

대분류 / 19  
전기 · 전자

중분류 / 03  
전자기기개발

소분류 / 11  
3D프린터개발

세분류 / 01  
3D프린터개발

학습모듈 / 10

# 10 품질보증

LM1903110110\_15v1



# 3D프린터개발 학습모듈

## 01. 시장분석



## 02. 개발계획수립



## 03. 소재개발



## 04. 회로개발



## 05. 기구개발



## 06. 구동장치개발



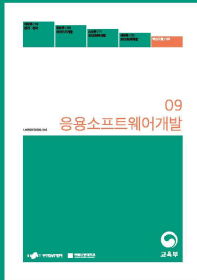
## 07. 빌드장치개발



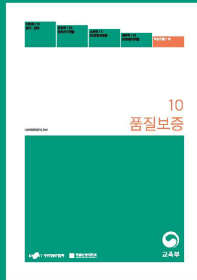
## 08. 제어프로그램개발



## 09. 응용소프트웨어개발



## 10. 품질보증

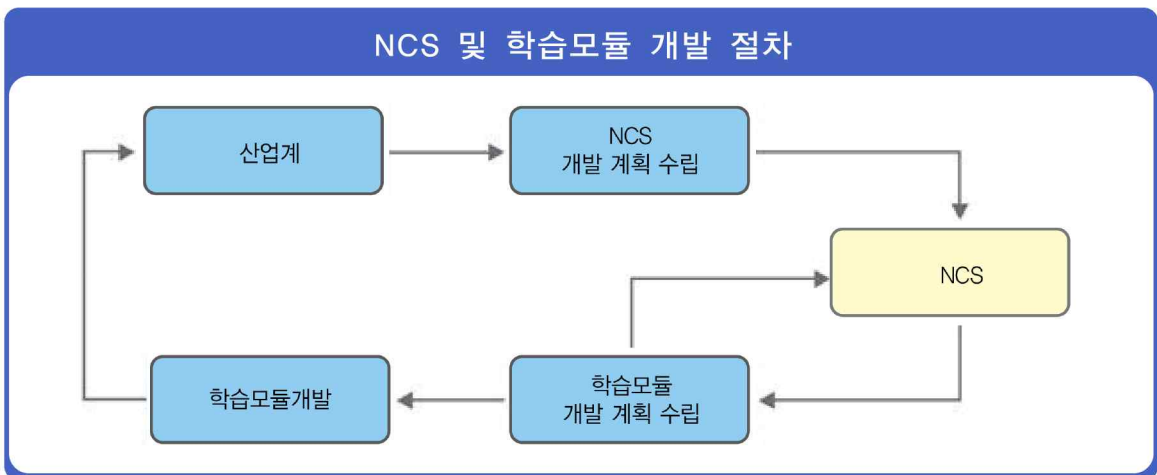


# NCS 학습모듈의 이해

※ 본 학습모듈은 「NCS 국가직무능력표준」 사이트(<http://www.ncs.go.kr>) 에서 확인 및 다운로드 할 수 있습니다.

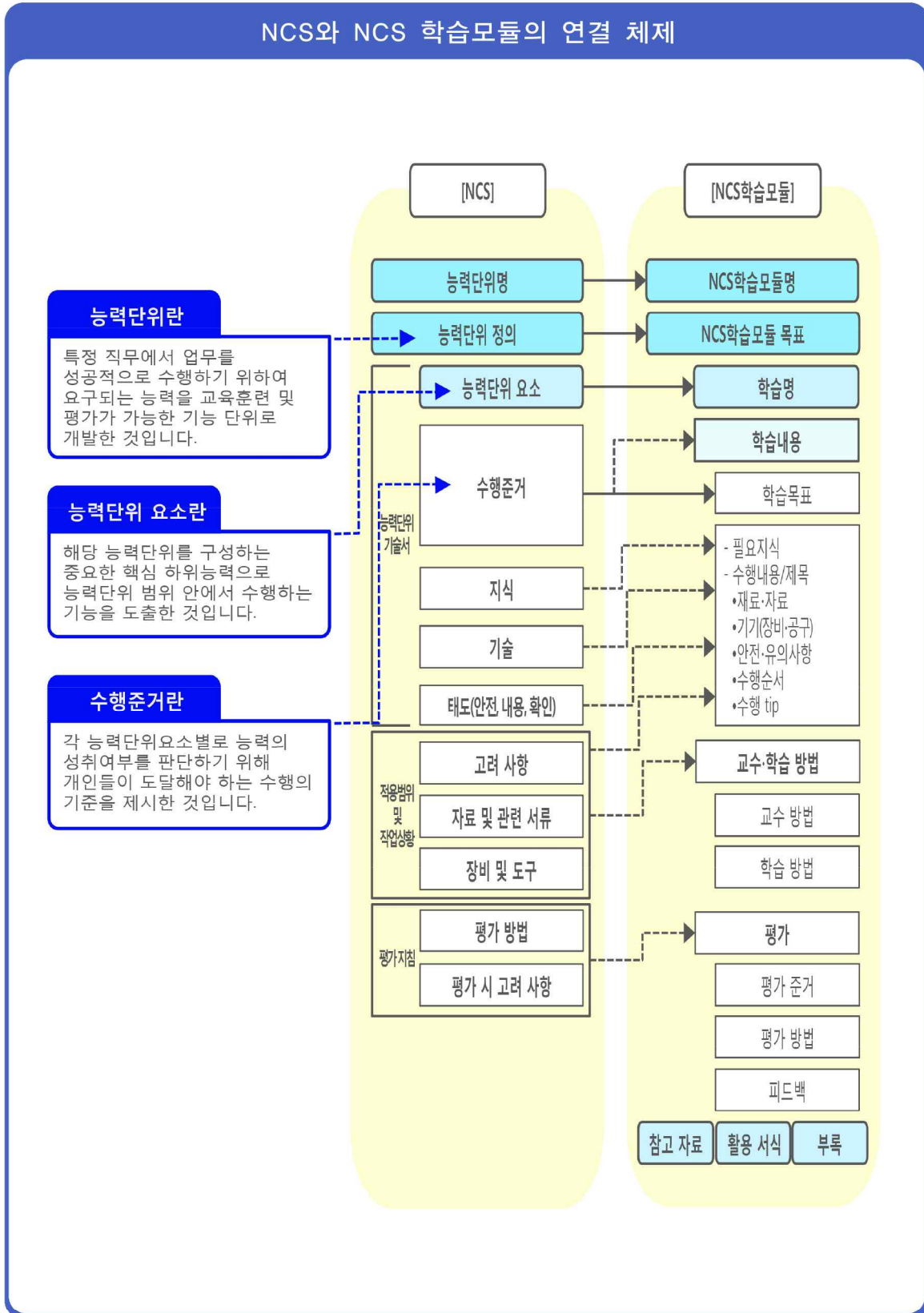
## (1) NCS 학습모듈이란?

- 국가직무능력표준(NCS: National Competency Standards)이란 산업현장에서 직무를 수행하기 위해 요구되는 지식·기술·소양 등의 내용을 국가가 산업부문별·수준별로 체계화한 것으로 산업현장의 직무를 성공적으로 수행하기 위해 필요한 능력(지식, 기술, 태도)을 국가적 차원에서 표준화한 것을 의미합니다.
- 국가직무능력표준(이하 NCS)이 현장의 ‘직무 요구서’라고 한다면, NCS 학습모듈은 NCS의 능력단위를 교육훈련에서 학습할 수 있도록 구성한 ‘교수·학습 자료’입니다. NCS 학습모듈은 구체적 직무를 학습할 수 있도록 이론 및 실습과 관련된 내용을 상세하게 제시하고 있습니다.



- NCS 학습모듈은 다음과 같은 특징을 가지고 있습니다.
  - 첫째, NCS 학습모듈은 산업계에서 요구하는 직무능력을 교육훈련 현장에 활용할 수 있도록 성취목표와 학습의 방향을 명확히 제시하는 가이드라인의 역할을 합니다.
  - 둘째, NCS 학습모듈은 특성화고, 마이스터고, 전문대학, 4년제 대학교의 교육기관 및 훈련기관, 직장교육기관 등에서 표준교재로 활용할 수 있으며 교육과정 개편 시에도 유용하게 참고할 수 있습니다.

- NCS와 NCS 학습모듈 간의 연결 체제를 살펴보면 아래 그림과 같습니다.



## (2) NCS 학습모듈의 체계

- NCS 학습모듈은 1.학습모듈의 위치, 2.학습모듈의 개요, 3.학습모듈의 내용 체계, 4.참고 자료, 5.활용 서식/부록 으로 구성되어 있습니다.

### 1. NCS 학습모듈의 위치

- NCS 학습모듈의 위치는 NCS 분류 체계에서 해당 학습모듈이 어디에 위치하는지를 한 눈에 볼 수 있도록 그림으로 제시한 것입니다.

예시 : 이·미용 서비스 분야 중 네일미용 세분류

### NCS-학습모듈의 위치

대분류	이용·숙박·여행·오락·스포츠
중분류	이·미용
소분류	이·미용 서비스

세분류	능력단위	학습모듈명
헤어미용		
피부미용		
메이크업		
네일미용	네일 기본 관리	네일 기본관리
이용	네일 랩	네일 랩
	네일 팁	네일 팁
	젤 네일	젤 네일
	아크릴릭 네일	아크릴 네일
	평면 네일아트	평면 네일아트
	융합 네일아트	융합 네일아트
	네일 샵 운영관리	네일샵 운영관리

#### 학습모듈은

NCS 능력단위 1개당 1개의 학습모듈 개발을 원칙으로 합니다. 그러나 필요에 따라 고용 단위 및 교과단위를 고려하여 능력단위 몇 개를 묶어서 1개의 학습모듈로 개발할 수 있으며, NCS 능력단위 1개를 여러 개의 학습모듈로 나누어 개발할 수도 있습니다.

## 2. NCS 학습모듈의 개요

### 구성

- NCS 학습모듈 개요는 학습모듈이 포함하고 있는 내용을 개략적으로 설명한 것으로서 **학습모듈의 목표**, **선수 학습**, **학습모듈의 내용 체계**, **핵심 용어**로 구성되어 있습니다.

<b>학습모듈의 목표</b>	해당 NCS 능력단위의 정의를 토대로 학습목표를 작성한 것입니다.
<b>선수 학습</b>	해당 학습모듈에 대한 효과적인 교수·학습을 위하여 사전에 이수해야 하는 학습모듈, 학습 내용, 관련 교과목 등을 기술한 것입니다.
<b>학습모듈의 내용 체계</b>	해당 NCS 능력단위요소가 학습모듈에서 구조화된 방식을 제시한 것입니다.
<b>핵심 용어</b>	해당 학습모듈의 학습 내용, 수행 내용, 설비·기자재 등 가운데 핵심적인 용어를 제시한 것입니다.

### 활용 안내

예시 : 네일미용 세분류의 ‘네일 기본관리’ 학습모듈

### 네일 기본관리 학습모듈의 개요

**학습모듈의 목표**

고객의 네일 보호와 미적 요구 충족을 위하여 효과적인 네일 관리로 프리에지 형태 만들기, 큐티클 정리하기, 컬러링하기, 보습제 도포하기, 마무리를 할 수 있다.

**선수학습**

네일숍 위생서비스(LM1201010401\_14v2)

**학습모듈의 내용체계**

학습	학습 내용	NCS 능력단위 요소	
		코드번호	요소 명칭
1. 프리에지 형태 만들기	1-1. 네일 파일에 대한 이해와 활용	1201010403_12v2.1	프리엣지 모양 만들기
	1-2. 프리에지 형태 파일링		
2. 큐티클 정리하기	2-1. 네일 기본관리 매뉴얼 이해	1201010403_14v2.2	큐티클 정리하기
	2-2. 큐티클 관리		
3. 컬러링하기	3-1. 컬러링 매뉴얼 이해	1201010403_14v2.3	컬러링
	3-2. 컬러링 방법 선정과 작업		
	3-3. 쉘 컬러링 작업		
4. 보습제 도포하기	4-1. 보습제 선정과 도포	1201010403_14v2.4	보습제 바르기
	4-2. 각질제거		
5. 네일 기본관리 마무리하기	5-1. 유분기 제거	1201010403_14v2.5	마무리하기
	5-2. 네일 기본관리 마무리와 정리		

**핵심 용어**

프리에지, 니퍼, 퓨셔, 폴리시, 네일 파일, 스케어형, 스케어 오프형, 라운드형, 오발형, 포인트형

**학습모듈의 목표는**

학습자가 해당 학습모듈을 통해 성취해야 할 목표를 제시한 것으로, 교수자는 학습자가 학습모듈의 전체적인 내용흐름을 파악할 수 있도록 지도하는 것이 필요합니다.

**선수 학습은**

교수자나 학습자가 해당 모듈을 교수 또는 학습하기 이전에 이수해야 할 학습내용, 교과목, 핵심 단어 등을 표기한 것입니다. 따라서 교수자는 학습자가 개별 학습, 자기 주도 학습, 방과 후 활동 등 다양한 방법을 통해 이수할 수 있도록 지도하는 것이 필요합니다.

**핵심 용어는**

학습모듈을 통해 학습되고 평가되어야 할 주요 용어입니다. 또한 당해 모듈 또는 타 모듈에서도 핵심 용어를 사용하여 학습내용을 구성할 수 있으며, 「NCS 국가 직무능력표준」 사이트(www.ncs.go.kr)에서 색인(찾아보기) 중 하나로 이용할 수 있습니다.



### 3. NCS 학습모듈의 내용 체계

#### 구성

- NCS 학습모듈의 내용은 크게 **학습**, **학습 내용**, **교수·학습 방법**, **평가** 로 구성되어 있습니다.

<b>학습</b>	해당 NCS 능력단위요소 명칭을 사용하여 제시한 것입니다. 학습은 크게 학습 내용, 교수·학습 방법, 평가로 구성되며 해당 NCS 능력단위의 능력단위 요소별 지식, 기술, 태도 등을 토대로 학습 내용을 제시한 것입니다.
<b>학습 내용</b>	학습 내용은 학습 목표, 필요 지식, 수행 내용으로 구성하였으며, 수행 내용은 재료·자료, 기기(장비·공구), 안전·유의 사항, 수행 순서, 수행 tip으로 구성한 것입니다. 학습모듈의 학습 내용은 업무의 표준화된 프로세스에 기반을 두고 실제 산업현장에서 이루어지는 업무활동을 다양한 방식으로 반영한 것입니다.
<b>교수·학습 방법</b>	학습 목표를 성취하기 위한 교수자와 학습자 간, 학습자와 학습자 간의 상호 작용이 활발하게 일어날 수 있도록 교수자의 활동 및 교수 전략, 학습자의 활동을 제시한 것입니다.
<b>평가</b>	평가는 해당 학습모듈의 학습 정도를 확인할 수 있는 평가 준거, 평가 방법, 평가 결과의 피드백 방법을 제시한 것입니다.

#### 활용 안내

예시 : 네일미용 세분류의 ‘네일 기본관리’ 학습모듈의 내용

학습 1	프리에지 형태 만들기(LM1201010403_14v2.1)
학습 2	큐티클 정리하기(LM1201010403_14v2.2)
<b>학습 3</b>	<b>컬러링하기(LM1201010403_14v2.3)</b>
학습 4	보습제 도포하기(LM1201010403_14v2.4)
학습 5	네일 기본관리 마무리하기(LM1201010403_14v2.5)

**학습은**  
해당 NCS 능력단위요소 명칭을 사용하여 제시하였습니다. 학습은 일반교과의 '대단원'에 해당되며, 모듈을 구성하는 가장 큰 단위가 됩니다. 또한 완성된 직무를 수행하기 위한 가장 기본적인 단위로 사용할 수 있습니다.

**학습내용은**  
요소 별 수행준거를 기준으로 제시하였습니다. 일반교과의 '중단원'에 해당합니다.

**학습목표는**  
모듈 내의 학습내용을 이수했을 때 학습자가 보여줄 수 있는 행동수준을 의미합니다. 따라서 일반 수업시간의 과목목표로 활용할 수 있습니다.

#### 3-1. 컬러링 매뉴얼 이해

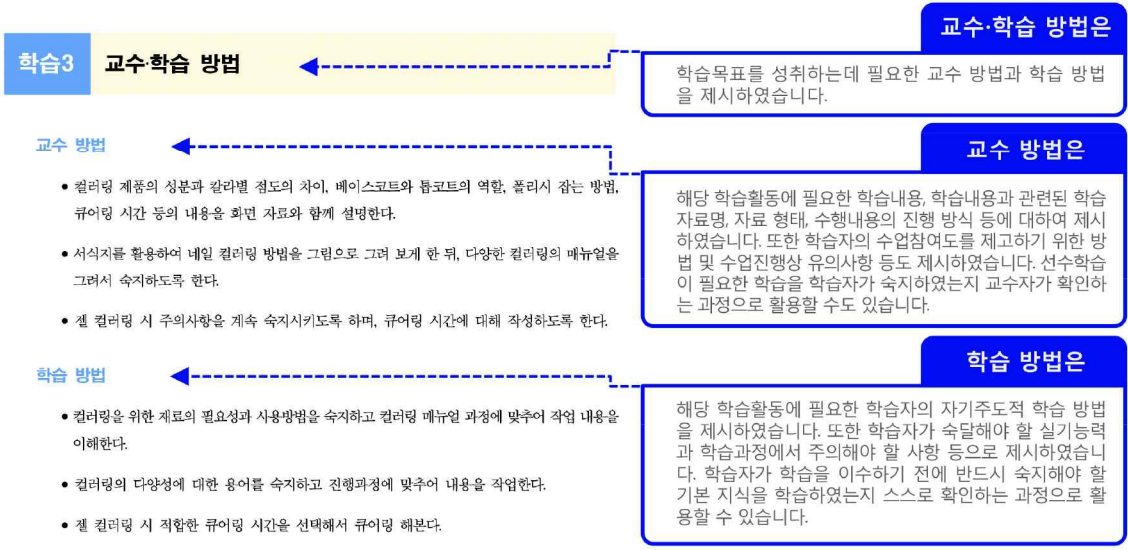
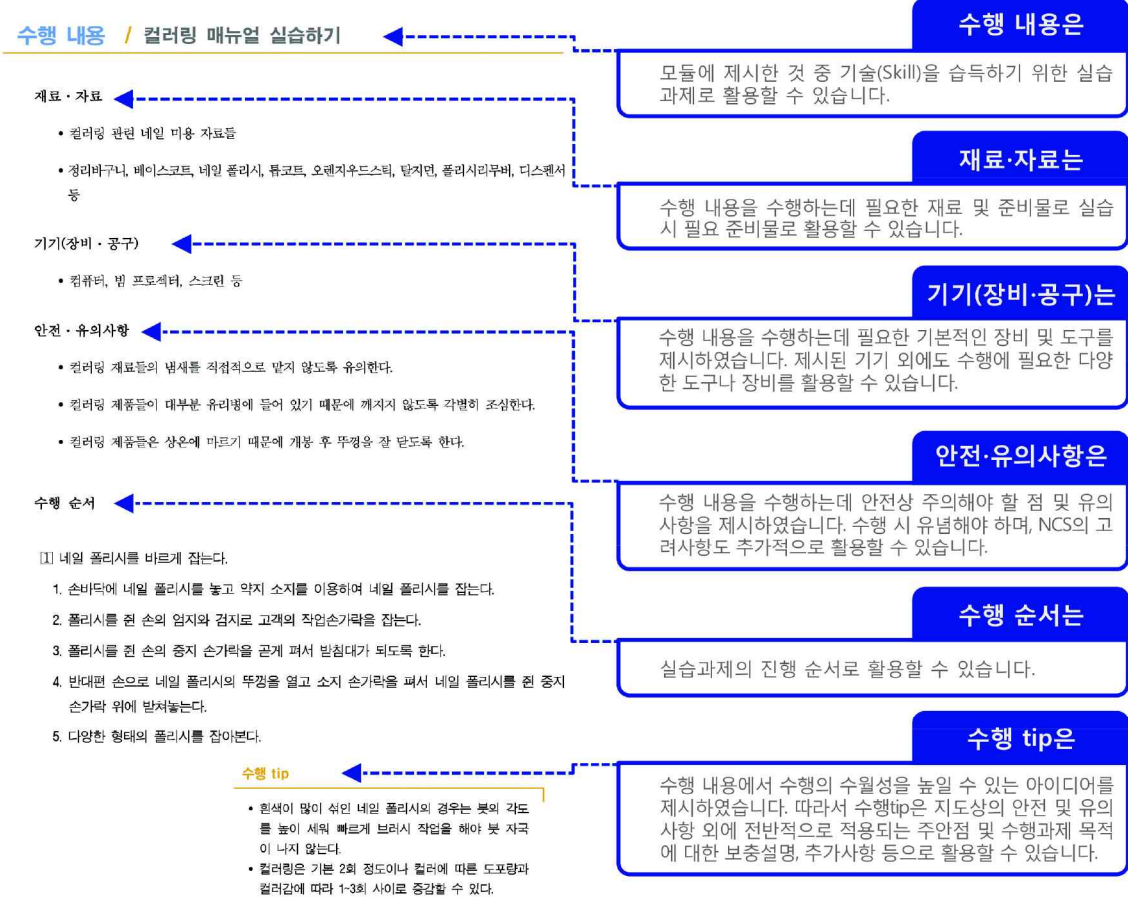
<b>학습목표</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고객의 요구에 따라 네일 폴리시 색상의 침착을 막기 위한 베이스코트를 아주 얇게 도포할 수 있다.</li> <li>작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시를 얼룩 없이 균일하게 도포할 수 있다.</li> <li>작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시 도포 후 컬러 보호와 광택 부여를 위한 톱코트를 바를 수 있다.</li> </ul>
-------------	--

**필요지식은**  
해당 NCS의 지식을 토대로 해당 학습에 대한 이해와 성과를 높이기 위해 알아야 할 주요 지식을 제시하였습니다. 필요지식은 수행에 꼭 필요한 핵심 내용을 위주로 제시하여 교수자의 역할이 매우 중요하며, 이후 수행순서 내용과 연계하여 교수·학습으로 진행할 수 있습니다.

#### 필요 지식 /

##### □ 컬러링 매뉴얼

컬러링 작업 전, 이세톤 또는 네일 폴리시 리무버를 사용하여 손톱표면과 큐티클 주변, 손톱 밑 부분까지 깨끗하게 유분기를 제거해야 한다. 컬러링의 순서는 Base coating 1회 → Polishing 2회 → 컬러수정 → Top coating 1회 → 최종수정의 순서로 한다. 베이스코트는 착색을 방지하고 발림성 향상을 위해 가장 먼저 도포하며 컬러링의 마지막에 컬러의 유지와 광택을 위해 톱코트를 도포한다. 네일 보강제(Nail Strengthner)를 바를 시에는 베이스코트를 도포하기 전에 사용한다.





### 학습3 평가

#### 평가 준거

- 평가자는 학습자가 학습 목표 및 평가 항목에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행하였는지를 평가해야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
킬러링 매뉴얼 이해	고객의 요구에 따라 네일 폴리시 색상의 칫작을 막기 위한 베이스코트를 아주 얇게 도포할 수 있다.			
	작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시를 얼룩 없이 균일하게 도포할 수 있다.			
	작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시 도포 후 컬러 보호와 광택 부어를 위한 톱코트를 바를 수 있다.			

#### 평가 방법

- 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
킬러링 매뉴얼 이해	고객의 요구에 따라 네일 폴리시 색상의 칫작을 막기 위한 베이스코트를 아주 얇게 도포할 수 있다.			
	작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시를 얼룩 없이 균일하게 도포할 수 있다.			
	작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시 도포 후 컬러 보호와 광택 부어를 위한 톱코트를 바를 수 있다.			

#### 피드백

- 작업장 평가
  - 작업 결과물을 확인하여 수정사항을 제시하고 수정 부분을 인지하도록 한다.

#### 평가는

해당 NCS 능력단위 평가방법과 평가 시 고려 사항을 준용하여 작성하였습니다. 교수자 및 학습자가 평가항목 별 성취수준을 확인하는데 활용할 수 있습니다.

#### 평가 준거는

학습자가 해당 학습을 어느 정도 성취하였는지를 평가하기 위한 기준을 제시하고 있습니다. 학습목표와 연계하여 단위수업 시간에 평가항목 별 성취수준을 평가하는데 활용할 수 있습니다.

#### 평가 방법은

NCS 능력단위의 평가방법을 준용하였으며, 평가 준거에 따른 평가방법을 2개 이상 제시하였습니다. 평가방법으로는 포트폴리오, 문제해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 사례연구, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등이 있으며, NCS의 능력단위 요소 별 수행 수준을 평가하는데 가장 적절한 방법을 선정하여 활용할 수 있습니다.

#### 피드백은

평가 후에 학습자들에게 평가 결과를 피드백하여 부족한 부분을 알려주고, 학습 결과가 미진한 경우, 해당 부분을 다시 학습하여 학습목표를 달성하는 데 활용할 수 있습니다.

## 4. 참고 자료

### 참고자료

- 김미원(2011). 『Nail Study』. 서울: 사)한국네일저지서비스협회.
- 민방경(2015). 『미용사(네일)평가』. 서울: 예문사.
- 박은주(2014). 『네일미용』. 서울: 정담미디어.

#### 참고자료는

해당 학습모듈의 필요지식에 대한 출처와 인용한 참고 자료 및 사이트를 제시하였습니다.

## 5. 활용 서식/부록

### 활용서식

#### 프리페이지 형태 실습지

1. 프리페이지 형태의 이해

모양	이름	특징
	Square nail	-강한 느낌의 사각형태 -세일의 양끝 모서리 부분이 90° 사각의 형태이다.                       -발톱의 형태 활용 -내인성 발톱의 보정시에 적용

#### 활용서식은

평가 서식, 실습시트 등 교수학습 시 활용 가능한 다양한 서식으로 구성하였습니다. 과제 진행에서 평가에 이르기까지 필요한 서식을 해당 학습모듈의 특성에 맞춰 개발하거나 기존의 양식을 활용하여 제시하였습니다.

### 부록

#### 네일 기본관리 도구와 재료 목록

목록	비고	준비
위생가운	흰색	작업자 착용
위생 마스크	흰색	작업자 착용
보호안경	투명한 렌즈 (안경으로 대체 가능)	작업자 착용
재료정리함	재질, 색상 무관	작업대

#### 부록은

활용서식 이외에 교수학습과정에서 참고할 수 있는 자료가 있는 경우 제시하였습니다.

## [NCS-학습모듈의 위치]

대 분류	전기 전자
중 분류	전자기기 개발
소 분류	3D프린터 개발

세분류		
3D프린터 개발	능력 단위	학습 모듈명
3D프린터용 제품 제작	시장 분석	시장 분석
	개발 계획 수립	개발 계획 수립
	소재 개발	소재 개발
	회로 개발	회로 개발
	기구 개발	기구 개발
	구동 장치 개발	구동 장치 개발
	빌드 장치 개발	빌드 장치 개발
	제어 프로그램 개발	제어 프로그램 개발
	응용 소프트웨어 개발	응용 소프트웨어 개발
	품질 보증	품질 보증

---

# 차 례

---

학습모듈의 개요	1
<b>학습 1. 성능 개선하기</b>	
1-1. 성능 검증을 위한 검사 항목 선정	3
1-2. 검사 방법 결정 및 성능 시험 진행	10
1-3. 문제점 개선 및 성능 개선 보고서 작성	19
• 교수·학습 방법	25
• 평가	26
<b>학습 2. 신뢰성 검증하기</b>	
2-1. 3D프린터 신뢰성 시험 검사 항목 도출	28
2-2. 신뢰성 시험 진행	33
2-3. 검사 결과 기반 제품 개선	42
• 교수·학습 방법	53
• 평가	55
<b>학습 3. 규격 인증 진행하기</b>	
3-1. 안전 규격에 대한 시험 규격/시험 방법/인증 절차 파악	58
3-2. 시험 규격 및 방법별 안전 규격 항목 점검	63
3-3. 외부 공인 인증 기관에 시험 의뢰	68
3-4. 성능 확보를 위한 수정 보완 및 인증 진행	76
• 교수·학습 방법	81
• 평가	82
참고 자료	84



# 품질 보증 학습모듈의 개요

## 학습모듈의 목표

시장에서 요구하는 3D프린터의 품질을 만족시키기 위하여 성능을 개선하고 신뢰성을 검증하며 관련된 규격인증 취득을 진행할 수 있다.

