

# 2016학년도 기계설계프로젝트 최종 보고서

과제명 : 댐핑 시스템 캐터필러  
(2015년 9월 1일 ~ 2016년 6월 15일)

팀명: C.E(Creative Engineers)

기계공학 설계프로젝트 최종보고서를  
붙임과 같이 제출합니다.

2016. 6. 15.

대구대학교 기계공학부(기계공학전공)

# 제 출 문

대구대학교 기계공학부 학부장 귀하

본 보고서를 대구대학교 기계공학부 설계프로젝트 과제 “댐핑 시스템 캐터필러”의 결과보고서로 제출합니다.

(과제기간 : 2015. 9. 1 ~ 16. 6. 15)

2016. 6. 15.

담당교수 : 이 동 활 (인)

대표학생 : 이 희 철 (인)

참여학생 : 신 정 희 (인)

정 혜 인 (인)

우 상 결 (인)

유 민 호 (인)

# 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 내려받기(download)하여 대체하지 않았습니다.
3. 본인은 보고서에 참고자료를 인용할 경우 원본의 출처를 반드시 표시하였습니다.

2016. 6. 15.

대표학생 : 이 희 철 (인)

참여학생 : 신 정 희 (인)

정 혜 인 (인)

우 상 결 (인)

유 민 호 (인)

# 목 차

최종보고 요약문 .....	1
요약1 부품 및 제작비 사용내역 (반드시 포함해야 함) .....	2
요약2 설계구성요소 일람 (반드시 포함해야 함) .....	4
요약3 현실적 제한요소 일람 (반드시 포함해야 함) .....	5
제1장 과제내용 및 목표 .....	6
제1절 목적 및 필요성 .....	6
제2절 과제의 목표 .....	6
제3절 기대효과 및 활용방안 .....	7
제2장 개념설계 및 상세설계 .....	8
제1절 개념설계 .....	8
제2절 설계 보완 .....	9
제3절 상세설계 .....	22
제4절 전문가 자문 .....	23
제3장 제작 .....	26
제1절 제작 .....	26
제4장 시험 및 평가 .....	31
제1절 시험 요구조건 .....	31
제2절 시험결과 .....	34
제5장 결론 .....	36
제1절 문제점 분석 및 처리결과 .....	36
제2절 총평 .....	37
부록 .....	38
부록1 첫 번째 부록 .....	38
부록2 보고서 후기 .....	49

## 아이디어 시트 (요구기능 정의)

아이디어 명칭	<b>댐핑 시스템 케터필러</b>	
요구 기능	작성자 : 이희철, 정혜인	작성일 : 2015. 12. 10
<p>1.완충기능(댐퍼)</p> <p>2.주행기능(직진,좌우,제자리회전)</p> <p>3.RF무선 리모컨 컨트롤 기능</p> <p>4.DC모터 가감속 제어 기능</p> <p>5.비상스위치 정지 기능</p>	<p>개념도(손그림)</p>	
필요기술		
<p>1.댐퍼시스템 설계기술</p> <p>2.가감속 모터 제어 기술</p> <p>3.리모컨 제작 기술(통신제어)</p>		

## 기계설계프로젝트 과제목표설정

시제품명	댐핑 시스템 캐터필러	담당교수	이동환 교수님 (인)
------	-------------	------	-------------

기능/성능	정량적 목표	시제품 사양																
1.완충기능(댐퍼) 2.주행기능(직진,좌우,제자리회전) 3.RF무선 리모컨 컨트롤 기능 4.DC모터 가감속 제어 기능 5.비상스위치 정지 기능	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>목표</th> <th>C.C팀</th> <th>C.E</th> <th>측정기</th> </tr> <tr> <td>중량</td> <td>100kg</td> <td>100kg</td> <td>저울</td> </tr> <tr> <td>장애물 통과 높이</td> <td>0.1m</td> <td>0.1m</td> <td>직접주행</td> </tr> <tr> <td>협로</td> <td>주행 불능</td> <td>자갈, 모래, 계단</td> <td>직접주행</td> </tr> </table>	목표	C.C팀	C.E	측정기	중량	100kg	100kg	저울	장애물 통과 높이	0.1m	0.1m	직접주행	협로	주행 불능	자갈, 모래, 계단	직접주행	<ul style="list-style-type: none"> <li>●주행속도 : 3km/h</li> <li>●제품중량 : 100kg</li> <li>●모터 : MY7712GZ200W-24V</li> <li>●배터리 : 12v 12Ah</li> <li>●크기 : 970*840*250(mm)</li> <li>●무선 리모컨</li> </ul>
목표	C.C팀	C.E	측정기															
중량	100kg	100kg	저울															
장애물 통과 높이	0.1m	0.1m	직접주행															
협로	주행 불능	자갈, 모래, 계단	직접주행															
필요기술	스케치도면																	
1.댐퍼시스템 설계기술 2.가감속 모터 제어 기술 3.리모컨 제작 기술(통신제어)		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>전원전압</td> <td>3.3V~9V</td> </tr> <tr> <td>소모전류</td> <td>송신&lt;50mA 수신&lt;35mA</td> </tr> <tr> <td>주파수</td> <td>2.5kHz</td> </tr> <tr> <td>송신출력</td> <td>10mW(10dBm)</td> </tr> <tr> <td>통신 장비</td> <td>RS-232</td> </tr> <tr> <td>시리얼 통신</td> <td>1200~38400bps</td> </tr> </table>	전원전압	3.3V~9V	소모전류	송신<50mA 수신<35mA	주파수	2.5kHz	송신출력	10mW(10dBm)	통신 장비	RS-232	시리얼 통신	1200~38400bps				
전원전압	3.3V~9V																	
소모전류	송신<50mA 수신<35mA																	
주파수	2.5kHz																	
송신출력	10mW(10dBm)																	
통신 장비	RS-232																	
시리얼 통신	1200~38400bps																	

팀명	C.E(Creative Engineers) (이희철, 유민호, 신정희, 이상걸, 정혜인)	작성일	2015.12.10
----	---	-----	------------

# 최종보고 요약문

과제명	댐핑 시스템 캐터필러
팀명	C.E(Creative Engineers)
팀원	팀장 : 이희철 팀원 : 정혜인, 신정희, 유민호, 이상걸
과제기간	2015년 9월 1일 ~ 2016년 6월 15일

## 1. 개발내용 및 목표

항목	목표	단위	측정방법	측정횟수
중량	100	kg	저울	5회
협로	, 자갈, 모래	-	직접주행	5회
장애물 통과높이	0.1	m	직접주행	5회

## 2. 개념설계 및 상세설계

### 1) 개념설계

초기 설계 결과	현재 설계 결과

## 3. 제작



## 4. 시험 및 평가

항목	장소	이동 시간	평가 시간	횟수	목표	결과
자갈	3호관 뒤 자갈밭	10분	30분	5회	전진, 후진	○
장애물 통과	3호관 뒤 주차장	5분	30분	5회	0.1m	○
모래	6호관 옆 화단	10분	30분	5회	전진, 후진	X
직진주행	6호관 복도	10분	15분	5회	코스이탈 1°미만	○
후진주행	6호관 복도	-	15분	5회	코스이탈 1°미만	X
속도측정	6호관 복도	-	15분	5회	3km/h(±5%)	X
총 중량	연구실	5분	10분	2회	100kg(±5%)	○
날짜 : 2016. 05. 16		40분	2시간 25분	17시30분 ~ 20시 35분(3시간 5분)		

## 5. 결론

- 초기 설정한 정량적 목표와 성능평가를 비교해 보았을 때, 7가지 항목 중 4가지 항목이 만족함으로 60%정도 목표를 달성했다.

## 요약 1. 부품 및 제작비 사용내역

순번	부품 구매 및 제작 내용 상세	참조페이지	소요예산(원)
1	DC모터 드라이브(DCMD-100-D) × 2개	-	99,000
2	AVRCAN128모듈(AM-CAN128PRO) × 2개	-	66,000
3	SMH200-03 × 10개	-	550
4	SMH200-04 × 10개	-	550
5	SMH200 클립프 × 100개	-	11,000
6	캔통신 드라이버(MCP2551-I/P) × 10개	-	13,750
7	Muti-Channel AFSK 모뎀 × 2개	-	103,400
8	블루투스 통신모듈(HC05) × 2개	-	17,600
9	WAM-4xxXSS 테스트 보드 × 2개	-	52,800
10	1/4 Ramda Whip Antenna × 2개	-	13,200
11	무선조종기(WFT07 2.4GHz 7채널 디지털 조종기) × 1개	-	178,200
12	DC모터 드라이버(MW-MDC24D100D) × 2개	-	363,000
13	DC모터 드라이버(DCMD-400-D) × 3개	-	224,400
14	SS26(B1-6X2) × 100개	-	17,600
15	IRFR1205(C2-5X2) × 50개	-	55,000
16	7805(T0-220)(A1-8X6) × 10개	-	2,750
17	FC-1(for 9V)Pin(J2-5X3) × 1개	-	1,430
18	MR2-111-C4-BB2(J2-4X2) × 1개	-	418
19	UL-AWG22(흑, 적, 청, 백) × 4개	-	36,080
20	Arduino pro mini ATMEGA328P 5V/16M × 4개	-	22,000
21	Arduino Uno(R3) 호환보드 × 4개	-	31,680
22	팝너트 작은머리 주름형 M8(2-4X1[03]) × 20개	-	2,640
23	유두머리 렌치볼트 머신스크류 M8*15 × 20개	-	3,014
24	PG 핀터미널 S1.5(빨강 23mm) × 20개	-	968
25	BR-1150PD(12핀) × 2개	-	7,876
26	BR-1300C(4핀) × 2개	-	2,200
27	F16-A12R(비상스위치) × 1개	-	16,610
28	9V 배터리 홀더(SBH-FC-1(9VAS)) × 1개	-	1,760
29	M6*20 볼트 × 100개	-	13,200
30	M6 너트 × 100개	-	3,300

31	육각홀붙이 볼트(CB8-130) × 20개	-	67,100
32	와이어 코일 스프링WH(30%변형) × 20개	-	34,320
33	칼라입 도전고무다리 × 100개	-	806,300
34	Side Part 재가공(태용정밀)	29p	1,210,000
35	댐퍼 작용축 가공(태용정밀)	30p	
36	고정축 재가공(태용정밀)	31p	
<b>총 액</b>			<b>3,479,696</b>
예산지원 사업목록	<ul style="list-style-type: none"> <li>건설기계부품 특성화트랙 부품/시제품 제작비: 4,500,000</li> </ul>		

## 요약 2. 설계구성요소 일람표

구 분	적용 내용	적용 여부	적용	
설 계 구 성 요 소	설계 목표 설정	기존 C.C팀이 제작한 “다양한 지반에서 주행이 가능한 축소형 크롤러”를 업그레이드 하는 것으로 양쪽 크롤러 부분을 재 설계 및 가공 하여 댐핑시스템을 구현하도록 할 것이다. 초기의 목표였던 다양한 지반에서 주행이 가능할 뿐만 아니라, 새로히 추가된 댐핑시스템으로 의해 제품에 가해지는 외부적 충격으로 인한 부담을 줄여 작업자의 피로도를 줄이고 조금 더 원활한 주행이 가능하게 하여 실제 건설장비 용도에 참고하여 교육할 수 있도록 제품의 능력을 끌어올릴 계획이다.	0	0
	합성	진행 중인 프로젝트의 제품인 “댐핑시스템 크롤러”의 경우 처음부터 설계하여 치수 및 사양을 정할 수 있는 점과 달리 과년도 과제를 이어 받아한다는 점에서 한정되어있는 치수 및 사양에서 재설계해야 하므로 학과과정에서 배운 지식의 연장선으로 생각하여 우리의 능력을 조금 더 다질수 있는 주제이다.	0	0
	분석	과년도 작품이었던 “다양한 지반에서 주행이 가능한 축소형 크롤러”는 이미 제품이 제작되어 완성되어 있는 상태이므로 재설계하는데 있어 제품의 크기나 사양이 한정적이므로 주어진 조건에 최대한의 효율을 끌어내기 위한 댐핑시스템 설계를 하는것에 목적이 있다. 최대한 기존 제품의 형태를 고려하여 댐핑시스템을 지금까지 배운 기계공학적 지식을 활용하여 최적화된 설계를 하도록 하겠다.	0	0
	제작	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Side plate를 댐핑시스템을 적용하기 위한 구조로 재가공하여 제작한다.(외주가공)</li> <li>-기존의 아이들러 8중 6개를 재가공하여 Side plate 를 서로 고정시켜주는 부품으로 제작한다. (외주가공)</li> <li>-설계한 댐핑시스템 축을 연마봉으로 외주 가공 후 가이드라인 역할을 할 볼트와 댐핑효과를 나타낼 스프링을 결합하여 제작한다.</li> </ul>	0	0
	시험	<ul style="list-style-type: none"> <li>-경사주행을 평가할 때, 시운전한 경사의 각도를 측정하기 위해서 자2개를 사용하여 수직방향과 수평방향으로 각도를 90도를 이루며 길이를 측정하여 피타고라스의 정리를 활용하여 빗변의 길이를 측정하고 코사인을 사용하여 경사의 각도를 계산하였다.</li> <li>- 속도를 측정하기 위해서 일정 주행거기를 자를 이용하여 측정하고, 시계를 사용하여 일정 거리를 이동하는데 걸린 시간을 측정하여 속도를 측정하였다.</li> </ul>	0	0
평가	- 초기목표로 설정하였던 총 중량을 2.5kg 초과하였고, 험로주행 중 자갈에서는 무리없이 주행하였으나 모래에서는 주행을 할 수 없었다. 장애물 0.15m를 통과하여 계획하였던 0.1m를 충분히 달성하였음을 확인할수 있다.	0	0	

### 요약 3. 현실적 제한조건 일람표

구 분	적용 내용	적용 여부	적용	
	원가	-	X	X
	안전성	<p>댐핑시스템 크롤러로 업그레이드 하면서 주행중에 차체가 받는 부담이 완화되어 작업자가 보다 편안한 환경에서 작업을 할 수 있기에 피로감과 부담감이 줄어들 수 있기에 댐핑시스템 크롤러를 고안하게 되었다. 과년도 제품인 “다양한 지반에서 주행이 가능한 축소형 크롤러는” 실제 제품의 1/3 축소형으로 제작되어진 점에서 댐핑시스템을 새로이 추가한다면 건설장비용으로 사용할 수 있는 단계에 근접하였다고 판단된다.</p>	O	O
현 실 적 제 한 조 건	신뢰성	<p>과년도에 C.C팀에서 차체부분의 CAE해석을 통해 적재하중 1500Kg까지 가능하는 결과를 얻어냈기에 제품의 구조적 안전성을 확보했다고 판단한다. 댐핑시스템에 의한 원활한 주행에 대해선 제품의 시운전을 통해 확인하고자 한다.</p>	O	O
	윤리성	<p>차체가 받는 외부 충격을 완화시킨다는 점에서 작업자의 피로를 줄여주어 안전성이 높아지고 작업의 효율이 높아질 수 있어 댐핑시스템 크롤러를 고안하게 되었다.</p>	O	O
	미학	-	X	X
	사회에 미치는 영향	<p>기존 제품의 크기에서 1/3 축소와 댐핑시스템이 결합됐다는 점에서 작업공간을 다양하게 볼 수 있고, 차체에 작용하는 외부충격에 의한 진동이 줄어들어 작업자의 피로가 줄어들어 현장에서의 사고가 줄어들 것 이므로 안전성이 높아질 수 있다. 이와 같이 실제 산업현장에서도 응용을 할 수 있고 축소형 제품이기 때문에 건설기계 입문자들에게 교육목적의 용도로도 사용이 가능하다.</p>	O	O

# 제 1장 과제내용 및 목표

## 제1절 목적 및 필요성

### - 과제개발의 목적

일상생활에서 공사현장을 보게되면 무한궤도 크롤러를 사용한 중장비들이 중요하게 사용되고 있음을 한 눈에 확인할 수 있다. 공사현장은 일반 아스팔트와는 다르게 흙, 자갈, 모래 등으로 안정적인 주행이 어렵고 사고의 확률이 더 높은 험지로 이루어져 있다. 이러한 작업 현장에서 사용하는 무한궤도 크롤러의 안전성과 작업자의 작업 환경을 개선하기 위해 크롤러의 고무바퀴를 통해 접지력을 높이고, 충격완화 댐핑시스템을 개발하는데 주안점을 두었습니다.

댐핑시스템 캐터필러의 경우에는 기존의 구조해석, 모터선정 및 축 설계등이 완료된 상태에서 학부과정에서 배워온 2D Auto CAD를 통한 도면의 재수정과, 3D CATIA를 통한 형상의 재모델링, 기계설계요소를 통한 적합한 볼트·너트·스프링을 선정하였고 메카트로닉스로 기존의 팀이 완성시키지 못한 크롤러 본체와 리모컨의 블루투스 통신 및 AVR Studio 프로그램을 통해 리모컨 조작 프로그래밍을 완성시켜 원격조종 가능한 댐핑시스템 캐터필러를 만들어 낸다면 축소화된 크롤러를 통해 실제크기의 크롤러의 작동 원리를 학습할 수 있으며, 축소판으로 완성된 댐핑 시스템을 본래의 크기의 모습에서도 댐핑 시스템을 도입하여 험지에서 작업하는 경우 안전성과 작업자의 작업 환경개선을 이루어 낼 수 있다.

### - 필요성

소형화한 크롤러에 댐핑시스템을 설계하고 제작하여 성능을 테스트함으로써, 실제 크기의 크롤러에 댐핑시스템을 도입하게 된다면 험로에서 작업이 많은 크롤러가 작업함에 있어 고무바퀴로 높은 접지력으로 안전하게 작업할 수 있고, 완충작용으로 인해 작업자의 환경을 개선시켜 피로를 줄여 작업의 효율을 높일 수 있다.

## 제2절 과제의 목표

항목	목표	단위	측정방법	측정횟수
중량	100	kg	저울	5회
험로	, 자갈, 모래	-	직접주행	5회
장애물 통과높이	0.1	m	직접주행	5회

### 제3절 기대효과 및 활용방안

공사현장은 기본적으로 험지로 이루어져 있으며, 자갈·현장에서 발생하는 쓰레기나 공사사재 등과 같이 크롤러가 주행을 하다가 지나게 되는 장애물들이 많이 발생하는 환경에 놓여 있다. 이러한 환경에서 완충작용을 하는 댐핑시스템이 설계되어 있으므로 공사현장에서 크롤러의 안정성을 높일 수 있으며, 작업하는 작업자에게 충격에 의한 피로가 줄어들기 때문에 작업환경이 개선되어 작업의 효율을 높일 수 있을 것으로 기대된다. 소형화로 제작한 저희 팀의 크롤러가 원래의 크기의 모델에 적용하여 완충작용이 우수한 크롤러가 제작 되어 진다면, 크롤러 상부에 브레이커, 버켓, 리퍼 등의 다양한 어태치먼트를 결합시켜 다양한 험로와 위험한 지반에서의 작업에서의 안정성이 우수한 제품들을 생산하는 데에 활용 할 수 있다.

## 제2장 개념설계 및 상세설계

### 제1절 개념설계

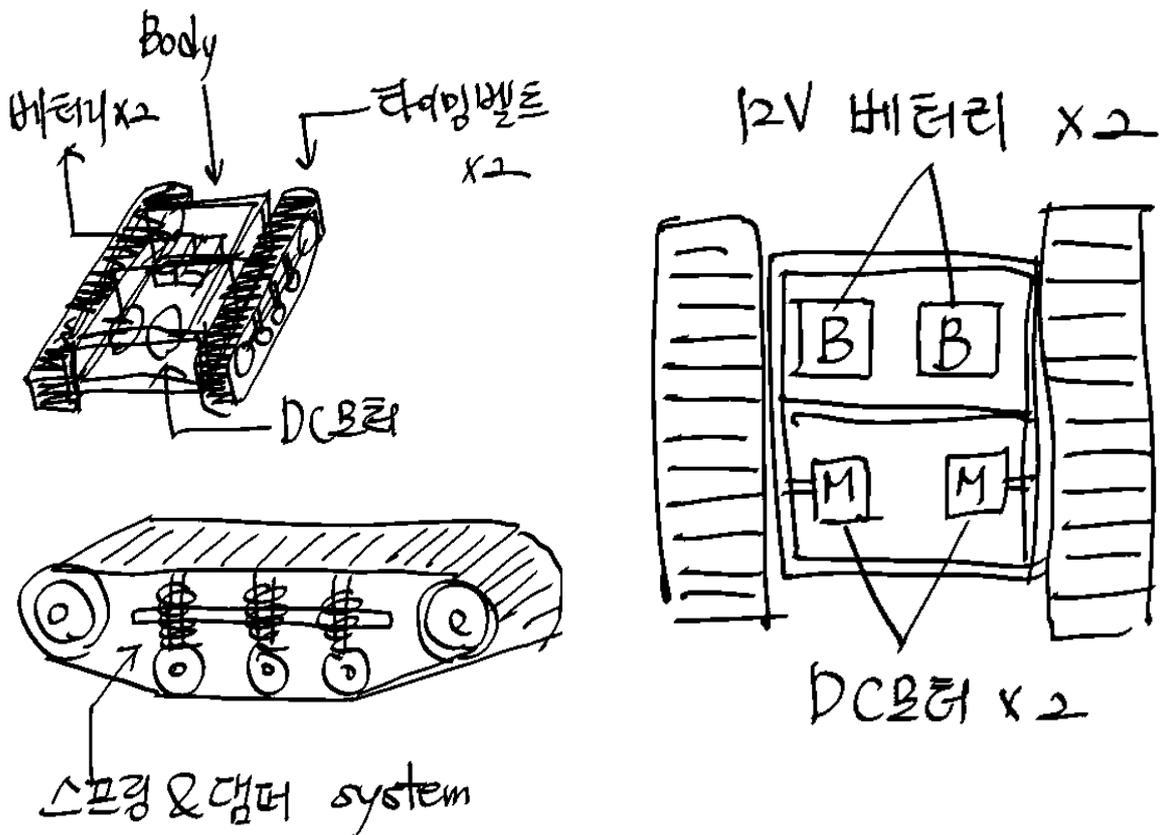
#### 1. 이론적 배경

우리가 제작하고자 하는 크롤러는 일반적으로 포장되어 있는 도로가 아닌, 모래·자갈 등이 많은 건설현장과 같은 비포장 도로에서 구동되어 진다. 크롤러는 고무바퀴보다 바닥과 닿는 면적이 넓기 때문에 그만큼 고무바퀴보다 더 큰 접지력으로 비포장 도로에서 안정적으로 작업을 할 수 있도록 설계되어지며, 크롤러 체인부에 고무바퀴를 결합하여 접지력을 더욱 높여 좀 더 안정적인 작업이 가능하도록 합니다.

저희는 기존의 C.C팀이 제작해 놓은 크롤러에 댐핑시스템을 설계함으로써, 비포장 도로에서 댐핑시스템의 완충작용에 의해 안정성을 더 높이며, 작업자에게 진동에 대한 피로를 줄이는 작업 환경의 개선으로 작업의 효율을 높이는 것에 목적이 있습니다.

먼저 3D Catia 모델링을 통하여 댐핑시스템의 대략적인 형상을 설계를 합니다. 그 뒤 모델링한 형상을 토대로 2D Auto Cad로 도면을 작성하여 부품간의 간섭이 없는지를 확인을 합니다. 그 후 댐핑 시스템에 필요한 볼트·스프링 등과 같은 제품을 규격에 맞게 선정 할 것입니다. 이렇게 기구적인 댐핑시스템 설계가 완료가 된 후 리모컨을 통한 원격 제어를 위한 프로그래밍을 합니다. 무선통신을 활용하여 리모컨의 신호를 본체에 붙어있는 메인회로에서 받아 그 신호에 적합한 전진, 후진, 제자리 회전 등과 같은 구동을 수행 할 수 있도록 합니다.

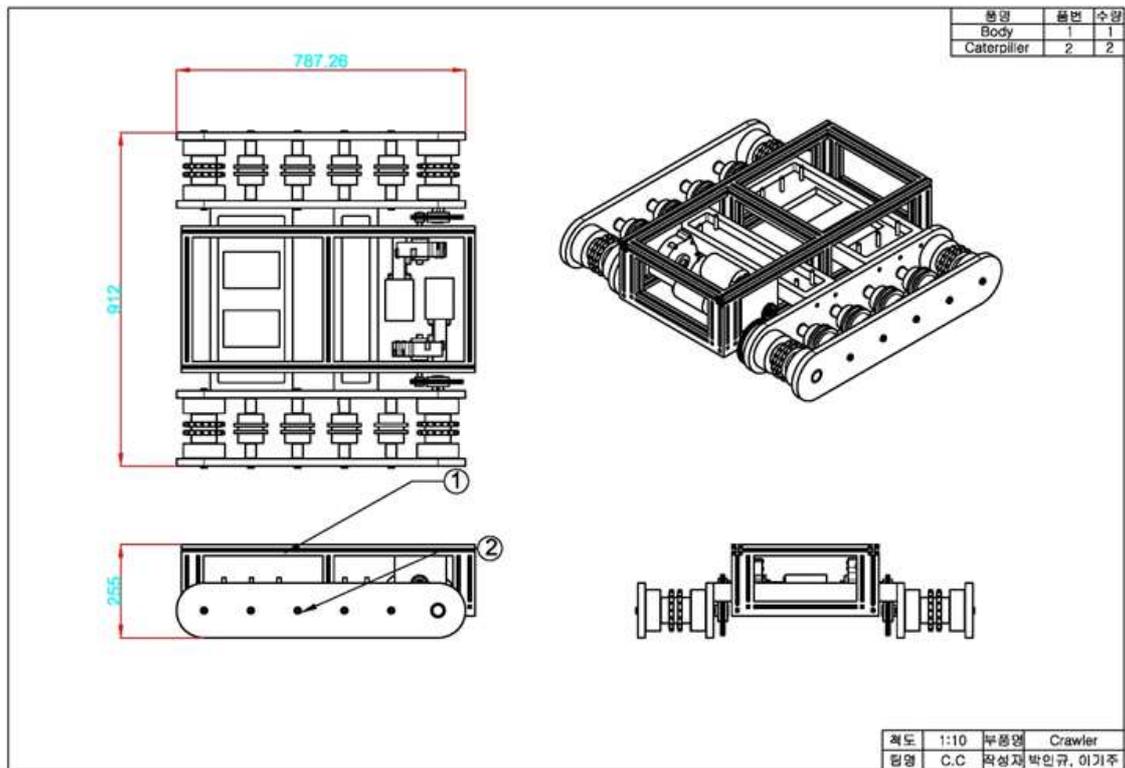
#### 2. 개념도



## 제2절 설계 보완

### 1. 기구설계

기존 C.C팀의 크롤러 모델링



970mm-840mm-250mm

전체적인 크기는 커졌지만, 고무트랙에서 체인으로 교체함으로써 실제 크롤러 모델에 더욱 흡사해졌다. 하지만 보통 체인으로 사용할 시 체인에 부착된 플레이트가 지면과의 마찰력이 적어서 앞으로 전진하는데 어려움이 있다. 그래서 체인에 플레이트를 부착하여 플레이트에 우레탄 코팅을 하려하였으나 제작 여건을 고려하여 차선택으로 체인에 도전고무다리를 부착하도록 설계하였다.

