 위하여 특성을 파악할 수 있다.
- 탄소섬유의 제조와 제품 응용을 위하여 특성을 파악할 수 있다.
- 활성탄소의 제조와 제품 응용을 위하여 특성을 파악할 수 있다.
- 인조흑연의 제조와 제품 응용을 위하여 특성을 파악할 수 있다.

다) 제조 특성 파악하기

- 제품 제조를 위하여 원료의 특성을 파악할 수 있다.
- 원활한 제품 생산을 위하여 제조공정 특성을 파악할 수 있다.
- 제품 관리를 위하여 품질 특성을 파악할 수 있다.
- 환경과 안전을 고려하기 위하여 원료, 공정, 제품의 유해성을 파악할 수 있다.

라) 응용 분야 파악하기

- 제품 제조를 위하여 카본블랙의 응용 분야를 파악할 수 있다.
- 제품 제조를 위하여 탄소섬유의 응용 분야를 파악할 수 있다.
- 제품 제조를 위하여 활성탄소의 응용 분야를 파악할 수 있다.
- 제품 제조를 위하여 인조흑연의 응용 분야를 파악할 수 있다.

2) 탄소재료 일반 분석

가) 화학적 특성 파악하기

- 탄소재료의 화학 조성 분석 자료를 파악하여 화학적 특성을 해석할 수 있다.
- 탄소재료의 전기화학 분석 자료를 파악하여 화학적 특성을 해석할 수 있다.
- 탄소재료의 분광학 분석 자료를 파악하여 화학적 특성을 해석할 수 있다.
- 탄소재료의 결정 구조 분석 자료를 파악하여 화학적 특성을 해석할 수 있다.

나) 물리적 특성 파악하기

- 탄소재료의 전기적 특성을 파악하여 물리적 특성을 해석할 수 있다.
- 탄소재료의 기계적 특성을 파악하여 물리적 특성을 해석할 수 있다.
- 탄소재료의 열적 특성을 파악하여 물리적 특성을 해석할 수 있다.
- 탄소재료의 형태적 특성을 파악하여 물리적 특성을 해석할 수 있다.

다) 광학적 특성 파악하기

- 탄소재료의 흡광 자료를 해석하여 광학적 특성을 파악할 수 있다.
- 탄소재료의 발광 자료를 해석하여 광학적 특성을 파악할 수 있다.
- 탄소재료의 라만 분광학 자료를 해석하여 광학적 특성을 파악할 수 있다.
- 광학적 특성을 해석하여 재료의 밴드 구조를 파악할 수 있다.

라) 표면 특성 파악하기

- 탄소재료의 화학 조성 자료를 해석하여 표면 특성을 파악할 수 있다.
- 탄소재료의 표면적 자료를 해석하여 표면 특성을 파악할 수 있다.
- 탄소재료의 표면 형태 자료를 해석하여 표면 특성을 파악할 수 있다.
- 탄소재료의 습식분석 자료를 해석하여 표면 특성을 파악할 수 있다.

3) 카본블랙 제조

가) 원료유 선정하기

- 카본블랙 원료를 선정하기 위하여 원료유의 종류를 파악할 수 있다.
- 카본블랙 원료를 선정하기 위하여 품질검사 항목을 파악할 수 있다.
- 카본블랙 원료를 선정하기 위하여 원료유의 품질한계를 파악할 수 있다.
- 카본블랙 원료를 선정하기 위하여 원료유의 종류에 따른 카본블랙의 품질차이를 파악할 수 있다.

나) 반응 조건 설계하기

- 반응조건을 설계하기 위하여 원료유와 산소함량에 따른 반응온도 차이를 파악할 수 있다.
- 반응조건을 설계하기 위하여 연료유의 함량에 따른 반응온도 차이를 파악할 수 있다.
- 반응조건을 설계하기 위하여 반응로 크기에 따른 제품 등급의 변화를 파악할 수 있다.
- 반응조건을 설계하기 위하여 중지수의 투입위치를 파악할 수 있다.
- 반응조건을 설계하기 위하여 원료유 선정과 혼합비를 파악할 수 있다.

다) 제품 생산하기

- 제품을 생산하기 위하여 카본블랙 전체공정과 단위공정을 파악할 수 있다.

- 제품생산에 적합한 원료를 준비하여 투입할 수 있다.
- 목적하는 카본블랙을 제조하기 위하여 생산지침서를 작성하여 결정할 수 있다.
- 카본블랙을 생산하기 위하여 생산지침서에 따라 생산공정을 운용할 수 있다.
- 안전한 생산을 위하여 생산공정의 위험요소를 사전에 파악하고 조치할 수 있다.

라) 제품 출하하기

- 제품 포장을 위하여 포장기의 사용법을 파악하여 장비를 운용할 수 있다.
- 제품 등급에 따른 포장재의 종류를 파악하여 적용할 수 있다.
- 제품출하를 위하여 적정 재고량을 파악하여 생산계획에 활용할 수 있다.
- 원활한 제품출하를 위하여 상차와 계근을 확인하고 조치할 수 있다.

4) 활성탄소 제조

가) 원료 선정하기

- 활성탄소 원료를 선정하기 위하여 원료의 종류를 파악할 수 있다.
- 활성탄소 원료를 선정하기 위하여 품질검사 항목을 파악할 수 있다.
- 활성탄소 원료를 선정하기 위하여 원료의 품질한계를 파악할 수 있다.
- 활성탄소 원료를 선정하기 위하여 원료의 종류에 따른 활성탄소의 품질차이를 파악할 수 있다.

나) 제품 생산하기

- 제품생산에 적합한 원료를 준비하여 투입할 수 있다.
- 목적하는 활성탄소를 제조하기 위하여 생산지침서를 작성할 수 있다.
- 활성탄소를 생산하기 위하여 생산지침서에 따라 생산공정을 운용할 수 있다.
- 안전한 생산을 위하여 생산공정의 위험요소를 파악하고 조치할 수 있다.

다) 품질 규격 관리하기

- 활성탄소의 품질 규격에 대한 검사항목을 파악할 수 있다.
- 파악한 검사 항목을 생산된 제품 검사에 적용할 수 있다.
- 제품의 품질을 관리하기 위하여 검사결과를 생산공정에 반영할 수 있다.
- 국제 표준 규격에 따라 지침서를 작성하고 품질 관리 규격에 적용할 수 있다.

5) 인조흑연 제조

가) 원재료 준비하기

- 원하는 인조흑연을 제조하기 위하여 코크스의 종류를 파악하고 분석할 수 있다.

- 제품사양에 적합한 코크스를 선정할 수 있다.
- 원하는 인조흑연을 제조하기 위하여 바인더 피치의 종류를 파악하고 분석할 수 있다.
- 제품사양에 적합한 바인더 피치를 선정할 수 있다.

나) 성형하기

- 용도에 따른 성형방법의 종류를 파악하여 선정할 수 있다.
- 성형방법에 따라 원하는 특성의 흑연제품을 제조할 수 있는 원료규격과 성형조건을 포함한 작업지시서를 작성할 수 있다.
- 작업지시서에 따라 코크스와 바인더 피치를 혼합할 수 있다.
- 혼합된 원료를 사용하여 선정된 방법으로 성형할 수 있다.

다) 소성하기

- 성형품에 적합한 소성공정과 설비를 파악하여 준비할 수 있다.
- 원하는 특성의 소성품을 제조할 수 있는 작업지시서를 작성할 수 있다.
- 작업지시서에 따라 소성설비를 조작하여 소성할 수 있다.
- 제조된 소성품을 함침설비를 이용하여 함침하고 재소성할 수 있다.
- 제조된 소성품을 검사하고 관리할 수 있다.

라) 흑연화하기

- 소성품에 적합한 흑연화 공정과 설비를 파악하여 준비할 수 있다.
- 원하는 특성의 흑연제품을 제조할 수 있는 작업지시서를 작성할 수 있다.
- 작업지시서에 따라 흑연화 설비를 조작하여 흑연화할 수 있다.
- 흑연화 제품에 대한 품질을 관리하기 위하여 흑연화제품을 검사하고 관리 할 수 있다.

6) 탄소섬유 제조

가) 후처리하기

- 탄소섬유에 대한 후처리 공정을 파악하고 작업을 준비할 수 있다.
- 탄소섬유의 후처리 작업을 위하여 공정과 설비를 파악할 수 있다.
- 작업지시서에 따라 후처리 공정과 설비를 조작하여 최종 탄소섬유 제품을 제조할 수 있다.
- 후처리 조건에 따른 탄소섬유의 표면구조 변화를 검사하여 최종 탄소섬유 제품의 물성을 관리할 수 있다.

7) 탄소복합재료 제조

가) 원재료 선정하기

- 탄소·탄소 복합재료의 원료를 선정하기 위하여 원료의 종류를 파악할 수 있다.
- 탄소·탄소 복합재료의 원료를 선정하기 위하여 품질검사 항목을 파악할 수 있다.
- 탄소·탄소 복합재료의 원료를 선정하기 위하여 원료의 품질한계를 파악할 수 있다.
- 탄소·탄소 복합재료의 원료를 선정하기 위하여 원료의 종류에 따른 품질차이를 파악할 수 있다.

나) 성형하기

- 적합한 성형품을 제조하기 위하여 선정된 충전재와 점결제의 혼합방법을 결정할 수 있다.
- 결정된 혼합방법에 따라 적합한 성형방법을 선정할 수 있다.
- 혼합방법과 성형방법에 따라 적합한 성형체 제조조건을 결정할 수 있다.
- 결정된 성형체 제조조건에 따라 성형체를 만들 수 있다.

다) 저온 탄화하기

- 제조된 성형체에 가장 적합한 저온 탄화 방법을 검토하여 선정할 수 있다.
- 탄소·탄소 복합재료를 제조하기 위하여 저온 탄화 공정 조건을 결정할 수 있다.
- 저온 탄화 시 발생하는 분해 유출물에 대한 처리 방법을 선정하고 적용할 수 있다.
- 선정된 저온 탄화 방법과 조건에 따라 성형체를 탄화할 수 있다.

라) 고온 열처리하기

- 제조된 저온 탄화품에 적합한 고온 탄화 방법을 파악하여 결정할 수 있다.
- 결정된 탄화 방법에 적합한 고온 탄화 공정 조건을 파악하여 결정할 수 있다.
- 결정된 탄화 방법과 공정조건에 따라 저온 탄화품을 고온 열처리할 수 있다.
- 장비를 효율적으로 운용하기 위하여 고온 열처리 장비를 유지하고 관리할 수 있다.

마) 품질규격 관리하기

- 탄소·탄소 복합재료의 품질 규격에 대한 검사항목을 파악할 수 있다.
- 선정된 검사항목으로 각 중간제품과 최종 탄소 제품 검사에 적용할 수 있다.
- 제품의 품질을 관리하기 위하여 검사 결과를 생산공정에 반영할 수 있다.
- 국제 표준 규격에 따라 지침서를 작성하고 품질 관리 규격에 적용할 수 있다.

8) 카본블랙 품질 평가

가) 시료 취급과 채취하기

- 시료 취급을 위하여 카본블랙의 물질안전보건자료를 파악하고 적용할 수 있다.
- 시료 취급을 위하여 시료의 보관방법을 파악하고 적용할 수 있다.
- 시료 채취를 위하여 단위 공정에서 필요한 평가시료를 채취하는 방법을 파악하고 적용할 수 있다.
- 시료 채취를 위하여 단위공정의 시간에 따른 시료 채취 시간을 파악하고 적용할 수 있다.

나) 카본블랙 물성 측정하기

- 카본블랙 물성 측정을 위하여 콜로이드 물성 측정법에 대한 이론적인 방법과 상관성을 파악할 수 있다.
- 카본블랙의 물성을 측정하기 위하여 시험지침서에 따라 콜로이드 물성을 측정할 수 있다.
- 카본블랙의 물성을 측정하기 위하여 표면 물성 측정법에 대한 이론적인 방법과 상관성을 파악할 수 있다.
- 카본블랙의 물성을 측정하기 위하여 시험지침서에 따라 표면 물성을 측정할 수 있다.

다) 품질규격 관리하기

- 품질규격을 관리하기 위하여 카본블랙의 물성에 대한 통계적 관리기법을 적용할 수 있다.
- 품질규격을 일정하게 관리하기 위하여 카본블랙의 물성치를 근거로 제품 출하 여부를 판단하고 조치할 수 있다.
- 카본블랙과 응용물성간의 상관성을 파악하기 위하여 품질규격에 적합한 통계적 관리법을 적용할 수 있다.
- 카본블랙과 응용물성 결과를 통계적으로 관리하여 제조 공정과 응용분야에 반영할 수 있다.
- 카본블랙과 응용물성 결과를 통계적으로 관리하여 고객의 요구에 대응할 수 있다.

9) 인조흑연 품질 평가

가) 물리·화학적 물성 분석하기

- 인조흑연 제품의 물리·화학적 특성을 분석하기 위하여 시료를 선정하고 준비할 수 있다.
- 준비된 시료와 분석장비를 활용하여 물리적 특성을 분석할 수 있다.
- 준비된 시료와 분석장비를 활용하여 화학적 특성을 분석할 수 있다.
- 인조흑연 제품 품질표준규격서의 기준과 비교하여 물성 시험성적서를 작성하고 적합성 여부를 판정할 수 있다.

나) 기계적 물성 분석하기

- 기계적 특성을 분석하기 위하여 선정된 측정방법에 따라 시편을 준비 할 수 있다.
- 인조흑연 제품의 기계적 특성을 분석하기 위하여 측정방법을 선정할 수 있다.
- 준비된 시료와 기계적 특성 시험 장비를 활용하여 기계적 특성을 측정 할 수 있다.
- 인조흑연 제품 품질표준규격서의 기준과 비교하여 시험성적서를 작성하고 적합성 여부를 판정할 수 있다.

다) 품질규격 관리하기

- 품질규격을 관리하기 위하여 흑연 제품의 물성에 대한 통계적 관리기법을 적용할 수 있다.
- 품질규격을 일정하게 관리하기 위하여 측정데이터를 근거로 제품 출하 여부를 판단하고 조치할 수 있다.
- 인조흑연 제품의 품질을 유지하기 위하여 기계적 물성 측정 결과를 제조 공정에 반영할 수 있다.
- 인조흑연 제품의 물성 측정 결과를 통계적으로 관리하여 고객의 요구에 대응할 수 있다.

10) 탄소섬유 품질 평가

가) 탄소섬유 제품 물성 분석하기

- 탄소섬유 제품의 화학적 물성을 분석하기 위하여 시료를 선정하고 원소 분석 방법을 파악하여 준비할 수 있다.
- 탄소섬유 제품의 화학적 물성을 분석하기 위하여 선정된 시료를 원소 분석기를 통하여 분석할 수 있다.
- 탄소섬유 제품의 기계적 물성을 분석하기 위하여 시료를 선정하고 기계적 물성 분석 방법을 파악하여 준비할 수 있다.
- 탄소섬유 제품의 기계적 물성을 분석하기 위하여 준비된 시편을 기계적 물성 분석기를 통하여 분석할 수 있다.
- 탄소섬유 제품 표준규격서의 기준과 비교하여 물성 시험성적서를 작성하고 합격 여부를 판정할 수 있다.

나) 표면 특성 분석하기

- 탄소섬유 제품의 표면 특성을 분석하기 위하여 시료를 선정하고 표면 분석 방법을 파악하여 준비할 수 있다.
- 탄소섬유 제품의 표면 특성을 분석하기 위하여 준비된 시편을 분석기를 통하여 분석할 수 있다.

- 탄소섬유 제품 표준규격서의 기준과 비교하여 표면 특성에 대한 시험성적서를 작성하고 합격 여부를 판정할 수 있다.
- 탄소섬유 제품 시험성적서에 따라 부적합한 제품에 대하여 공정조건을 개선하도록 조치할 수 있다.

다) 품질규격 관리하기

- 품질규격을 관리하기 위하여 탄소섬유 제품의 물성에 대한 통계적 관리기법을 적용할 수 있다.
- 품질규격을 일정하게 관리하기 위하여 탄소섬유 제품의 물성치를 근거로 제품 출하 여부를 판단하고 조치할 수 있다.
- 탄소섬유 제품의 품질을 유지하기 위하여 응용 물성 결과를 제조 공정과 응용분야에 반영할 수 있다.
- 탄소섬유 제품과 응용 물성 결과를 통계적으로 관리하여 고객의 요구에 대응할 수 있다.

11) 환경 안전 관리

가) 환경안전 관련 법규 파악하기

- 환경 관련 법규에 따라 공정 운영에 필요한 내부규정을 파악하여 적용할 수 있다.
- 안전 관련 법규에 따라 공정 운영에 필요한 내부규정을 파악하여 적용할 수 있다.
- 환경 관련 법규와 내부규정에 따라 요청되는 자료를 파악하여 작성할 수 있다.
- 안전 관련 법규와 내부규정에 따라 요청되는 자료를 파악하여 작성할 수 있다.
- 환경오염 방지와 공장 안전관리에 따라 국제 환경법규와 안전보건법규를 파악하여 적용할 수 있다.

나) 환경오염 방지 시설 운영하기

- 사내작업 표준절차에 따라 설비 매뉴얼을 활용하여 환경오염물질 절감시설과 방지시설을 파악하고 운영할 수 있다.
- 제조 공정에서 발생하는 오염물질을 산정하고 방지대책을 마련하여 적용할 수 있다.
- 오염물질의 특성과 화공계산 능력을 활용하여 오염물질에 대한 노출과 확산에 대한 위험성을 파악하여 조치할 수 있다.
- 관련 법규에 따라 개별공정에 적합한 방지시설 기준을 마련하고 적용할 수 있다.

다) 환경오염 예방과 진단하기

- 외부진단 기준과 내부 환경경영시스템 규정에 따라 운영되고 있는 오염물질 배출과 방지 시설 운영 상황을 진단하고 조치할 수 있다.

- 내부 환경 규정에 따라 환경법규 이행유무와 위험요소를 파악하여 개선방안에 적용할 수 있다.
- 관련 기관 위탁교육과 사내 전문가를 활용한 환경오염예방과 진단에 대한 교육훈련 내용을 파악할 수 있다.
- 사고 발생 시 비상대응 시나리오를 파악하고 교육·훈련을 실시할 수 있다.

라) 환경안전 관리 준수하기

- 환경 안전 위험요소의 근본 원인을 파악할 수 있다.
- 환경 안전관리 지침서를 준비하고 현장에서 발생하는 위험요소를 파악할 수 있다.
- 안전을 확보하기 위하여 파악된 위험요소에 대한 적절한 대처 방법을 마련하여 조치할 수 있다.
- 위험요소에 대한 대처 방법에 따라 지속적으로 현장과 장비를 점검하고 조치할 수 있다.
- 관련 법규와 지침서에 따라 환경안전 대처 방법을 준수할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. ‘탄소재료의 특성파악’영역에서는 탄소의 특성을 이해하고 탄소 동소체를 분류하여 탄소재료 제품에 이용할 수 있으며 탄소재료를 이용한 제품의 특성과 제조 공정상의 특성 및 응용분야를 이해할 수 있도록 지도한다.
- 나. ‘탄소재료 일반 분석’영역에서는 탄소재료의 화학적·물리적·광학적 및 표면특성을 파악하여 각각의 특징을 이해할 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘카본블랙 제조’영역에서는 카본 블랙 제조를 위한 공정과 원료 선정, 반응조건 설계 과정을 설명하고 제품의 생산 및 출하하는 공정을 이해할 수 있도록 지도한다.
- 라. ‘활성탄소 제조’영역에서는 활성 탄소 제조를 위한 공정과 원료 선정의 특징을 설명하고 제품의 생산과 품질 규격에 대한 검사항목을 파악할 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘인조흑연 제조’영역에서는 인조 흑연 제조를 위한 원재료 준비하기와 용도에 맞는 성형법을 설명하고 소성과 흑연화 공정을 통한 인조 흑연 제조 과정을 이해할 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘탄소섬유 제조’영역에서는 탄소섬유에 대한 후처리 공정에 대하여 설명하고 후처리 작업을 위한 공정과 설비를 파악할 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘탄소·탄소복합재료 제조’영역에서는 탄소·탄소복합재료 제조를 위한 원재료 선정하기와 성형, 저온 탄화, 고온 열처리 공정 및 품질규격 관리를 이해할 수 있도록 지도한다.

- 아. ‘카본블랙 품질 평가’영역에서는 품질 평가를 위한 시료 취급 및 채취 방법과 카본 블랙의 물성 측정 원리 및 품질 규격 관리를 이해할 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘인조흑연 품질 평가’영역에서는 인조흑연의 물리·화학적 물성 및 기계적 물성을 분석하기 위한 측정방법과 품질 규격 관리를 이해할 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘탄소섬유 품질 평가’영역에서는 탄소섬유 제품의 화학적 물성과 기계적 물성을 분석하기 공정과 표면 특성 분석 및 품질 규격 관리를 이해할 수 있도록 지도한다.
- 카. ‘환경 안전 관리’영역에서는 환경안전 관련 법규의 파악 및 적용과 환경오염 방지 시설 운영에 대한 매뉴얼, 환경오염 예방 및 환경안전 관리를 이해할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) ‘탄소재료 특성 파악’영역에서는 탄소의 다양한 결합 형태와 탄소 동소체를 분류할 수 있고 탄화 과정의 이해와 카본블랙, 탄소섬유, 활성탄소, 인조흑연 등 여러 탄소재료 제품의 특성과 제조 특성 및 응용 분야를 파악할 수 있는지를 평가한다.
- 2) ‘탄소재료 일반 분석’영역에서는 탄소재료의 화학적 조성 분석을 통한 특성과 전기화학적, 분광학적 특성을 파악하고 물리적·광학적, 표면 특성에 대하여 이해하고 있는지를 평가한다.
- 3) ‘카본블랙 제조’영역에서는 카본 블랙 원료를 선정하기 위한 원료유의 종류와 산소함량에 따른 반응온도 차이를 통한 반응 조건을 설계하여 카본 블랙 전체 공정과 단위공정을 파악할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 4) ‘활성탄소 제조’영역에서는 활성 탄소 원료를 선정하기 위한 원료의 종류와 품질검사 항목을 파악하여 제품을 생산하고 품질 규격을 관리할 수 있는 수행능력을 평가한다.
- 5) ‘인조흑연 제조’영역에서는 원하는 인조 흑연을 제조하기 위해 코크스의 종류를 파악하고 제품 사양에 적합한 코크스를 선정하여 용도에 맞게 성형한 후, 소성과 흑연화 공정을 통한 제품 제작 공정을 수행 할 수 있는 능력을 평가한다.
- 6) ‘탄소섬유 제조’영역에서는 탄소섬유에 대한 후처리 공정을 파악하고 이를 위한 공정과 설비를 조작하여 최종 탄소섬유 제품을 제조할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 7) ‘탄소 탄소복합재료 제조’영역에서는 탄소 탄소복합 재료의 원료를 선정하기 위해 원료의 종류를 파악하고 충전재와 점결제를 혼합하여 성형하는 저온 탄화 방법과 고온 열처리 공정을 거쳐 제품을 생산, 품질규격 관리 공정을 수행할 수 있는 능력을 평가한다.

- 8) ‘카본블랙 품질 평가’영역에서는 카본블랙 품질 평가를 위한 시료 취급과 채취 방법을 이해하고 콜로이드 물성 측정법을 이용한 물성의 측정과 카본블랙의 물성치를 근거로 제품 출하여부를 판단할 수 있는 수행 능력을 평가한다.
- 9) ‘인조흑연 품질 평가’영역에서는 시료와 장비를 활용하여 인조 흑연 제품의 물리·화학적 물성과 기계적 물성을 분석하여 인조흑연 제품 품질표준규격서의 기준과 비교하여 시험성적서를 작성할 수 있는지를 평가한다.
- 10) ‘탄소섬유 품질 평가’영역에서는 탄소 섬유 제품의 화학적 물성과 기계적 물성을 분석하여 탄소섬유제품 품질표준규격서의 기준과 비교하여 시험성적서를 작성할 수 있는지를 평가한다.
- 11) ‘환경 안전 관리’영역에서는 환경안전 관련 법규를 파악하여 적용하고 환경오염 방지 시설 운영에 대한 매뉴얼, 환경오염 예방 및 환경안전 관리를 준수하여 위험요소에 대한 적절한 대처 방법의 마련과 조치를 취할 수 있는지를 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
탄소재료 특성 파악	탄소재료의 특성들을 각각 구분하여 새로운 예를 들어 설명할 수 있다.	탄소재료의 특성들을 각각 비교하여 예를 들어 설명할 수 있다.	탄소재료의 특성들을 각각 구분하여 설명할 수 있다.
탄소재료 일반 분석	탄소재료의 일반적 특성들을 각각 비교하여 새로운 예를 들어 설명할 수 있다.	탄소재료의 일반적 특성들을 각각 비교하여 예를 들어 설명할 수 있다.	탄소재료의 일반적 특성들을 각각 구분하여 설명할 수 있다.
카본블랙 제조	카본블랙의 원료유 선정과 제조 공정을 이해하고 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	카본블랙의 원료유 선정과 제조 공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	카본블랙의 원료유 선정과 제조 공정을 이해하고 스스로 실행할 수 있다.
활성탄소 제조	활성탄소의 제조 공정과 품질규격 관리방법을 이해하고 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	활성탄소의 제조 공정과 품질규격 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	활성탄소의 제조 공정과 품질규격 관리방법을 이해하고 스스로 실행할 수 있다.
인조흑연 제조	인조흑연의 제조 공정을 이해하고 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	인조흑연의 제조 공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	인조흑연의 제조 공정을 이해하고 스스로 실행할 수 있다.
탄소섬유 제조	탄소섬유의 제조 공정을 이해하고 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	탄소섬유의 제조 공정을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	탄소섬유의 제조 공정을 이해하고 스스로 실행할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
탄소복합재료 제조	탄소복합재료의 정의와 제조 공정 및 품질규격 관리방법을 이해하고 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	탄소복합재료의 정의와 제조 공정 및 품질규격 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	탄소복합재료의 정의와 제조 공정 및 품질규격 관리방법을 이해하고 스스로 실행할 수 있다.
카본블랙 품질평가	카본블랙의 물성 분석을 통한 품질규격 관리방법을 이해하고 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	카본블랙의 물성 분석을 통한 품질규격 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	카본블랙의 물성 분석을 통한 품질규격 관리방법을 이해하고 스스로 실행할 수 있다.
인조흑연 품질평가	인조흑연제품의 물리·화학적, 기계적 물성 분석을 통한 품질규격 관리방법을 이해하고 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	인조흑연제품의 물리·화학적, 기계적 물성 분석을 통한 품질규격 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	인조흑연제품의 물리·화학적, 기계적 물성 분석을 통한 품질규격 관리방법을 이해하고 스스로 실행할 수 있다.
탄소섬유 품질평가	탄소섬유제품의 물성과 표면특성 분석을 통한 품질규격 관리방법을 이해하고 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	탄소섬유제품의 물성과 표면특성 분석을 통한 품질규격 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	탄소섬유제품의 물성과 표면특성 분석을 통한 품질규격 관리방법을 이해하고 스스로 실행할 수 있다.
환경 안전 관리	탄소 제품 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고 이에 대한 새로운 아이디어를 창출하여 실행할 수 있다.	탄소 제품 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고 설명하면서 실행할 수 있다.	탄소 제품 제조에 요구되는 환경 안전 관리방법을 이해하고 스스로 실행할 수 있다.