## 선수학습

3D프린터용 제품 제작

## 학습모듈의 내용체계

학습	학습 내용	NCS 능력단위 요소	
		코드번호	요소 명칭
1. 성능 개선하기	1-1. 성능 검증을 위한 검사 항목 선정.		
	1-2. 검사 방법 결정 및 성능 시험 진행	1903110110_15v1.1	성능 개선하기
	1-3. 문제점 개선 및 성능 개선 보고서 작성		
2. 신뢰성 검증하기	2-1. 3D프린터 신뢰성 시험 검사 항목 도출		
	2-2. 신뢰성 시험 진행	1903110110_15v1.2	신뢰성 검증하기
	2-3. 검사 결과 기반 제품 개선		
3. 규격인증 진행하기	3-1. 안전 규격에 대한 시험 규격/시험 방법 /인증 절차 파악		
	3-2. 시험 규격 및 방법별 안전 규격 항목 점검	1903110110_15v1.3	규격인증 진행하기
	3-3. 외부 공인 인증 기관에 시험 의뢰		
	3-4. 성능 확보를 위한 수정 보완 및 인증 진행		

## 핵심 용어

3D프린터, 익스트루더, 노즐, 신뢰성 시험, 안전 규격, 전자파 인증, 공인 시험 성적서





## 학습 1 성능 개선하기(LM1903110110\_15v1.1)

학습 2 신뢰성 검증하기(LM1903110110\_15v1.2)

학습 3 규격인증 진행하기(LM1903110110\_15v1.3)

### 1-1. 성능 검증을 위한 검사 항목 선정

#### 학습 목표

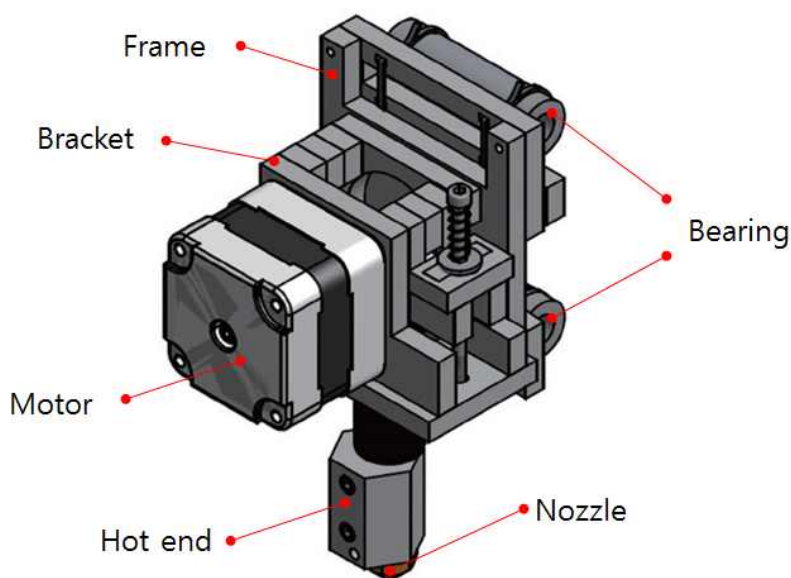
- 개발계획서에서 제시하고 있는 3D프린터의 성능을 검증하기 위한 검사항목을 선정할 수 있다.

#### 필요 지식 /

##### ① 재료 압출형(ME) 3D프린터의 주요 부품

###### 1. 익스트루더

익스트루더(Extruder)는 쿨엔드(Cool end) 쪽에서 유입된 필라멘트를 이송하여 핫엔드(Hot end)에서 용융시킨 후 압출(Extrusion)시켜 노즐을 통해 프린팅하는 장치이다. 통상적으로 개인용 3D프린터용으로 판매되는 필라멘트(PLA, ABS)는 직경 1.75mm의 제품이 널리 사용되며, 익스트루더의 노즐 직경은 0.4mm의 제품이 널리 사용된다.



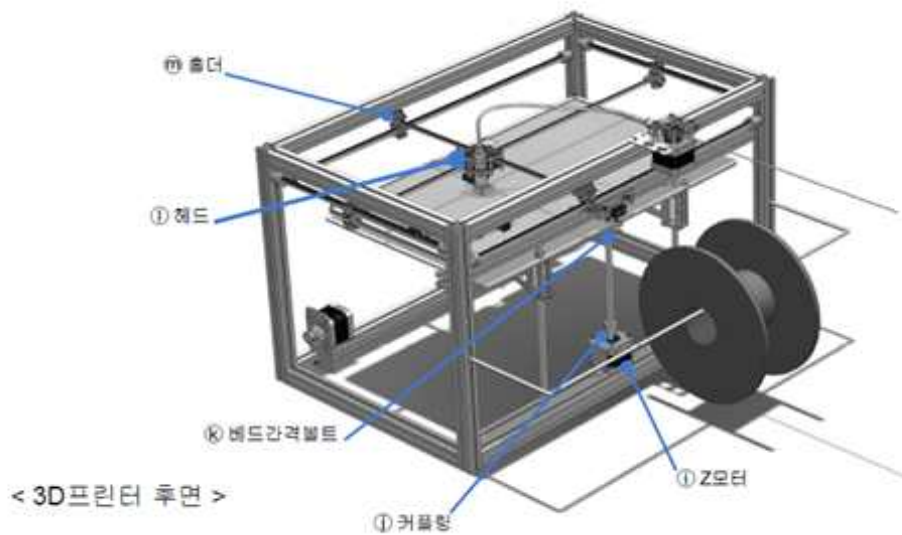
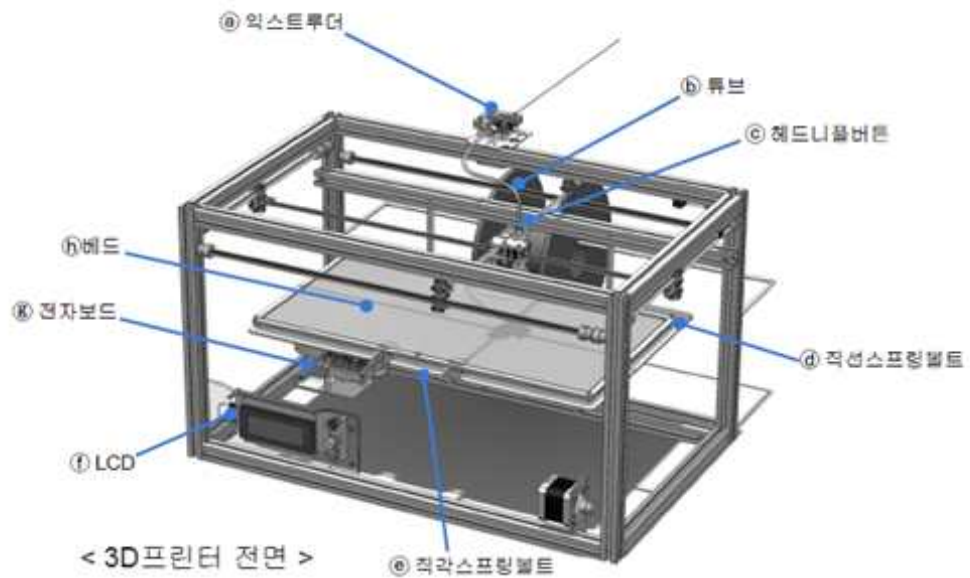
[그림 1-1] 재료 압출형 3D프린터의 익스트루더부 예시

## 2. 구동 모듈

재료 압출형 3D프린터의 구동 모듈은 XY 테이블 구조를 채택한 직교(Cartesian) 방식과 병렬 로봇 구조를 채택한 델타봇 방식으로 분류할 수 있다. 각각의 구조에 대한 특징은 다음과 같다.

### (1) 직교 방식

통상적으로 익스트루더 부분이 X, Y방향으로 이송되고 베드가 Z방향으로 이송되는 구조를 채택한다. X, Y방향 이송은 주로 모터-폴리 구조를 사용하거나 LM 가이드 등의 부품으로 구동하며, Z 방향 이송은 TM 스크류나 볼스크류 등을 사용하여 구동한다.



출처 : 아나츠(<http://anatz.com/>). 2016. 08. 16. 스크린샷.  
 [그림 1-2] 직교 방식 3D프린터의 기존 구조

## (2) 델타봇 방식

통상적으로 익스트루더 부분이 X, Y 방향으로 이송되고 베드가 Z 방향으로 이송되는 구조를 채택한다. X, Y 방향 이송은 주로 모터-풀리 구조를 사용하거나 LM 가이드 등의 부품으로 구동하며, Z 방향 이송은 TM 스크류나 볼스크류 등을 사용하여 구동한다.



[그림 1-3] 델타봇 방식 3D프린터의 기존 구조

## 3. 베드

베드는 실제로 3D프린팅이 실시되는 작업 공간으로 Z축 구동부와 연결되어 한 층의 적층이 완료되면 적층 두께(Layer thickness)만큼 아래쪽으로 하강하여 다음 층의 적층이 수행되도록 하는 역할을 한다. 따라서 베드는 적층 시에는 노즐로부터 압출된 용융 필라멘트가 안정적으로 적층되도록 접착력이 좋아야 하는 반면, 접착력이 너무 강하면 프린팅 종료 후에 완성품이 베드에서 원활하게 분리되지 않는 이중적인 특성을 갖고 있어 적절한 접착력이 요구된다. 베드의 재료로는 유리판이나 금속판 등이 사용되며, 수축 등에 의한 프린팅 불량을 최소화하기 위해 베드에 열선을 심어 베드를 가열할 수 있는 경우도 있다.

## ② 재료 압출형 3D프린터의 성능 검사 항목

### 1. 노즐 온도

노즐 온도는 통상적으로 필라멘트 소재의 용융 온도 이상으로 설정해야 하며, 노즐 온도가 낮은 경우 소재가 고화되어 소재가 원활히 압출되지 않거나 노즐이 막히는 경우도 발생한다. 통상적으로 공급되는 필라멘트 소재에서 적정 온도를 추천해 주고 있는데, 보통 PLA 소재의 경우 190 ~ 220℃, ABS 소재의 경우 220 ~ 240℃에 해당된다. 그러나 S/W적으로 설정한 노즐 온도와 실제 노즐 온도가 차이가 10℃ 이상 발생하는 경우도 많아 노즐 부의 온도 측정을 통해 S/W 설정값의 보정이 필요하다.

### 2. 필라멘트 공급 장치

필라멘트 공급 장치는 모터를 일정 속도로 구동하여 필라멘트를 균일한 속도로 공급시키는 역할을 수행한다. 필라멘트에 걸리는 장력이 약한 경우 익스트루더 모터가 회전하더라도 필라멘트가 제대로 공급되지 않는 문제가 발생하는데, 이 경우 모터 끝단에 연결된 기어가 헛돌거나 간헐적으로 회전하며 불연속적인 기계음을 발생시키게 되고, 결과적으로 3D프린팅 출력 시 중간에 끊기는 현상이 발생하게 된다.

### 3. 베드 수평도

베드는 실제로 프린팅이 수행되는 공간으로 베드의 수평도가 맞지 않으면 출력물이 똑바로 출력되지 않으며, 특히 적층 공정에 기반한 3D프린팅의 경우에는 심각한 출력 불량 발생할 소지가 있다. 또한 출력물의 수평 유지 측면에서 볼 때 베드 자체의 절대적인 수평도보다는 상부 XY 테이블에 연결된 노즐 끝단과의 상대적인 수평도가 중요하다.



[그림 1-4] 재료 압출형 3D프린터 필라멘트 공급 장치 구성도

#### 4. 노즐/베드 간 간격

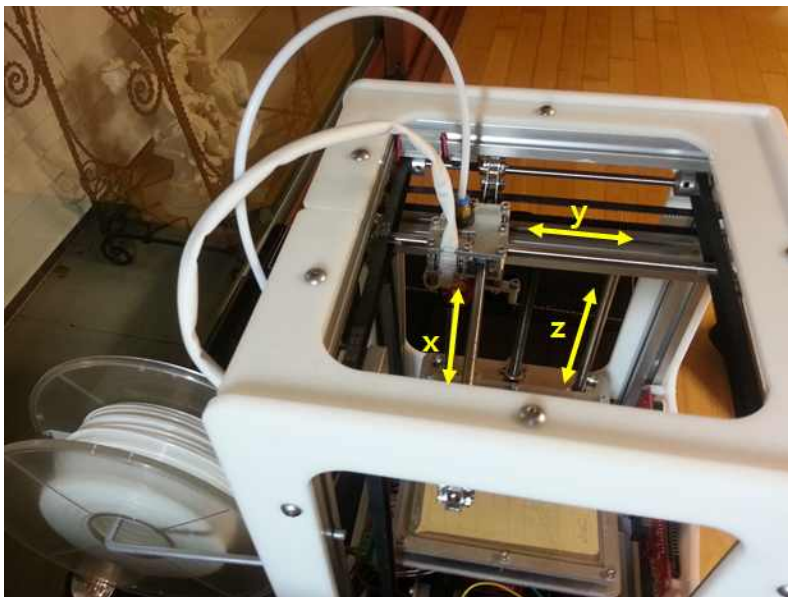
3번 항목에서 설명한 바와 같이 노즐 끝단과 베드 간의 상대적인 수평도가 중요하며, 이를 보장하기 위해 노즐 끝단과 베드 간의 간격이 일정하게 유지되어야 한다. 노즐/베드 간 간격의 최대 허용치는 노즐로부터 압출되는 소재의 직경(통상적으로 0.4mm) 만큼이며, 통상적으로 초기 출력 층(Layer)을 베드에 잘 안착시키기 위해 소재 직경보다는 조금 작은 값으로 설정해 주는 것이 바람직하다.

#### 5. 베드 온도

재료 압출형 3D프린터는 용융 상태의 필라멘트를 압출하여 베드 상에 적층하는 형태이며, 이때 초기 출력 층을 베드에 잘 안착시키기 위해서는 전술한 바와 같이 노즐/베드 간의 간격을 좁혀 주는 방법과 함께 베드의 온도를 적절히 설정해 주는 것이 필요하다. 일반적으로 용점이 낮은 PLA의 경우, 베드 가열 없이 사용해도 큰 문제는 없으나 상대적으로 용점이 높은 ABS의 경우, 베드를 가열하지 않는 경우 출력물이 베드에 안착되지 않고 뜨는 현상이 발생한다.

#### 6. 3축 구동부

3D프린터는 3축(X, Y, Z축)으로 구동되며, 주로 모터를 사용하여 폴리벨트로 구동을 하거나 LM가이드 등의 선형 구동 장치를 사용한다. 이때 각 축의 구동부가 주어진 신호대로 정확한 정밀도로 구동이 되어야 프린팅 출력물이 원하는 형상대로 출력이 되므로, 구동부의 해상도 및 정밀도에 대한 성능 검증을 수행해야 한다. 하단 그림에 직교형 3D프린터의 3축 구동부를 예시하였다.



[그림 1-5] 직교형 3D프린터의 3축 구동부 예시

## 수행 내용 / 3D 프린터의 검사 항목 선정 및 체크리스트 작성하기

### 재료 · 자료

- 인터넷
- 3D 프린터 관련 서적

### 기기(장비 · 공구)

- 컴퓨터, 문서 작성 S/W

### 안전 · 유의 사항

- 온도 관련 항목(노즐 온도, 베드 온도, 챔버 온도) 설정 시는 사용하고자 하는 소재의 출력 온도를 검토하여 결정한다.
- 첨부된 체크리스트 양식은 재료 압출형(FDM, FFF) 프린터를 기준으로 작성된 양식이며, 다른 방식의 프린터 개발 시는 양식을 수정해야 한다.

### 수행 순서

#### ① 체크리스트 양식을 작성할 수 있다.

첨부된 양식을 참조하여 3D프린터 검사 항목 선정을 위한 체크리스트 양식을 작성한다.

#### ② 체크리스트 항목에 대해 다음 기준에 맞춰 표기할 수 있다.

##### 1. 치수/크기를 선정한다.

출력물의 최대 크기를 우선적으로 선정하고, 이를 감안하여 주요 부품의 치수를 고려한 프린터의 크기를 결정한다.

##### 2. 사용 필라멘트를 선택한다.

대상 프린터에서 출력하고자 하는 필라멘트의 종류를 선택한다. 단 필라멘트의 종류에 따라 출력 온도가 변경되어야 하므로 유의해야 한다.

##### 3. 노즐 온도를 설정한다.

사용 소재(필라멘트)의 출력 온도 범위를 지원할 수 있도록 설정한다.

##### 4. 베드/챔버의 가열 여부를 생각해 본다.

사용 필라멘트가 ABS, PA12 이상일 경우에는 베드 가열을 사용하는 것이 좋으며, 가열 온도는 100℃ 이상 유지해 주는 것이 좋다. 사용 필라멘트가 PC, PEI일 경우에는 챔버 가열까지 적용하는 것이 좋으며, 챔버 온도는 150℃ 이상 유지해 주는 것이 좋다. 단, 타 부품





## 1-2. 검사 방법 결정 및 성능 시험 진행

### 학습 목표

- 각각의 성능검사항목에 대한 검사방법을 결정하고 유관부서를 통해 성능시험을 진행할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 압출 성능 검사 방법

##### 1. 노즐 온도 검사 방법

재료 압출형 3D프린터 익스트루더의 핫엔드 부분은 하단 그림에 예시한 바와 같이 노즐 부 온도 상승을 위한 Heating block, 플라스틱 필라멘트가 압출되는 노즐, 익스트루더부의 냉각을 위한 Cooling fan으로 구성되어 있다. 전술한 바와 같이 노즐 온도는 통상적으로 필라멘트 소재의 용융 온도 이상으로 설정해야 하는데, S/W적으로 설정한 노즐 온도와 실제 노즐 온도가 차이가 발생하는 경우도 많아 노즐부의 온도 측정을 통해 S/W 설정값의 보정이 필요하다. 노즐부 온도 측정은 디지털 온도계를 사용하며 접촉식 온도계와 적외선을 사용한 비접촉식 온도계를 사용하여 수행이 가능하다. 다만 비접촉식 온도계를 사용하는 경우, 접촉식 온도계에 비해 사용은 편리하나 측정부위 표면의 방사율을 적절하게 조절해야 한다.



[그림 1-7] 재료 압출형(ME) 3D프린터의 노즐부 형상 예시

##### 2. 필라멘트 공급 성능 검사 방법

필라멘트의 공급 성능은 프린팅 출력 상태에서부터 확인할 수 있으며, 프린팅 진행 도중에 끊기는 경우는 대부분 필라멘트 공급에 문제가 있는 것으로 추정할 수 있다. 필라멘트 공급이 원활하지 않은 경우, 불연속적인 기계음을 발생시키게 되는 경우가 많아 우선적으로

공급부에서 소음이 발생할 경우 필라멘트가 원활히 공급되는지 육안으로 확인해 볼 수 있다. 육안 확인이 어려울 경우, 필라멘트의 움직임이 육안으로 확인 가능한 부위(예. 장치 외부의 필라멘트 롤 주변)의 필라멘트에 유성펜 등으로 일정 간격으로 눈금 표시를 하고, 1눈금이 넘어가는 데 소요되는 시간을 측정하여 필라멘트가 균일한 속도로 공급되는지 검사할 수 있다. 단, 상기 측정 방법은 아이들 타임을 제외한 프린팅이 진행되는 시점에서 수행하는 것이 바람직하다.

## ② 베드 수평도 측정 및 조정 방법

### 1. 베드 영점 조정 방법 (노즐/베드 간 간격 조정)

베드의 영점 조정은 베드와 노즐 끝단이 접촉되지 않으면서도 노즐로부터 압출되는 필라멘트의 직경(통상적으로 0.4mm)보다 작은 거리를 유지할 수 있도록 설정해야 하며, 통상적으로 노즐 끝단과 베드 사이에 명함 한 장의 간격을 유지하도록 설정한다. 3D프린터 종류에 따라 베드의 영점 조정을 수동으로 수행하는 경우와 전동으로 수행하는 방법이 있는데, 수동식의 경우에는 수동 조절 기구(높이 조절 볼트 등)를 회전시켜 높이를 맞춰 주고, 전동식의 경우에는 제어 화면에 적절한 높이 값을 입력하여 높이를 조절해 준다.

### 2. 베드 수평도 조정 방법

압출 헤드를 베드의 다양한 위치로 이동시켜 가며 영점 조정 방법에서 수행했던 과정과 동일하게 노즐과 베드와의 간격을 측정하고(명함 사용 등), 위치별로 간격이 균일하지 않은 경우 프린터별로 제시되어 있는 수평도 조정 기능을 사용하여 모든 위치에서 간격이 균일하게 유지되도록 수평도를 조정해 준다. 통상적으로 베드 사이즈가 소형(200 x 200mm)인 경우에는 모서리 4점(2 x 2)에서 수평도를 측정하고, 베드 사이즈가 중형 이상인 경우에는 9점(3 x 3) 이상의 지점에서 수평도를 측정한다.

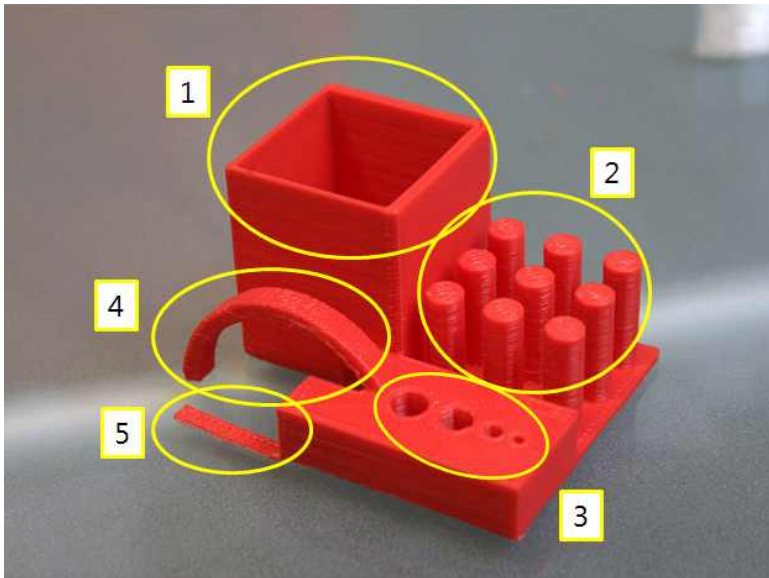
## ③ 구동부 위치 정밀도 검사 방법

베드의 직교형 프린터의 경우 통상적으로 익스트루더는 XY 테이블 구조(켄트리 구조 등)를 사용하여 X-Y 방향으로 구동하고, 베드는 Z 방향으로 구동된다. 델타형 프린터의 경우 역시 베드는 Z 방향으로 구동되는 반면, 병렬 기구를 사용하여 익스트루더를 X-Y 방향으로 구동한다. 상기 구동부의 원활한 구동 및 위치 정밀도를 확인하기 위해 수동으로 신호를 부여(특정 방향으로 특정 거리만큼의 이송 명령)하여 익스트루더 혹은 베드를 이송시키고 정확한 위치로 이송되었는지 측정함으로써 구동부의 위치 정밀도를 검사할 수 있다.

## ④ Torture test를 통한 출력 성능 검사

진술한 3D프린터의 주요 성능에 하나라도 문제가 있을 경우에는 3D프린팅 출력물의 품질에 영향을 미치게 된다. 이러한 점을 종합적으로 판단하기 위해 3D프린터 사용자들 사이에 'Torture test'란 테스트 모델이 널리 사용되고 있다. Torture test란 일종의 가혹 조건 시험법으로 3D프린터로 출력 시 불량 발생하기 쉬운 다양한 형상을 정의하여 출력을 시

도하고, 그 출력물의 품질을 평가함으로써 3D프린터의 성능을 검사하는 방법이다. 아래 그림에 Torture test에 사용되는 대표적인 모델을 도시하였으며, 주요 형상에 대한 검사항목은 다음과 같이 요약된다.



[그림 1-8] Torture test용 출력모델 및 주요 검사항목

### 1. 다양한 벽 두께 형상

위 그림과 같이 사각 튜브 형상으로 마주보는 2면이 서로 다른 벽 두께(1.0, 2.0)를 갖도록 설계되어 있다. 출력물의 두께를 측정하여 원하는 치수대로 출력이 되었는지 검사한다.

### 2. 9개의 원기둥 형상

위 그림과 같이 직경 6mm, 높이 18mm인 원기둥이 가로/세로 각 3개씩 배열되어 있으며, 각각의 원기둥은 4mm의 간격으로 배열되어 있다. 상기 형상의 프린팅을 위해서는 원형 단면에서는 노즐에서 수지가 토출되는 반면, 한 원에서 다른 원으로 익스트루더가 이동할 때는 수지가 토출되지 않아야 한다. 이러한 노즐 on/off의 제어가 원활하지 않을 경우 아래와 같이 원기둥과 원기둥 사이 잔여물이 남게 되어 후작업을 통해 제거해 주어야 한다.



[그림 1-9] 원기둥과 원기둥 사이 잔여물 발생 사례

### 3. 다양한 형태와 크기의 구멍 형상

아래 그림과 같이 3개의 서로 다른 원형 구멍(직경 6, 3, 2mm)과 1개의 육각형 구멍이 육

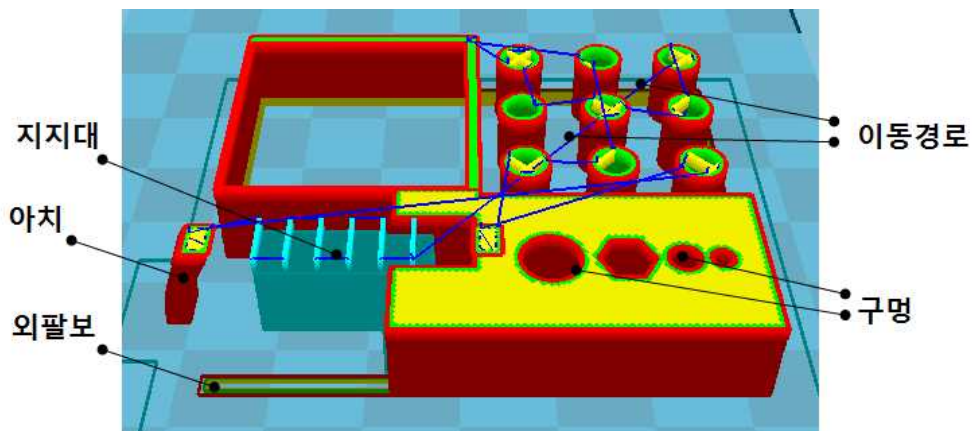
면체 상에 형성되어 있다. 출력물에서의 각각의 구멍이 원하는 형상과 크기로 프린팅되었는지 측정하여 성능 검사에 활용할 수 있다.



[그림 1-10] Torture test 모델의 다양한 구멍 형상

#### 4. 측면부 아치 형상

측면부의 아치 형상은 공중에 떠 있는 구조(Overhang structure)로 정상적인 출력을 위해서는 하단 그림과 같이 아치 하단에 지지대(Support)가 설치되어야 한다. 상기 아치 형상의 출력물을 검토하여 아치의 곡면 형상과 그에 따른 지지대 구조가 적절히 출력되었는지 검사할 수 있다.