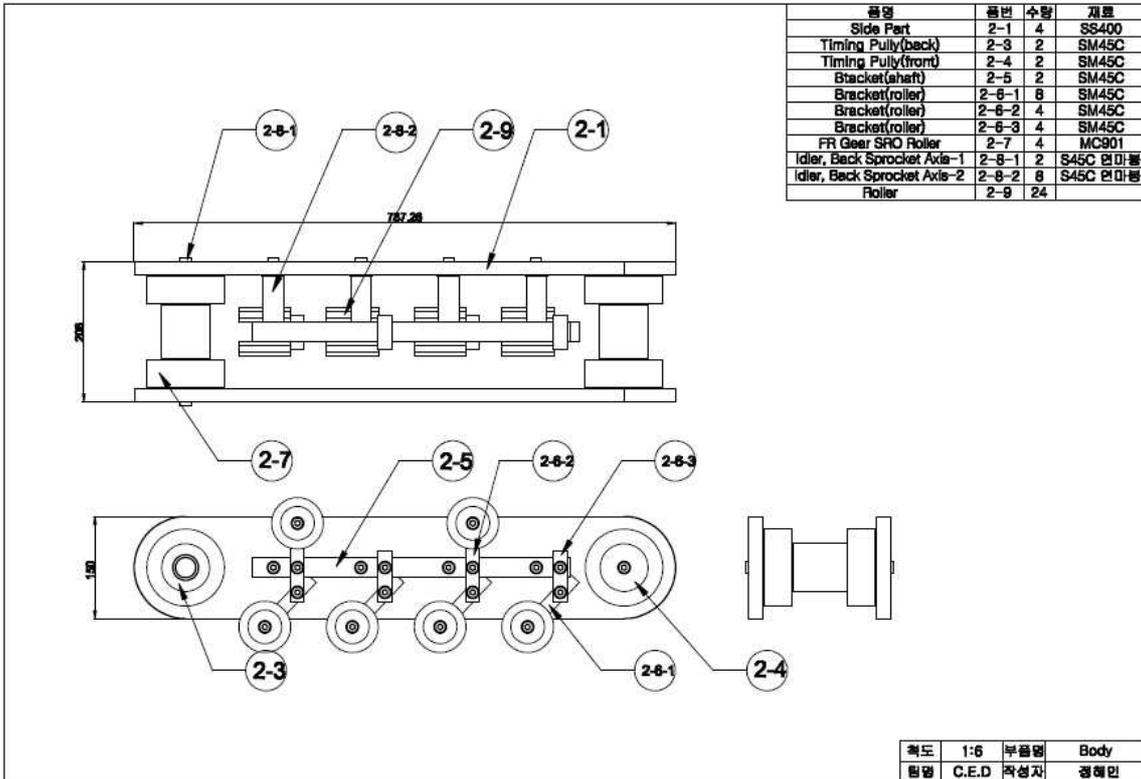
500kg의 하중을 상판에 주었을 때

뒀 = 변위 : max 0.5 mm 좌굴

뒀 = 변위 : max 0.02mm 좌굴

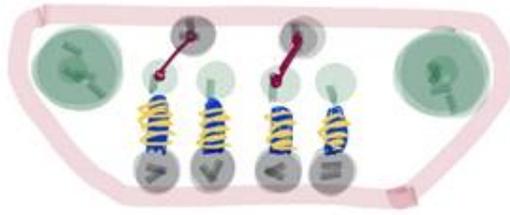
기존에 뒀을 side part에 끼워 볼팅하는 것보다 좌측의 side part와 우측의 side part까지 이어진 뒀을 볼팅하여 더 높은 하중을 버틸 수 있게 설계하였다.

## 댐핑 시스템 초기 도안



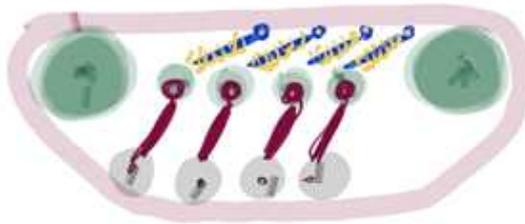
초기 수정된 구동부의 조립도. 현재 팀원으로 구성되기 이전 유민호 학생과 정혜인 학생이 기존의 C.C팀의 크롤러를 캐터필러를 장착하기 위해 작성한 예상 구상도이다. 기존의 캐터필러의 사이드파트는 그대로 유지하면서 고무벨트를 대신하여 타이밍 벨트를 사용할 계획에 의해 타이밍 풀리를 앞뒤로 장착하고, 롤러가 고정되어있어서 하중과 충격에 취약했던 이전과는 달리 댐퍼를 이용한 충격완화 장치를 설치하고 아이들러 간의 블라켓으로 인하여 위치를 고정시키고 핀을 이용하여 롤러의 움직임을 자연스럽게 하였다.

모델링 선별



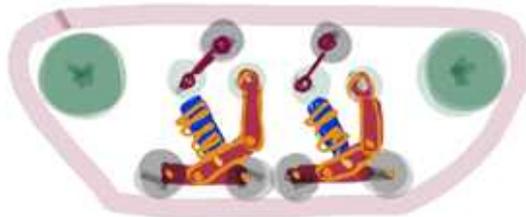
1. 4축 8쇼바 A

기존 C.C팀의 아이들러를 제거한 뒤 축과 쇼바를 수직 연결하여 수직직선운동을 하도록 설계. 가장 기본적인 서스펜션 시스템



2. 4축 8쇼바 B

기존 C.C팀의 아이들러를 제거한 뒤 쇼바를 축 위로 배치하여 고속에서도 안정감 있는 텐션을 줄수 있도록 설계.

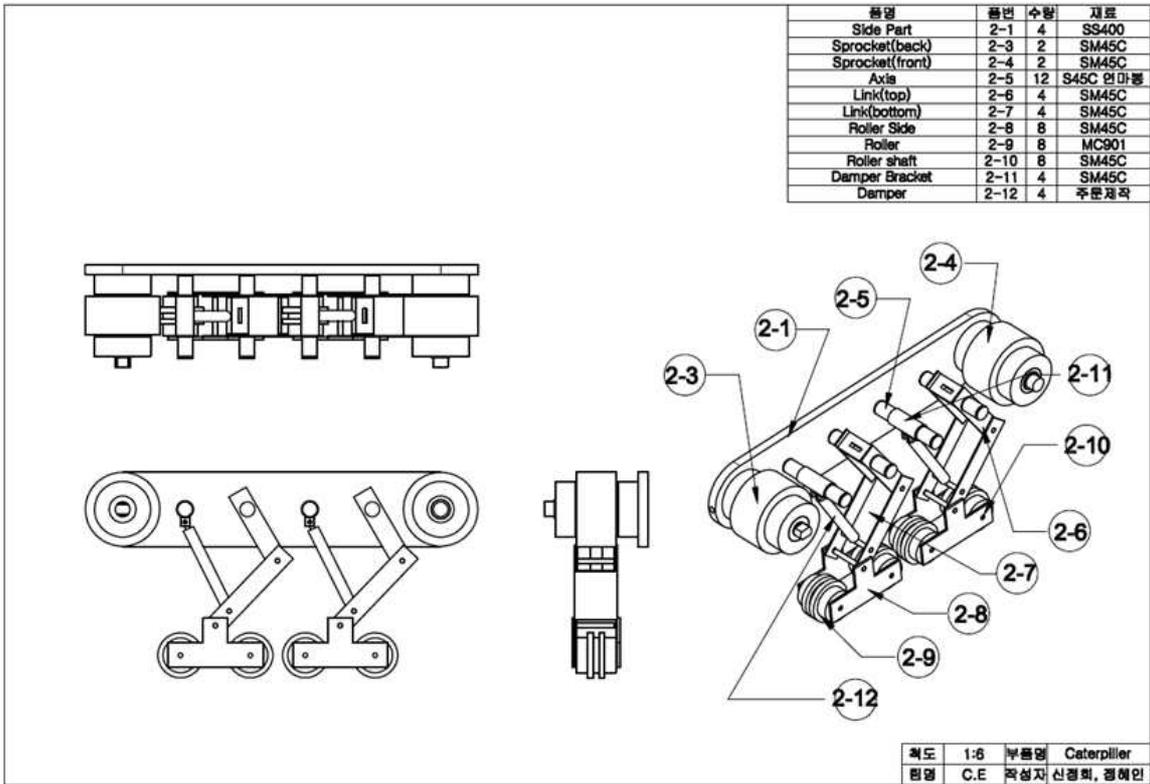


3. 4축 4쇼바

기존 C.C팀의 아이들러를 제거한 뒤 축에 쇼바를 바로 연결하는 대신에 바로 앞쪽의 축에 쇼바를 가이드 할 수 있는 링크를 설치함으로써 장애물을 잘 지나갈 수 있도록 설계.

목표설정 시트에 제시되어 있는 목표중 하나가 장애물 지면을 통과하는 것이다. 장애물을 통과하기 위해서는 벨트와 서스펜션에 연결된 롤러가 이탈하지 않고 고정되어 장애물을 지나갈 수 있어야 한다. 세 가지 시스템중 4축 4쇼바 시스템이 가이드로 인해서 이탈 가능성이 가장 적기 때문에 3번째 시스템을 표본으로 정했다.

## 1차 모델링(서스펜션 시스템)



기존의 아이들러 축을 재활용하면서 쇼바와 쇼바를 가이드 해줄 링크를 축에 설치하여 방향의 가이드를 유지하고 아이들러를 롤러대용으로 사용하면서 재활용 하여 기존 부품을 최대한 그대로 이용하면서 서스펜션 시스템을 이용하여 장애물 통과를 할 수 있도록 설계. 가이드 링크에 쇼바를 연결하여 쇼바는 대각선으로 직선 운동을 하고 링크에 연결된 롤러가 장애물에 의해 들어 올려지는 경우에 쇼바가 줄어들면서 링크가 높이만 줄어들 수 있도록 가이드 해준다.

### <가공견적 중 문제발생>

링크 제작 견적 결과 링크 하형 제작비용이 개당 약 200,000원 소요

→ 직육면체 모양의 자제를 가공하여 만들어야 하므로 사용되는 부분보다 가공되어지는 부분이 많아 자제의 낭비가 심하며, 가공시간이 길어져 가격이 고가가 됨.

### ●해결방안

1. 자제를 구매 후 기계공작수업에서 익힌 밀링, 선반 사용하여 직접 가공.
2. 3개의 얇은 판을 구매하여 7자 볼트 너트를 활용하여 3개의 판을 결합.

### ●해결방안 결정

2번의 방법이 자제구매 비용도 더 저렴하며, 높은 정밀도를 필요로 하는 축 가공을 고려하였을 때, 2번의 방법이 더 적절하다고 판단되어짐.

<쇼바결정 중 문제발생>



쇼바의 완충력이 차체의 무게에 비하여 과도하게 오버스펙이 되어, 완충작용이 일어나지 않음

●해결방안>

차체무게에 적합한 완충력이 작용하는 쇼바를 주문제작 하기로 결정

●쇼바 주문제작 의뢰

1. 정지상태 - 가스스프링 4EA 초기 반발력(4\*F1) 이 Frame Body 하중 (W ↓) 보다 크거나 같아야 합니다. (평형상태 or 약간 강한 지지상태)  
 ※ 100kgf / 4EA = 25kgf (보내주신 사진을 봤을 때 가스스프링이 수직으로 지지하지 않기 때문에 개당 약 30kgf 정도 초기반발력 권장)
2. 구동시완충 - 지면의 상태와 속도에 따른 충격량은 변수에 의해 항상 다르기 때문에, 그 효과에 대한 만족도는 실제 장착을 통해서만 확인 가능합니다.  
 ※ 예) 현업에서는 초기 반발력이 다른 가스스프링 샘플 2종 27kgf(4EA), 32kgf(4EA) 을 제작하여 실장 TEST를 합니다.
3. 가스스프링 작동변위량 (Stroke) / 전장길이 (Lmax) 는 설계된 고정부 위치와 연결 링크의 구동각도에 의해 결정됨.  
 ※ 주문제작의 경우 길이는 보통 5mm 단위 제작함. 예) 전장길이 (200 / 205 / 210mm), 스트로크 (50 / 55 / 60mm)
4. 견적은 아래 링크를 참조 바랍니다. (MA18, MA22 시리즈 권장, 고정부 타입 A~D 선택)

- MA18 카다로그 : <http://blog.naver.com/mvqmaster/220451418005>
- MA22 카다로그 : <http://blog.naver.com/mvqmaster/220451430802>

※ 해당 카다로그 페이지 우측 상단 "타입별 견적의뢰서" 다운로드  
 해당 타입의 시트에 내용 작성후 메일로 첨부하여 보내주시면 견적서를 보내드립니다.

- 100kg의 바디를 한 쪽 크롤러에 2EA 씩 총 4EA의 가스스프링을 장착하여 3km/h의 속도로 주행할 경우의 적합한 가스스프링 제작의뢰
- 초기힘을 검토안에서 제시해준 27kgf, 32kgf 중 조금의 오버스펙이 되더라도 안전한 32kgf(320N)으로 결정

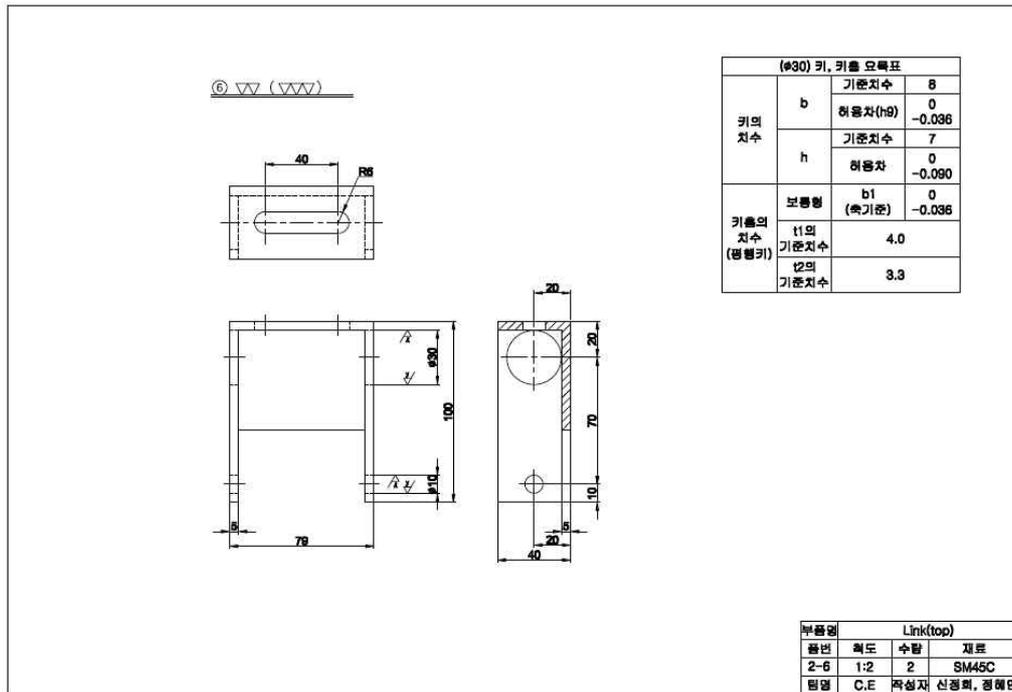
●쇼바 주문제작 답변



- 위의 축에서 아래 축까지의 L(max)의 길이는 200mm로 결정
- 가스스프링 작동변위량인 Stroke 부분은 55mm로 결정

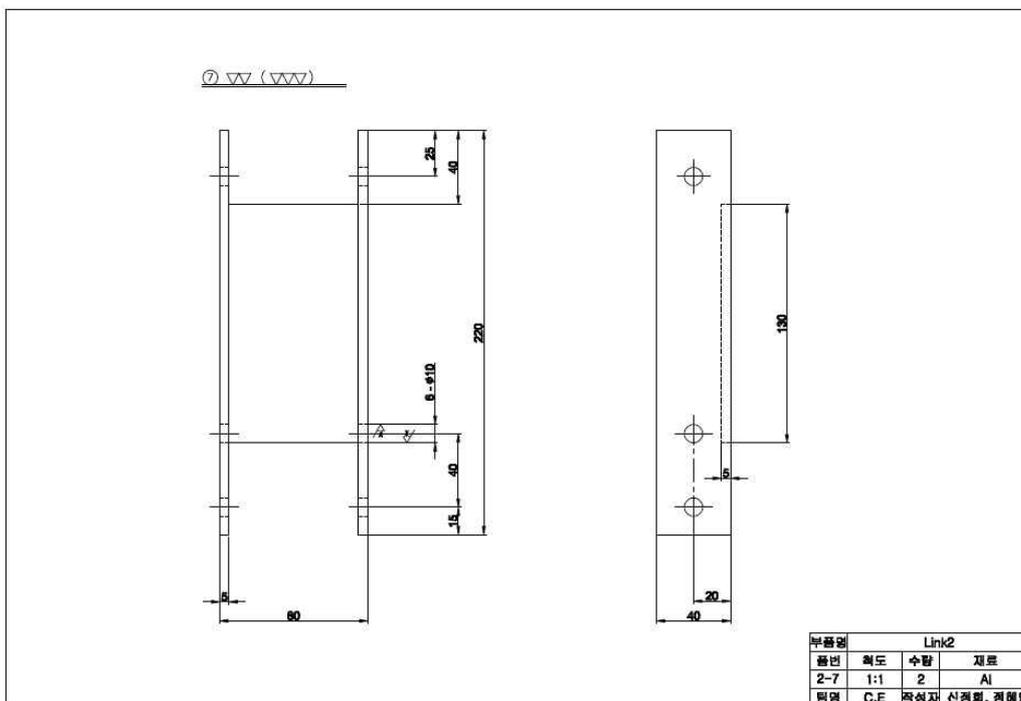
<추가된 부품의 도면>

▶ 2-6 Link top



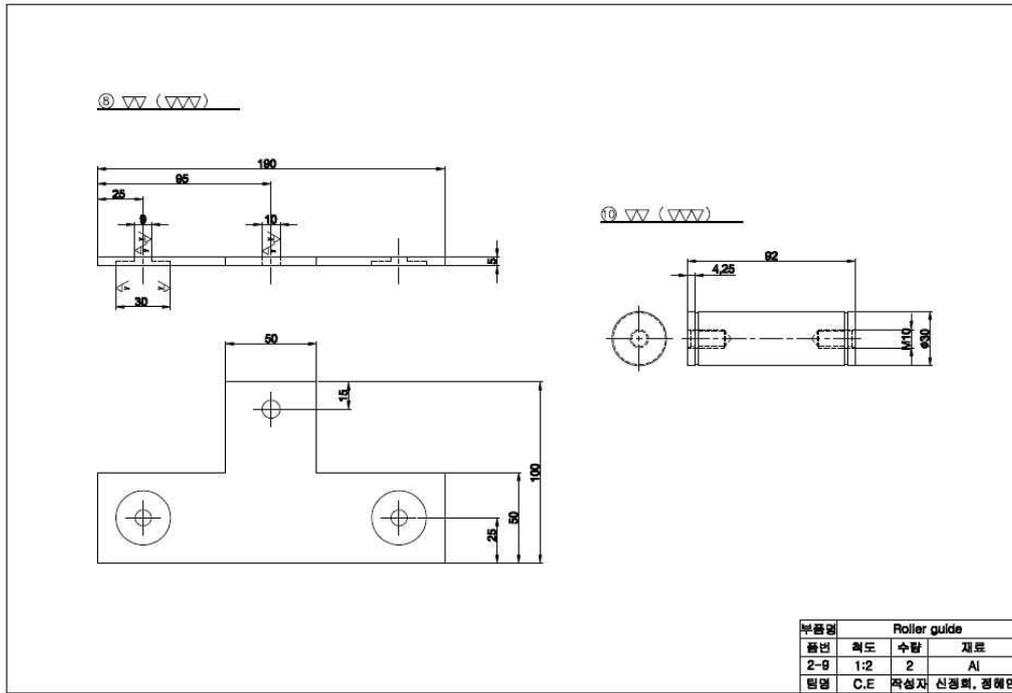
- 기존 아이들러 축중에서 댐퍼와 연결되는 축이 아닌 바로 뒤의 축에서 댐퍼를 가이드 해줄수 있는 링크를 설치하고, 2-6 부품은 축과 바로 연결되는 링크의 도면, 상단 키홀구멍은 축에 링크를 연결하기 위해 키박음을 필요로 하여 설계. 사이드의 지름 30mm 구멍은 축과 연결되며 지름 10mm 구멍은 댐퍼와 연결되는 링크와 편연결을 하기위해 설계

▶ 2-7 Link bottom



- 사이드의 지름 10mm구멍중 중간의 구멍은 댐퍼와 핀연결을 위한 구멍이다. 댐퍼와 연결되어 댐퍼가 수축하게 되면 link top은 고정되어있고 link bottom이 핀 축에 의해 핀운동을 하고 하단의 구멍과 핀연결이 된 롤러와 완충작용을 하여 서스펜션 시스템을 만족한다.

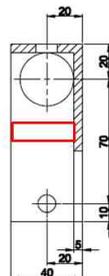
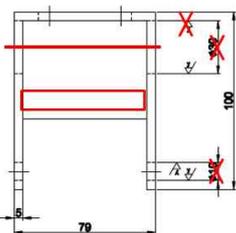
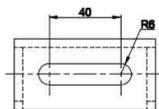
▶ 2-9 Roller side , 2-10 Roller shaft



- 롤러 사이드는 기존 C.C팀의 아이들러를 롤러 대신으로 사용하여 댐퍼를 가이드 하는 링크와 연결하여 롤러가 체인을 이탈하지 않도록 가이드 해주고 댐퍼 하나가 롤러 2개를 연쇄시키도록 설계.
- 롤러 샤프트는 롤러 사이드와 롤러를 연결하는 축이다.

<정구상 부사장님께 자문 받은 도면 수정&보완점>

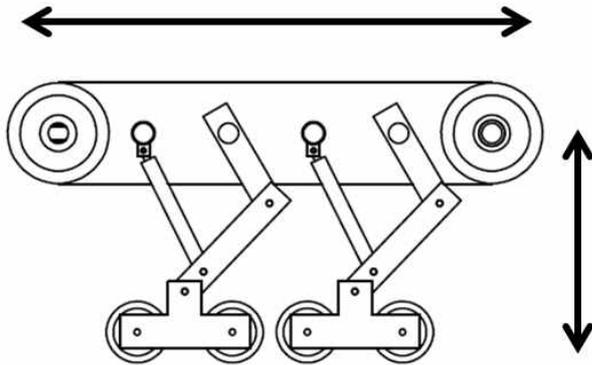
⑥ (VVV)



- 연장되는 구멍의 중심축은 연장
- 용접가공시 도면에 표기
- 구멍의 표면거칠기 기입시 치수선의 한쪽만 기입
- 은선의 치수는 기입하지 않음  
(절단면으로 표기 후 치수기입)
- C모양의 부품의 드릴가공시 리브설치
- 이중 탭 가공시 은선기입 주의
- 도면을 작성시 작업자 기준으로 치수기입  
(계산없이 직관적인 치수)

<정구상(JSNT)부사장님 자문이후 시스템에서 발견된 문제점>

▶ 캐터필러 시스템의 문제점

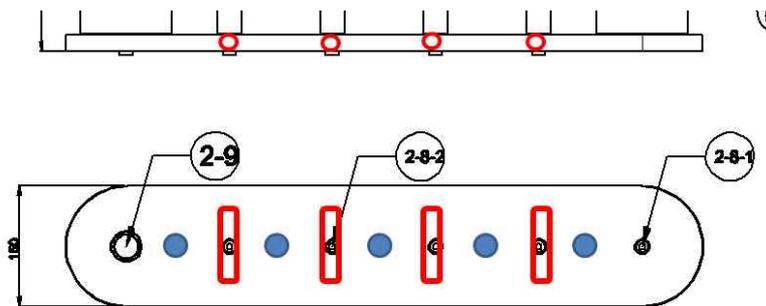


- 댐퍼를 장착하면서 바디와 지면사이 보다 크롤러의 앞뒤길이가 상대적으로 많이 짧아 주행 시 넘어질 수 있음

▶ 가스 스프링 쇼바의 문제점

- 크롤러가 3km/h 속도로 움직이면 쇼바가 반동하는 속도가 빨라야 하는데 가스스프링 쇼바의 경우 복원시간이 상대적으로 길게 걸리기 때문에 적합하지 못하다.

