

2016학년도  
기계설계프로젝트 최종 보고서

과제명 : Gripper 내구성 TEST기

팀명: S.C.V.

2016. 06

대구대학교 기계공학부(기계설계공학전공)

2016학년도  
기계설계프로젝트 최종 보고서

과제명 : Gripper 내구성 TEST기

(2015년 09월 01일 ~ 2016년 06월 15일)

팀명: S.C.V.

기계설계공학 설계프로젝트 최종보고서를  
붙임과 같이 제출합니다.

2016. 06

대구대학교 기계공학부(기계설계공학전공)



# 보고서 작성 윤리 서약서

대구대학교 기계공학부 학부장 귀하

본인은 보고서를 작성함에 있어 다음과 같이 연구 윤리 및 보고서 작성 윤리를 준수하였음을 서약합니다.

1. 본인은 다른 학생의 보고서를 복사(copy)하지 않았습니다.
2. 본인은 다른 사람의 보고서 내용 중 전부 또는 일부를 무단으로 도용하거나 인터넷에서 내려 받기(download)하여 대체하지 않았습니다.
3. 본인은 보고서에 참고자료를 인용할 경우 원본의 출처를 반드시 표시하였습니다.

2016. 06.

대표학생 : 박 상현 (인)

참여학생 : 배 한원 (인)

이 현준 (인)

주 재현 (인)

최 원준 (인)

허 옥제 (인)

기계종합설계(2016년도 1학기)

팀원 역할분담 계획

팀명: S.C.V(smart. Creative. Veterans)

주제: Gripper 내구성 TEST M/C

	성명	개인별 업무 계획
1	박 상현	전반적 주차 계획과 주간 업무 분담 지시
		자료 검토 및 종합
		조원들의 의견 수렴
2	이 현준	주차별 회의 내용 정리
		진행보고서 및 회의록 작성
		주차별 개인과제 수행
3	주 재현	팀 활동 일정계획
		세부계획 정리
		주차별 개인과제 수행
4	허 옥재	2D·3D 도면 설계
		CAE 해석
		내구성 TEST기 자체 검사
5	최 원준	제품 세부 부품 및 재료 조사
		주차별 개인과제 수행
		Gripper의 특허조사 및 관련 조사
6	배 한원	업체 과제 수행
		자료 검토 및 종합
		내구성 TEST기 자체 검사
공동 업무		종합설계 과제 자료 조사
		PPT작성 및 발표
		업체 과제 수행

# 목 차

최종보고 요약문 .....	I
요약1 부품 및 제작비 사용내역 .....	II
요약2 설계구성요소 일람 .....	III
요약3 현실적 제한요소 일람 .....	IV
제1장 과제내용 및 목표 .....	1
제1절 목적 및 필요성 .....	1
제2절 업체 소개 및 과제의 목표 .....	2
제3절 기대효과 및 활용방안 .....	3
제4절 관련 특허 조사 .....	4
제2장 개념설계 및 상세설계 .....	6
제1절 개념설계 .....	6
제2절 해석 및 평가 .....	7
제3절 상세설계 .....	7
제3장 제작 .....	17
제1절 공정도 .....	17
제2절 제작 .....	17
제4장 시험 및 평가 .....	21
제1절 시험 요구조건 .....	21
제2절 문제점 분석 및 처리결과 .....	21
제3절 시험결과 .....	21
제5장 결론 .....	27
제1절 결론 .....	27
제2절 총평 .....	28
참고문헌 .....	30
부록 .....	31

# 최종보고 요약문

과제명	Gripper 내구성 TEST M/C
팀명	S.C.V.(Samrt Creative Veterans)
팀원	박 상현, 이 현준, 배 한원, 주 재현, 허 옥제, 최 원준
과제기간	2015 년 09 월 01 일 ~ 2016 년 06 월 15 일

## 1. 개발내용 및 목표

여러 작업을 수행하는 복합 동작기계들이 개발되어 산업현장에 이용되고 있다. 하나의 복합 기계가 구멍을 뚫고, 나사를 깎고, 파고 면을 절삭하는 등 각종 동작기능을 갖고 있다. 이러한 복합 동작기계를 단단히 고정시키는 Gripper의 내구성은 매우 중요하다. 이를 위하여 공구를 필요에 따라 자동적으로 교환해주는 자동 공구 교환 장치의 부속품인 Gripper의 내구성 테스트 M/C를 개발하고자 한다. 또한, 사출을 이용한 Gripper를 생산하여 경량화와 원가 절감을 목표로 한다.

## 2. 개념설계 및 상세설계

공구 Tool이 Gripper 사이를 왕복 운동하면서 Gripper의 내구성을 TEST 하게 되며, 왕복 운동한 횟수를 광전 sensor를 이용하여 측정한 후 Control Box에 부착되어 있는 LCD 화면에 Counter 횟수를 보여준다. 공구 Tool의 경로 이탈을 방지하기 위해 LM Guide를 부착한다. 공구 Tool에는 공압을 이용하여 동력을 전달한다. Auto CAD 를 이용하여 내구성 TEST M/C를 설계하고 이를 CATIA로 작업한 기기를 관찰 후 문제점을 파악하여 재설계를 실시한다.

## 3. 제작

종합설계 프로젝트의 특성화 팀으로서 업체의 error 기술 개선 사항에 대한 기술 개발을 하고, 업체가 요구하는 조건을 만족시키는 기기를 제작해야한다. 이에 광전 sensor와 LM Guide 등의 많은 부품을 업체가 선정한 곳에서 구입하여 설계한 도면과 최대한 비슷한 조건으로 제작한다.

## 4. 시험 및 평가

제작된 내구성 TEST M/C에 Gripper를 장착하여 원 시험 평가의 1/5인 약 10만 번의 TEST를 실시한다. 또한 TEST M/C에 오차 및 이상 증세가 있는지 확인하며, 기기가 작동하는 동안 파손, sensor 오작동 등 총 10점을 기준으로 각 세부사항을 평가한다.

## 5. 세부 연구개발 내용 및 실적

자동 공구교환 장치(ATC)와 Gripper 내구성 테스트 M/C를 연구 및 개발할 것이다. 개발에 필요한 기계 설비의 원리와 실제 구동되는 설비의 제품을 조사하고, 최소 50만 번의 왕복 운동을 실시하며 해당 Gripper의 내구성을 시험할 것이다. 현재 약 10만 번의 TEST를 실시하였으며 기기가 작동하는 동안 파손, sensor 오작동 등의 이상 증세는 발생하지 않았다.

### 요약 1. 부품 및 제작비 사용내역

순번	부품 구매 및 제작 내용 상세	참조페이지	소요예산(원)
1	S45C 320*260		350,000
2	sliding base		140,000
3	Gripper base		140,000
4	TEST Bench Base		140,000
5	Gripper*6		390,000
6	Tool port Bracket		140,000
7	Speed control*2		100,000
8	solenoid valve		80,000
9	Filtter		50,000
10	Cylinder		130,000
11	LM Guide*2		180,000
12	Photo Sensor*2		70,000
13	DOG Sensor*2		160,000
14	Breakage Sensor*6		900,000
15	그 외 부속 비용		530,000
16			
17			
18			
19			
20			
<b>총 액</b>			<b>3,500,000</b>
<b>예산지원 사업목록</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CK-1 뿌리산업 특성화트랙 산학형종합설계 제작지원: 3,500,000</li> </ul>		

## 요약 2. 설계구성요소 일람표

구 분		적용 내용	적용 여부	적용
설 계 구 성 요 소	설계 목표 설정	Gripper 내구성 테스트기 연구 및 개발에서 Counter의 정확성과 실제 부품의 공구 Tool의 형상 일치가 매우 중요하다. 이에 본 팀은 Sensor의 사용 용도 및 원리 이해, Gripper의 재료 역학적 지식 습득	○	1.2절 pp. 2
	합성	공구 틀이 Gripper에 들어가는 횡수를 광전 센서를 이용해서 측정하여 어느 정도에서 Gripper의 파손 및 불량이 생겼는지 알 수 있도록 한다.	○	2.1절 pp. 6
	분석	시장성을 포함한 경제성 분석, 기존제품의 기술과 설계과제에 적용한 기술 분석, 기존제품의 디자인과 설계과제에 적용한 디자인 분석 또는 기존제품의 활용상 편이성과 설계과제에 적용한 제품의 편이성을 비교 분석하여 기술	X	
	제작	Gripper 내구성 테스트기의 부품별 제작 및 구매 후 조립에 대한 내용 기술	○	3.1, 3.2절 pp. 17~20
	시험	Gripper 내구성 테스트기의 성능시험 목적과 사용 기술 및 방법에 대한 내용 기술	○	4.1절 pp. 21
	평가	Gripper 내구성 테스트기의 내구도 시험에 대한 결과 및 평가에 대한 내용 기술	○	4.2절 pp. 21~26

### 요약 3. 현실적 제한조건 일람표

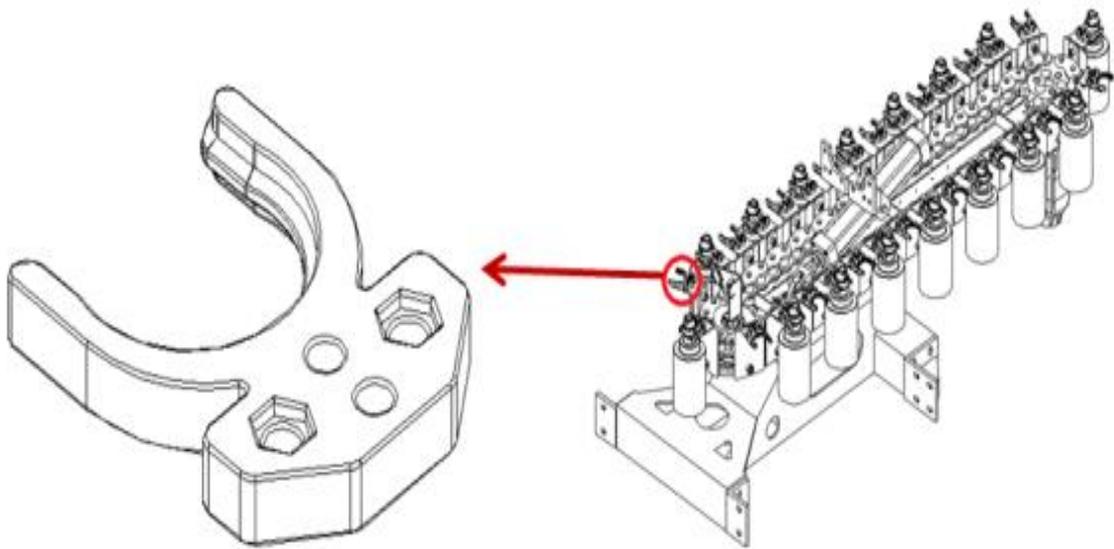
구 분	적용 내용	적용 여부	적용	
현 실 적 제 한 조 건	원가	실제 인장 및 압축을 테스트하는 기기는 매우 고가 이므로 이를 직접 설계하여 Gripper의 내구성 테스트 비용을 절감 할 수 있도록 한다.	○	1.3절 pp. 3
	안전성	안전설계, 인간중심 설계(ergonomic design) 등을 고려하여 설계 제작하였으므로 활용에 있어 안전함을 기술	×	
	신뢰성	1만 번씩 총 5만 번의 시험을 통하여 테스트기의 파손여부를 관찰에 대한 내용 기술	○	4.2절 pp. 21~26
	윤리성	기술자윤리, 직업윤리 등을 고려하여 설계한 내용을 기술	×	
	미학	단순히 예쁜 것이 아닌 의미 있는 미 즉, 철학적인 미를 추구하는 내용이나 소비자의 감성이나 산업디자인 측면 고려하여 설계한 내용을 기술	×	
	사회에 미치는 영향	제작된 작품이 사회에 끼치는 영향력과 환경에 미치는 영향을 기술한다. 친환경적 설계, 지적재산권, 정부규정, 환경오염물질 배출 등을 고려한 내용을 기술	×	

## 제 1장 과제내용 및 목표

### 제1절 목적 및 필요성

본 팀은 업체의 문제점 및 개선사항을 조사하여 그 부분을 해결하는 방향으로 과제를 진행한다. 기계공작 시 공구 교환 작업 등을 한 번에 수행할 수 있는 복합 공작기계들이 개발되어 산업현장에 널리 이용되고 있다. 과거에는 여러 작업 공정을 거치는 등 하나의 소재를 장시간 가공하여 능률이 좋지 않았지만, 최근에는 하나의 복합 기계가 구멍을 뚫고, 나사를 깎고, 파고 면을 절삭하는 등 각종의 공작기능을 갖고 있어 작업 능률이 좋다.