[그림 1-11] Torture test 모델의 출력을 위한 이동 경로 설정(지지대 포함)

#### 5. 바닥면 외팔보 형상

위 그림과 같이 바닥면에 두께 0.5mm의 얇은 외팔보 형상이 추가되었는데, 이는 출력물이 바닥에 잘 밀착되어 출력되는지를 확인하기 위한 목적으로 사용된다. 출력물이 바닥에 잘 밀착되지 못하는 경우, 외팔보가 평면 형태가 아닌 상측으로 휘는 형태로 출력되게 되므로 가능하면 외팔보의 휨량이 적게 출력이 되어야 한다.

## 수행 내용 / 3D프린터 성능 검사를 위한 Torture Test 수행하기

### 재료 · 자료

- 인터넷, 3D프린터용 필라멘트

### 기기(장비 · 공구)

- 3D프린터(재료 압출형), 컴퓨터, Slicing S/W
- 측정기(버어니어캘리퍼스, 판게이지 등)

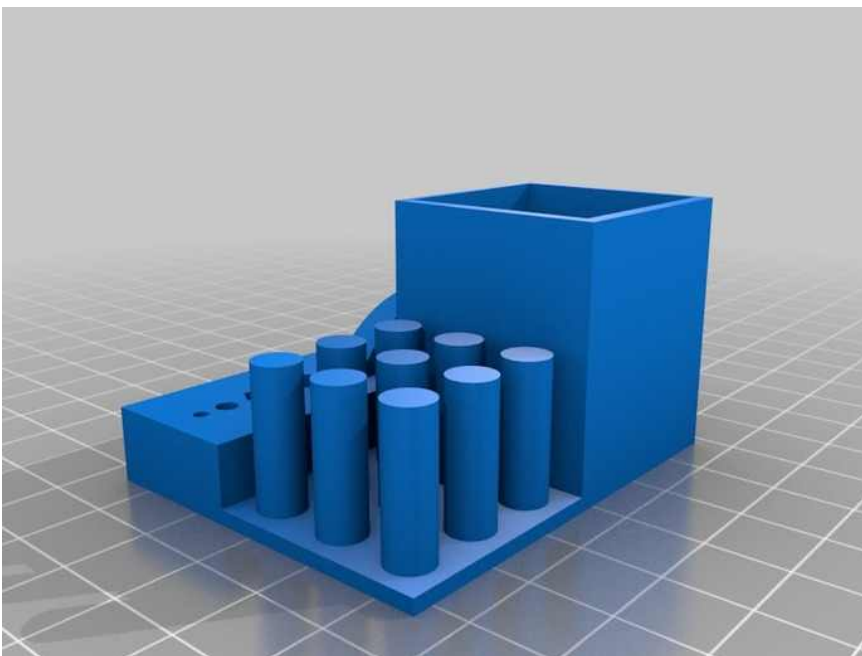
### 안전 · 유의 사항

- 프린팅 조건(노즐 온도 등)은 사용할 필라멘트 재료(PLA, ABS)에 맞게 설정해 준다.
- 프린터 베드의 수평이 유지되도록 설정해 준다.

### 수행 순서

① Torture Test용 3D 설계 파일을 다운로드 받을 수 있다.

3D프린터용 설계 파일 무료 제공 사이트인 Thingiverse(<http://www.thingiverse.com>)에 접속하여 검색창에 'Torture test' 를 입력하여 Torture Test용 3D 설계파일(Torture\_Test.stl)을 다운로드받는다.



출처: Thingiverse(2012년 11월 6일). Torture test. <http://www.thingiverse.com>에서 2016. 08. 16. 검색.  
[그림 1-12] Torture Test용 3D 설계 파일



② Slicing S/W에서 프린팅이 가능한 형태의 파일을 생성할 수 있다.

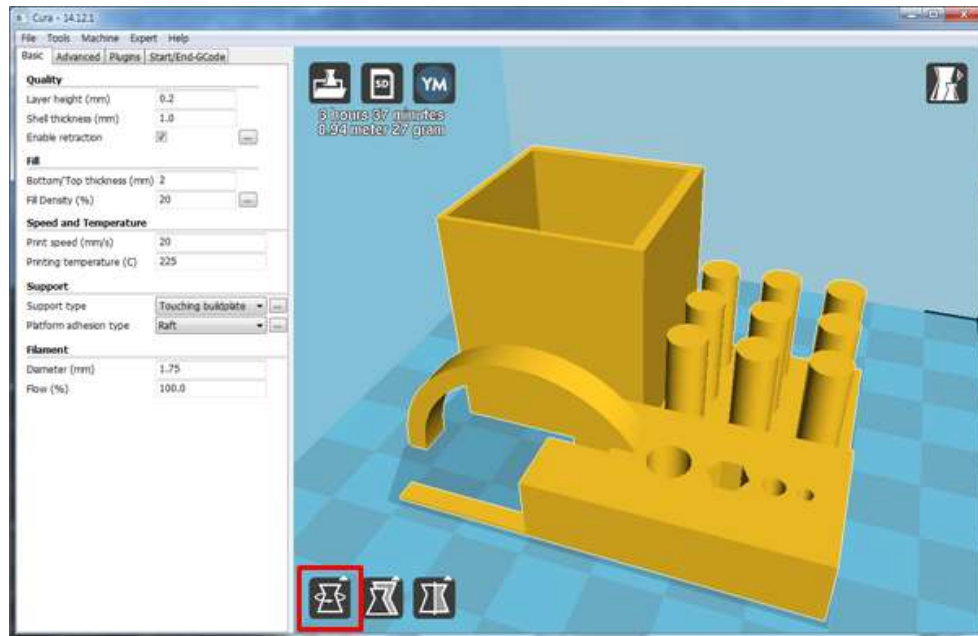
상기 설계 파일을 사용하여 3D프린터 출력용 Slicing S/W인 Cura를 사용하여 출력을 위한 G-code를 생성한다. 이때 소재는 PLA 필라멘트(Filaton社) 제품을 사용했으며, 출력 조건은 다음과 같이 설정하며, 세부 과정은 다음과 같다.

<표 1-1> Torture Test용 출력 조건(PLA 필라멘트 기준)

출력 조건	설정값
레이어 높이 (mm)	0.2
채우기 밀도 (%)	10
프린팅 속도 (mm/s)	20
프린팅 온도 (C)	210

1. STL 파일을 불러온다.

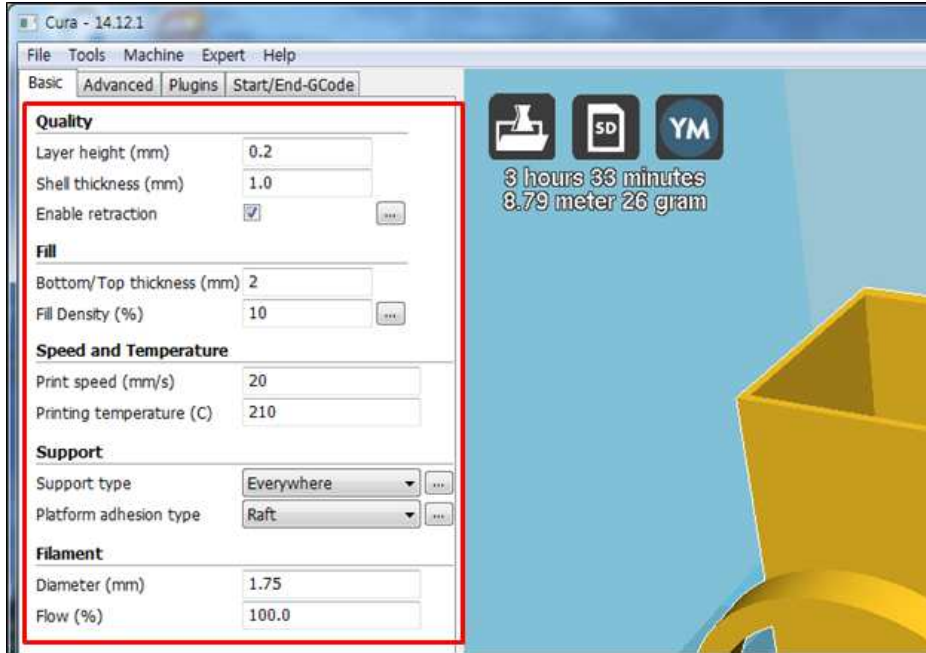
Cura를 실행시켜서 STL file(Torture\_Test.stl)을 불러온다( 'File > Load model file' 메뉴 사용). 정상적으로 불러온 경우 아래와 같은 화면을 확인할 수 있다. 화면 하단의 'Rotate' 아이콘을 클릭하면 모델을 회전시켜 전체적인 형상을 확인할 수 있다.



[그림 1-13] Cura 실행 화면 (Torture\_Test.stl 파일 불러온 상태)

2. 프린팅 조건을 입력한다.

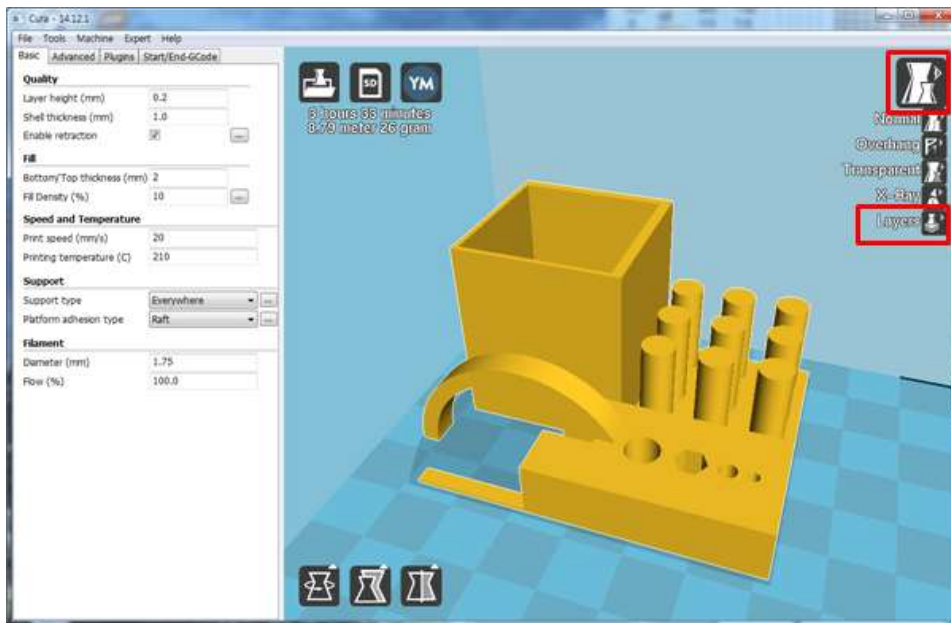
Cura를 화면 좌측의 설정 창에서 프린팅 조건을 입력할 수 있다. 세부 설정 사항은 표 1-1에 기재된 내용 및 아래 그림을 참조하여 설정한다. 단, 사용 프린터의 기종이나 소재의 종류가 다른 경우에는 그에 맞춰 적절히 수정해야 한다.



[그림 1-14] Cura를 사용한 프린팅 조건 설정 화면 예시

### 3. 레이어 설정을 확인한다.

전단계에서 설정한 조건에 따라 프린팅을 위한 레이어 정보가 생성된다. 생성된 레이어의 정보를 확인하기 위해서 우측 상단의 아이콘을 누르면 아래쪽으로 4개의 부메뉴(아이콘 형태)가 표시되는데, 이때 가장 아래에 위치한 ‘Layers’ 아이콘을 눌러 준다.

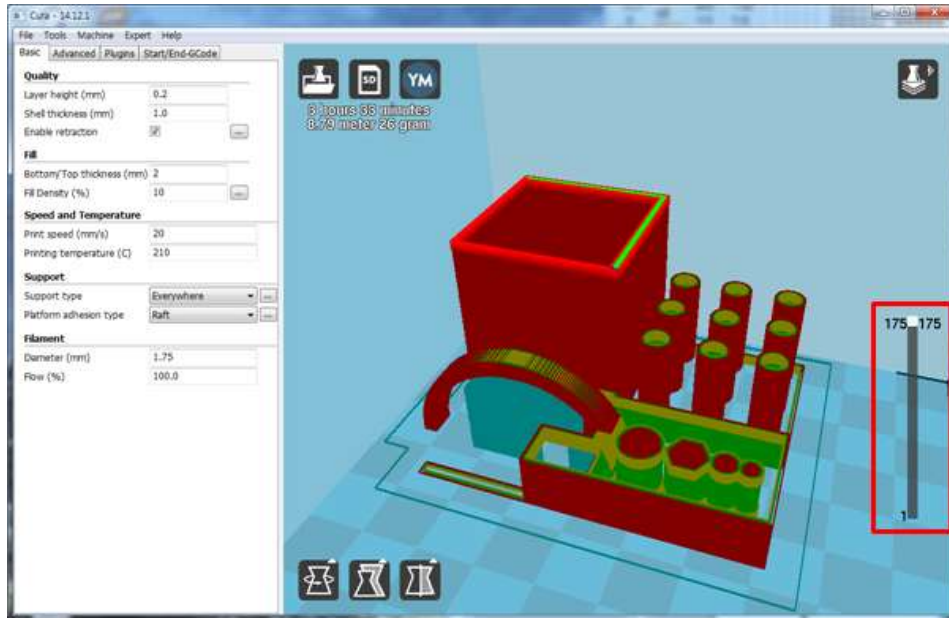


[그림 1-15] Cura를 사용한 레이어 설정 확인 화면 예시

### 4. 레이어 세부 정보를 확인한다.

‘Layer’ 버튼을 누르고 나면 생성된 레이어 정보가 아래 그림과 같이 화면에 표시되는데, 이때 Fill density에 따른 내부 채움 정보 및 지지대 생성 정보를 확인할 수 있다. 화면

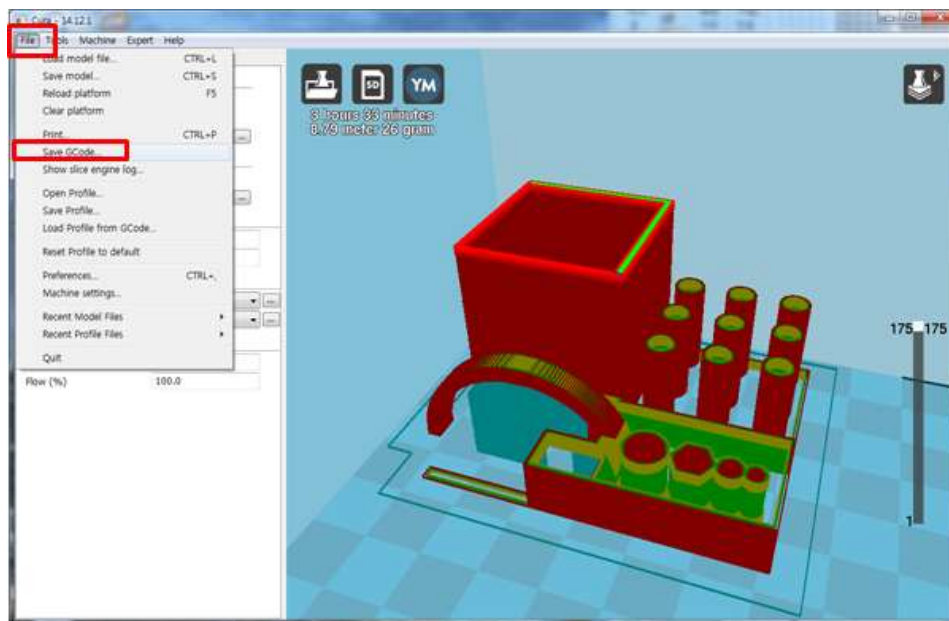
우측에 레이어 정보 표시를 위한 스크롤바가 표시되는데, 본 예제의 경우 총 175개의 레이어로 구성됨을 알 수 있으며, 스크롤바를 마우스로 이동하면 출력물 내부가 어떻게 채워지는지에 대한 정보를 확인할 수 있다.



[그림 1-16] Cura에서 생성한 레이어 정보 및 세부 확인을 위한 스크롤바 예시

## 5. G-code를 생성한다.

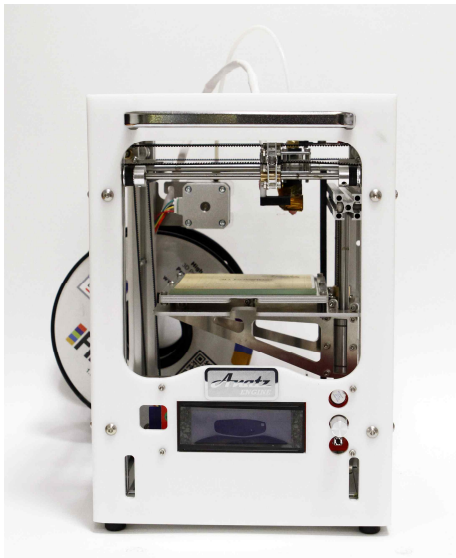
레이어 생성 정보 확인이 완료되면 3D프린터 출력을 위한 파일 형태(G-code)로 저장하고 ('File > Save GCode' 메뉴 사용), 생성된 G-code 파일을 프린터로 전송시켜준다. 이때 프린팅 조건을 변화시키고자 하는 경우 다른 이름으로 저장하여 사용하면 된다.



[그림 1-17] Cura에서 생성한 레이어 정보 및 세부 확인을 위한 스크롤바 예시

③ 3D프린터를 사용하여 프린팅을 수행할 수 있다.

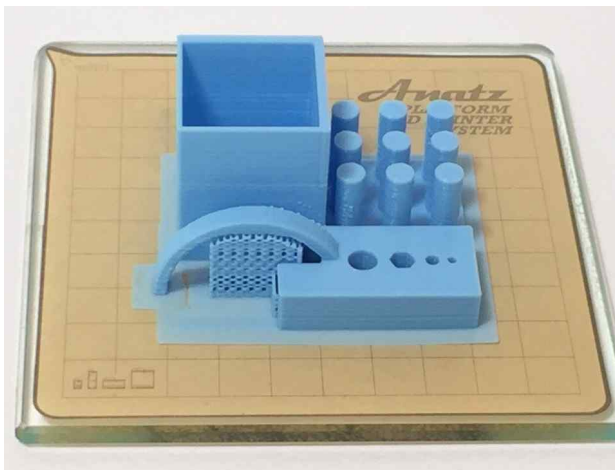
생성된 G-code 파일을 3D프린터로 전송하여 프린팅을 수행한다. 이때 사용 프린터의 종류에 따라 USB로 연결하여 프린팅을 수행할 수도 있고, 메모리카드를 사용하여 프린터에서 직접 출력할 수도 있다. 본 예제에서는 아나츠社의 아나츠엔진 프린터를 사용하여 프린팅을 수행하였다.



[그림 1-18] 테스트 출력에 사용한 3D프린터

④ Torture Test 모델의 3D 프린팅을 할 수 있다.

하단 그림에 정상적으로 출력된 Torture Test 모델의 사진을 도시하였다. 지지대를 포함한 모델이 정상적으로 출력되는 점을 확인할 수 있으며, 주요 형상(얇은 사각벽, 원기둥 어레이, 구멍, 아치부 등)에 별다른 이상 없이 출력됨을 알 수 있다. 단, 사용 프린터나 소재가 다른 경우 동일한 출력 조건을 적용하였을 경우에도 비정상적인 출력 결과가 나올 수 있으며, 이러한 문제점 개선 과정에서는 다음 절에서의 수행 내용을 통해 고찰해 보도록 하겠다.



[그림 1-19] Torture Test 샘플 제작 사례 (정상 출력의 경우)

# 1-3. 문제점 개선 및 성능 개선 보고서 작성

## 학습 목표

- 유관부서로부터 입수한 문제점목록을 바탕으로 문제점을 개선하고 성능개선보고서를 작성할 수 있다.

## 필요 지식 /

### ① 3D프린터 작동상의 문제점 개선

#### 1. 필라멘트 공급 문제 발생 시 개선 방안

##### (1) 익스트루더 모터가 회전하지 않는 경우

필라멘트 공급 압력보다 모터의 토크가 부족한 경우 발생하며, 모터에 인가되는 전류를 증가시켜 토크를 증가시킨다. 간혹 노즐이 막힌 경우에도 유사한 현상이 발생하는데, 이때 노즐 온도를 소재의 용융 온도 이상으로 가열한 후 필라멘트를 수동으로 밀어주면 막힌 부위를 제거할 수 있다.

##### (2) 익스트루더 모터는 회전하나 필라멘트가 공급되지 않는 경우

필라멘트에 걸리는 장력이 부족한 경우 발생하며, 주로 익스트루더 쿨엔드 부위의 조립이 헐겁게 되었을 때 발생한다(이 경우 기어가 헛돌며 간헐적인 기계음을 발생시키기도 한다). 해당 부위의 체결을 강화(예. 아이들러 장력 볼트 조정 등)하여 장력을 증가시켜 준다. 단, 과도하게 조이면 부품이 파손되는 경우가 있으니 유의한다.

#### 2. 전기적/소프트웨어적 문제 개선 방안

##### (1) COM 포트 인식이 안 되는 경우(연결 불량)

CPU보드의 드라이버가 미설치되었거나 설치에 오류가 있는 경우 발생하며, 많은 경우 드라이버를 재설치하여 해결할 수 있다. 혹시 보드에 아예 반응이 없는 경우(보드의 LED 등이 들어오지 않는 경우는)는 보드 자체에 손상이 있을 가능성도 있으며, 이때는 보드를 교체해 주어야 한다.

##### (2) 연결은 정상적이나 프린터 반응이 없는 경우

보드의 냉각 팬이 돌지 않는 경우는 전원부에 문제가 있는지 점검해 본다. 냉각 팬이 제대로 작동하는 경우에는 Software의 설정을 확인하여 수정해 준다(예. 속도 및 포트 번호 확인 및 수정)

##### (3) 소프트웨어에서 출력 중으로 표시되나 반응이 없는 경우

소프트웨어에서 출력 명령을 내리면 프린터는 노즐과 베드 온도를 설정 온도까지 올린 후 프린팅을 시작하며, 이러한 과정까지 수십 초에서 수 분까지의 시간이 소요될

수 있다. 그러나 충분한 시간이 지나도 프린팅이 시작되지 않는 경우 노즐/베드부의 가열부(히터)에 문제가 있거나 온도 센서에 문제가 있을 가능성이 높으므로 해당 부품을 점검하여 개선해야 한다.

## ② 출력물 불량 발생시 개선 방법

### 1. 재료의 과도한 수축 발생시 개선 방법

#### (1) 출력물의 휨 발생에 의해 바닥면이 뜨는 경우

재료 압출형 프린터의 경우 소재가 용융된 상태에서 압출되어 프린팅 후 고화되는 과정이 반복되며, 이러한 과정에서 재료의 수축이 발생된다. 특히 이러한 과정이 층(Layer)별로 반복되기 때문에 하단의 층이 먼저 고화된 이후에 상단의 층이 고화되는 과정에서 수축이 되는 시점이 다르고, 결과적으로 잔류 응력(Residual stress)이 발생되어 출력물이 휘게 된다. 일단 휨이 발생하면 출력물의 형상 정밀도가 저하됨은 물론이고, 출력 과정에서도 기 출력된 출력물이 휘는 경우 다음 레이어 적층 시 출력 오류가 발생하며 심한 경우 노즐 끝단과 접촉하여 노즐에 손상이 발생할 수도 있으니 유의해야 한다.

#### (2) 사용 소재에 따른 수축 특성을 감안한 설계 개선

상기 수축에 의한 휨 불량은 재료의 출력 온도가 높을수록 더욱 심해지는데, 일반적으로 기계적 강도가 높은 재료일수록 출력 온도가 높아야 하므로 유의해야 한다. 통상적으로 개인용 프린터에 많이 사용되는 재료 중 PLA(압출 온도 190 ~ 230도)보다는 ABS(압출 온도 220 ~ 270도)에서 수축이 많이 발생한다. 히팅 베드를 사용하지 않는 프린터의 경우 PLA는 정상적으로 출력이 되더라도 ABS로 출력을 할 때 수축 불량이 발생하는 경우가 많이 발생되며, 특히 출력물의 크기가 커질 경우 더욱 심해진다. 이러한 점을 감안하여 ABS로 출력물이 200 x 200 mm 이상의 크기를 목표로 하는 경우에는 베드 히팅 기능을 적용하는 것이 좋으며, 사용 소재에 따른 적정 온도(노즐 온도, 베드 온도)를 소프트웨어적으로 설정해 주는 것이 좋다. ABS보다 용융 온도가 더 높은 Engineering plastic(PC, PA 등)을 출력하기 위해서는 챔버를 사용하여 챔버 내부의 온도를 일정 온도 이상으로 제어해 주는 기능이 추가적으로 필요하다.

### 2. 베드부의 위치 정밀도 개선 방법

#### (1) 베드 위치 정밀도 개선 방법

1.2절에 기술된 바와 같이 출력물의 품질 향상을 위해서는 베드부와 노즐 끝단 간의 간격 설정이 중요하다. 간격이 지나치게 큰 경우에는 초기 레이어가 베드부에 잘 안착되지 않아 정상적으로 출력되지 않는 문제가 발생되며, 간격이 지나치게 작은 경우에는 노즐이 소재를 과도하게 압착하게 되어 출력 후 출력물의 분리가 어려워지는 문제가 발생한다. 프린터 종류에 따라서는 베드 간격의 자동 조절 기능을 탑재하거나 적정



간격을 조정할 수 있는 Leveling sheet를 제공하는 경우도 있으나, 개인용 프린터의 경우 베드의 위치정밀도(영점) 조정을 수동으로 설정하여 사용자에게 맡기는 경우가 많다. 이 경우 적절한 교육 혹은 매뉴얼 제공을 통해 오류의 발생 가능성을 최소화해야 한다.

## (2) 베드 수평도 개선 방법

베드의 수평도 역시 출력물의 품질에 영향을 미치며, 전술한 영점조정이 잘 되었더라도 수평도가 맞지 않으면 레이어 출력이 고르지 않아 출력물이 베드에서 이탈되는 경우가 발생하므로 유의해야 한다. 베드의 수평도를 개선하는 방법으로 많은 프린터가 베드의 수평을 자동으로 유지해주는 기능(Auto leveling)을 제공하는데, 이때 자동 유지 기능 적용시 다양한 위치에서의 노즐-베드간 간격을 측정하여 보정(Calibration)해주는 작업이 필요하다. 자동 조절 기능이 없는 프린터의 경우 역시 적절한 교육 혹은 매뉴얼 제공을 통해 오류의 발생 가능성을 최소화해야 한다.

## ③ 성능개선 보고서 작성

### 1. 성능 시험 문제점 현상 기술

성능 시험 결과 발견된 문제점의 현상에 대해 기술하고, 출력물에 불량 발생 시 불량이 발생한 경우 불량이 발생한 부위의 사진을 찍어 보고서에 첨부한다. 문제점이 여러 건 발생된 경우에는 건별로 구분하여 기술하도록 한다.

### 2. 성능 시험 문제점 원인 분석

성능 시험 결과 발생된 문제점의 원인을 분석한다. 출력물 불량의 원인 분석을 위해서는 관련 부품의 성능 검사(예. 노즐부 온도, 베드부 수평도 등)를 실시하여 출력물의 품질에 영향을 미치는 항목을 찾아내야 한다.

### 3. 성능 시험 문제점 개선 방안 도출 및 검증

문제점의 원인이 도출되면 이를 개선하기 위한 개선방안을 도출하고, 개선 방안을 적용하여 문제점을 개선한다. 또한 개선된 결과를 기존의 결과와 비교하여 개선된 정도를 비교하고, 문제점이 일부 개선되기는 했으나 완전하지 않은 경우는 상기 과정(문제점 원인 추가 분석, 추가 개선 방안 도출 및 검증)을 반복한다.