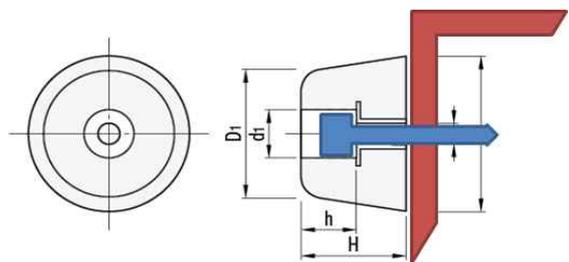
▶ 개선된 설계내용



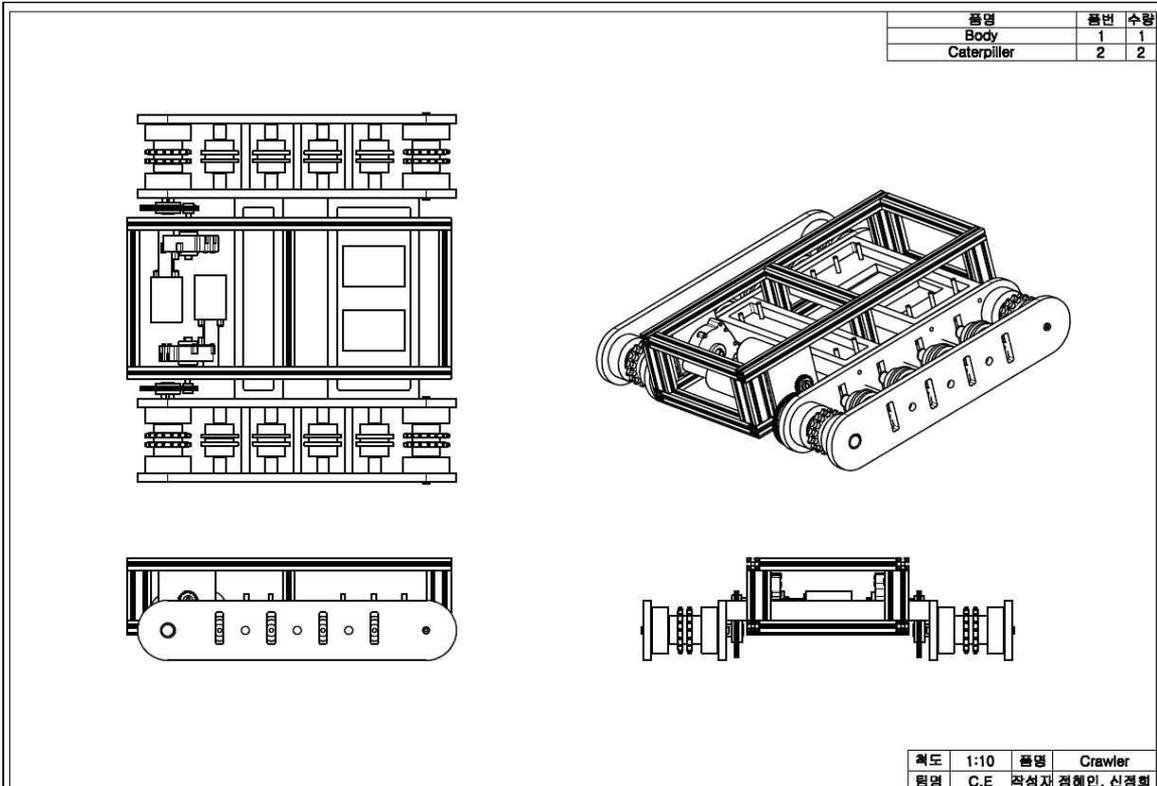
- Side Part의 2-8-2(아이들러 축) 부품전용 구멍을 상하로 연장
- Side Part의 평면도방향으로 나사를 삽입할 구멍가공
- 나사의 탭가공이 없는 부위에 스프링을 결합한 뒤 나사를 탭가공을 한 아이들러축과 결합
- IN&OUT Side Part 결합 위해 새로운 축 설치

▶ 기존 C.C팀 크롤러 체인 문제해결

- 고부바퀴의 부품선정 잘못됨
- 새로운 부품 선정(볼팅 결합방향의 차이)



## 최종모델링

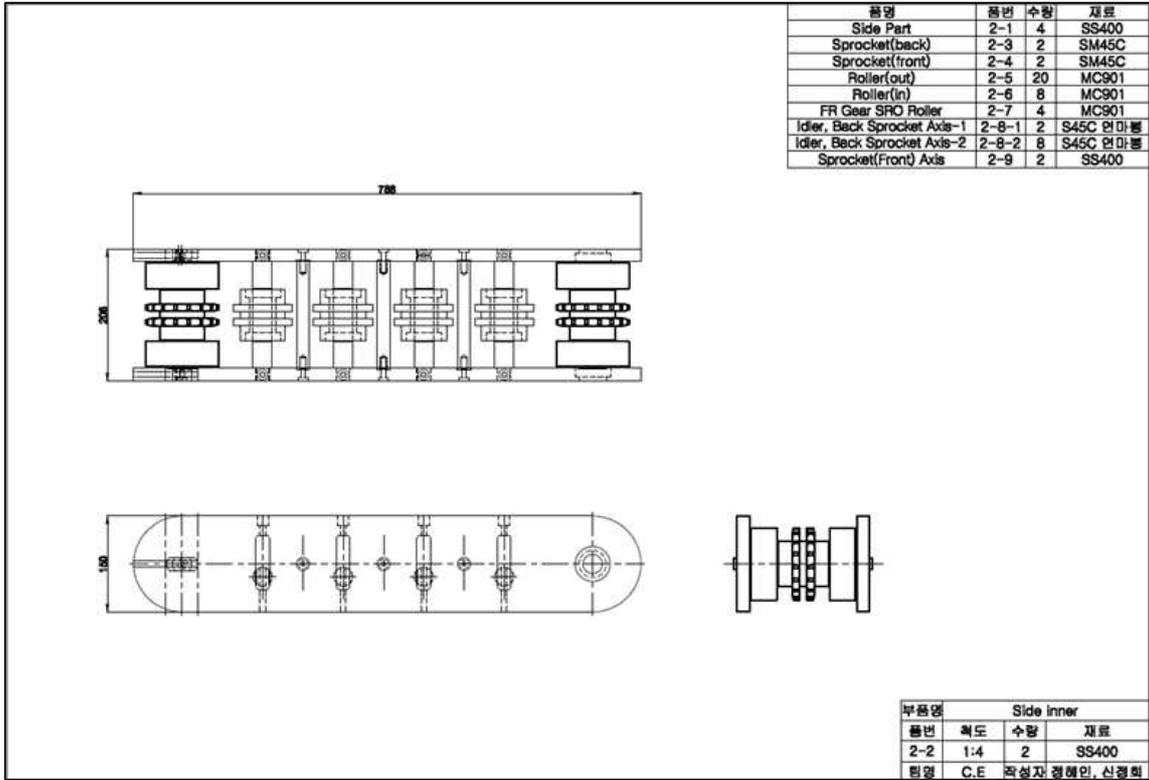


JSNT 정구상 부사장님의 자문을 토대로 댐핑 시스템을 유지하면서 안정감 있는 시스템으로 설계하기 위해 기존의 사이드 파트의 아이들러 축 구멍을 상하로 길게 연장시키고 기존에 축에 연결하려던 쇼바 대신에 사이드파트에 스프링을 설치하여 아이들러 축 자체를 상하운동 시켜 댐핑 기능을 충실히 할 수 있도록 설계 하였다. 사이드파트의 안쪽과 바깥쪽을 기존의 아이들러 축이 고정하고 있었으나 아이들러 축이 상하운동을 하게 되므로 아이들러 사이 양판을 고정할 수 있는 고정축을 새로 설계하여 배치하였다.

C.C팀의 크롤러 경우 작동시 캐터필러에 연결된 체인의 고무바퀴가 잘못 결합되어 앞으로 나아가지 못하는 문제가 있었으나 체인과 고무바퀴사이 볼트의 결합 방향이 잘 못 되어 수정을 하게 되면 주행에 문제가 없을 것이다. 장애물로 인하여 체인과 아이들러가 들어 올려지면 아이들러 축의 스프링이 압축하게 되면서 텐션을 가져 주행에 무리가 없다.

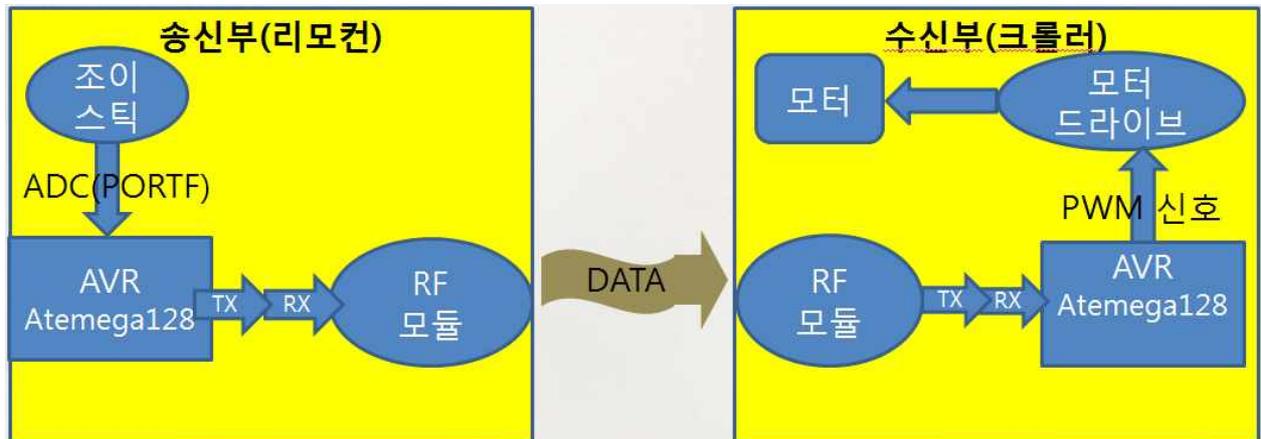
Beam부품과 사이드 파트의 연결하던 아이들러 축이 변경되면서 사이드파트(in)과 Beam사이 볼팅되어 있던 부분이 아이들러 축과 간섭이 일어나며 새로운 볼팅 탭가공을 설계하였다.

<변경된 캐터필러 시스템 최종도면>



2. 주행제어

조이스틱을 사용하여 설계된 제품이 원하는 방향으로 주행을 할 수 있도록 해주는 능력이며, 기존 C.C팀의 유선통신보다 원거리 주행제어가 가능한 무선통신을 사용하여 기능을 업그레이드 한다.



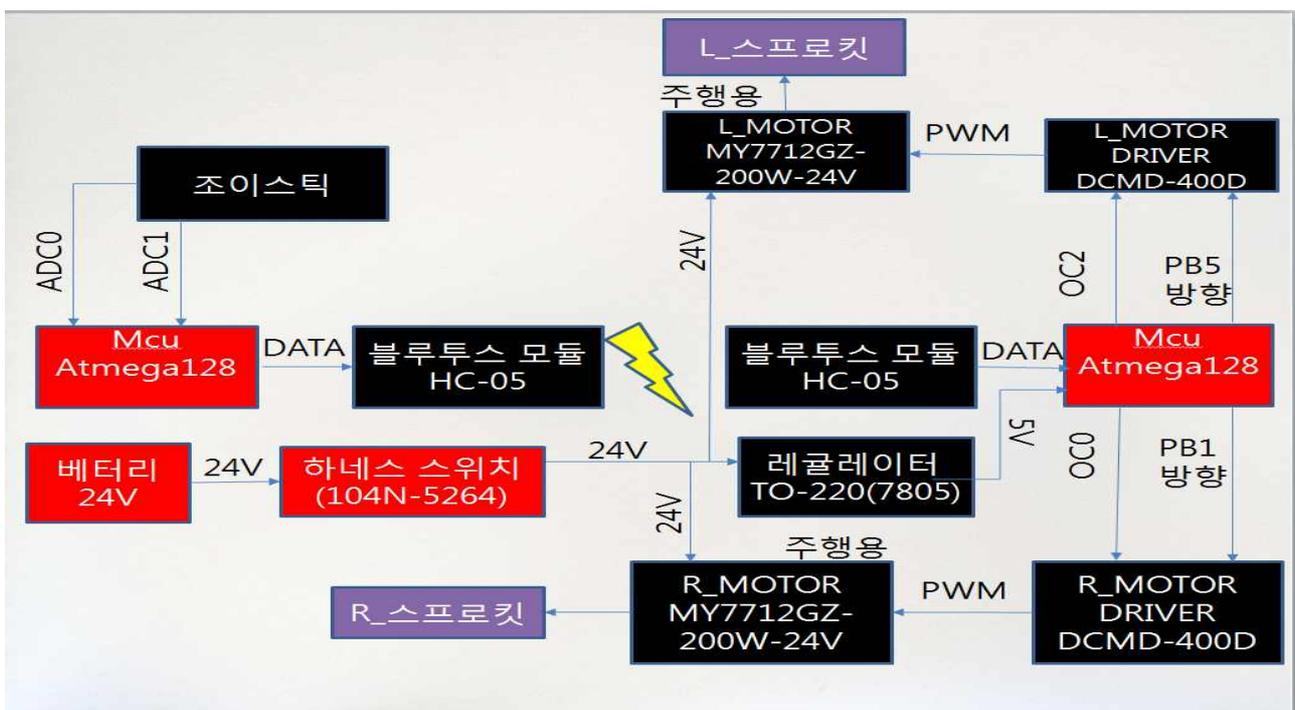
<제어 시스템 블록도>

크롤러가 주행을 하기 위해서는 주행장치가 필요한데, 양쪽 크롤러의 구동을 위해 이어진 체인에 고무바퀴를 결합하여 주행을 가능하게 만들었고, 목표무게인 110kg을 모터 2개로 구동할 수 있어야하므로 적합한 모터가 필요하다. 또, 모터가 선정되면 선정된 모터의 사양과 일치하는 모터드라이브를 선정하고 회로도 작성하여 on/off스위치와 조이스틱으로 주행을 할 수 있다. 그러나 조이스틱의 방향에 적합한 움직임을 구동하기 위해서는 각 방향에 따라 좌우

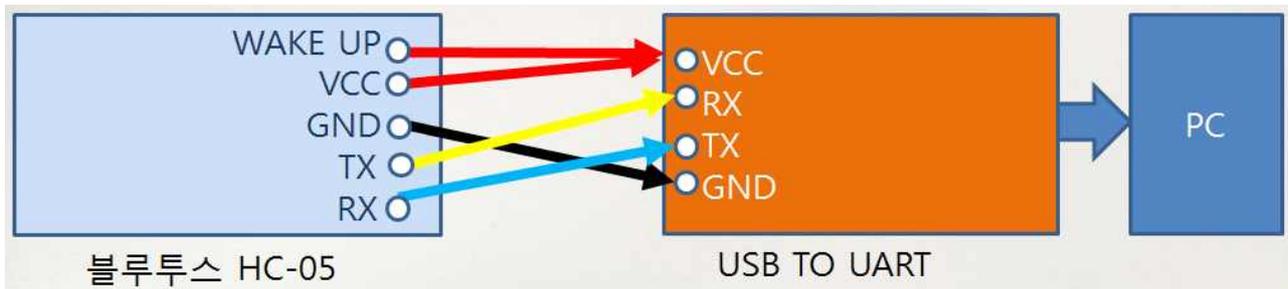
크롤러의 속도가 달라져야하며, 모터의 회전방향이 CW, CCW 두 방향으로 적절하게 달라져야 한다. 메카트로닉스 수업에서 배운 지식을 활용하여 ATmega128을 사용하여 리모컨을 제작하고, 리모컨의 신호를 받아 모터에 명령을 전달하는 메인회로를 제작하였다. 각 조이스틱의 방향에 주는 명령의 방향에 따라 그에 적합한 형태의 움직임을 만들어 내기 위해서 AVR Studio 를 활용하여 모터의 방향과 속도를 조절하여 제작하였다.

송신부(리모컨)와 수신부(크롤러에 부착된 메인회로)의 무선통신을 하기 위해 UART(범용 비동형 송수신기)방식을 사용하였습니다. 비동기 통신은 별도의 클럭없이 서로 통신속도를 정하여 통신하는 방식이므로 사용하기 편리한 장점이 있어 선정하여 사용하였습니다. 송신부에서 조이스틱의 가변저항을 이용해 전류값(아날로그)을 AD컨버터를 통해 디지털 값으로 변환시킨 후 MCU에서 RF모듈로 TX핀을 통하여 디지털값을 수신부로 수신하게 되고, 수신부에서는 송신부로부터 받은 DATA값을 RF모듈로 TX핀을 통해 AVR RX핀으로 전달하여 DATA 값을 읽고, dATA값에 의해 AVR에서 PWM신호를 OCO핀으로 모터드라이버에서 출력하게됩니다. PWM신호에 따라 모터의 출력량을 조절 할 수 있어 속도 및 방향 제어가 가능합니다.

무선 통신을 하는 과정에서 통신에 실패하는 경우가 발생하였고, 이러한 발생 원인을 소스 문제의 가능성을 생각하였다. 먼저 보레이트의 문제가 있음을 가정하였지만 RF통신끼리 1200bps이라서 1200bps로 수정해보았지만 해결에 실패 하였다. 만약 1200bps라면 1초에 120byte 약 120개의 문자를 1초에 보내는데 그 이상이 될 경우 통신이 실패할 것이지만 120개를 넘는 문자가 아님에도 통신이 되지 않았다. 이 와 같은 문제를 가정하여 대책을 찾아 보았지만 찾지 못하였기 때문에 RF모듈대신 블루투스 모듈(HC-05)을 사용하는 방법으로 바꾸었다.



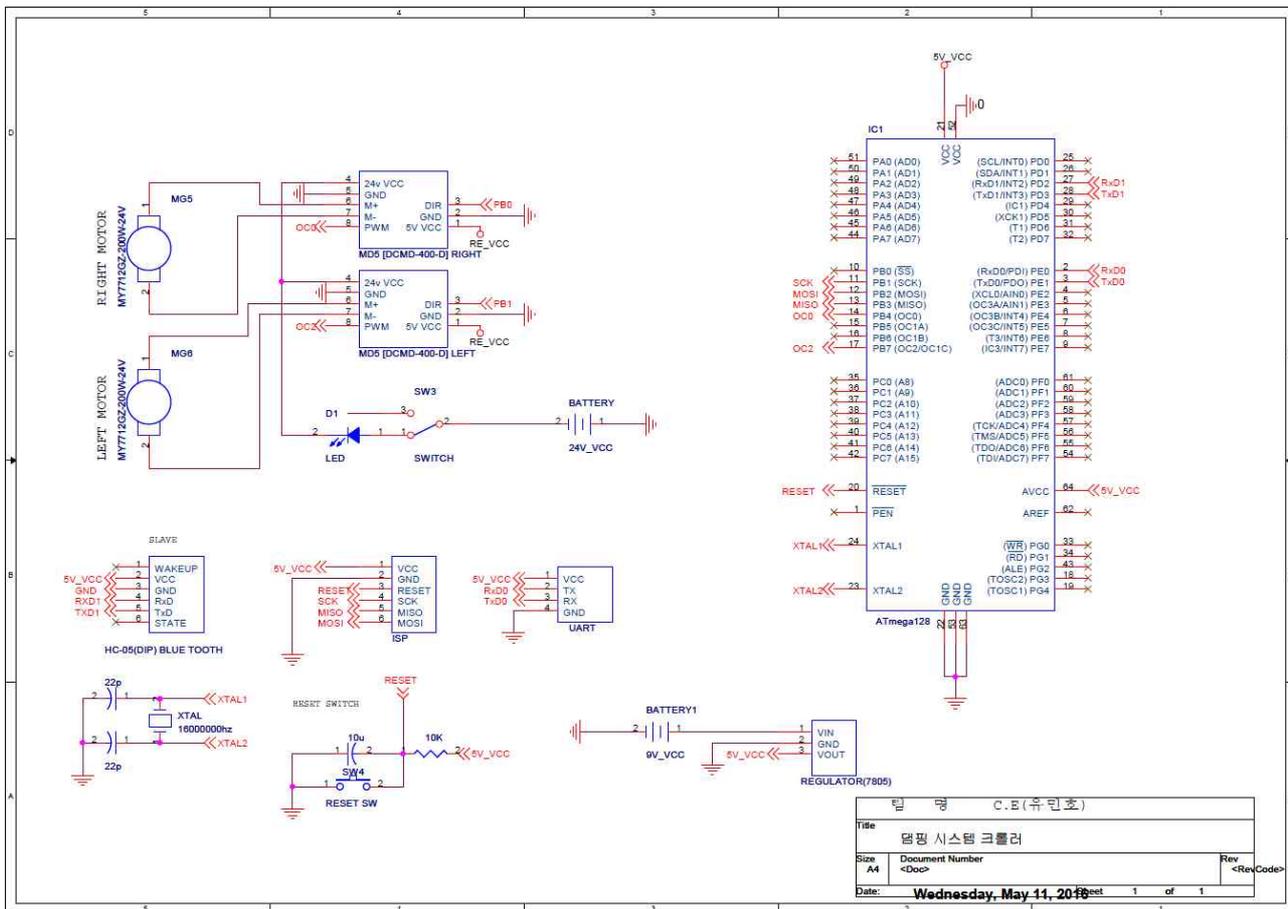
블루투스(HC-05모듈)이란 비동기통신 방식이며, 송신모드와 수신모드 설정이 가능한 모듈이고 통신 속도는 1200bps~115200bps까지 설정이 가능하여 빠른 통신이 가능합니다.



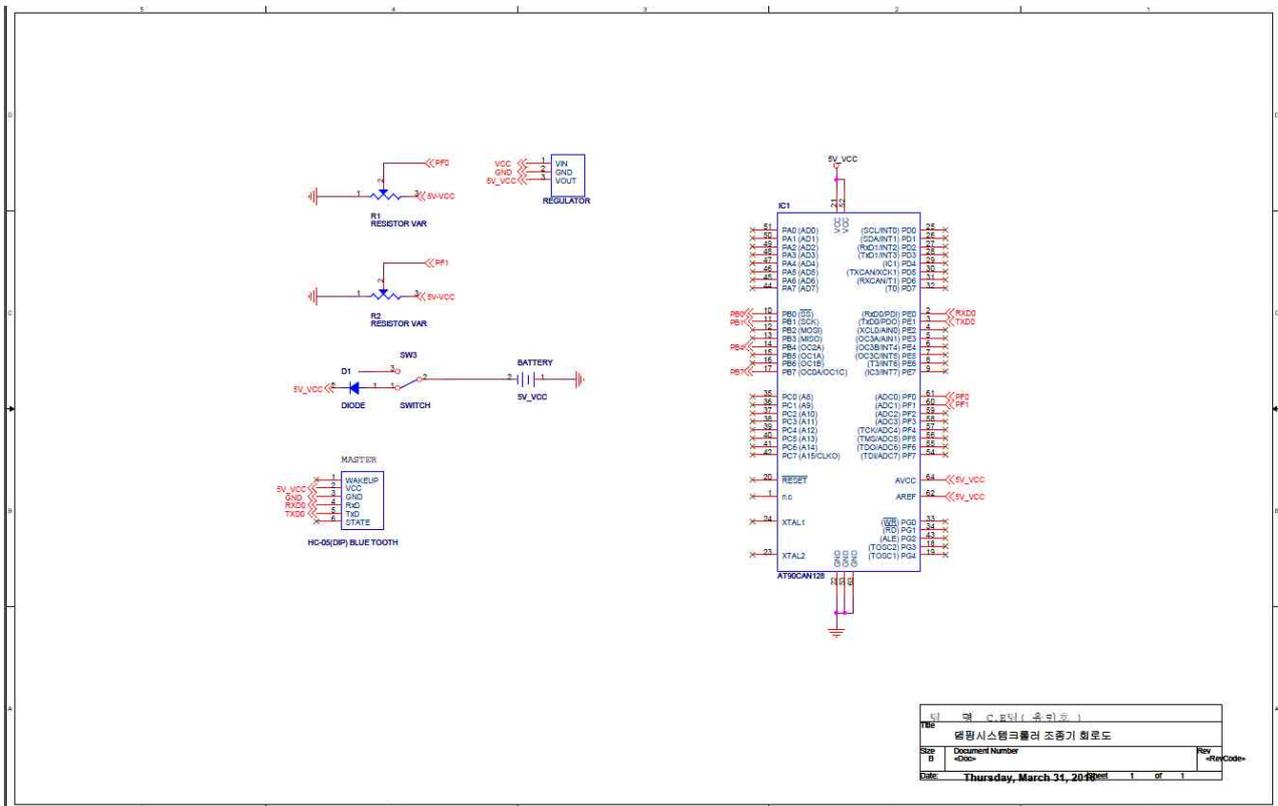
블루투스 모듈은 수신모드 또는 송신모드로 변경하기 위해서는 블루투스 핀의 WAKEUP핀을 VCC에 연결되어야 설정을 할 수 있습니다. 설정을 하기 위해서 38400bps 정지비트 1 페리티 0 으로 하이퍼터미널 프로그램으로 연결합니다.