이를 가능토록 공구를 필요에 따라 자동적으로 교환해주는 자동 공구 교환 장치의 부속품을 Gripper라 한다. 복합 공작기계를 단단히 고정시켜주는 Gripper의 내구성은 매우 중요한 사항이므로 Gripper 내구성 테스트 M/C를 개발하는 것이 팀의 목적이다. 그림<1-1>은 Gripper의 용도와 실제 사용할 경우의 ATC의 위치를 보여준다.



<그림 1-1> Gripper 내구성 테스트기

## 제2절 업체 소개 및 과제의 목표



〈그림 1-2〉 (주) 제이에스 테크

협력 업체는 플라스틱 사출 성형 제품을 주 생산 품목으로 하며, 더불어 엔코더, 커넥터 종류의 생산 전문 업체로서 최신 설비 및 동종업계에서 다년간 축적된 노하우를 바탕으로 지속적인 제품 다각화를 모색하여, 급변하는 시장의 변화에 대처 하고 플라스틱 성형분야와 전자 분야의 융합을 최우선 계발을 목표로 하고 있다.

〈그림 1-2〉는 우리가 선정한 회사인 (주) 제이에스 테크의 회사 전경이다.

Gripper 내구성 테스트기 연구 및 개발에서 Counter의 정확성과 실제 부품의 공구 Tool의 형상 일치가 매우 중요하다. 이에 본 팀은 Sensor의 사용 용도 및 원리 이해, Gripper의 재료 역학적 지식을 목표로 한다.

### 제3절 기대효과 및 활용 방안



〈그림 1-3〉 Gripper

〈그림 1-3〉은 공구 Tool을 보관 및 사용 할 수 있도록 교환해주는 장비인 Gripper이며, 이를 생산하는 회사에서는 제품을 설계한 후 해석 및 실험을 통하여 제품의 인장 및 압축 등의 여러 요소에 의한 파괴 등의 결함을 측정 할 필요가 있다. 하지만 프로그램을 이용한 해석에 비하여 직접적인 실험은 고가의 장비를 이용하여 진행해야 되며, 특정한 제품에 한하여 특화된 장비를 구하기가 힘든 상황이다. 따라서 Gripper 내구성 테스트 기의 제작을 통하여 앞서의 문제점을 해결함과 동시에 사출 제품을 검열하는데 있어서 다양한 사출 재료를 이용하여 연구 활동을 통한 새로운 제품의 개발을 기대해 볼 수 있다. 또한 넓게 나아가 중국 및 일부 동남아시아 국가들의 저가 공세와 일본 및 여타 선진국의 고기능 제품 공세에서 국내 기업의 입지를 넓혀가기 위한 원천기술 확보와 제품의 견고성, 학생들의 참여로 인한 경쟁력 있는 기계를 개발할 수 있는 인재 양성을 기대할 수 있다.

마지막으로 테스트기의 원리로 다른 형상의 Gripper 등의 제품을 교환하여 타 제품의 내구성을 테스트 할 수 있어 폭 넓은 활용이 가능하다.

학생들은 업체와의 협력으로 인해 실무 능력 및 새로운 기기를 개발함으로써 학과에서 배운 역학적 지식의 활용과 수업에서 부족한 부분을 직접 경험하며 새로운 지식을 습득 할 수 있다.

## 제4절 관련 특허 조사

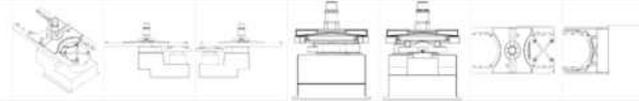
공작기계용 공구 자동 교환기

상세정보    공고전문    등록사항    등록행정정보

서지정보    인명정보    창의의 요점내용    행정처리

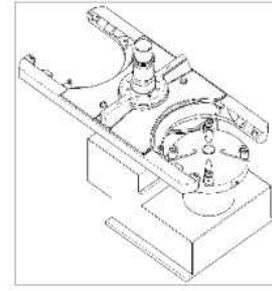
▶ 도면일괄보기

[M01]



(21) 출원번호(일자)	30001800618009(2012.12.24)
(71) 출원인	두산인프라코어 주식회사
(11) 공고번호(일자)	(2014.04.21) <a href="#">전문다운</a>
(66) 공개번호(일자)	
(11) 등록번호(일자)	3007368670000(2014.04.08)
(30) 우선권주장번호(일자)	
법적상태	등록
심사전행상태(일자)	등록결정(일반)(2014.04.08)
소급구분(일자)	(2012.12.24)
심원사항	
원출원번호/일자	
관련출원번호	
디자인구분	기본디자인 공개디자인
(E2) 한국분류	K7119
(51) 국제분류	
형태분류	K7119

크게보기 Q



UPL 회사    f    t

〈그림 1-4〉 공작기계용 공구 자동 교환기

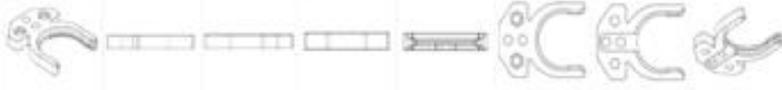
〈그림 1-4〉는 두산인프라 코어 공작기계용 공구 자동 교환기에 대한 것으로 재질은 금속을 사용 하며, 수평형 머시닝 센터에 설치되어 가공 작업을 수행하려는 하나 또는 다수의 공구와 가공 작업을 완료한 하나 또는 다수의 공구와 가공된 다수의 공구를 순차적으로 자동 교환해 주는 것이다. 이 제품은 위치를 180° 회전시켜 교환 작업이 반복적으로 진행된다.

상세정보    공고연호    등록사항    통합행정정보

서지정보    신청정보    신청이요청내역    열람내역

▶ 도면일괄보기

[M001]

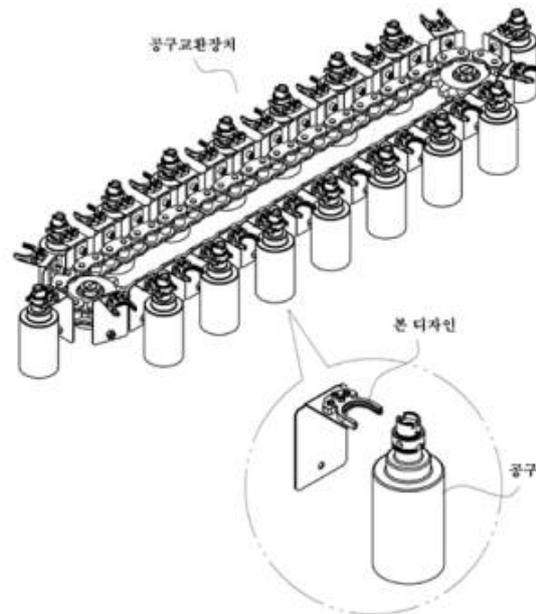


(21) 출원번호(일자)	302015002290(2015. 05. 26)	크기보기
(71) 출원인	주식회사 케이케스텍 프레스물	
(11) 공고번호(일자)	(2016. 06. 05)	전문다운
(65) 공개번호(일자)		
(11) 등록번호(일자)	3008471510000(2016. 03. 29)	
(30) 우선권주장번호(일자)		
발명상태	등록	
심사권행상태(일자)	등록결정(일반)(2016. 03. 11)	
소급구분(일자)	(2015. 05. 26)	
심판사항		
광송일번호/일자		
관련출원번호		
대치인구분	기본디자인    공적디자인	
(52) 한국분류	K711B	
(51) 국제분류	F5-09	
항목분류	K711B	



이 페이지는 공구교환장치용 공구 홀더의 상세 정보를 제공합니다. 상단에는 '상세정보', '공고연호', '등록사항', '통합행정정보' 탭이 있으며, '서지정보', '신청정보', '신청이요청내역', '열람내역' 메뉴가 있습니다. '도면일괄보기' 섹션에는 '[M001]' 도면이 표시되어 있습니다. 주요 정보 테이블에는 출원번호, 출원인(주식회사 케이케스텍 프레스물), 등록번호, 우선권주장번호, 발명상태(등록), 심사권행상태(등록결정), 소급구분, 대치인구분(기본디자인, 공적디자인), 한국분류(K711B), 국제분류(F5-09), 항목분류(K711B) 등이 포함되어 있습니다. 오른쪽에는 3D 렌더링된 홀더의 이미지와 '크기보기' 및 '전문다운' 버튼이 있습니다. 하단에는 SNS 공유 버튼(이메일, 페이스북, 트위터)이 있습니다.

<그림 1-5> 공구교환장치용 공구 홀더



<그림 1-6> 공구교환장치용 공구 홀더

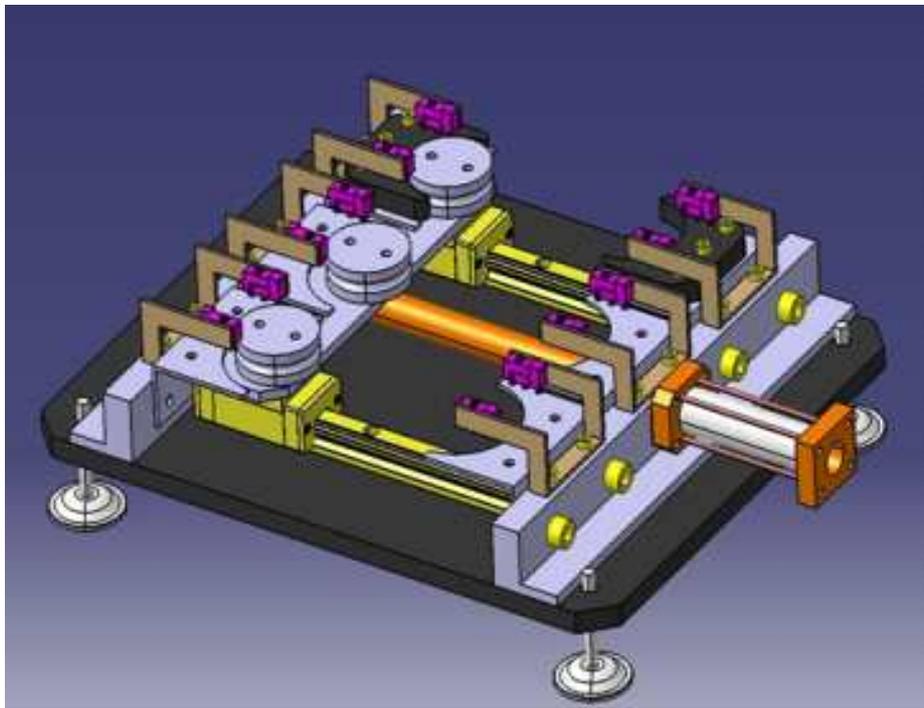
<그림 1-5>는 Gripper의 서지정보를 나타낸다.

<그림 1-6>은 Gripper가 사용되는 자동 공구교환장치를 나타낸다.

## 제2장 개념설계 및 상세설계

### 제1절 개념설계

〈그림 2-1〉은 최종 3D 모델링 형상을 나타낸 것으로 Controller의 작동을 시작하면 에어 실린더에 에어가 공급되고, 이 공압으로 인해 LM Guide가 X축 방향으로 왕복 운동을 하게 된다. 이로써 양 측면에 장착된 공구 Tool이 Gripper의 내구성을 테스트하게 되고, Gripper의 위쪽에 설치된 광전 스위치 sensor가 Tool이 작동하는 것을 인식하여 Controller 내에 설치된 Counter에 Tool의 왕복 운동 횟수를 계산한다. 이 횟수가 50만 번 이상이 되도록 Gripper에 문제가 없을 경우 내구성 테스트를 합격하게 된다.