### 4. 개선 결과를 적용 계획 수립

개선 결과를 적용하기 위한 추가적인 제품 개발 계획을 수립한다. 부품의 교체가 필요한 경우는 부품 교체로 인한 추가 설계 변경 계획을 수립해야 하고, 그에 따른 개발 단가 변경에 대해 분석해야 한다. 부품의 교체 없이 단순한 성능 조정만으로 개선이 가능한 경우는 개선 사항이 매뉴얼에 반영될 수 있도록 한다.



## 수행 내용 / 문제점 개선 및 성능개선보고서 작성하기

### 재료 · 자료

- 인터넷, 3D프린터용 필라멘트

### 기기(장비 · 공구)

- 3D프린터(재료 압출형), 컴퓨터, Slicing S/W
- 측정기(버어니어캘리퍼스, 핀게이지 등)

### 안전 · 유의 사항

- 문제점 개선을 위한 세부 사항은 프린터(혹은 부품별)별 사용 설명서를 참조한다.

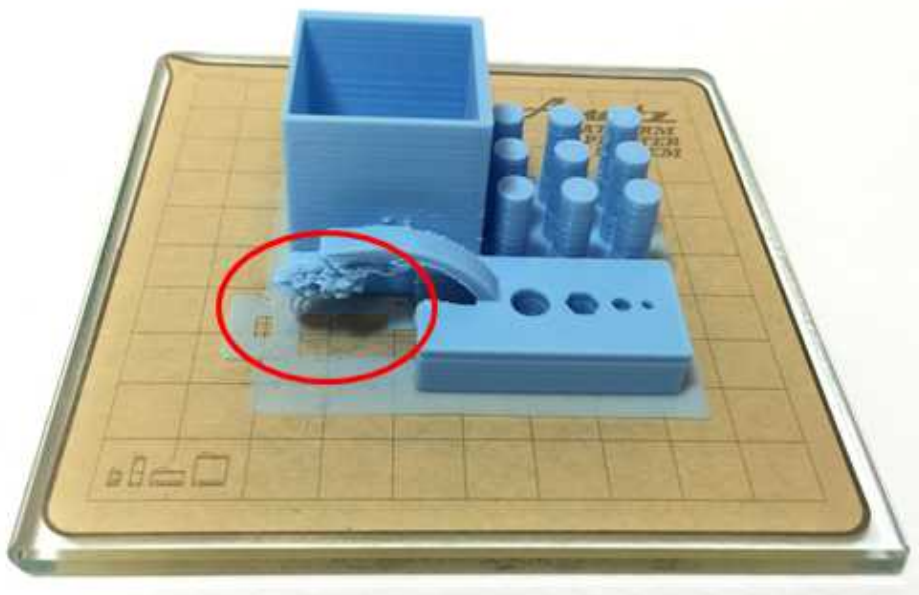
### 수행 순서

#### ① Torture Test용 출력물 불량 발생 유형을 분석할 수 있다.

앞절에서 제시한 Torture Test용 모델 출력 시 사용하는 3D프린터 성능에 문제가 있거나 프린팅 조건 설정에 문제가 있는 경우 다양한 문제점이 발생할 수 있다. 이러한 문제점(불량)의 주요 유형은 다음과 같이 분류된다.

#### 1. 출력물이 바닥에 잘 붙지 않는 경우 문제가 발생할 수 있다.

출력물이 바닥에 잘 붙지 않는 경우, 하단 그림과 같이 중간에 출력물이 바닥에서 분리되어 이후 출력 부위에 문제가 발생할 수 있다.

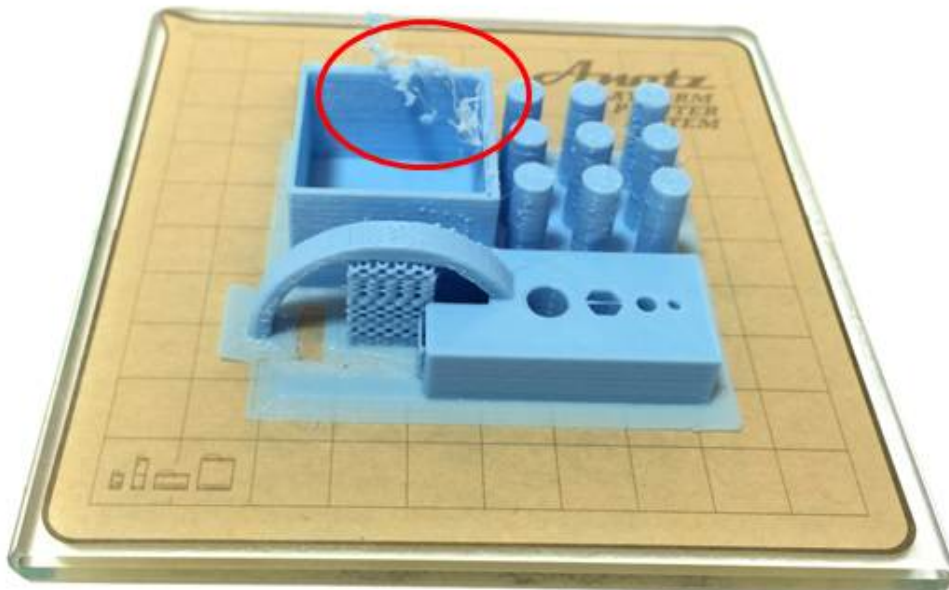


[그림 1-20] Torture Test 출력물 불량 사례(출력물이 바닥에 잘 붙지 않는 경우)

이러한 불량은 베드의 수평이 맞지 않거나 노즐과 베드 간격이 큰 경우 발생할 수 있으며, 베드의 영점/수평도 조정 및 온도를 높여 해결할 수 있다. 또한 베드 표면에 접착제를 도포하거나 접착 테이프 등을 부착하여 접착력을 강화시킬 수 있다.

2. 필라멘트 토출에 문제가 발생할 수 있다.

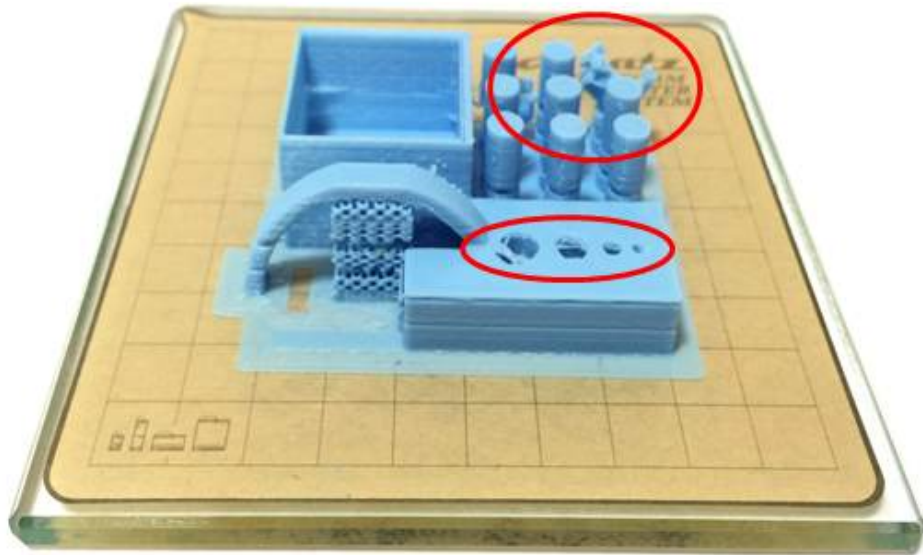
프린터의 노즐에 문제가 있거나(막힘 또는 잔여물 존재) 노즐의 온도가 낮은 경우, 필라멘트가 적절히 연화되지 않아 하단 그림과 같이 필라멘트 토출에 문제가 발생하여 출력이 중단될 수 있다. 상기 불량을 해결하기 위해서는 노즐의 설정 온도를 높여 주거나 노즐 청소를 통해 필라멘트가 균일하게 토출되도록 성능을 개선해 주어야 한다. 또한 익스트루더의 장력이 부족한 경우에도 유사한 불량이 발생할 수 있으므로 익스트루더의 장력을 점검해야 한다(3번 항목 참조).



[그림 1-21] Torture Test 출력물 불량 사례(필라멘트 토출에 문제가 있는 경우)

3. 익스트루더의 장력이 부족할 수 있다.

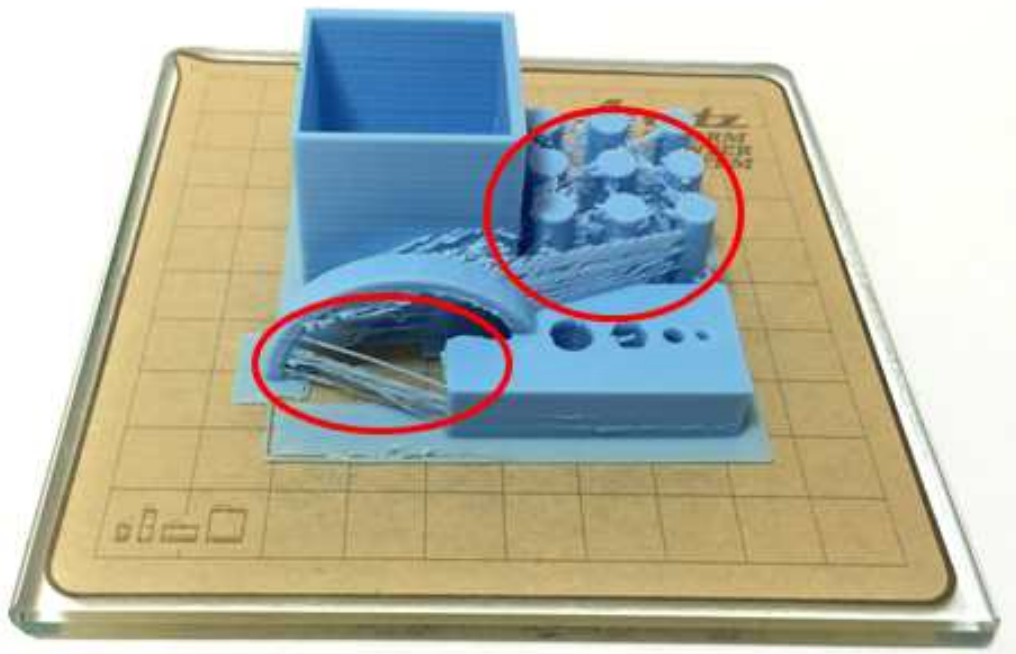
익스트루더의 장력 조절 볼트가 제대로 조여지지 않은 경우, 장력이 부족하여 소재의 공급이 원활하지 않기 때문에 하단 그림과 같이 원기둥이 제대로 형성되지 못하고 무너지거나 구멍 사이가 부분적으로 막히는 등의 문제가 발생할 수 있다. 익스트루더의 장력을 조절하기 위해서는 필라멘트를 밀어내는 기어와 장력볼트 사이의 간격을 적절히 조여 주어야 하며, 이때 너무 세게 조이는 경우 관련 부품이 파손이 되는 경우가 있으므로 유의해야 한다.



[그림 1-22] Torture Test 출력물 불량 사례(익스트루더가 제대로 조정되지 않은 경우)

4. 구조물 사이에 잔여물이 발생할 수 있다.

노즐의 온도가 사용하는 필라멘트의 특성에 비해 너무 높게 설정된 경우 하단 그림과 같이 인접한 구조물 사이에 거미줄 형태의 잔여물이 발생할 수 있다. 이러한 경우, 노즐 온도를 소재 업체에서 추천한 온도 범위 내로 설정해 주어야 하며, Retraction 기능을 설정해 주는 것도 잔여물 발생 방지에 도움이 된다.



[그림 1-23] Torture Test 출력물 불량 사례(구조물 사이에 잔여물이 발생하는 경우)

**교수 방법**

- 재료 압출형 3D프린터의 주요 부품(익스트루더, 구동 모듈, 베드 등)의 구성 요소와 기능에 대해 설명한다.
- 소재별 노즐 온도 설정 기준에 대해 설명하고, 노즐 온도가 잘못 설정된 경우 프린팅 성능에 미치는 영향과 개선 방법에 대해 설명한다.
- 필라멘트 공급 장치의 기능을 설명하고, 필라멘트의 장력이 부족한 경우 프린팅 성능에 미치는 영향과 개선 방법에 대해 설명한다.
- 베드의 영점 조정 및 수평도가 출력물의 품질에 미치는 영향을 설명하고, 베드의 위치 및 수평도가 잘못 설정된 경우 프린팅 성능에 미치는 영향과 개선 방법에 대해 설명한다.
- Torture Test를 통한 프린터 성능 검사 방법에 대해 설명하고, 실습을 통해 문제점 분석 및 성능 개선 방안을 도출하도록 지도한다.
- 3D프린팅 성능 검사 후 성능 개선 보고서 작성 예시를 제시한다.

**학습 방법**

- 재료 압출형 3D프린터 주요 부품의 구성 요소와 기능에 대해 학습한다.
- 소재별 적정 노즐 온도 및 베드 온도 설정 기준에 대해 학습한다.
- 필라멘트의 장력이 부족한 경우 프린팅 성능에 미치는 영향에 대해 학습한다.
- 베드의 영점 조정 및 수평도가 출력물의 품질에 미치는 영향을 학습하고, 베드의 위치 및 수평도 측정 및 개선 방법에 대해 실습을 수행한다.
- Torture Test 모델을 사용하여 프린팅 실습을 수행하고, 출력물의 품질을 검사하여 문제점을 분석하고 성능 개선 방안을 도출한다.
- 3D프린팅 성능 검사 후 성능 개선 보고서를 작성한다.

# 학습1      평 가

## 평가 준거

- 평가자는 학습자가 학습 목표를 성공적으로 달성하였는지를 평가해야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

학습 내용	평가 항목	성취 수준		
		상	중	하
성능 검증을 위한 검사 항목 선정	- 개발계획서에서 제시하고 있는 3D프린터의 성능을 검증하기 위한 검사항목을 선정할 수 있다.			
검사방법 결정 및 성능시험 진행	- 각각의 성능검사항목에 대한 검사방법을 결정하고 유관부서를 통해 성능시험을 진행할 수 있다.			
문제점 개선 및 성능 개선 보고서 작성	- 유관부서로부터 입수한 문제점목록을 바탕으로 문제점을 개선하고 성능개선보고서를 작성할 수 있다.			

## 평가 방법

- 포트폴리오

학습 내용	평가 항목	성취 수준		
		상	중	하
성능 검증을 위한 검사 항목 선정	- 3D프린터 종류에 따른 올바른 검사항목 선택			
검사방법 결정 및 성능시험 진행	- 성능검사 항목에 대한 올바른 검사방법 결정			
문제점 개선 및 성능 개선 보고서 작성	- 성능 개선 보고서의 체계적인 작성			

- 서술형 시험

학습 내용	평가 항목	성취 수준		
		상	중	하
성능 검증을 위한 검사 항목 선정	- 선정된 검사항목에 대한 이해 확인			
검사방법 결정 및 성능시험 진행	- 각기 다른 성능 검사항목에 대한 이해			
문제점 개선 및 성능 개선 보고서 작성	- 입수한 문제점목록에 대한 개선 방안			

## 피드백

1. 포트폴리오

- 학습자들의 Torture Test 실습 과정 및 작성한 성능 개선 보고서를 검토하고, 오류나 보완사항이 있으면 피드백을 실시한다.

2. 서술형 시험

- 학습자들의 시험 결과 채점 후 채점 결과 및 감점 요인이 명기된 답안지를 돌려줘 피드백을 실시한다. 또한 모범 답안에 대한 보충 설명을 통해 학생들의 이해를 제고한다.

학습 1	성능 개선하기(LM1903110110_15v1.1)
<b>학습 2</b>	<b>신뢰성 검증하기(LM1903110110_15v1.2)</b>
학습 3	규격인증 진행하기(LM1903110110_15v1.3)

## 2-1. 3D프린터 신뢰성 시험 검사 항목 도출

### 학습 목표

- 개발된 3D프린터에 적합한 온도, 습도, 진동, 낙하, 내구성 등의 신뢰성시험 검사항목을 유관 부서와의 협의를 통해 도출할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 신뢰성 시험 개요

신뢰성 시험(Reliability test)은 제품이 주어진 조건 하에서 일정 기간 동안 요구되는 기능을 만족스럽게 수행하는지 여부를 평가하는 시험으로 그 필요성은 다음과 같다.

##### 1. 신뢰성 시험의 필요성

- (1) 제품의 기능이 날로 다양해지고 복잡해져 사용 과정에서 고장이 발생할 가능성이 높아짐(초기 품질은 우수하나 내구성이 저하되는 경우가 많음)
- (2) 예상되는 불량은 조기에 검출하여 초기 고장 기간부터 마모 고장 단계까지 시장 불량률의 감소를 꾀하기 위하여 신뢰성 시험이 요구됨
- (3) 새로운 소재가 출현하고 기술 개발 속도가 빨라짐에 따라 기존의 품질 관리 기법으로는 제품의 품질을 보장하는 데 한계가 있음

##### 2. 시스템의 신뢰성 예측 방법

시스템의 신뢰도 예측은 고장이 발생하는 시점을 기준으로 정의되며, 기준점에 따라 MTTF와 MTBF가 많이 사용된다.

###### (1) MTTF(Mean Time To Failure)

주어진 시간에서 고장 발생까지의 시간으로 수리 후 다음 고장까지의 시간을 의미함. 수리 불가능한 제품의 평균 고장 시간을 산출할 때 사용

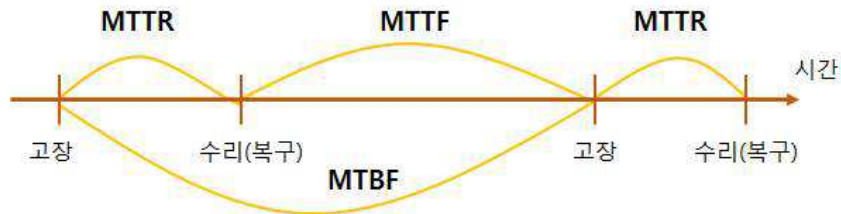
###### (2) MTBF(Mean Time Between Failure)

고장에서 다음 고장까지의 시간을 의미함. 수리가 가능한 제품/시스템의 평균 고장 시간을 산출할 때 사용



### (3) MTTR(Mean Time to Repair)

제품에 고장이 발생한 경우 고장에서 수리되는 데까지 소요되는 시간을 의미함 (MTTR = MTBF - MTTF)



[그림 2-1] MTTF, MTBF, MTTR의 정의

## ② 신뢰성 시험의 종류

신뢰성 시험은 설계 및 양산 검증 단계에서 실시되는 신뢰성 성장 시험과 신뢰성 보증 시험, 양산 단계에서 수행되는 번인(burn-in) 시험, ESS(환경 스트레스) 시험 또는 신뢰성 수락 시험으로 구분할 수 있으며, 다음과 같이 구분될 수 있다.

### 1. 시험 목적에 따른 종류

적합시험과 결정시험으로 구분할 수 있으며, 아래와 같은 차이를 갖는다.

- (1) 적합시험 : 품목의 특성(성질)이 규정된 요구 사항에 적합한지를 판정하기 위한 시험. 통계적으로 검정에 해당됨
- (2) 결정시험 : 품목의 특성(성질)을 확인하기 위한 시험. 통계적으로 추정에 해당됨

### 2. 개발 단계에 따른 종류

개발 단계에 따라서 개발·성장 시험, 보증 시험, 양산 신뢰성 보증 시험, 번인(또는 ESS) 등이 있다.

### 3. 시험 장소에 따른 종류

- (1) 실험실 시험 : 제어되는 규정된 조건에서 수행되는 시험
- (2) 현장 시험 : 운용, 환경, 보전 및 측정 조건이 기록되는 현장에서 수행되는 시험

### 4. 가속 여부에 따른 종류

- (1) 가속 시험 : 시험 기간을 단축하기 위하여 기준 조건보다 가혹한 스트레스를 인가하는 시험
- (2) 정상 시험 : 실 사용 조건에서 인가되는 스트레스에서 수행되는 시험

### 5. 정형과 비정형 여부에 따른 종류

- (1) 정형 시험 : IEC, ISO, KS 등에 규정된 표준화된 시험
- (2) 비정형 시험 : 신규성이 높고 고장 메커니즘이 불분명하며, 필드 정보가 충분하지 않은 시험

### ③ 신뢰성 시험 항목

일반 전자 기기의 신뢰성 시험에는 온도, 습도, 진동 등 다양한 외부 요인에 대한 신뢰성 항목을 점검하게 된다. 3D 프린터의 경우는 아직 신뢰성 시험을 통한 인증이 필수로 요구되지는 않으나 다양한 환경에서 제품이 안정적으로 구동될 수 있는지를 확인하기 위해 신뢰성 시험이 필요하다. 관련 신뢰성 시험 항목은 다음과 같다.

#### 1. 온도 관련 신뢰성 시험

<표 2-1> 온도 관련 신뢰성 시험의 항목 및 내용

시험 항목	시험 내용
고온 시험	고온 상태에서 기능상의 내성을 평가하는 시험(절연 불량, 기계적 고장, 열 변형에 의한 구동 불량 등)
저온 시험	저온 상태에서 기능상의 내성을 평가하는 시험(취약화, 결빙, 기계적 고장, 열 변형에 의한 구동 불량 등)
온도 사이클(열 충격) 시험	온도변화가 주기적으로 반복될 경우 제품의 기능상의 내성을 평가하는 시험(기계적 고장, 누설 발생 등)

#### 2. 습도 관련 신뢰성 시험

<표 2-2> 습도 관련 신뢰성 시험의 항목 및 내용

시험 항목	시험 내용
고온 고습 시험	고온/고습 상태에서 사용될 때 기능상의 내성을 평가하는 시험(수분 흡수, 팽창, 절연 불량, 기계적 고장, 화학 반응 등)
온습도 사이클 시험	높은 습도 하에서 온도 변화가 반복되었을 때 제품 표면에 수분이 응결하여 누전이 발생할 가능성 평가

#### 3. 진동 관련 신뢰성 시험

<표 2-3> 진동 시험의 항목 및 내용

시험 항목	시험 내용
정현파 진동 시험	운송 또는 사용 중 주기적인 특성을 갖는 진동에 노출되는 경우의 내성을 평가하기 위한 시험
광대역 랜덤 진동 시험	형태가 비주기적이고 일정하지 않게 무작위적으로 발생하는 진동에 노출되는 경우의 내성을 평가하기 위한 시험
충격 시험	운송 또는 사용 중 빈도가 적고 반복이 없는 충격에 적정한 내성을 갖는지 평가하기 위한 시험

## 수행 내용 / 3D프린터의 신뢰성 시험 검사 항목 도출하기

### 재료·자료

- 3D프린터 제품 규격서, 부품 사양서

### 기기(장비·공구)

- 컴퓨터, 인터넷, 문서 작성 S/W

### 안전·유의 사항

- 시험 부품 선정 시 필드데이터를 참고하여 문제가 많은 부품을 반영한다.
- 현실적으로 실행 가능한 신뢰성 시험을 선정하여 실시할 수 있도록 한다.

### 수행 순서

#### ① 3D프린터 신뢰성 확보에 필요한 부품을 선정할 수 있다.

1. 필드에서 발생한 필드데이터를 수집하여 가장 문제가 되고 있는 부품을 추출한다.
2. 규격에서 요구하는 주요 부품의 여부를 파악하여 시험 부품 리스트를 작성한다.
3. 변경된 부품이나 신규로 추가된 부품이 있다면 이도 시험 대상에 추가한다.

#### ② 부품의 신뢰성 목표를 설정할 수 있다.

1. 규격에서 요구하는 신뢰성 목표를 파악하여 시험 보증 시간을 결정한다.
2. 필드에서 고장이 발생한 주요 부품에 대해서는 사용 환경 및 수명을 파악하여 필드 수명을 예측한다.
3. 제품에 따른 부품의 수명을 할당하여 달성할 수명을 결정한다.

#### ③ 환경 분석을 통한 시험 검사 항목을 결정할 수 있다.

1. 사용 지역의 사용 환경과 고장이 발생한 사용 환경의 분석을 통하여 관련된 시험 항목을 결정한다.
2. 한 가지 조건의 시험 환경보다 복합적인 환경을 조성하여 시험을 할 수 있도록 한다.
3. 결정된 검사 항목에 따라 내부 장비로 검사할 수 있는 항목과 외부에 시험을 의뢰해야 하는 항목에 대해 구분한다.

#### ④ 도출된 검사 항목에 대한 체크리스트를 작성할 수 있다.

1. 3D프린터의 신뢰성 시험 항목, 시험 내용, 공인 시험 여부, 표준 번호 등을 포함한 신뢰성 시험 체크리스트 양식을 작성한다(하단 그림 참조).
2. 작성된 양식에 의거하여 도출된 항목, 성능 기준, 공인 시험/자체 시험 여부를 표기한다.

신뢰성시험 체크리스트					
시험 일자			확인자	(인)	
시험 항목	성능기준	시험기관	표준번호	시험일자	시험결과
출력물 크기					
적층 두께					
노즐 온도					
연속 작업시간					
전기절연					
내온시험					
내습시험					
방진시험					
방수시험					

[그림 2-2] 신뢰성 시험 체크리스트 양식 사례

### 수행 tip

- 시험 항목은 그림 2-3에 제시된 항목을 참고하여 실제 대상 제품(3D프린터)에 맞게 수정한다.
- 시험 항목에 대한 표준 번호는 그림 2-2에 제시된 항목을 참조하여 작성한다.

## 2-2. 신뢰성 시험 진행

### 학습 목표

- 협의된 내용을 바탕으로 검사계획을 수립하고 유관부서를 통해 신뢰성시험을 진행할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 신뢰성 시험 검사 계획 수립 시 유의 사항

신뢰성 시험은 많은 비용과 시간이 소요됨으로 인하여 기획 단계에서 시험의 목적, 방법, 일정 등을 규정한 신뢰성 시험 계획이 수립되어야 하며, 과거의 경험 및 데이터, 기술 정보 등을 충분히 검토, 분석하여 다음 항목을 사전에 결정하여야 한다.

1. 신뢰성 고장의 정의, 시험 실시 항목
2. 환경 스트레스의 종류, 시험 수준 수
3. 표본 수(제품 개수), 시험 시간 및 비용
4. 검사 방법 및 검사 장비
5. 자체 검사 및 외부 의뢰 여부
6. 고장 분석 결과의 피드백 방법

#### ② 고장의 정의와 형태 구분

##### 1. 고장의 정의

고장은 제품, 시스템, 부품 등이 요구 기능을 수행하지 못하는 사건을 말하며, 이때 요구 기능을 수행하지 못하는 의미는 특정 기능을 수행할 수 없는 경우만을 의미하는 것이 아니라, 기능을 수행하지만 성능이 요구 수준을 만족하지 못하는 경우도 포함된다.

##### 2. 고장 형태의 구분

###### (1) 유관 고장(Relevant failure)

결정된 시험 조건과 환경 조건상 발생할 수 있는 외부 조건에 기인한 시험 대상의 성능에 직접적으로 영향을 주는 주 관심 고장이다.

###### (2) 간헐 고장

짧은 기간 동안 일부의 기능이 상실되었다가 즉시 정상으로 복구되는 고장이며, 동일 아이템에서 동일한 고장이 간헐적으로 발생하는 경우에는 처음 발생하였을 때에만 유관 고장으로 계산하고, 그 후 발생된 고장은 무관 고장으로 취급한다.

(3) BIT(built-in test) 중 발생한 고장

장비나 측정 장비가 구성되어 제품의 자체 진단 기능으로 고장을 관측할 수 있음을 의미한다.

(4) 입증된 고장

하드웨어 설계 및 제조 결함에 기인한 고장, 또는 소프트웨어의 잘못에 기인한 고장이다. 단, 시험 중에 시정 및 확인이 가능하면 무관 고장으로 처리한다.