20. 판금 제관

1. 성격 및 목표

가. 성격

판금 제관은 금속판, 봉재, 관재, 형강재 등을 사용하여 고객이 요구하는 모양의 제품을 만들기 위해 작업계획에 따라 전개도를 그린 후 절단, 성형, 조립하는 일이다.

판금 제관공업은 기계, 자동차, 조선, 건설, 화학, 해양 등의 관련 산업에서 연관된 설비 또는 제품을 제작, 제조, 공급하는 산업으로서 관련 산업발전에 기여하고 있다. 이와 같은 각종 산업의 설치물 또는 제품 제작의 재료소재인 제관산업의 발전을 위한 제반 환경을 조성하고 전문화된 숙련 기능인력을 적극적으로 양성해야 한다.

주로 강판, 보일러, 저장용기 등의 제품을 생산하는 업체, 선박조립 및 부속 구조물제작, 플랜트 건설 등에서 판금 제관 기능을 필요로 하는데, 판금 제관분야는 향후 고도의 생산성 향상과 더불어 노동력 절감을 위한 기술개발과 시설의 자동화, 고속 대량생산화 및 제품의 다양화, 고급화가 이루어질 것으로 보여 인력수요가 그리 많지 않을 전망이다. 그렇지만 숙련기능을 지닌 전문 인력이 많지 않기 때문에 이들 인력에 대한 수요는 꾸준할 전망이다.

나. 목표

판금 제관용 기계나 공구를 사용하여 연강판(박판, 후판), 형강, 파이프 등의 재료를 도면의 규격에 따라 소정의 형상 및 치수의 제품을 제작 할 수 있도록 전개도작성, 절단, 성형, 용접, 다듬질, 조립 등 일련의 작업을 통하여 보일러, 강판, 철구조물 및 저장 용기류 등을 제작하는 복합적인 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘판금 제관’은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키고, 산업 현장의 산업 설비 분야에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
판금 제관 작업계획 수립 (1601030501_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 도면 검토하기 • 재료 선택하기 • 작업공정도 작성하기
판금 제관 현도작업 (1601030502_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 투상도 그리기 • 전개도 그리기 • 판뜨기 작업하기
판금 제관 절단작업 (1601030503_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 수공구 절단하기 • 가스 절단하기 • 동력 절단하기 • CNC 절단하기
판금 제관 성형작업 (1601030504_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 수공구 성형하기 • 수동기계 성형하기 • 자동기계 성형하기
판금 제관 조립작업 (1601030505_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 박판 심(seam)하기 • 판금 제관 용접하기 • 나사 조립하기 • 리벳 조립하기
판금 제관 제품검사 (1601030506_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 외관 검사하기 • 치수 검사하기 • 교정 작업하기 • 완성품 검사하기
판금 제관 설비 관리 (1601030507_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 설비 점검 기준 작성하기 • 설비 점검하기 • 설비 유지·보수하기
판금 제관 작업장 정리 (1601030508_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 수공구 정리하기 • 작업장 정리·정돈하기 • 자재 정리하기
판금 제관 작업 안전관리 (1601030509_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 사고 예방하기 • 안전작업 수행하기 • 응급조치하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 판금 제관 작업계획 수립

가) 도면 검토하기

- 도면상 제품의 기능과 용도를 검토할 수 있다.
- 도면에서 요구하는 형상과 치수, 사용재료를 검토할 수 있다.
- 도면에서 요구하는 각 부품에 대한 가공 방법과 조립순서를 검토할 수 있다.
- 도면에 대한 정면도, 평면도, 측면도, 상세도, 중심선, 절단선, 굽힘선, 상관선을 검토할 수 있다.
- 도면에서 요구하는 제품제조를 위하여 여러 부품에 대한 결합 방법과 순서를 검토할 수 있다.

나) 재료 선택하기

- 제품에 대한 기능과 용도에 맞는 재료인지 검토할 수 있다.
- 도면에서 요구하는 제품 제작을 위하여 가공성이 용이한 지 검토하여 선택할 수 있다.
- 사용 재료의 표면 및 내부 결함이 없는지 검토하여 선택할 수 있다.
- 제품의 조립을 위한 용접재료 및 나사, 리벳 등의 기타재료의 적합성을 검토하여 선택할 수 있다.

다) 작업공정도 작성하기

- 작업공정도 상에 공정표, 적산표, 가공방법을 작성할 수 있다.
- 전체 공정이 원활하도록 인원배치표 및 가공표를 작성할 수 있다.
- 작업공정도 작성을 통하여 원활한 판금 제관작업을 위한 관련 설비를 운용할 수 있다.
- 작업공정도를 작성 시 공장작업을 주공정으로 작성하여 현장작업은 최소화할 수 있다.
- 작업공정도를 작성하여 공정흐름이 원활하지 않을 경우 모듈 작업 등을 이용할 수 있다.

2) 판금 제관 현도작업

가) 투상도 그리기

- 물체의 척도와 투상면을 분석할 수 있다.
- 투시도와 투상법을 활용하여 제품의 정면·측면·평면도를 정확하게 그릴 수 있다.
- 일부 형상, 구조, 조립상태의 변형을 고려해서 치수를 보정할 수 있다.
- 본도면의 치수, 기능, 결합, 검사, 호환성의 문제 등을 분류하여 수정할 수 있다.
- 제품의 3D 형상을 작도하여 2D와 공유한 후 완성된 2D/3D 도면을 출력할 수 있다.

나) 전개도 그리기

- 원도를 정확히 파악하여 전개도의 형태를 구상할 수 있다.
- 상관계의 상관선을 작도할 수 있다.
- 평행선법, 방사선법, 삼각형법에 의하여 부품의 전개를 할 수 있다.
- 표준 운영절차에 따라 요구되는 형상을 도면으로 완벽하게 구현할 수 있다.
- 판재의 두께를 감안하여 부품의 전개도를 작도할 수 있다.

다) 판뜨기 작업하기

- 재료의 방향성, 무늬, 절단변형, 열변형, 절단여유, 소성변형을 고려하여 절단계획을 세울 수 있다.
- 대량생산을 위해서 형판, 지그, 게이지를 제작하여 활용할 수 있다.
- 전개도와 비교하여 치수를 수정할 수 있다.
- 재료의 두께를 감안하여 절단치수를 보정할 수 있다.
- 후공정에서 필요한 주의사항과 특이사항을 적어 넣을 수 있다.

3) 판금 제관 절단작업

가) 수공구 절단하기

- 작업에 용이하도록 절단용 금속판재, 봉재, 관, 형강재를 고정할 수 있다.
- 재료 종류에 따른 절단용 수공구를 선택하여 사용할 수 있다.
- 품질의 요구를 맞추기 위하여 절단부품의 다듬질, 연삭작업을 할 수 있다.
- 절단부품을 측정기를 이용하여 측정할 수 있다.
- 절단변형을 교정 기구를 사용하여 교정할 수 있다.

나) 가스 절단하기

- 재료종류에 따른 절단용 가스를 선택할 수 있다.
- 작업에 용이하도록 절단용 금속판재, 봉재, 관, 형강재를 고정할 수 있다.
- 가스절단기를 사용하여 금속판재, 봉재, 관, 형강재 절단작업을 할 수 있다.
- 품질의 요구를 맞추기 위하여 절단부품의 다듬질, 연삭작업을 할 수 있다.
- 교정 기구를 사용하여 절단변형을 교정할 수 있다.

다) 동력 절단하기

- 작업범위를 설정하여 절단 공정을 수립할 수 있다.
- 재료종류 및 공정에 따른 절단용 기계를 선정할 수 있다.
- 도면의 치수에 맞도록 절단을 할 수 있다.

- 교정 기구를 사용하여 절단변형을 교정할 수 있다.
- 판재를 절단하기 위해 필요한 금형을 프레스에 작업할 수 있다.
- 품질의 요구를 맞추기 위하여 절단부품의 다듬질, 연삭작업을 할 수 있다.

라) CNC 절단하기

- 절단에 적합한 절단용 CNC프로그램을 작성할 수 있다.
- 정확한 작업을 위하여 절단용 금속판재, 봉재, 관, 형강재를 고정할 수 있다.
- CNC프로그램을 이용하여 절단작업을 할 수 있다.
- 절단부품의 치수를 측정하여 CNC프로그램을 수정할 수 있다.

4) 판금 제관 성형작업

가) 수공구 성형하기

- 제품 도면에 의거 작업 범위를 설정하여 작업순서를 수립할 수 있다.
- 재료 종류에 따른 성형용 수공구를 선정하여 판재를 각형 또는 원형으로 성형할 수 있다.
- 원통형 또는 각형 판재의 끝 부분에 와이어링 또는 플랜지 작업을 할 수 있다.
- 가열토치를 사용하여 금속판재, 봉재, 관, 형강재를 굽힐 수 있다.
- 형상 게이지를 이용하여 제품의 직선, 곡선, 직각, 평면을 도면대로 정확히 성형할 수 있다.
- 성형 제품을 측정기를 활용하여 치수에 맞는지 확인할 수 있다.

나) 수동기계 성형하기

- 재료 종류에 따른 성형용 수동기계를 선정하여 성형할 수 있다.
- 수동절곡기를 이용하여 판재를 임의의 각도로 굽힐 수 있다.
- 성형 롤러와 벤딩기를 사용하여 원통형으로 성형할 수 있다.
- 측정기를 활용하여 성형된 제품의 치수를 측정할 수 있다.
- 성형에 따른 변형을 작업도구를 통하여 교정할 수 있다.

다) 자동기계 성형하기

- 제품 도면에 준하여 작업 범위를 설정하여 작업순서를 수립할 수 있다.
- 재료 종류에 따른 성형용 자동기계를 선정할 수 있다.
- 프레스, 동력포밍머신, 성형롤러를 사용하여 도면에서 요구된 형상을 성형할 수 있다.
- NCT, CNC절곡기를 사용하여 제품을 굽힐 수 있다.
- 자동성형기계의 프로그램을 작성할 수 있다.

5) 판금 제관 조립작업

가) 박판 심(seam)하기

- 심 방법에 맞게 재료와 공구를 준비할 수 있다.
- 심 여유를 고려하여 판재에 금긋기 작업을 할 수 있다.
- 금긋기한 선을 꺾음대 끝에 맞춰 박자목, 나무해머를 사용하여 판재의 한쪽 끝을 90°로 굽힐 수 있다.
- 연결부가 빠지지 않도록 하기 위해 심 도구를 사용하여 완성할 수 있다.
- 측정기를 사용하여 완성한 부분을 검사할 수 있다.

나) 판금 제관 용접하기

- 와이어브러쉬, 그라인더, 줄 등을 사용해 재료의 표면에 있는 녹, 기름, 먼지 등 이물질을 깨끗이 제거할 수 있다.
- 용접절차서(WPS)에 따라 용접 작업을 할 수 있다.
- 비드 폭과 높이가 일정하도록 속도를 유지하면서 용접할 수 있다.
- 용접부를 검사하여 결함부를 보수할 수 있다.
- 용접 작업 전후 용접기와 주 전원 스위치를 조작할 수 있다.

다) 나사 조립하기

- 용도와 구조에 맞는 나사의 종류를 선택할 수 있다.
- 나사종류에 맞는 공구를 준비할 수 있다.
- 강판의 두께에 알맞은 크기의 나사를 선정하여 조립할 수 있다.
- 부품의 형상에 따라 나사 체결 순서를 결정하고 작업에 용이한 공구를 사용하여 조립 할 수 있다.
- 도면에 표기된 토크대로 체결할 수 있다.

라) 리벳 조립하기

- 판재의 두께에 알맞은 크기의 리벳을 선정하여 조립할 수 있다.
- 리벳용 해머로 리벳을 두들겨 머리를 성형시킬 수 있다.
- 부품의 형상에 따라 리벳 체결 순서를 결정하고 작업에 용이한 공구를 사용하여 조립 할 수 있다.
- 블라인드 리벳의 경우, 리벳 사이즈에 맞게 장착구를 교환할 수 있고 적정한 공기 압력을 절하여 조립할 수 있다.
- 검사용 해머로 리벳의 머리 부분을 때려 맑은 소리가 나는지 검사할 수 있다.

6) 판금 제관 제품검사

가) 외관 검사하기

- 제품에 맞는 측정기 및 검사 방법을 선택할 수 있다.
- 도면과 사양을 보고 제품의 결함 부위를 찾아낼 수 있다.
- 제품 사양을 숙지한 후 규격 충족 여부를 확인할 수 있다.
- 각종 기기나 시험기계를 이용하여 정확하게 검사할 수 있다.
- 검사 결과 보고서를 작성할 수 있다.

나) 치수 검사하기

- 제품별 치수검사에 맞는 측정기 및 검사 방법을 선택할 수 있다.
- 도면과 사양을 보고 제품의 결함 부위를 찾아낼 수 있다.
- 제품 사양을 숙지한 후 규격 충족 여부를 확인할 수 있다.
- 각종 기기나 시험기계를 이용하여 정확하게 검사할 수 있다.
- 검사 결과 보고서를 양식에 맞게 작성할 수 있다.

다) 교정 작업하기

- 변형된 부위의 교정에 알맞은 공기구를 선택하여 변형 부위를 수정할 수 있다.
- 변형 부위의 교정 상황을 점검할 수 있다.
- 변형 부위의 수정 상태를 육안으로 검사할 수 있다.
- 변형교정용 기계를 사용하여 변형 부위를 교정할 수 있다.
- 변형교정용 열기구를 사용하여 변형 부위를 교정할 수 있다.

라) 완성품 검사하기

- 측정기 및 검사 방법을 선택할 수 있다.
- 도면과 사양을 보고 제품의 결함 부위를 찾아낼 수 있다.
- 제품 사양을 숙지한 후 규격 충족 여부를 확인할 수 있다.
- 각종 기기나 시험기계를 이용하여 정확하게 검사할 수 있다.
- 검사 결과 최종보고서를 작성할 수 있다.

7) 판금 제관 설비 관리

가) 설비 점검 기준 작성하기

- 설비의 점검기준에 맞는 설비점검표를 작성할 수 있다.
- 설비에 대한 설비보전계획을 수립할 수 있다.
- 설비 이상의 원인을 찾아내고 재발방지대책을 수립할 수 있다.

나) 설비 점검하기

- 설비 성능을 정확히 이해하여 성능을 향상시키기 위한 개선작업을 할 수 있다.
- 설비 부품의 이상 유무를 점검할 수 있다.
- 설비의 보수작업 시 전체 작업생산공정을 감안하여 보수계획을 수립할 수 있다.

다) 설비 유지·보수하기

- 설비의 점검을 실시하고 각 설비별 매뉴얼에 따라 소모품 및 파손부품을 교체할 수 있다.
- 설비 성능을 정확히 이해하여 성능을 향상시키기 위한 개선작업을 할 수 있다.
- 각종 설비 부품의 수급 가능 여부를 파악하여 부품을 관리할 수 있다.
- 설비의 매뉴얼에 따라 급유를 할 수 있다.

8) 판금 제관 작업장 정리

가) 수공구 정리하기

- 작업이 끝난 후 각종 공구를 정비하여 정해진 위치에 정리할 수 있다.
- 파손된 공구에 대한 수리 보전여부를 판단할 수 있다.
- 공구의 마모상태를 파악하여 수리할 수 있다.
- 관련 공구의 수급 상황을 파악하여 부족현상이 발생하지 않도록 보충할 수 있다.

나) 작업장 정리·정돈하기

- 환경요인에 따라 오염원 제거 및 폐기물처리에 대한 대책을 수립할 수 있다.
- 폐기물을 지정장소에 처리업체를 통해 처리할 수 있다.
- 장비주변 및 재사용 가능한 잔여 자재에 묻은 이물질 제거할 수 있다.
- 장비 및 재료에 녹이 슬지 않도록 방청 작업을 할 수 있다.
- 위생적이고 쾌적한 작업 환경을 지속적으로 유지할 수 있다.

다) 자재 정리하기

- 잔여 자재가 재사용이 가능한 지 여부를 판단하여 사용할 수 없는 것은 폐기할 수 있다.
- 사용 가능한 자재 중 사용빈도가 높은 순서에 따라 접근이 용이한 쪽에 배치할 수 있다.
- 사용 가능 자재의 치수, 상태, 재질, 기준 등을 파악하여 표시할 수 있다.
- 작업완성품을 이동이 편리하도록 적재할 수 있다.

9) 판금 제관 작업 안전관리

가) 사고 예방하기

- 작업개시 전에 규정된 보호 장구 착용과 안전교육을 실시할 수 있다.

- 소음, 분진 등의 노출에 대한 방지 교육을 실시할 수 있다.
- 정기적인 현장안전교육을 실시할 수 있다.
- 위험요소를 사전에 파악하여 격리할 수 있다.

나) 안전작업 수행하기

- 안전기준에 따라 안전보호구를 착용할 수 있다.
- 안전기준을 준수할 수 있다.
- 안전사항을 숙지하고, 이를 작업자에게 효과적인 방법으로 전달할 수 있다.
- 주기적 또는 비정기적으로 작업장 내의 안전지침 수행 상황을 점검할 수 있다.

다) 응급조치하기

- 응급조치법에 대한 지식
- 안전사고 발생 시 행동요령에 따라 신속히 응급조치할 수 있다.
- 사고의 원인을 적극적이고 객관적인 관점에서 분석할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 모든 영역에서 실험·실습 등 실무 능력과 연계된 학습을 위해 각종 판금 제관 설비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다.
- 나. ‘판금 제관 작업계획 수립’ 영역에서는 토의 및 협동 학습을 통하여 도면의 검토, 재료를 선택, 작업공정도가 적절하게 작성될 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘판금 제관 현도작업’ 영역에서는 투상도, 전개도를 정확하게 이해시켜 전개도의 완성 및 판 뜨기 작업이 원활하게 이루어 질 수 있도록 지도한다.
- 라. ‘판금 제관 절단작업’, ‘판금 제관 성형작업’, ‘판금 제관 조립작업’ ‘판금 제관 제품 검사’ 영역에서는 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 공구 및 장비의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 작업이 원활하게 이루어 질 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘판금 제관 작업 안전관리’ 영역에서는 현장 사례와 토의 및 다양한 멀티미디어 자료를 활용하여 산업 현장에서의 안전관리의 중요성을 인식할 수 있도록 지도한다.
- 바. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 사. 판금 제관 직무와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상시킬 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무능력을 기른다.
- 2) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 3) 실기 평가에서 최종 산출된 제품의 평가뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가로는 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고 완성된 과제물은 실기 평가 기준에 따라 항목별로 평가하도록 한다.
- 4) ‘판금 제관 작업계획 수립’ 영역에서는 도면의 검토, 재료선택 및 작업공정도의 작성 능력을 평가한다.
- 5) ‘판금 제관 현도작업’ 영역에서는 투상도와 전개도를 완성 능력과 판뜨기 작업 능력을 평가한다.
- 6) ‘판금 제관 절단작업’ 영역에서는 수공구, 가스절단기구, 동력기계, CNC 장비를 이용한 판재 절단 작업 능력을 평가한다.
- 7) ‘판금 제관 성형작업’ 영역에서는 수공구, 수동기계, 자동기계를 사용한 각종 성형 작업 능력을 평가한다.
- 8) ‘판금 제관 조립작업’ 영역에서는 심, 용접, 나사, 리벳을 이용한 제품의 결합 및 조립 능력을 평가한다.
- 9) ‘판금 제관 제품검사’ 영역에서는 완성된 제품에 대하여 형상 확인과 부품간의 상호 맞춤상태의 검사 능력을 평가한다.
- 10) ‘판금 제관 설비 관리’ 영역에서는 최상의 설비능력을 유지하기 위한 설비점검기준 작성 능력과 설비 관리매뉴얼에 따라 설비를 관리 할 수 있는 능력을 평가한다.
- 11) ‘판금 제관 작업장 정리’ 영역에서는 각종 수공구, 자재를 상태 별로 관리하고 작업현장 정리 및 청결 유지 작업의 정도를 평가한다.
- 12) ‘판금 제관 작업안전관리’ 영역에서는 사전에 판금 제관작업 안전수칙을 파악하고 있는지와 사고 예방 활동 및 긴급구호 활동 능력을 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
관금 제관 작업계획 수립	관금 제관 작업을 실시하기 전에 도면의 검토, 재료선택 및 작업공정도를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 작성할 수 있다.	관금 제관 작업을 실시하기 전에 도면의 검토, 재료선택 및 작업공정도를 다른 사람에게 설명하면서 작성할 수 있다.	관금 제관 작업을 실시하기 전에 도면의 검토, 재료선택 및 작업공정도를 작성할 수 있다.
관금 제관 현도작업	주어진 도면에 따라 투상도와 전개도를 완성하고 판뜨기 작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	주어진 도면에 따라 투상도와 전개도를 완성하고 판뜨기 작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	주어진 도면에 따라 투상도와 전개도를 완성하고 판뜨기 작업을 할 수 있다.
관금 제관 절단작업	수공구, 가스절단기구, 동력기계, CNC 장비를 이용하여 판재 절단 작업을 아주 정확하게 할 수 있다.	수공구, 가스절단기구, 동력기계, CNC 장비를 이용하여 판재 절단 작업을 정확하게 할 수 있다.	수공구, 가스절단기구, 동력기계, CNC 장비를 이용하여 판재 절단 작업을 할 수 있다.
관금 제관 성형작업	관금 제관용 수공구, 수동기계, 자동기계를 사용하여 접고, 굽히는 작업을 하고 주어진 도면대로 모양을 만드는 작업을 아주 정확하게 할 수 있다.	관금 제관용 수공구, 수동기계, 자동기계를 사용하여 접고, 굽히는 작업을 하고 주어진 도면대로 모양을 만드는 작업을 정확하게 할 수 있다.	관금 제관용 수공구, 수동기계, 자동기계를 사용하여 접고, 굽히는 작업을 하고 주어진 도면대로 모양을 만들 수 있다.
관금 제관 조립작업	관금 제관 부품들을 심, 용접, 나사, 리벳을 이용하여 제품을 결합하고 조립 하는 작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	관금 제관 부품들을 심, 용접, 나사, 리벳을 이용하여 제품을 결합하고 조립하는 작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	관금 제관 부품들을 심, 용접, 나사, 리벳을 이용하여 제품을 결합하고 조립할 수 있다.
관금 제관 제품검사	주어진 도면과 사양에 따라 완성된 제품에 대하여 형상 확인과 부품간의 상호 맞춤상태 검사를 아주 정확하게 실시할 수 있다.	주어진 도면과 사양에 따라 완성된 제품에 대하여 형상 확인과 부품간의 상호 맞춤상태 검사를 정확하게 실시할 수 있다.	주어진 도면과 사양에 따라 완성된 제품에 대하여 형상 확인과 부품간의 상호 맞춤상태를 검사할 수 있다.
관금 제관 설비 관리	제품의 생산에 최상의 설비능력을 유지하기 위하여 설비점검기준을 만들고, 설비 관리매뉴얼에 따라 설비 관리를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	제품의 생산에 최상의 설비능력을 유지하기 위하여 설비점검기준을 만들고, 설비 관리매뉴얼에 따라 설비 관리를 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	제품의 생산에 최상의 설비능력을 유지하기 위하여 설비점검기준을 만들고, 설비 관리매뉴얼에 따라 설비를 관리 할 수 있다.
관금 제관 작업장 정리	작업 완료 후 각종 수공구, 자재를 상태 별로 관리하고 작업현장 정리 및 청결 유지 작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	작업 완료 후 각종 수공구, 자재를 상태 별로 관리하고 작업현장 정리 및 청결 유지 작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	작업 완료 후 각종 수공구, 자재를 상태 별로 관리하고 작업현장 정리 및 청결 유지 작업을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
판금 제관 작업 안전관리	안전한 판금 제관 작업을 위하여 사전에 판금 제관작업 안전수칙을 파악하고 판금 제관작업장 주변정 리 상태, 판금 제관 안전관리 업무 와 사고 예방 및 긴급구호 활동을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	안전한 판금 제관 작업을 위하여 사전에 판금 제관작업 안전수칙을 파악하고 판금 제관작업장 주변정 리 상태, 판금 제관 안전관리 업무 와 사고 예방 및 긴급구호 활동을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	안전한 판금 제관 작업을 위하여 사전에 판금 제관작업 안전수칙을 파악하고 판금 제관작업장 주변정 리 상태, 판금 제관 안전관리 업무 와 사고 예방 및 긴급구호 활동을 할 수 있다.

[실무 과목]

21. 배관

1. 성격 및 목표

가. 성격

배관은 안전한 물 이용과 위생적인 생활환경을 위하여 시작된 상수도에서 시작하여 18세기 산업혁명을 거치면서 다양한 산업 발전과 함께 가스, 해수담수화 등의 수처리플랜트, 화학플랜트 등에서 공정간 유체이송 등에 중요한 기능을 하고 있다.