〈그림 2-1〉 Gripper 내구성 테스트기

## 제2절 해석 및 평가

제작된 내구성 테스트기의 M/C에 Gripper를 장착하여 원 시험 평가의 1/5인 약 10만 번의 테스트를 실시한다. 또한 테스트기의 M/C에 오차 및 이상 증세가 있는지 확인하며, 기기가 작동하는 동안 파손, sensor 오작동 등을 점검하여 총 10점을 기준으로 각 세부사항을 평가한다. 50만 번 이상의 왕복 운동에도 파손, sensor 오작동 등의 error가 발생하지 않도록 계속 평가를 실시한다.

## 제3절 상세설계

### 1. Lm Guide

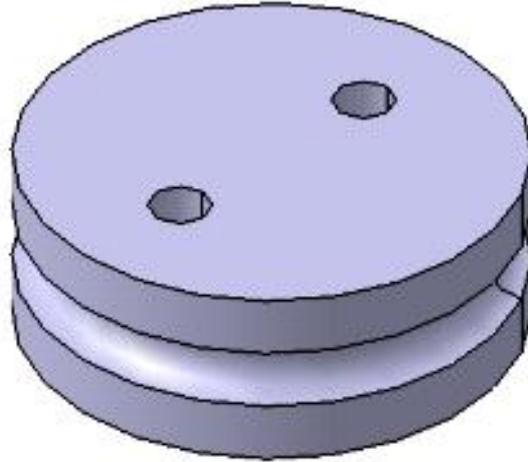


<그림 2-2> LM Guide

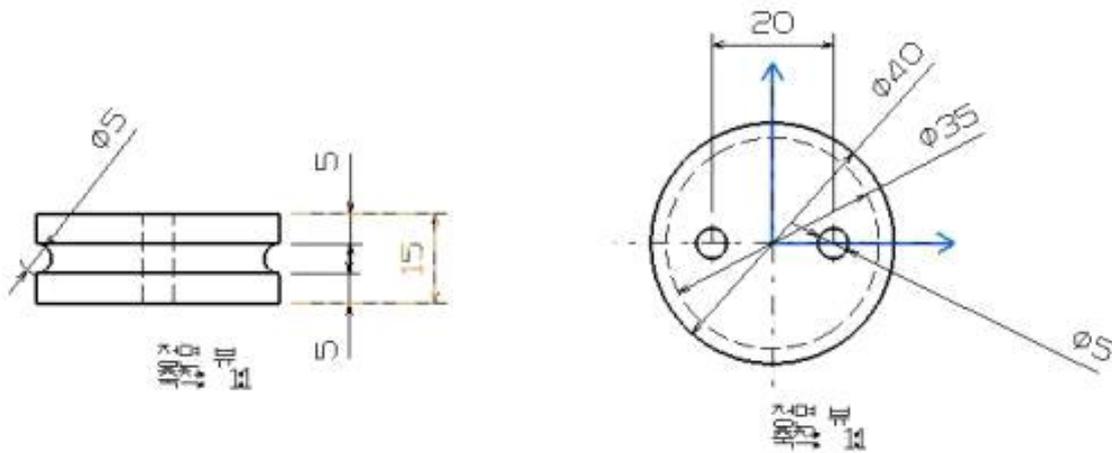
제조사	품명	규격
NSK사	LH15 POM K	167 X y X z

<그림 2-2>는 LM Guide로 NSK사에서 제조한 제품이고, 틀이 Gripper에 삽입될 시 생기는 충격을 견디기 위해 충격 부하가 높은 LH15 POM K의 제품을 사용 하였다. 사용 목적으로는 공구 Tool의 이동 시 해당 경로를 이탈하지 않도록 하기 위한 장치로 총 2개의 LM Guide가 부착된다.

## 2. 공구 Tool



<그림2-3> 공구 Tool

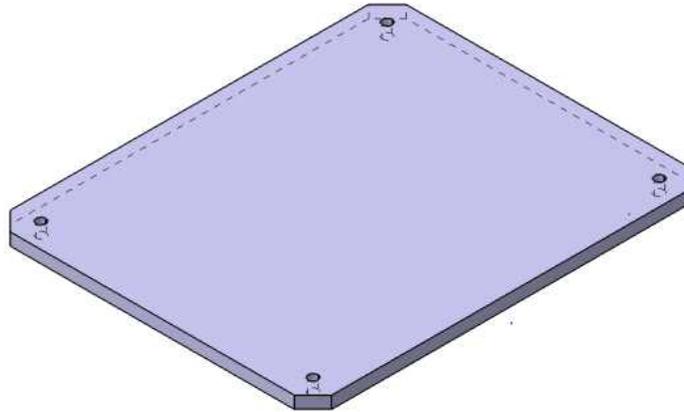


<그림2-4> 공구 Tool 2D 도면

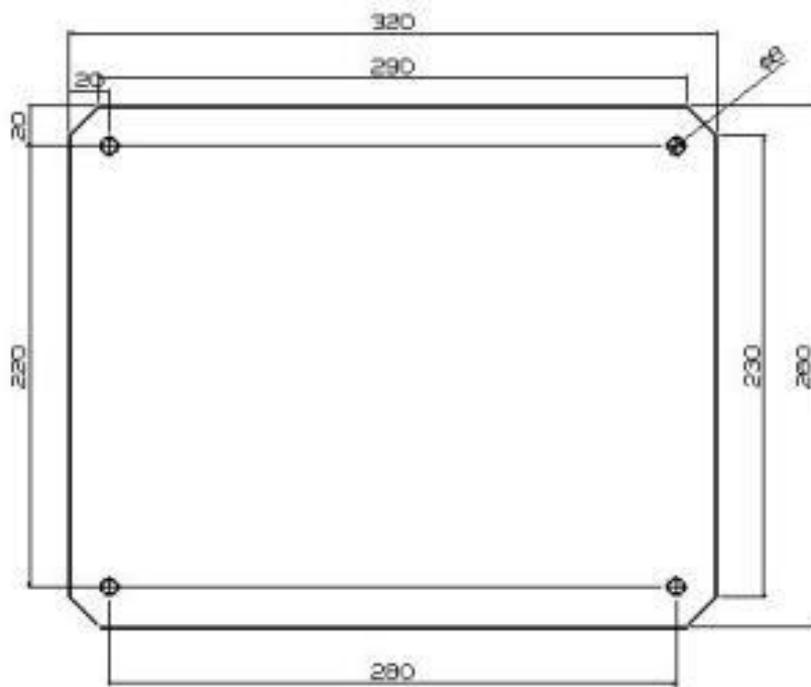
품명	소재	지름
공구 Tool	S45C	40mm

<그림 2-3>은 공구 Tool로 실제 Gripper에 들어가는 공구를 대신하는 부품으로 일반기계 구조용 탄소강인 S45C소재로 만들어졌으며, 단순한 반복 작업만 하므로 연마 및 정밀 가공이 필요가 없다. <그림 2-4>에서 알 수 있듯이 일반적으로 많이 사용되는 공구 Tool의 사이즈인 40mm의 지름으로 설계하였다.

### 3. 베이스



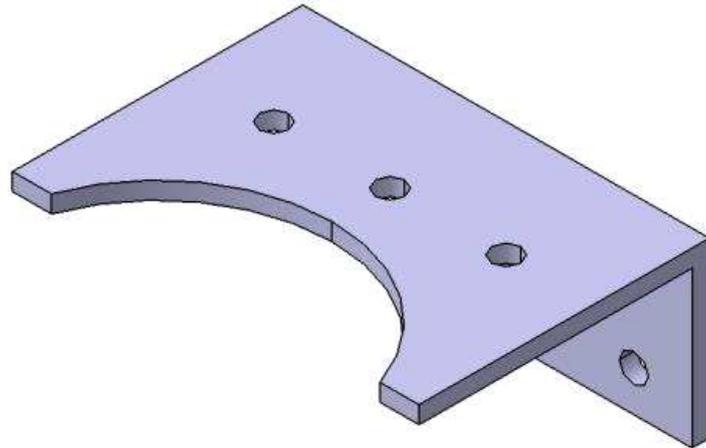
<그림 2-5> 베이스



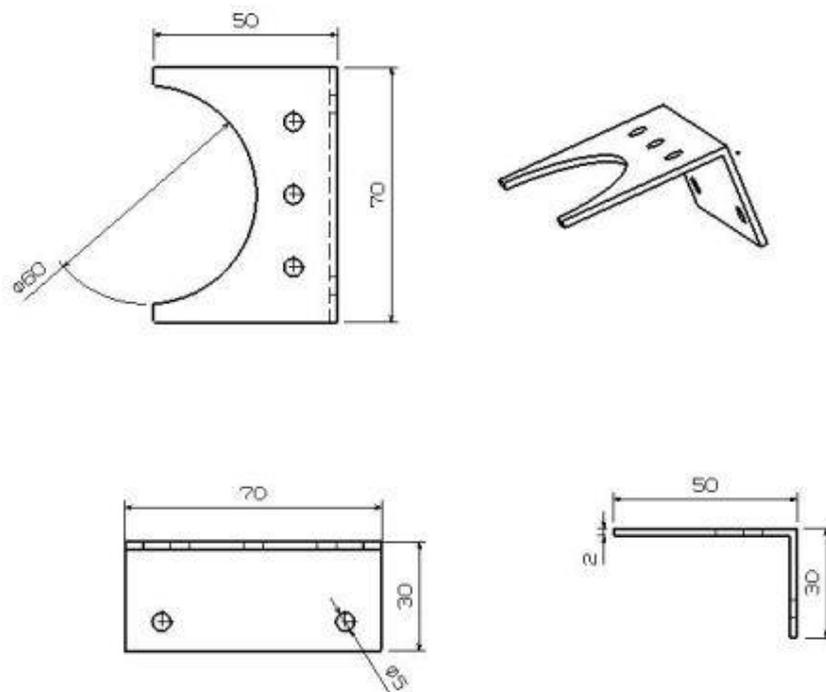
<그림 2-6> 베이스 2D 도면

<그림 2-5>인 베이스는 공구 Tool과 같은 일반기계구조용 탄소강인 S45C 소재로 이루어졌으며, 테스트기의 베이스가 되는 부품이다. 모든 부품들의 고정 및 지지대 역할을 하며, 모든 부품이 충분히 고정될 수 있도록 <그림 2-6>와 같이 길이 280mm, 폭 320mm로 설계하였다.

#### 4. Gripper 홀더



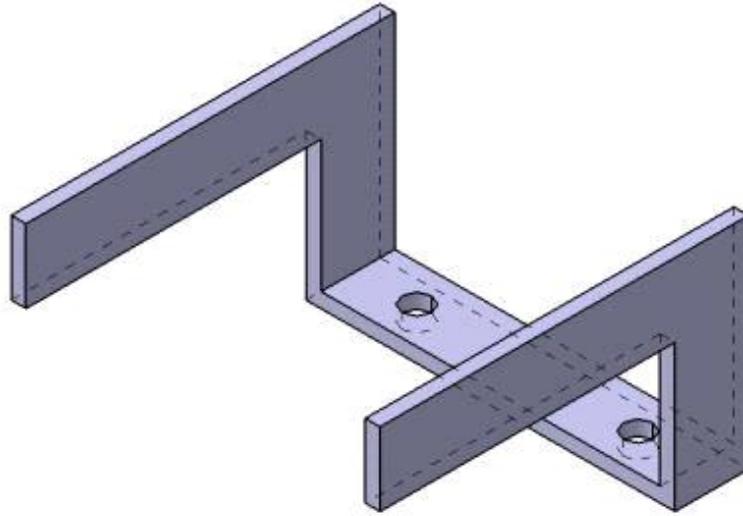
<그림2-7> Gripper 홀더



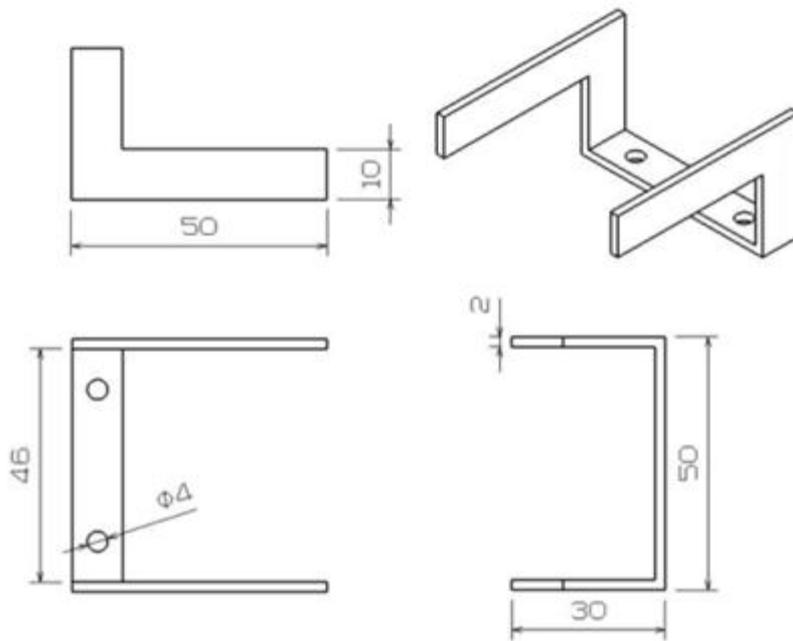
<그림2-8> Gripper 홀더 2D 도면

<그림 2-7>인 Gripper 홀더는 Gripper를 고정시켜주는 역할을 하며, 공구 Tool이 Gripper에 삽입 될 시 생기는 충격을 가장 많이 받는 부분이므로 <그림 2-8>와 같이 2T의 두께를 주고, S45C소재를 사용하여 50만 번의 충격에도 버틸 수 있도록 설계하였다.