(5) 소모성 부품에 기인한 고장

수명이 한정된 소모성 부품(예: 배터리)을 사용한 경우, 부품의 수명이 다하기 전에 고장이 발생하면 유관 고장으로 처리하지만, 수명이 다한 후에 발생한 고장은 무관 고장으로 처리한다.

(6) 중복 고장

2개 이상의 고장이 독립적으로 동시에 발생하는 것으로서, 고장이 동시에 여러 개 발생하였을 경우 어느 한 부품의 고장으로 인하여 다른 부품이 고장난 경우의 종속 고장은 유관 고장 수에 포함하지 않고 독립 고장의 개수만 고장으로 포함한다.

(7) 입증되지 않은 고장

조사 중이거나 중복되지 않는 고장으로서, 아직 그 원인을 알 수 없는 고장이다.

(8) 무관 고장(non-relevant failure)

(가) 시험 조건 및 운용상 발생될 수 없는 외부 조건에 기인한 것이라고 판단되는 고장으로, 시험 대상의 성능에 직접적으로 영향을 주지 않는 고장이다.

(나) 시험실 내의 부적당한 시설에 기인한 고장이다.

(다) 시험 장비나 모니터 장비의 고장에 기인한 고장이다.

(라) 장비를 시험하거나 조정할 때, 시험자의 잘못된 조작에 기인한 고장이다.

(마) 규정된 교체 기간이 지난 후 사용 중에 발생한 고장이다.

(바) 타 장비의 운용, 정비 또는 수리 절차의 잘못에 기인한 고장이다.

(사) 시험 절차의 잘못에 기인한 고장이다.

(아) 동일한 유닛 내에서 간헐적으로 나타나는 2번 이상의 고장이다.

(자) 고장 발견 수리 중, 초기 고장 배제 시험 중, 셋업 중 발생한 고장이다.

(차) 시험 규격을 초과하는 과부하로 인하여 발생한 고장이다.

(카) 잘못 교체된 부품에 의한 고장이다.

③ 시험 규격에 따른 시험 방법

신뢰성 시험을 실시하기 전에 어느 단계에서 어떤 시험을 실시할 것인지를 계획함으로써 불필요한 중복을 피하고 시험을 효과적으로 수행할 수 있다. 이를 위해서는 사용 조건에

서 문제가 되는 고장 모드와 메커니즘, 고장에 영향을 주는 스트레스와 수준을 고려하여 시험 항목과 조건을 결정하는 것이 필요하다.

### 1. 시험 항목

소비자가 요구하는 시험 항목은 우선적으로 시험 계획에 반영하고, 기존 유사 제품의 필드 데이터가 가용한 경우에는 수집된 데이터를 고장 모드와 메커니즘별로 분류한 후 신뢰도 분석을 통하여 주요 고장 모드와 메커니즘을 파악하여 이를 검증하기 위한 시험 항목을 결정한다.

### 2. 시험조건

#### (1) 사용 조건

사용 조건은 대푯값과 함께 최고·최저 온도와 같은 가혹한 조건의 값이 중요하다.

#### (2) 환경 조건

환경 조건의 조합은 과도적인 변화가 제품의 고장을 일으킬 수 있으므로 이들 조건도 명확히 알아야 한다. 또 환경 조건은 자연 환경(온도, 습도, 고도, 태양열, 기압 등)과 인공 환경(진동, 충격, 가속도, 전압, 전류 등)으로 구분된다.

#### (3) 내구성 시험조건

내구성 시험은 설계 시에 고려된 또는 통상적으로 의도되는 사용 조건에서 아이템이 요구 기능을 수행할 수 있는 기간(시간, 주행 거리, 횟수 등)을 실증적이고 통계적인 방법에 의해 예측하기 위한 것이다. 내구성 시험 조건은 사용 조건에서 문제가 되는 고장 모드와 메커니즘에 관한 정보, 운용 및 환경 요소의 종류와 가혹도, 환경 요소의 조합과 순서에 따른 영향 등을 주의 깊게 조사하여 설정해야 한다.

### 3. 시험 및 계측 장비의 준비

신뢰성 시험을 실시하기 위한 치공구(JIG)와 각종 스트레스 인가를 위한 신뢰성 시험 시스템을 설계한다. 시험 제품에 맞도록 시험 장비를 조율하고, 특성 및 성능 결함 검출을 위한 검출 센서 등을 부착하기 위한 모든 시험 장비와 계측 장비를 준비한다.

#### (1) 장비의 신뢰성 확보

신뢰성 시험에서 시료뿐만 아니라 장비도 가혹한 스트레스 상태에 놓이므로 시험 장비도 충분히 신뢰성이 높게 설계되어야 한다.

#### (2) 장비의 안전성 확보

장기 시험에 대한 화재와 인명에 대한 안전성을 고려하여야 하므로 고장 안전 설계를 실시하여야 하며, 또한 수리와 점검이 용이한 보전성 설계 기법을 활용하여 시험 장비 및 지그를 설계하여야 한다. 또 단자, 리드, 커넥터, 인쇄 회로, 기관 등과 같은 부품, 재료의 내환경성도 충분히 검토해야 한다.

#### (3) 장비의 소음 제거



전자관이나 저항과 같은 소자들은 자체에서 열을 발생시키므로, 샘플 수와 배치에 따라 온도의 분포가 균일하지 않을 수 있기 때문에 심하면 시험 결과에 많은 영향을 주어 결과를 신뢰할 수 없게 되어 주의를 요한다. 또 소자의 경우에는 기생 발진이 일어나고 있는 것은 아닌지를 확인하는 것도 중요하다.

#### (4) 장비의 보호 기능

시험 샘플에 돌발적으로 단락, 개방, 스파크 등의 고장이 발생한 경우에 그 영향이 다른 샘플에 미치지 않도록 또 그것을 알 수 있도록 설계하여야 한다.

### 4. 측정의 정밀도 및 정확도 확보

신뢰성 시험은 시간 경과에 따른 변화량의 확인이 필요하여 측정 시 오차가 경시 변화보다 크면 신뢰성 평가의 오류가 발생하므로 이에 대한 철저한 준비가 필요하다.

#### (1) 측정기의 검교정

측정을 하기 위한 계측기의 경우에는 규정된 기간이 되면 검교정을 실시하여 측정의 오차를 반드시 줄여야 한다.

#### (2) 측정의 오차 수정

계측기의 검교정을 했다 하더라도 계측기간의 오차와 사람간의 오차에 의하여 측정값의 변동이 생기므로 이를 측정하여 오차를 수정하여야 한다. 이때 계측기의 오차는 반복성에, 측정자간의 오차는 재현성에 영향을 미치게 된다.

### 5. 시험의 균일성 확보

여러 개의 시료를 시험하는 경우 가해지는 파라미터가 균일하게 가해져야 시험 결과의 신뢰성을 확보할 수 있다. 따라서 각 위치마다 측정을 하여 변동이 없다는 것을 증명하여야 한다.

#### (1) 온도의 균일성 확보

챔버 내 시료의 위치별로 온도 센서를 부착하여 안정화되는 시간 및 온도 분포를 측정하여 변동이 유의 수준에 있는지를 확인한다.

#### (2) 진동의 균일성 확보

챔버 내 시료의 위치별로 진동 센서를 부착하여 반응하는 진동값을 측정하여 진동이 정확하게 가해지는 반응값 및 위치별로 진동 차이가 없는지를 측정하여 진동의 균일성을 확보하여야 한다. 그 외 압력, 먼지, 습도 등 많은 파라미터들에 대하여 시험하기 전 예비 시험을 통하여 균일성을 확보한 후 시험을 실시하여야 한다.

## ④ 외부 시험 의뢰 시 참고 사항

### 1. 공인 신뢰성 시험 기관

공인 신뢰성 시험을 수행하는 기관은 아래 표와 같이 요약되며, 이외에도 다양한 민간 인증 기관이 있다.

<표 3-4> 국내 안전 인증 기관 및 연락처

기관명	전화 번호	홈페이지
한국시험표준원	(031) 216-3181~2	http://www.ctsi.kr
한국신뢰성인증센터	(031) 229-8499	http://www.koras-ktc.or.kr
전자부품연구원 신뢰성연구센터	(031) 789-7284	http://www.keti.re.kr
한국기계연구원 신뢰성평가센터	(042) 868-7009	http://rac.kimm.re.kr

## 2. 신뢰성(환경) 시험 표준

신뢰성 시험 표준은 시험 항목에 따라 KS 표준이나 국제전기표준위원회(IEC) 표준 등을 따라 수행해야 하며, 아래 그림에 주요 표준 항목에 대한 번호를 예시하였다.

IEC 60068-2-1	저온 시험	KS C 0220	저온 시험
IEC 60068-2-2	고온 시험	KS C 0221	고온 시험
IEC 60068-2-14	온도 변화 시험	KS C 0225	온도 변화 시험
IEC 60068-2-3	고온 고습 시험	KS C 0222	고온 고습 시험
IEC 60068-2-30	온습도 싸이클 시험	KS C 0227	온습도 싸이클 시험
IEC 60068-2-14	온도 변화 시험(열충격)	KS C 0225	온도 변화 시험(열충격)
IEC 60068-2-11	염수 분무 시험	KS C 0223	염수 분무 시험
IEC 60068-2-52	염수 싸이클 시험	KS C 0224	염수 싸이클 시험
IEC 60068-2-27	충격 시험	KS C 0241	충격 시험
IEC 60068-2-29	내반복 충격 시험	KS C 0242	내반복 충격 시험
IEC 60068-2-6	정현파 진동 시험	KS C 0240	정현파 진동 시험
IEC 60068-2-57	진동-시간		
IEC60068-2-64	랜덤 진동 시험		
IEC 60068-2-65	음향 노이즈 시험		
IEC 60068-2-31	전도 낙하 시험		
IEC 60068-2-32	자유 낙하 시험		
IEC 60068-2-55	바운스 시험		
IEC 60068-2-62	해머 충격 시험		
IEC 60068-2-63	스프링해머 충격 시험		
EN 61000-6-2	산업 환경에서 사용하는 기기류의 전자기기 내성 기준		
EN 61000-6-4	산업 환경에서 사용하는 기기류의 전자기기 장애 기준		
KS C CISPR 22	정보기기의 무선방해 특성에 대한 측정방법 및 한계값		
KS C CISPR 24	정보기기의 전자기내성 시험 방법 및 측정의 한계값		
KS C IEC 60529	외곽의 밀폐 보호등급 IPXX 코드 시험		

[그림 2-3] 주요 신뢰성(환경) 시험의 표준 번호 예시

## 수행 내용 1 / 검사 항목별 시험 계획 수립 후 자체 시험 진행하기

### 재료 · 자료

- 신뢰성 시험 체크리스트

### 기기(장비 · 공구)

- 컴퓨터, 인터넷, 문서작성 S/W
- 각종 측정기(버니어캘리퍼스, 디지털 온도계, 디지털 멀티미터 등)

### 안전 · 유의 사항

- 성능 기준 선정 시 소비자 요구 사항을 최대한 반영하여 선정한다.

### 수행 순서

① 3D프린터 항목별 체크리스트를 작성할 수 있다.

1. 체크리스트에 신뢰성 시험 항목별로 최소한 갖추어야 할 성능 기준을 기재한다.

신뢰성시험 체크리스트					
시험 일자			확인자	(인)	
시험 항목	성능기준	시험기관	표준번호	시험일자	시험결과
출력물 크기	200 x 200 x 200mm <sup>3</sup>	자체			
적층 두께	설정두께 ± 0.02mm	자체			
노즐 온도	설정온도 ± 1.0°C	자체			
연속 작업시간	24시간 이상	자체			
전기절연	220V	공인			
내온시험	-10 ~ 40°C	공인			
내습시험	< 100%	공인			
방진시험	IP 4	공인			
방수시험	IP 5	공인			

[그림 2-4] 신뢰성 시험 체크리스트 작성 사례 (의뢰용)

2. 신뢰성 시험을 공인 시험 기관의 시험으로 진행할 것인지 자체 시험으로 진행할 것인지를 결정하여 기재한다.
3. 시험 방법에 관련된 표준이 있다면 표준번호를 기재한다.

② 자체 시험으로 항목에 대한 신뢰성 시험을 진행할 수 있다.

1. 항목별 시험 평가에 필요한 장비가 있는지 여부와 장비의 동작 여부, 필요 재료의 확보 여부를 확인한다.
2. 평가 당일 장비들의 사용 가능 여부를 확인하여 시험 일시를 결정한다.
3. 시험방법별 신뢰성 시험을 진행한다.
4. 자체 시험에 따른 항목별 신뢰성 결과를 체크리스트에 기재한다(시험 일자, 시험 결과)

## 수행 내용 2 / 외부 공인 기관 신뢰성 시험 의뢰하기

---

### 재료·자료

- 신뢰성 시험 체크리스트
- 제품 설명서, 부품 사양서(명세표), 전기 회로 도면, 제조사 사업자 등록증

### 기기(장비·공구)

- 컴퓨터, 인터넷, 문서 작성 S/W

### 안전·유의 사항

- 신청 시 구비 서류가 누락되지 않도록 유의하고, 신청이 완료되면 공장 심사 준비 사항을 확인하고 준비한다.

### 수행 순서

- ① 공인 시험 기관을 결정할 수 있다.  
공인 시험 항목별 대상 공인 시험 기관을 탐색하여 결정한다.
- ② 공인 시험 기관 의뢰를 준비할 수 있다.

공인 시험 기관 담당자와 연락하여 시험 항목에 대한 시험 가능 여부를 확인하고, 시험 일시를 결정한다. 이때 담당 기관별 신뢰성 시험 절차 및 시험 가능한 규격에 대해 확인한다. 아래 그림에 주요 기관의 신뢰성 시험 절차 및 지원 규격을 예시하였다.

No	KSC-STD-164B (Kennedy Space Center)	No	IEC 60068	No	MIL-STD-810G
1	Electromagnetic Interference	1	Cold	1	Acoustic Noise
2	Low Temperature	2	Dry Heat	2	Vibration
3	High Temperature	3	Change of Temperature	3	Shock
4	Temperature Shock	4	Impact	4	Immersion
5	Acoustic	5	Vibration	5	Low Pressure / Altitude
6	Vibration	6	Air Pressure	6	Low Temperature
7	Humidity	7	Damp Heat (Cycle)	7	Solar Radiation
8	Rain	8	Damp Heat (Steady State)	8	High Temperature
9	Icing	9	Corrosion	9	Temperature Shock
10	Solar Radiation	10	Dust and Sand (Special Application)	10	Acceleration
11	Fungus	11	Acceleration	11	Rain
12	Salt Fog	12	Mould Growth	12	Icing / Freezing Rain
13	Sand and Dust	13	Solar Radiation	13	Humidity
14	Explosion	14	Ozone	14	Fungus
15	Lift - Off Blast	15	Icing	15	Salt Fog
				16	Dust / Sand
				17	Explosive Atmosphere
				18	Contamination by Fluids

출처 : 한국기계연구원(<https://www.kimm.re.kr/>). 2016. 08. 18. 스크린샷.

[그림 2-5] 한국기계연구원 신뢰성평가센터의 신뢰성시험 규격

온도변화(정속) 시험	(-70 ~ 180) °C, 온도변화 15 °C/분
온도변화(급변) 시험	(-90 ~ 180) °C, 2존/3존
고온고습 시험	(0 ~ 100) °C, (20 ~ 95) % R.H.
고온 시험	500 °C(Max)
낙하 시험	1.8 m, 시료무게 400 kg
충격 시험	9 800 m/s <sup>2</sup> (1 000 g), 0.5 ms, 시료무게 90 kg
진동 시험	(10 ~ 2 000) Hz, 진폭 50 mm, 90 g, 시료무게 50 kg
HALT(초가속수명 시험)	(-100 ~ 200) °C, 6축 Random진동, 시료무게 100 kg
복합환경 시험	(-55 ~ 180) °C, 진폭 50 mm, 90 g, 시료무게 50 kg
가스부식 시험	SO <sub>2</sub> ((0.2 ~ 200) ppm), H <sub>2</sub> S((0.01 ~ 200) ppm), NO <sub>2</sub> ((0.2 ~ 20) ppm), 25/50 °C
고온가압 시험	(105 ~ 140) °C, (75 ~ 100) % R.H., (0.0196 ~ 0.196) MPaG
일사량 시험	(-70 ~ 180) °C, 95 % R.H., UV, Visible, IR 범위, 1 100 W/m <sup>2</sup>
모래먼지 시험	JIS D0207, IEC 60068-2-68, IEC 60529, MIL-STD-810F
염수강우복합 시험	(20 ~ 50) °C, Solid one nozzle 방식의 강우시험
헬륨리크 시험	He Gas, 5 × 10 <sup>-11</sup> atm/sec
결로 시험	(-55 ~ 150) °C, 95 % R.H.
열충격(액조식) 시험	(-55 ~ 150) °C, Liquid-to-liquid, 시료 무게 2 kg
복합내후 시험	(-40 ~ 100) °C, (30 ~ 95) % R.H., 일사량 (1.0 ~ 3.1) kW/m <sup>2</sup>
고도 시험	(-180 ~ 150) °C, (ATM ~ 6.5 × 10 <sup>-6</sup> ) Pa
이온마이그레이션 시험	(-55 ~ 150) °C, (30 ~ 95) % R.H., 120 Ch, DC 250V

출처 : 전자부품연구원(<http://www.keti.re.kr/>). 2016. 08. 18. 스크린샷.

[그림 2-6] 전자부품연구원 신뢰성평가연구센터의 신뢰성 시험 분야 및 항목





④ 공인 시험 결과를 입수할 수 있다.

공인 시험이 완료되면 비용을 지불하고 시험 결과를 입수한다.

## 2-3. 검사 결과 기반 제품 개선

### 학습 목표

- 유관부서로부터 검사결과를 입수하여 개선이 요구되는 항목에 대한 수정보완을 수행하고 제품을 개선할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 고장품 분석 방법

##### 1. 고장에 대한 이해

###### (1) Where

고장 발생 부위를 파악한다.

###### (2) When

고장 발생 시점을 파악한다.

###### (3) Why

고장이 왜 발생하였는지에 대한 이유를 분석한다.

###### (4) How

고장이 어떻게 발생하였는지에 대한 메커니즘을 이해한다.

###### (5) What

고장 결과가 제품에 끼치는 영향에 대해 분석한다.

##### 2. 고장 분석 프로세스

###### (1) 고장의 발견과 고장품 수집

###### (2) 현상 확인, 고장 정보의 수집

###### (3) 원인 조사

(가) 고장 분석

(나) 재현 시험

(다) 통계적 데이터 분석



- (라) 대책 검토
- (마) 개선 적용
- (바) 대책 평가와 처치 확인
- (사) 재발 및 미연 방지의 확인과 기술 표준화

## ② 신뢰성 개선 전략의 수립

### 1. 신뢰성 설계 및 예측을 통한 개선

#### (1) 스트레스 분석

요즘과 같이 제품 개발에 대한 경쟁이 격심해서 충분한 신뢰성 평가 데이터나 신뢰성 시험 데이터가 얻어지지 않는 관계로 출하를 할 수 없는 경우도 있다. 이러한 경우에 있어서도 신뢰성 설계의 유효성을 실행하기 위한 대책으로서 한계 시험과 설계값으로 평가할 수 있는 능력을 길러서 신뢰성이 높은 설계를 해야 한다.

#### (2) 양품 해석

부품, 재료의 승인을 위해서는 양품 해석을 충분히 수행해야 한다. 통상적으로 신뢰도 예측은 시장 데이터와 실험실 데이터 등을 이용해서 수행되며, 이들의 신뢰성 예측의 결과는 설계에 피드백이 되고, 신뢰성 설계 및 평가 시에 이용이 된다.

#### (3) 신뢰성 설계 시기

신뢰성 설계 구현은 가능하면 개발 초기에 이루어져야 한다. 그러나 개발 시의 신뢰성 예측은 제품 수명 시험을 통하여 신뢰도를 확인하는 경우(신뢰성 결정 시험)와는 달리, 대개의 경우 불확실하고 불충분한 데이터에 기초해서 할 수밖에 없는 관계로 신뢰성 설계에서는 사례를 잘 만들어 내어 이것을 축적하고 활용해야 할 필요성이 증대되고 있다.

### 2. 신뢰성 평가와 검증을 통한 개선

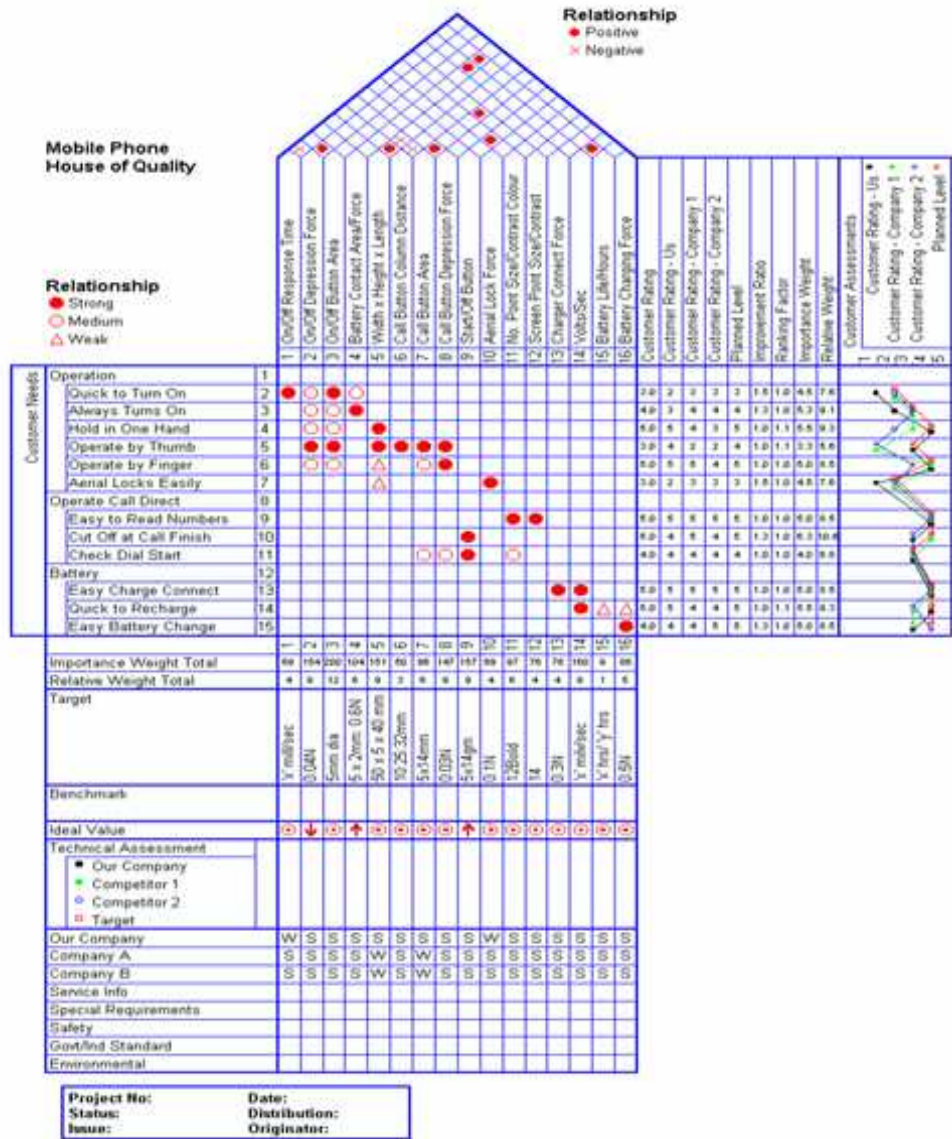
#### (1) 체크리스트의 활용

제품 수명 주기에 있어서 신뢰성을 개선하고, 보증 활동에 이용할 수 있는 체크리스트를 대상으로 하며, 특히 신뢰성 개선 프로그램의 실행에 활용할 수 있는 체크리스트를 적용한다. 신뢰성 체크리스트는 계통적으로 증별화해서 만드는 것이 중요하고, 개발 진척 상태와 신뢰성 평가에 대한 구체적인 내용의 빠트림이 파악되도록 해야 한다.

#### (2) QFD의 활용

QFD(Quality Function Deployment)는 고객의 요구를 제품 개발 과정으로 통합시키기 위한 구조적 접근 방법으로 소비자의 요구 사항을 제품의 설계 특성으로 변환하고 이를 다시 부품 특성, 공정 특성, 최종적으로 생산을 위한 시방으로 변환하는 것이다. QFD 구조의 핵심은 고객의 요구가 무엇인지(What)와 고객의 요구를 충족시키기 위해

서 제품과 서비스를 어떻게(How) 설계하고 개선할 것인지에 대해 목적과 수단을 서로 관련시켜 나타내 주는 매트릭스를 이용하여 구조화하는 것이다. 목적-수단 매트릭스를 이용하여 고객의 요구(목적)와 기술적 특성(수단) 및 경쟁력 평가를 나타낸 품질의 집(HOQ : House of Quality)이라 불리는 품질표를 구성할 수 있으며, 이를 바탕으로 설계 단계, 부품 단계, 공정 단계, 생산 단계로 나누어 품질 개선을 위한 기능 전개를 해 나갈 수 있다.



[그림 2-9] QFD를 위한 HOQ작성 사례

### (3) FMEA의 활용

FMEA (Failure mode effective anaysis)는 제품 및 프로세스의 가능한 문제점 및 원인 들을 사전에 예측하고 위험도를 평가하여 사전 예방이 가능하도록 한 기법으로, 설계 의 불완전이나 잠재적이 결함을 찾아내기 위해 구성 요소의 고장 모드와 그 상위 아

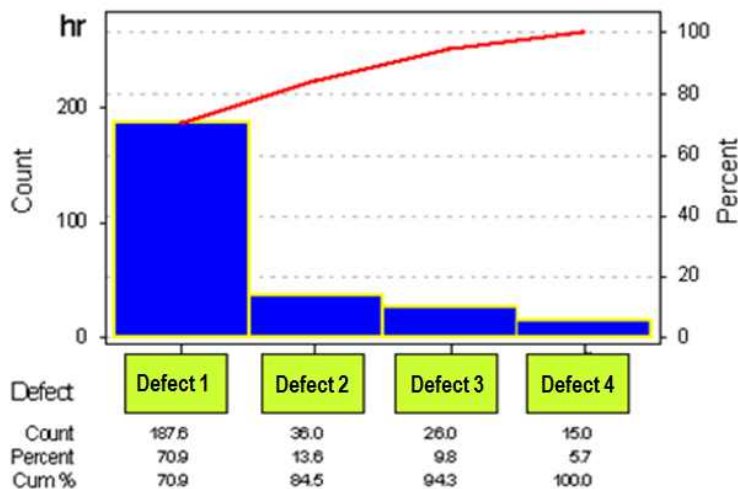
이템에 미치는 영향을 해석하는 기법이다. FMEA에서는 예상되는 고장 빈도, 고장의 영향도, 피해도 등에 관하여 평가 기준을 설정해 두고, 개개의 구성 요소에 대하여 고장 평가를 하고 이것을 종합하여 치명도를 구한다. 치명도가 높을수록 중점적인 관리가 필요하다.