배관이란 기체, 액체, 고체 또는 그 혼합물을 관(pipe)과 부속품을 이용하여 일정 장소에서 원하는 위치까지 기밀을 유지하여 원활히 이동시키는 계통(system)을 의미 하며, 배관재료와 부속품을 사용하여 생산설비, 위생설비, 난방설비 등에 필요한 냉온수관, 가스관, 배수관, 통기관 등을 설치하는 작업이다.

나. 목표

각종 기계 및 플랜트 산업의 배관 작업과 건축물의 실내 환경과 기능을 향상시키기 위해서 설치하는 급수, 오배수, 냉방, 난방, 환기, 공기조화 등 건축설비를 위한 복합적인 시공 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘배관’ 과목은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키고, 산업 현장의 산업 설비 분야에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
설계도서 검토 (1403030201_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 설계도서 검토하기
자재검토 (1403030203_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 자재특성별 적합성 검토하기 • 자재수급 검토하기 • 자재검수기준 작성하기 • 공구류 사용지침서 검토하기
관련법규 검토 (1403030204_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 관련법규 검토하기
장비설치공사 (1403030205_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 냉방설비 시공하기 • 난방설비 시공하기 • 반송설비 시공하기 • 탱크장비류설비 시공하기
설비배관공사 (1403030206_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 공조배관 시공하기 • 급수배관 시공하기 • 배수·통기배관 시공하기
설비덕트공사 (1403030207_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 공조덕트 시공하기 • 환기설비 시공하기 • 공조기기 시공하기
특수설비공사 (1403030208_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 가스설비 시공하기 • 클린룸 시공하기 • 에너지절약장치 시공하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 설계도서 검토

가) 설계도서 검토하기

- 설계 설명서와 건축설계도서를 검토하여 건축 설계의도를 파악하고 프로젝트의 대강을 설명할 수 있다.
- 기계설비부문의 설계도서를 검토하여 설계의도를 파악하고, 전체시스템은 설계지침에 부합하는지 설계내용에 오류가 없는지를 판단하여 설계검토서를 작성할 수 있다.
- 설계도서 상호간의 모순되는 사항, 현장 실정과 부합여부를 파악하여 공법개선과 예산절감방안을 제시할 수 있다.
- 기계설비부문과 연관되는 타 부문의 설계도서를 종합적으로 검토하여 타 공정과의 간섭여부와 시공상 예상되는 문제점을 사전에 파악하여 대처할 수 있다.

2) 자재검토

가) 자재특성별 적합성 검토하기

- 주요 기자재에 대하여 관련법규와 표준규격, 설계도서와의 적합여부를 검토할 수 있다.
- 주요 기자재에 대하여 현장시공 가능성 여부를 파악할 수 있다.
- 승인자재의 품질 관리시험을 실시하여 자재 적합여부를 판단할 수 있다.
- 해당공사 투입자재의 특성을 검토하여 자재선정의 오류를 사전에 조사할 수 있다.
- 특이자재에 대한 품질 관리 항목을 점검하여 오류를 예방할 수 있다.
- 동일품목의 품질에 대한 비교 검토서를 작성하여 최적의 자재를 선택할 수 있다.

나) 자재수급 검토하기

- 자재수급계획서를 작성하여 자재수급에 따른 공정지연이 발생되지 않도록 관리할 수 있다.
- 자재 수불 대장을 활용하여 자재투입현황을 파악하고 원가를 관리할 수 있다.
- 자재 공급시장의 동향을 파악하여 업체 또는 대체 자재사용 등 자재수급대책을 수립할 수 있다.
- 투입자재에 대한 단가를 조사하여 원가관리와 자금계획을 수립할 수 있다.
- 제품과 특수자재에 대한 자재수급 일정을 조사하여 공정관리를 수행할 수 있다.
- 자재수급 일정표에 의해 보관장소를 확보하여 품질 관리와 공사관리를 수행할 수 있다.

다) 자재검수기준 작성하기

- 자재 종류별 품질기준을 당해공사 설계시방과 KS규격에 명시된 사항을 기준으로 작성할 수 있다.
- 관련법규 시험기준과 시방서와 내역서를 보고 재료별 시험기준을 확인하여 기준서를 작성하고 재료의 검수체크리스트를 정하여 검수기준표를 작성할 수 있다.
- 자재검수기준을 활용하여 품질시험을 실시하고 재료의 적정성 여부를 판단할 수 있다.
- 자재검수기준으로 자재가 적기에 현장에 반입 설치되도록 검사체크리스트 항목에 따라 검수할 수 있다.

라) 공구류 사용지침서 검토하기

- 공구류 사용계획서와 보관계획서를 작성할 수 있다.
- 공사내용을 확인하여 필요한 공구류 리스트를 작성할 수 있다.
- 현장여건을 감안하여 필요한 공구류 리스트를 보고 사용지침서를 작성할 수 있다.

3) 관련법규 검토

가) 관련법규 검토하기

- 설계도서 내용이 관련법규와 부합되는지 여부를 검토할 수 있다.
- 현장시공 여건이 관련법규에 위배 또는 미흡한 경우, 그 원인을 규명하여 개선대책을 수립할 수 있다.
- 전체공정에 대하여 관련법규 적용을 파악하고 공사를 추진할 수 있다.
- 관련법규 검토를 통하여 준공 후 유지·관리에 영향을 줄 수 있는 사항을 발체할 수 있다.

4) 장비설치공사

가) 냉방설비 시공하기

- 설치할 냉방설비의 특성을 파악할 수 있다.
- 냉방설비 설치장소의 여건을 파악할 수 있다.
- 냉방설비의 반입계획을 수립할 수 있다.
- 냉방설비 설치에 따른 공정계획을 수립할 수 있다.
- 냉방설비 설치 시 주변장치와의 연결관계에 대한 설계의 적합성을 검토할 수 있다.
- 냉방설비를 도면대로 설치할 수 있다.
- 발주처의 요청, 현장과의 불일치, 품질향상에 따른 설계변경 요청 시 관련서류와 현장의 타당성을 검토하여 설계변경을 할 수 있다.

나) 난방설비 시공하기

- 난방방식의 특성과 시공법을 확인하고 난방설비의 설계도서를 파악할 수 있다.
- 난방설비 설치에 따른 공정계획을 수립할 수 있다.
- 난방설비공사에 대해 적산할 수 있다.
- 난방설비를 설계도서대로 설치하고 배관, 용접, 기밀시험, 보온 시공 등을 할 수 있다.
- 난방설비설치에 따른 설계의 적합성을 검토할 수 있다.
- 발주처의 요청, 현장과의 불일치, 품질향상에 따른 설계변경 요청 시 관련서류와 현장의 타당성을 검토하여 설계변경을 할 수 있다.

다) 반송설비 시공하기

- 펌프와 송풍기와 같은 반송설비의 배관재료, 시공법을 파악할 수 있다.
- 반송설비 설계도서를 파악하고 반송설비 설치를 위한 공정계획을 수립할 수 있다.
- 반송설비공사에 대하여 적산할 수 있다.

- 반송설비를 설계도서대로 설치하고 배관, 용접, 기밀시험, 보온 시공 등을 할 수 있다.
- 반송설비설치를 위한 설계의 적합성을 검토할 수 있다.
- 발주처의 요청, 현장과의 불일치, 품질향상에 따른 설계변경 요청 시 관련서류와 현장의 타당성을 검토하여 설계변경을 할 수 있다.

라) 탱크장비류설비 시공하기

- 탱크장비류를 파악하고, 재료와 시공법을 파악할 수 있다.
- 탱크장비류의 설계도서를 파악하고, 설치를 위한 공정계획을 수립할 수 있다.
- 탱크장비류 공사에 대하여 적산할 수 있다.
- 탱크장비류를 설계도서대로 설치하고 배관, 용접, 기밀시험, 보온 시공 등을 할 수 있다.
- 탱크장비류 설치를 위한 설계의 적합성을 검토할 수 있다.
- 발주처의 요청, 현장과의 불일치, 품질향상에 따른 설계변경 요청 시 관련서류와 현장의 타당성을 검토하여 설계변경을 할 수 있다.

5) 설비배관공사

가) 공조배관 시공하기

- 공조배관설비의 설계도서를 파악하고 공조배관의 설치계획을 수립할 수 있다.
- 배관의 자재물량과 인건비 등을 산출할 수 있다.
- 배관재료와 부속품 및 공구 등을 준비할 수 있다.
- 배관 및 용접, 기밀시험, 보온 등을 할 수 있다.
- 공조배관 설치를 위한 설계의 적합성을 검토할 수 있다.
- 발주처의 요청, 현장과의 불일치, 품질향상에 따른 설계변경 요청 시 관련서류와 현장의 타당성을 검토하여 설계변경을 할 수 있다.

나) 급수배관 시공하기

- 급수설비의 급수방식과 배관방식을 파악하고 설치계획을 수립할 수 있다.
- 급수설비의 배관재료, 시공법을 파악할 수 있다.
- 급수설비의 설계도서를 파악할 수 있다.
- 급수설비공사에 대하여 적산할 수 있다.
- 급수탱크, 펌프, 배관 등을 설계도서대로 설치하고 배관, 용접, 기밀시험, 보온 시공 등을 할 수 있다.
- 급수설비설치에 따른 설계의 적합성을 검토할 수 있다.
- 발주처의 요청, 현장과의 불일치, 품질향상에 따른 설계변경 요청 시 관련서류와 현장의 타당성을 검토하여 설계변경을 할 수 있다.

다) 배수·통기배관 시공하기

- 배수·통기설비 방식을 파악하고 설치계획을 수립할 수 있다.
- 배수·통기설비의 설계도서를 파악할 수 있다.
- 배수·통기설비 공사에 대하여 적산할 수 있다.
- 배수·통기설비를 설계도서대로 설치하고 배관, 기밀시험, 보온 시공 등을 할 수 있다.
- 배수·통기설비설치에 따른 설계의 적합성을 검토할 수 있다.
- 발주처의 요청, 현장과의 불일치, 품질향상에 따른 설계변경 요청 시 관련서류와 현장의 타당성을 검토하여 설계변경을 할 수 있다.

6) 설비덕트공사

가) 공조덕트 시공하기

- 덕트설비의 설계도서를 파악하고 설치계획을 수립할 수 있다.
- 덕트의 자재물량과 인건비 등을 산출할 수 있다.
- 덕트의 재료와 부속품, 공구 등을 준비할 수 있다.
- 덕트의 제작, 설치, 지지, 보온 시공 등을 할 수 있다.
- 덕트설비 설치에 따른 설계의 적합성을 검토할 수 있다.
- 발주처의 요청, 현장과의 불일치, 품질향상에 따른 설계변경 요청 시 관련서류와 현장의 타당성을 검토하여 설계변경을 할 수 있다.

나) 환기설비 시공하기

- 환기설비의 설계도서를 파악하고 설치계획을 수립할 수 있다.
- 자재물량과 인건비 등을 산출할 수 있다.
- 재료와 부속품, 공구 등을 준비할 수 있다.
- 송풍기 설치, 덕트지지, 보온 시공 등을 할 수 있다.
- 환기설비의 설치에 따른 설계의 적합성을 검토할 수 있다.
- 발주처의 요청, 현장과의 불일치, 품질향상에 따른 설계변경 요청 시 관련서류와 현장의 타당성을 검토하여 설계변경을 할 수 있다.

다) 공조기기 시공하기

- 공조기기의 특성을 파악하고 설치장소의 여건을 파악할 수 있다.
- 공조기기의 설치와 반입계획을 수립할 수 있다.
- 공조기기 설치 시 주변장치와의 연결관계에 대한 설계의 적합성을 검토할 수 있다.
- 공조기기를 도면대로 설치하고 설계의 적합성을 검토할 수 있다.
- 발주처의 요청, 현장과의 불일치, 품질향상에 따른 설계변경 요청 시 관련서류와 현장의 타당성을 검토하여 설계변경을 할 수 있다.

7) 특수설비공사

가) 가스설비 시공하기

- 사용하는 가스의 특성을 확인하고 공급설비방식과 배관방식을 파악할 수 있다.
- 가스설비의 설계도서를 파악하고 설치계획을 수립할 수 있다.
- 가스설비의 배관재료, 시공법을 파악할 수 있다.
- 가스설비공사에 대하여 적산할 수 있다.
- 가스배관을 설계도서대로 설치하고 배관, 용접, 기밀시험, 보온 시공 등을 할 수 있다.
- 가스설비설치에 따른 설계의 적합성을 검토할 수 있다.
- 발주처의 요청, 현장과의 불일치, 품질향상에 따른 설계변경 요청 시 관련서류와 현장의 타당성을 검토하여 설계변경을 할 수 있다.

나) 클린룸 시공하기

- 클린룸설비의 특성과 구성을 확인하고 설계도서를 파악할 수 있다.
- 클린룸설비의 설비계획을 수립할 수 있다.
- 장비 설치현장의 여건을 파악하고 현장 반입계획을 수립할 수 있다.
- 주변장치와의 연결에 대한 설계의 적합성을 검토할 수 있다.
- 클린룸을 도면대로 설치할 수 있다.
- 발주처의 요청, 현장과의 불일치, 품질향상에 따른 설계변경 요청 시 관련서류와 현장의 타당성을 검토하여 설계변경을 할 수 있다.

다) 에너지절약장치 시공하기

- 에너지절약장치의 특성을 확인하고 현장 설치여건을 파악할 수 있다.
- 에너지절약장치의 설계도서를 파악하여 설치에 따른 공정계획을 수립할 수 있다.
- 에너지절약장치 공사에 대하여 적산할 수 있다.
- 에너지절약장치를 설계도서대로 설치하고 설계의 적합성을 검토할 수 있다.
- 발주처의 요청, 현장과의 불일치, 품질향상에 따른 설계변경 요청 시 관련서류와 현장의 타당성을 검토하여 설계변경을 할 수 있다.

3. 교수·학습

가. 모든 영역에서 실험·실습 등 실무 능력과 연계된 학습을 위해 각종 배관 설비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다. 실습 설비가 부족하거나 단위 시간과의 문제가

- 있으면 조별 실습, 순환 실습 등을 통하여 실습 장비 가동률을 높이고 학생들의 실습 시간을 확보하는 방안을 강구하도록 한다.
- 나. ‘설계도서검토’ 영역에서는 현장견학, 토의 및 협동 학습을 통하여 설계도면, 부하계산서, 시방서와 내역서, 설계도서의 시공성을 검토하고 건축설비 시공의 타당성을 이해할 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘자재검토’ 영역에서는 현장견학, 토의 및 협동 학습을 통하여 자재 특성별 적합성, 자재수급, 자재검수기준, 공구류 사용지침서를 이해시켜 현장에 배치할 수 있는 능력을 키우도록 지도한다.
- 라. ‘관련 법규 검토’ 영역에서는 현장견학, 도서관 등을 이용한 자료조사, 협동학습을 통하여 해당현장의 적합성, 세부내용 파악, 인허가업무를 파악하는 목적을 이해할 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘장비설치공사’, ‘설비배관공사’ ‘설비덕트공사’ ‘특수설비공사’ 영역에서는 현장견학, 프로젝트 실습 등을 통해 공구 및 장비의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 작업이 원활하게 이루어 질 수 있도록 지도한다.
- 바. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 사. 배관 직무와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상시킬 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무능력을 기른다.
- 2) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 3) 실기 평가에서 최종 산출된 제품의 평가뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가로는 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고 완성된 과제물은 실기 평가 기준에 따라 항목별로 평가하도록 한다.
- 4) ‘설계도서검토’ 영역에서는 설계도면, 부하계산서, 시방서와 내역서, 설계도서의 시공성 검토 능력과 건축설비 시공 타당성 파악 능력을 평가한다.

- 5) ‘자재검토’ 영역에서는 자재 특성별 적합성, 자재수급, 자재검수기준, 공구류 사용지침서 검토 능력을 평가하고, 자재의 선정, 승인 후 현장에 배치할 수 있는 능력을 평가한다.
- 6) ‘관련 법규 검토’ 영역에서는 공사 관리를 위한 해당현장의 적합성, 세부내용 파악, 인허가 업무를 파악하는 목적의 이해 정도를 평가한다.
- 7) ‘장비설치공사’ 영역에서는 냉방설비, 난방설비, 반송설비, 탱크장비류, 기타 장비설치공사를 실시할 수 있는 능력을 평가한다.
- 8) ‘설비배관공사’ 영역에서는 공조배관, 급수배관, 배수통기배관, 기타 설비배관 부문의 공사를 실시할 수 있는 능력을 평가한다.
- 9) ‘설비덕트공사’ 영역에서는 공조덕트, 환기설비, 공조장비, 기타 설비덕트 부문의 공사를 실시할 수 있는 능력을 평가한다.
- 10) ‘특수설비공사’ 영역에서는 가스설비, 클린룸, 에너지절약장치, 기타 특수설비 부문의 공사를 실시할 수 있는 능력을 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
설계도서 검토	설계도면, 부하계산서, 시방서와 내역서, 설계도서의 시공성을 검토하여 건축설비 시공의 타당성을 파악하는 이유를 아주 정확하게 설명할 수 있다.	설계도면, 부하계산서, 시방서와 내역서, 설계도서의 시공성을 검토하여 건축설비 시공의 타당성을 파악하는 이유를 정확하게 설명할 수 있다.	설계도면, 부하계산서, 시방서와 내역서, 설계도서의 시공성을 검토하여 건축설비 시공의 타당성을 파악하는 이유를 설명할 수 있다.
자재검토	자재 특성별 적합성, 자재수급, 자재 검수기준, 공구류 사용지침서를 검토하여 자재를 선정, 승인 후 현장에 아주 정확하게 배치할 수 있다.	자재 특성별 적합성, 자재수급, 자재검수기준, 공구류 사용지침서를 검토하여 자재를 선정, 승인 후 현장에 정확하게 배치할 수 있다.	자재 특성별 적합성, 자재수급, 자재검수기준, 공구류 사용지침서를 검토하여 자재를 선정, 승인 후 현장에 배치할 수 있다.
관련 법규 검토	공사 관리를 위해서 해당현장의 적합성, 세부내용 파악, 인허가업무를 파악하는 목적을 새로운 예를 들어 설명할 수 있다.	공사 관리를 위해서 해당현장의 적합성, 세부내용 파악, 인허가업무를 파악하는 목적을 이해하고 설명할 수 있다.	공사 관리를 위해서 해당현장의 적합성, 세부내용 파악, 인허가업무를 파악하는 목적을 이해할 수 있다.
장비설치 공사	냉방설비, 난방설비, 반송설비, 탱크 장비류, 기타 장비설치공사를 아주 정확하게 실시할 수 있다.	냉방설비, 난방설비, 반송설비, 탱크장비류, 기타 장비설치공사를 정확하게 실시할 수 있다.	냉방설비, 난방설비, 반송설비, 탱크장비류, 기타 장비설치공사를 실시할 수 있다.
설비배관 공사	공조배관, 급수배관, 배수통기배관, 기타 설비배관 부문의 공사를 아주 정확하게 실시할 수 있다.	공조배관, 급수배관, 배수통기배관, 기타 설비배관 부문의 공사를 정확하게 실시할 수 있다.	공조배관, 급수배관, 배수통기배관, 기타 설비배관 부문의 공사를 실시할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
설비덕트 공사	공조덕트, 환기설비, 공조장비, 기타 설비덕트 부문의 공사를 아주 정확하게 실시할 수 있다.	공조덕트, 환기설비, 공조장비, 기타 설비덕트 부문의 공사를 정확하게 실시할 수 있다.	공조덕트, 환기설비, 공조장비, 기타 설비덕트 부문의 공사를 실시할 수 있다.
특수설비 공사	가스설비, 클린룸, 에너지절약장치, 기타 특수설비 부문의 공사를 아주 정확하게 실시할 수 있다.	가스설비, 클린룸, 에너지절약장치, 기타 특수설비 부문의 공사를 정확하게 실시할 수 있다.	가스설비, 클린룸, 에너지절약장치, 기타 특수설비 부문의 공사를 실시할 수 있다.

22. 피복 아크 용접

1. 성격 및 목표

가. 성격

용접은 우리나라 산업의 근간을 이루는 뿌리산업으로, 제조업 전반에 걸쳐 기반 역할을 하고 있으며, 타 산업과의 연계성이 높아, 최종 제품의 품질과 성능을 결정하는 중요한 생산기반기술로 부각되고 있으며, 첨단 산업의 경쟁력 강화에도 기여도가 큰 산업이다.

뿌리산업은 미래 첨단기술을 뒷받침하는 중추적 역할을 담당할 것으로, 제조업 경쟁력 강화 및 일자리 창출을 위한 중요 산업으로 육성 발시켜 나가야할 산업이다.

이 교과는 피복 아크 용접에 대한 기초 지식과 기술을 습득시켜, 구조물을 제작·설치 및 보수를 하거나 압력 용기 등의 제작과 기계 설비 시스템을 구성하고 설치·보수하는 능력을 기르기 위한 것으로 이수해야 할 내용은 용접절차사양서(WPS) 검토, 용접재료 종류와 적용, 용접기의 특성 및 조립 설치, 용접준비 및 안전사항, 본용접, 용접검사 및 용접기록에 요구되는 능력 등이다.

나. 목표

주어진 도면에 따른 용접절차사양서(WPS) 검토, 용접재료 종류와 적용, 용접기의 특성 및 조립 설치, 용접준비 및 안전사항, 본용접, 용접검사 및 용접기록에 요구되는 능력 등을 활용하여 기계, 조선, 차량, 플랜트, 교량 등 산업체에 전반적으로 적용할 수 있는 용접작업 수행능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘피복 아크 용접’ 과목은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키고, 산업 현장의 산업 설비 분야에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
피복 아크 용접 작업안전보건관리 (1601050101_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접작업 안전수칙 파악하기 • 용접작업장 주변정리 상태 점검하기 • 용접 안전보호구 점검하기 • 안전 점검하기 • 물질안전보건자료 점검하기
피복 아크 용접 도면해독 (1601050102_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접기호 확인하기 • 도면 파악하기 • 용접절차사양서 파악하기
피복 아크 용접 재료준비 (1601050103_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 모재 준비하기 • 용접봉 준비하기 • 용접치공구 준비하기
피복 아크 용접 장비준비 (1601050104_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접장비 설치하기 • 용접설비 점검하기 • 환기장치 설치하기
피복 아크 용접 가용접 작업 (1601050105_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 모재치수 확인하기 • 용접부 이음형상 확인하기 • 용접부 가용접하기
피복 아크 용접 본용접 작업 (1601050106_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접조건 설정하기 • 용접부 온도관리 • 용접부 본용접하기
피복 아크 용접부 검사 (1601050107_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접 전 검사하기 • 용접 중 검사하기 • 용접 후 검사하기
피복 아크 용접 결함부 보수용접 작업 (1601050108_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접부 결함 확인하기 • 보수기준 확인하기 • 용접결함 보수하기
피복 아크 용접 작업 후 정리·정돈 (1601050109_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 전원차단하기 • 용접작업장 정리·정돈하기 • 용접작업후 안전점검하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 피복 아크 용접 작업안전보건관리

가) 용접작업 안전수칙 준수하기

- 산업안전보건법에 따라 용접작업의 안전수칙을 준수할 수 있다.
- 산업안전보건법에 따라 안전보호구를 준비하고 착용할 수 있다.
- 안전사고 행동 요령에 따라 사고 시 행동에 대비할 수 있다.
- 용접장비의 안전수칙을 숙지하여 장비에 의한 사고에 대비할 수 있다.

나) 용접작업장 주변정리 상태 점검하기

- 화재예방을 위해 용접작업장 주변에 인화물질을 점검하고 소화용 장비를 준비할 수 있다.
- 용접작업 시 추락 방지와 낙화물에 의한 사고를 예방하기 위하여 작업장 주변을 점검할 수 있다.
- 용접작업장 청결을 위해 주변을 깨끗이 정리·정돈 할 수 있다.
- 용접작업장의 환기를 위해 환기시설을 확인하고 설치, 조작할 수 있다.

다) 용접 안전보호구 점검하기

- 안전을 위하여 보호구 선택 시 유의사항을 파악할 수 있다.
- 안전수칙에 규정된 보호구 구비조건을 파악하고 사용할 수 있다.
- 안전보호구의 특징을 알고 이를 선택 착용할 수 있다.

라) 안전 점검하기

- 용접 작업 전 전원장치 및 부속설비 등의 상태를 점검 할 수 있다.
- 용접작업 전 용접기 전원스위치(on, off) 상태를 점검할 수 있다.
- 용접작업 전 용접기 접지상태를 점검할 수 있다.
- 용접 작업 전 전격방지기의 작동 여부를 확인할 수 있다.
- 용접 작업 전 용접케이블의 절연여부를 점검하고 보수할 수 있다.

마) 물질안전보건자료 점검하기

- 모재의 특징을 점검하고 적합한 조치를 할 수 있다.
- 용접봉 심선의 특징을 점검하고 적합한 조치를 할 수 있다.
- 피복재의 특징을 점검하고 적합한 조치를 할 수 있다.

2) 피복 아크 용접 도면해독

가) 용접기호 확인하기

- 용접자세를 지시하는 용접 기본기호를 구별할 수 있다.
- 용접이음, 그루브의 형상을 지시하는 용접 기본기호를 구별할 수 있다.
- 가공 상태를 지시하는 용접 보조기호의 의미를 구별할 수 있다.

나) 도면 파악하기

- 제작도면을 해독하여 도면에 표기된 용접자세, 용접이음, 그루브의 형상 등을 파악할 수 있다.
- 제작도면에 표기된 용접에 필요한 기본 요구 사항 등을 파악할 수 있다.
- 제작도면을 해독하여 용접구조물 형상을 파악할 수 있다.

다) 용접절차사양서 파악하기

- 용접절차사양서에서 용접 일반에 관한 특정 사항 등을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 이음의 형상을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 용접방법에 대하여 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 용접조건을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 용접 후처리 방법에 대하여 파악할 수 있다.

3) 피복 아크 용접 재료준비

가) 모재 준비하기

- 용접구조물의 사용성능에 맞는 모재를 선택할 수 있다.
- 요구하는 용접강도 및 모재 두께에 알맞은 그루브형상을 가공할 수 있다.
- 요구하는 이음형상으로 모재를 배치할 수 있다.
- 작업에 사용할 모재를 청결하게 유지할 수 있다.