## 5. sensor 홀더



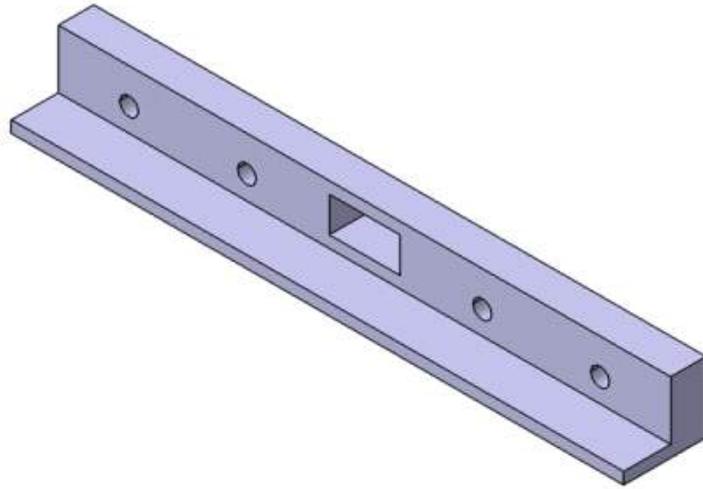
<그림 2-9> sensor 홀더



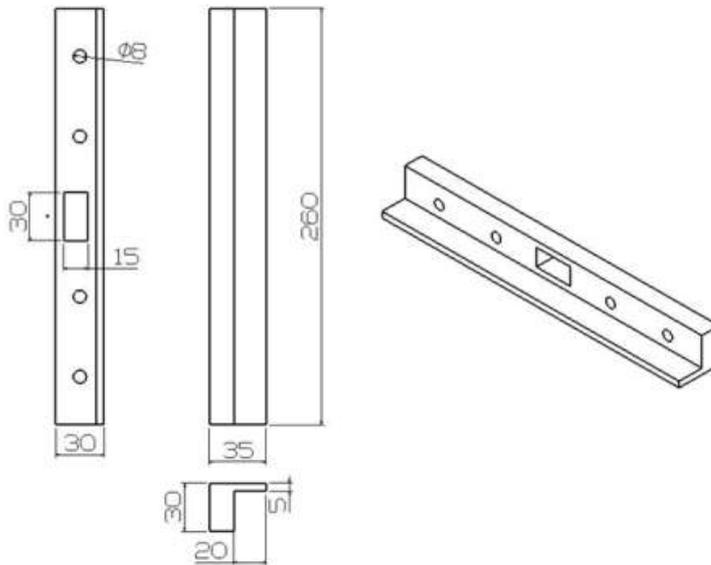
<그림 2-10> sensor 홀더 2D 도면

<그림 2-9>는 sensor 홀더로 sensor를 지지해 주는 역할을 하며, 큰 힘을 받지 않으므로 테스트기의 무게 감소를 위해 알루미늄 재료를 사용하였다. <그림 2-10>에서 알 수 있듯이 설계하였다.

## 6. 지지대



〈그림 2-11〉 지지대



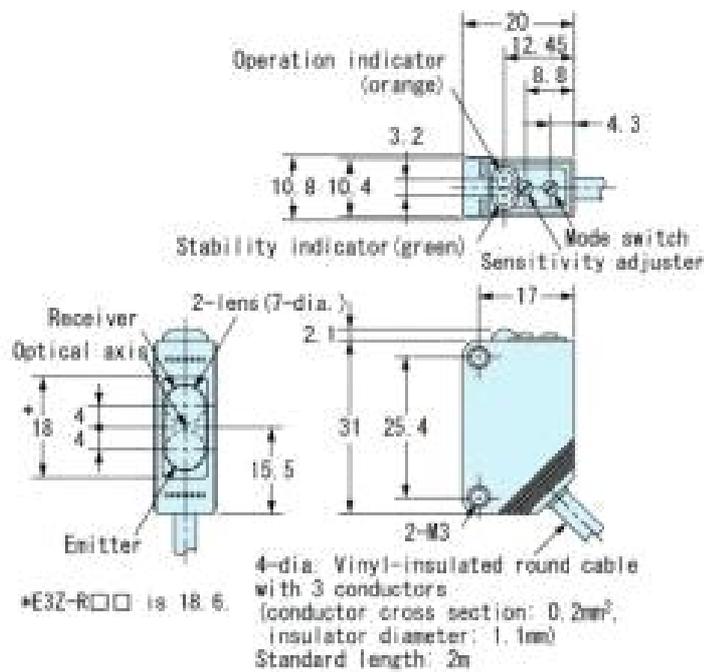
〈그림 2-12〉 지지대 도면

〈그림 2-11〉은 지지대로 Gripper 홀더와 sensor 홀더를 밑에서 받쳐주는 역할을 하는 부품이다. 지지대는 〈그림 2-12〉와 같이 길이 260mm 폭35mm로 설계하였다.

## 7. 광전 sensor



〈그림 2-13〉 광전 sensor



〈그림 2-14〉 광전 sensor 2D 도면

제조사	품명
OMRON	E3Z-D61

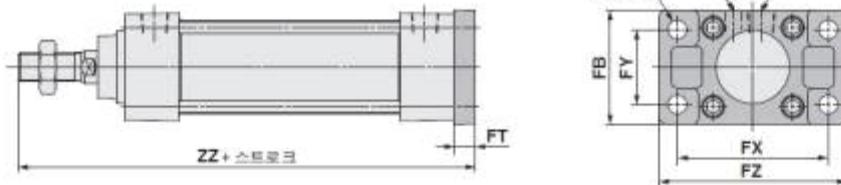
〈그림 2-13〉은 OMRON사에서 제작한 광전 sensor로 비교적 원거리에서 검출이 가능하고, 비 접촉 스위치로 널리 사용되는 E3Z-D61의 제품을 사용 하였다. 규격으로는 〈그림 2-14〉와 같다. 사용 목적으로는 공구 Tool이 Gripper에 들어가는 횟수를 측정 해준다. 각 Gripper별로 한 개의 sensor가 설치되며, 총 6개의 sensor가 설치된다.

## 8. 실린더



〈그림 2-15〉 실린더

헤드축 플랜지형 / (G)



로드축·헤드축 플랜지형의 전체길이 및 간격 설치방법  
 ※ 에어 쿠션 없음의 경우는 러버 쿠션 타입만 해당입니다.  
 또한, 피스톤의 양측에 댐퍼가 장착됨으로써 ø32, ø40은 6mm, ø50, 63은 8mm, ø80, ø100은 10mm, ø125는 12mm 전체길이와 깊어집니다.

헤드축 플랜지형

튜브내경 (mm)	스트로크 범위	FB	FD	FT	FX	FY	FZ	ZZ
32	~500	50	7	10	64	32	79	141
40	~500	55	9	10	72	36	90	145
50	~600	70	9	12	90	45	110	164
63	~600	80	9	12	100	50	120	164
80	~800	100	12	16	126	63	153	202
100	~800	120	14	16	150	75	178	202
125	~1000	138	14	20	180	102	216	237

에어 쿠션 없음

튜브내경 (mm)	ZZ
32	147
40	151
50-63	172
80-100	212
125	249

〈그림 2-16〉 실린더 규격

〈그림 2-15〉은 실린더로 내구성 테스트기에 압력을 가해 Tool이 움직일 수 있게 해주는 장치로서 공기압을 이용해 작동을 한다. 유압이 아닌 공기압을 사용하는 이유는 내구성 테스트기의 구동에는 큰 압력이 필요하지 않고, 공기압이 유압에 비해 속도가 더 빠르며, 유지 보수 비용이 적게 들기 때문이다.

SMC사의 헤드축이 플랜지형인 실린더 mbb32-100z 제품을 사용 하였으며, 테스트기 구동에 큰 압력이 필요 없으므로 〈그림 2-16〉의 규격을 참고하여 튜브내경이 가장 작은 32mm인 실린더를 사용 하였다.

## 9. 컨트롤 박스



<그림 2-17> 컨트롤 박스

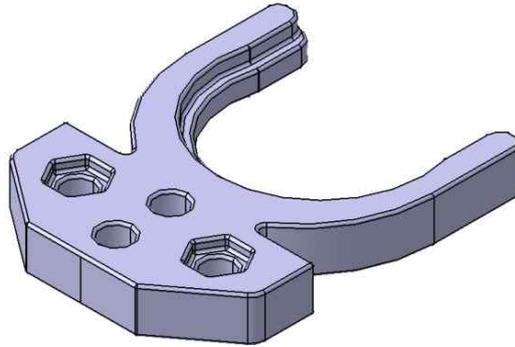


<그림 2-18> 컨트롤 박스 전장부

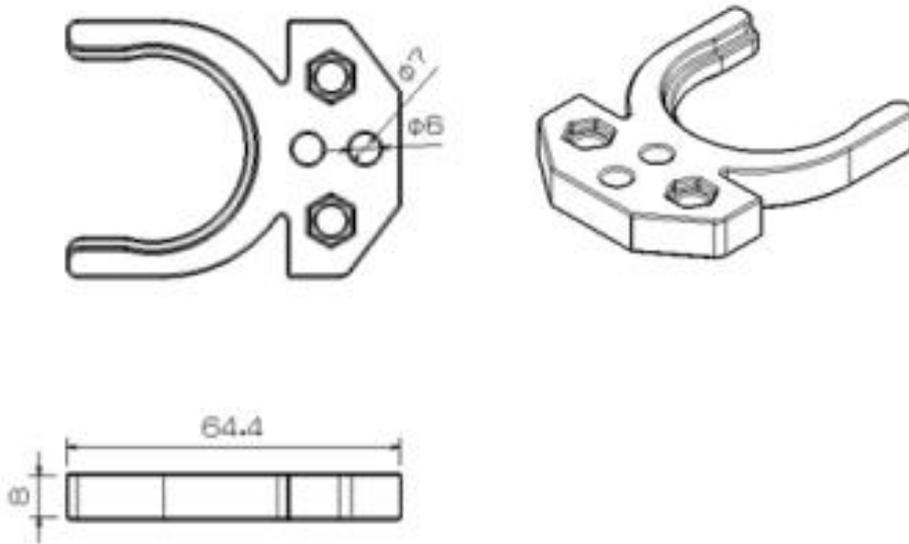
<그림 2-17>는 컨트롤 박스로 내구성 테스트기의 제어를 맡는 장치로서 테스트기의 움직임과 counter를 측정하는 역할을 한다. 작동 원리는 그림<2-18>에서 보듯이 컨트롤 박스의 내부의 정확한 회로는 업체의 기밀과 관련된 정보라서 정확하게 알 수 없다.