Position, Funktion/Item Function	Tankbara feltyper/Failure mode	Tankbar feffekt/Potential effect(s) of failure	Allvarighet / Severity Class	Tankbara felorsaker/Potential causes of failure	Fehlennähet / Occurrence	Nuvarande forebyggande konstruktionsstymning/ Current design controls prevention	Nuvarande upptackbarhet/ Current design controls detection	Uppluckbarhet / Detection	Risk: tal / RPN	Rekomenderad åtgard/ Recommended Action	Ansvarig/ Respons	Åtgärds resultat / Action results			
												Införd åtgard / Action taken	Allvarighet / Severity	Fehlennähet / Occurrence	Uppluckbarhet / Detection
-cross functional team and develop FMEA.	-FMEA not adequately performed.	-Product liability. -Customer dissatisfaction. -Reduced performance of system or component. -Potential risk of injury. -Reduce level of analysis of process. -High return rate.	10	-Inadequate development -FMEA -Cross functional team not assembled. -Facilitation not used. -FMEA expertise is limited. -Lack of adequate FMEA training.	5	-Mistake proofing. -Automatic visual systems. -Proximity switch.	-APQP checklist. -FMEA review process. -Management review process. -Control plan entries.	5	250	-Call an FMEA facilitator to reduce time required and improve quality of the FMEA process.	-Process performed under the supervision and leadership of an certified FMEA facilitator. -project manager, ASAP.	10	1	2	20

[그림 2-10] FMEA 분석 사례

(4) Pareto Chart의 활용

시제품의 문제를 시제품을 구성하는 항목별로 분류하여 크기순으로 나열한 그림을 파레토도(Pareto Chart)라 한다. 파레토도의 사용 목적은 개선 항목의 우선순위를 결정하고, 문제점의 원인을 파악하고, 개선 효과를 확인하기 위하여 사용된다. 파레토도의 특징은 어느 항목이 가장 문제가 되는지 찾아낼 수 있고, 문제 항목의 크기, 순위를 한 눈에 알 수 있다. 또한 문제 항목이 전체에서 차지하는 비중을 알 수 있고 수월하게 그림을 그릴 수 있다는 점이다. 파레토도의 작성 절차는 조사 대상을 결정, 데이터 수집, 데이터 분류, 항목 정렬, 점유율 계산, 그래프 작성, 누적 곡선 작성 및 필요 사항 기재로 이루어진다.



[그림 2-11] Pareto chart 작성 사례

## 수행 내용 / 신뢰성 시험 결과 보고서 작성

---

### 재료·자료

- 신뢰성 시험 기준서, 제품 규격서, 부품 사양서
- 신뢰성 시험 결과, 문제점 리스트

### 기기(장비·공구)

- 컴퓨터, 인터넷, 문서 작성 S/W
- 각종 측정기(버어니어캘리퍼스, 디지털 온도계, 디지털 멀티미터 등)

### 안전·유의 사항

- 모든 시험 결과는 누락되는 부분 없이 작성하도록 하며, 시험 결과로부터 불합격 판정을 받은 항목에 대해서는 반드시 불합격 원인에 대한 분석과 개선 방안을 제시하여야 한다.
- 신뢰성 시험 결과 보고서 작성 시 기 작성된 체크리스트 양식에서 제시된 시험 항목과 일관성 있게 작성하여야 한다.

### 수행 순서

#### ① 신뢰성 시험 결과 보고서 기본 양식을 작성할 수 있다.

신뢰성 시험 결과 보고서에 필수적으로 들어가야 할 내용이 무엇인지에 대해 결정하고, 결정된 항목에 의거하여 결과 보고서 양식을 작성한다.

#### ② 시험 항목별 자료를 준비할 수 있다.

보고서에 들어갈 내용별로 관련 문서, 실험데이터, 사진 등을 준비한다. 이때 공인시험 결과는 공인시험 결과보고서를 활용하되, 추가적으로 필요한 자료가 있으면 공인기관에 요청하여 확보하도록 한다.

#### ③ 신뢰성 시험 결과 보고서를 작성할 수 있다.

작성된 양식을 기초로 하여 준비된 자료를 토대로 신뢰성 시험 결과 보고서를 작성한다. 결과 보고서 양식은 아래에 제시된 예제를 참고하여 작성하도록 한다.

1. 신뢰성 시험 결과 보고서 표지를 작성한다.

아래 그림에 예시된 바와 같이 신뢰성 시험 결과 보고서 표지를 작성한다. 표지에는 제품명, 모델명, 시험 기간, 담당자명, 보고서 제출 일자가 기재되도록 한다.

< 신뢰성시험 결과보고서 >

**제품명 : 재료압출형 3차원 프린터**  
**(모델명 : #####-#####)**

- 시험기간 : 20##. ##. ## ~ 20##. ##. ##  
- 담당자 : 제품개발부 홍길동 주임

20##. ##. ##

[그림 2-12] 신뢰성 시험 결과 보고서 표지 예시

2. 신뢰성 시험 결과 보고서 목차를 작성한다.

아래 그림에 예시된 바와 같이 신뢰성 시험 결과 보고서 목차를 작성한다. 목차에는 신뢰성 시험 개요, 신뢰성 시험 결과(자체 평가 결과 및 공인 시험 결과 구분), 신뢰성 시험 결과 개선 방안, 결론 및 향후 계획이 포함되도록 한다.

## 목 차

1. 신뢰성시험 개요 .....	#
1.1 시험대상 제품명 .....	#
1.2 신뢰성 시험 기간 .....	#
1.3 신뢰성 시험 결과 요약 .....	#
2. 신뢰성시험 결과 (자체평가) .....	#
2.1 출력물 크기 평가 결과 .....	#
2.2 적층두께 평가 결과 .....	#
2.3 노즐 온도 측정 결과 .....	#
2.4 연속 작업시간 평가 결과 .....	#
3. 신뢰성시험 결과 (공인시험) .....	#
3.1 전기절연 시험 결과 .....	#
3.2 내온시험 평가 결과 .....	#
3.3 내습시험 평가 결과 .....	#
3.4 방진시험 평가 결과 .....	#
3.5 방수시험 평가 결과 .....	#
4. 신뢰성결과 개선 방안 .....	#
4.1 [불합격항목#1] 개선 방안 .....	#
4.2 [불합격항목#2] 개선 방안 .....	#
4.3 [불합격항목#3] 개선 방안 .....	#
4.4 [불합격항목#4] 개선 방안 .....	#
5. 결론 및 향후 계획 .....	#

[그림 2-13] 신뢰성시험 결과보고서 목차 예시



3. 신뢰성 시험 개요를 작성한다.

아래 그림에 예시된 바와 같이 신뢰성 시험 개요에 대해 작성한다(결과 보고서의 1장). 개요 부분에는 시험 대상 제품명(모델명, 사진 포함), 신뢰성 시험 기간, 신뢰성 시험 결과에 대한 요약표가 포함되도록 한다. 이때 결과 요약표는 체크리스트 양식을 사용하여 시험 항목별 시험 일자와 시험 결과가 기재되도록 한다.

### 1. 신뢰성시험 개요

1.1 시험대상 제품명 : 재료압출형 3차원 프린터  
(모델명 :#####-#####)



1.2 신뢰성 시험 기간 : 20##. ##. ## ~ 20##. ##. ##

1.3 신뢰성 시험 결과 요약 (체크리스트 양식에 내용 추가)

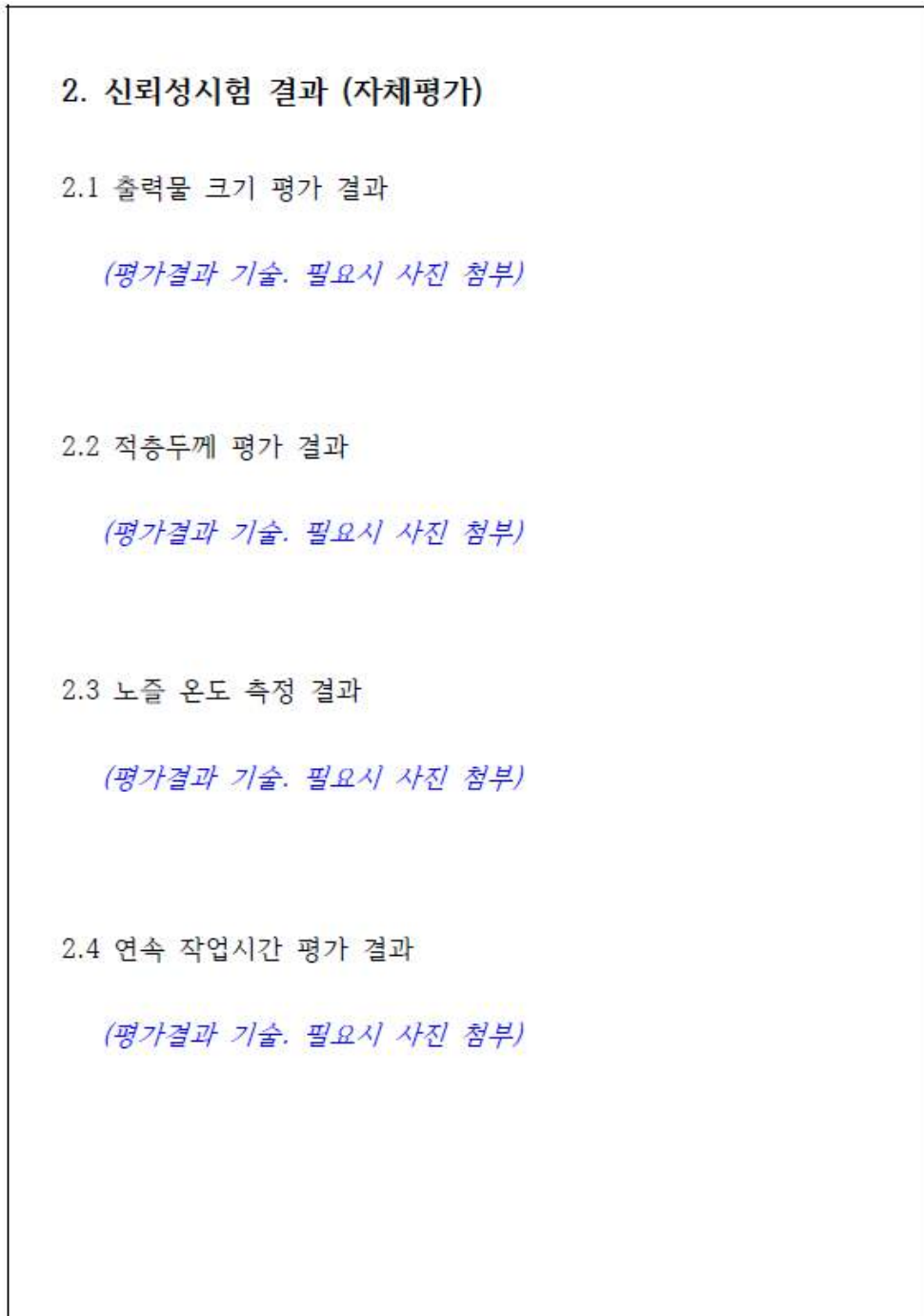
신뢰성시험 체크리스트					
시험 일자				확인자	(인)
시험 항목	상능기준	시험기관	표준번호	시험일자	시험결과
출력물 크기	200 x 200 x 200mm <sup>3</sup>	자체			
작은 두께	설정두께 ± 0.02mm	자체			
노출 온도	설정온도 ± 10℃	자체			
연속 작업시간	24시간 이상	자체			
전기접연	220V	공인			
내온시험	-10 ~ 40℃	공인			
내습시험	< 100%	공인			
방진시험	P 4	공인			
방수시험	P 5	공인			

[그림 2-14] 신뢰성 시험 개요(결과 보고서 1장) 작성 양식 예시

4. 신뢰성 시험 결과(자체 평가 항목)를 작성한다.



아래 그림에 예시된 바와 같이 자체 평가 항목에 대한 신뢰성 시험 결과에 대해 작성한다 (결과 보고서의 2장). 결과 보고서 작성 시는 체크리스트에 나열된 항목(예. 출력물 크기, 적층 두께, 노즐 온도, 연속 사용 온도에 대해 별도로 절(2.#절)을 구성하여 평가 결과를 기술하고, 필요시 측정 장비나 결과물 사진을 첨부한다.



[그림 2-15] 자체 평가 항목에 대한 신뢰성 시험 결과(결과 보고서 2장) 작성 양식 예시

5. 신뢰성 시험 결과(공인 시험 항목)를 작성한다.

아래 그림에 예시된 바와 같이 공인 시험 항목에 대한 신뢰성 시험 결과에 대해 작성한다

(결과 보고서의 3장). 결과 보고서 작성 시는 체크리스트에 나열된 항목(예. 전기 절연 시험, 내온 시험, 내습 시험, 방진 시험, 방수 시험)에 대해 별도로 절(3.#절)을 구성하여 평가결과를 기술하고, 공인 시험 시 사용한 평가 장비 사진과 평가 조건, 결과물 사진을 첨부한다.

<p><b>3. 신뢰성시험 결과 (공인시험)</b></p> <p>3.1 전기절연 시험 결과</p> <p><i>(평가결과 기술. 평가장비 사진 첨부)</i></p> <p>3.2 내온시험 평가 결과</p> <p><i>(평가결과 기술. 평가장비 사진 첨부)</i></p> <p>3.3 내습시험 평가 결과</p> <p><i>(평가결과 기술. 평가장비 사진 첨부)</i></p> <p>3.4 방진시험 평가 결과</p> <p><i>(평가결과 기술. 평가장비 사진 첨부)</i></p> <p>3.5 방수시험 평가 결과</p> <p><i>(평가결과 기술. 평가장비 사진 첨부)</i></p>
--

[그림 2-16] 공인 시험 항목에 대한 신뢰성 시험 결과(결과 보고서 3장) 작성 양식 예시

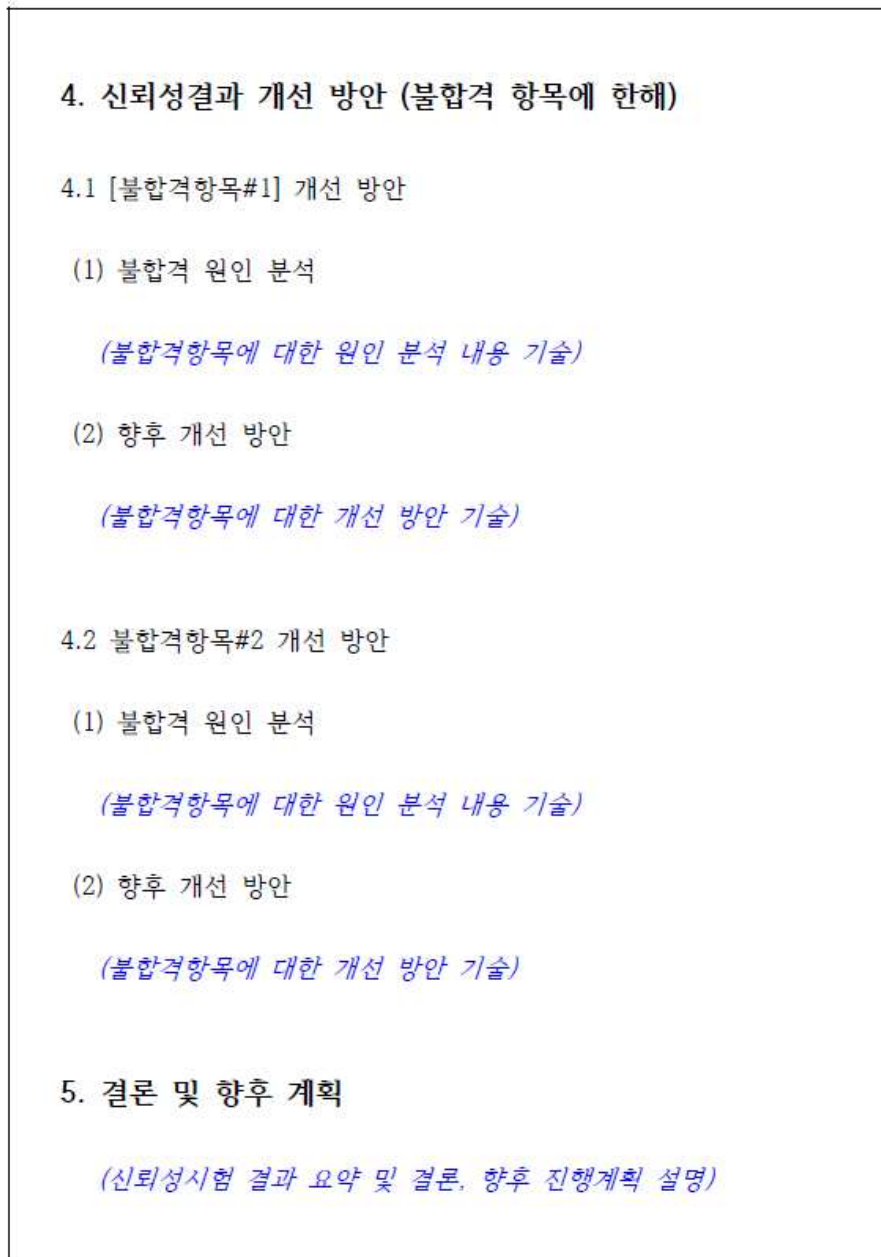
6. 신뢰성 시험 시험 결과 개선 항목을 작성한다.

아래 그림에 예시된 바와 같이 신뢰성 시험 시험 결과에 대한 개선 방안을 작성한다(결과 보고서의 4장). 개선 방안에는 불합격 항목에 대한 원인 분석과 개선 방안에 대해 기술하

되, 각각의 항목에 대해 별도의 절로 구분하여 기술한다. 단, 모든 항목이 합격으로 판정된 경우 4장의 내용을 생략할 수 있다.

7. 결론 및 향후 계획을 작성한다.

아래 그림에 예시된 바와 신뢰성 시험에 대한 결론 및 향후 계획을 작성한다(결과 보고서의 5장). 시험 결과 중 불합격 항목이 있는 경우 향후 시험 일정에 대해 기술한다.



[그림 2-17] 신뢰성 시험 개선 방안(결과보고서 4장) 및 결론/향후 계획(5장) 작성 양식 예시

### 교수 방법

- 교수 주도로 신뢰성 시험에 대한 개요 및 필요성에 대해 설명한다.
- 신뢰성 시험의 예측 방법, 종류에 대해 설명한다.
- 신뢰성 시험 규격 및 장비 활용 방안에 대한 내용을 설명한다.
- 3D프린터의 신뢰성 평가에 필요한 시험 항목(온도, 습도, 진동 관련 시험)에 대해 설명한다.
- 대상 제품(3D프린터)의 신뢰성 시험을 수행하기 위해 어떤 시험 항목에 대한 시험을 수행해야 하는지를 논의하는 방식의 문제 해결식 수업을 하도록 한다.
- 도출된 시험 항목을 포함한 체크리스트를 작성할 수 있도록 지도한다.
- 고장의 정의와 형태 구분에 대해 설명하고, 유관 고장과 무관 고장의 차이에 대해 설명한다.
- 시험 및 계측 장비의 정밀도 및 정확도 확보 방법에 대해 설명하고, 시험의 균일성 확보를 위한 방안에 대해 설명한다.
- 대상 제품(3D프린터)의 신뢰성 시험을 수행하기 위해 어떤 시험 항목에 대한 시험을 수행해야 하는지를 논의하는 방식의 문제 해결식 수업을 하도록 한다.
- 도출된 시험 항목을 포함한 체크리스트를 작성할 수 있도록 지도하고, 이때 각 시험 항목에 대한 표준 번호를 검색하여 기입할 수 있도록 지도한다.
- 외부 공인 기관 시험 의뢰 시 시험 항목에 따라 공인 시험 기관을 탐색하고, 해당 공인 기관에의 시험의뢰를 위한 신청서 작성 방법에 대한 지도를 수행한다.
- 신뢰성 개선 전략을 위한 방법에 대해 설명하고, 특히 신뢰성 평가와 검증에 사용되는 유용한 도구인 체크리스트, QFD, FMEA, 파레토도 등의 기법에 대해 설명한다.
- 신뢰성 시험 결과 보고서 양식을 제공하고, 결과 보고서 작성 시 유의해야 할 사항에 대해 설명한다.
- 외부 시험 기관으로부터 불합격(부적합) 판정을 받은 경우 설계 수정에 대한 방법론과 수정 시 발생하는 문제점들에 대한 다양한 예시들을 설명하고 이해시키도록 한다.

## 학습 방법

- 신뢰성 시험에 대해 학습하고, 신뢰성 시험의 예측 방법, 종류에 대해 이해한다.
- 신뢰성 시험 규격 및 신뢰성 시험을 수행하기 위한 장비 활용 방안에 대한 내용을 이해한다.
- 대상 제품(3D프린터)의 신뢰성 시험을 수행하기 위해 어떤 시험 항목에 대한 시험을 수행해야 하는지 동료들과의 논의를 통해 도출하여 체크리스트를 작성한다.
- 신뢰성 시험 검사 계획 수립 시 유의 사항과 고장의 정의와 형태 구분에 대해 학습한다.
- 시험 항목에 따른 시험 및 계측 장비의 준비 방법에 대해 학습한다.
- 시험 및 계측 장비의 정밀도 및 정확도 확보 방법에 대해 학습하고, 시험의 균일성 확보를 위한 방안에 대해 학습한다.
- 대상 제품(3D프린터)의 신뢰성 시험을 수행하기 위해 필요한 시험 항목에 대해 동료들과의 토론을 거쳐 선정한다.
- 도출된 시험 항목을 포함한 체크리스트를 작성하고, 이때 각 시험 항목에 대한 표준 번호를 검색하여 기입한다.
- 신뢰성 시험을 위한 시험 항목별 외부 공인 시험 기관을 결정하고, 해당 공인 기관에의 시험 의뢰를 위한 신청서 작성을 수행한다.
- 고장에 대한 기본 사항(Where, When, Why, How, What)을 이해하고, 고장 분석 프로세스에 대해 학습한다.
- 신뢰성 개선 전략을 위한 방법에 대해 이해하고, 신뢰성 평가와 검증에 사용되는 유용한 도구인 체크리스트, QFD, FMEA, 파레토도 등의 기법에 대해 학습한다.
- 신뢰성 시험 결과를 기초로 신뢰성 시험 결과 보고서를 주어진 양식에 맞춰 문서화하는 과정에 대하여 학습한다.
- 외부 인증 기관에 의뢰한 신뢰성 시험 결과에 대해 이해하고, 해당 결과를 내부 보고서로 문서화 하는 과정에 대해 학습한다.
- 신뢰성 시험 결과 불합격 판정을 받은 경우, 원인을 분석하고 제품을 보완하여 재시험을 진행할 수 있도록 한다.

## 학습2    평가

### 평가 준거

- 평가자는 학습자가 학습 목표를 성공적으로 달성하였는지를 평가해야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

학습 내용	평가 항목	성취 수준		
		상	중	하
3D프린터 신뢰성 시험 검사 항목 도출	- 개발된 3D프린터에 적합한 온도, 습도, 진동, 낙하, 내구성 등의 신뢰성시험 검사항목을 유관부서와의 협의를 통해 도출할 수 있다.			
신뢰성 시험 진행	- 협의된 내용을 바탕으로 검사계획을 수립하고 유관부서를 통해 신뢰성시험을 진행할 수 있다.			
검사 결과 기반 제품 개선	- 유관부서로부터 검사결과를 입수하여 개선이 요구되는 항목에 대한 수정보완을 수행하고 제품을 개선할 수 있다.			

### 평가 방법

- 포트폴리오

학습 내용	평가 항목	성취 수준		
		상	중	하
3D프린터 신뢰성 시험 검사 항목 도출	- 신뢰성시험 검사항목에 종류와 장단점			
신뢰성 시험 진행	- 올바른 검사계획 수립			
검사 결과 기반 제품 개선	- 수정보완할 부분에 대한 개선 사항			

• 서술형 시험

학습 내용	평가 항목	성취 수준		
		상	중	하
3D프린터 신뢰성 시험 검사 항목 도출	- 개발된 3D프린터에 적용하기 알맞은 신뢰성 검사항목 선택			
신뢰성 시험 진행	- 신뢰성시험 진행에 대한 순서			
검사 결과 기반 제품 개선	- 검사결과에 대한 개선의 이유			

**피드백**

1. 포트폴리오
  - 학습자들이 작성한 신뢰성 시험 결과 보고서를 검토하고, 오류나 보완 사항이 있으면 피드백을 실시한다.
2. 문제 해결 시나리오
  - 학습자들이 작성한 문제 해결 시나리오(보고서 형태)를 검토하고, 오류나 보완 사항이 있으면 피드백을 실시한다.
3. 서술형 시험
  - 학습자들의 시험 결과 채점 후 채점 결과 및 감점 요인이 명기된 답안지를 돌려줘 피드백을 실시한다. 또한 모범 답안에 대한 보충 설명을 통해 학생들의 이해를 제고한다.



학습 1	성능 개선하기(LM1903110110_15v1.1)
학습 2	신뢰성 검증하기(LM1903110110_15v1.2)
<b>학습 3</b>	<b>규격인증 진행하기(LM1903110110_15v1.3)</b>

## 3-1. 안전 규격에 대한 시험 규격/시험 방법/인증 절차 파악

### 학습 목표

- 3D프린터를 판매하고자 하는 지역에서 요구하는 전자파, 환경, 전기 등의 안전규격에 대한 시험규격, 시험방법, 인증진행절차를 파악할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 전기용품 안전 규격의 개요

전기용품 안전 인증 제도는 전기용품 안전관리법에 의거 시행되는 강제 인증 제도로서 대상 전기용품의 안전 인증을 받아야 제조/판매가 가능하도록 하는 제도이다. 인증 업체가 인증받은 제품과 동일한 제품을 지속적이고 안정적으로 생산하는가를 평가하므로 불량 전기용품으로 인한 감전, 화재 등의 위험과 장애로부터 소비자를 보호하기 위한 목적을 갖는다.

#### 1. 전기용품 안전 관리 제도

##### (1) 전기용품 안전 인증 제도

- 「전기용품안전관리법」 제3조의 규정에 따라 안전인증대상전기용품을 제조하거나 외국에서 제조하여 대한민국으로 수출하고자 하는자가 안전인증기관으로부터 제품의 출고 전(국내제조), 통관 전(수입제품)에 안전인증대상전기용품의 모델별로 안전 인증을 받아야 하는 제도

##### (2) 전기용품 안전 확인 제도

- 최근 전기 전자 산업의 발달로 인한 신제품 보급 증가, 기업에 대한 규제 완화 필요성 등의 주변 환경 변화를 고려하여 위해 수준에 따라 안전 관리 절차를 차등 적용하기 위해 「안전확인제도」를 도입하여 2009년 1월 1일부터 시행.
- 안전 확인 대상 전기용품에 대하여는 기존의 안전 인증 대상 전기용품에 적용되는 공장심사와 연 1회 이상의 정기 검사 절차가 적용되지 않음

### (3) 공급자 적합성 확인 제도

- 전기용품의 제조 업자 또는 수입 업자가 제품을 출고하거나 통관하기 전에 전자용품의 모델별로 제품 시험을 실시하거나 제3자에게 시험을 의뢰하여 해당 전기용품이 안전 기준에 적합한 것임을 스스로 확인하는 제도
- 안전 확인 대상 전기용품 중 A/V기기 등 저위험 품목(예. 3D프린터의 경우 직류 42V, 교류 30V 이하)에 우선 적용하였으며, 점진적으로 대상을 늘려 갈 계획임
- 제조 업자는 공급자 적합성 확인 시험 결과서 및 공급자 적합 확인서를 작성하여 최종 제조일로부터 5년간 비치해야 함

<표 3-1> 국내 안전인증제도와 안전확인제도의 비교

구 분		안전인증제도	안전확인제도
화학	안전성시험	확인	확인안함
	제조/검사설비	확인	확인안함
공장확인	원자재/공정검사	확인	확인안함
	제품검사	확인	확인안함
인증/신고		인증서 발급	신고서 발급
정기사후관리(제품시험+공장확인)		확인	정기심사 없음

출처: 국가기술표준원 홈페이지. 국내 안전인증제도와 안전확인제도의 비교. <http://www.kats.go.kr>에서 2016. 08. 22. 검색.