나) 용접봉 준비하기

- 용접절차사양서에 따라 모재의 화학성분, 기계적성질에 적합한 용접봉을 선택할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 모재의 두께, 이음 형상에 적합한 용접봉을 선택할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접성, 작업성에 적합한 용접봉을 선택할 수 있다.
- 용접봉 피복제 종류에 따른 적정 건조온도와 시간을 관리할 수 있다.

다) 용접치공구 준비하기

- 용접치공구의 특성을 알고 다룰 수 있다.

- 용접포지셔너의 특성을 알고 적용할 수 있다.
- 용접구조물 형태에 따른 치공구 특성을 알고 배치할 수 있다.
- 용접변형에 따른 역변형과 고정력을 치공구에 반영할 수 있다.

4) 피복 아크 용접 장비준비

가) 용접장비 설치하기

- 작업 전 용접기 설치장소의 이상 유무를 확인할 수 있다.
- 용접기의 각부 명칭을 알고 조작할 수 있다.
- 용접기의 부속장치를 조립할 수 있다.
- 용접기에 전원 케이블과 접지 케이블을 연결할 수 있다.
- 용접용 치공구를 정리·정돈 할 수 있다.

나) 용접설비 점검하기

- 아크를 발생시켜 용접기의 이상 유무를 확인할 수 있다.
- 전격방지기의 용도를 알고 이상 유무를 확인할 수 있다.
- 용접봉 건조기의 용도를 알고 이상 유무를 확인할 수 있다.
- 환풍기의 용도를 알고 이상 유무를 확인할 수 있다.
- 용접포지셔너의 용도를 알고 이상 유무를 확인할 수 있다.
- 용접설비가 작업여건에 맞게 배치되었는지를 확인할 수 있다.

다) 환기장치 설치하기

- 환풍기의 종류를 알고 작업여건에 따라 선택할 수 있다.
- 작업환경에 따라 환기방향을 선택하고 환기량을 조절할 수 있다.
- 작업장의 환기시설을 조작하고 이상 유무를 확인할 수 있다.
- 이동용 환풍기를 설치할 때 이상 유무를 확인할 수 있다.

5) 피복 아크 용접 가용접 작업

가) 모재치수 확인하기

- 도면에 따라 용접조건에 맞는 모재의 재질을 확인할 수 있다.
- 도면에 따라 용접조건에 맞는 모재의 치수를 확인할 수 있다.
- 도면에 따라 길이 및 각도 측정용 공구 등을 사용하여 치수를 측정할 수 있다.

나) 용접부 이음형상 확인하기

- 도면에 따라 이음형상이 조립되어 있는지 확인할 수 있다.

- 이음형상에 따라 치공구를 배치할 수 있다.
- 조립부의 치수가 도면과 일치하는 지 확인할 수 있다.

다) 용접부 가용접하기

- 도면에 따라 용접구조물 조립을 위한 순서를 파악할 수 있다.
- 도면에 따라 용접구조물의 이음 형상에 적합한 가용접 위치 및 길이를 파악할 수 있다.
- 도면에 따라 용접구조물의 응력 집중부를 피하여 가용접 작업을 수행할 수 있다.
- 도면에 따라 용접구조물이 변형되지 않도록 가용접 작업을 수행할 수 있다.

6) 피복 아크 용접 본용접 작업

가) 용접조건 설정하기

- 용접절차사양서에 따라 피복 아크 용접을 실시할 모재의 특성, 두께, 이음의 형상을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접전류를 설정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 적합한 용접기의 작업기준을 설정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접작업표준을 설정할 수 있다.

나) 용접부 온도관리

- 용접부 형상과 모재의 종류에 따른 예열 기구를 이해하고 적용할 수 있다.
- 용접절차사양서에 규정된 예열 온도를 준수하여 용접부를 예열할 수 있다.
- 다층용접인 경우에는 용접절차사양서에 규정된 층간 온도를 준수하여 용접작업을 할 수 있다.

다) 용접부 본용접하기

- 용접절차사양서에 따라 용접기의 종류를 선정하고 용접조건을 설정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접작업을 수행할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접 전후 처리를 할 수 있다.

7) 피복 아크 용접부 검사

가) 용접 전 검사하기

- 모재의 재질 및 용접조건을 확인할 수 있다.
- 용접이음과 그루브의 형상 상태를 확인할 수 있다.
- 용접부 모재의 청결 상태를 확인할 수 있다.
- 용접구조물의 가용접 상태를 확인할 수 있다.

나) 용접 중 검사하기

- 용접부의 변형 상태를 확인할 수 있다.
- 용접부의 외관 결함여부를 확인할 수 있다.
- 용접부 용착 상태를 확인할 수 있다.

다) 용접 후 검사하기

- 용접부 외관검사를 할 수 있다.
- 용접부 잔류응력, 내부응력을 확인할 수 있다.
- 용접부 비파괴 검사를 실시할 수 있다.

8) 피복 아크 용접 결함부 보수용접 작업

가) 용접부 결함 확인하기

- 치수상 결함여부를 확인할 수 있다.
- 용접형상, 오버랩, 언더컷, 용접균열 등의 여부를 확인할 수 있다.
- 용접부의 기계적 성질을 확인할 수 있다.

나) 보수기준 확인하기

- 규격(KS, ASME, AWS 등) 의한 결함 판정기준을 파악할 수 있다.
- 기공, 슬래그혼입, 언더컷 등에 대한 보수용접 기준을 파악 할 수 있다.
- 확인한 용접결함에 대해 보수기준을 적용하여 보수작업 진행 여부를 결정할 수 있다.

다) 용접결함 보수하기

- 확인된 용접결함부의 제거를 실시한 후 보수 용접작업을 수행할 수 있다.
- 보수 용접작업을 수행한 용접부에 후처리를 실시할 수 있다.
- 후처리까지 마친 용접부에 비파괴 검사를 실시하여 결함 보수 완료 여부를 확인할 수 있다.

9) 피복 아크 용접 작업 후 정리·정돈

가) 전원 차단하기

- 용접기 본체의 전원스위치를 차단할 수 있다.
- 용접설비 기기의 전원을 차단할 수 있다.
- 배기환기시설의 전원을 차단할 수 있다.
- 용접작업장에 공급되는 전체 전원을 차단할 수 있다.

나) 용접작업장 정리·정돈하기

- 용접케이블을 안전하게 정리·정돈 할 수 있다.
- 용접작업 시 사용한 전기기기를 안전하게 정리·정돈 할 수 있다.
- 용접작업 후 잔여 재료를 구분하여 정리·정돈 할 수 있다.
- 용접용 치공구를 정리·정돈 할 수 있다.
- 용접작업 시 사용한 안전보호구를 종류별로 정리·정돈 할 수 있다.
- 용접작업장의 작업안전을 위해서 항상 청결하게 정리·정돈 할 수 있다.

다) 용접작업후 안전점검하기

- 용접작업후 용접기 전원스위치(on, off) 상태를 점검할 수 있다.
- 용접작업후 용접케이블의 손상여부를 점검하고 보수할 수 있다.
- 용접작업후 화재의 위험요소 잔존여부를 확인할 수 있다.
- 용접작업후 안전점검을 시행하고 안전일지를 작성할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 모든 영역에서 실험·실습 등 실무 능력과 연계된 학습을 위해 피복 아크 용접용 각종 설비와 장비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다.
- 나. ‘피복 아크 용접 작업안전보건관리’ 영역에서는 현장 사례와 토의 및 다양한 멀티미디어 자료를 활용하여 산업 현장에서의 안전관리의 중요성을 인식할 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘피복 아크 용접 도면해독’ 영역에서는 제도의 규격과 통칙, 정투상법, 특수투상법 등 입체도면을 정확하게 이해시키고, 산업 현장에서 실제 적용하고 있는 도면을 접하도록 하여 정확한 도면 해독이 되도록 지도한다.
- 라. ‘피복 아크 용접 가용접 작업’, ‘피복 아크 용접 본용접 작업’, ‘피복 아크 용접 검사’ ‘피복 아크 용접 결함부 보수용접 작업’ 영역에서는 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 공구 및 장비의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 작업이 원활하게 이루어 질 수 있도록 지도한다.
- 마. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 바. 피복 아크 용접 직무와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상시킬 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무능력을 기른다.
- 2) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 3) 실기 평가에서 최종 산출된 제품의 평가뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가로는 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고 완성된 과제물은 실기 평가 기준에 따라 항목별로 평가하도록 한다.
- 4) ‘피복 아크 용접 작업안전보건관리’ 영역에서는 작업보호구 선정·취급·착용능력을 갖추고 있는지 평가하고, 용접작업 시 발생하는 각종 재해 예방 능력을 갖추고 있는지를 평가한다.
- 5) ‘피복 아크 용접 도면해독’ 영역에서는 용접기호, 이음부 형상에 대한 지식과 같은 용접도면 해독 능력과 용접절차사양서에 따라 작업을 준비하는 능력을 평가한다.
- 6) ‘피복 아크 용접 재료준비’ 영역에서는 모재준비, 용접봉 준비, 용접 치공구 준비가 용접절차사양서와 일치하는지를 평가한다.
- 7) ‘피복 아크 용접 장비준비’ 영역에서는 용접장치와 용접설비의 구성과 특성에 대한 지식과 이상 유무를 점검하는 능력을 평가한다.
- 8) ‘피복 아크 용접 가용접 작업’ 영역에서는 모재 재질 및 치수를 확인능력과 가용접 작업의 수행 정도를 평가한다.
- 9) ‘피복 아크 용접 본용접 작업’ 영역에서는 용접절차사양서에 따른 용접조건 설정능력, 온도 관리 능력, 모재형상이나 두께에 따른 전류 조정 능력, 변형 예방 조치 능력을 평가한다.
- 10) ‘피복 아크 용접부 검사’ 영역에서는 용접부의 각종 비파괴검사, 각종 기계적 파괴검사의 수행 능력을 평가한다.
- 11) ‘피복 아크 용접 결함부 보수용접 작업’ 영역에서는 용접부의 결함 판별 능력과 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정기준, 수정용접의 요구 사항 파악과 같은 보수기준을 이해하고 있는지를 평가하고, 용접결함에 대한 보수 작업 수행능력을 평가한다.
- 12) ‘피복 아크 용접 작업후 정리·정돈’ 영역에서는 용접 작업 후 잔여 용접봉 보관 정리, 용접공구 및 용접보호구의 정리 여부를 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
피복 아크 용접 작업안전 보건관리	안전한 용접작업을 위하여 사전에 용접작업 안전수칙을 파악하고 용접작업장 주변정리 상태, 용접안전보호구 선정 및 착용, 전기 및 가스안전 점검을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	안전한 용접작업을 위하여 사전에 용접작업 안전수칙을 파악하고 용접작업장 주변정리 상태, 용접안전보호구 선정 및 착용, 전기 및 가스안전 점검을 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	안전한 용접작업을 위하여 사전에 용접작업 안전수칙을 파악하고 용접작업장 주변정리 상태, 용접안전보호구 선정 및 착용, 전기 및 가스안전 점검을 실시할 수 있다.
피복 아크 용접 도면해독	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지하고, 도면을 파악하여, 용접절차시양서에 따라 작업 준비를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지하고, 도면을 파악하여, 용접절차시양서에 따라 작업 준비를 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지하고, 도면을 파악하여, 용접절차시양서에 따라 작업 준비를 실시할 수 있다.
피복 아크 용접 재료준비	용접작업 전 용접절차시양서에 따라 용접모재 준비, 용접봉 준비 및 용접에 필요한 치공구 준비를 아주 정확하게 실시할 수 있다.	용접작업 전 용접절차시양서에 따라 용접모재 준비, 용접봉 준비 및 용접에 필요한 치공구 준비를 정확하게 실시할 수 있다.	용접작업 전 용접절차시양서에 따라 용접모재 준비, 용접봉 준비 및 용접에 필요한 치공구 준비를 실시할 수 있다.
피복 아크 용접 장비준비	용접작업에 사용할 용접장비와 설비, 환기장치의 특성을 이해하고 용접작업에 적합하게 설치하며 이상 유무 점검을 아주 구체적으로 실시할 수 있다.	용접작업에 사용할 용접장비와 설비, 환기장치의 특성을 이해하고 용접작업에 적합하게 설치하며 이상 유무 점검을 구체적으로 실시할 수 있다.	용접작업에 사용할 용접장비와 설비, 환기장치의 특성을 이해하고 용접작업에 적합하게 설치하며 이상 유무 점검을 실시할 수 있다.
피복 아크 용접 가용접 작업	본용접 전 모재 재질 및 치수를 확인(용접 도면 해독)하고 그루브를 가공한 후 가용접(용접 변형 방지 장비 운용) 작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	본용접 전 모재 재질 및 치수를 확인(용접 도면 해독)하고 그루브를 가공한 후 가용접(용접 변형 방지 장비 운용) 작업을 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	본용접 전 모재 재질 및 치수를 확인(용접 도면 해독)하고 그루브를 가공한 후 가용접(용접 변형 방지장비 운용) 작업을 실시할 수 있다.
피복 아크 용접 본용접 작업	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 필요한 용접부 온도관리를 하며 모재형상이나 두께에 따른 전류 조정, 변형 예방 조치를 취하면서 용접작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 필요한 용접부 온도관리를 하며 모재형상이나 두께에 따른 전류 조정, 변형 예방 조치를 취하면서 용접작업을 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 필요한 용접부 온도관리를 하며 모재형상이나 두께에 따른 전류 조정, 변형 예방 조치를 취하면서 용접작업을 실시할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
<p>피복 아크 용접부 검사</p>	<p>용접 품질의 확보를 위하여 본용접 전후 및 작업 중 용접부 상태 검사(용접부 각종 비파괴검사, 용접부의 각종 기계적 파괴검사)를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.</p>	<p>용접 품질의 확보를 위하여 본용접 전후 및 작업 중 용접부 상태 검사(용접부 각종 비파괴검사, 용접부의 각종 기계적 파괴검사)를 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.</p>	<p>용접 품질의 확보를 위하여 본용접 전후 및 작업 중 용접부 상태 검사(용접부 각종 비파괴검사, 용접부의 각종 기계적 파괴검사)를 실시할 수 있다.</p>
<p>피복 아크 용접 결함부 보수용접 작업</p>	<p>용접품질을 보증하기 위하여 본용접 작업 후 용접부의 결함과 보수 기준(변형 발생 시 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정 기준, 수정용접의 요구 사항 파악)에 따라 용접결함에 대한 보수 작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.</p>	<p>용접품질을 보증하기 위하여 본용접 작업 후 용접부의 결함과 보수 기준(변형 발생 시 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정 기준, 수정용접의 요구 사항 파악)에 따라 용접결함에 대한 보수 작업을 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.</p>	<p>용접품질을 보증하기 위하여 본용접 작업 후 용접부의 결함과 보수 기준(변형 발생 시 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정 기준, 수정용접의 요구 사항 파악)에 따라 용접결함에 대한 보수 작업을 실시할 수 있다.</p>
<p>피복 아크 용접 작업 후 정리·정돈</p>	<p>효율적인 다음 작업이 이루어지도록 작업장에 대한 정리·정돈(잔여 용접봉 보관 정리 여부, 사용한 용접공구 및 용접보호구의 규정된 장소에의 정리 여부, 보존할 용접기록물의 파악)을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.</p>	<p>효율적인 다음 작업이 이루어지도록 작업장에 대한 정리·정돈(잔여 용접봉 보관 정리 여부, 사용한 용접공구 및 용접보호구의 규정된 장소에의 정리 여부, 보존할 용접기록물의 파악)을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.</p>	<p>효율적인 다음 작업이 이루어지도록 작업장에 대한 정리·정돈(잔여 용접봉 보관 정리 여부, 사용한 용접공구 및 용접보호구의 규정된 장소에의 정리 여부, 보존할 용접기록물의 파악)을 할 수 있다.</p>

23. 가스 텅스텐 아크 용접

1. 성격 및 목표

가. 성격

용접은 우리나라 산업의 근간을 이루는 뿌리산업으로, 제조업 전반에 걸쳐 기반 역할을 하고 있으며, 타 산업과의 연계성이 높아, 최종 제품의 품질과 성능을 결정하는 중요한 생산기반기술로 부각되고 있으며, 첨단 산업의 경쟁력 강화에도 기여도가 큰 산업이다.

뿌리산업은 미래 첨단기술을 뒷받침하는 중추적 역할을 담당할 것으로, 제조업 경쟁력 강화 및 일자리 창출을 위한 중요 산업으로 육성 발시켜 나가야할 산업이다.

이 교과는 특수용접에 대한 기초 지식과 기술을 습득시켜, 구조물을 제작·설치 및 보수를 하거나 압력 용기 등의 제작과 기계 설비 시스템을 구성하고 설치·보수하는 능력을 기르기 위한 것으로 이수해야 할 내용은 용접절차사양서(WPS) 검토, 용접재료 종류와 적용, 용접기의 특성 및 조립 설치, 용접준비 및 안전사항, 본용접, 용접검사 및 용접기록에 요구되는 능력 등이다.

나. 목표

주어진 도면에 따른 용접절차사양서(WPS) 검토, 용접재료 종류와 적용, 용접기의 특성 및 조립 설치, 용접준비 및 안전사항, 본용접, 용접검사 및 용접기록에 요구되는 능력 등을 활용하여 기계, 조선, 차량, 플랜트, 교량 등 산업체에 전반적으로 적용할 수 있는 용접작업 수행능력과 태도를 기른다.

1. 내용

가. 내용 체계

‘가스 텅스텐 아크 용접’ 과목은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키고, 산업 현장의 산업 설비 분야에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
가스 텅스텐 아크 용접 작업안전보건관리 (1601050301_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접작업 안전수칙 파악하기 • 용접작업장 주변정리 상태 점검하기 • 용접안전보호구 점검하기 • 용접설비 안전 점검하기 • 물질안전보건자료 점검하기
가스 텅스텐 아크 용접 도면해독 (1601050302_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 도면 파악하기 • 용접기호 확인하기 • 용접절차사양서 파악하기
가스 텅스텐 아크 용접 재료준비 (1601050303_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 모재 준비하기 • 용가재 준비하기 • 용접소모품 준비하기 • 보호가스 준비하기
가스 텅스텐 아크 용접 장비준비 (1601050304_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접장비 설치하기 • 보호가스 설치하기 • 용접토치 설치하기 • 용접장비 시운전하기
가스 텅스텐 아크 용접 가용접 작업 (1601050305_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 모재치수 확인하기 • 그루브가공 확인하기 • 가용접하기 • 조립상태 확인하기
가스 텅스텐 아크 용접 본용접 작업 (1601050306_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 본용접조건 설정하기 • 용접부 온도관리 • 본용접하기
가스 텅스텐 아크 용접부 검사 (1601050307_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접 전 검사하기 • 용접 중 검사하기 • 용접 후 검사하기
가스 텅스텐 아크 용접 결함부 보수용접 작업 (1601050308_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접결함 확인하기 • 보수기준 확인하기 • 용접결함 보수하기
가스 텅스텐 아크 용접 작업 후 정리·정돈 (1601050309_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 보호가스 차단하기 • 전원 차단하기 • 용접작업장 정리·정돈하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 가스 텅스텐 아크 용접 작업안전보건관리

가) 용접작업 안전수칙 파악하기

- 산업안전보건법에 따라 용접작업의 안전수칙을 준수할 수 있다.
- 안전보호구를 준비하고 착용할 수 있다.
- 안전사고 행동 요령에 따라 사고 시 행동에 대비할 수 있다.
- 안전수칙을 숙지하여 전격에 의한 사고를 대비할 수 있다.
- 원활한 작업을 위해 가공 안전수칙을 준용할 수 있다.

나) 용접작업장 주변정리 상태 점검하기

- 화재방지를 위해 용접 작업장 주변에 인화물질이 있는지 점검할 수 있다.
- 화재방지를 위해 용접 작업장에 적합한 소화장비를 비치할 수 있다.
- 위험방지를 위해 용접 작업장 주변에 낙하물이 있는지 점검할 수 있다.
- 청결을 위해 용접 작업장 주변을 깨끗이 청소할 수 있다.
- 용접 작업장의 환기시설을 확인하고 조작할 수 있다.

다) 용접안전보호구 점검하기

- 안전을 위하여 보호구 선택 시 유의사항을 파악할 수 있다.
- 안전수칙에 규정된 보호구 구비조건을 파악하고 사용할 수 있다.
- 안전모의 특징을 파악하고 착용할 수 있다.
- 안전화의 특징을 파악하고 착용할 수 있다.
- 보호복의 특징을 파악하고 착용할 수 있다.

라) 용접설비 안전 점검하기

- 용접작업 전 전원장치의 상태를 점검 할 수 있다.
- 용접작업 전 부속설비의 상태를 점검 할 수 있다.
- 용접작업 전 용접기 전원스위치(on, off) 상태를 점검할 수 있다.
- 용접작업 전 용접기 접지상태를 점검할 수 있다.
- 용접작업 전 보호가스용기 연결부위의 누설을 점검할 수 있다.

마) 물질안전보건자료 점검하기

- 용접재료의 화학물질 특징을 파악 할 수 있다.
- 모재의 특징을 점검하고 적합한 조치를 할 수 있다.
- 용접 용가재의 특징을 점검하고 적합한 조치를 할 수 있다.
- 전극봉의 재질에 따른 특징을 점검하고 적합한 조치를 할 수 있다.

- 보호가스의 특징을 점검하고 적합한 조치를 할 수 있다.

2) 가스 텅스텐 아크 용접 도면해독

가) 도면 파악하기

- 제작도면을 해독하여 도면에 표기된 이음형상을 파악할 수 있다.
- 제작도면에 표기된 용접에 필요한 기본 요구 사항을 파악할 수 있다.
- 제작도면을 해독하여 용접구조물 형상을 파악할 수 있다.

나) 용접기호 확인하기

- 용접자세를 지시하는 용접 기본기호를 구별할 수 있다.
- 용접이음의 형상을 지시하는 용접 기본기호를 구별할 수 있다.
- 용접 보조기호의 의미를 구별할 수 있다.

다) 용접절차사양서 파악하기

- 용접절차사양서에서 용접 일반에 관한 특정 사항 등을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 이음의 형상을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 용접방법에 대하여 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 용접조건을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 용접 후처리 방법에 대하여 파악할 수 있다.

3) 가스 텅스텐 아크 용접 재료준비

가) 모재 준비하기

- 용접구조물의 기계적성질, 화학성분, 열처리 특성에 맞는 모재를 선택할 수 있다.
- 요구하는 용접강도에 맞는 이음형상으로 가공할 수 있다.
- 요구하는 모재치수에 맞는 이음형상으로 가공할 수 있다.
- 작업에 사용될 모재를 청결하게 유지할 수 있다.

나) 용가재 준비하기

- 용접절차사양서에 따라 용접조건에 맞는 용가재를 선정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접모재 크기에 적합한 용가재 지름을 선택할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접성, 작업성에 적합한 용가재를 선택할 수 있다.

다) 용접소모품 준비하기

- 모재의 재질에 맞는 전극봉을 선정할 수 있다.

- 전원특성에 맞게 전극봉을 연마할 수 있다.
- 전원특성에 적합한 전극봉의 지름을 선택할 수 있다.
- 모재치수에 적합한 전극봉의 지름을 선택할 수 있다.
- 용접조건에 맞는 보호가스노즐을 선택할 수 있다.
- 용접조건에 맞는 뒷담재를 선택할 수 있다.

라) 보호가스 준비하기

- 용접작업에 적합한 보호가스 종류를 선택할 수 있다.
- 아르곤과 헬륨가스의 용도에 따라 선택 할 수 있다.
- 토치선단에 적정 유량의 보호가스가 나오는지 확인할 수 있다.
- 퍼징용 보호가스를 설치 할 수 있다.

4) 가스 텅스텐 아크 용접 장비준비

가) 용접장비 설치하기

- 용접작업 전 가스 텅스텐 아크 용접기 설치장소를 확인하여 정리·정돈 할 수 있다.
- 용접작업에 적합한 용접기의 용량을 선택할 수 있다.
- 용접작업에 사용할 용접기에 1차 입력 케이블을 연결할 수 있다.
- 용접작업에 사용할 접지 케이블을 연결할 수 있다.

나) 보호가스 설치하기

- 설치한 용접기의 후면 접속부에 보호가스용기의 레귤레이터 연결 가스호스를 연결할 수 있다.
- 보호가스 용기의 레귤레이터를 설치할 수 있다.
- 보호가스의 압력과 유량을 용접작업에 알맞게 조절 할 수 있다.

다) 용접토치 설치하기

- 용접전원 용량에 적합한 토치를 선정할 수 있다.
- 용접작업에 사용할 용접토치를 용접기에 연결할 수 있다.
- 용접작업에 적합한 토치를 조립할 수 있다.

라) 용접장비 시운전하기

- 적정한 양의 보호가스가 토치부로 적정 유량이 나오는지 확인할 수 있다.
- 용접기의 작동상태를 확인할 수 있다.
- 용접작업에 적합한 용접전류를 선택할 수 있다.
- 용접기의 정상적인 출력상태를 확인할 수 있다.

5) 가스 텅스텐 아크 용접 가용접 작업

가) 모재치수 확인하기

- 용접절차사양서에 따라 용접조건에 맞는 모재의 재질을 파악 할 수 있다.
- 도면에 따라 용접조건에 맞는 모재의 치수를 파악할 수 있다.
- 측정용 공구를 사용하여 도면과의 일치 여부를 확인할 수 있다.

나) 그루브가공 확인하기

- 도면에 따라 그루브 가공에 사용되는 공구, 기계 등을 선택하여 사용할 수 있다.
- 그루브 가공의 이상유무를 확인하여 수정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 맞게 그루브 가공이 되었는지 측정할 수 있다.

다) 가용접하기

- 도면에 따라 용접 구조물 조립을 위한 순서를 정할 수 있다.
- 도면에 따라 용접 구조물의 이음 형상에 적합한 가용접 위치를 선정할 수 있다.
- 도면에 따라 용접 구조물의 이음 형상에 적합한 가용접 길이를 선정할 수 있다.
- 도면에 따라 용접 구조물이 변형되지 않도록 가용접 작업을 수행할 수 있다.