블루투스 수신(SLAVE) 설정하는 방법은 AT엔터 OK수신확인 -> AT+ROLE=0 수신모드 -> AT+ADDR? 주소확인, ex) +ADDR=3014,30,30261 -> AT+UART=9600,0, 엔터 9600bps 정지비트 : 1, 페리티 : 0으로 설정

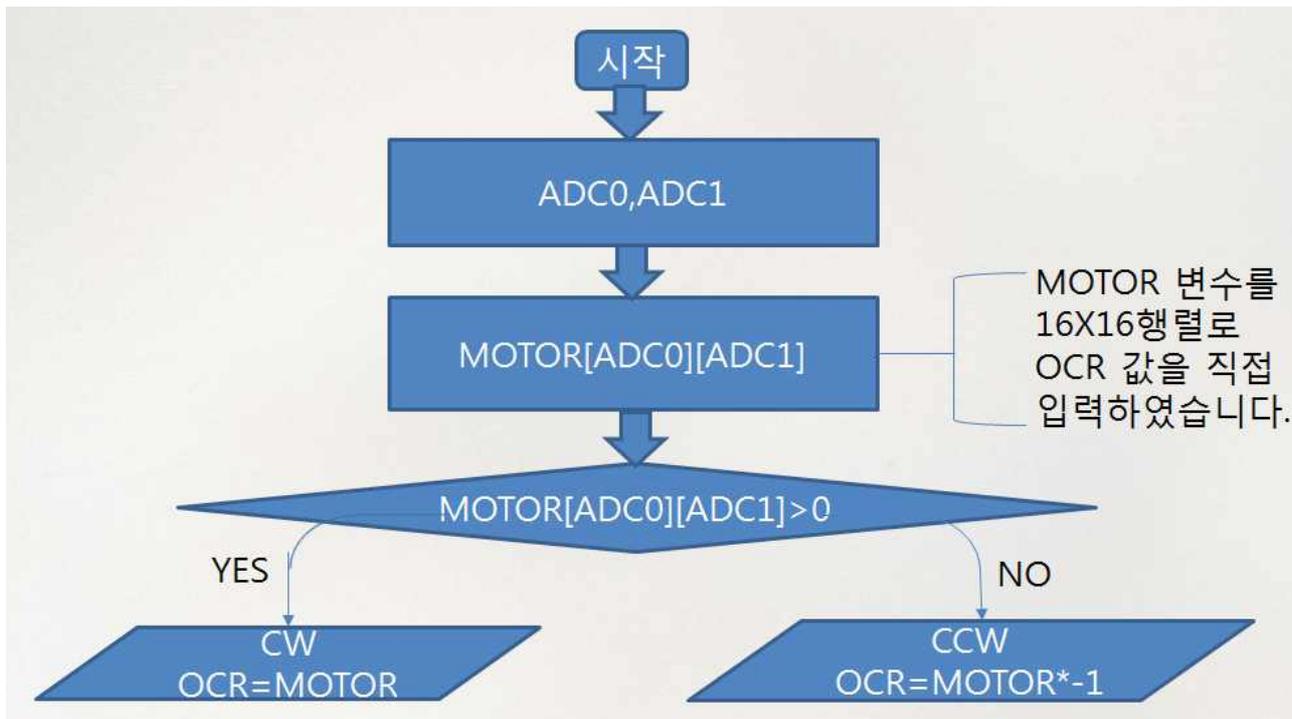
블루투스 송신(MASTER) 설정하는 방법은 AT엔터 OK수신확인 -> AT+ROLE=1 -> AT+BIND = 수신기(SLAVE) 주소입력, ex) AT+BIND = 3014,30,30261 엔터 -> AT+CMODE=0 지정된 주소와 연결 -> AT+UART=9600,0,0 엔터 9600bps 정지비트: 1 페리티 : 0으로 설정



<전체 회로도>



<리모컨 회로도>



<한 손 조이스틱 flow chart>

150,255	165,255	180,255	195,255	210,255	225,255	240,255	255,255	255,240	255,225	255,210	255,195	255,180	255,165	255,150	255,150
135,255	150,230	165,230	180,230	195,230	210,230	225,230	230,230	230,225	230,210	230,195	230,180	230,165	230,150	230,135	255,135
120,255	135,230	150,200	165,200	180,200	195,200	200,200	200,200	200,200	200,195	200,180	200,165	200,150	200,135	230,120	255,120
105,255	110,230	120,200	130,170	140,170	150,170	160,170	170,170	170,160	170,150	170,140	170,130	170,120	200,110	230,105	255,105
90,255	100,230	110,200	120,170	130,140	140,140	140,140	140,140	140,140	140,140	140,130	140,120	170,120	200,110	230,100	255,90
75,255	75,230	75,200	80,170	80,140	80,110	80,110	110,110	110,100	110,55	110,90	140,85	170,80	200,75	230,75	255,75
60,255	50,230	50,200	50,170	50,140	50,110	40,80	80,80	80,40	80,40	110,70	140,65	170,60	200,60	230,60	255,60
-255,255	230	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00	255-255
-60,-255	-50-230	-50-200	-50-170	-50-140	-50-110	-40-80	-80-80	-80-40	-80,-40	-110,-70	-140-65	-170-60	-200-60	-230-60	-255-60
-110,-255	-75-230	-75-200	-70-170	-70-140	-70-110	-70-110	-110-110	110-70	110-70	110-70	140-70	-170-70	-200-75	230-75	-255-110
-120,-255	-80-230	-75-200	-130-170	-130-140	-140-140	-140-140	-140-140	140,-140	-140-140	140	-140-130	-170-130	-200-75	230-80	-255,-120
-130,-255	-110-230	-120-200	130-170	-140-170	-150-170	-160-170	-170-170	-170-160	-170-150	-170-140	-170-130	-170-130	-200-120	-230-110	-255-130
-135,-255	-135-230	-150-200	165-200	-180-200	-190-200	-200-200	-200-200	-200-200	-200-190	-200-180	-200-170	-200-160	-200-150	230-135	-255-140
-140,-255	-150-230	-165-230	180-230	-195-230	-200-230	-210-230	-230-230	-230,-210	-230,-200	-230,-195	-230-180	-230-165	-230-165	230,-150	-255,-150
-150,-255	-150-230	-165-230	180-230	-195-230	-200-230	-210-230	-230-230	-230,-210	-230-200	-230-195	-230-180	-230-165	-230-165	-230-150	-255-150
-160,-255	-165-255	-180-255	195-255	-210-255	-220-255	-230-255	-255,-255	-255,-230	-255,-220	-255,-210	-255,-195	-255-180	-255-165	-255-165	-255-160

- 조이스틱 모든 값을 좌표로 나타내어 각 좌표마다 필요한 OCR값을 입력.

### 제3절 상세설계

#### 1. 기구부

안정감 있는 시스템으로 설계하기 위해 기존의 사이드 파트의 아이들러 축 구멍을 상하로 길게 연장시키고 기존에 축에 연결하려던 쇼바 대신에 사이드파트에 스프링을 설치하여 아이들러 축 자체를 상하운동 시켜 댐핑 기능을 충실히 할 수 있도록 설계 하였다.

사이드파트의 안쪽과 바깥쪽을 기존의 아이들러 축이 고정하고 있었으나 아이들러 축이 상하운동을 하게 되므로 아이들러 사이 양판을 고정할 수 있는 고정축을 새로 설계하여 배치하였다.

C.C팀의 크롤러 경우 작동시 캐터필러에 연결된 체인의 고무바퀴가 잘못 결합되어 앞으로 나아가지 못하는 문제가 있었으나 체인과 고무바퀴사이 볼트의 결합 방향이 잘 못 되어 수정을 하게 되면 주행에 문제가 없을 것이다. 장애물로 인하여 체인과 아이들러가 들어 올려지면 아이들러 축의 스프링이 압축하게 되면서 텐션을 가져 주행에 무리가 없다.

Beam부품과 사이드 파트의 연결하던 아이들러 축이 변경되면서 사이드파트(in)과 Beam사이 볼팅되어 있던 부분이 아이들러 축과 간섭이 일어나며 새로운 볼팅 탭가공을 설계하였다.

#### 2. 제어부

본체에 결합된 메인회로와 리모컨 사이의 블루투스를 통한 무선통신으로 신호를 주고 받을 수 있게 설계하며, 9V전지와 on/off스위치·조이스틱을 리모컨부에 결합하여 주행방향을 제어 할 수 있게 한다. 메인회로에 결합되는 모터드라이브는 기존 C.C팀에서 선정된 모터와 동일한 사양으로 선정하여 결합한다. 제어에 문제가 발생할 경우 크롤러에 부착된 비상스위치를 이용하여 비상정지 할 수 있도록 설계한다.

## 설계 및 도면 검토 보고서(정구상부사장님)

팀명: C.E(탐핑 시스템 케터필러)    팀원: 이희철, 유민호, 신정희, 정혜인, 이상걸    날짜: 2016.03.29

<p><b>Q1 : 쇼바가 크롤러의 하중과 지면의 충격을 흡수할 수 있습니까?</b></p>	<p><b>Q2 : 저희가 선정한 서스펜션 시스템은 알맞은 설계입니까?</b></p>
<p><b>A : 가스스프링 쇼바 선정이 부적절하다.</b> 크롤러의 속도가 제법 빠른 것으로 알고 있는데 빠르게 지면을 지나간다면 스프링의 탄성 복원력이 좋아야 한다. 고려한 쇼바의 경우 스프링이 압축되고 다시 복원하기 까지 걸리는 시간이 많이 소요되므로 다른 쇼바를 선정해야 한다.</p>	<p><b>A : 부적절하다.</b> 쇼바를 장착하면 크롤러의 밀면과 지면사이의 길이보다 사이드파트의 길이가 상대적으로 너무 짧다. 크롤러가 주행 중 앞뒤로 뒤집힐 수 있다.</p>
<p><b>Q3 : 도면에서 부족한 점은 무엇입니까?</b></p>	<p><b>Q4 : 기존 체인을 활용하여 올바르게 사용할 경우 어떤 방법이 있습니까?</b></p>
<p><b>A : 작업자 위주로 작성을 해야한다.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 용접가공이나 밀링가공을 하는 경우 그에 따른 도면의 표기가 필요하다.</li> <li>2. 연장되는 구멍축의 경우 도면에도 똑같이 중심선을 연장하여 같은 축의 선상에 있다는 것을 확인 시킨다.</li> <li>3. 구멍의 표면거칠기 기입시 치수선의 한쪽만 기입한다.</li> <li>4. 은선의 경우 치수를 기입하는 것이 아니다. -&gt;구멍의 단면도를 작성하고 치수를 기입하는 것이 맞다.</li> <li>5. ≡모양의 부품의 드릴 가공시 리브를 설치하여 가공을 안정하게 할 수 있도록 한다.(리브가 없을 시 가공중 부서지거나 흠이 생길수 있다.)</li> <li>6. 이중 탭 가공시 은선 기입을 주의한다.</li> </ol>	<p><b>A : 미스미 부품 카탈로그를 통하여 몇가지 부품 선정과 올바른 고무바퀴 결합방법을 사용해야 한다.</b> 기존의 고무바퀴의 경우 안에서 밖으로 볼팅이 되어있었는데 이 경우 지면에 쓸리면 고무바퀴가 떨어져 나가는 단점이 있었다. 밖에서 안으로 볼팅하여 너트로 체인과 바퀴를 고정후 볼트머리를 우레탄 코팅하면 고무바퀴가 떨어져나가지 않을 것이다.</p>

**Q5 : 서스펜션 시스템이 잘못되었다면 구할 수 있는 부품에 한해서 다시 설계할 수 있는 시스템은 어떤것입니까?**

**A :**

- 1. Side Part의 2-8-2(아이들러 축) 부품전용 구멍을 상하로 연장**
- 2. Side Part의 평면도방향으로 나사를 삽입할 구멍 가공**
- 3. 나사의 탭가공이 없는 부위에 스프링을 결합한 뒤 나사를 탭가공을 한 아이들러축과 결합**
- 4. IN&OUT Side Part 결합 위해 새로운 축 설치**

# 설계도면 및 발주관련 검토 보고서(태웅정밀)

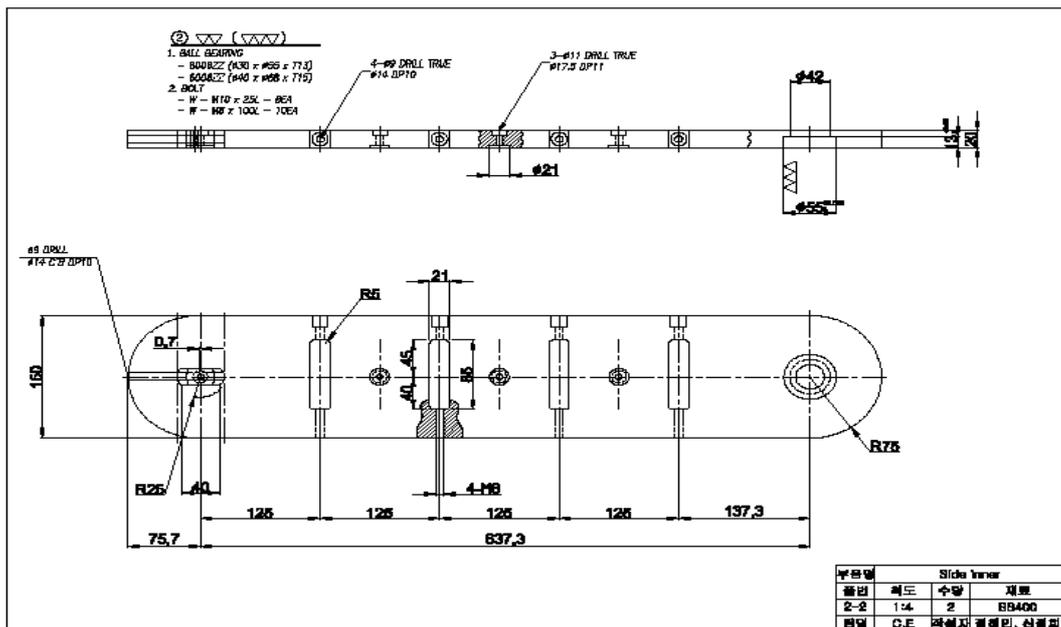
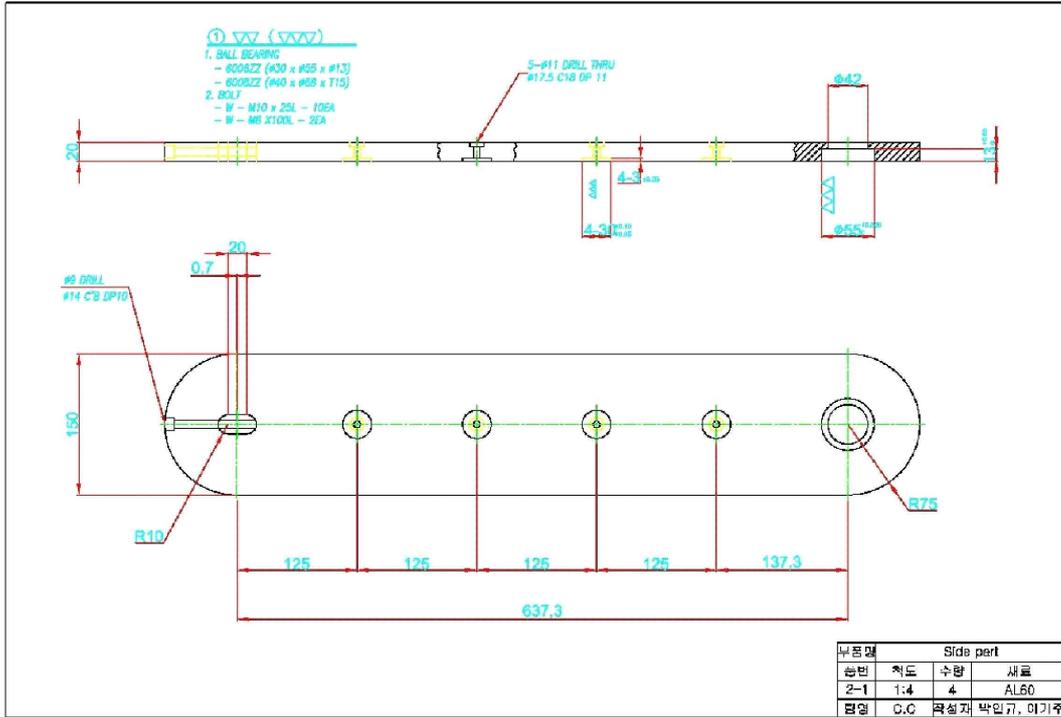
팀명: C.E(탬핑 시스템 케터필러) 팀원: 이희철, 유민호, 신정희, 정혜인, 이상걸 날짜: 2016.04.14

<p>Q1 : Side Part를 재가공 하려고 하는데 도면의 잘못된 점이 있습니까?</p>	<p>Q2 : 댐퍼시스템의 설계의 부족한 부분은 없습니까?</p>
<p>A : 사이트 파트 4개의 축부분을 직사각형으로 도면을 그렸는데, 엔드밀로 가공하기 때문에 모서리가 둥근 모양의 형태로 그리는 것이 맞다.</p>	<p>A : 양쪽의 장애물의 높이가 다를 경우 댐퍼의 작용을 더 효과적으로 발생시키시 위해서 댐퍼 작용축에 볼트구멍에 약간의 공차를 두게하는 것이 좋다.</p>
<p>질문의 응답</p>	
<p>A : 댐퍼 작용축의 위아래를 모두 볼트처리하고, 양쪽 모두 스프링을 넣어서 댐퍼시스템을 설계하는 것이 어떤가?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재의 고정되어 있는 축의 위치보다 축이 더 위로 올라가게되면 기어가 바퀴보다 아래에 위치하게되는 문제점이 있어서 위에만 뚫고, 적합한 스프링을 선정해서 현재 고정축의 위치보다 위로 올라가지 않도록 설계했다고 설명.</li> <li>- 수공하시고, 저희 생각이 더 적합한 것 같다고 조언</li> </ul>	

# 제3장 제 작

## 제1절 제작

### 1. Side part 재가공

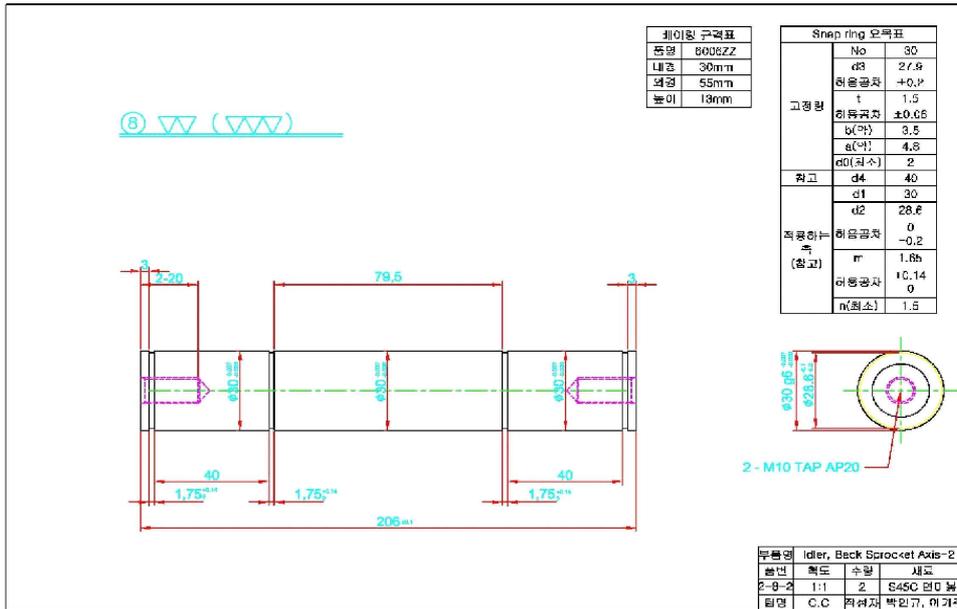


< 구동부 부품도 - C.C팀 1. Side Part >

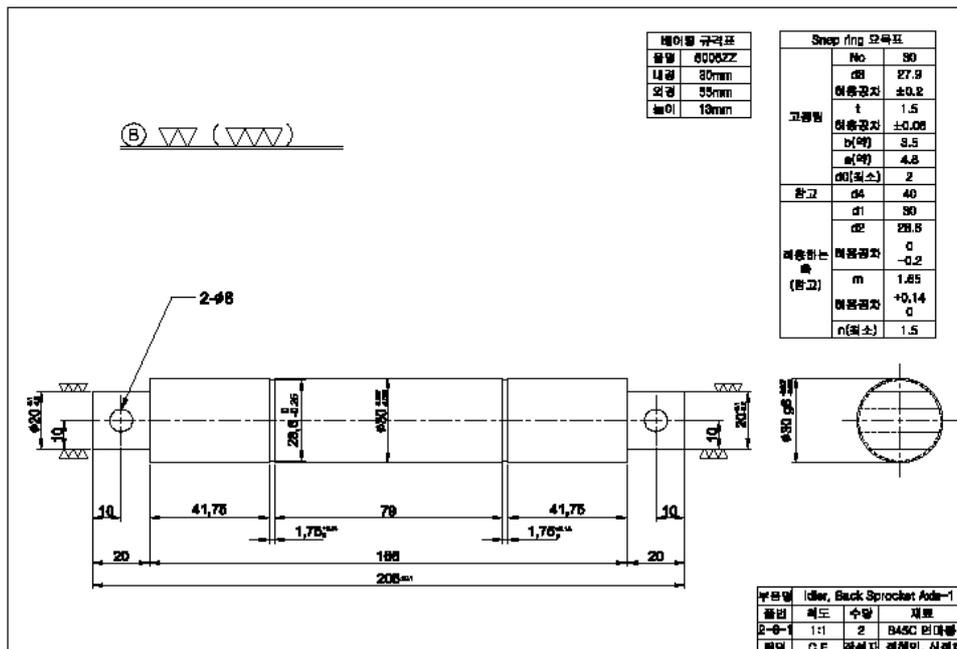
< 구동부 부품도 - 가공 변경된 1. Side Part >

- 댐핑시스템을 위하여 상단 홀가공과 기존의 아이들러 축 구멍을 상하로 연장시켰다. 아이들러 축구멍이 사이드파트와 빔을 연결하고 있었으나 가공을 하게 됨으로서 새로운 고정축 구멍을 가공하였다. 정구상 부사장님과 의 자문에선 상단 홀가공 위로 아이들러 축과 연결된 볼트의 움직임이 자유롭게 움직이도록 설계 하였으나. 가공업체와의 견적 상담 도중에 볼트가 축이 아닌 사이드파트와 연결되는 편이 더 안정성이 있다 판단하여 하단까지 홀가공을 연장하였다.

## 2. 8. Idler, Back Sprocket Axis 재가공

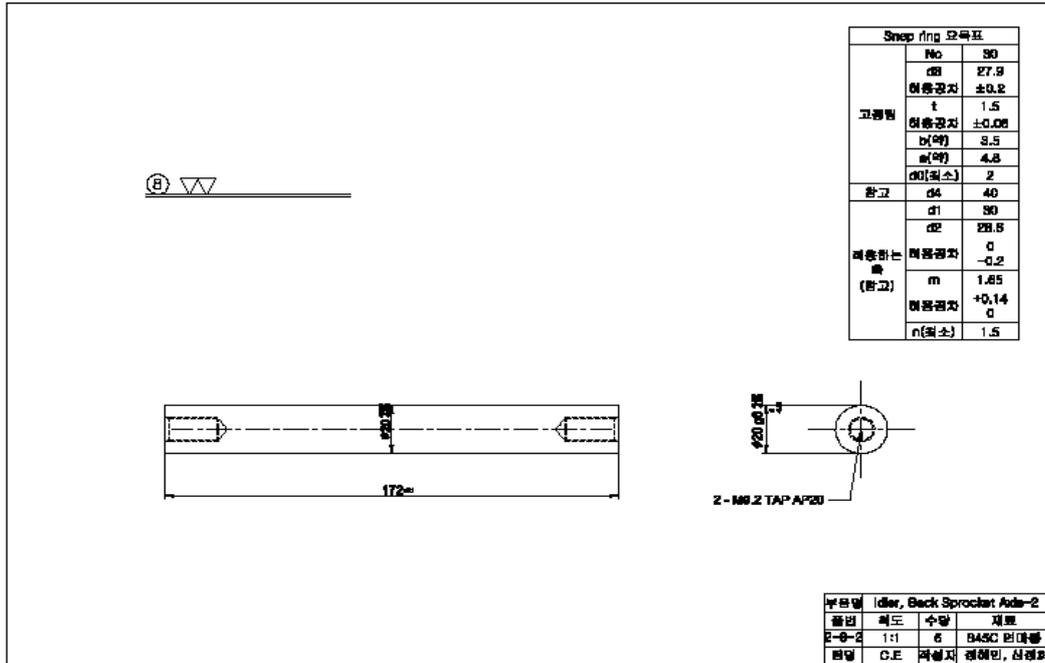


< 구동부 부품도 - C.C팀 8. Idler, Back Sprocket Axis-2>



< 구동부 부품도 - 가공 변경된 8. Idler, Back Sprocket Axis-2>

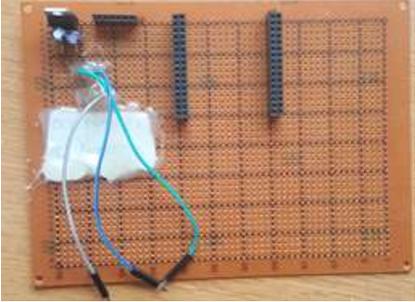
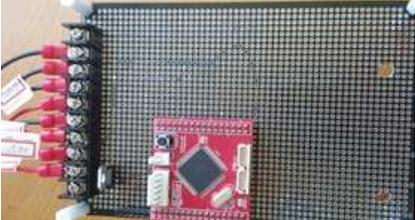
-이 뒤틀리지 않도록 사이트 파트의 구멍과 상하운동을 하도록 축 끝단 가공설계.