## 2. 전기용품 안전 규격의 분류

### (1) 적합성 평가 대상에 따른 분류

- 제품 인증 : 인증 대상이 제품인 경우. 목적에 따라 안전 인증과 성능 인증 포함
- 시스템 인증 : 인증 대상이 제품이 아닌 회사의 시스템인 경우. 평가 목적에 따라 품질경영 시스템(QMS), 안전보건 시스템(OHSAS), 환경경영 시스템(EMS) 등 포함

### (2) 적합성 평가 주체에 따른 분류

- 1자 인증 : 제조자가 스스로 적합성을 평가하는 방법
- 2자 인증 : 구매자가 제조자의 제품이나 시스템에 대해 적합성을 평가하는 방법
- 3자 인증 : 제조자나 구매자가 아닌 제3자(예. 인증 기관)를 통한 인증 방법

### (3) 강제성 여부에 따른 분류

- 강제 인증 : 관련 법규 및 규정에 따라 적합성 평가를 실시하지 않으면 시장에 유통시킬 수 없는 인증
- 임의 인증 : 인증 획득 여부가 전적으로 신청자의 의도에 달려 있는 강제성이 없는 인증을 말하나, 실제 임의 인증 제도 대부분은 소비자 신뢰도와 민감하게 연결되어 있는 경우 묵시적 강제성을 띠는 경우가 많음

## ② 지역별 안전 인증의 종류

글로벌 브랜드 파워 서플라이에는 많은 인증 마크가 있는데 안전 인증, 전자 파인증, 환경 인증 등 3가지로 구분할 수 있다. 전자파 인증은 대부분의 국가가 강제적 사항이지만, 안전 인증이 의무화된 지역은 적다. 많은 나라가 안전 인증과 전자파 인증 마크를 동일한 로고로 사용하기에 그 구별은 인증서를 확인해야만 알 수 있다. 안전인증 비용이 더 크기에 의무적인 경우가 아니면 통상적으로 전자파 인증으로 보면 된다. 우리나라도 기존의 전자파 인증과 2013년 7월 1일부터 시행하는 안전 인증을 KC 마크를 사용한다. 표 3-2에 주요 국가별 안전 인증 기준으로 요약하였다.

<표 3-2> 주요 국가별 안전 인증 기준

국가명	전화번호	로고
대한민국	전기용품안전인증 (KC)	
미국	미국 연방정부 안전기준 (UL)	
미국	미국 연방정부 전파인증 (FCC)	
유럽	유럽공동체 안전 인증 (CE)	
일본	일본 전기용품 안전인증기준 (PSE)	
중국	중국 안전 및 품질인증 (CCC)	

## ③ 유럽공동체 안전 인증 (CE)

### 1. CE 마킹 대상

교류 50~1,000V 및 직류 75~1,500V의 정격 전압으로 사용하도록 설계된 기기

### 2. CE 적합성 선언서에 포함되는 내용

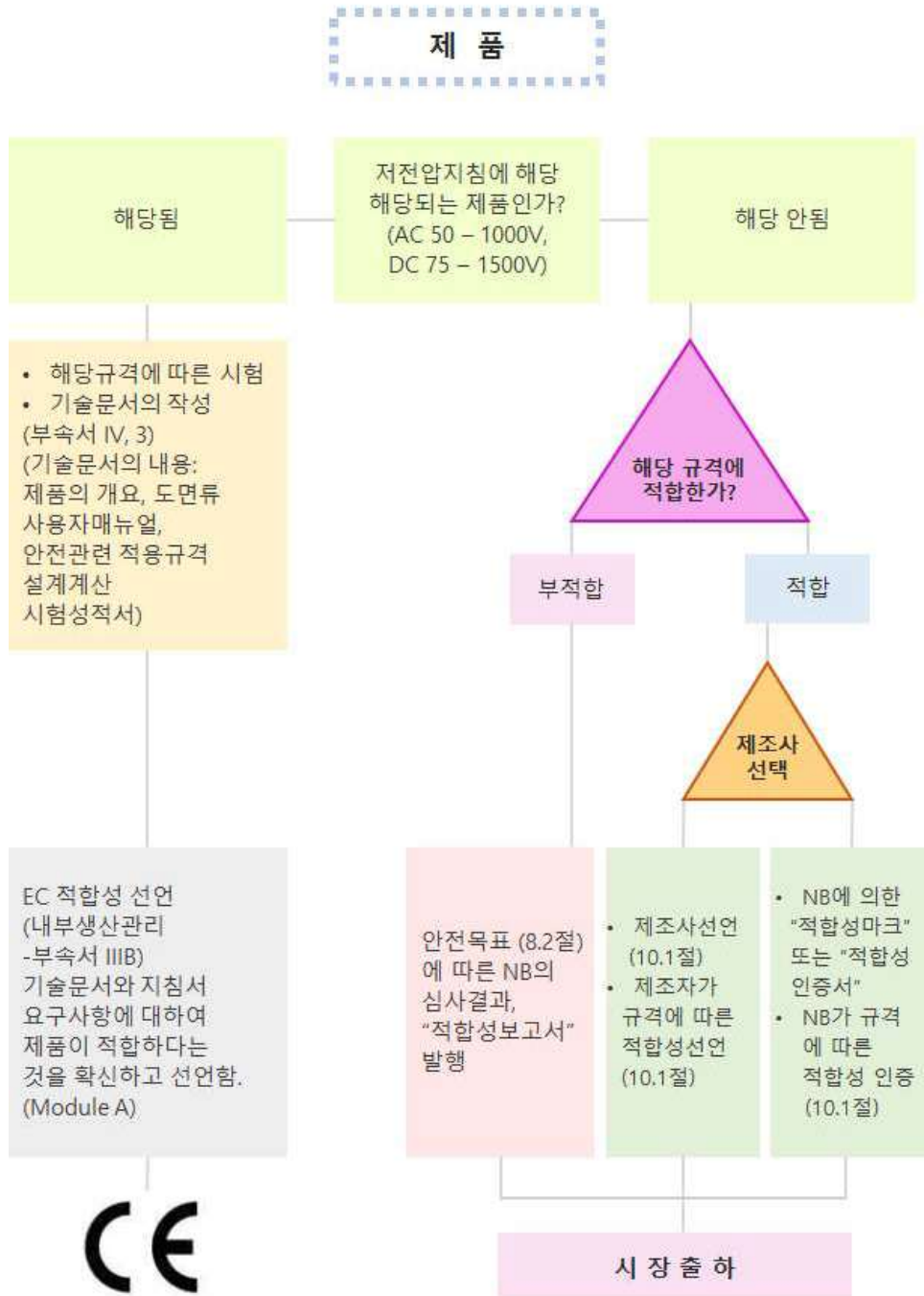
- (1) 제조자 또는 EU 지역 내의 대리인 명칭
- (2) 전기 기기의 설명
- (3) 적용 규격의 번호

(4) 해당되는 경우, 적합성 선언 규격 번호

(5) 제조자 대신에 서명할 권한을 부여받은 사람의 성명(대리인)

(6) 적합성 선언 일자

### 3. CE 인증 프로세스 (그림 3-1)



출처: NCS 학습교재(가전기기 하드웨어 개발 - 하드웨어 완성품 검증), LM1903010309  
[그림 3-1] 유럽공동체 인증 기준(CE) 인증 절차의 흐름도

## 수행 내용 / 3D프린터의 안전 규격 검색 및 시험 방법 결정하기

### 재료·자료

- 3D프린터 제품 규격서, 부품 사양서

### 기기(장비·공구)

- 컴퓨터, 인터넷

### 안전·유의 사항

- 인터넷 검색에 의한 자료는 적합한 자료인지 검토하는 절차를 거친다.
- 정보 수집 및 분류에 대해서 적극적인 자세를 가진다.

### 수행 순서

#### ① 3D프린터 안전 규격을 검색할 수 있다.

1. 국가표준원 웹사이트(<http://kats.go.kr>)에 접속하여 안전 인증 대상 전기용품(39종), 안전 확인대상 전기용품(63종), 공급자 적합성 확인 대상 전기용품(71종)에 대한 정보를 입수한다.
2. 대상 3D프린터의 규격서/사양서를 참조하여 적절한 인증/확인 대상 항목(안전 인증 대상, 안전 확인 대상, 공급자 적합성 확인 대상)을 결정한다.
3. 결정된 인증/확인 대상 항목을 기초로 인증/확인 신청 기관을 결정한다.

#### ② 적절한 안전 규격 종류를 결정할 수 있다.

1. 국가표준원 웹사이트(<http://kats.go.kr>)에 접속하여 안전 인증 대상 전기용품(39종), 안전 확인 대상 전기용품(63종), 공급자 적합성 확인 대상 전기용품(71종)에 대한 정보를 입수한다.
2. 대상 3D프린터의 규격서/사양서를 참조하여 적절한 인증/확인 대상 항목(안전 인증 대상, 안전 확인 대상, 공급자 적합성 확인 대상)을 결정한다.

#### ③ 적절한 안전 규격 종류를 결정할 수 있다.

1. 결정된 안전 인증/확인 대상 항목을 기초로 대상 3D프린터의 안전 인증/확인에 적합한 시험 규격 및 방법에 대해 조사한다.
2. 조사한 시험 규격 및 방법을 기초로 향후 안전 인증/확인을 위한 계획서를 작성한다.

## 3-2. 시험 규격 및 방법별 안전 규격 항목 점검

### 학습 목표

- 파악된 시험규격과 시험방법에 따라 계측장비와 설비를 활용하여 안전규격 항목을 자체 점검할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 시험 규격에 따른 계측 장비 및 설비

##### 1. 전선, 케이블 및 코드류

- (1) 마이크로미터, 버니어캘리퍼스
- (2) 더블브리지
- (3) 내전압 시험기, 절연 저항 시험기, 난연성 시험기
- (4) 인장 시험기, 저울, 항온조

##### 2. 스위치/전자개폐기

- (1) 마이크로미터, 버니어캘리퍼스
- (2) 전압계, 전류계, 전력계
- (3) 온도 기록계, 열전대 온도계
- (4) 전압 조정기, 절연 저항계, 내전압 시험기

##### 3. 전원용 커패시터 및 전원 필터

- (1) 마이크로미터, 버니어캘리퍼스
- (2) 전압계, 전류계
- (3) 내전압 시험기

##### 4. 전기 설비용 부속품 및 연결 부품

- (1) 마이크로미터, 버니어캘리퍼스
- (2) 전압계, 전류계, 전력계
- (3) 온도 기록계, 열전대 온도계
- (4) 절연 저항계, 내전압 시험기

##### 5. 퓨즈 및 퓨즈홀더, 전기 기기용 차단기

- (1) 마이크로미터, 버니어캘리퍼스

- (2) 전압계, 전류계
  - (3) 온도 기록계, 열전대 온도계
  - (4) 전압 조정기, 절연 저항계, 절연 내력 시험 장치
  - (5) 퓨즈 용단 시험기(퓨즈에 한함)
6. 변압기 및 전압조정기
- (1) 마이크로미터, 버니어캘리퍼스
  - (2) 전압계, 전류계
  - (3) 온도 기록계, 열전대 온도계
  - (4) 전압 조정기, 절연 저항계, 내전압 시험기
7. 전기 기기 공통 설비 ((1)~(4)번은 공통 계측장비)
- (1) 마이크로미터, 버니어캘리퍼스
  - (2) 전압계, 전류계, 전력계
  - (3) 온도 기록계, 열전대 온도계
  - (4) 전압 조정기, 내전압 시험기
  - (5) 전기다리미 : 3점 지지대
  - (6) 전기 탈수기 : Long test pin
  - (7) 전기 레인지, 주방용 전열 기구 : Long test pin, 부하 시험기, 1.8kg 시험 용기
  - (8) 전 세탁기 : 시험용 천, 온수 공급 장치
  - (9) 전기 건조기 : 표면 온도 측정기
  - (10) 전기 냉장(동) 기기 : 냉매 측정기
  - (11) 전자레인지 : 고압 Probe, 오실로스코프
  - (12) 전열 기기 : 5kg 추
  - (13) 전기 맛사지기 : 90kg 부하
8. 정보/통신/사무 기기
- (1) 마이크로미터, 버니어캘리퍼스
  - (2) 전압계, 전류계, 전력계
  - (3) 온도 기록계, 열전대 온도계
  - (4) 전압 조정기, 내전압 시험기
9. 조명기기
- (1) 마이크로미터, 버니어캘리퍼스



- (2) 온도 기록계, 열전대 온도계
- (3) 절연 저항계, 내전압 시험기
- (4) 누설 전류계, 타이머

## ② 시험규격에 따른 시험방법

### 1. 내전압 시험

- (1) 내전압 시험은 일반적으로 Withstanding Voltage Test라고 부르며 피측정체(DUT; Device Under Test)의 절연 성분 사이에 얼마나 높은 전압을 견딜 수 있는지 평가하는 시험으로, 내전압 측정장비(Withstanding Voltage Tester)를 사용하여 수행한다.
- (2) 내전압 시험 시 통상 정상 동작 전압의 두 배에 1,000V를 더한 전압을 사용한다(예. 120V나 240V에 동작되는 가전제품의 경우, 시험 전압은 보통 1,250~1,500VAC 수준)
- (3) DC 내전압 시험의 전압은 AC의 경우보다 높는데, AC 시험 전압에 계수 1.414를 곱한 값이 일반적으로 사용된다.
- (4) 이종으로 절연된 제품을 시험하기 위한 전압은 더욱 높는데, 120V 전원을 사용하는 제품은 2,500VAC나 4,000VAC로 시험하기도 한다.

### 2. 누설 전류 시험

- (1) 누설전류 시험은 전기·전자 제품이 실제로 전원이 인가되어 동작 중이고 제품 외부로 노출된 도체 부분을 사용자가 만졌을 때, 인체를 통해 흐르는 누설 전류가 안전한 값(Safe Level) 이하로 흐르는가 여부를 평가하는 시험법이다.
- (2) 사용자 안전을 위해 규격 기관에서는 누설 전류의 제한치를 보통 0.5mA 이하로 요구하고 있다. 단 전원 플러그에 접지 단자가 있고 경고 문구 스티커를 붙인 일부 제품의 제한치는 보다 높은 0.75mA로 하기도 한다.
- (3) 일반적으로는 설계나 모델 테스트(Type test) 단계에만 적용되나, 의료용 장비의 경우에는 생산 시 전수 검사를 하도록 하고 있다.
- (4) 제품이 동작 중일 때의 누설 전류 시험은 접지가 안 되었거나 전원 단자가 거꾸로 연결되었을 때 등 비정상적인 상황에서 테스트하게 된다. (예. 정상적인 전압 인가 상태, 단자가 바뀐 전원 인가 상태, 접지를 하지 않은 상태 등의 순서)

### 3. 절연 저항 시험

- (1) 절연 저항 시험은 전기적으로 절연되어 있는 어느 두 지점 사이의 절연 저항을 측정하는 테스트로 전류의 흐름을 방해하기 위한 전기적 절연이 얼마나 효과적으로 되어 있는가를 판정한다.
- (2) 제품이 생산된 직후뿐만 아니라 일정 기간 사용한 후 절연의 상태를 검사하는 데

유용하다.

(3) 정기적으로 절연 저항 시험을 실시하면 절연 파괴가 일어나기 전에 절연 불량을 판별해 낼 수 있고, 따라서 절연 파괴에 의한 사용자 안전사고나 비용이 많이 드는 고장 발생을 예방할 수 있다.

(4) 충전(Charge), 유지(Dwell), 측정(Measure) 그리고 방전(Discharge)의 4단계를 거친다.

## 수행 내용 / 3D프린터 내전압 시험 수행하기

### 재료 · 자료

- 안전 규격서, 측정 평가서, 신뢰성 시험 기준서, 하드웨어 전체 설계도, 공정도 및 작업 표준, 검사 기준서, 제품 규격서, 부품 사양서

### 기기(장비 · 공구)

- 컴퓨터, 그래프 작성 S/W
- 파워서플라이, 오실로스코프, 멀티미터기
- 함수 발생기, 패턴 발생기, 주파수 카운터, RLC 미터기

### 안전 · 유의 사항

- 고전압이 Off되었다는 것을 확인하기 전에는 피측정체에 어떠한 결선이라도 해서는 안 되며, 피측정체에 테스트 케이블을 연결할 때에는 항상 접지(-) 클립을 먼저 연결한다.
- 테스트를 시작하기 전에 장비와 결선 등의 설치 상태를 확인하고 케이블의 피복 상태를 검사한다.
- 테스트 중에는 절대로 피측정체나 연결 부위, 고전압 프로브의 금속 부분을 만지지 않도록 유의하며, 프로브를 잡을 때에는 절연된 부분만을 잡는다.
- 테스트가 완전히 끝나면 고전압 출력을 정지시킨다. 만약 테스트가 DC전압으로 하는 것이라면, 명시된 시간 동안 피측정체를 방전시킨다.

### 수행 순서

① 내전압 시험 준비 과정을 작성한다.

1. 시험 대상 제품에 대해 그림 3-2와 같이 시험용 회로를 구성한다.
2. 전압 조절기 전압을 최소 위치로 설정한다.

3. 타임스위치를 60초로 설정한다.
4. 차단 전류 스위치를 10mA로 설정한다.
5. 리드선을 측정 부위에 연결한다.



[그림 3-2] 내전압 시험 회로도 예시

② 내전압 시험 과정을 작성한다.

1. 전원 스위치를 켜 준다(On).
2. 규정치 절반에 해당하는 시험전압을 인가한다.
3. 이후 10초에 걸쳐 규정치까지 전압을 단계적으로 상승시킨다.
4. 균일한 전압상승분(예. 200V)으로 전압을 증가시켜가며 누설전류량을 측정한다.
5. 타임스위치를 켜고 그 값을 60초동안 유지시켜준다.

③ 내전압 시험 종료 후 후처리 과정을 작성한다.

1. 측정 종료 후 전압 조절기를 최소 위치로 설정해 준다.
2. 내전압기 전원 스위치를 꺼 준다(Off).
3. 타임스위치를 꺼 준다(Off).
4. 측정 리드선을 분리해 준다.
5. DC 테스트의 경우 피측정체에 충전된 에너지를 방전시킨다.

④ 내전압 시험 결과 평가 및 보고서를 작성할 수 있다.

1. 내전압 시험 결과 파괴되는 부품이 있는지 확인한다. (내전압 시험 종료 후 장치가 정상적으로 작동되는지를 확인해본다)
2. 인가 전압 대비 누설 전류의 양의 변화를 그래프로 그려 본다.
3. 인가 전압/누설 전류 그래프가 선형적(직선)인 형태를 보이는지 확인한다.
4. 인가 전압/누설 전류 그래프가 비선형적인 특성을 보이는 시점(Break-down point)을 확인한다.

## 3-3. 외부 공인 인증 기관에 시험 의뢰

### 학습 목표

- 안전규격을 만족할 수 있는 제품을 외부 공인인증기관에 시험의뢰하고 진행과정을 확인할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① KC 안전 규격 공인 인증 기관

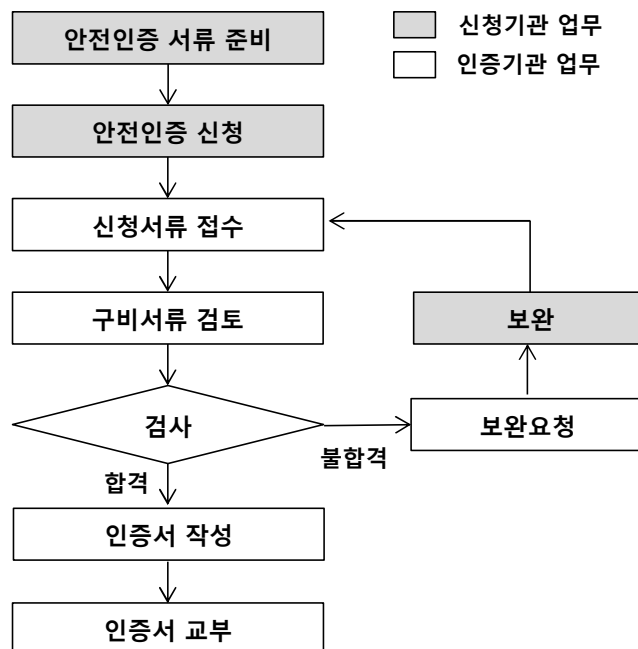
<표 3-3> 국내 안전 인증 기관 및 연락처

기관명	전화 번호	홈페이지
한국산업기술시험원	(02) 860-1366	<a href="http://www.ktl.re.kr">http://www.ktl.re.kr</a>
한국기계전기전자시험연구원	(031) 428-8401	<a href="http://www.ktc.re.kr">http://www.ktc.re.kr</a>
한국화학융합시험연구원	(031) 679-9593	<a href="http://www/ktr.or.kr">http://www/ktr.or.kr</a>

#### ② KC 안전 인증/안전 확인/공급자 적합성 확인 신청 절차 및 구비 서류

##### 1. 전기용품 안전인증 신청 방법

##### (1) 전기용품 안전 인증 처리 절차



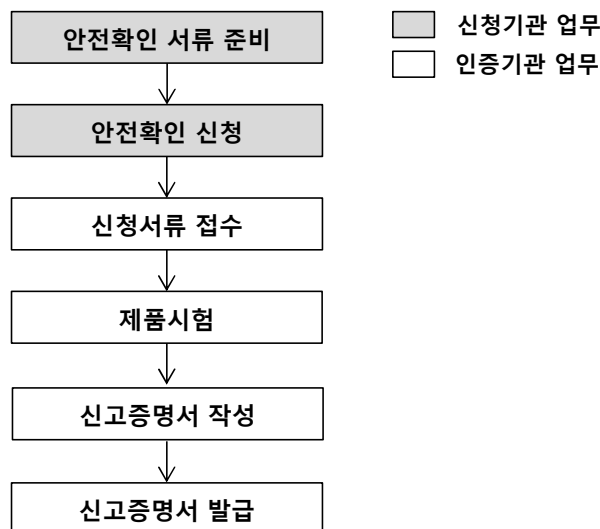
[그림 3-3] 전기용품 안전인증 처리 절차 모식도

## (2) 전기용품 안전 인증 구비 서류

- 안전 인증 신청서
- 사업자 등록증 사본
- 제품 설명서(사용 설명서 포함)
- 전기적인 안전에 직접적인 영향을 주는 부품의 명칭(제조 업체명, 모델, 정격 및 파생 모델명 포함)
- 전기적 특성 등을 기재한 서류
- 절연 재질(온도 특성, 난연성 특성)의 명세서
- 전기 회로 도면
- 대리인임을 증명하는 서류(대리인이 신청하는 경우)

## 2. 전기용품 안전 확인 신청 방법

### (1) 전기용품 안전 확인 처리 절차



[그림 3-4] 전기용품 안전인증 처리 절차 모식도

## (2) 전기용품 안전 인증 구비 서류

- 사업자 등록증 사본
- 제품 설명서(사진 포함)
- 안전 확인 시험 결과서
- 대리인임을 증명하는 서류(대리인이 신청하는 경우)

## 3. 공급자 적합성 확인 신청 방법

### (1) 공급자 적합성 확인 처리 절차

제조 업자 또는 수입 업자가 공급자 적합성 확인 대상 전기용품의 안전 기준 적합 여부를 스스로 확인 혹은 외부 기관에 의뢰하여 확인서 발급 후 사내 비치

(2) 공급자 적합성 확인 후 비치 서류

- 제품 설명서
- 시험 결과서
- 공급자 적합성 확인서

③ 공장 심사 절차

1. 초기 공장 심사

- (1) 심사 목적 : 안전 인증 대상 전기용품을 제조하고자 하는 공장의 제조 설비, 검사 설비, 기술 능력 및 제조 체제를 평가하여 안전 인증 대상 제품의 안전을 확보할 수 있는지를 확인하기 위함
- (2) 심사 내용 : 시험 검사, 검사 설비, 품질 시스템 확인 등

2. 정기 공장 심사

(1) 심사 목적

안전 인증을 받은 안전 인증 대상 전기용품이 계속하여 안전을 유지하고 있는지를 확인하기 위하여 제조 공장의 제조 설비, 검사 설비, 기술 능력 및 제조 체제를 연 1회 이상 심사

(2) 심사 내용 : 시험 검사, 검사 설비, 품질 시스템 확인 등

- 전기용품 제조업자 및 제조 공장 변경 여부 확인
- 안전 인증서에 기재된 제조 공장에서 전기용품을 생산하는지 여부
- 안전 인증서에 첨부된 안전 관리 대상 부품 목록과 동일하게 생산하는지 여부
- 안전 인증을 받은 전기용품의 안전 기준 및 안전 인증 내용의 준수 여부

3. 공장 심사 자료 및 준비 서류

- (1) 시험 검사 업무 규정(수입, 중간, 출하, 자체 검사) 및 관련 기록
- (2) 보유 검사 설비 관리 대장 및 교정 성적서
- (3) 부적합품 관리 규정 및 관련 기록
- (4) 고객 불만 처리 규정 및 관련 기록
- (5) 공장 심사 보고서
- (6) 초기 공장 검사 설문서
- (7) 검사 설비
- (8) 자체 검사(공정 검사)

4. 공장 심사의 판정

- (1) 종합 판정 방법은 “적합” , “부적합” 으로 구분하며, 모든 평가 항목이 적합

“예” 로 평가)한 경우 종합 판정을 “적합” 으로 한다.

(2) 심사 시 “아니오” 로 판정된 평가 항목에 대해서는 부적합 보고서를 작성하고 부적합 개선 조치를 요구한다.

(3) 신청 품목으로 품질경영시스템(ISO 9001)을 인증받은 기업의 품질 경영 평가 항목은 평가를 생략하여 모두 “예” 로 판정한다. 단, 생략을 받으려는 인증 기업은 인증 신청 시 ISO 인증서 및 문서화된 중요 정보(내부 심사 결과, 경영검토 결과, 부적합 시정 조치 결과 등)를 인증 기관에 제출하여야 한다.

## 수행 내용 1 / 전기용품 안전 인증 시험 의뢰 및 진행하기

### 재료 · 자료

- 제품 설명서, 부품 사양서(명세표), 전기 회로 도면, 제조사 사업자 등록증

### 기기(장비 · 공구)

- 컴퓨터, 인터넷

### 안전 · 유의 사항

- 안전 인증 대상 전기용품을 제조업으로 하거나 외국에서 제조하여 대한민국으로 수출하려는 자는 출고하기 전이나 통관하기 전에 모델별로 안전 인증을 신청하여야 한다.
- 파생 모델이 있는 경우에는 별지 양식을 사용하여 기본 모델과 파생 모델의 차이점을 명시해야 한다(사진 첨부).
- 동일한 전기용품을 제조하는 공장이 둘 이상인 경우는 동일한 전기용품임을 증명하는 서류를 준비하고, 공장별 사업자 등록증 사본 또는 그에 준하는 서류를 준비한다.
- 신청 시 구비 서류가 누락되지 않도록 유의하고, 신청이 완료되면 공장 심사 준비 사항을 확인하고 준비한다.

### 수행 순서

① 전기용품 안전 인증 신청서를 작성할 수 있다.

1. 안전 규격 공인 인증 기관 웹사이트에 접속한다.





③ 공인 기관 안전 인증을 신청할 수 있다.

1. '전기용품 안전인증 신청서 확인내용' 양식의 항목에 체크한다.
2. 인증 기관에 인증 발급 수수료를 납부한다.
3. 신청서 제출과 함께 인증 대상 제품을 인증 기관에 송부한다(우편, 인편).
4. 인증 기관 담당자를 통해 인증 상황을 점검한다.

④ 공장 심사를 준비할 수 있다.

1. 보유 공장에 대한 공장 등록 증명서를 준비한다(조사일 기준 최근 3개월 이내 발급분).
2. 임차 공장인 경우 임차 계약서와 조사 기준 최근 3개월간의 임차료 납부 증명 자료(세금 계산서 또는 임차료 납부 통장 사본)를 준비한다(증빙 자료가 없는 경우 재무제표 등에 임차료가 계산된 경우에 한하여 인정).
3. 생산 인력은 4대 보험 납부증명으로 조사일 기준 최근 3개월 평균 인원을 확인한다(1개 이상 보험 가입 증빙 자료를 확보한다. (예. 국민연금사업장가입자명부 등).