라) 조립상태 확인하기

- 도면에 따라 가조립 상태를 확인할 수 있다.
- 도면에 적합하게 조립상태를 수정할 수 있다.
- 도면에 따라 가조립 상태 수정 시 작업방법을 알 수 있다.

6) 가스 텅스텐 아크 용접 본용접 작업

가) 본용접조건 설정하기

- 용접절차사양서에 따라 가스 텅스텐 아크 용접을 실시할 모재의 특성, 두께, 이음의 형상을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접전류를 선택할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 적합한 용접기의 작업기준을 설정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접 작업표준을 설정할 수 있다.

나) 용접부 온도관리

- 용접부 형상과 모재의 종류에 따른 예열 기구를 이해하고 적용할 수 있다.
- 용접절차사양서에 규정된 예열 온도를 준수하여 용접부를 예열할 수 있다.
- 다층용접인 경우에는 용접절차사양서에 규정된 층간 온도를 준수하여 용접작업을 할 수 있다.

다) 본용접하기

- 용접절차사양서에 따라 용접기의 종류를 선정하고 용접조건을 설정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접작업을 수행할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접 후처리를 할 수 있다.

7) 가스 텅스텐 아크 용접부 검사

가) 용접 전 검사하기

- 용접이음과 개선 그루브 상태를 확인할 수 있다.
- 용접부 모재의 청결 상태를 확인할 수 있다.
- 용접구조물의 가용접 상태를 확인할 수 있다.

나) 용접 중 검사하기

- 용접부의 수축 변형 상태를 확인할 수 있다.
- 용접부의 층간 온도 유지 상태를 확인할 수 있다.
- 용접부의 결함여부를 육안으로 확인할 수 있다.

다) 용접 후 검사하기

- 용접부 외관검사를 할 수 있다.
- 도면에 따라 용접부의 치수를 검사할 수 있다.
- 용접부의 변형상태를 검사할 수 있다.
- 작업지침서에 따라 일부 비파괴검사를 할 수 있다.

8) 가스 텅스텐 아크 용접 결함부 보수용접 작업

가) 용접결함 확인하기

- 용접부에 발생한 치수상 결함을 확인할 수 있다.
- 용접부에 발생한 구조상 결함을 확인할 수 있다.
- 용접부에 발생한 성질상 결함을 확인할 수 있다.

나) 보수기준 확인하기

- 작업표준서에 의한 결함 판정기준을 파악할 수 있다.
- 각종 용접결함에 대한 보수용접 기준을 파악할 수 있다.
- 보수기준을 적용하여 보수작업 수행여부를 선택할 수 있다.

다) 용접결함 보수하기

- 용접결함부에 대한 보수용접절차서에 따라 용접작업을 수행할 수 있다.
- 작업을 수행한 용접부에 후처리를 실시할 수 있다.
- 후처리까지 마친 용접부에 비파괴 검사를 실시하여 결함 보수 완료 여부를 확인할 수 있다.

9) 가스 텅스텐 아크 용접 작업 후 정리·정돈

가) 보호가스 차단하기

- 용접용 보호가스 밸브를 차단할 수 있다.
- 보호가스 누설을 확인 및 검사할 수 있다.
- 검사 실시 후 이상 발견 시 상황에 맞는 조치를 취할 수 있다.

나) 전원 차단하기

- 용접기 본체의 스위치를 차단할 수 있다.
- 용접부스에 공급되는 메인전원을 차단할 수 있다.
- 배기 및 환기시설 전원을 차단할 수 있다.

다) 용접작업장 정리·정돈하기

- 용접모재 및 잔여 재료를 정리·정돈 할 수 있다.
- 용접용 보호구 및 작업 공구를 정돈 할 수 있다.
- 작업장 주변을 청결하게 청소할 수 있다.

3. 교수·학습

가. 모든 영역에서 실험·실습 등 실무 능력과 연계된 학습을 위해 각종 가스 텅스텐 아크 용접 용 설비와 장비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다.

나. ‘가스 텅스텐 아크 용접 작업안전보건관리’ 영역에서는 현장 사례와 토의 및 다양한 멀티미디어 자료를 활용하여 산업 현장에서의 안전관리의 중요성을 인식할 수 있도록 지도한다.

다. ‘가스 텅스텐 아크 용접 도면해독’ 영역에서는 제도의 규격과 통칙, 정투상법, 특수투상법 등 입체도면을 정확하게 이해시키고, 산업 현장에서 실제 적용하고 있는 도면을 접하도록 하여 정확한 도면 해독이 되도록 지도한다.

- 라. ‘가스 텅스텐 아크 용접 가용접 작업’, ‘가스 텅스텐 아크 용접 본용접 작업’, ‘가스 텅스텐 아크 용접 검사’ ‘가스 텅스텐 아크 용접 결함부 보수용접 작업’ 영역에서는 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 공구 및 장비의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 작업이 원활하게 이루어 질 수 있도록 지도한다.
- 마. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 바. 가스 텅스텐 아크 용접 직무와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상시킬 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무능력을 기른다.
- 2) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 3) 실기 평가에서 최종 산출된 제품의 평가뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가로는 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고 완성된 과제물은 실기 평가 기준에 따라 항목별로 평가하도록 한다.
- 4) ‘가스 텅스텐 아크 용접 작업안전보건관리’ 영역에서는 작업보호구 선정·취급·착용능력을 갖추고 있는지 평가하고, 용접작업 시 발생하는 각종 재해 예방 능력을 갖추고 있는지를 평가한다.
- 5) ‘가스 텅스텐 아크 용접 도면해독’ 영역에서는 용접기호, 이음부 형상에 대한 지식과 같은 용접도면 해독 능력과 용접절차사양서에 따라 작업을 준비하는 능력을 평가한다.
- 6) ‘가스 텅스텐 아크 용접 재료준비’ 영역에서는 모재준비, 용접봉 준비, 용접 치공구 준비가 용접절차사양서와 일치하는지를 평가한다.
- 7) ‘가스 텅스텐 아크 용접 장비준비’ 영역에서는 용접장치와 용접설비의 구성과 특성에 대한 지식과 이상 유무를 점검하는 능력을 평가한다.
- 8) ‘가스 텅스텐 아크 용접 가용접 작업’ 영역에서는 모재 재질 및 치수를 확인능력과 가용접 작업의 수행 정도를 평가한다.

- 9) ‘가스 텅스텐 아크 용접 본용접 작업’ 영역에서는 용접절차사양서에 따른 용접조건 설정능력, 온도관리 능력, 모재형상이나 두께에 따른 전류 조정 능력, 변형 예방 조치 능력을 활용하여 본용접을 수행하는 능력을 평가한다.
- 10) ‘가스 텅스텐 아크 용접부 검사’ 영역에서는 용접부의 각종 비파괴검사, 각종 기계적 파괴검사의 수행 능력을 평가한다.
- 11) ‘가스 텅스텐 아크 용접 결함부 보수용접 작업’ 영역에서는 용접부의 결함 판별 능력과 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정기준, 수정용접의 요구 사항 파악과 같은 보수 기준을 이해하고 있는지를 평가하고, 용접결함에 대한 보수 작업 수행능력을 평가한다.
- 12) ‘가스 텅스텐 아크 용접 작업후 정리·정돈’ 영역에서는 용접 작업 후 잔여 용접봉 보관 정리, 용접공구 및 용접보호구의 정리 여부를 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
가스 텅스텐 아크 용접 작업안전보건 관리	안전한 용접작업을 위하여 사전에 용접작업 안전수칙을 파악하고 용접작업장 주변정리, 용접안전보호구 선정 및 착용, 전기 및 가스안전 점검을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	안전한 용접작업을 위하여 사전에 용접작업 안전수칙을 파악하고 용접작업장 주변정리, 용접안전보호구 선정 및 착용, 전기 및 가스안전 점검을 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	안전한 용접작업을 위하여 사전에 용접작업 안전수칙을 파악하고 용접작업장 주변정리, 용접안전보호구 선정 및 착용, 전기 및 가스안전 점검을 실시할 수 있다.
가스 텅스텐 아크 용접 도면해독	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지하고 도면을 파악하여 용접절차 사양서에 따라 작업 준비를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지하고 도면을 파악하여 용접절차사양서에 따라 작업 준비를 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지하고 도면을 파악하여 용접절차사양서에 따라 작업 준비를 할 수 있다.
가스 텅스텐 아크 용접 재료준비	용접작업 전 용접절차사양서에 따라 모재, 용가재, 전극봉, 보호가스 준비를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업 전 용접절차사양서에 따라 모재, 용가재, 전극봉, 보호가스 준비를 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업 전 용접절차사양서에 따라 모재, 용가재, 전극봉, 보호가스 준비를 할 수 있다.
가스 텅스텐 아크 용접 장비준비	용접작업 전 적합한 용접장비를 설치하고 점검(용접 장치 구성 확인, 설치 규정에 따른 장비 설치 여부)을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업 전 적합한 용접장비를 설치하고 점검(용접 장치 구성 확인, 설치 규정에 따른 장비 설치 여부)을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업 전 적합한 용접장비를 설치하고 점검(용접 장치 구성 확인, 설치 규정에 따른 장비 설치 여부)을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
가스 텅스텐 아크 용접 가용접 작업	본용접 전 모재 재질 및 치수를 확인(용접 도면 해독)하고, 가용접(용접 변형 방지 장비 운용)하여 조립 상태를 확인하여 가용접 작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	본용접 전 모재 재질 및 치수를 확인(용접 도면 해독)하고, 가용접(용접 변형 방지 장비 운용)하여 조립 상태를 확인하여 가용접 작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	본용접 전 모재 재질 및 치수를 확인(용접 도면 해독)하고, 가용접(용접 변형 방지 장비 운용)하여 조립 상태를 확인하여 가용접 작업을 할 수 있다.
가스 텅스텐 아크 용접 본용접 작업	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 필요한 용접부 온도관리나 전진법 후진법에 따른 전류 전압 조절, 변형 예방 조치를 취하면서 용접작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 필요한 용접부 온도관리나 변형 예방 조치를 취하면서 용접작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 필요한 용접부 온도관리나 변형 예방 조치를 취하면서 용접작업을 할 수 있다.
가스 텅스텐 아크 용접부 검사	용접 품질의 확보를 위하여 본용접 전후 및 작업 중 용접부 상태 검사(용접부의 각종 비파괴검사, 기계적 파괴검사를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접 품질의 확보를 위하여 본용접 전후 및 작업 중 용접부 상태 검사(용접부의 각종 비파괴검사, 기계적 파괴검사를 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접 품질의 확보를 위하여 본용접 전후 및 작업 중 용접부 상태 검사(용접부의 각종 비파괴검사, 기계적 파괴검사를 할 수 있다.
가스 텅스텐 아크 용접 결함부 보수용접 작업	본용접 작업 후 용접부의 결함과 보수기준(변형 발생 시 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정기준, 수정용접의 요구 사항 파악, 모재의 재질에 맞는 최적의 수정용접 기법)에 따라 용접결함에 대한 보수 작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	본용접 작업 후 용접부의 결함과 보수기준(변형 발생 시 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정기준, 수정용접의 요구 사항 파악, 모재의 재질에 맞는 최적의 수정용접 기법)에 따라 용접결함에 대한 보수 작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	본용접 작업 후 용접부의 결함과 보수기준(변형 발생 시 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정기준, 수정용접의 요구 사항 파악, 모재의 재질에 맞는 최적의 수정용접 기법)에 따라 용접결함에 대한 보수 작업을 할 수 있다.
가스 텅스텐 아크 용접 작업 후 정리·정돈	다음 작업이 효율적인 이루어지도록 작업장에 대한 정리·정돈(잔여 용가재 등의 규정된 장소에 보관 정리, 사용한 용접공구 및 용접보호구의 규정된 장소에의 정리, 보존할 용접기록물의 파악) 작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	다음 작업이 효율적인 이루어지도록 작업장에 대한 정리·정돈(잔여 용가재 등의 규정된 장소에 보관 정리, 사용한 용접공구 및 용접보호구의 규정된 장소에의 정리, 보존할 용접기록물의 파악) 작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	다음 작업이 효율적인 이루어지도록 작업장에 대한 정리·정돈(잔여 용가재 등의 규정된 장소에 보관 정리, 사용한 용접공구 및 용접보호구의 규정된 장소에의 정리, 보존할 용접기록물의 파악) 작업을 할 수 있다.

[실무 과목]

24. 이산화탄소·가스 메탈 아크 용접

1. 성격 및 목표

가. 성격

용접은 우리나라 산업의 근간을 이루는 뿌리산업으로, 제조업 전반에 걸쳐 기반 역할을 하고 있으며, 타 산업과의 연계성이 높아, 최종 제품의 품질과 성능을 결정하는 중요한 생산기반기술로 부각되고 있으며, 첨단 산업의 경쟁력 강화에도 기여도가 큰 산업이다.

뿌리산업은 미래 첨단기술을 뒷받침하는 중추적 역할을 담당할 것으로, 제조업 경쟁력 강화 및 일자리 창출을 위한 중요 산업으로 육성 발시켜 나가야할 산업이다.

이 교과는 특수용접에 대한 기초 지식과 기술을 습득시켜, 구조물을 제작·설치 및 보수를 하거나 압력 용기 등의 제작과 기계 설비 시스템을 구성하고 설치·보수하는 능력을 기르기 위한 것으로 이수해야 할 내용은 용접절차사양서(WPS) 검토, 용접재료 종류와 적용, 용접기의 특성 및 조립 설치, 용접준비 및 안전사항, 본용접, 용접검사 및 용접기록에 요구되는 능력 등이다.

나. 목표

주어진 도면에 따른 용접절차사양서(WPS) 검토, 용접재료 종류와 적용, 용접기의 특성 및 조립 설치, 용접준비 및 안전사항, 본용접, 용접검사 및 용접기록에 요구되는 능력 등을 활용하여 기계, 조선, 차량, 플랜트, 교량 등 산업체에 전반적으로 적용할 수 있는 용접작업 수행능력과 태도를 기른다.

2. 내용

‘이산화탄소·가스 메탈 아크 용접’ 과목의 내용은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키고, 산업 현장의 산업 설비 분야에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

[이산화탄소 아크 용접]

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
작업 안전 관리 (1601050201_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접작업 안전수칙 파악하기 • 용접작업장 주변 정리 상태 점검하기 • 용접 안전보호구 점검하기 • 안전 점검하기
도면 해독 (1601050202_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접 기호 확인하기 • 도면 파악하기 • 용접절차시양서 파악하기
CO2용접 재료 준비 (1601050203_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 모재 준비하기 • 용접와이어 준비하기 • 보호가스 준비하기 • 배킹재 준비하기
CO2용접 장비 준비 (1601050204_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접 장비 설치하기 • 용접용 재료 설치하기 • 용접 장비 점검하기
가용접 작업 (1601050205_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 모재 치수 확인하기 • 홈가공하기 • 가용접하기
솔리드와이어용접 작업 (1601050206_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 솔리드와이어용접 조건 설정하기 • 솔리드와이어 선택하기 • 솔리드와이어용접 보호가스 선택하기 • 솔리드와이어용접하기
플럭스코어드와이어용접 작업 (1601050207_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 플럭스코어드와이어용접 조건 설정하기 • 플럭스코어드와이어 선택하기 • 플럭스코어드와이어용접 보호가스 선택하기 • 플럭스코어드와이어 용접하기
용접부 검사 (1601050208_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접 전 검사하기 • 용접 중 검사하기 • 용접 후 검사하기
용접결함부 보수 용접 작업 (1601050209_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접부 결함 확인하기 • 보수 판정 기준 확인하기 • 용접 결함 보수하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
작업 후 정리·정돈 (1601050210_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 보호가스 차단하기 • 전원 차단하기 • 작업장 정리·정돈하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

[가스 메탈 아크 용접]

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
가스 메탈 아크 용접 작업안전보건관리 (1601050401_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접작업 안전수칙 파악하기 • 용접작업장 주변 정리 상태 점검하기 • 용접 안전보호구 점검하기 • 용접장비 안전 점검하기 • 물질안전보건자료 점검하기
가스 메탈 아크 용접 도면해독 (1601050402_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접 기호 확인하기 • 도면 파악하기 • 용접절차시양서 파악하기
가스 메탈 아크 용접 재료준비 (1601050403_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 모재 준비하기 • 용접와이어 준비하기 • 보호가스 준비하기 • 배킹재 준비하기
가스 메탈 아크 용접 장비준비 (1601050404_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접 장비 설치하기 • 용접 부속 장비 설치하기 • 용접 장비 점검하기
가스 메탈 아크 용접 가용접 작업 (1601050405_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 모재 치수 확인하기 • 그루브 가공하기 • 가용접하기
가스 메탈 아크 용접 본용접 작업 (1601050406_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 본용접조건 설정하기 • 용접부 온도관리 • 본용접하기
가스 메탈 아크 용접부 검사 (1601050407_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접 전 검사하기 • 용접 중 검사하기 • 용접 후 검사하기
가스 메탈 아크 용접 결함부 보수용접 작업 (1601050408_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접부 결함 확인하기 • 보수기준 확인하기 • 보수 용접절차서 확인하기 • 용접결함 보수하기
가스 메탈 아크 용접 작업 후 정리·정돈 (1601050409_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 보호가스 차단하기 • 전원 차단하기 • 용접작업장 정리·정돈하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

[이산화탄소 아크 용접]

1) 작업 안전 관리

가) 용접작업 안전수칙 파악하기

- 안전보호구를 준비하고 착용할 수 있다.
- 용접작업의 안전수칙을 준수할 수 있다.
- 안전사고 행동 요령에 따라 사고 시 행동에 대비할 수 있다.
- 안전수칙을 숙지하여 아크광선에 의한 사고를 대비할 수 있다.
- 원활한 작업을 위해 절단 및 가공 안전수칙을 준용할 수 있다.

나) 용접작업장 주변 정리 상태 점검하기

- 화재방지를 위해 용접작업장 주변에 인화물질이 있는지 점검하고 소화기를 비치할 수 있다.
- 위험방지를 위해 용접 작업장 주변에 낙화물이 있는지 점검할 수 있다.
- 청결을 위해 용접 작업장 주변을 깨끗이 청소할 수 있다.
- 용접 작업장의 환기를 위해 환기시설을 확인하고 조작할 수 있다.

다) 용접 안전보호구 점검하기

- 안전을 위하여 보호구 선택 시 유의사항을 파악할 수 있다.
- 안전수칙에 규정된 보호구 구비조건을 알고 사용할 수 있다.
- 안전모의 특징을 알고 이를 착용할 수 있다.
- 안전화의 특징을 알고 이를 착용할 수 있다.
- 보호복의 특징을 알고 이를 착용할 수 있다.

라) 안전 점검하기

- 용접 작업 전 전원장치 및 부속설비 등의 상태를 점검 할 수 있다.
- 용접 작업 전 용접기 전원스위치(on, off) 상태를 점검할 수 있다.
- 용접 작업 전 용접기 접지상태를 점검할 수 있다.
- 용접 작업 전 CO₂가스용기 연결부위의 누설을 점검할 수 있다.

2) 도면 해독

가) 용접 기호 확인하기

- 용접자세를 지시하는 용접 기본 기호를 구별할 수 있다.

- 흠의 형상을 지시하는 용접 기본 기호를 구별할 수 있다.
- 가공상태를 지시하는 용접 보조 기호의 의미를 구별할 수 있다.

나) 도면 파악하기

- 제작도면을 해독하여 도면에 표기된 용접자세 및 흠의 이음 형상 등을 파악할 수 있다.
- 제작도면에 표기된 용접에 필요한 기본 요구 사항 등을 파악할 수 있다.
- 제작도면을 해독하여 용접구조물 형상을 파악할 수 있다.

다) 용접절차사양서 파악하기

- 용접절차사양서에서 용접 일반에 관한 특정 사항 등을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 이음의 형상을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 용접방법에 대하여 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 용접조건을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 용접 후처리 방법에 대하여 파악할 수 있다.

3) CO₂용접 재료준비

가) 모재 준비하기

- 용접구조물의 사용성능(기계적성질, 화학성분, 열처리 특성)에 맞는 모재를 선택할 수 있다.
- 요구하는 용접강도 및 모재 두께에 알맞은 이음형상에 맞게 가공할 수 있다.
- 작업에 쓰일 모재를 청결하게 유지할 수 있다.

나) 용접와이어 준비하기

- 모재의 재질 및 작업성에 맞는 와이어를 선정할 수 있다.
- 용접부 이음 형상에 맞는 와이어를 선택할 수 있다.
- 용접재료 및 두께에 맞는 와이어 지름을 선택할 수 있다.
- 솔리드와이어, 플럭스코어드와이어 특성을 이해하고 선택할 수 있다.

다) 보호가스 준비하기

- CO₂용접작업에 적합한 보호가스 종류와 사용방법을 선택할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 보호가스로 CO₂나 혼합가스를 선택할 수 있다.
- 보호가스가 토치부로 적정 유량이 나오는지 확인할 수 있다.

라) 배킹재 준비하기

- 용접절차사양서에 따라 적합한 배킹재를 준비할 수 있다.
- 모재의 두께와 이음형상에 알맞은 배킹재를 선택할 수 있다.
- 배킹재를 모재의 흠에 맞게 부착할 수 있다.

4) CO₂용접 장비 준비

가) 용접 장비 설치하기

- 작업 전 CO₂용접기 설치장소를 확인하여 정리·정돈 할 수 있다.
- 작업에 사용할 용접기에 1차 입력 케이블과 접지 케이블을 연결할 수 있다.
- 작업에 사용할 용접기의 부속장치를 조립할 수 있다.

나) 용접용 재료 설치하기

- 설치한 용접기의 후면 접속부에 CO₂용기의 레귤레이터 연결 가스호스를 연결할 수 있다.
- 와이어 송급장치를 용접기 전면에 연결하고, 와이어를 설치할 수 있다.
- CO₂용기의 압력조절기와 유량계를 설치할 수 있다.
- 가스압력조절기의 히터전원을 연결할 수 있다.

다) 용접 장비 점검하기

- CO₂용접기의 각부 명칭을 알고 조작할 수 있다.
- 가스 공급장치의 가스누설 점검 및 유량을 조절할 수 있다.
- 용접기 패널의 크레이터 유무 전환 스위치와 일원/개별 전환 스위치를 선택할 수 있다.
- 아크를 발생시켜 용접기 이상 유무를 확인할 수 있다.

5) 가용접 작업

가) 모재 치수 확인하기

- 용접절차사양서에 따라 용접조건에 맞는 모재의 재질을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접조건에 맞는 모재의 치수를 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 길이 및 각도 측정용 공구 등을 사용하여 치수를 측정할 수 있다.

나) 홈가공하기

- 용접절차사양서에 따라 홈 가공에 사용되는 공구 및 기계를 선택하여 사용할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 홈 각도, 루트 면 등 용접이음부를 가공할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 홈 가공 시 안전 수칙을 준수할 수 있다.

다) 가용접하기

- 용접절차사양서에 따라 용접 구조물 조립을 위한 순서를 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접 구조물의 이음 형상에 적합한 가용접 위치 및 길이를 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접 구조물의 응력 집중부를 피하여 가용접 작업을 수행할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접 구조물이 변형되지 않도록 가용접 작업을 수행할 수 있다.

6) 솔리드와이어용접 작업

가) 솔리드와이어용접 조건 설정하기

- 용접절차사양서에 따라 솔리드와이어용접을 실시할 모재의 특성, 두께, 이음의 형상을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접전류, 용접전압 등을 설정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 적합한 용접기의 작업기준을 설정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접 작업표준을 설정할 수 있다.

나) 솔리드와이어 선택하기

- 용접절차사양서에 따라 모재의 화학성분, 기계적 성질에 적합한 솔리드와이어를 선택할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 모재의 두께, 이음 형상에 적합한 솔리드와이어를 선택할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접성, 작업성에 적합한 솔리드와이어를 선정할 수 있다.

다) 솔리드와이어용접 보호가스 선택하기

- 용접절차사양서에 따라 솔리드와이어용접작업에 적합한 보호가스를 선정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 솔리드와이어용접작업에 적합한 보호가스 사용조건을 설정할 수 있다.
- 선정한 보호가스 공급장비를 안전하게 운용할 수 있다.

라) 솔리드와이어용접하기

- 용접절차사양서에 따라 용접기의 종류를 선정하고 용접조건을 설정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 솔리드와이어용접작업을 시행할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접후처리(표면처리, 열처리 등)를 할 수 있다.

7) 플렉스코어드와이어용접 작업

가) 플렉스코어드와이어용접 조건 설정하기

- 용접절차사양서에 따라 플렉스코어드와이어용접 작업을 실시할 모재의 특성, 두께, 이음의 형상을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접전류, 용접전압 등을 설정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 적합한 용접기의 작업기준을 설정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접 작업표준을 설정할 수 있다.

나) 플럭스코어드와이어 선택하기

- 용접절차사양서에 따라 모재의 화학성분, 기계적 성질에 적합한 플럭스코어드와이어를 선택할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 모재의 두께, 이음 형상에 적합한 플럭스코어드와이어를 선택할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접성, 작업성에 적합한 플럭스코어드와이어를 선정할 수 있다.

다) 플럭스코어드와이어용접 보호가스 선택하기

- 용접절차사양서에 따라 플럭스코어드와이어용접 작업에 적합한 보호가스를 선정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 플럭스코어드와이어용접 작업에 적합한 보호가스 사용조건을 설정할 수 있다.
- 선정한 보호가스 공급장비를 안전하게 운용할 수 있다.

라) 플럭스코어드와이어 용접하기

- 용접절차사양서에 따라 용접기의 종류를 선정하고 용접 조건을 설정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 플럭스코어드와이어 용접작업을 시행할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접 후처리(표면처리, 열처리 등)를 할 수 있다.

8) 용접부 검사

가) 용접 전 검사하기

- 용접 모재의 재질 및 용접조건을 확인할 수 있다.
- 용접이음과 개선폰 상태를 확인할 수 있다.
- 용접부 모재의 청결 상태를 확인할 수 있다.
- 용접구조물의 가용접 상태를 확인할 수 있다.

나) 용접 중 검사하기

- 용접부의 수축 변형 상태를 확인할 수 있다.
- 용접부의 균열, 슬래그 섞임 등 결함여부를 확인할 수 있다.
- 용접부 용착 상태를 확인할 수 있다.