먼저 우측 상단에 전원 장치를 거쳐 sensor를 통해 들어온 입력정보를 받는다. 그 정보를 통하여 스위치 릴레이에서 counter 된 횟수를 정한 다음 그림<2-17>에서 보이는 LCD화면에 숫자를 출력하게 되는 시스템이라는 것을 알 수 있다. 또한 그림<2-17>에서 보이는 버튼은 기계의 오작동 또는 처음 작동을 할 때 시작과 정지를 할 수 있는 버튼으로서 Gripper의 내구성 등과 관련된 성능 시험을 할 때 비상정지를 할 수 있게 설계를 하였다.

## 10. Gripper



<그림 2-19> Gripper



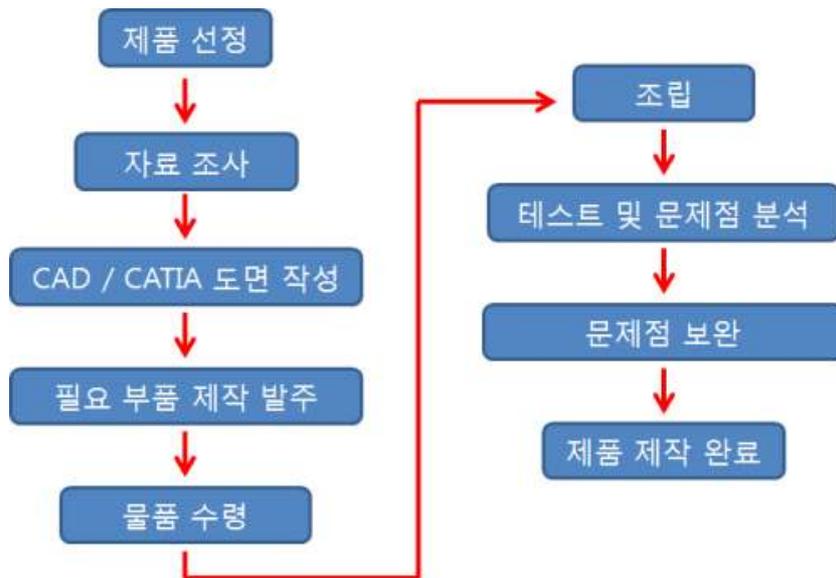
<그림 2-20> Gripper 도면

<그림 2-19>는 내구성 테스트기의 주 측정 대상인 Gripper로서 (주) JS TECH에서 사출을 통하여 생산하는 제품이다. Gripper의 용도로는 공구 Tool을 보관 및 사용할 수 있도록 교환해 주는 부품이다. 주 소재로는 POM(폴리아세탈), NY66(나일론)을 사용하며, 그 외 PPS 및 Glass와 같은 재료도 혼합하여 사용한다. Gripper의 제원으로는 그림<2-20>와 같다.

# 제3장 제작

## 제1절 공정도

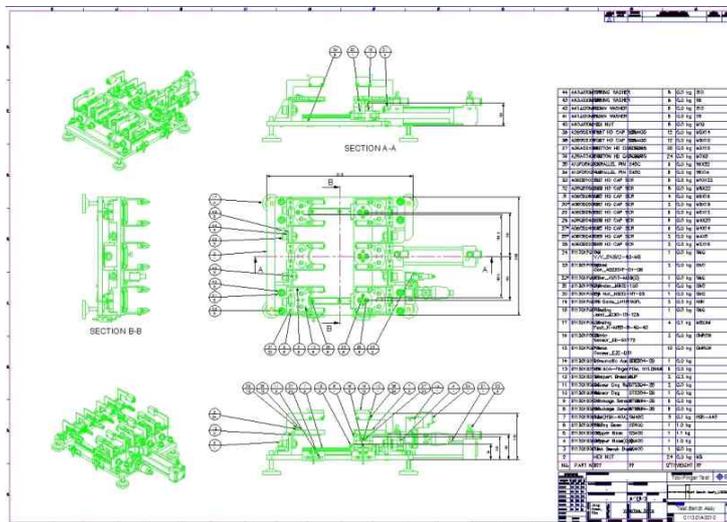
◎ 기기 설계 목적-Auto CAD 설계-CATIA 설계-설계 보완-부품 구매  
-제작-검수-시험-완료



<그림 3-1> 공정도

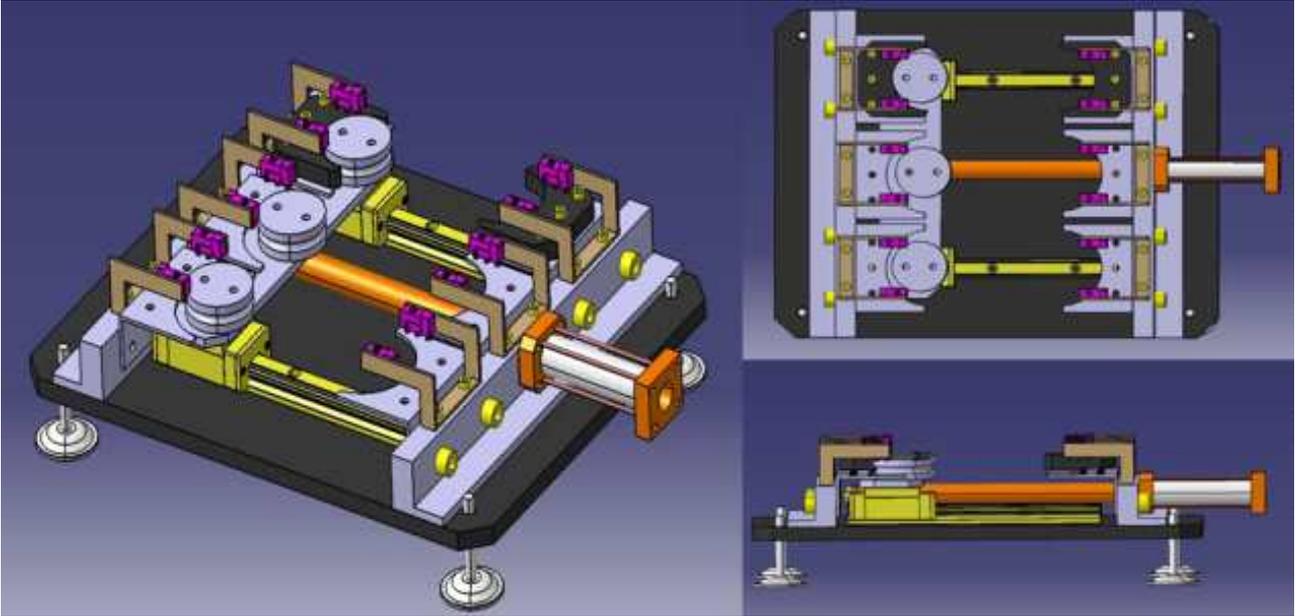
그림<3-1>은 공정도를 나타내며 이러한 공정도를 기준으로 기기를 설계 및 제작을 할 예정이다.

## 제2절 제작



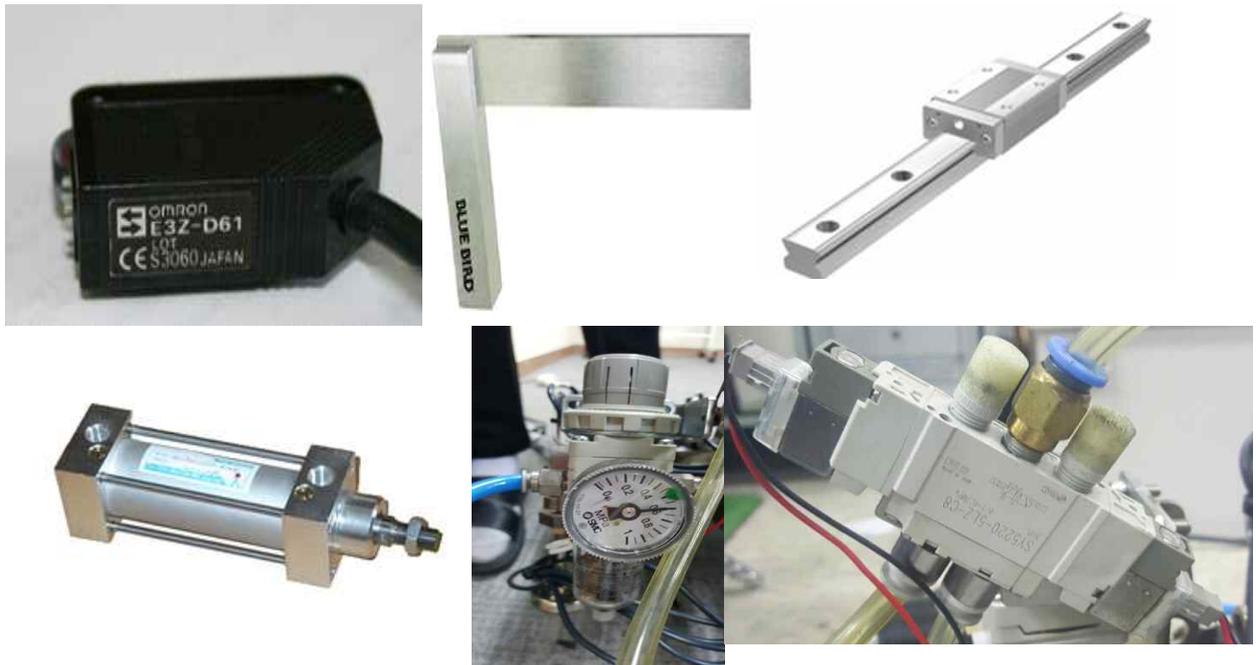
<그림 3-2> 내구성 테스트기 2D 도면

제작 예정인 기기를 우선적으로 2D도면에 설계를 하고 설계된 도면에 추가적인 보완을 한다,  
 그림<3-2>는 내구성 테스트기를 설계하기에 앞서 2D Auto CAD를 이용하여 설계를 한 것이다.



<그림 3-3> 내구성 테스트기 3D 도면

이 때 더 필요한 장치와 부품이 있는지 확인한다. 2D 도면이 완성되면 설계 목표와 맞는지 확인하기 위해 <그림 3-3>와 같이 3D 도면으로 설계를 한다.



<그림3-4> 기기 관련 부품

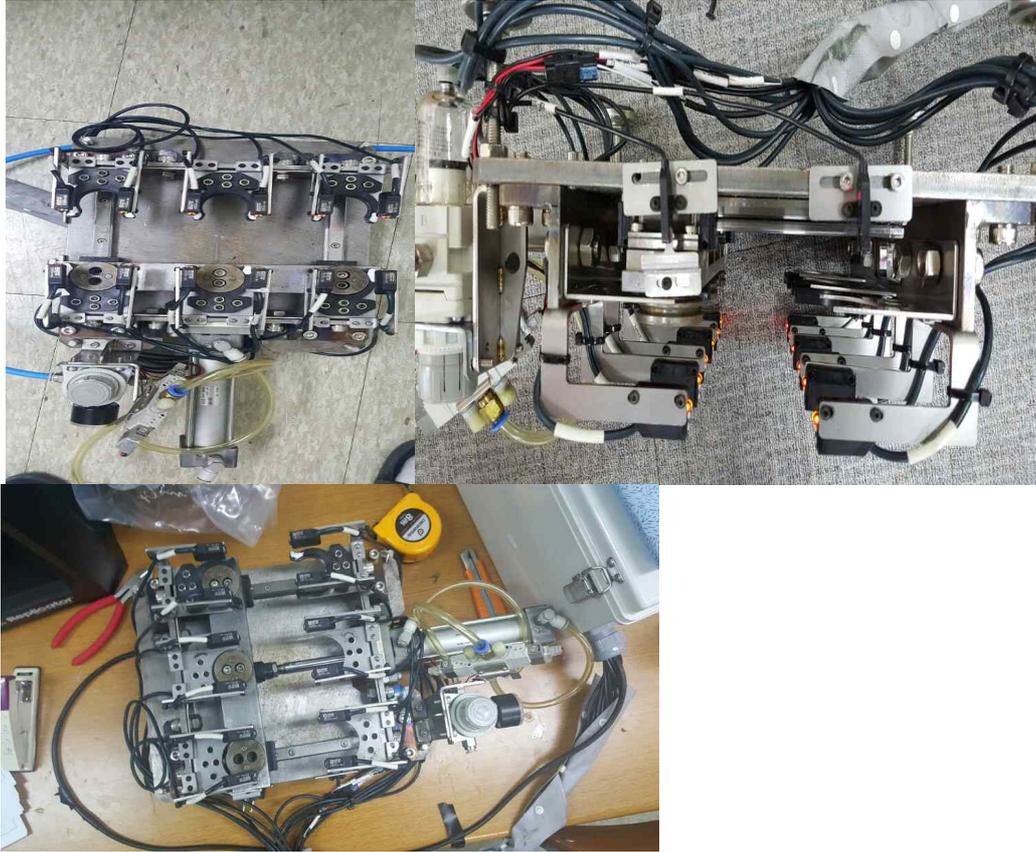
기기에 관련된 부품을 업체와 회의를 통하여 구매에 진행한다. 기기에 가장 중요한 sensor 와 Air Cylinder, LM Guide를 설계에 맞는 크기와 재원으로 구매를 한다. (각 부품의 크기와 가격은 예산집행 계획서를 참고)그림<3-4>는 각 부품을 업체와 협력하여 해당 업체와 협력사를 통하여 구매한 부품별 사진이다.