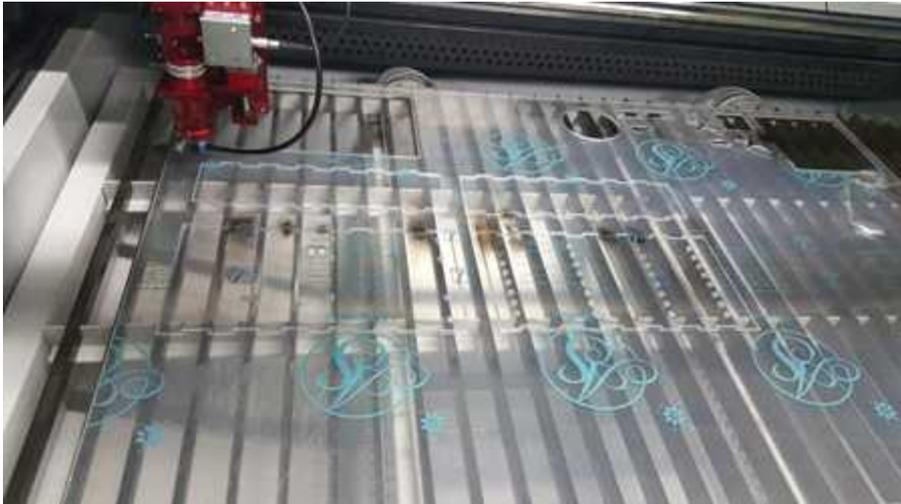
### < 구동부 부품도 - 추가된 8. Idler, Back Sprocket Axis-3>

- 기존의 2-8-2부품이 사이트파트와 빔을 일체화시키기 위해 조립이 되었지만 템핑시스템을 추가하면서 축을 새로 재가공 하면서 기존 축의 역할을 할 수 없어졌기 때문에 일체화 할 수 있는 새로운 축을 설계. 아이들러에 간섭 없도록 지름을 20mm로 축소 시키고 양옆의 볼팅을 위해 M8로 탭가공을 하였다.

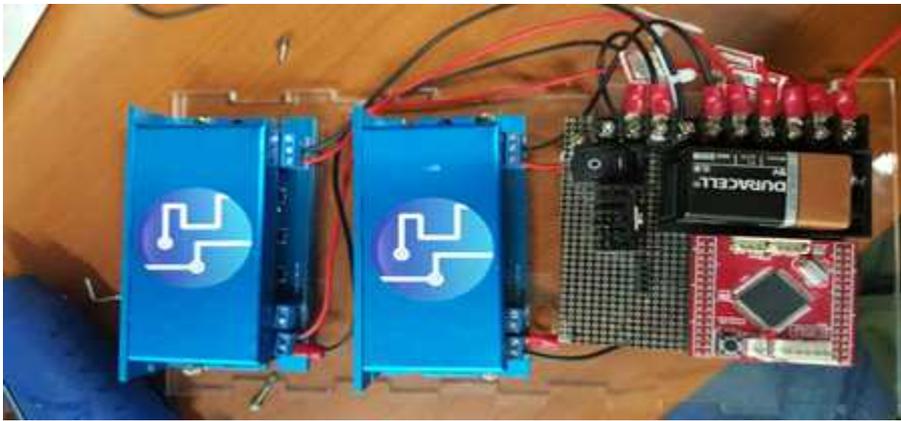
### 3. 회로제작

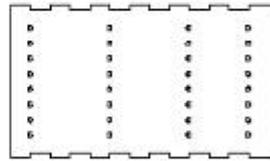
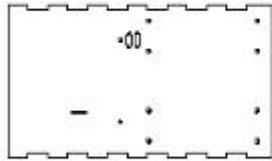
	단점	장점
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 24V가 흐르는 전선의 두께가 0.3mm의 두께신호선으로 사용하여 불안정한 회로설계</li> <li>2. 모터드라이버와 배터리를 메인회로에 연결할 시 합선발생</li> <li>3. 크기가 크다.</li> </ol>	<p style="text-align: center;">-</p>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 크기가 크다.</li> <li>2. 24v에서 5v로 전압강하로 인해 레귤레이터 발열이 심하며 에너지효율이 떨어진다.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 터미널로 모터드라이버와 배터리 결선 하는데 있어서 합선을 방지하였고 탈부착하기 쉽다.</li> <li>2. 실험에 있어서 단계별로 접근하기 쉽다.</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 24V가 흐르는 전선의 두께가 0.3mm의 두께신호선으로 사용하여 불안정한 회로설계</li> <li>2. 모터드라이버와 배터리를 메인회로에 연결할 시 합선발생</li> <li>3. 모터드라이버가 중판에 결합되어 있지 않아 신뢰성이 낮다.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 크기가 작다.</li> <li>2. 모터드라이버 및 배터리 결선탈부착이 쉽다.</li> <li>3. 실험에 단계적으로 접근하기 쉽다.</li> <li>4. 9v배터리 설계로 기존에 24v에서 5v로 전압강하에서 9v에서 5v로 전압강하를 하여 에너지효율을 높였다.</li> </ol>
	<p style="text-align: center;">-</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 모터드라이버와 메인회로의 결선이 흔들리지 않으며 외부의 흔들림에도 신뢰성이 높다.</li> </ol>

#### 4. 중판 제작 - 레이저 가공



<레이저 가공기>





<중판 2D 도면>

- 나사없이 끼워맞춤 방식으로 상자를 만들려고 하였으나 상하판만 제작하여 조립.

## 제4장 시험 및 평가

### 제1절 시험 요구조건

항목	장소	이동 시간	평가 시간	횟수	목표	결과
자갈	3호관 뒤 자갈밭	10분	30분	5회	전진, 후진	○
장애물 통과	3호관 뒤 주차장	5분	30분	5회	0.1m	○
모래	6호관 옆 화단	10분	30분	5회	전진, 후진	X
직진주행	6호관 복도	10분	15분	5회	코스이탈 1°미만	○
후진주행	6호관 복도	-	15분	5회	코스이탈 1°미만	X
속도측정	6호관 복도	-	15분	5회	3km/h(±5%)	X
총 중량	연구실	5분	10분	2회	100kg(±5%)	○
날짜 : 2016. 05. 16		40분	2시간 25분	17시30분 ~ 20시 35분(3시간 5분)		

**1. 성능평가 목적**

- 설계 초기 단계에서 설정한 정량적 목표(총 중량: 100kg, 장애물 통과 높이: 0.1m, 다양한 험로(자갈,모래,흙)에서의 주행)를 완성된 ‘댐핑 시스템 캐터필러’가 충족하였는지를 확인하기 위함.

2. 성능평가 날짜 : 2016.05.16

3. 예상 소요시간 : 3시간 30분

**4. 사전 답사**

**자갈길(1시간)**



3호관 뒤 자갈밭



3호관 옆 자갈 경사(14.5°)

**모래(1시간)**



6호관 옆 화단



6호관 옆 경사(11.6°)

장애물 통과(30분)

총 중량 측정(10분)



3호관 뒤 주차장



연구실

**5. 성능평가 계획**

- ① 3호관 뒤 자갈밭으로 이동 후 자갈밭 주행 실험 및 자갈 오르막길 주행실험
  - 직진, 후진, 제자리 회전
- ② 3호관 뒤 주차장의 난간장애물 주행실험
- ③ 6호관 옆 화단으로 이동 후 모래 주행 실험 및 모래 오르막길 주행실험
  - 직진, 후진, 제자리 회전
- ④ 연구실로 크롤러를 가져 온 후 체중계를 활용하여 총 중량 확인.

**6. 성능평가 기준**

- ① 각 험로에 대하여 직진, 후진, 제자리회전 주행가능 여부를 확인.
  - ② 0.1m 정도 높이의 장애물을 넘어갈 수 있는지 확인.
  - ③ 총 중량이 정량적 목표에서 계획한 100kg 이하에 만족하는지 확인.
- \* 사진 및 동영상 촬영을 통하여 성능평가 기준에 만족하였는지를 자료로 제시.

**\* 경사측정**



- ① 자 2개를 사용하여 직각을 만든 후 높이와 길이를 측정한다.  
(결과 - 높이 : 72mm, 길이 : 274mm)
- ② 피타고라스의 정리를 이용하여 빗변의 길이를 구한다.  
(  $72^2 + 274^2 = 283$  )
- ③  $\cos\theta = \frac{274}{283} \rightarrow \theta = \cos^{-1}\frac{274}{283} = 14.5^\circ$



- \* 위의 방법과 동일하게 측정
  - 높이 : 56mm, 길이 : 274mm
  - $\sqrt{56^2 + 274^2} = 279.7$
  - $\cos\theta = \frac{274}{279.7} \rightarrow \theta = \cos^{-1}\frac{274}{279.7} = 11.6^\circ$

제 2절 시험결과

평가항목		매우만족	만족	보통	불만족	
자갈 (평지)	직진주행이 잘 되는가?	5	4	3	2	1
	후진주행이 잘 되는가?	5	4	3	2	1
	제자리회전이 잘 되는가?	5	4	3	2	1
자갈 (경사)	직진주행이 잘 되는가?	5	4	3	2	1
	후진주행이 잘 되는가?	5	4	3	2	1
	제자리회전이 잘 되는가?	5	4	3	2	1
모래 (평지)	직진주행이 잘 되는가?	5	4	3	2	1
	후진주행이 잘 되는가?	5	4	3	2	1
	제자리회전이 잘 되는가?	5	4	3	2	1
모래 (경사)	직진주행이 잘 되는가?	5	4	3	2	1
	후진주행이 잘 되는가?	5	4	3	2	1
	제자리회전이 잘 되는가?	5	4	3	2	1
0.1m 정도의 장애물을 넘어 주행 할 수 있는가?		5	4	3	2	1
총 중량이 100kg인가?		5	4	3	2	1
완충작용이 적절하게 발생하는가 ?		5	4	3	2	1
		<b>만점</b>	<b>75</b>		<b>총점</b>	<b>49</b>

- 험로 중 자갈에서는 직진, 후진, 제자리 회전 모든 구동이 자연스럽게 잘 이루어 졌지만, 모래에서는 주행 중 크롤러의 무게에 의해 모래 속으로 파고 들어가면서 스프로킷 기어에 모래가 직접적으로 접촉하여 기어의 마모와 모터의 손상을 초래할 수 있어 구동에 실패하였다. 장애물은 0.15m의 높이를 충분히 넘어 갔으며, 총 중량은 102.5kg으로 목적이었던 100kg보다 조금 초과함을 확인하였습니다. 장애물 통과 및 주행 중 댐핑작용은 충분히 일어났습니다. 75점만점의 평가에서 49점의 점수로 65%정도 정량적 목표를 달성했음을 확인할 수 있다.

**직진주행 - 5.58m**



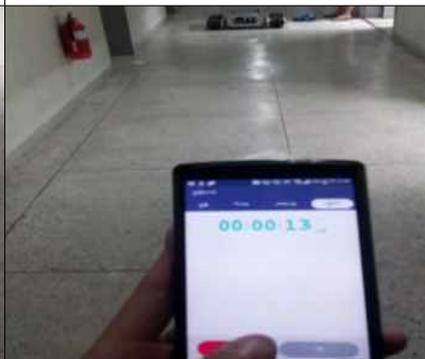
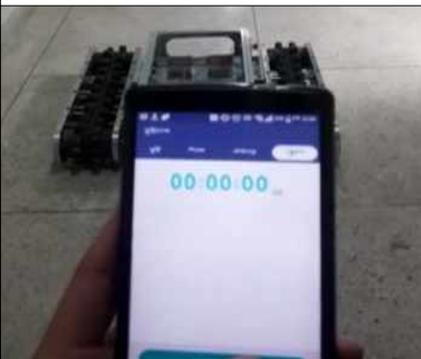
- 한 칸  $0.93m \times 6칸 = 5.58m$
- 출발선에서 도착선을 통과 할 때 까지 기준선에서 벗어나지 않고 직진 주행
- 5회 실험

**후진주행 - 5.58m**



- 5.58m 주행하는 동안 기준선으로부터 0.2m 코스 이탈
- 빗변길이 =  $\sqrt{5.58^2 + 0.2^2} = 5.5836$
- $\cos^{-1} \frac{5.58}{5.5836} = 2.05^\circ$  이탈

**속도측정 - 5.58m**



- 5.58m 주행하는데 13.22초 소요
- $\frac{5.58m}{3.22s} \times \frac{3600s}{1h} \times \frac{1km}{1000m} = 1.52km/h$

**총 중량(102.5kg)**



## 제5장 결론

### 제1절 문제점 분석 및 처리결과

- 설계초기에 설정한 정략적 목표(중량, 험로, 장애물)중 중량, 장애물, 험로 중 자갈에서의 주행 3가지 목표를 만족하였고, 험로 중 모래에서의 주행에 실패하였다.
- 성능평가에서 실패한 모래주행 대안
  - ① 크롤러 Body 아랫부분과 Side Part 아랫부분의 높이차이가 적기 때문에 스프로킷기어에 모래가 끼는 경우를 고려하여 기어의 높이를 올린 설계
  - ② 고무바퀴의 집중하중에 의해 주행 중 크롤러가 모래를 파고 들어가면서 기어에 모래가 들어가 미끄러지므로 분포하중으로 만들기 위해 고무패드로 교환
- Side Part를 크롤러 Body에 비해 훨씬 길게 제작하여 1차 댐핑 시스템을 사용한다면 현재보다 더 많은 완충작용이 가능

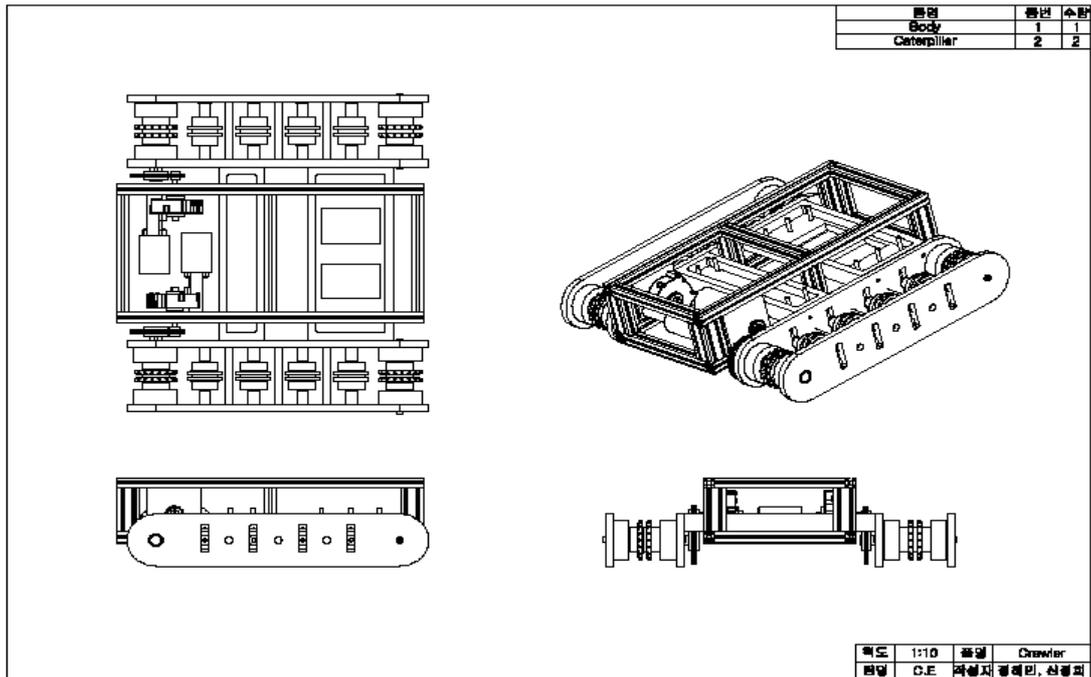
## 제2절 총평

- 초기에 설계하였던 댐핑시스템의 문제점이 발견되면서 댐핑시스템을 새롭게 설계하게 되었지만, 전문가의 자문과 팀원들의 아이디어를 종합하여 기존 크롤러에 가장 적합한 형태의 댐핑시스템을 설계하였다.
- 성능평가에 있어서는 설계 초기 고려한 3가지 핵심 중량, 험지 주행, 장애물 통과 높이 이 세 가지 중에서 중량과 장애물 통과 높이, 험지 주행 중 자갈에서는 충분히 초기조건을 만족 하였지만, 험지 중 모래에서 주행을 실패하였다. 크롤러가 대부분 사용되는 공사장이 모래로 이루어져 있다는 점을 생각한다면, 가장 중요한 부분을 달성하지 못했다는 아쉬움이 남는다.
- 직진, 후진주행을 오차 없이 주행 할 수 있는지를 확인하기 위하여 성능평가를 실시하였고, 그 결과 직진 주행은 오차 없이 주행하였지만, 후진 주행에서는 오차가 발생함을 확인하였고, 후진 주행시 한쪽 크롤러 모터의 기구부적 문제에 의해서 양쪽 크롤러의 후진 속도의 차이 발생으로 인한 오차임을 확인하였다.
- 험지(자갈)을 주행할 때와 장애물을 통과 할 때 설계한 댐핑시스템이 충분히 상하운동을 하며 충격을 흡수하는 완충작용을 충분히 수행함을 확인하였다.
- 초기 목표에 충분히 만족하지 못한 부분들이 있지만, 설계를 진행하는 과정에서 도면표기 방법, 외주가공진행 방법, 부품선정 방법 등 다양한 경험을 통하여 실무에서 진행되는 일들의 맛보기를 할 수 있었고, 전문가와의 자문을 통하여서 우리의 힘으로만 해결할 수 없는 문제들을 해결할 수 있었다.