다) 용접 후 검사하기

- 용접부 외관검사를 할 수 있다.
- 용접부 재질에 따른 변형 교정 및 후열처리를 할 수 있다.
- 용접부 잔류응력 및 내부응력을 확인할 수 있다.
- 용접부 파괴 및 비파괴 검사를 실시할 수 있다.

9) 용접결합부 보수 용접 작업

가) 용접부 결함 확인하기

- 치수상 결함, 구조상 결함, 성질상 결함 여부를 확인할 수 있다.
- 용접형상, 오버랩, 언더컷, 용접균열 등의 여부를 확인할 수 있다.
- 용접부의 기계적, 물리적, 화학적 성질을 확인할 수 있다.

나) 보수 판정 기준 확인하기

- 작업표준서에 의한 결함 판정기준을 파악할 수 있다.
- 기공, 슬래그 혼입, 언더컷 등에 대한 보수용접 기준을 파악할 수 있다.
- 확인한 용접결함에 대해 보수 판정기준을 적용하여 보수작업 진행 여부를 결정할 수 있다.

다) 용접 결함 보수하기

- 확인한 용접결함부에 대한 가공을 실시한 후 보수 용접작업을 수행할 수 있다.
- 작업을 수행한 용접부에 후처리를 실시할 수 있다.
- 후처리까지 마친 용접부에 파괴 및 비파괴 검사를 실시하여 결함 보수 완료 여부를 확인할 수 있다.

10) 작업 후 정리·정돈

가) 보호가스 차단하기

- 용접용 보호가스 밸브를 차단할 수 있다.
- 보호가스 누설을 확인 및 검사할 수 있다.
- 검사 실시 후 이상 발견 시 상황에 맞는 조치를 취할 수 있다.

나) 전원 차단하기

- 용접기 본체의 스위치를 차단할 수 있다.
- 용접부스에 공급되는 메인전원을 차단할 수 있다.
- 배기 및 환기시설 전원을 차단할 수 있다.

다) 작업장 정리·정돈하기

- 용접모재 및 잔여 재료를 정리 정돈할 수 있다.
- 용접용 보호구 및 작업 공구를 정돈할 수 있다.
- 작업장 주변을 청결하게 청소할 수 있다.

[가스 메탈 아크 용접]

1) 가스 메탈 아크 용접 작업안전보건관리

가) 용접작업 안전수칙 파악하기

- 안전보호구를 준비하고 착용할 수 있다.
- 산업안전보건법에 따라 용접작업의 안전수칙을 준수할 수 있다.
- 안전사고 행동 요령에 따라 사고 시 행동에 대비할 수 있다.
- 아크광선, 화상에 대한 안전수칙을 숙지하여 사고를 대비할 수 있다.
- 원활한 작업을 위해 절단 안전수칙을 준용할 수 있다.

나) 용접작업장 주변 정리 상태 점검하기

- 화재방지를 위해 용접작업장 주변에 가연성 물질과 인화성·폭발성 위험물질이 있는지 점검하고 적정소화기를 비치할 수 있다.
- 잠재재해 사고방지를 위해 용접작업장 주변을 점검하고 문제점 발생 시 이를 사전에 조치할 수 있다.
- 양호한 용접품질을 위해 용접작업장 주변을 깨끗이 청소할 수 있다.
- 용접작업장의 환기를 위해 환기장치를 점검하고 조작할 수 있다.

다) 용접 안전보호구 점검하기

- 안전을 위하여 보호구 선택 시 유의사항을 파악할 수 있다.
- 안전수칙에 규정된 보호구 구비조건을 알고 사용할 수 있다.
- 용접작업에 필요한 보호구 특성을 알고 적정 보호구를 착용할 수 있다.

라) 용접장비 안전 점검하기

- 용접 작업 전 접지, 전원 절연 상태를 점검, 조치할 수 있다.
- 용접 작업 전 부속설비 등의 안전 상태를 점검, 조치할 수 있다.
- 용접 작업 전 가스용기 연결부위의 누설을 점검하고 조치할 수 있다.

마) 물질안전보건자료 점검하기

- 용접재료의 화학물질의 특징을 파악할 수 있다.
- 모재의 특징을 점검하고 적합한 조치를 할 수 있다.
- 용접 와이어의 특징을 점검하고 적합한 조치를 할 수 있다.
- 사용가스의 유해성을 점검하고 적합한 조치를 할 수 있다.

2) 가스 메탈 아크 용접 도면해독

가) 용접 기호 확인하기

- 주어진 도면을 해독하여 용접에 대한 구조상 특성을 파악할 수 있다.
- 해당 도면에 표기된 이음형상, 용접각장 등을 지시하는 용접 기본기호를 파악할 수 있다.
- 주어진 도면에 표기된 가공 상태 등을 지시하는 용접 보조기호의 의미를 파악할 수 있다.

나) 도면 파악하기

- 주어진 도면을 보고 구조물의 구조적 특성에 따른 작업 순서를 파악할 수 있다.
- 주어진 도면에 표기된 이음형상, 용접 각장 등을 지시하는 용접 기호의 의미를 파악할 수 있다.
- 주어진 도면에 표기된 가공상태, 비파괴검사방법 등을 지시하는 용접 보조 기호의 의미를 파악할 수 있다.

다) 용접절차사양서 파악하기

- 용접절차사양서에서 요구하는 재료 및 이음의 형상을 파악하여 그에 맞는 용접 작업을 준비할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 용접 방법에 대하여 파악하여 그에 맞는 용접 작업을 준비할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 용접조건을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 용접 후처리 방법에 대하여 파악할 수 있다.

3) 가스 메탈 아크 용접 재료준비

가) 모재 준비하기

- 용접구조물의 사용성능에 맞는 모재를 선택할 수 있다.
- 요구하는 용접강도에 맞는 이음형상으로 가공할 수 있다.
- 요구하는 모재치수에 맞는 이음형상으로 가공할 수 있다.
- 작업에 필요한 모재를 청결하게 유지할 수 있다.

나) 용접와이어 준비하기

- 모재의 재질, 사용성능에 맞는 와이어 재질을 파악할 수 있다.
- 용접특성에 맞는 와이어 재질을 선택할 수 있다.
- 모재의 두께, 용접부 이음 형상에 맞는 와이어 지름을 선택할 수 있다.

다) 보호가스 준비하기

- 용접작업에 적합한 보호가스 종류와 사용방법을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 보호가스를 선택할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 혼합 가스의 혼합 비율로 혼합할 수 있다.

라) 배킹재 준비하기

- 배킹재의 종류와 특성을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 적합한 배킹재를 준비할 수 있다.
- 모재의 두께와 이음형상, 자세에 알맞은 배킹재를 선택할 수 있다.

4) 가스 메탈 아크 용접 장비준비

가) 용접장비 설치하기

- 작업 전 용접기 설치장소를 확인하여 설치 가부를 결정할 수 있다.
- 작업에 사용할 용접기에 1차 입력 케이블과 접지 케이블을 연결할 수 있다.
- 작업 안전을 위하여 용접기에 접지 케이블을 연결할 수 있다.
- 작업에 사용할 용접기의 부속장치를 조립할 수 있다.

나) 용접 부속 장비 설치하기

- 와이어 송급장치를 용접기 전면에 연결하고, 와이어를 설치할 수 있다.
- 가스 용기에 유량계가 부착된 가스용 압력조절기를 설치할 수 있다.
- 설치한 용접기의 후면 접속부에 가스 압력조절기 연결 호스를 연결할 수 있다.
- 가스 압력조절기의 히터 전원을 연결할 수 있다.

다) 용접장비 점검하기

- 용접기의 각부 명칭을 알고 조작할 수 있다.
- 가스 공급장치의 가스누설 점검 및 유량을 조절할 수 있다.
- 용접기 패널의 각종 선택 스위치를 선택할 수 있다.
- 아크를 발생시켜 용접기 이상 유무를 확인할 수 있다.

5) 가스 메탈 아크 용접 가용접 작업

가) 모재 치수 확인하기

- 도면에 따라 모재의 재질을 파악할 수 있다.
- 도면에 따라 용접조건에 맞는 모재의 치수를 파악할 수 있다.
- 길이 및 각도 측정용 공구 등을 사용하여 도면과 일치 여부를 측정할 수 있다.

나) 그루브 가공하기

- 도면에 따라 그루브 가공에 사용되는 공구 및 기계를 선택하여 사용할 수 있다.
- 도면에 따라 그루브 각도, 루트 면 등 용접이음부를 가공할 수 있다.
- 용접절차사양서에 맞게 그루브 가공이 되었는지 측정할 수 있다.

다) 가용접하기

- 도면에 따라 용접 구조물 조립을 위한 순서를 파악할 수 있다.
- 도면에 따라 용접 구조물의 이음 형상에 적합한 가용접 위치 및 길이를 파악할 수 있다.
- 도면에 따라 용접 구조물의 응력 집중부를 피하여 가용접 작업을 수행할 수 있다.
- 도면에 따라 용접 구조물이 변형되지 않도록 가용접 작업을 수행할 수 있다.

6) 가스 메탈 아크 용접 본용접 작업

가) 본용접 조건 설정하기

- 용접절차사양서에 따라 용접작업을 실시할 모재의 특성, 두께, 이음의 형상을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접전류, 용접전압 등을 설정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 적합한 용접기의 작업기준을 설정할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접 작업표준을 설정할 수 있다.

나) 용접부 온도관리

- 용접절차사양서에 따라 용접부를 예열할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접 중간 온도를 확인할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접 후열온도를 확인할 수 있다.
- 용접변형방지를 위한 예방조치를 취할 수 있다.

다) 본용접하기

- 용접 조건 따라 운봉법을 선택할 수 있다.
- 용접변형방지를 위한 예방조치를 취하고 최적의 용접방법을 선택할 수 있다.
- 용접 패스간 용접결함 방지를 위한 연마작업을 할 수 있다.
- 용접결함이 없는 양호한 비드를 만들 수 있다.
- 용접결함이 없는 마무리 작업을 할 수 있다.

7) 가스 메탈 아크 용접부 검사

가) 용접 전 검사하기

- 제작도면에 따른 시공 조건을 확인할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접 예열온도 및 방법을 확인할 수 있다.
- 제작도면에 따른 구조물의 가용접 상태를 확인할 수 있다.
- 용접품질검사계획서(ITP)를 확인할 수 있다.
- 용접 모재의 재질 및 용접조건을 확인할 수 있다.

나) 용접 중 검사하기

- 제작도면에 따른 용접부의 수축 변형 상태를 확인할 수 있다.
- 용접부의 균열, 가공 등 결함여부를 확인할 수 있다.
- 제작도면 조건에 따른 용접부 용착 상태를 확인할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따른 용접 층간온도 상태를 확인할 수 있다.
- 용접 비드 청결 및 그라인딩 상태를 확인할 수 있다.

다) 용접 후 검사하기

- 용접부 육안검사를 할 수 있다.
- 용접부 재질에 따른 변형 교정 및 후열처리를 할 수 있다.
- 제작도면에 따른 용접부 다리길이 및 실제목두께 등 치수를 확인할 수 있다.
- 작업지침서에 따라 일부 비파괴검사를 할 수 있다.

8) 가스 메탈 아크 용접 결함부 보수용접 작업

가) 용접부 결함 확인하기

- 용접부에 발생한 형상 불량, 치수불량, 변형 등을 확인할 수 있다.
- 용접부에 발생한 용접균열, 용접형상, 오버랩, 언더컷 등을 확인할 수 있다.
- 용접부에 발생한 용접부의 기계적·물리적·화학적 성질을 확인할 수 있다.
- 용접품질 조건에 따른 용접부 검사 결과를 확인할 수 있다.

나) 보수기준 확인하기

- 작업표준서에 의한 결함 보수기준을 파악할 수 있다.
- 가공, 언더컷 등에 대한 보수기준을 파악할 수 있다.
- 확인한 용접결함에 대해 보수기준을 적용하여 보수작업 진행 여부를 결정할 수 있다.

다) 보수 용접절차서 확인하기

- 보수용접절차서에서 용접 일반에 관한 특정 사항 등을 파악할 수 있다.
- 보수용접절차서에서 요구하는 이음의 형상을 파악할 수 있다.
- 보수용접절차서에서 요구하는 용접방법에 대하여 파악할 수 있다.
- 보수용접절차서에서 요구하는 용접조건을 파악할 수 있다.
- 보수용접절차서에서 요구하는 용접 후처리 방법에 대하여 파악할 수 있다.

라) 용접결합 보수하기

- 용접부 결합 보수 용접 작업 절차서를 확인할 수 있다.
- 작업을 수행한 용접부에 용접후열처리를 실시할 수 있다.
- 후처리까지 마친 용접부에 비파괴 검사를 실시하여 결합 보수 완료 여부를 확인할 수 있다.
- 용접보수 시 예열온도 등 방법을 확인할 수 있다.
- 용접시공 조건에 따른 용접부 결합 종류 및 위치를 확인할 수 있다.
- 용접품질 관리에 따른 용접부 검사를 실시할 수 있다.

10) 가스 메탈 아크 용접 작업 후 정리·정돈

가) 보호가스 차단하기

- 용접에 사용된 보호가스의 밸브를 차단할 수 있다.
- 안전지침에 따른 용접 보호가스 누설을 확인 하고 검사할 수 있다.
- 보호가스검사 실시 후 이상 발견 시 상황에 맞는 조치를 취할 수 있다.

나) 전원 차단하기

- 용접 후 용접기 본체의 스위치를 차단할 수 있다.
- 용접 후 용접부스에 공급되는 메인전원을 차단할 수 있다.
- 용접 후 배기 및 환기시설 전원을 차단할 수 있다.

다) 용접작업장 정리·정돈하기

- 용접 후 용접모재를 정리·정돈할 수 있다.
- 용접 후 용접 와이어를 정리·정돈할 수 있다.
- 용접 후 용접 보호구 및 작업공구를 정돈할 수 있다.
- 용접 후 용접작업장 주변을 청결하게 청소할 수 있다.
- 용접 후 용접기록물을 작성할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 모든 영역에서 실험·실습 등 실무 능력과 연계된 학습을 위해 각종 설비와 장비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다.
- 나. ‘작업안전관리’ 영역에서는 현장 사례와 토의 및 다양한 멀티미디어 자료를 활용하여 산업 현장에서의 안전관리의 중요성을 인식할 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘도면해독’ 영역에서는 제도의 규격과 통칙, 정투상법, 특수투상법 등 입체도면을 정확하게 이해시키고, 산업 현장에서 실제 적용하고 있는 도면을 접하도록 하여 정확한 도면 해독이 되도록 지도한다.
- 라. ‘가용접 작업’, ‘본용접 작업’, ‘용접부 검사’, ‘용접결함부 보수용접 작업’ 영역에서는 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 공구 및 장비의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 작업이 원활하게 이루어 질 수 있도록 지도한다.
- 마. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 바. CO₂용접·가스 메탈 아크 용접 직무와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상시킬 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무능력을 기른다.
- 2) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 3) 실기 평가에서 최종 산출된 제품의 평가뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가로는 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고 완성된 과제물은 실기 평가 기준에 따라 항목별로 평가하도록 한다.
- 4) ‘작업안전보건관리’ 영역에서는 작업보호구 선정·취급·착용능력을 갖추고 있는지 평가하고, 전기 및 가스안전 점검을 실시할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 평가한다.
- 5) ‘도면해독’ 영역에서는 용접기호, 이음부 형상에 대한 지식과 같은 용접도면 해독 능력과 용접절차사양서에 따라 작업을 준비하는 능력을 평가한다.

- 6) ‘재료준비’ 영역에서는 모재준비, 용접봉 준비, 용접 치공구 준비가 용접절차사양서와 일치하는지를 평가한다.
- 7) ‘장비준비’ 영역에서는 용접장치와 용접설비의 구성과 특성에 대한 지식과 이상 유무를 점검하는 능력을 평가한다.
- 8) ‘가용접 작업’ 영역에서는 모재 재질 및 치수를 확인능력과 가용접 작업의 수행 정도를 평가한다.
- 9) ‘솔리드와이어용접 작업’ 영역에서는 용접절차사양서에 따른 용접조건 설정능력, 온도관리 능력, 모재형상이나 두께에 따른 전류 조절 능력, 변형 예방 조치 능력을 평가하고, 솔리드 와이어와 보호가스 선택 능력을 평가한다.
- 10) ‘플럭스코어드와이어용접 작업’ 영역에서는 용접절차사양서에 따른 용접조건 설정능력, 온도관리 능력, 모재형상이나 두께에 따른 전류 조절 능력, 변형 예방 조치 능력을 평가하고, 플럭스코어드와이어와 보호가스 선택 능력을 평가한다.
- 11) ‘용접부 검사’ 영역에서는 용접부의 각종 비파괴검사, 각종 기계적 파괴검사의 수행 능력을 평가한다.
- 12) ‘용접 결함부 보수용접 작업’ 영역에서는 용접부의 결함 판별 능력과 적절한 수정법, 제작 규격에 적용되는 불합격 판정기준, 수정용접의 요구 사항 파악과 같은 보수기준을 이해하고 있는지를 평가하고, 용접결함에 대한 보수 작업 수행능력을 평가한다.
- 13) ‘용접 작업후 정리·정돈’ 영역에서는 용접 작업 후 잔여 용접봉 보관 정리, 용접공구 및 용접보호구의 정리 여부를 평가한다.

나. 영역별 성취수준

[이산화탄소 용접]

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
작업안전보건 관리	안전한 용접작업을 위하여 사전에 용접작업 안전수칙을 파악하고 용접 작업장 주변정리 상태, 용접안전보호구 선정 및 착용, 전기 및 가스안전 점검을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	안전한 용접작업을 위하여 사전에 용접작업 안전수칙을 파악하고 용접작업장 주변정리 상태, 용접안전보호구 선정 및 착용, 전기 및 가스안전 점검을 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	안전한 용접작업을 위하여 사전에 용접작업 안전수칙을 파악하고 용접작업장 주변정리 상태, 용접안전보호구 선정 및 착용, 전기 및 가스안전 점검을 실시할 수 있다.
도면해독	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지하고 도면을 파악하여 용접절차사양서에 따라 작업 준비를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지하고 도면을 파악하여 용접절차사양서에 따라 작업 준비를 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지하고 도면을 파악하여 용접절차사양서에 따라 작업 준비를 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
CO2용접 재료준비	용접작업 전 용접절차시양서에 따라 모재, 용접와이어, 보호가스, 배킹재 준비를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업 전 용접절차시양서에 따라 모재, 용접와이어, 보호가스, 배킹재 준비를 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업 전 용접절차시양서에 따라 모재, 용접와이어, 보호가스, 배킹재 준비를 할 수 있다.
CO2용접 장비준비	용접작업 전 적합한 용접장비를 설치하고 점검(용접 장치 구성 확인, 설치 규정에 따른 용접 장비 설치 여부)을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업 전 적합한 용접장비를 설치하고 점검(용접 장치 구성 확인, 설치 규정에 따른 용접 장비 설치 여부)을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업 전 적합한 용접장비를 설치하고 점검(용접 장치 구성 확인, 설치 규정에 따른 용접 장비 설치 여부)을 할 수 있다.
가용접 작업	본용접 전 모재 재질 및 치수를 확인(용접 도면 해독)하고, 가용접(용접 변형 방지 장비 운용)하여 조립상태를 확인하여 가용접 작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	본용접 전 모재 재질 및 치수를 확인(용접 도면 해독)하고, 가용접(용접 변형 방지 장비 운용)하여 조립상태를 확인하여 가용접 작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	본용접 전 모재 재질 및 치수를 확인(용접 도면 해독)하고, 가용접(용접 변형 방지 장비 운용)하여 조립상태를 확인하여 가용접 작업을 할 수 있다.
솔리드와이어 용접 작업	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 사용할 솔리드와이어와 보호가스를 선택하여 용접작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 사용할 솔리드와이어와 보호가스를 선택하여 용접작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 사용할 솔리드와이어와 보호가스를 선택하여 용접작업을 할 수 있다.
플럭스코어드 와이어용접 작업	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 사용할 플럭스코어드와이어와 보호가스를 선택하여 용접작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 사용할 플럭스코어드와이어와 보호가스를 선택하여 용접작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 사용할 플럭스코어드와이어와 보호가스를 선택하여 용접작업을 할 수 있다.
용접 용접부 검사	용접 품질의 확보를 위하여 본용접 전후 및 작업 중 용접부 상태 검사(용접부 각종 비파괴검사, 용접부의 각종 기계적 파괴검사)를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접 품질의 확보를 위하여 본용접 전후 및 작업 중 용접부 상태 검사(용접부 각종 비파괴검사, 용접부의 각종 기계적 파괴검사)를 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접 품질의 확보를 위하여 본용접 전후 및 작업 중 용접부 상태 검사(용접부 각종 비파괴검사, 용접부의 각종 기계적 파괴검사)를 할 수 있다.
용접 결함부 보수용접 작업	본용접 작업 후 용접부의 결함과 보수기준(변형 발생 시 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정기준, 수정용접의 요구 사항 파악, 모재의 재질에 맞는 최적의 수정용접 기법)에 따라 용접결함에 대한 보수작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	본용접 작업 후 용접부의 결함과 보수기준(변형 발생 시 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정기준, 수정용접의 요구 사항 파악, 모재의 재질에 맞는 최적의 수정용접 기법)에 따라 용접결함에 대한 보수작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	본용접 작업 후 용접부의 결함과 보수기준(변형 발생 시 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정기준, 수정용접의 요구 사항 파악, 모재의 재질에 맞는 최적의 수정용접 기법)에 따라 용접결함에 대한 보수작업을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
작업 후 정리·정돈	효율적인 다음 작업이 이루어지도록 작업장에 대한 정리·정돈(사용한 보호가스 등의 규정된 장소에 보관 정리, 사용한 용접공구 및 용접보호구의 규정된 장소에의 정리, 보존할 용접기록물의 파악) 작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	효율적인 다음 작업이 이루어지도록 작업장에 대한 정리·정돈(사용한 보호가스 등의 규정된 장소에 보관 정리, 사용한 용접공구 및 용접보호구의 규정된 장소에의 정리, 보존할 용접기록물의 파악) 작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	효율적인 다음 작업이 이루어지도록 작업장에 대한 정리·정돈(사용한 보호가스 등의 규정된 장소에 보관 정리, 사용한 용접공구 및 용접보호구의 규정된 장소에의 정리, 보존할 용접기록물의 파악) 작업을 할 수 있다.

[가스 메탈 아크 용접]

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
가스 메탈 아크 용접 작업안전보건관리	안전한 용접작업을 위하여 사전에 용접작업 안전수칙을 파악하고 용접작업장 주변정리 상태, 용접안전보호구 선정 및 착용, 전기 및 가스안전 점검을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	안전한 용접작업을 위하여 사전에 용접작업 안전수칙을 파악하고 용접작업장 주변정리 상태, 용접안전보호구 선정 및 착용, 전기 및 가스안전 점검을 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	안전한 용접작업을 위하여 사전에 용접작업 안전수칙을 파악하고 용접작업장 주변정리 상태, 용접안전보호구 선정 및 착용, 전기 및 가스안전 점검을 실시할 수 있다.
가스 메탈 아크 용접 도면해독	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지하고 도면을 파악하여 용접절차 사양서에 따라 작업 준비를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지하고 도면을 파악하여 용접절차 사양서에 따라 작업 준비를 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지하고 도면을 파악하여 용접절차 사양서에 따라 작업 준비를 할 수 있다.
가스 메탈 아크 용접 재료준비	용접작업 전 용접절차 사양서에 따라 모재, 용접와이어, 보호가스, 배킹재 준비를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업 전 용접절차 사양서에 따라 모재, 용접와이어, 보호가스, 배킹재 준비를 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업 전 용접절차 사양서에 따라 모재, 용접와이어, 보호가스, 배킹재 준비를 할 수 있다.
가스 메탈 아크 용접 장비준비	용접작업 전 적합한 용접장비를 설치하고 점검(용접 장치 구성 확인, 설치 규정에 따른 용접 장비 설치 여부)을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업 전 적합한 용접장비를 설치하고 점검(용접 장치 구성 확인, 설치 규정에 따른 용접 장비 설치 여부)을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업 전 적합한 용접장비를 설치하고 점검(용접 장치 구성 확인, 설치 규정에 따른 용접 장비 설치 여부)을 할 수 있다.
가스 메탈 아크 용접 가용접 작업	본용접 전 모재 재질 및 치수를 확인(용접 도면 해독)하고, 가용접(용접 변형 방지 장비 운용)하여 조립상태를 확인하여 가용접 작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	본용접 전 모재 재질 및 치수를 확인(용접 도면 해독)하고, 가용접(용접 변형 방지 장비 운용)하여 조립상태를 확인하여 가용접 작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	본용접 전 모재 재질 및 치수를 확인(용접 도면 해독)하고, 가용접(용접 변형 방지 장비 운용)하여 조립상태를 확인하여 가용접 작업을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
솔리드와이어용접 작업	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 사용할 솔리드와이어와 보호가스를 선택하여 용접작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 사용할 솔리드와이어와 보호가스를 선택하여 용접작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 사용할 솔리드와이어와 보호가스를 선택하여 용접작업을 할 수 있다.
플럭스 코어드 와이어용접 작업	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 사용할 플럭스 코어드와이어와 보호가스를 선택하여 용접작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 사용할 플럭스 코어드와이어와 보호가스를 선택하여 용접작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 사용할 플럭스 코어드와이어와 보호가스를 선택하여 용접작업을 할 수 있다.
가스 메탈 아크 용접 용접부 검사	용접 품질의 확보를 위하여 본용접 전후 및 작업 중 용접부 상태 검사(용접부 각종 비파괴검사, 용접부의 각종 기계적 파괴검사)를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접 품질의 확보를 위하여 본용접 전후 및 작업 중 용접부 상태 검사(용접부 각종 비파괴검사, 용접부의 각종 기계적 파괴검사)를 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접 품질의 확보를 위하여 본용접 전후 및 작업 중 용접부 상태 검사(용접부 각종 비파괴검사, 용접부의 각종 기계적 파괴검사)를 할 수 있다.
가스 메탈 아크 용접 결함부 보수용접 작업	본용접 작업 후 용접부의 결함과 보수기준(변형 발생 시 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정기준, 수정용접의 요구 사항 파악, 모재의 재질에 맞는 최적의 수정용접 기법)에 따라 용접결함에 대한 보수작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	본용접 작업 후 용접부의 결함과 보수기준(변형 발생 시 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정기준, 수정용접의 요구 사항 파악, 모재의 재질에 맞는 최적의 수정용접 기법)에 따라 용접결함에 대한 보수작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	본용접 작업 후 용접부의 결함과 보수기준(변형 발생 시 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정기준, 수정용접의 요구 사항 파악, 모재의 재질에 맞는 최적의 수정용접 기법)에 따라 용접결함에 대한 보수작업을 할 수 있다.
가스 메탈 아크 용접 작업 후 정리·정돈	효율적인 다음 작업이 이루어지도록 작업장에 대한 정리·정돈(사용한 보호가스 등의 규정된 장소에 보관 정리, 사용한 용접공구 및 용접보호구의 규정된 장소에의 정리, 보존할 용접기록물의 파악) 작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	효율적인 다음 작업이 이루어지도록 작업장에 대한 정리·정돈(사용한 보호가스 등의 규정된 장소에 보관 정리, 사용한 용접공구 및 용접보호구의 규정된 장소에의 정리, 보존할 용접기록물의 파악) 작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	효율적인 다음 작업이 이루어지도록 작업장에 대한 정리·정돈(사용한 보호가스 등의 규정된 장소에 보관 정리, 사용한 용접공구 및 용접보호구의 규정된 장소에의 정리, 보존할 용접기록물의 파악) 작업을 할 수 있다.