<그림3-5> 내구성 테스트기 조립

필요한 부품을 각 공정에 맞게 설계 순서에 따라 조립을 한다. 조립을 할 때 업체와 지도 교수님께도 진행상황 중 오차율 진행도에 대해 보고를 하여 최대한의 불량 오차를 줄이면서 진행을 한다.

그림<3-5>는 각 부품을 구매 완료한 다음 설계에 따라 조립을 하고 있는 사진이다. 이와 같이 조립을 할 때 설계 방향과 목표에서 많은 차이를 보일 수 있었으나, 기기를 설계할 당시 부품에 관해 조사를 통하여 불량 및 단차 발생이 최소화 하도록 하였다.



〈그림3-6〉 내구성 테스트기

상세 설계에 맞게 조립이 완성되면 기기가 원활한 작동을 하는지 검수를 한다. 이 때 오차 및 작동에 이상이 있으면 분해 및 재설계를 실시한다. 오류 및 오차에 대한 실험을 위해 총 5 번의 실험 작동을 하고 그 기기 자체 기준을 설정 한 뒤 내구성 실험을 진행 한다.

그림〈3-6〉은 최종적으로 조립이 완료된 기기로서 내구성 테스트하기 전 최종적으로 점검을 하는 사진이다.

## 제4장 시험 및 평가

### 제1절 시험 요구조건

내구성 테스트기는 50만 번 이상의 Counter를 통해 제품에 불량 여부를 확인 하는 제품이다. 따라서 50만 번 이상의 작동에도 기기에 문제가 발생하면 안 되므로 50만 번의 작동을 통하여 기기의 불량 여부를 테스트 한다. 하지만 50만 번의 측정은 시간적 문제로 하지 못하고, 그 1/10인 5만 번의 Counter에서도 기기의 결함과 파손을 확인한다.

측정은 1만 번의 Counter때 마다 기기를 중단 시켜 기기의 파손과 결함을 확인하여, 총 5만 번의 측정을 한다.

주 측정 위치는 기기의 작동 시 가장 많은 충격을 받는 Gripper 홀더와 sensor의 결함 여부를 측정한다.

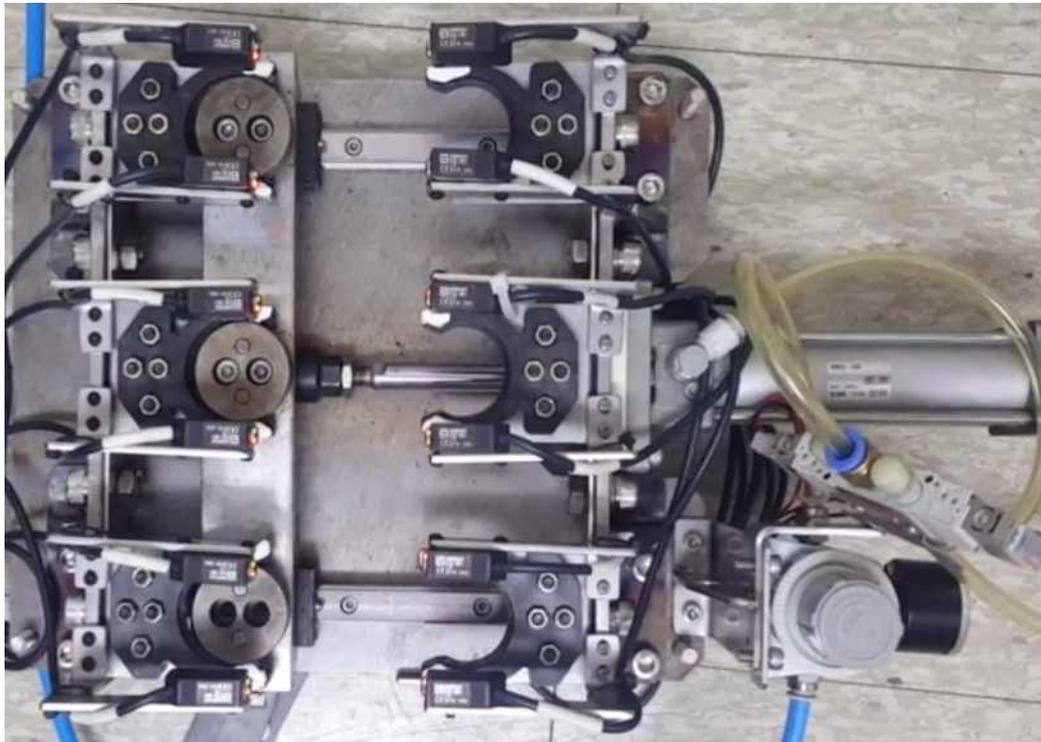
### 제2절 문제점 분석 및 처리결과

Gripper 내구성 테스트 M/C에 사용된 광전 sensor가 Gripper의 재료 중 하나인 Glass의 광택으로 인하여 작동하지 않는 문제가 발생했고, Gripper와 sensor 작동 부분에 색칠을 하여 오류를 해결하였다.

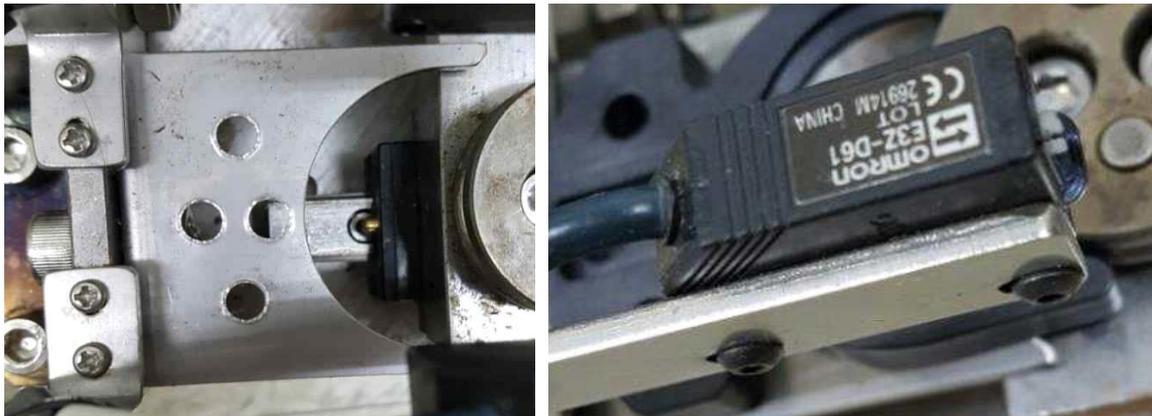
또한 Air Cylinder의 압력에 대한 오류가 발생하였다. 약 0.5Mpa에서 작동한 경우 공구 Tool의 속도가 Counter를 할 때의 기존 예상 작업 속도에 비해 현저히 뒤쳐진다는 것을 알 수 있었고, 약 0.75Mpa에서는 공구 Tool의 이동 속도가 매우 빨라 Counter가 제대로 측정이 되지 않는 문제가 발생하였다. 그래서 약 0.6Mpa로 작동하였을 때 기존 작업 속도와 Counter의 기능이 비교적 일치하여 압력 값을 0.6Mpa로 선정하게 되었다.

### 제3절 시험결과

Gripper 내구성 테스트기를 이용하여 총 50만 번의 1/10인 5만 번의 왕복 운동을 실시하는 것이 목표이다. 시험은 1만 번의 Counter마다 기기를 중단시켜 파손과 결함을 확인해 본다.

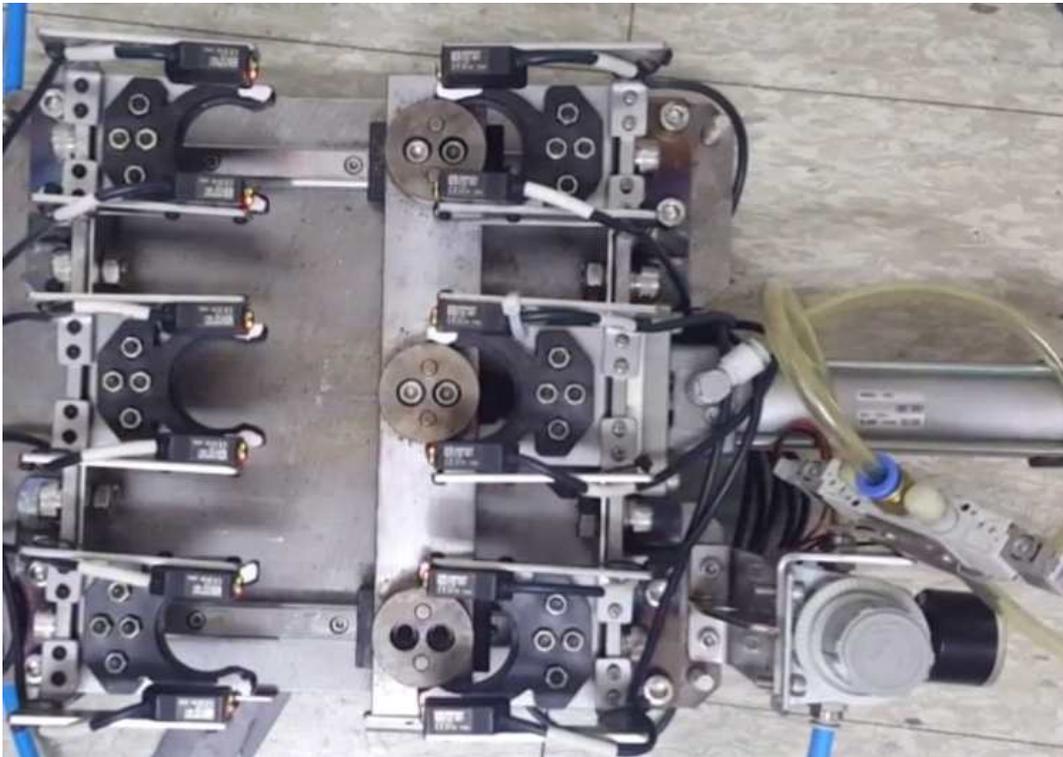


<그림 4-1> 3만 번 테스트 후 테스트기

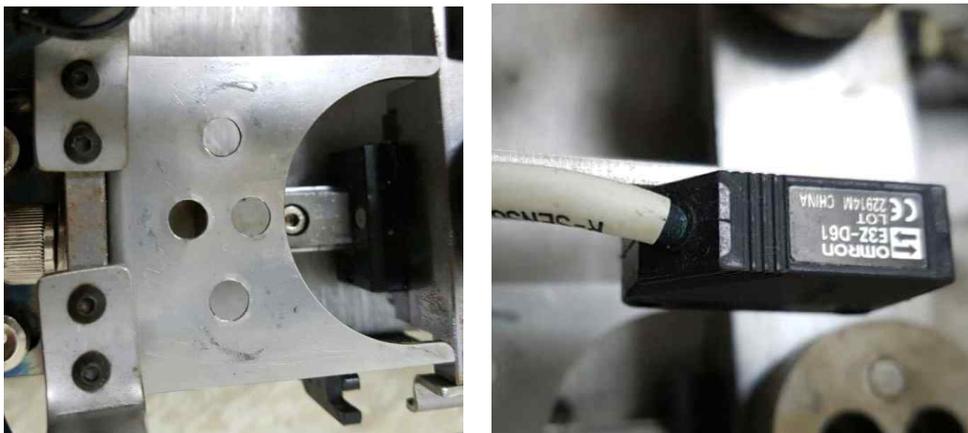


<그림 4-2> 3만 번 테스트 후 Gripper 홀더 및 sensor

3만 번의 테스트 후 측정 결과 <그림 4-1>와 같이 기기에 전체적으로 이상이 없었으며 <그림 4-2>에서 알 수 있듯이 Gripper 홀더와 sensor에는 결함이 발생하지 않았다.