# [부록]

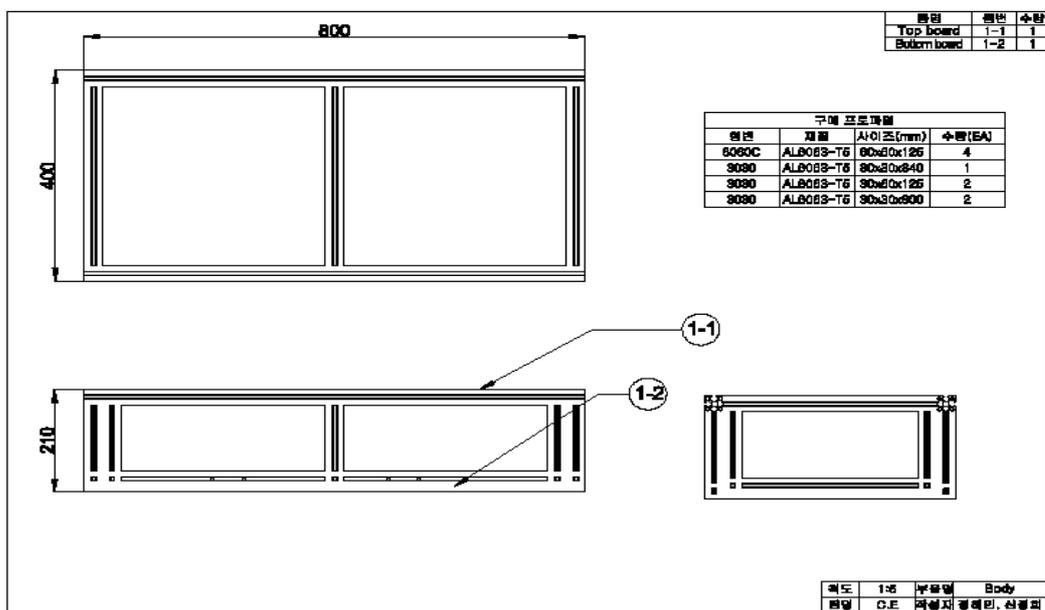
## 부록 1. 첫 번째 부록

### 1. 시제품 전체 조립도

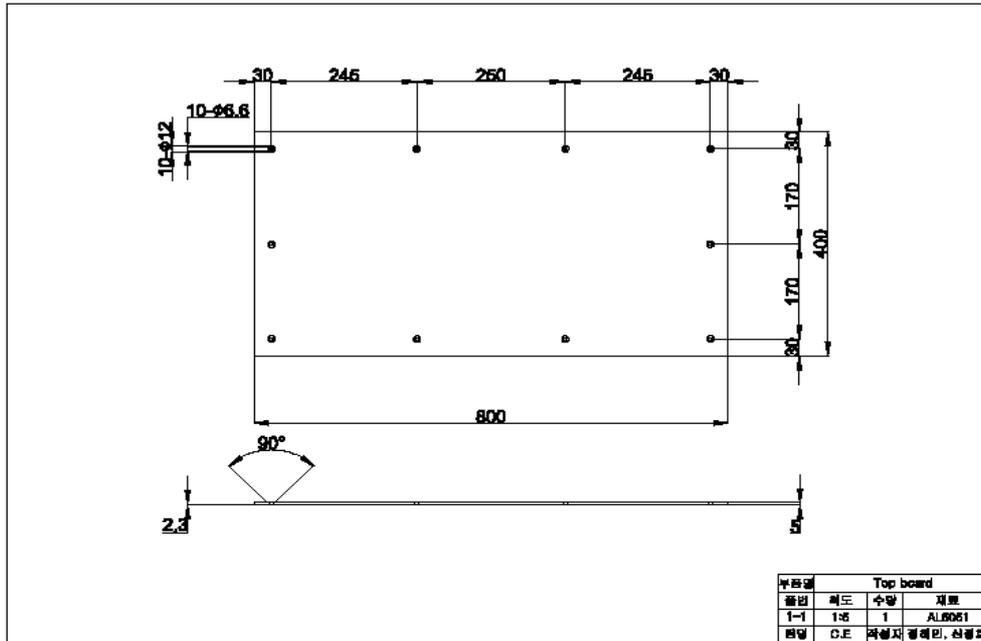


### 2-1. 시제품 부품도

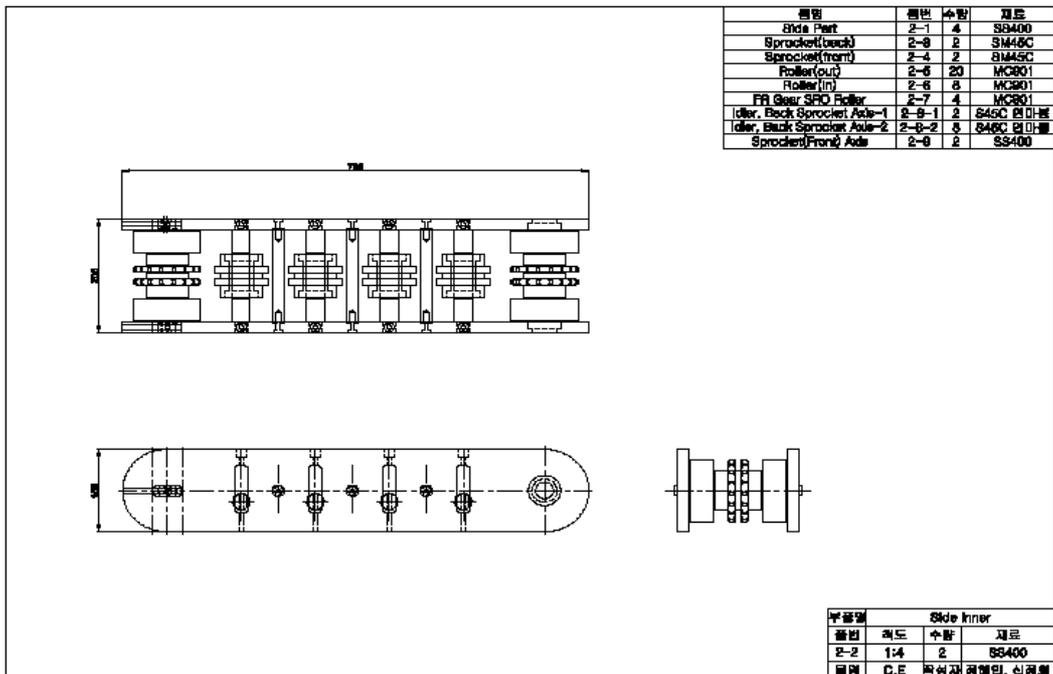
#### < BODY 부품도 >



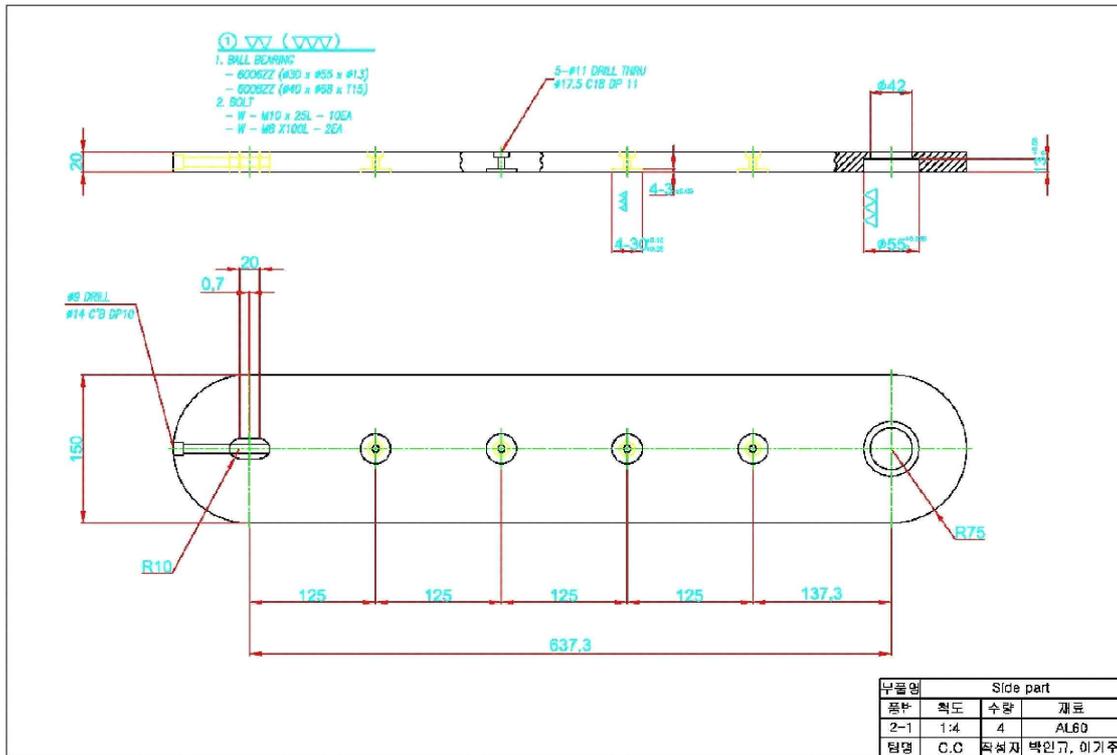
< Body - 하판 >



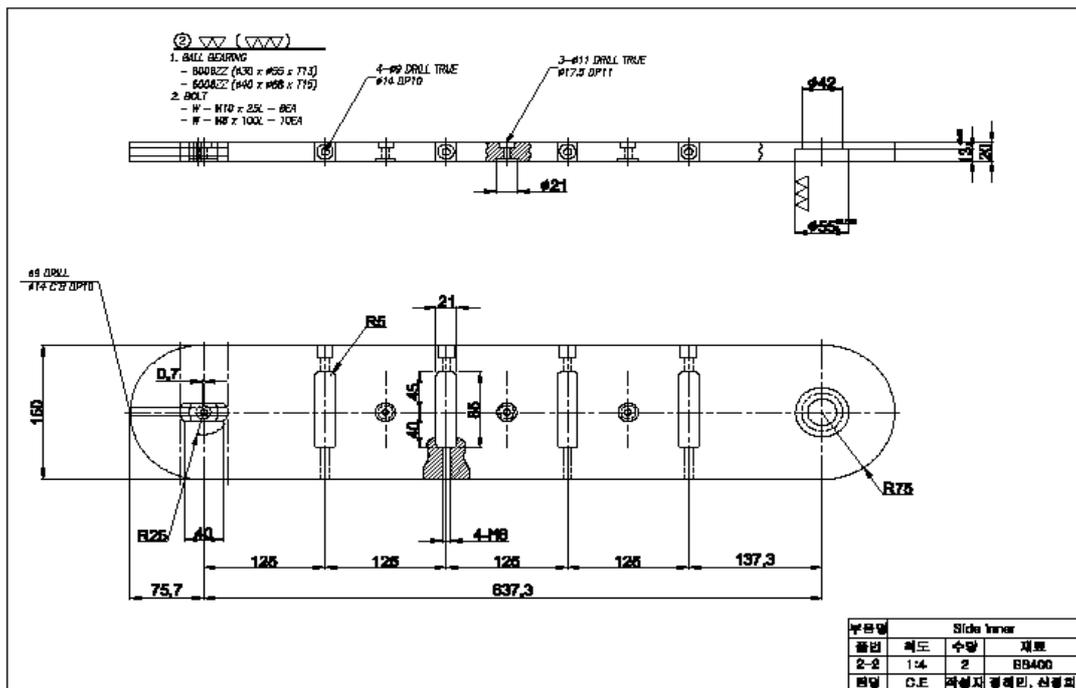
< 캐터필러 조립도 >



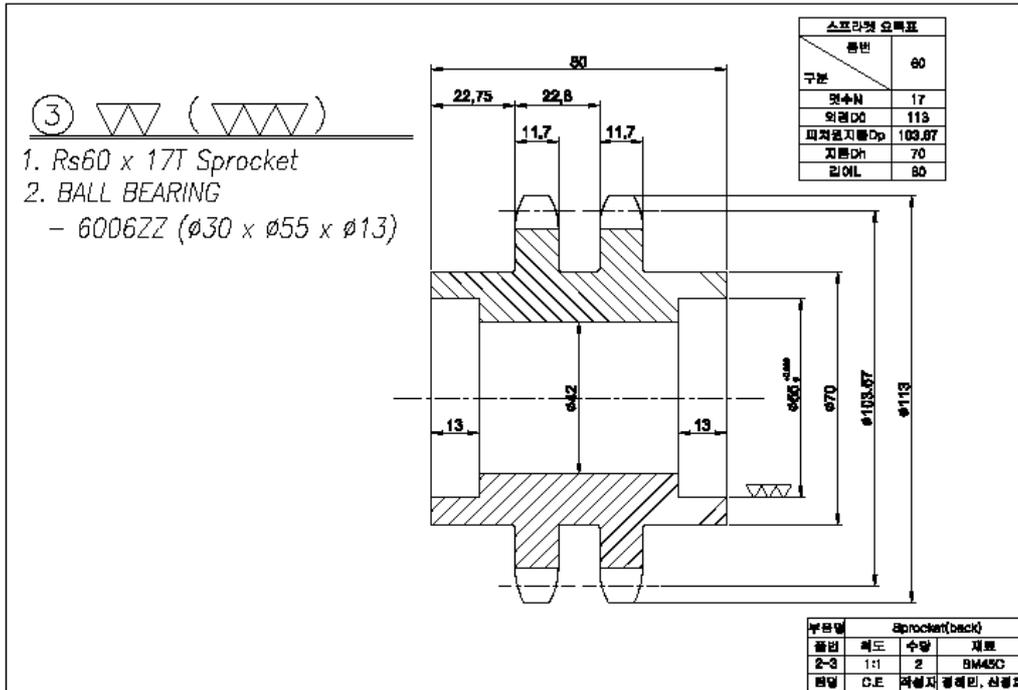
< 구동부 부품도 - C.C 팀 1. Side Part >



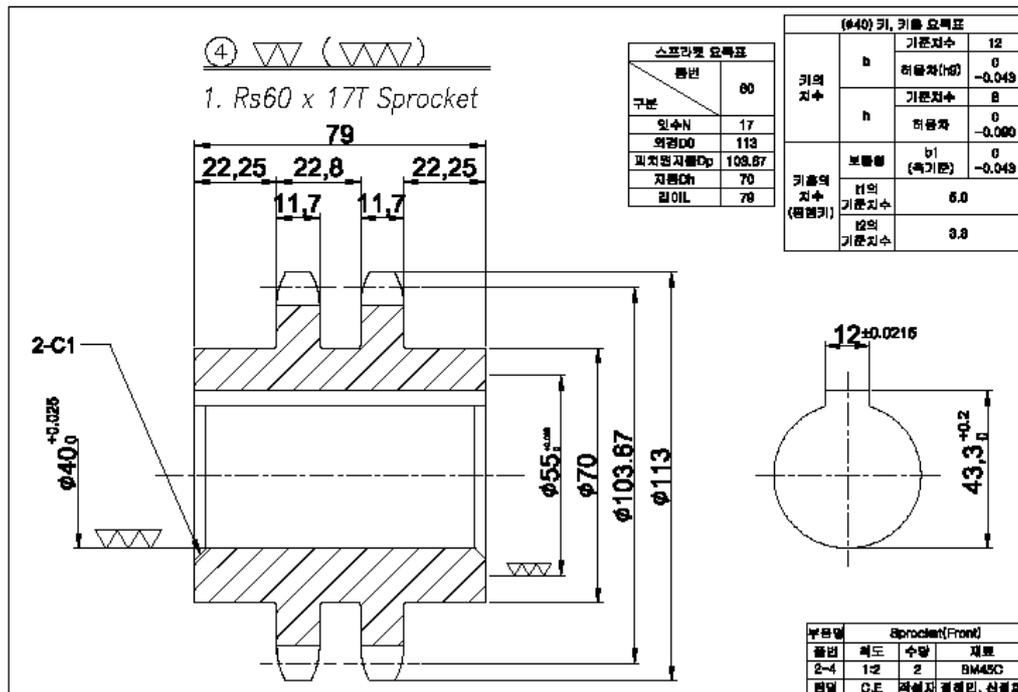
< 구동부 부품도 - 수정완료 1. Side Part >



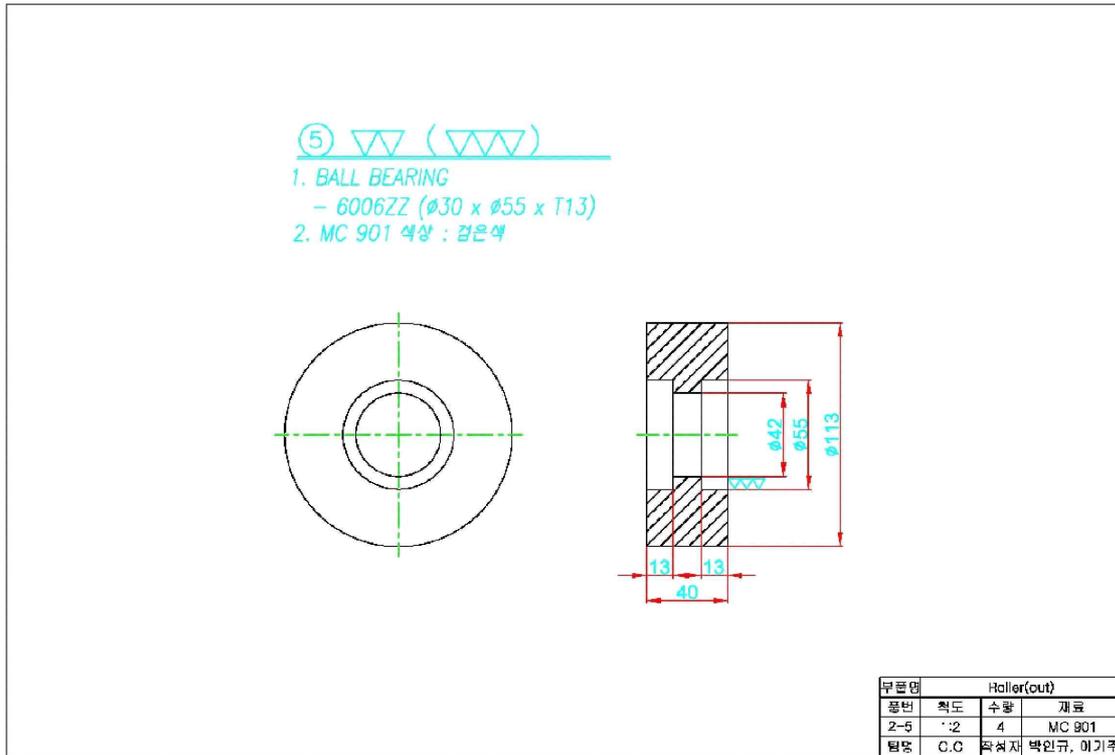
< 구동부 부품도 - 2. Sprocket(Back)>



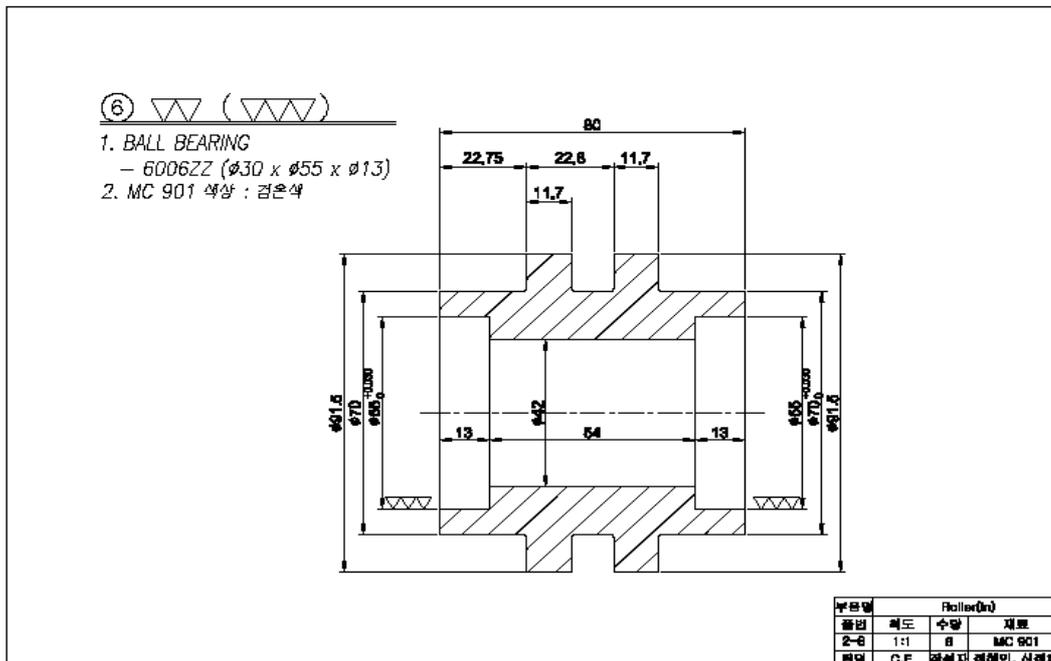
< 구동부 부품도 - 3. Sprocket(Front)>



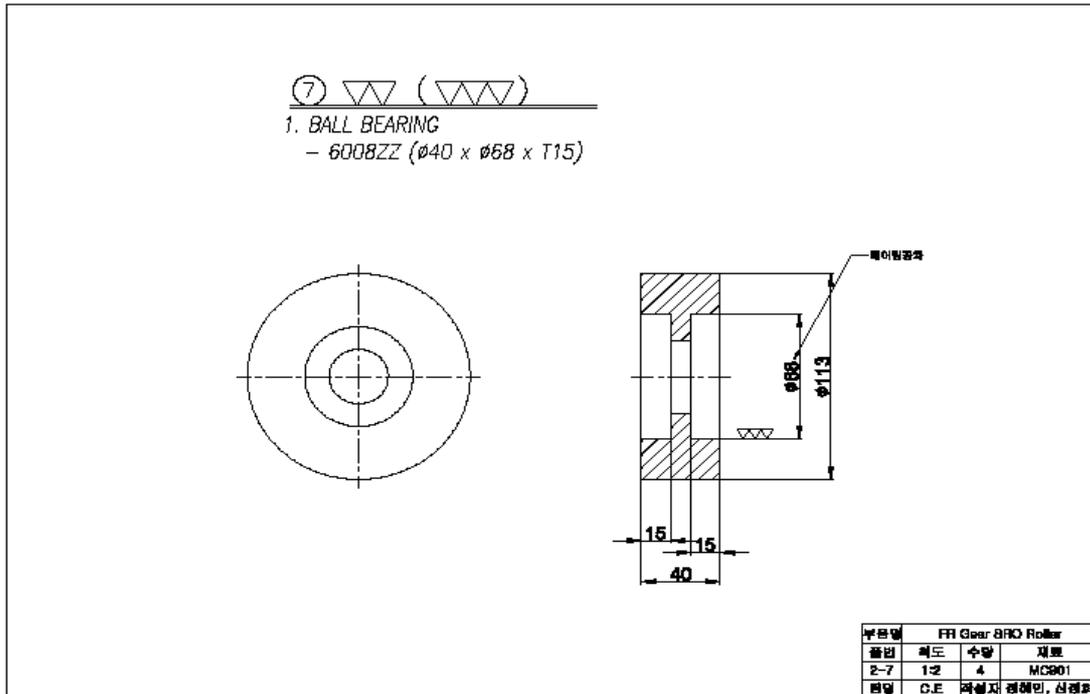
< 구동부 부품도 - 4. Roller(out)>



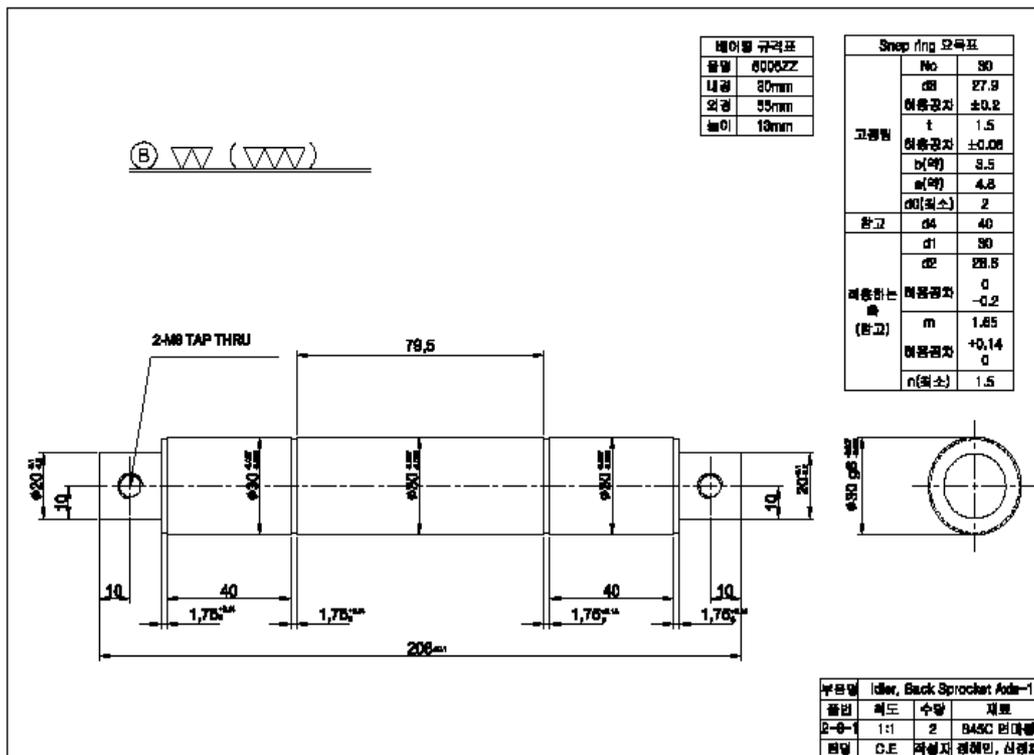
< 구동부 부품도 - 5. Roller(in)>



< 구동부 부품도 - 6. FR Gear SRO Roller >

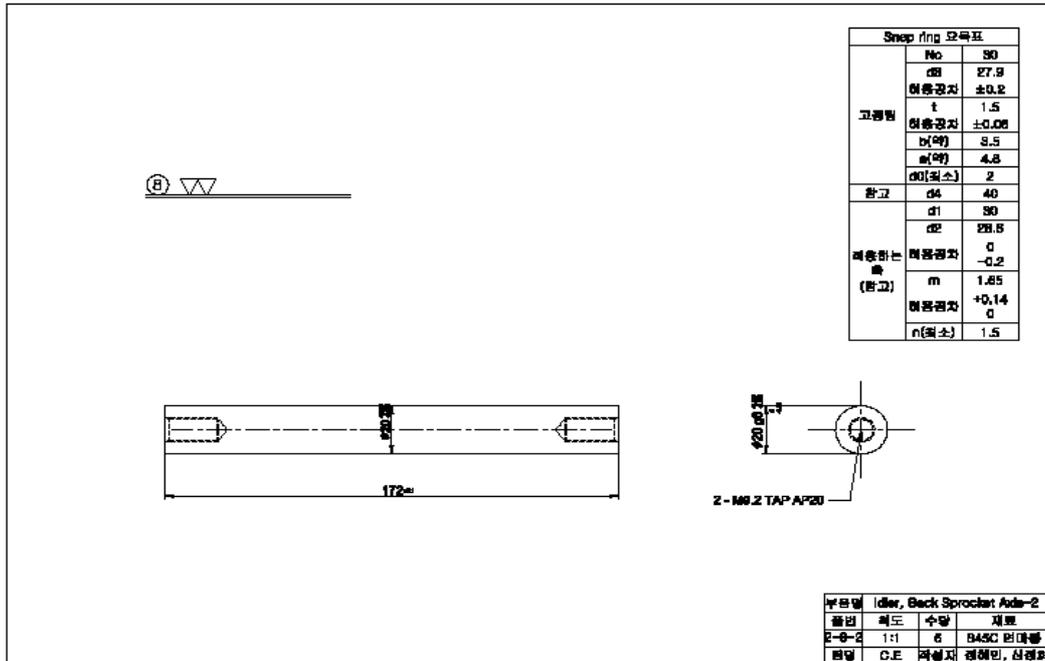


< 구동부 부품도 - 7. Idler, Back Sprocket Axis-1 >

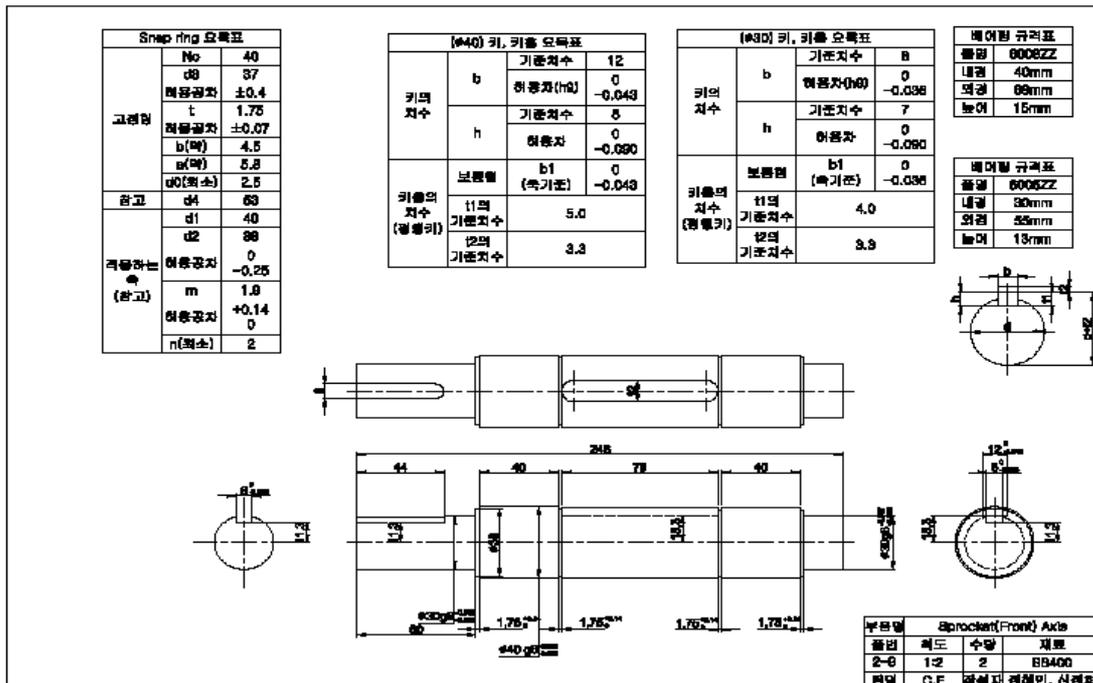




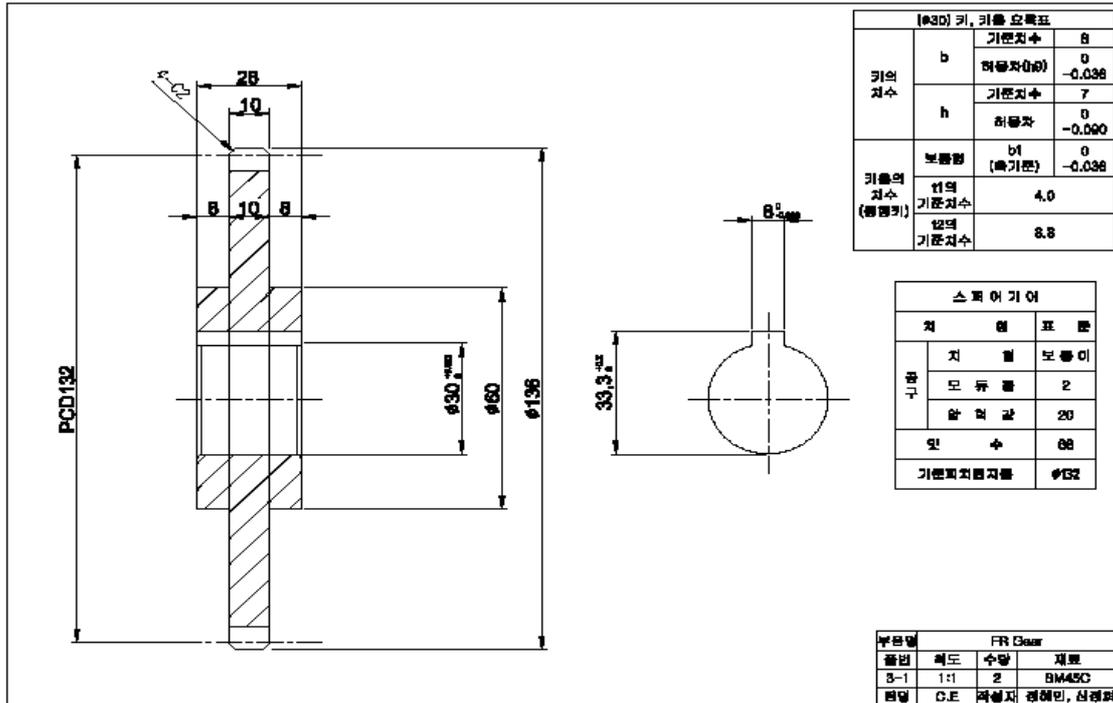
< 구동부 부품도 - 추가된 8. Idler, Back Sprocket Axis-3>