[실무 과목]

25. 서브머지드 아크 용접

1. 성격 및 목표

가. 성격

서브머지드 아크 용접(SAW)은 용제의 보호 작용으로 심선에 큰 전류를 흘릴 수 있고, 능률과 품질이 높은 용접으로 분류되고 배나 건물의 철골, 파이프라인 등 커다란 구조물이나 압력용기와 같이 용접부의 재질이 특별히 요구되는 경우에 사용되는 자동용접법이다.

서브머지드 아크 용접에 대한 기초 지식과 기술의 습득은 각종 구조물을 제작·설치 및 보수를 하거나 압력 용기 등의 제작과 기계 설비 시스템을 구성하고 설치·보수하는 능력을 확장시켜줄 것이다.

이수해야 할 내용은 용접절차사양서(WPS) 검토, 용접재료 종류와 적용, 용접기의 특성 및 조립 설치, 용접준비 및 안전사항, 본용접, 용접검사 및 용접기록에 요구되는 능력 등이다.

나. 목표

주어진 도면에 따른 용접절차사양서(WPS) 검토, 용접재료 종류와 적용, 용접기의 특성 및 조립 설치, 용접준비 및 안전사항, 본용접, 용접검사 및 용접기록에 요구되는 능력 등을 활용하여 기계, 조선, 차량, 플랜트, 교량 등 산업체에 전반적으로 적용할 수 있는 용접작업 수행능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘서브머지드 아크 용접’ 과목의 내용은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키고, 산업 현장의 산업 설비 분야에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
서브머지드 아크 용접 작업안전보건관리 (1601050501_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접작업 안전보건위생 준수하기 • 용접작업장 주변정리 상태점검하기 • 용접 안전보호구 점검하기 • 물질안전보건자료 점검하기
서브머지드 아크 용접 도면해독 (1601050502_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 도면파악하기 • 용접기호 확인하기 • 용접절차시양서 파악하기
서브머지드 아크 용접 재료준비 (1601050503_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 모재 준비하기 • 용접용 와이어 준비하기 • 용제 준비하기 • 배킹재 준비하기
서브머지드 아크 용접 가용접 작업 (1601050504_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 모재 치수 확인하기 • 홈 가공하기 • 가용접하기
서브머지드 아크 용접 용접장비 준비 (1601050505_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접장비 연결하기 • 용접용 재료 설치하기 • 이송장치 설치하기 • 용접장비 점검하기
서브머지드 아크 용접 본용접 작업 (1601050506_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 예열하기 • 본 용접하기 • 후열작업하기 • 용접 후처리하기
서브머지드 아크 용접 용접부 검사 (1601050507_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접 전 검사하기 • 용접 중 검사하기 • 용접 후 검사하기
서브머지드 아크 용접 결함부 보수 용접 작업 (1601050508_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접부 결함 확인하기 • 보수기준 확인하기 • 용접 결함부 보수하기
서브머지드 아크 용접 작업 후 정리·정돈 (1601050509_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용제 정리하기 • 전원 차단하기 • 용접작업장 정리·정돈하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 서브머지드 아크 용접 작업안전보건관리

가) 용접작업 안전보건위생 준수하기

- 안전보호구를 준비하고 착용할 수 있다.
- 용접작업의 안전수칙을 준수할 수 있다.
- 안전사고 행동 요령에 따라 사고 시 행동에 대비할 수 있다.
- 안전수칙을 숙지하여 아크광선에 의한 사고를 대비할 수 있다.

나) 용접작업장 주변정리 상태점검하기

- 화재방지를 위해 용접작업장 주변에 인화물질이 있는지 점검 하고 소화기를 비치할 수 있다.
- 위험방지를 위해 용접작업장 주변에 낙화물이 있는지 점검할 수 있다.
- 청결을 위해 용접작업장 주변을 깨끗이 청소할 수 있다.
- 용접작업장의 환기를 위해 환기시설을 확인하고 조작할 수 있다.

다) 용접안전보호구 점검하기

- 안전을 위하여 보호구 선택 시 유의사항을 파악할 수 있다.
- 안전수칙에 규정된 보호구 구비조건을 알고 사용할 수 있다.
- 안전모와 안전화의 특징을 알고 이를 착용할 수 있다.

라) 물질안전보건자료 점검하기

- 용접재료의 화학물질의 특징을 파악할 수 있다.
- 모재의 특징을 점검하고 적합한 조치를 할 수 있다.
- 용접 와이어의 특징을 점검하고 적합한 조치를 할 수 있다.
- 용제의 특징을 점검하고 적합한 조치를 할 수 있다.

2) 서브머지드 아크 용접 도면해독

가) 도면파악하기

- 조립도, 부품도, 상세도 등의 종합도면을 파악할 수 있다.
- 제작도면을 해독하여 도면에 표기된 용접자세 및 홈 이음형상 등을 파악할 수 있다.
- 제작도면에 표기된 용접에 필요한 기본 요구 사항 등을 파악 할 수 있다.
- 제작도면을 해독하여 용접구조물 형상을 파악할 수 있다.

나) 용접기호 확인하기

- 용접자세를 지시하는 용접 기본기호를 구별할 수 있다.
- 홈 형상을 지시하는 용접 기본기호를 구별할 수 있다.
- 가공 상태를 지시하는 용접 보조기호 의미를 구별할 수 있다.

다) 용접절차사양서 파악하기

- 용접절차사양서에서 용접 일반에 관한 특정 사항 등을 파악 할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 이음의 형상을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 용접방법에 대하여 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 용접조건을 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 용접 후처리 방법에 대하여 파악할 수 있다.

3) 서브머지드 아크 용접 재료준비

가) 모재 준비하기

- 용접구조물의 사용성능을 나타내는 기계적 성질, 화학성분, 열처리 특성을 고려한 모재를 선택할 수 있다.
- 요구하는 용접강도 및 모재 두께에 알맞은 이음형상에 맞게 가공할 수 있다.
- 재료의 종류, 두께에 따라 가공방법을 선정, 가공할 수 있다.

나) 용접용 와이어 준비하기

- 모재의 재질 및 작업성에 맞는 용접용 와이어를 선정할 수 있다.
- 용접부 이음 형상에 맞는 용접용 와이어를 선택할 수 있다.
- 용접재료 및 두께에 맞는 용접용 와이어 지름을 선택할 수 있다.

다) 용제(flux) 준비하기

- 용접에 적합한 용제의 종류와 사용방법을 선택할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용제를 선택할 수 있다.
- 용융형, 소결형, 혼성형 용제의 특성을 파악할 수 있다.
- 용제의 건조 상태를 파악하여 조치할 수 있다.

라) 배킹재 준비하기

- 배킹재의 사용 유, 무를 파악할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 적합한 배킹재를 준비할 수 있다.
- 모재의 두께와 이음형상에 알맞은 배킹재를 선택할 수 있다.
- 배킹재를 모재의 이음부 형상에 맞게 부착할 수 있다.

4) 서브머지드 아크 용접 가용접 작업

가) 모재치수 확인하기

- 제작 도면에 따라 용접조건에 맞는 모재의 재질을 파악할 수 있다.
- 제작 도면에 따라 용접조건에 맞는 모재의 치수를 파악할 수 있다.
- 제작 도면에 따라 길이 및 각도 측정용 공구 등을 사용하여 치수를 측정할 수 있다.

나) 홈 가공하기

- 제작 도면에 따라 홈 가공에 사용되는 공구 및 기계를 선택 하여 사용할 수 있다.
- 제작 도면에 따라 홈 각도, 루트 면 등 용접 이음부를 가공 할 수 있다.
- 제작 도면에 따라 홈 가공 시 안전 수칙을 준수할 수 있다.

다) 가용접하기

- 제작 도면과 용접절차사양서에 따라 용접 구조물 조립을 위 한 순서를 파악할 수 있다.
- 제작 도면과 용접절차사양서에 따라 용접 구조물의 이음 형상에 적합한 가용접 위치 및 길이를 파악할 수 있다.
- 제작 도면과 용접절차사양서에 따라 용접구조물의 응력집중부를 피하여 가용접 작업을 수행할 수 있다.
- 제작 도면과 용접절차사양서에 따라 용접구조물이 변형되지 않도록 가용접 작업을 수행 할 수 있다.

5) 서브머지드 아크 용접 용접장비 준비

가) 용접장비 연결하기

- 작업 전 서브머지드 아크 용접기 설치장소를 확인하여 정리·정돈 할 수 있다.
- 작업에 사용할 용접기에 1차 입력 케이블과 접지 케이블을 연결할 수 있다.
- 작업에 사용할 용접기의 부속 장치의 파워케이블과 컨트롤 케이블을 연결할 수 있다.
- 작업에 사용할 용접기의 본체와 부속장치의 연결 상태를 확인할 수 있다.

나) 용접용 재료 설치하기

- 용접용 와이어를 장착할 수 있다.
- 용제를 용제 호퍼에 채워 넣을 수 있다.
- 가용접이 완료된 모재가 정확히 설치되었는지를 확인할 수 있다.
- 본용접을 위한 배킹재를 설치할 수 있다.
- 교류 용접기를 사용할 경우 스틸 울(steel wool)을 설치할 수 있다.

다) 이송장치 설치하기

- 레일을 설치할 수 있다.
- 피 용접물의 각종 이송장치를 설치할 수 있다.
- 용접용 와이어 공급 장치를 설치할 수 있다.
- 용제 공급 장치를 설치할 수 있다.

라) 용접장비 점검하기

- 서브머지드 아크 용접 장치가 정확히 연결되고, 설치되었는지를 점검할 수 있다.
- 서브머지드 아크 용접 이송 장치가 정확히 연결되고, 설치되었는지를 점검할 수 있다.
- 서브머지드 아크 용접 와이어 공급 장치가 정확히 연결되고, 설치되었는지를 점검할 수 있다.
- 서브머지드 아크 용접 용제 공급 장치가 정확히 연결되고, 설치되었는지를 점검할 수 있다.
- 서브머지드 아크 용접 컨트롤러가 정확히 연결되고, 설치되었는지를 점검할 수 있다.
- 각 종 장치를 점검한 후 서브머지드 아크 용접을 시운전할 수 있다.

6) 서브머지드 아크 용접 본용접 작업

가) 예열하기

- 용접절차사양서에서 예열조건을 확인할 수 있다.
- 예열온도를 측정할 수 있는 각종 측정기를 사용할 수 있다.
- 예열할 수 있는 장치를 선택하여 설치할 수 있다.
- 예열 장치를 사용하여 예열작업을 할 수 있다.

나) 본용접하기

- 본용접 전에 용접변수 점검을 위한 예비용접을 진행할 수 있다.
- 제작 도면과 용접절차사양서에 따른 용접조건을 설정할 수 있다.
- 제작 도면과 용접절차사양서에 따른 서브머지드 아크 용접 작업을 할 수 있다.
- 제작 도면과 용접절차사양서에 따른 다층용접을 할 수 있다.

다) 후열작업하기

- 용접절차사양서에서 후열 작업조건을 확인할 수 있다.
- 후열 작업온도를 측정할 수 있는 각종 측정기를 사용할 수 있다.
- 후열 작업할 수 있는 장치를 선택하여 설치할 수 있다.
- 후열 작업 장치를 사용하여 후열작업을 할 수 있다.

라) 용접 후처리하기

- 서브머지드 아크 용접 용제를 회수할 수 있다.
- 서브머지드 아크 용접 와이어를 회수할 수 있다.
- 용접 슬래그를 제거할 수 있다.
- 용접을 진행하기 위해 부착 된 임시 부착물을 제거할 수 있다.
- 임시 부착물 제거 부분을 연삭 가공할 수 있다.

7) 서브머지드 아크 용접부 검사

가) 용접 전 검사하기

- 용접절차사양서에 따라 용접 모재의 재질 및 용접조건을 확인할 수 있다.
- 용접절차사양서에 따라 용접이음과 개선 홈 상태를 확인할 수 있다.
- 용접부 모재의 청결 상태를 확인할 수 있다.
- 도면에 따라 용접구조물의 가용접 상태를 확인할 수 있다.
- 용접절차사양서에서 요구하는 예열온도에 도달하였는지 확인할 수 있다.

나) 용접 중 검사하기

- 용접진행 상태를 육안으로 확인할 수 있다.
- 도면에 따라 용접부의 수축 변형 상태를 확인할 수 있다.
- 용접부의 비드 외관과 슬래그 상태를 확인할 수 있다.

다) 용접 후 검사하기

- 용접절차사양서에 따라 용접 완료 후 후열 검사를 실시할 수 있다.
- 도면에 따라 용접부 외관 및 치수 검사를 할 수 있다.
- 도면에 따라 용접부 비파괴 검사를 실시할 수 있다.
- 관련 규격에 따라 각종 검사보고서를 작성할 수 있다.

8) 서브머지드 아크 용접 결함부 보수용접 작업

가) 용접부 결함 확인하기

- 치수상 결함·구조상 결함·성질상 결함 여부를 확인할 수 있다.
- 용접형상, 오버랩, 언더컷, 용접균열 등의 여부를 확인할 수 있다.
- 용접부의 기계적, 화학적 성질을 확인할 수 있다.

나) 보수기준 확인하기

- 관련 규격에 의한 결함 판정기준을 파악할 수 있다.
- 균열, 기공, 슬래그 혼입, 언더컷 등에 대한 보수용접 기준을 파악할 수 있다.
- 확인한 용접결함에 대해 보수기준을 적용하여 보수작업 진행 여부를 결정할 수 있다.

다) 용접결함부 보수하기

- 확인한 용접결함부에 대한 가공을 실시한 후 보수 용접작업을 수행할 수 있다.
- 보수작업을 수행한 용접부에 후처리를 실시할 수 있다.
- 용접부에 비파괴 검사를 실시하여 결함 보수 완료 여부를 확인할 수 있다.

9) 서브머지드 아크 용접 작업 후 정리·정돈

가) 용제 정리하기

- 용제 호퍼 등의 잔여 용제를 회수하여 보관할 수 있다.
- 용접작업장 주변에서 수거한 용제를 정리할 수 있다.
- 용제의 종류에 따라 흡습이 되지 않도록 밀폐 보관할 수 있다.

나) 전원 차단하기

- 용접 전원의 스위치를 차단할 수 있다.
- 용접 부가장치에 공급되는 전원을 차단할 수 있다.
- 배기 및 환기시설 전원을 차단할 수 있다.

다) 용접작업장 정리·정돈하기

- 용접모재 및 잔여 재료를 정리·정돈 할 수 있다.
- 용접용 보호구 및 작업 공구를 정돈 할 수 있다.
- 용접작업장 주변을 청결하게 청소 할 수 있다.

3. 교수·학습

가. 모든 영역에서 실험·실습 등 실무 능력과 연계된 학습을 위해 서브머지드 아크 용접용 각종 설비와 장비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다.

나. ‘서브머지드 아크 용접 작업안전보건관리’ 영역에서는 현장 사례와 토의 및 다양한 멀티미디어 자료를 활용하여 산업 현장에서의 안전관리의 중요성을 인식할 수 있도록 지도한다.

- 다. ‘서브머지드 아크 용접 도면해독’ 영역에서는 제도의 규격과 통칙, 정투상법, 특수투상법 등 입체도면을 정확하게 이해시키고, 산업 현장에서 실제 적용하고 있는 도면을 접하도록 하여 정확한 도면 해독이 되도록 지도한다.
- 라. ‘서브머지드 아크 용접 가용접 작업’, ‘서브머지드 아크 용접 본용접 작업’, ‘서브머지드 아크 용접부 검사’ ‘서브머지드 아크 용접 결함부 보수용접 작업’ 영역에서는 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 공구 및 장비의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 작업이 원활하게 이루어 질 수 있도록 지도한다.
- 마. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 바. 서브머지드 아크 용접 직무와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상시킬 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무능력을 기른다.
- 2) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 3) 실기 평가에서 최종 산출된 제품의 평가뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가로는 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고 완성된 과제물은 실기 평가 기준에 따라 항목별로 평가하도록 한다.
- 4) ‘서브머지드 아크 용접 작업안전보건관리’ 영역에서는 작업보호구 선정·취급·착용능력을 갖추고 있는지 평가하고, 전기 및 가스안전 점검 능력을 갖추고 있는지를 평가한다.
- 5) ‘서브머지드 아크 용접 도면해독’ 영역에서는 용접기호, 이음부 형상에 대한 지식과 같은 용접도면 해독 능력과 용접절차사양서에 따라 작업을 준비하는 능력을 평가한다.
- 6) ‘서브머지드 아크 용접 재료준비’ 영역에서는 모재준비, 용접용 와이어 준비, 용제, 배킹재 준비와 용접절차사양서와의 일치여부를 평가한다.
- 7) ‘서브머지드 아크 용접 가용접 작업’ 영역에서는 모재 재질 및 치수 확인능력과 가용접 작업의 수행 정도를 평가한다.

- 8) ‘서브머지드 아크 용접 장비준비’ 영역에서는 용접장치와 용접설비의 구성과 특성에 대한 지식과 이상 유무를 점검하는 능력을 평가한다.
- 9) ‘서브머지드 아크 용접 본용접 작업’ 영역에서는 용접절차사양서에 따른 용접조건 설정능력, 용접용 와이어와 용제의 선택 능력을 평가한다.
- 10) ‘서브머지드 아크 용접부 검사’ 영역에서는 용접부의 각종 비파괴검사, 각종 기계적 파괴검사의 수행 능력을 평가한다.
- 11) ‘서브머지드 아크 용접 결함부 보수용접 작업’ 영역에서는 용접부의 결함 판별 능력과 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정기준, 수정용접의 요구 사항 파악과 같은 보수기준을 이해하고 있는지를 평가하고, 용접결함에 대한 보수 작업 수행능력을 평가한다.
- 12) ‘서브머지드 아크 용접 작업후 정리·정돈’ 영역에서는 용접 작업 후 잔여 용접봉 보관 정리, 용접공구 및 용접보호구의 정리 여부를 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
서브머지드 아크 용접 작업안전 보건관리	안전한 용접작업을 위하여 사전에 용접작업 안전수칙을 파악하고 용접 작업장 주변정리 상태, 용접안전보호구 선정 및 착용, 전기 및 가스안전 점검을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	안전한 용접작업을 위하여 사전에 용접작업 안전수칙을 파악하고 용접 작업장 주변정리 상태, 용접안전보호구 선정 및 착용, 전기 및 가스안전 점검을 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	안전한 용접작업을 위하여 사전에 용접작업 안전수칙을 파악하고 용접 작업장 주변정리 상태, 용접안전보호구 선정 및 착용, 전기 및 가스안전 점검을 실시할 수 있다.
서브머지드 아크 용접 도면해독	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지하고 도면을 파악하여 용접절차사양서에 따라 작업 준비를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지하고 도면을 파악하여 용접절차사양서에 따라 작업 준비를 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지하고 도면을 파악하여 용접절차사양서에 따라 작업 준비를 할 수 있다.
서브머지드 아크 용접 재료준비	용접작업에 앞서 재료의 종류별 특성을 파악하고, 서브머지드 아크 용접의 재료인 모재, 용접용 와이어, 용제, 배킹재 준비를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업에 앞서 재료의 종류별 특성을 파악하고, 서브머지드 아크 용접의 재료인 모재, 용접용 와이어, 용제, 배킹재 준비를 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업에 앞서 재료의 종류별 특성을 파악하고, 서브머지드 아크 용접의 재료인 모재, 용접용 와이어, 용제, 배킹재 준비를 할 수 있다.
서브머지드 아크 용접 가용접 작업	본용접에 앞서 모재 재질 및 치수를 확인(용접도면해독)하고, 모재가 도면의 형상과 치수에 맞게 가공되어 있는가를 확인하고 가용접을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	본용접에 앞서 모재 재질 및 치수를 확인(용접도면해독)하고, 모재가 도면의 형상과 치수에 맞게 가공되어 있는가를 확인하고 가용접을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	본용접에 앞서 모재 재질 및 치수를 확인(용접도면해독)하고, 모재가 도면의 형상과 치수에 맞게 가공되어 있는가를 확인하고 가용접을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
서브머지드 아크 용접 용접장비 준비	용접작업 전 적합한 용접장비를 설치하고 점검(용접 장비 구성 확인, 설치 규정에 따른 용접 장비 설치 여부)을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업 전 적합한 용접장비를 설치하고 점검(용접 장비 구성 확인, 설치 규정에 따른 용접 장비 설치 여부)을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접작업 전 적합한 용접장비를 설치하고 점검(용접 장비 구성 확인, 설치 규정에 따른 용접 장비 설치 여부)을 할 수 있다.
서브머지드 아크 용접 본용접 작업	제작도면과 용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 사용할 용접용 와이어와 용제를 선택하여 본용접 작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	제작도면과 용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 사용할 용접용 와이어와 용제를 선택하여 본용접 작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	제작도면과 용접절차시양서에 따라 용접조건을 설정하고, 작업에 사용할 용접용 와이어와 용제를 선택하여 본용접 작업을 할 수 있다.
서브머지드 아크 용접부 검사	용접 품질의 확보를 위하여 본용접 전후 및 작업 중 용접부 상태 검사(용접부의 각종 비파괴검사, 기계적 파괴검사)를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접 품질의 확보를 위하여 본용접 전후 및 작업 중 용접부 상태 검사(용접부의 각종 비파괴검사, 기계적 파괴검사)를 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접 품질의 확보를 위하여 본용접 전후 및 작업 중 용접부 상태 검사(용접부의 각종 비파괴검사, 기계적 파괴검사)를 할 수 있다.
서브머지드 아크 용접 결함부 보수 용접 작업	본용접 작업 후 용접부의 결함과 보수기준(변형 발생 시 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정기준, 수정용접의 요구 사항 파악, 모재의 재질에 맞는 최적의 수정용접 기법)에 따라 용접결함에 대한 보수 작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	본용접 작업 후 용접부의 결함과 보수기준(변형 발생 시 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정기준, 수정용접의 요구 사항 파악, 모재의 재질에 맞는 최적의 수정용접 기법)에 따라 용접결함에 대한 보수 작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	본용접 작업 후 용접부의 결함과 보수기준(변형 발생 시 적절한 수정법, 제작규격에 적용되는 불합격 판정기준, 수정용접의 요구 사항 파악, 모재의 재질에 맞는 최적의 수정용접 기법)에 따라 용접결함에 대한 보수 작업을 할 수 있다.
서브머지드 아크 용접 작업 후 정리·정돈	용접작업 완료 후, 용접기 등의 전원을 차단하고, 용접작업장에 대한 정리·정돈을 실시함으로써 효율적으로 다음 작업이 이루어지도록 하며, 전기설비점검 및 장비점검을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	용접작업 완료 후, 용접기 등의 전원을 차단하고, 용접작업장에 대한 정리·정돈을 실시함으로써 효율적으로 다음 작업이 이루어지도록 하며, 전기설비점검 및 장비점검을 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	용접작업 완료 후, 용접기 등의 전원을 차단하고, 용접작업장에 대한 정리·정돈을 실시함으로써 효율적으로 다음 작업이 이루어지도록 하며, 전기설비점검 및 장비점검을 실시할 수 있다.

[실무 과목]

26. 로봇 용접

1. 성격 및 목표

가. 성격

용접 자동화는 인력부족과 인건비 상승을 극복하기 위해 시도됐으며, 용접자동화를 통해 인건비 절감뿐만 아니라 용접 품질을 향상시킬 수 있기 때문에 다양한 자동화 방법들이 개발되고 있다.

용접은 산업 전반에 걸쳐 활용된다. 과거에는 용접사들이 용접을 했다면 오늘날에는 사람이 직접 하던 작업들이 점차 자동화되어가는 과정에 있다.

자동용접은 일반적인 수동 용접과 달리 조작자가 계속해서 조작하지 않고 연속적으로 용접을 진행하도록 장치를 사용하는 용접의 총칭으로, ‘용접자동화’는 이러한 자동용접이 가능하도록 하는 시스템을 말한다.

로봇 용접은 주어진 도면에 따라 로봇프로그램에 데이터를 입력해서 용접작업을 수행하는 자동화용접시스템을 활용하여 산업체에 전반적으로 적용할 수 있는 기본적인 용접작업을 수행하는 일이다.