〈그림 4-3〉 5만 번 테스트 후 테스트기



〈그림 4-4〉 5만 번 테스트 후 Gripper 홀더 및 sensor

5만 번의 테스트 후 측정 결과 〈그림 4-3〉와 같이 기기에 전체적으로 이상이 없었으며 〈그림 4-4〉에서 알 수 있듯이 Gripper 홀더와 sensor에는 결함이 발생하지 않았다.



<그림 4-5> 8 만 번 테스트 후 테스트기



<그림 4-6> 8만 번 테스트 후 Gripper 홀더 및 sensor

8만 번의 테스트 후 측정 결과 <그림 4-5>와 같이 기기에 전체적으로 이상이 없었으며 <그림 4-6>에서 알 수 있듯이 Gripper 홀더에는 아무런 결함이 발생되지 않았지만 sensor에 나사풀림 현상이 발생했다.



<그림 4-7> 10만 번 테스트 후 테스트기



<그림 4-8> 10만 번 테스트 후 Gripper 홀더 및 sensor

10만 번의 테스트 후 측정 결과 <그림 4-7>와 같이 테스트기에 전체적으로 이상이 없었으며 <그림 4-8>에서 알 수 있듯이 Gripper 홀더역시 이상이 없었다. 하지만 sensor에는 나사풀림이 심해지고 sensor에 불이 들어오지 않아 인식을 하지 못하는 현상이 생겼다. 8만 번째 발생 하였던 나사풀림 현상이 지속 되었다.

테스트 횟수	Gripper 홀더 결함 여부	sensor 결함 여부	테스트기 결함 여부
3만 번 테스트	.	.	.
5만 번 테스트	.	.	.
8만 번 테스트	이상 있음	.	.
10만 번 테스트	이상 있음	이상 있음	.

〈표 4-1〉 측정 결과

〈표 4-1〉에서 볼 수 있듯이 총 5 번의 시험에서 마지막 내구성 TEST에서 두 가지의 결함이 발생하였다. 처음 8만 번의 시험과 마지막 시험인 약 10만 번에서 Gripper의 홀더의 판의 연결 부분에서 처음 설계 할 당시 이상이 없다고 판단하였으나, 두께가 반복 하중을 받으면서 응력의 집중으로 인해 굽힘이 발생 하였고, 이 굽힘으로 인해 홀더가 기존에 위치하여야 하는 Position에서 이탈을 하는 상황이 발생 하였다.

현재 이와 같은 연결부 부분은 기기에 총 4개가 있으며, 가장 취약지점인 기기 Center 부분에서 가장 먼저 발생하였다. 만약 계속해서 시험을 계속하게 된다면, 약 7번의 시험에서 기기의 양 끝단 부분에서도 취약하게 될 것이고, 향후 발생 할 수 있는 상황으로 계속해서 시험을 하게 된다면, 홀더가 하중을 견디지 못하고 부러질 가능성이 높다. 이러한 결함에 대한 해결 방안으로 가장 좋은 점은 홀더 부분의 연결부의 두께를 키워 안전율을 높이는 것이 가장 효율적인 해결 방안이다.

또한 같은 10만 번의 왕복 운동을 하면서 Sensor의 고정나사가 많이 풀렸다. 이러한 상황이 발생하여 Sensor에 불빛이 생기지 않는 현상이 생겨 기기가 시험을 하면서 작동이 중지되는 현상이 발견되었다. 이러한 현상의 주요 원인으로 기기가 작동을 하면서 진동이 발생하게 되고, 이 진동으로 인해 나사의 조임이 느슨해지면서, 나사가 풀리는 현상이 발생하게 된다.

이 현상의 해결 방안으로 기기가 작동을 하기 전 나사의 조임을 확인하고 풀림 현상이 예상되는 나사에 너트 등의 조임을 강화 할 수 있는 부품을 조립하게 하면 된다.

앞서 발생한 결함 현상 이외의 다른 부품들은 큰 이상 없이 작동을 하는데 문제가 없었다. 최종적으로 Gripper의 내구성 테스트하는 기기자체를 평가하는 시험에서 약 10만번의 테스트를 하여도 이상 없이 작동을 하였다.

## 제5장 결론

### 제1절 결론

기계공작 시 공구 교환 작업 등을 한 번에 자동으로 수행할 수 있는 복합 공작기계들이 개발되어 산업현장에 널리 이용되고 있다. 과거에는 여러 작업 공정을 거치는 등 하나의 소재를 장시간 가공하여 능률이 좋지 않았지만, 최근에는 하나의 복합 기계가 구멍을 뚫고, 나사를 깎고, 파고, 면을 절삭하는 등 각종의 공작기능을 갖고 있어 작업 능률이 좋다.

자동 공구 교환 작업에 있어서는 여러 공작 기계들을 잘 고정시켜줄 수 있는 Gripper의 내구성이 가장 중요한 사항이므로 Gripper의 내구성을 테스트할 수 있는 M/C를 설계하고, 더 나아가 사출을 이용한 Gripper를 생산하여 제품의 경량화와 원가 절감효과를 얻는 점을 염두에 두고 설계를 진행하였다.

Gripper에 대한 부족한 사전 지식과 인터넷 조사로는 불충분한 관련 자료들을 얻기 위하여 협력 업체의 현장을 방문하였고, 견학을 통하여 관련된 자료들과 지식을 습득한 후 팀의 설계 방향과 목표를 정확하게 선정할 수 있었다.

1. Gripper의 내구성을 테스트하기 위한 M/C를 개발하기 위하여 Gripper의 크기와 소재를 파악하고 최대 테스트할 수 있는 개수와 시간에 중점을 두고 설계를 진행하였다. 또한, Gripper의 소재는 사출을 이용한 플라스틱이란 점과 이로 인해 제품의 경량화와 원가 절감을 가능하게 하였다.

2. 제품의 형상은 양 쪽 두 줄에 3개씩, 총 6개의 Gripper를 장착할 수 있게 하였고, 테스트 M/C가 양 옆을 왕복 운동하면서 Gripper의 내구성을 측정하도록 하였다.

원 시험 평가의 1/5인 10만 번을 목표로 측정을 실시하였고, 2, 3만 번의 측정을 한 후에는 작동을 중단시키고 테스트 M/C 및 Gripper를 검사하여 결함 혹은 이상 증세가 있는지 확인하였다. 총 4번의 검사 끝에 테스트 M/C와 Gripper에는 결함 혹은 이상 증세가 발생하지 않았지만, 제품의 또 다른 중요 부품인 Sensor와 Air Cylinder의 압력에 문제가 발생하였다.

3. Sensor에서 Gripper의 재료 중 하나인 Glass의 광택으로 인하여 기기가 인식하지 못해 작동하지 않는 문제가 발생하였고, Gripper 끝 부분과 Sensor 작동 부분에 색칠을 하여 오류를 해결하였다. 테스트 M/C에 쓰이는 Gripper는 생산 중에 소량만 선별해 테스트하기에 색칠을 하는 데 이상이 없었다.

4. Air Cylinder의 압력에 대한 오류가 발생하였다. 첫 테스트 시 약 0.5Mpa에서 기기를 작동시킨 경우 공구 Tool의 속도가 Counter를 할 때의 기존 예상 작업 속도에 비해 현저히 뒤쳐진다는 것을 알게 되어 선정하지 않았고, 약 0.75Mpa를 주었을 시 공구 Tool의 이동 속도가 매우 빨라 Counter의 기능에 일부 문제가 발생하는 것을 알 수 있었다. 마지막으로 약 0.6Mpa로 작동하였을 때 기존 작업 속도와 Counter의 기능이 비교적 일치하여 압력 값을 0.6Mpa로 선정하게 되었다.

5. 측정 결과 <표 4-1>와 같이 5만 번까지는 기기에 이상이 생기지 않았다. 8만 번째의 테스트 진행 중 Gripper 홀더 부분에 문제가 발생 하였고, 10만 번째는 Sensor와 Air Cylinder의 압력에 문제가 발생하였다. 따라서 목표치인 50만 번 이상의 측정을 위해서는 향후 좀 더 기기의 보완 및 검토가 필요하다.

완성된 제품은 기존의 테스트 M/C와 달리 여러 개의 Gripper를 한 번에 측정할 수 있는 점에서 작업 능률이 향상되었음을 알 수 있다. 그리고 협력 업체에서 바로 사용 가능하도록 설계했다는 점이 만족스러웠다. 하지만 향후 더욱 발전시켜야 할 부분이 있다.

우선 팀에서 제작한 테스트 M/C는 자동 공구 교환의 한 부품인 Gripper의 한 종류만을 테스트할 수 있다는 점이다. 다른 종류의 Gripper를 테스트하기 위해서는 그 Gripper의 크기와 소재에 맞게 다른 제품을 설계 및 제작 하여야 한다.

또한, Gripper는 사출을 이용하여 제품의 경량화와 원가 절감을 이루어낼 수 있었지만, 다른 부속 부품인 지지대와 베이스 등은 다른 재료를 이용하였기 때문에 무게가 많이 나간다는 점이다. 이런 문제점을 해결하기 위해서는 테스트 M/C가 작동하고, 측정을 하는 동안 파손 혹은 결함이 발생하지 않으면서 좀 더 무게를 낮출 수 있는 재료를 선정해야 한다. 이런 식으로 문제점을 개선할 수 있다면 재질과 두께, 크기 등을 조절하여 무게를 최대한 낮추고, 가격도 저렴한 동시에 작업 능률도 상승하는 효과를 얻을 수 있어 현재의 제품보다 훨씬 뛰어난 제품이 완성될 것으로 판단된다.

## 제2절 총평

이번 기계설계 프로젝트는 Mold Flow를 이용한 Gripper 해석, 내구성 테스트기의 모든 부분을 2D와 3D 모델링을 이용하여 설계하였다. 그것을 토대로 제품을 완성시켜 작동해보면서 sensor의 문제점을 해결하고, 압력을 조절하여 공압의 문제점도 해결하는 등 목표를 도출하였다. 하지만 팀의 목표를 달성하기까지 여러 과정을 겪고 해결해 나가면서 공학도로서 배

운 지난 4년의 시간이 헛되지 않음을 느낄 수 있었고, 역학적 지식이 중요하다는 것을 깨달았다. 비록 프로젝트가 처음 계획하였던 방향으로 잘 이루어지지 않았지만, 서로의 의견을 잘 규합하고, 조언을 듣고 피드백을 받으면서 문제를 하나하나 해결할 수 있게 된 것을 보고 사회와 직장에서 이루어지는 모든 일들이 이러한 과정을 통해 나아가고 있다는 것을 간접적으로 경험할 수 있었다.

약 30주차 동안 기계 설계 프로젝트를 진행하면서 많은 것들을 배울 수 있었다.