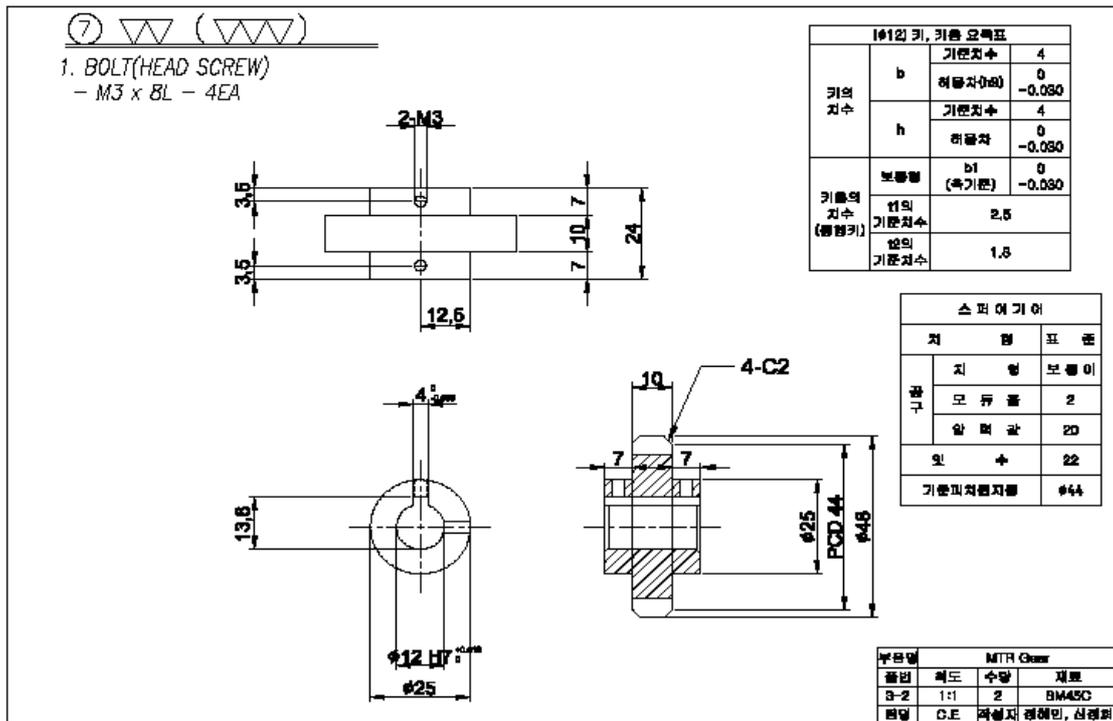
< 구동부 부품도 - 9. Sprocket(Front) Axis>



< 기타 부품도 - 1. FR Gear >

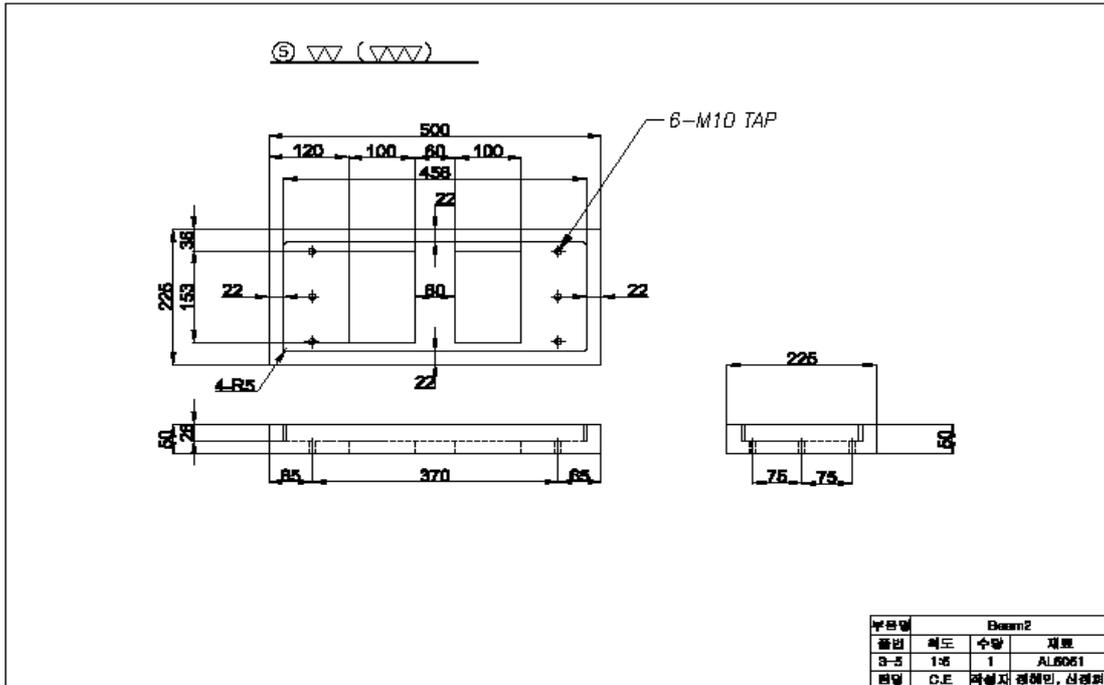


< 기타 부품도 - 2. MTR Gear >

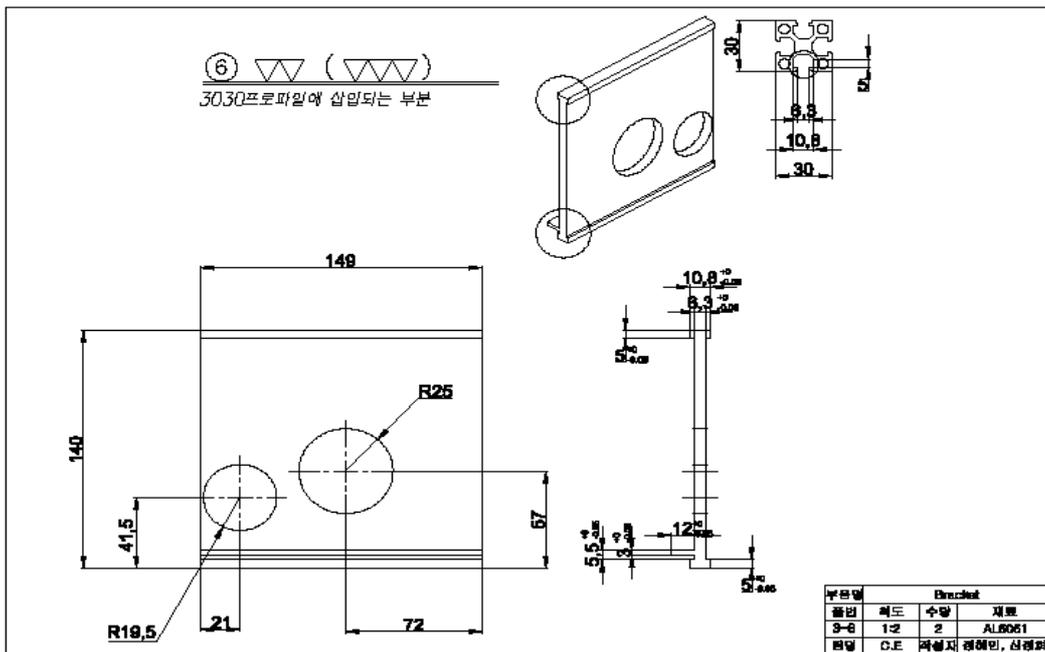




< 기타 부품도 - 5. Beam2 >



< 기타 부품도 - 6. Bracket >



### 부록 3. 보고서 후기

- 설계프로젝트를 진행하면서 팀원과의 소통과 화합이 얼마나 중요한지 깨달을 수 있었다. 팀장은 팀장으로서, 팀원은 팀원으로서 자신에게 주어진 역할에 충실하게 해결해 나갈 때 팀의 프로젝트가 일정에 오차없이 진행 되어 질 수 있음을 경험하는 시간이었다. 1년간 함께 팀을 만들어 진행하는 동안 문제점을 함께 해결하여 기쁨을 느끼기도, 각자의 의견이 어긋나고 뚜렷한 개인주장을 꺾지 못하는 부분에서 팀장은 각자의 생각을 중재하고, 가장 합당한 방법으로 가장 합리적인 선택을 해야하는 순간들도 많이 있었다. 이 것이 팀장의 가장 중요한 역할 이라는 생각을 하게 되었다. 초기설계를 설정하고 도면작성, 부품선정, 업체선정 등 모든 준비를 끝낸 후 최종 점검을 위해 전문가와의 상담을 진행하였는데, 팀이 전혀 생각하지 못한 문제점들이 발견되면서 새로 다시 시작해야하는 상황에 놓이기도 하였다. 부품구매와 외주 가공을 진행 되기 전에 문제점을 발견하여 다행이었지만, 한편으로는 힘들게 팀원들이 진행했던 모든 것들을 새롭게 시작해야 한다는 아쉬움이 있었다. 이러한 상황에서 모든 팀원들은 한 마음으로 다시 한번 힘을 내어 새로운 설계에 대한 아이디어를 도출하고 결정하였으며, 새로운 도면작성, 새로운 부품선정 등 한번 했었던 작업이라 그런지 일사천리로 진행되었다. 모든 부품구매와 외주가공이 끝나고 제작을 완성하였다. 처음에는 성능평가에 대해서 크게 생각하지 않았다. 그저 제작만 완료되면 우리가 목표하였던 모든 부분들이 자연스럽게 되리라고 생각했었다. 하지만 직접 성능평가의 단계를 거치며 수정해야할 부분들이 많이 눈에 보였고, 생각지도 못했던 문제점들도 많이 보였다. 왜 교수님께서 시운전 및 보관을 가장 오래 많은 시간을 할애 해야한다고 하셨는지 충분히 느낄 수 있는 시간이었다. 성능평가를 진행 함에 있어서도 충분히 적절하게 계획을 수립하지 않고 진행하여 불필요한 시간의 낭비가 많았고, 필요한 정보를 적절하게 표현하지 못하는 부분들도 많이 있었다. 프로젝트를 진행하며 매 수업시간에 발표를하기 위한 자료를 만들고 발표준비를 하면서 프리젠테이션 능력 또한 향상되는 시간을 가질 수 있었다. ppt를 작성하는 요령에서부터 발표를 하는 적절한 스킬까지 배울 수 있었다. 설계프로젝트는 시작 전부터 우리에게 두려움이라는 단어로 생각되었지만, 끝나고 난 뒤에 많은 것들을 얻을 수 있는 유익하고 가치있는 시간이었다.

# 모터드라이브(DCMD-400-D)

NURI ROBOT



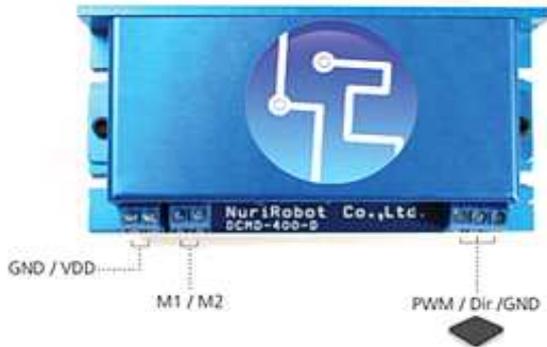
DC Motor Driver

## DCMD-400-D

- 400W급 DC 모터 드라이버
- 12~35V DC 모터 구동
- 모터 1개 구동
- 24V 모터 구동 시 정격 16A, 최대 100A
- PWM과 Direction 신호로 쉽게 구동



### ▶ DCMD-400-D 사용 방법



	사양	내용
Power	GND	접지
	VDD	DC 12~35V (모터 권압)
Input	PWM, Dir, GND	모터 속도 및 방향 조절
Motor	M1, M2	모터 동력선

### ▶ DCMD-400-D 규격

위



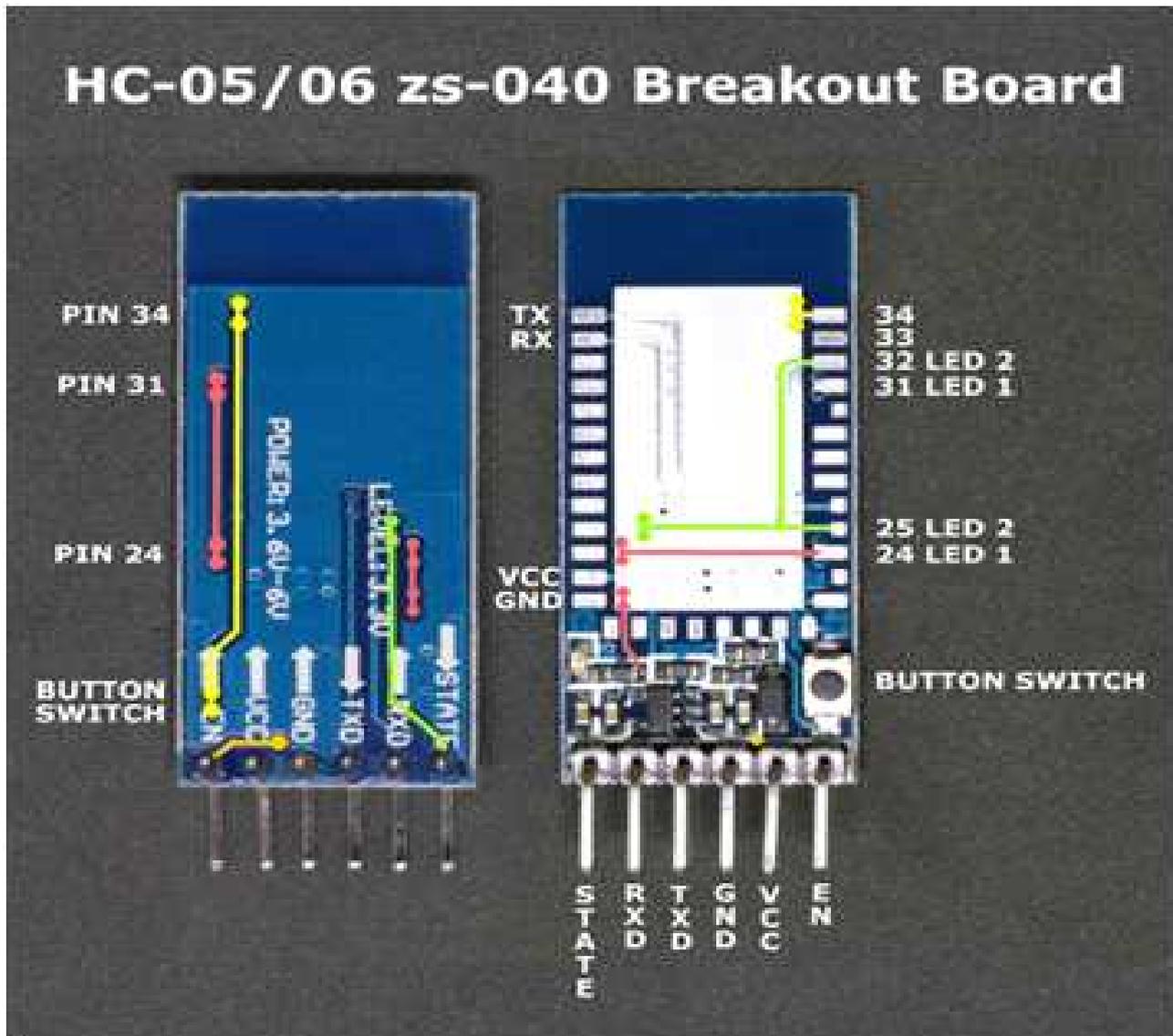
좌



앞



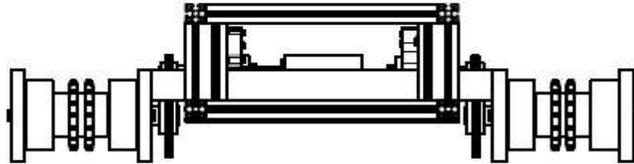
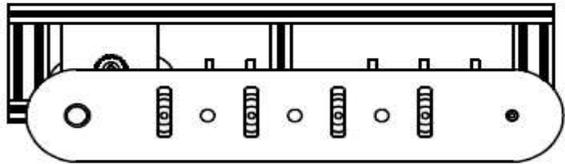
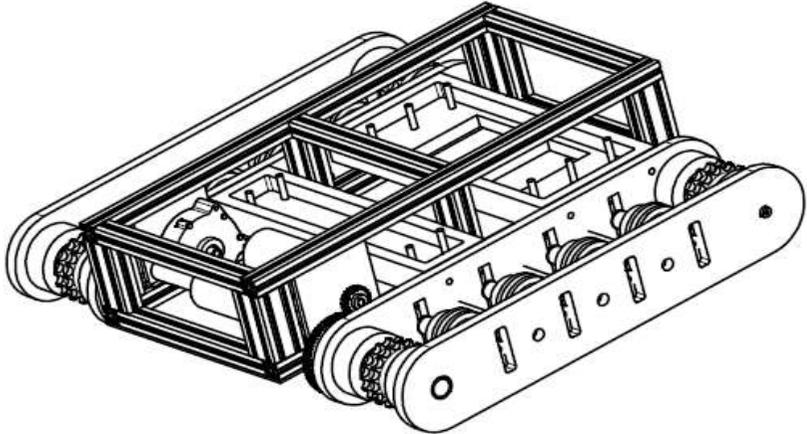
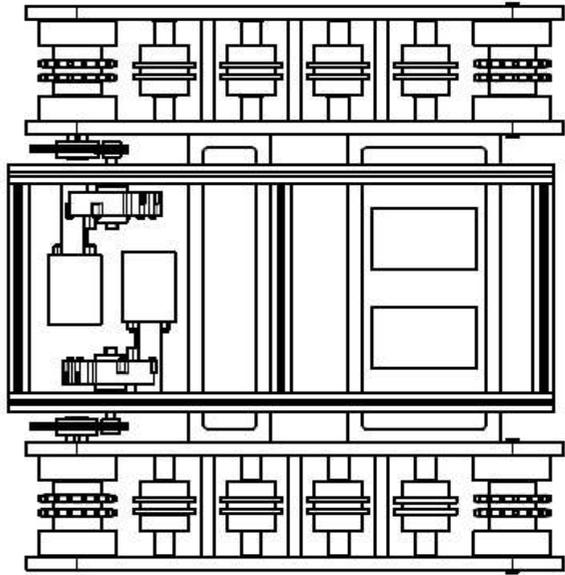
# 블루투스 통신모듈(HC05)



## Product Specifications

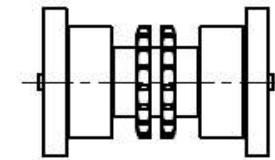
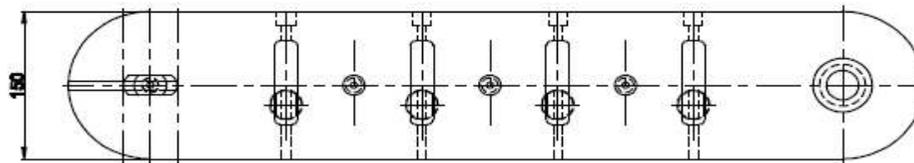
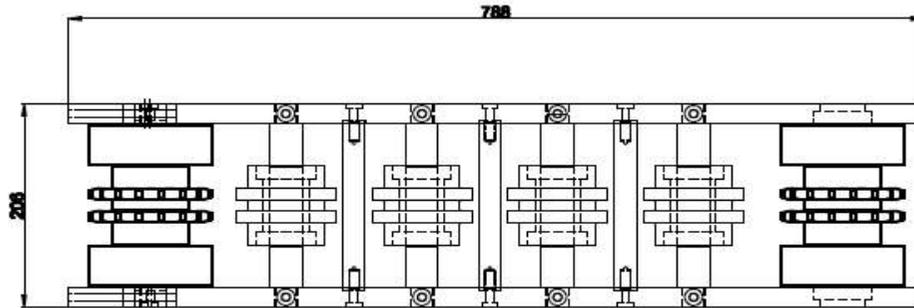
- Chipset CSR BC417143
- Bluetooth version V2.0+EDR
- Output power Class II
- Flash 8Mbit
- Power Supply 3.3V
- Size 26.9mm\*13mm\*2.2mm

품명	품번	수량
Body	1	1
Caterpillar	2	2

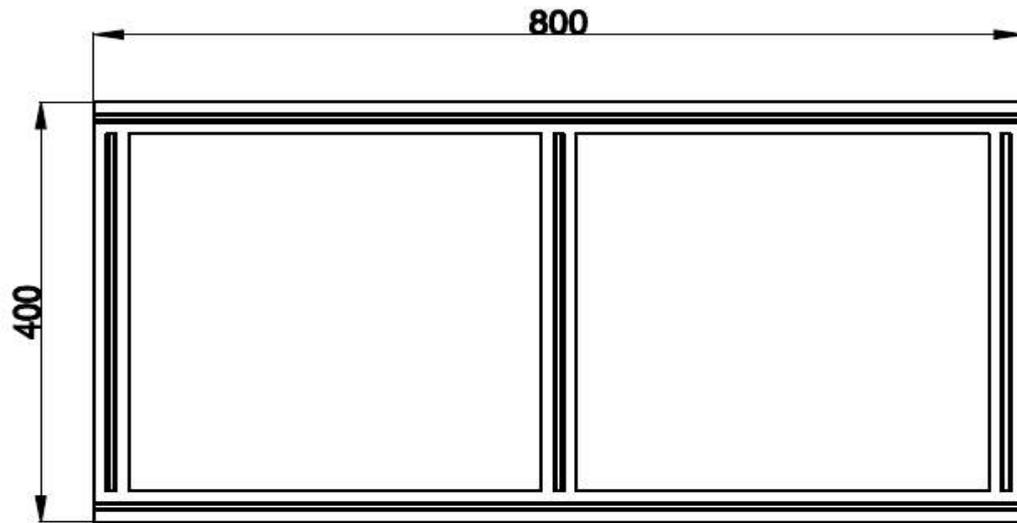


척도	1:10	품명	Crawler
팀명	C.E	작성자	경혜인, 신경희

품명	품번	수량	재료
Side Part	2-1	4	SS400
Sprocket(back)	2-3	2	SM45C
Sprocket(front)	2-4	2	SM45C
Roller(out)	2-5	20	MC901
Roller(in)	2-6	8	MC901
FR Gear SFO Roller	2-7	4	MC901
Idler, Back Sprocket Axis-1	2-8-1	2	S45C 연마봉
Idler, Back Sprocket Axis-2	2-8-2	8	S45C 연마봉
Sprocket(Front) Axis	2-9	2	SS400

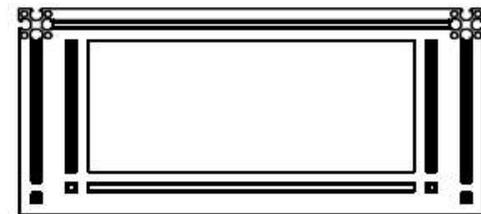
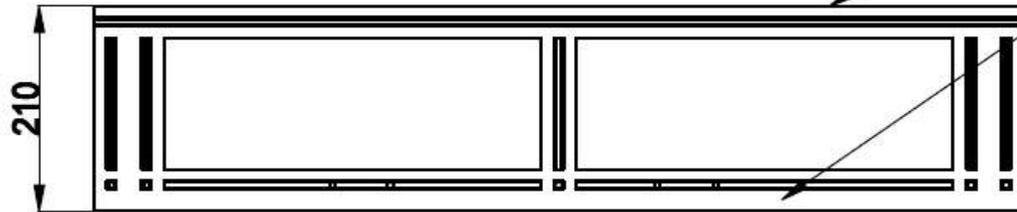


부품명	Side inner		
	척도	수량	재료
2-2	1:4	2	SS400
팀명	C.E	작성자	정혜민, 신경희

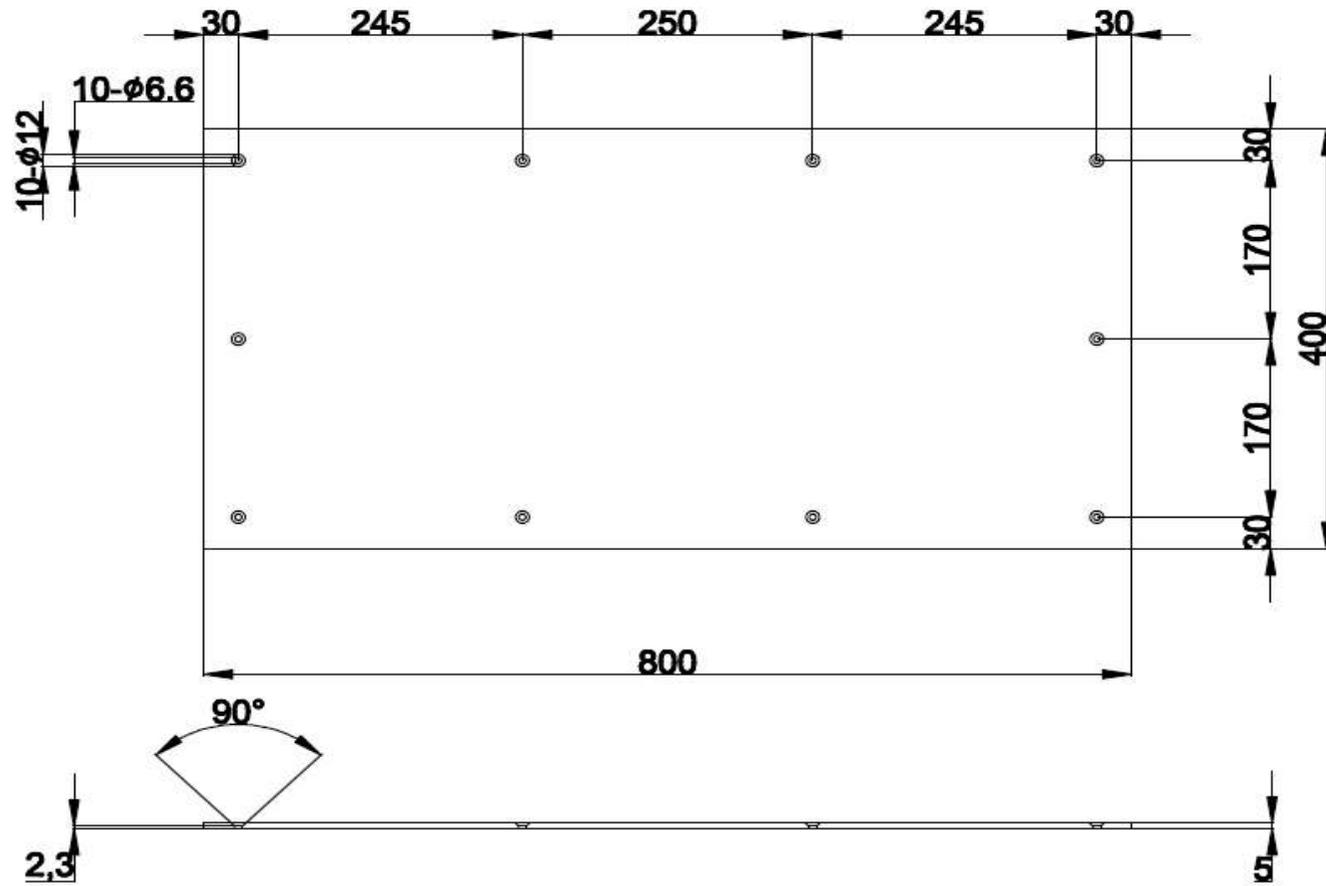


품명	품번	수량
Top board	1-1	1
Bottom board	1-2	1

구매 프로파일			
형번	재질	사이즈(mm)	수량(EA)
6060C	AL6063-T5	60x60x125	4
3030	AL6063-T5	30x30x340	1
3030	AL6063-T5	30x60x125	2
3030	AL6063-T5	30x30x800	2