나. 목표

주어진 도면에 따른 용접절차사양서(WPS) 파악, 로봇 용접 준비, 로봇 용접장비 세팅, 프로그램 코딩, 로봇 용접작업, 용접부검사 등을 활용하여 산업체에 전반적으로 적용할 수 있는 로봇 용접작업 수행능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

‘로봇 용접’ 과목의 내용은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키고, 산업 현장의 산업 설비 분야에서 필요한 지식, 기술, 태도를 갖추기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
기본 용접 작업 (1601050601_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 기본용접작업 준비하기 • 보호가스 다루기 • 가스 텀스텐 아크 용접/CO2용접 작업하기
제작도면, 용접절차사양서 파악 (1601050602_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접 기호 확인하기 • 제작도면 파악하기 • 용접절차사양서 파악하기
로봇 용접 준비 (1601050603_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접 재료 준비하기 • 용접 치공구 준비하기 • 용접 작업환경 설정하기
로봇 용접장비 세팅 (1601050604_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 전원 입력 상태 확인하기 • 사전 장비 점검하기 • 보호가스 점검하기
프로그램 코딩 (1601050605_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접 조건 설정하기 • 용접 작업 조건 입력하기 • 용접로봇 시운전하기
로봇 용접 작업 (1601050606_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 지그 세팅하기 • 예열·가용접하기 • 본용접·후열처리하기
로봇 용접 후 처리 (1601050607_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 용접부 마무리 작업하기 • 용접결함 수정하기 • 용접변형 교정하기
로봇 용접부 검사 (1601050608_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 육안 검사하기 • 비파괴검사계획 설계하기 • 비파괴검사하기
로봇 용접 완료 작업 (1601050609_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 작업 후 장비 점검하기 • 정리·정돈하기 • 후공정 인계하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 기본 용접 작업

가) 기본용접작업 준비하기

- 가스 텅스텐 아크 용접/CO₂ 용접작업을 위한 전체 작업관계를 고려하여 주어진 도면을 해독할 수 있다.
- 가스 텅스텐 아크 용접/CO₂ 용접작업을 위한 재료와 장비를 선택하여 작업을 준비할 수 있다.
- 주어진 용접작업에 수행하기 위한 알맞은 모재의 특성, 두께, 이음형상, 전류, 용접기 작업 기준을 설정하여 용접작업을 시작할 수 있다.

나) 보호가스 다루기

- 주어진 용접작업에 적합한 보호가스를 선택하여 작업을 준비할 수 있다.
- 용접재에 따라 보호가스의 유량을 조절하여 작업을 준비할 수 있다.
- 용접작업에 적합한 상태를 유지할 수 있도록 와이어와 보호가스 공급 장치에 대한 유지관리를 할 수 있다.

다) 가스 텅스텐 아크 용접/CO₂용접 작업하기

- 주어진 용접작업지시서에 따라 용접조건을 설정하여 용접작업을 시작할 수 있다.
- 주어진 용접작업지시서에서 요구한 자세와 작업조건을 지키면서 용접작업을 수행할 수 있다.
- 수행한 용접작업이 잘 이루어졌는지 육안검사를 통해 확인한다.

2) 제작도면·용접절차사양서 파악

가) 용접 기호 구별하기

- 용접자세를 지시하는 용접 기본기호를 구별할 수 있다.
- 홈의 형상을 지시하는 용접 기본기호를 구별할 수 있다.
- 가공상태를 지시하는 용접 보조기호의 의미를 구별할 수 있다.

나) 제작도면 파악하기

- 용접작업을 위한 제작도면을 보고 제작물의 구조상 특성에 따른 작업 방향을 파악할 수 있다.
- 용접작업을 위한 제작도면에 표기된 이음형상, 용접각장 등을 지시하는 용접 기본 기호의 의미를 파악할 수 있다.

- 용접작업을 위한 제작도면에 표기된 가공 상태 등을 지시하는 용접보조기호의 의미를 파악할 수 있다.

다) 용접절차사양서 파악하기

- 용접작업 수행을 위하여 용접절차사양서에서 요구하는 재료 및 이음의 형상을 파악하여 그에 맞는 용접작업을 준비할 수 있다.
- 용접작업 수행을 위하여 용접절차사양서에서 요구하는 용접 방법을 파악하여 그에 맞는 용접작업을 준비할 수 있다.
- 용접작업 수행을 위하여 용접절차사양서에서 요구하는 용접조건을 파악할 수 있다.
- 용접작업 수행을 위해 용접절차사양서에서 요구하는 용접 후처리 방법에 대하여 파악할 수 있다.

3) 로봇 용접 준비

가) 용접 재료 준비하기

- 용접구조물의 사용성능 (기계적 성질, 화학성분, 열처리 특성)에 맞는 재료를 선택하여 용접 작업을 준비할 수 있다.
- 용접종류 및 두께에 알맞은 이음 형상에 맞게 가공할 수 있도록 재료를 선택하여 용접 작업을 준비할 수 있다.
- 용접에 사용하기 위하여 가공한 용접 재료의 정밀도 상태를 작업에 적합한 상태로 유지할 수 있다.

나) 용접 치공구 준비하기

- 요구받은 제품의 특성에 맞춰 용접작업에 필요한 용접템플릿(template)을 준비할 수 있다.
- 요구받은 제품의 특성에 맞춰 용접작업에 필요한 용접지그를 선정할 수 있다.
- 요구받은 제품의 특성에 맞춰 용접작업에 필요한 용접 포지셔너(positioner)를 선정할 수 있다.
- 요구받은 제품의 특성에 맞춰 용접작업에 필요한 용접호이스트를 선정할 수 있다.

다) 용접 작업환경 설정하기

- 안전한 용접작업을 위해 유해가스를 배출하기 위한 환경장치를 유지 관리할 수 있다.
- 안전한 용접작업을 위해 작업에 적합한 온도와 습도를 유지할 수 있다.
- 안전한 용접작업을 위해 화재 예방을 위한 안전 환경을 유지할 수 있다.
- 안전한 작업수행을 위하여 로봇 용접 영역 내에 방호펜스를 설치할 수 있다.
- 효율적인 작업수행을 위하여 철 및 비철 소재 특성에 맞게 작업장을 분리 설치할 수 있다.
- 산업안전보건기준에 따라 용접작업에 필요한 안전보호구를 착용하도록 준비할 수 있다.

4) 로봇 용접장비 세팅

가) 전원 입력 상태 확인하기

- 로봇 용접장비 운용을 위해 필요한 로봇 용접 장치 구성요소(제어반, 인터록반, 주변설비 등)를 육안 및 수조작으로 확인할 수 있다.
- 로봇 용접장비 운용을 위해 필요한 로봇 용접장비의 전원공급에 따른 전원 특성을 시험을 통해 확인할 수 있다.
- 로봇 용접작업에 사용할 로봇 용접장비의 전원 입력 상태를 육안으로 확인할 수 있다.

나) 사전 장비 점검하기

- 로봇 용접작업에 사용할 로봇 용접장비별 특성에 따른 용접 분류방법을 사전에 확인할 수 있다.
- 로봇 용접작업의 성공적인 수행을 위하여 로봇 용접장비구성도를 준용하여 로봇 용접 장비의 연결상태 및 용접전원 이상 유무를 확인한다.
- 로봇 용접작업의 성공적인 수행을 위하여 로봇 용접 장비 작동 간에 이상 발생 시 상황별 특징에 맞는 응급조치를 시행할 수 있다.

다) 보호가스 점검하기

- 로봇 용접작업의 성공적인 수행을 위하여 로봇 용접의 용접재료 특성에 따라 용접 보호가스를 선택할 수 있다.
- 로봇 용접작업의 성공적인 수행을 위하여 선택한 용접보호가스의 안전하고 효과적인 사용 방법을 파악할 수 있다.
- 로봇 용접작업의 성공적인 수행을 위하여 용접 시공기준에 따라 가스유량 및 가스공급장치를 점검할 수 있다.

5) 프로그램 코딩

가) 용접 조건 설정하기

- 로봇 용접작업을 수행할 로봇 용접장비의 운용을 위해 장비의 입력도구(티칭펜던트)를 이용하여 각축의 구동방식을 이해할 수 있다.
- 로봇 용접작업을 위하여 주어진 도면 및 용접 절차사양서에 따라 용접조건을 설정할 수 있다.
- 좌표계를 이해하고 로봇의 기본 명령어를 익혀 로봇을 작동할 수 있다.

나) 용접 작업 조건 입력하기

- 로봇 용접작업을 수행하기 위하여 로봇 용접장비에 저장된 기본명령어를 바탕으로 용접선을 설정할 수 있다.

- 로봇 용접작업을 수행하기 위하여 주어진 용접 조건에 맞게 프로그램의 명령문을 사용하여 로봇 용접장비에 용접전류 변수를 입력할 수 있다.
- 로봇 용접작업을 수행하기 위하여 주어진 용접 조건에 맞게 프로그램의 명령문을 사용하여 로봇 용접장비에 용접아크 전압변수를 입력할 수 있다.
- 로봇 용접작업을 수행하기 위하여 주어진 용접 조건에 맞게 프로그램의 명령문을 사용하여 로봇 용접장비에 용접속도 변수를 입력할 수 있다.

다) 용접로봇 시운전하기

- 로봇 용접작업을 위하여 사용할 로봇 용접장비와 주변장치의 상태를 육안으로 확인할 수 있다.
- 로봇 용접작업을 위하여 사용할 로봇 용접장비의 본체 위치(원위치상태)를 육안으로 확인할 수 있다.
- 로봇 용접작업을 위하여 주어진 용접 절차 사양서에 따른 용접 조건에 이상이 있는 경우, 상황에 따라 필요한 수정 조치를 취하여 시운전을 실시할 수 있다.
- 로봇 용접작업을 위하여 사용할 로봇 용접정비에 수시·정기적인 정비를 실시한 경우, 장비운전개시 전 입력한 용접조건이 맞게 설정되어 있는지 사전에 확인할 수 있다.

6) 로봇 용접 작업

가) 지그 세팅하기

- 제품제작을 위하여 필요한 용접용 지그 및 조립용 지그를 용도에 맞게 선정할 수 있다.
- 제품제작을 위하여 선정된 용접용 지그를 로봇의 작업 수행이 가능하도록 작업대에 정확히 세팅할 수 있다.
- 작업 간 필요에 따라 추가된 지그부품을 로봇 용접작업 수행이 가능하도록 세팅된 지그에 정확하게 부착할 수 있다.
- 로봇 용접작업의 성공적 수행을 위하여 사용할 용접용 지그 및 조립용 지그가 정확히 세팅되었는지 검사할 수 있다.

나) 예열·가용접하기

- 로봇 용접작업의 성공적 수행을 위하여 제작할 제품의 재질 특성과 구조형상을 파악하고 용접절차사양서에 따른 용접예열을 수행한다.
- 로봇 용접작업의 성공적 수행을 위하여 지그에 세팅된 제품에 대해 용접변형이 발생하지 않도록 정확한 가용접 위치를 선정하여 가용접할 수 있다.
- 로봇 용접작업의 성공적인 수행을 위하여 제작할 제품의 정밀도를 확인한 후 용접지그를 수정, 재세팅할 수 있다.

다) 본용접·후열처리하기

- 로봇 용접작업을 위해 다운로드 된 프로그램을 사용하여 용접절차사양서에 따라 결함이 없는 로봇 용접 작업을 수행할 수 있다.
- 로봇 용접작업 수행을 위하여 용접절차사양서에 따라 용접부의 후열을 위한 예열버너 혹은 전기코일을 설치하고 용접후 열처리를 할 수 있다.
- 로봇 용접작업의 성공적인 수행을 위하여 용접작업물의 결과를 육안으로 확인하여 결함에 따라 용접조건을 수정하여 보수용접을 실시할 수 있다.

7) 로봇 용접 후처리

가) 용접부 마무리 작업하기

- 용접품질을 확보하기 위하여 용접도면 상 사상연마작업을 파악하여 품질에 손상이 없도록 용접부 표면형상, 거칠기 등을 다듬질 할 수 있다.
- 용접품질 확보를 위해 용접부의 언더컷, 오버랩 등의 용접결함 등을 파악해서 용접 수정작업을 실시할 수 있다.
- 용접품질 확보를 위해 와이어브러시 및 화학적 클리닝 방법을 숙지하여 마무리작업을 실시할 수 있다.
- 용접품질 확보를 위해 에어가우징 등을 사용하여 용접부 결함을 제거할 수 있다.

나) 용접결함 수정하기

- 용접품질 확보를 위하여 용접부의 결함이 있는지 육안으로 확인할 수 있다.
- 용접품질 확보를 위하여 육안으로 확인된 결함의 수정을 위하여 보수용접 기준에 따라 용접조건을 수정할 수 있다.
- 용접품질 확보를 위하여 수정한 용접조건에 의거한 재용접작업을 수행할 수 있다.

다) 용접변형 교정하기

- 용접품질 확보를 위한 교정작업을 위하여 용접변형의 발생원인과 종류를 파악할 수 있다.
- 용접품질 확보를 위한 교정작업을 위하여 용접작업 간 용접변형을 억제할 수 있는 기술을 파악하여 현장에 적용할 수 있다.
- 용접변형 교정을 위해 지그나 치공구를 사용하여 용접구조물에 대한 교정작업을 실시할 수 있다.

8) 로봇 용접부 검사

가) 육안 검사하기

- 작업 후 용접부의 결함 판단을 위하여 도면과 용접절차 사양서에 따라 시공된 용접부의 표면형상, 거칠기, 용접각장크기 등을 육안으로 파악할 수 있다.
- 작업 후 용접부의 결함 판단을 위하여 용접부의 언더컷, 오버랩, 가공, 용입부족 등 용접 표면 결함 등을 육안으로 파악할 수 있다.
- 작업 후 용접부의 결함 판단을 위하여 용접변형, 치수상태 등의 불량을 육안으로 파악할 수 있다.

나) 비파괴검사계획 설계하기

- 용접부의 품질결함 여부를 확인하기 위하여 적합한 비파괴검사의 종류 및 기법을 결정할 수 있다.
- 용접부의 품질결함 여부를 확인하기 위하여 용접부에 대한 불연속 지시에 따른 용접결함의 적합(accept), 부적합(reject) 상태를 설정할 수 있다.
- 용접부의 품질결함 여부를 확인하기 위하여 목적인 검사의 지침이 되는 검사절차서와 검사설계서를 작성할 수 있다.

다) 비파괴검사하기

- 용접부의 품질결함 여부를 확인하기 위하여 검사절차서 및 설계서에 따라 액체침투탐상검사(PT)를 실행할 수 있다.
- 용접부의 품질결함 여부를 확인하기 위하여 검사절차서 및 설계서에 따라 자기탐상시험(MT)를 실행할 수 있다.
- 용접부의 품질결함 여부를 확인하기 위하여 검사절차서 및 설계서에 따라 방사선투과검사(RT)를 실시하고 방사선필름을 판독할 수 있다.

9) 로봇 용접 완료 작업

가) 작업 후 장비 점검하기

- 이상 없는 차기 작업의 수행을 위해 장비점검 요구조건 및 주기사항에 의한 자동로봇 용접장비를 점검할 수 있다.
- 이상 없는 차기 작업의 수행을 위해 작업에 사용한 지그 및 치공구 상태를 점검할 수 있다.
- 이상 없는 차기 작업의 수행을 위해 점검 실시 후 이상 발견 시 상황에 맞는 조치를 취할 수 있다.

나) 정리·정돈하기

- 안전한 작업환경 유지를 위해 작업 후 장비 점검을 마치면 모든 사용기기를 정리하고 작업장 상태를 작업전과 같이 청결하게 조성할 수 있다.
- 차기 작업의 효율적인 진행을 위해 잔여 소요재를 규정된 장소에 맞게 보관할 수 있다.
- 보존할 용접기록물을 파악하여 관리할 수 있다.

다) 후공정 인계하기

- 실시한 용접작업에 관련된 내용을 정확히 기록한 작업보고서를 작성할 수 있다.
- 제품의 특성 및 보관법 등 유의점에 대한 중요내용을 보고서와 확인 대화를 통해 후공정 담당자에게 전달할 수 있다.
- 제품 이동시 손상을 방지하기 위한 전용 운반기구를 지정해 줄 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 모든 영역에서 실험·실습 등 실무 능력과 연계된 학습을 위해 각종 로봇 용접용 설비와 장비를 활용하여 개념과 원리를 이해할 수 있도록 지도한다.
- 나. ‘제작도면 용접절차사양서 파악’ 영역에서는 로봇 용접 시현, 협동학습, 토의 등을 통하여 제작도면을 파악하고, 용접절차사양서를 파악할 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘기본용접 작업’, ‘로봇 용접 준비’, ‘로봇 용접 장비 세팅’, ‘프로그램 코딩’, ‘로봇 용접 작업’ 영역에서는 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 공구 및 장비의 활용 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 작업이 원활하게 이루어 질 수 있도록 지도한다.
- 라. 모든 영역에서 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위기능의 성취 여부에 따라 체크리스트를 작성하여, 학생 스스로 자신의 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 마. 로봇 용접 직무와 관련된 직업 기초 능력, 즉 ‘의사소통 능력’, ‘문제 해결 능력’, ‘자원 활용 능력’, ‘대인 관계 능력’을 향상시킬 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무능력을 기른다.
- 2) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 3) 실기 평가에서 최종 산출된 제품의 평가뿐만 아니라 과정을 평가하도록 한다. 과정 평가로는 모든 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도 등을 평가 기준에 반영하고 완성된 과제물은 실기 평가 기준에 따라 항목별로 평가하도록 한다.
- 4) ‘기본 용접 작업’ 영역에서는 로봇 용접작업에 범용적으로 쓰이는 가스 텅스텐 아크 용접/CO₂용접 시공에 대한 이론 체득의 정도를 평가하고, 보호가스 선택 능력, 가스 압력조절기 및 유량 조정 능력, 용접장치 구성요소 파악 능력, 소모 부품 파악 능력, 용접 토치 선택 능력을 평가한다.
- 5) ‘제작도면, 용접절차사양서 파악’ 영역에서는 용접작업을 위한 제작도면의 파악 능력을 평가하고 해당 용접공정의 전반적인 작업특성을 고려한 용접절차사양서 파악 능력을 평가한다.
- 6) ‘로봇 용접 준비’ 영역에서는 용접절차사양서(WPS)에 지시된 내용을 파악하여 제작 도면에 맞는 용접 재료 준비, 용접 치공구 준비, 용접 작업 환경 설정 능력의 정도를 평가한다.
- 7) ‘로봇 용접 장비 세팅’ 영역에서는 도면 및 용접절차사양서(WPS) 등의 작업지침서에 따라 필요한 로봇 용접 설비와 용접물의 관계 파악 능력을 평가하고 전원 공급 상태, 장비 이상 유무, 가스 유량 상태 등을 점검하는 능력을 평가한다.
- 8) ‘프로그램 코딩’ 영역에서는 용접 조건에 따라 프로그램의 명령문에 용접전류, 아크전압, 용접 속도 등 변수를 입력하여 프로그램 코딩 작업을 할 수 있는 능력을 평가한다.
- 9) ‘로봇 용접 작업’ 영역에서는 로봇 용접에 관한 전반적인 기능을 이용하여 코딩된 프로그램을 다운로드하여 용접조건을 확인하고, 적절한 지그를 선택하고 설치하여 자동용접을 수행할 수 있는 능력을 평가한다.
- 10) ‘로봇 용접 후 처리’ 영역에서는 용접품질을 보증하기 위하여 용접후 보수용접작업 및 변형 교정을 할 수 있는 능력을 평가한다.
- 11) ‘로봇 용접부 검사’ 영역에서는 용접부의 결함발생 여부와 크기, 용접결함 위치 등의 정확한 판단을 위한 용접부 육안검사와 비파괴검사를 실시할 수 있는 능력을 평가한다.
- 12) ‘로봇 용접 완료 작업’ 영역에서는 후공정 작업이 용이하게 이루어지도록 사용한 로봇 및 장비, 도구상태의 점검, 작업장 환경 정리·정돈의 실시 여부를 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
기본 용접 작업	로봇 용접작업에 범용적으로 쓰이는 가스 텅스텐 아크 용접/CO2용접 시공에 대한 이론 체득과 용접 연습(보호가스 선택 능력, 가스 압력조절기 및 유량 조정 능력, 용접장치 구성요소 파악, 소모 부품 파악, 용접 토치 선택 능력)을 통하여 로봇 용접 작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	로봇 용접작업에 범용적으로 쓰이는 가스 텅스텐 아크 용접/CO2용접 시공에 대한 이론 체득과 용접 연습(보호가스 선택 능력, 가스 압력조절기 및 유량 조정 능력, 용접장치 구성요소 파악, 소모 부품 파악, 용접 토치 선택 능력)을 통하여 로봇 용접 작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	로봇 용접작업에 범용적으로 쓰이는 가스 텅스텐 아크 용접/CO2용접 시공에 대한 이론 체득과 용접 연습(보호가스 선택 능력, 가스 압력조절기 및 유량 조정 능력, 용접장치 구성요소 파악, 소모 부품 파악, 용접 토치 선택 능력)을 통하여 로봇 용접 작업을 할 수 있다.
제작도면, 용접절차 사양서 파악	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지할 수 있는 제작도면을 파악하고, 해당 용접공정의 전반적인 작업특성을 고려한 용접절차사양서를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 파악할 수 있다.	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지할 수 있는 제작도면을 파악하고, 해당 용접공정의 전반적인 작업특성을 고려한 용접절차사양서를 다른 사람에게 설명하면서 파악할 수 있다.	용접작업을 위해서 설계 사양을 인지할 수 있는 제작도면을 파악하고, 해당 용접공정의 전반적인 작업특성을 고려한 용접절차사양서를 파악할 수 있다.
로봇 용접 준비	용접 이음부에 도시된 용접 기호 및 도면해독법, 용접절차사양서(WPS) 항목별 지시된 내용을 파악하여 제작 도면에 맞는 용접 재료와 용접 치공구, 용접 작업 환경 설정을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접 이음부에 도시된 용접 기호 및 도면해독법, 용접절차사양서(WPS) 항목별 지시된 내용을 파악하여 제작 도면에 맞는 용접 재료와 용접 치공구, 용접 작업 환경 설정을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접 이음부에 도시된 용접 기호 및 도면해독법, 용접절차사양서(WPS) 항목별 지시된 내용을 파악하여 제작 도면에 맞는 용접 재료와 용접 치공구, 용접 작업 환경 설정을 할 수 있다.
로봇 용접장비 세팅	도면 및 용접절차사양서(WPS) 등의 작업지침서에 따라 필요한 로봇 용접 설비와 용접물의 관계를 파악하여 전원 공급 상태, 장비 이상 유무, 가스 유량 상태 등을 점검하여 로봇 용접설비 운전 준비를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	도면 및 용접절차사양서(WPS) 등의 작업지침서에 따라 필요한 로봇 용접 설비와 용접물의 관계를 파악하여 전원 공급 상태, 장비 이상 유무, 가스 유량 상태 등을 점검하여 로봇 용접설비 운전 준비를 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	도면 및 용접절차사양서(WPS) 등의 작업지침서에 따라 필요한 로봇 용접 설비와 용접물의 관계를 파악하여 전원 공급 상태, 장비 이상 유무, 가스 유량 상태 등을 점검하여 로봇 용접설비 운전 준비를 실시할 수 있다.
프로그램 코딩	용접 조건에 따라 프로그램의 명령문을 사용하여 로봇 용접장비에 용접전류, 아크전압, 용접 속도 등 변수를 입력하여 프로그램 코딩 작업을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접 조건에 따라 프로그램의 명령문을 사용하여 로봇 용접장비에 용접전류, 아크전압, 용접 속도 등 변수를 입력하여 프로그램 코딩 작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접 조건에 따라 프로그램의 명령문을 사용하여 로봇 용접장비에 용접전류, 아크전압, 용접 속도 등 변수를 입력하여 프로그램 코딩 작업을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
로봇 용접 작업	로봇 용접장치의 구성요소를 파악하고 로봇 용접에 관한 전반적인 기능을 이용하여 코딩된 프로그램을 다운로드하여 용접조건을 확인하고, 제품에 맞는 지그를 선택하여 설치한 후, 로봇으로 용접 결합이 없는 자동용접을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	로봇 용접장치의 구성요소를 파악하고 로봇 용접에 관한 전반적인 기능을 이용하여 코딩된 프로그램을 다운로드하여 용접조건을 확인하고, 제품에 맞는 지그를 선택하여 설치한 후, 로봇으로 용접 결합이 없는 자동용접을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	로봇 용접장치의 구성요소를 파악하고 로봇 용접에 관한 전반적인 기능을 이용하여 코딩된 프로그램을 다운로드하여 용접조건을 확인하고, 제품에 맞는 지그를 선택하여 설치한 후, 로봇으로 용접 결합이 없는 자동용접을 할 수 있다.
로봇 용접 후 처리	용접후 용접품질을 보증하기 위하여 용접후 보수용접작업 및 변형 교정(용접 홈 간격과 도면 및 용접절차시양서(WPS)의 일치여부 확인과 변형 발생시의 수정)을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접후 용접품질을 보증하기 위하여 용접후 보수용접작업 및 변형 교정(용접 홈 간격과 도면 및 용접절차시양서(WPS)의 일치여부 확인과 변형 발생시의 수정)을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	용접후 용접품질을 보증하기 위하여 용접후 보수용접작업 및 변형 교정(용접 홈 간격과 도면 및 용접절차시양서(WPS)의 일치여부 확인과 변형 발생시의 수정)을 할 수 있다.
로봇 용접부 검사	본용접 완료 후, 용접부의 결함발생 여부와 크기, 용접결합 위치 등의 정확한 판단을 위하여 용접부 육안검사와 비파괴검사를 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	본용접 완료 후, 용접부의 결함발생 여부와 크기, 용접결합 위치 등의 정확한 판단을 위하여 용접부 육안검사와 비파괴검사를 다른 사람에게 설명하면서 실시할 수 있다.	본용접 완료 후, 용접부의 결함발생 여부와 크기, 용접결합 위치 등의 정확한 판단을 위하여 용접부 육안검사와 비파괴검사를 실시할 수 있다.
로봇 용접 완료 작업	후공정 작업이 용이하게 이루어지도록 용접작업 완료 후 사용한 로봇 및 장비, 도구상태를 점검하고, 작업장 환경 정리·정돈을 새로운 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	후공정 작업이 용이하게 이루어지도록 용접작업 완료 후 사용한 로봇 및 장비, 도구상태를 점검하고, 작업장 환경 정리·정돈을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	후공정 작업이 용이하게 이루어지도록 용접작업 완료 후 사용한 로봇 및 장비, 도구상태를 점검하고, 작업장 환경 정리·정돈을 할 수 있다.