제일 처음 Busing bonding M/C를 시작할 때만 해도 아무 어려움 없이 잘 진행되어 가는 것 같았지만 기업의 사정으로 인해 중단되면서 큰 어려움을 겪었다. 하지만 다행히 기업 내에서 2016년부터 진행 예정이었던 프로젝트를 본 팀과 앞당겨 진행하게 되었고, 계속해서 프로젝트를 진행할 수 있게 되었다. 그리고 프로젝트를 진행하면서 있었던 어려움 중 하나는 서로의 의견차였다. 서로 생각하는 것이 달라 의견들이 분분했지만 토론을 통해 서로의 문제점을 제시하고 부족한 부분을 함께 채워주며 최적의 설계방향으로 이끌어나갔다. 또 부족했던 경험과 지식들이 많았는데 모두 함께 정보를 찾으며 공부하고, 교수님들께 자문을 받으며 새로운 내용을 배울 수 있게 되었다.

마지막으로 항상 신경 써주시고 응원해주신 임 학규 교수님과 4년 동안 모자란 저희를 잘 가르쳐주신 다른 모든 교수님들께 감사의 말씀을 드립니다.

## [참고문헌]

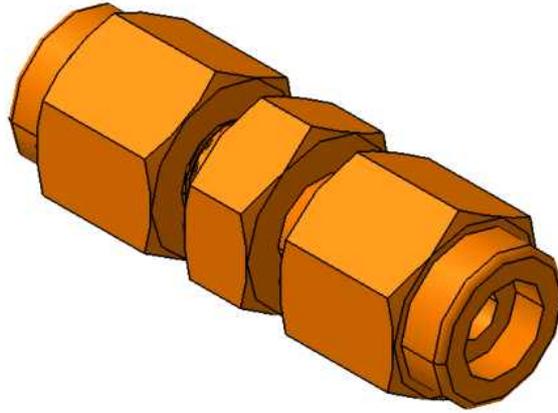
[1] 고재철, 안기원, 이대섭 등 2012, 『CATIA V5 기본모델링』, 온솔루션인티그레이션 출판.

[2] 박동수, 2012, “자동 공구 교환 장치의 복합 공구 Gripper”, 대한민국 특허실용(출원번호 10-2012-0113800), 특허청.

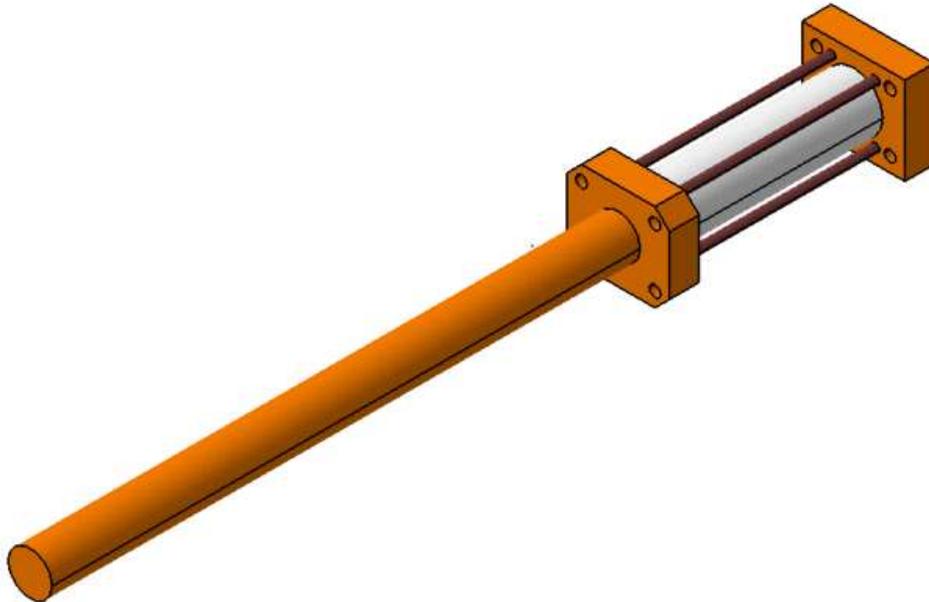
[3] 박준영, 2006, “공구 이탈 방지용 Gripper”, 대한민국 특허실용(출원번호 10-2006-0004361), 특허청.

[부록]

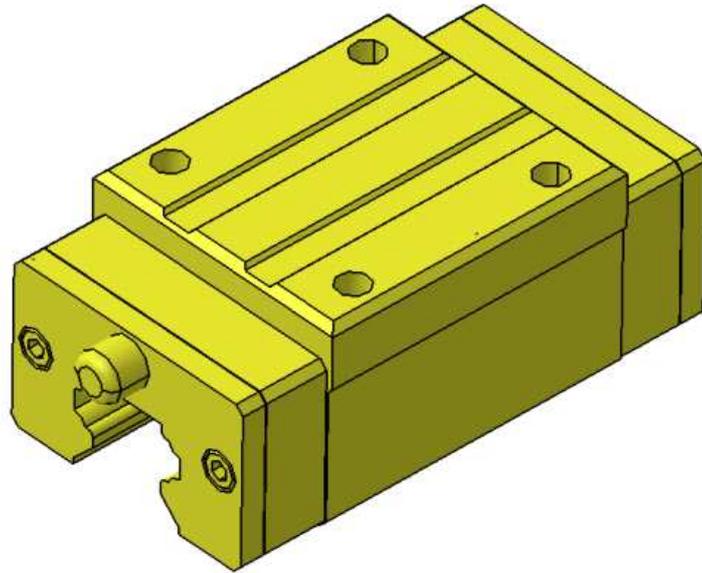
3D 모델링



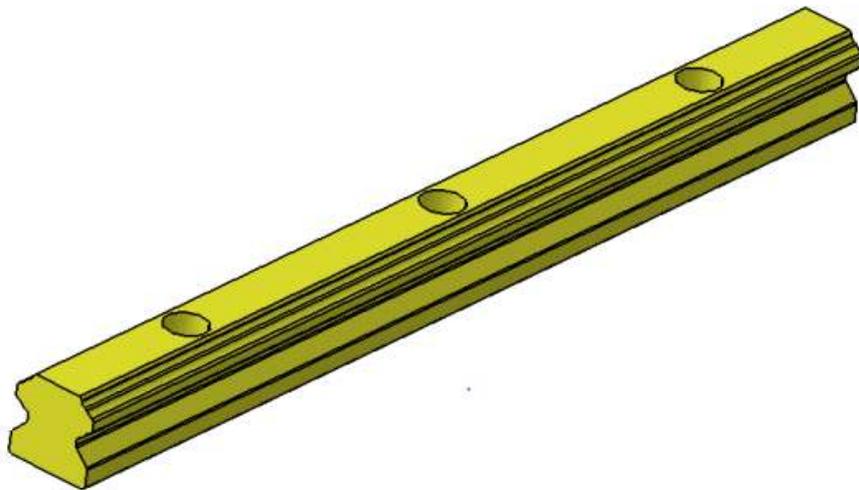
부품 명(名)	볼트와 너트
---------	--------



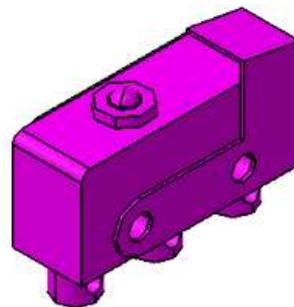
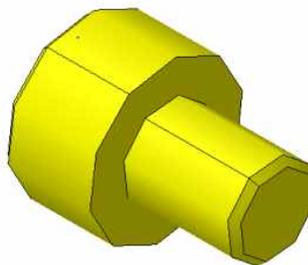
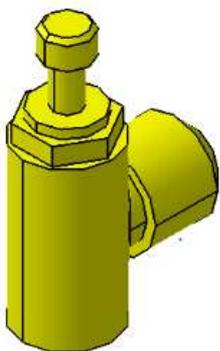
부품 명(名)	Air Cylinder
---------	-----------------



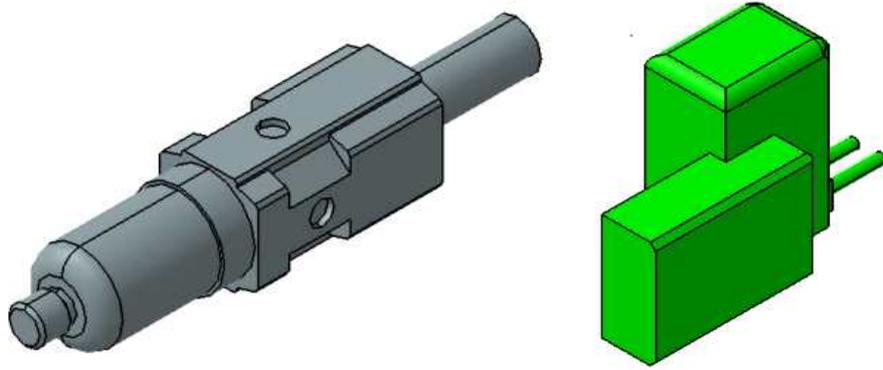
부품 명(名)	공구 Tool 받침
---------	---------------



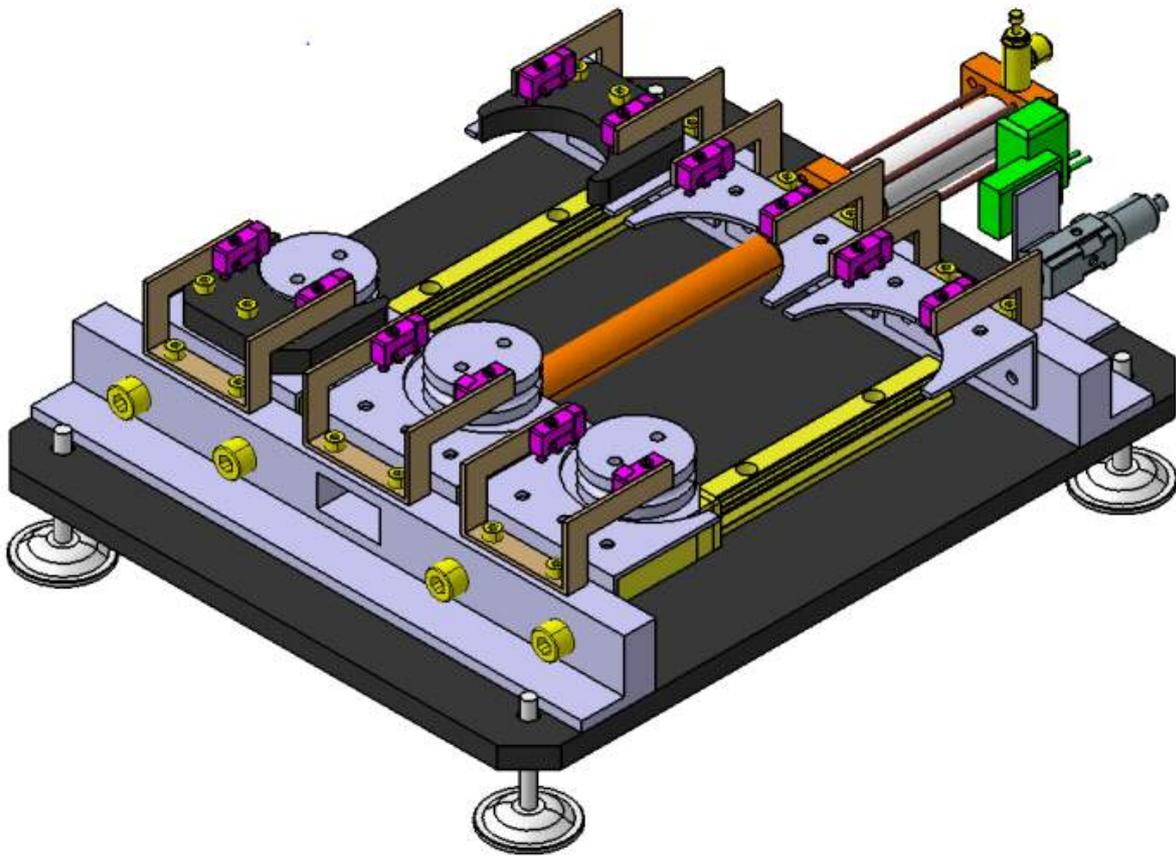
부품 명(名)	LM Guide
---------	----------



부품 명(名)	Sensor
---------	--------



부품 명(名)	압력 조절기
---------	--------



부품 명(名)	전체적인 완성도
---------	-------------