### 전기용품 안전인증/안전확인 신청 시 확인내용

신청서류제출확인			
사업자등록증 사본		유 <input type="checkbox"/> 무 <input type="checkbox"/>	
전기회로도		유 <input type="checkbox"/> 무 <input type="checkbox"/>	
제품 설명서(사용설명서포함)		유 <input type="checkbox"/> 무 <input type="checkbox"/>	
부품 명세표(부품인증서사본) - 전기적인 안전에 직접적인 영향을 주는 부분의 명세표 (제품명/경격 또는 특성/제조자/인증사항 등)		유 <input type="checkbox"/> 무 <input type="checkbox"/>	
부품 사양서(모터, 히터, 변압기 등)		유 <input type="checkbox"/> 무 <input type="checkbox"/>	
절연재질의 명세서(온도, 내압특성 또는 난연성등급 등)		유 <input type="checkbox"/> 무 <input type="checkbox"/>	
기본모델과 파생모델의 차이점 및 사진(별지양식참조)		유 <input type="checkbox"/> 무 <input type="checkbox"/>	
제품표시 라벨		유 <input type="checkbox"/> 무 <input type="checkbox"/>	
대리인위임장(Authorization Letter) - 안전인증 해외 제조자 접수 시 - 안전확인 해외 제조자 신고 시		유 <input type="checkbox"/> 무 <input type="checkbox"/>	
인증서/시료처리 확인내용			
우편 및 택배를 원하시는 경우는 받으실 주소, 연락처, 인수자를 정확하게 기입하여 주시고, 이 경우 택배 수수료는 인수자 부담입니다. 단, 택배 불가능한 품목에 대해서는 별도의 운송서비스를 담당자에게 요청하시기 바랍니다.			
인증서/시료	<input type="checkbox"/> 직접회수	<input type="checkbox"/>	우편
		<input type="checkbox"/>	택배(착불)
		주소:	인수자: TEL:
		주소:	인수자: TEL:

[그림 3-6] 전기용품 안전인증/안전확인 신청서 확인내용 양식

## 수행 내용 2 / 전기용품 안전확인시험 의뢰 및 진행하기

### 재료·자료

- 제품 설명서, 부품 사양서(명세표), 전기 회로 도면, 제조사 사업자 등록증

### 기기(장비·공구)

- 컴퓨터, 인터넷

### 안전·유의 사항

- 안전 인증 대상 전기용품을 제조업으로 하거나 외국에서 제조하여 대한민국으로 수출하려는 자는 출고하기 전이나 통관하기 전에 모델별로 안전 인증을 신청하여야 한다.
- 파생모델이 있는 경우에는 별지 양식을 사용하여 기본 모델과 파생 모델의 차이점을 명시해야 한다(사진 첨부).
- 동일한 전기용품을 제조하는 공장이 둘 이상인 경우는 동일한 전기용품임을 증명하는 서류를 준비하고, 공장별 사업자 등록증 사본 또는 그에 준하는 서류를 준비한다.
- 안전 확인 시험 신청 및 신고 시 구비 서류가 누락되지 않도록 유의한다.

### 수행 순서

#### ① 전기용품 안전 확인 시험 신청서 작성 및 신청할 수 있다.

1. 안전 규격 공인 인증 기관 웹사이트에 접속한다.
2. 전기용품 안전 확인 시험 신청서 양식을 내려받는다. (그림 3-7 참조)
3. 신청서의 제조 업자 기본 사항을 작성한다.
4. 안전 인증 대상 전기용품 기본 사양(제품, 모델, 파생 모델)을 작성한다.
5. 시험 후 시료(제품) 처리 방안에 대해 선택한다. (신청인 회수 / 폐기 / 택배 우송)
6. 신청인 및 담당자의 인적 사항을 작성하고 날인한다.

#### ② 전기용품 안전 확인 신고서 작성 및 신고할 수 있다.

1. 안전 확인 대상 전기용품의 제품 설명서를 준비한다.
2. 대상 전기용품의 안전 확인 시험 결과서를 수령하여 첨부한다.
3. 제조사의 사업자 등록증 사본 또는 그에 준하는 서류를 준비한다.

- 동일한 전기용품을 제조하는 공장이 둘 이상인 경우 동일한 전기용품임을 증명하는 서류를 준비한다.
- '전기용품 안전인증 신청시 확인내용' 양식의 항목에 체크한다.
- 인증 기관에 인증 발급 수수료를 납부한다.
- 안전 인증 기관에 안전 확인 신고서(그림 3-8)와 첨부 서류를 송부한다.
- 인증 기관 담당자를 통해 인증 상황을 점검한다.

### 전기용품 안전확인 시험 신청서

접 수 번 호	20 - [업체담당자: ] e-mail : [ ] H.P : [ ]		
신 청 구 분	신규, 변경, 기타( )	적용기준	안전(K)
제 조 자 (공장)	회 사 명	사업자 번 호	
	대 표 자	[TEL : [ ] Fax : [ ]]	
	주 소		
신 청 인 (수입자)	회 사 명	사업자 번 호	
	대 표 자	[TEL : [ ] Fax : [ ]]	
	주 소		
제 품 명	[시료수 : 대 ]		
기 본 모 델 명		정 격	
파 생 모 델 명			
변경신청	변경구분	파생모델등록 , 부품변경 , 내용변경(대표자 , 상호 , 주소 , 기타( ) )	
	증명서번호	-	증명서 발행된 원본제출
수 수 료	₩ (부가세 별도)		
시험 후 시료처리	신청인이 회수 , 연구원에서폐기 , 택배로우송(우송료는 신청인이지급)		
	택배우송처 주소 :		
기 타	세관통관용 시료확인서발급, 성적서 신청		
접 수 담 당 자 :	시 험 담 당 자 :		
<p>전기용품 안전관리법 제11조 및 연구원 안전인증 업무규정에 의하여 위와 같이 전기용품의 자율안전확인 시험을 신청합니다.</p> <p style="text-align: center;">20    년    월    일</p> <p style="text-align: center;">신 청 인 (서명 또는 인) 귀하</p>			

[그림 3-7] 전기용품 안전 확인 시험 신청서 양식

## 전기용품 안전확인 신고서

접수번호	접수일자	처리기간	7일
신고인	회사명	사업자등록번호	
	대표자	전자우편	
	회사의 주소	전화번호	
		팩스번호	
제조사	회사명	사업자등록번호	
	대표자	전자우편	
	회사의 주소	전화번호	
		팩스번호	
안전확인신고대상 전기용품	제품명		
	기본모델명	제품정격	
	파생모델명		

「전기용품안전 관리법 시행규칙」 제19조제1항에 따라 위와 같이 전기용품 안전확인을 신고합니다.

년      월      일

신고인

(서명 또는 인)

담당자

Cell phone

e-mail

안전인증기관장 귀하

[그림 3-8] 전기용품 안전 확인 신고서 양식

## 3-4. 성능 확보를 위한 수정 보완 및 인증 진행

### 학습 목표

- 시험기준에 미달할 경우 성능확보를 위해서 수정보완하고 인증절차에 따라 인증을 진행할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 전자파 적합성 시험

##### 1. 전자파 적합성 (EMC)

전자파의 영향으로 인해 일어날 수 있는 현상을 방지하고자 만든 검사 규칙이 전자파 적합성(Electro Magnetic Compatibility; EMC)이라는 개념이다.

### (1) EMC 시험의 필요성

다양한 형태의 무선 통신이 일반화된 현대 사회에서 외부의 교란으로 인해 통신망, 무선망 등의 오동작이나 혼신 잡음은 큰 문제를 야기한다. 또한 전자파는 원자로나 비행기, 자동차도 고장이 발생하거나 오동작을 일으키게 만들 수 있기 때문에 규제가 심해지고 있다. 이러한 전자파로 인한 전자 기기의 오동작이나 고장을 방지하기 위한 시험이 EMC 시험이다.

### (2) EMC 시험의 구성

EMC 시험의 하부 개념으로 전자파 장애(Electro Magnetic Interference; EMI) 시험과 전자파 내성(Electro Magnetic Susceptibility; EMS) 시험이 있으며, EMC는 그림 3-9와 같이 EMI와 EMS를 총칭하는 개념이다. EMI와 EMS의 안전성에 대해 해외 인증 기관들은 EMC에 대한 부분을 요구하고, 국내에서도 정부 부처별로 관련 제품에 대해서 판매 전 반드시 해당 규격에 적합하다는 규격 승인을 받도록 의무화하고 있으며, 합격한 제품에 대해서 승인 마크를 표시하도록 하고 있다. 전자파 장애 규격은 정보 통신 관련 제품을 대상으로 하고 있으며, 전기용품 안전 관리법은 전기 제품 및 전자 제품을 대상으로 하고 있다.

## 2. 전자파 장애 (EMI)

### (1) EMI 시험의 필요성

- 최근에는 휴대폰과 텔레비전, 무선 단말기에서 거의 전 대역의 주파수를 사용하고 있기 때문에 외부에서 교란이 발생하는 경우 막대한 손해가 발생할 수 있음
- EMI 시험 : 외부로부터의 전자파 간섭 또는 교란에 의해 전자 회로의 기능이 악화되거나 동작이 불량해지는지 여부를 평가하는 시험임
- EMI의 규제 목적 : 공중 통신용 주파수를 보호하고 외부 전자파로부터 취약한 전자 기기의 오동작을 방지하는 데 있음

### (2) EMI 시험의 구성

- EMI 잡음은 크게 낙뢰 등의 기상 변화 시 발생하는 자연 잡음과 사람이 장치를 사용할 때 부수적으로 발생하는 인공 잡음으로 분류됨
- 인공 잡음은 방사 잡음과 전도 잡음으로 구분되며, 이에 따른 EMI의 시험 항목으로는 전원선을 통해 전파되는 전도 잡음(Conducted Emission; CE)과 대기 중으로의 방사를 통해 전파되는 방사 잡음(Radiated Emission; RE) 시험이 있음
- 방사잡음 : 전송케이블이나 무선 통신 단말 등의 통신용 전파에 의한 장애는 물론 전송선의 코로나 방전 등 공간으로 직접 피해 측에 전파됨
- 전도 잡음 : 기기나 회로 간을 연결하는 신호선이나 제어선, 전원선 등이 본래 전송해야 할 신호들과 달리 이들 도선을 통해 잡음이 피해 측에 유도됨

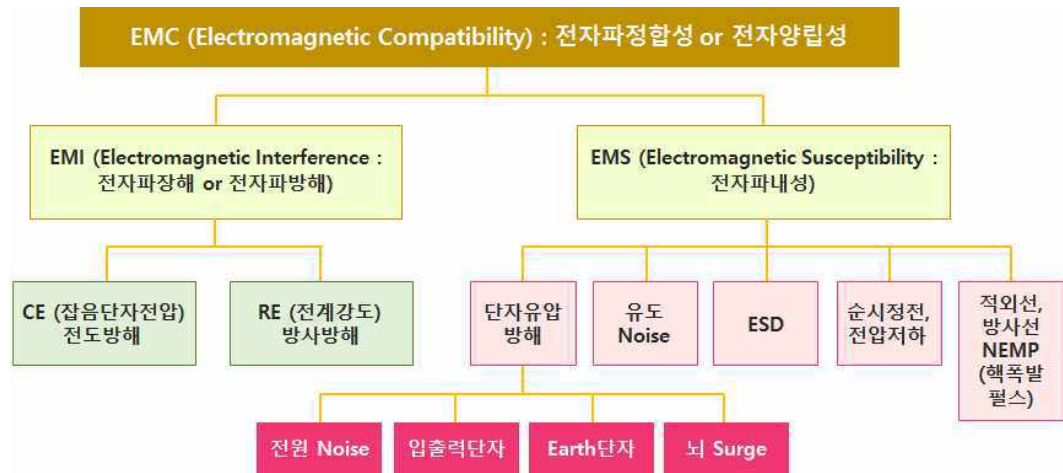
### 3. 전자파 내성 (EMS)

#### (1) EMS 시험의 필요성

EMS는 자연환경 조건 혹은 주변 기기로부터 유입되는 전자파에 견디는 능력을 여러 가지 방법으로 평가하여 전자 기기의 오동작을 방지하는 데 있으며, 특히 프로세서가 내장된 기기의 오동작을 방지하기 위한 목적으로 사용됨

#### (2) EMS 시험의 구성

EMS는 전자 기기가 외부 전자파로부터 견디는 능력을 평가하기 위해 시험되며, 시험 항목으로는 전자파 방사, 정전기 방전, 전기적 빠른 과도 현상, 서지, 전압 강하, 순간 정전 등의 시험이 있음. 결과적으로 제품 및 이더넷 통신 설계 시 이러한 부분이 적극적으로 반영되어야 전자파 환경에 대한 요구를 만족시킬 수 있음



출처: NCS 학습교재(가전기기 하드웨어 개발 - 하드웨어 완성품 검증), LM1903010309  
 [그림 3-9] EMC 시험의 기본 구성

## 수행 내용 / EMC시험 불합격 내용 파악 및 보완하기

#### 재료 · 자료

- 안전 규격서, EMC 시험 결과서, 하드웨어 전체 설계도, 공정도 및 작업 표준, 검사 기준서, 제품 규격서, 부품 사양서

#### 기기(장비 · 공구)

- 파워서플라이, 오실로스코프, 멀티미터기

- 함수 발생기, 패턴 발생기, 주파수 카운터, RLC 미터기

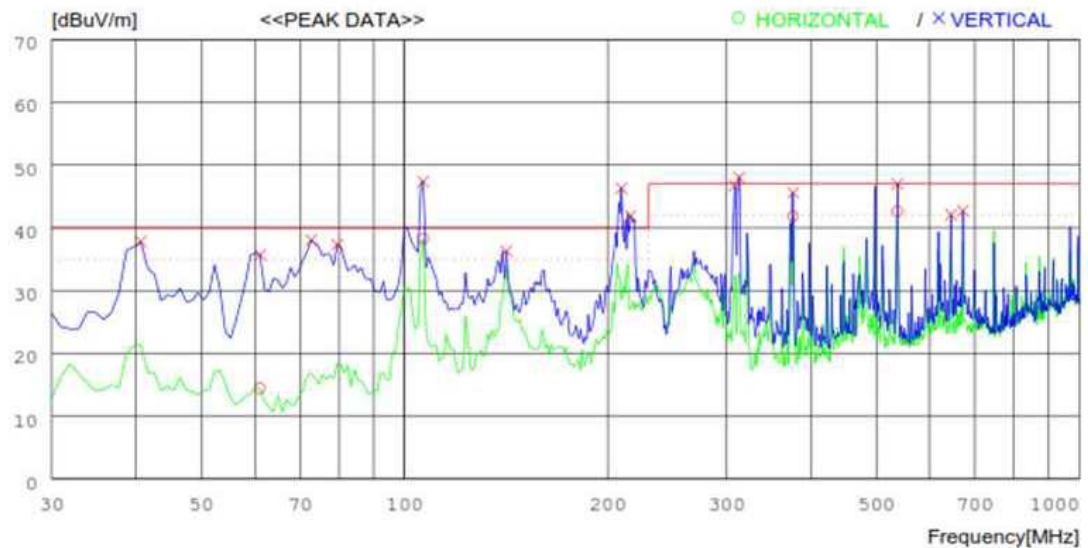
### 안전 · 유의 사항

- 모듈별 입출력 규격을 완전하게 파악하고 검증하기 전까지는 전원을 인가하지 않는다.
- 개별 보드의 동작 상태를 점검할 때에는 외부 전원을 사용하여 시험을 한다.

### 수행 순서

#### ① 시험 성적서의 불합격 내용을 파악할 수 있다.

그림 3-10에 전자 기기가 EMI 방사 시험을 통과하지 못한 경우의 측정 결과를 예시하였다. EMI 시험을 통과하기 위해서는 측정된 주파수 전 대역에서 충분한 마진(Margin)을 확보하여야 하나 주파수 300MHz 이상에서 마진 확보를 하지 못한 것으로 나타나 불합격 판정을 받은 사례이다.



출처: NCS 학습교재(가전기기 하드웨어 개발 - 하드웨어 완성품 검증), LM1903010309  
[그림 3-10] EMI 시험 결과 예시 (불합격 결과)

#### ② 불합격 원인 파악 및 대책을 수립할 수 있다.

##### 1. 전원부의 EMI 대책을 세운다.

- (1) 입력단에 설치하는 L과 C의 값을 크게 한다.
- (2) 입력 단자로부터 필터까지의 거리를 가능하면 짧게 유지해 주고, 입력 필터를 노이즈 발생원으로부터 가능하면 멀리 떨어뜨려 준다.
- (3) 출력 정류용 다이오드는 노이즈가 작은 것으로 교체한다.
- (4) 출력단 근처에 적절한 콘덴서를 추가하여 전원성 노이즈를 최소화시킨다.

##### 2. 기관부의 EMI 대책을 세운다.



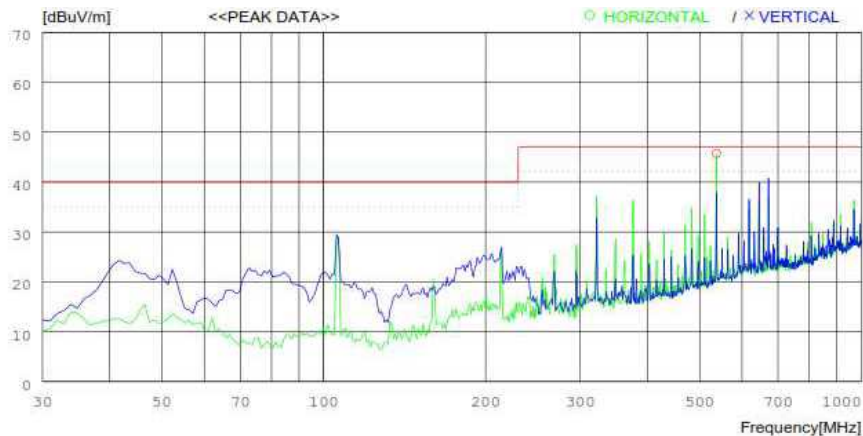
- (1) Clock emission을 억제하기 위해 Clock line을 최소한 짧게 하고 안정된 Ground 층으로 Shielding을 강화해 준다.
- (2) 기판 기준 전위층(Signal Ground; SG)의 고주파 임피던스를 감소시키기 위해 나사 등을 사용하여 기판을 프레임(Frame Ground; FG)에 완전히 결합시켜 준다(4점 이상).
- (3) CPU 및 주변 Chip의 전원 공급 라인에서 Chip 바로 앞에 Coupling cap을 삽입한다.

3. 페라이트 코어(EMC Core)를 적용한다.

페라이트 코어는 0kHz~200MHz 이상의 고주파에 이르기까지 투자율이 좋으며, 이 특성을 이용하여 제품 사이의 배선에 통과시키면 그 선에 흐르는 유효한 신호는 잘 통과시키며, 해로운 고주파 및 잡음 성분을 차단하는 역할을 한다. 페라이트 코어를 넣어 주게 되면 전선의 L이 증가하게 되고, 이로 인해 고주파 성분의 신호 전류는 잘 흐르지 못하고 저주파는 잘 통과하게 됨으로써 마치 콘덴서와 같이 동작한다.

③ 성능 개선을 위한 보완 및 재시험을 신청한다.

보완된 제품으로 사전 성능 검사를 통하여 개선 유무를 판단하고 재시험 신청을 한다(재시험 신청은 초기 신청 절차와 동일)



출처: NCS 학습교재(가전기기 하드웨어 개발 - 하드웨어 완성품 검증), LM1903010309  
 [그림 3-11] EMI 시험 결과 예시 (보완 후 합격 결과)

### 교수 방법

- 교수 주도로 안전 규격 검증과 관련하여 주요 국가별 안전 규격 종류와 시험 절차 등의 내용을 PPT 자료로 제시한 후에 설명한다.
- 대상 제품(3D프린터)의 KC 안전 규격의 인증을 받기 위해 어떤 절차를 거쳐야 하는지를 논의하는 방식의 문제 해결식 수업을 하도록 한다.
- 안전 인증과 전자파 인증(EMC)의 차이점에 대하여 설명하고, 각각의 인증 시험에 대한 방법을 숙지할 수 있도록 지도한 후 다양한 방법으로 숙지 상태를 평가한다.
- 외부 인증 기관에 시험을 의뢰할 때 필요한 서류와 준비 사항에 대하여 자세하게 설명하고 인증별로 공장 심사와 관련한 내용과 서류 심사에 대비한 준비 절차에 관하여 숙지시키도록 한다.
- 외부 인증 기관으로부터 불합격(부적합) 판정을 받은 경우 설계 수정에 대한 방법론과 수정 시 발생하는 문제점들에 대한 다양한 예시들을 설명하고 이해시키도록 한다.

### 학습 방법

- 국가별 안전 규격의 종류와 시험 내용을 숙지하고 이해한다.
- 안전 규격 시험 항목들을 이해하고 실제 검사를 수행함으로써 시험 항목을 이해하고 체크리스트를 작성할 수 있도록 한다.
- 외부 인증 기관에 시험 의뢰 시 필요한 서류와 프로세스를 이해한다.
- 인증 절차에 따른 공장 심사에 필요한 서류들을 이해하고 각각의 서류에 대한 상세한 내용을 파악한다.
- 인증 결과 불합격 판정을 받은 경우, 원인을 분석하고 제품을 보완하여 재시험을 신청할 수 있도록 한다.

평가 준거

- 평가자는 학습자가 학습 목표를 성공적으로 달성하였는지를 평가해야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
안전 규격에 대한 시험 규격/시험 방법/인증 절차 파악	- 3D프린터를 판매하고자 하는 지역에서 요구하는 전자 파, 환경, 전기 등의 안전규격에 대한 시험규격, 시험 방법, 인증진행절차를 파악할 수 있다.			
시험 규격 및 방법별 안전 규격 항목 점검	- 파악된 시험규격과 시험방법에 따라 계측장비와 설비를 활용하여 안전규격 항목을 자체 점검할 수 있다.			
외부 공인 인증 기관에 시험 의뢰	- 안전규격을 만족할 수 있는 제품을 외부 공인인증기관에 시험의뢰하고 진행과정을 확인할 수 있다.			
성능 확보를 위한 수정 보완 및 인증 진행	- 시험기준에 미달할 경우 성능확보를 위해서 수정보완하고 인증절차에 따라 인증을 진행할 수 있다.			

평가 방법

- 포트폴리오

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
안전 규격에 대한 시험 규격/시험 방법/인증 절차 파악	- 3D프린터에 해당되는 안전규격			
시험 규격 및 방법별 안전 규격 항목 점검	- 자체 점검을 위한 안전규격 항목 확인			
외부 공인 인증 기관에 시험 의뢰	- 규격인증 시험을 진행할 수 있는 외부 공인인증기관의 종류			
성능 확보를 위한 수정 보완 및 인증 진행	- 시험기준에 합격하기 위한 기준			

• 서술형 시험

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
안전 규격에 대한 시험 규격/시험 방법/인증 절차 파악	- 안전규격 인증을 위한 시험방법의 순서			
시험 규격 및 방법별 안전 규격 항목 점검	- 계측장비와 설비의 사용방법			
외부 공인 인증 기관에 시험 의뢰	- 안전규격을 위한 시험 진행 과정			
성능 확보를 위한 수정 보완 및 인증 진행	- 인증절차에 대한 순서와 방법			

**피드백**

1. 포트폴리오
  - 학습자들이 작성한 신청서 및 구비 서류를 검토하고, 오류나 보완 사항이 있으면 피드백을 실시한다.
2. 문제 해결 시나리오
  - 학습자들이 작성한 문제 해결 시나리오(보고서 형태)를 검토하고, 오류나 보완 사항이 있으면 피드백을 실시한다.
3. 서술형 시험
  - 학습자들의 시험 결과 채점 후 채점 결과 및 감점 요인이 명기된 답안지를 돌려줘 피드백을 실시한다. 또한 모범 답안에 대한 보충 설명을 통해 학생들의 이해를 제고한다.



- 아나츠. 직교 방식 3D프린터의 기존 구조. <http://anatz.com/>에서 2016. 08. 16. 검색.
- Thingiverse(2012년 11월 6일). Torture test. <http://www.thingiverse.com>에서 2016. 08. 16. 검색.
- 한국기계연구원 신뢰성평가센터. <http://www.ktc.re.kr>에서 2016. 08. 18. 검색.
- 전자부품연구원 신뢰성연구센터. <http://www.keti.re.kr/reliability>에서 2016. 08. 18. 검색.
- 한국신뢰성인증센터. <http://koras-krc.or.kr>에서 2016. 08. 18. 검색.
- 한국시험표준원. <http://www.ctsi.kr>에서 2016. 08. 18. 검색.
- 국가기술표준원. <http://www.kats.go.kr>에서 2016. 08. 18. 검색.
- 제품안전정보센터. <http://www.safetykorea.kr>에서 2016. 08. 18. 검색.
- 산업기술시험원. <http://www.ktl.re.kr>에서 2016. 08. 18. 검색.
- 한국기계전기전자시험연구원. <http://www.ktc.re.kr>에서 2016. 08. 18. 검색.
- 한국화학융합시험연구원. <http://www/ktr.or.kr>에서 2016. 08. 18. 검색.
- UL. <http://www.ul.com>에서 2016. 08. 22. 검색.
- FCC. <http://www.fcc.gov>에서 2016. 08. 22. 검색.
- CE. [https://ec.europa.eu/growth/single-market/ce-marking/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/growth/single-market/ce-marking/index_en.htm)에서 2016. 08. 22. 검색.
- PSE. <http://www.meti.go.jp>에서 2016. 08. 22. 검색.
- CCC. <http://www.ccc-mark.com>에서 2016. 08. 22. 검색.
- Lipol, L. S., & Haq, J. (2011). Risk Analysis Method: FMEA/FMECA in the Organizations. International Journal of Basic & Applied Sciences, 11(5), 49-57.
- 주승환(2015). 『3D프린터 활용 마스터』. 인포더북스.
- 대한기계학회 기계저널 제 47권 제 9호 (2007). 국내 기계류 부품의 신뢰성 향상
- 정연춘·김정환·정낙삼·대한전기학회지(1989). 『EMI/EMC 측정기술 개요. 탑출판사.
- NCS 학습교재(기계품질 평가 - 기계품질 신뢰성 평가). LM1504010309
- NCS 학습교재(전자제품 기구 개발 - 전자제품 기구 신뢰성 시험). LM1903050207
- NCS 학습교재(가전기기 하드웨어 개발 - 하드웨어 완성품 검증). LM1903010309



---

## NCS 학습모듈 개발진

---

### (대표집필자)

김호찬(안동대학교)

### (집필진)

윤해룡(안동대학교)

이인환(충북대학교)

박근(서울과학기술대학교)

김지언(The University of Texas at El Paso)

안동규(조선대학교)

최재원(The University of Akron)

김호찬(안동대학교)

### (검토진)

정구상(㈜센트럴)\*

배용환(안동대학교)

이재욱(한국생산기술연구원)

정영대(나노기반\_Soft-electronics 연구단)

김희선(안동대학교)

### (공동개발기관)

김호찬(안동대학교)

### (연구기관)

옥준필(한국직업능력개발원)

김상진(한국직업능력개발원)

김성필(한국직업능력개발원)

명유진(한국직업능력개발원)

\*표시는 해당 NCS 개발진임

※ 이 학습모듈은 자격기본법 시행령(제8조 국가직무능력표준의 활용)에 의거하여 개발하였으며, NCS 국가직무능력표준 통합포털사이트(<http://www.ncs.go.kr>)에서 다운로드 할 수 있습니다.



[www.ncs.go.kr](http://www.ncs.go.kr)