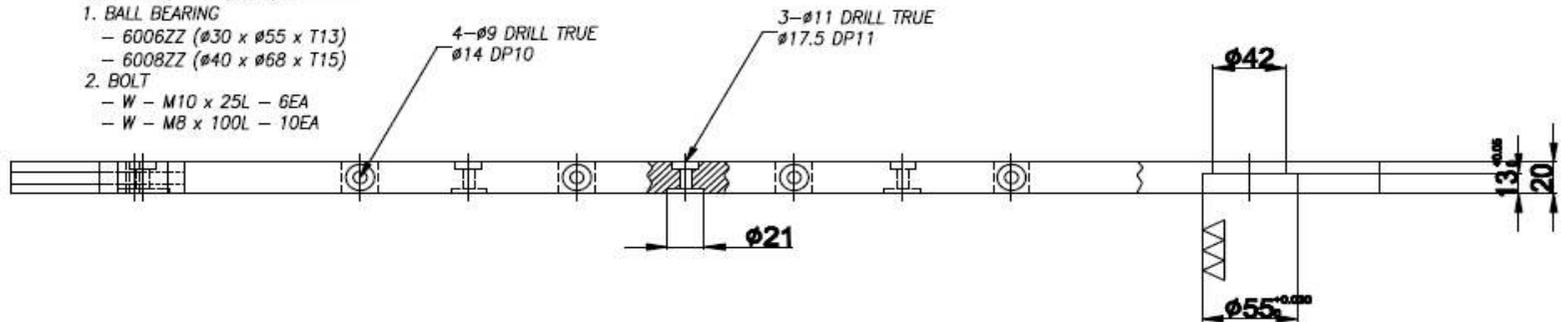
척도	1:6	부품명	Body
링명	C.E	작성자	경혜민, 신경희



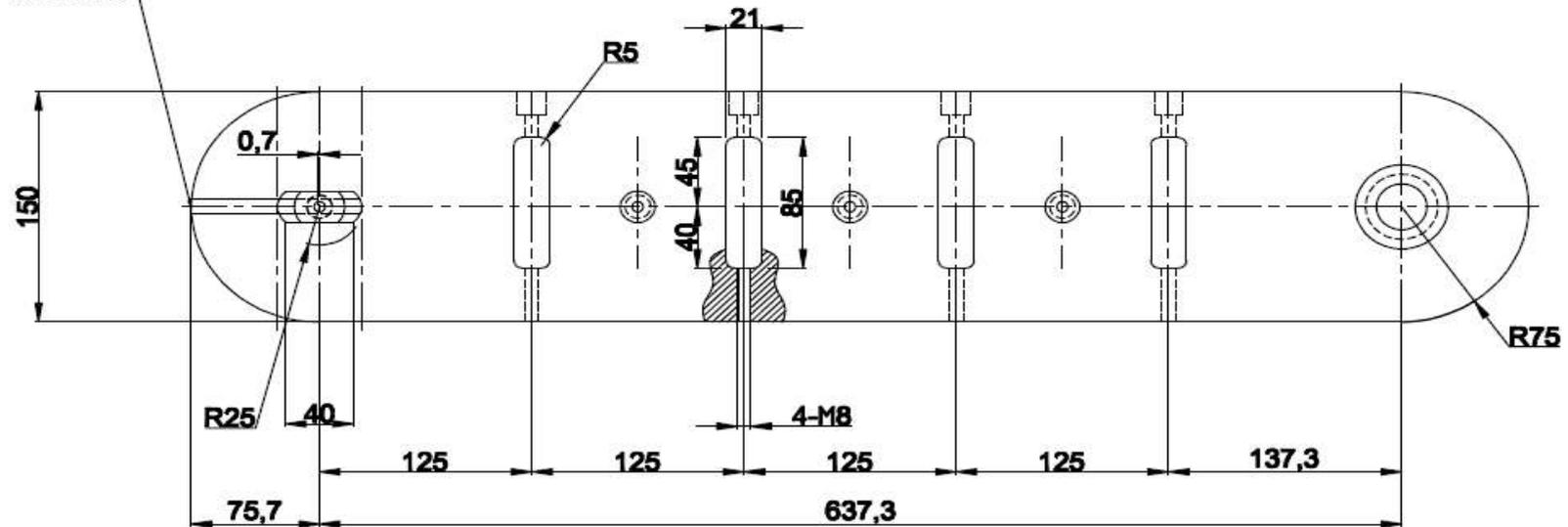
부품명	Top board		
	척도	수량	재료
1-1	1:6	1	AL8061
작성	C.E	작성자	경혜민, 신경희

②  $\nabla \nabla$  ( $\nabla \nabla \nabla$ )

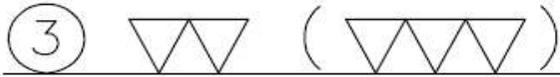
1. BALL BEARING  
 - 6006ZZ ( $\phi 30 \times \phi 55 \times T13$ )  
 - 6008ZZ ( $\phi 40 \times \phi 68 \times T15$ )  
 2. BOLT  
 - W - M10 x 25L - 6EA  
 - W - M8 x 100L - 10EA



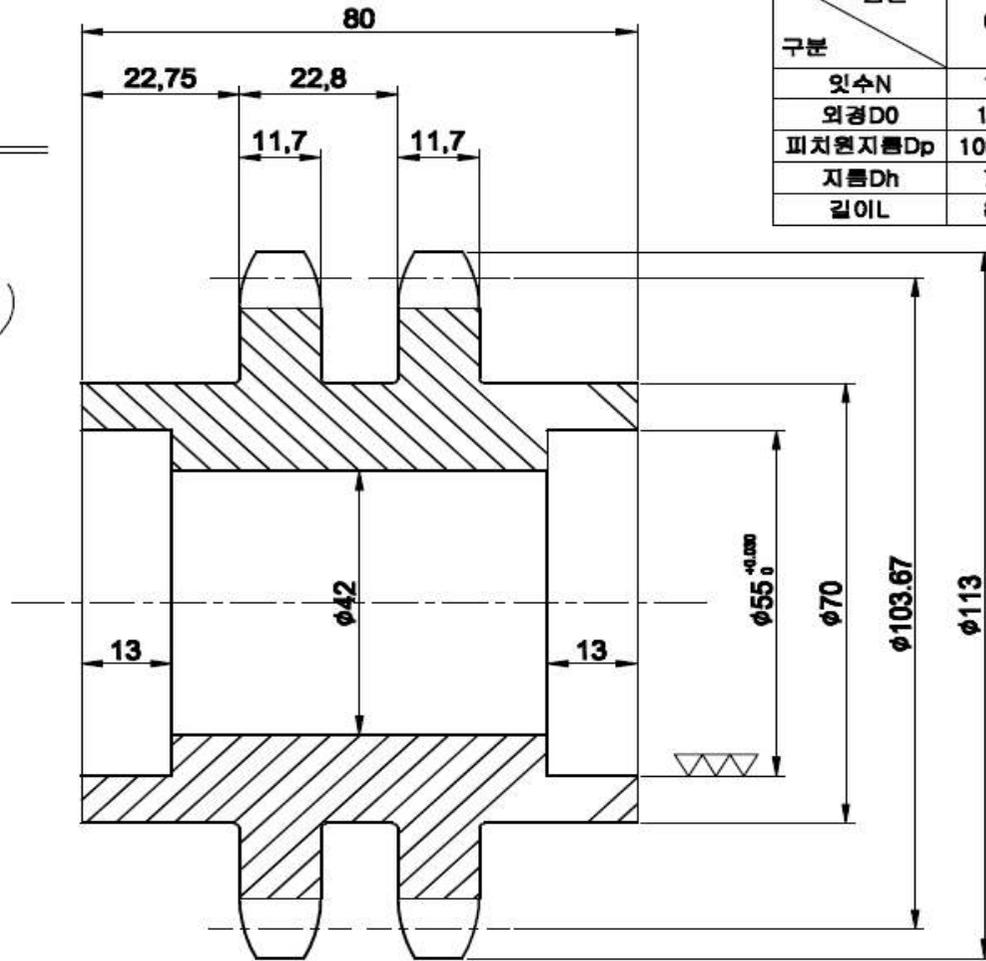
$\phi 9$  DRILL  
 $\phi 14$  C'B DP10



부품명	Side inner		
품번	척도	수량	재료
2-2	1:4	2	SS400
팀명	C.E	작성자	김혜민, 신경희

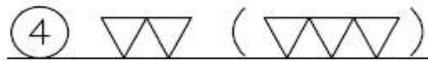


1. Rs60 x 17T Sprocket
2. BALL BEARING  
- 6006ZZ ( $\phi 30 \times \phi 55 \times \phi 13$ )

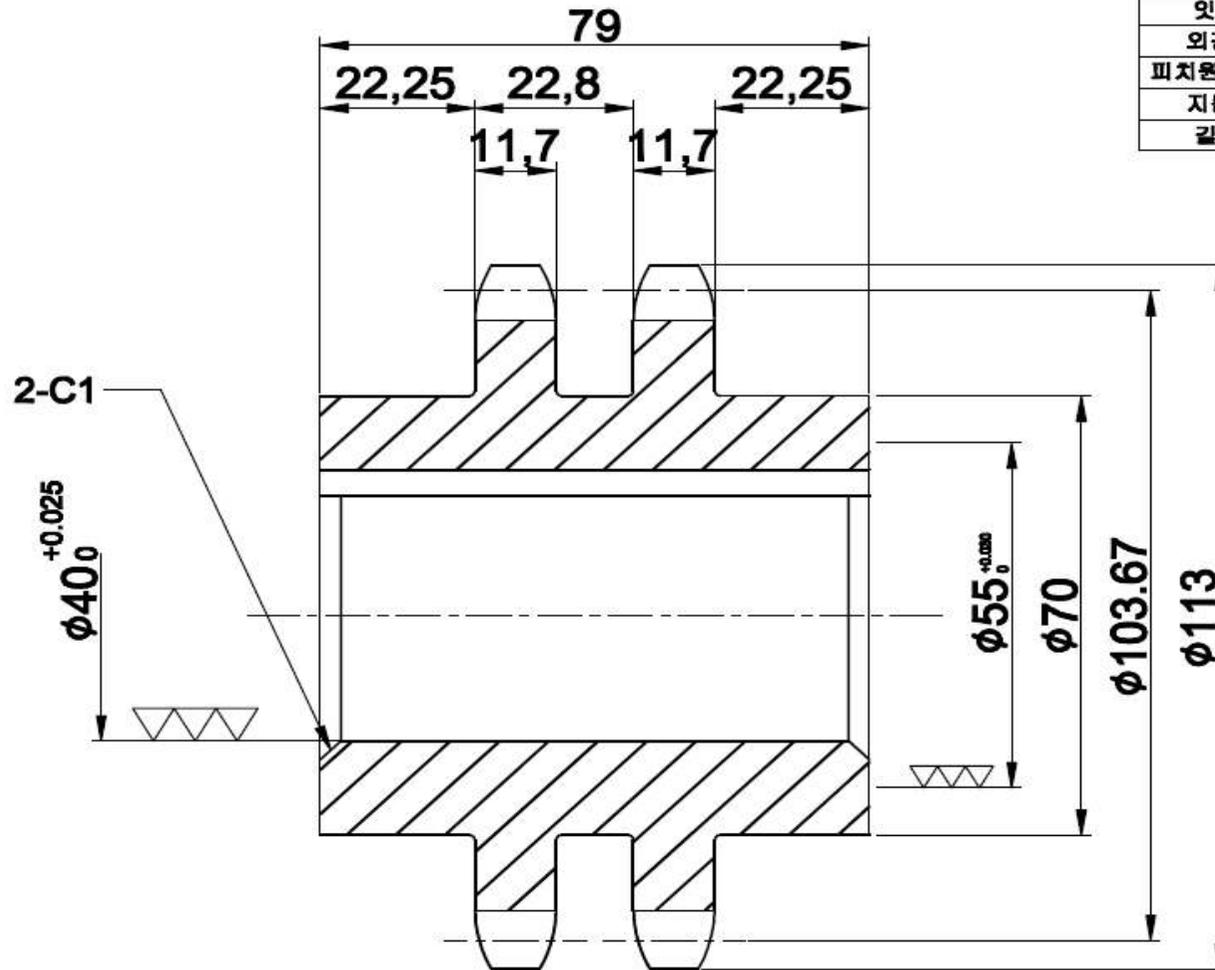


스프라켓 요목표	
품번	60
구분	
잇수N	17
외경D0	113
피치원지름Dp	103.67
지름Dh	70
길이L	80

부품명	Sprocket(back)		
	척도	수량	재료
2-3	1:1	2	SM45C
작성자	C.E	작성일자	정혜민, 신경희

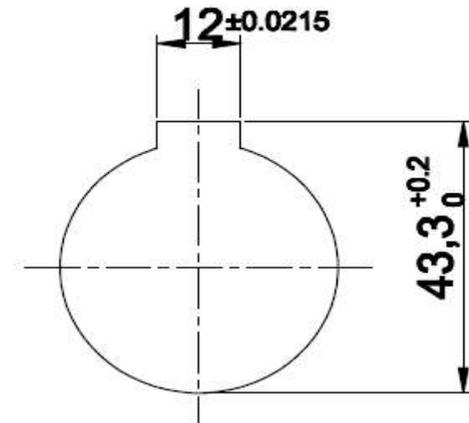
④ 

1. Rs60 x 17T Sprocket



스프라켓 요약표	
품번	60
구분	
잇수N	17
외경D0	113
피치원지름Dp	103.67
지름Dh	70
길이L	79

(φ40) 키, 키홈 요약표			
키의 치수	b	기준치수	12
		허용차(h9)	0 -0.043
키홈의 치수 (평행키)	h	기준치수	8
		허용차	0 -0.090
키홈의 치수 (평행키)	보통형	b1 (축기준)	0 -0.043
	t1의 기준치수		5.0
	t2의 기준치수		3.3



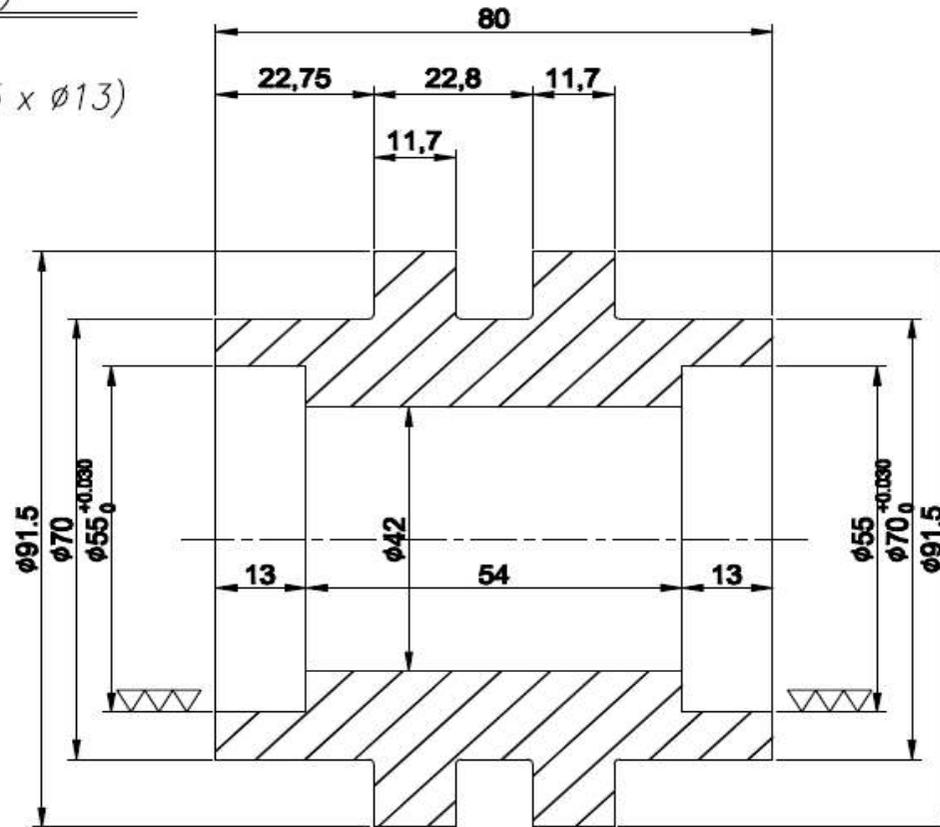
부품명	Sprocket(Front)		
품번	척도	수량	재료
2-4	1:2	2	SM45C
팀명	C.E	작성자	경혜인, 신경희

⑥ 

1. BALL BEARING

- 6006ZZ ( $\phi 30 \times \phi 55 \times \phi 13$ )

2. MC 901 색상 : 검은색

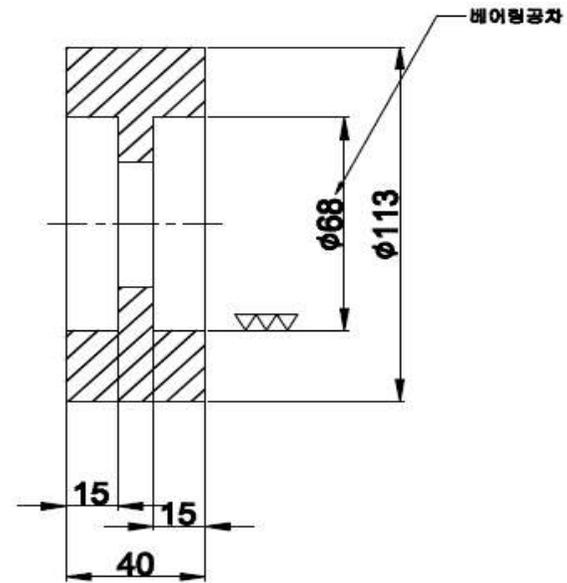
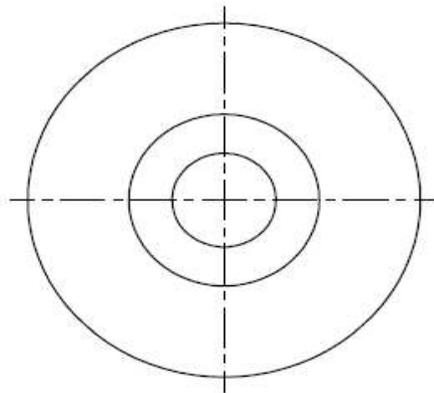


부품명	Roller(in)		
	척도	수량	재료
2-6	1:1	8	MC 901
팀명	C.E	작성자	정혜민, 신정희

⑦ 

1. BALL BEARING

- 6008ZZ ( $\phi 40 \times \phi 68 \times T15$ )

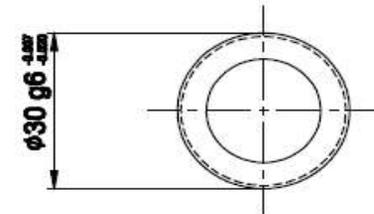
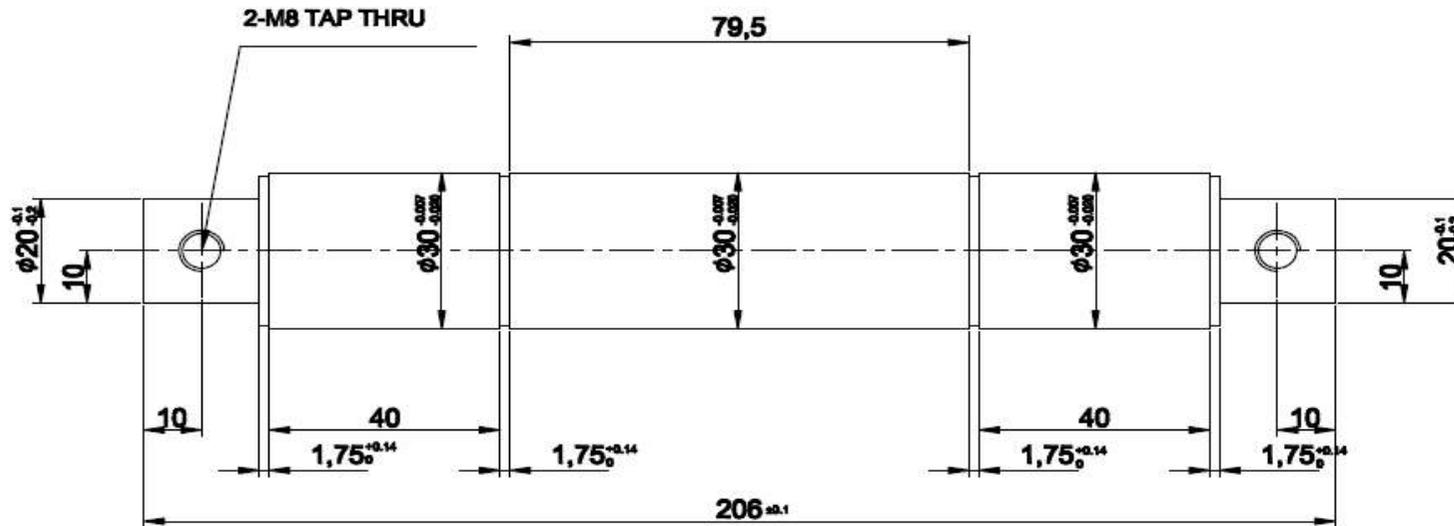


부품명	FR Gear SRO Roller		
품번	척도	수량	재료
2-7	1:2	4	MC901
팀명	C.E	작성자	정혜민, 신정희

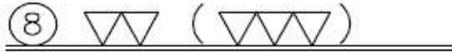


베어링 규격표	
품명	6006ZZ
내경	30mm
외경	55mm
높이	13mm

Snap ring 요목표		
고정링	No	30
	d3	27.9
	허용공차	±0.2
	t	1.5
	허용공차	±0.06
	b(약)	3.5
참고	a(약)	4.8
	d0(최소)	2
	d4	40
	d1	30
	d2	28.6
	적용하는 축 (참고)	허용공차
적용하는 축 (참고)	m	1.65
	허용공차	+0.14 0
	n(최소)	1.5

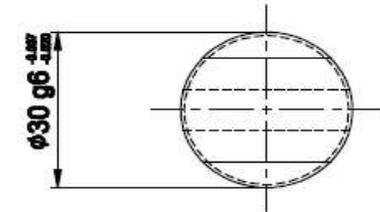
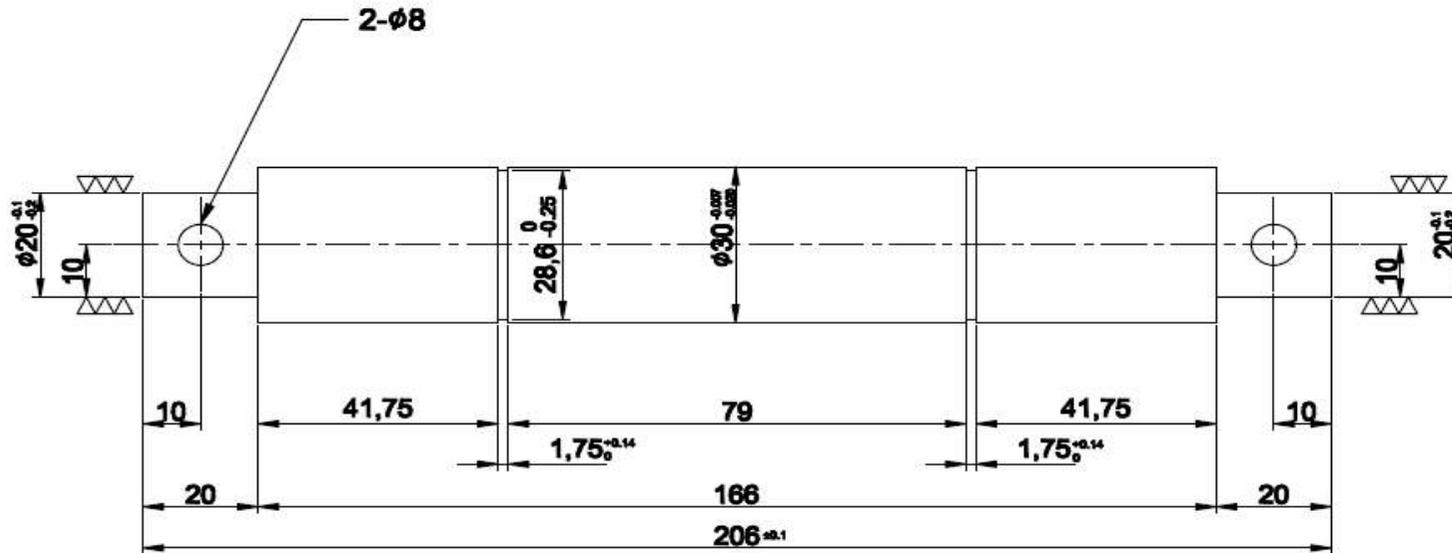


부품명	Idler, Back Sprocket Axis-1		
품번	척도	수량	재료
2-8-1	1:1	2	S45C 연마봉
팀명	C.E	작성자	정혜인, 신정희



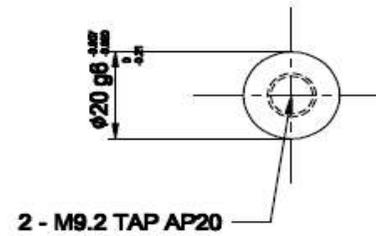
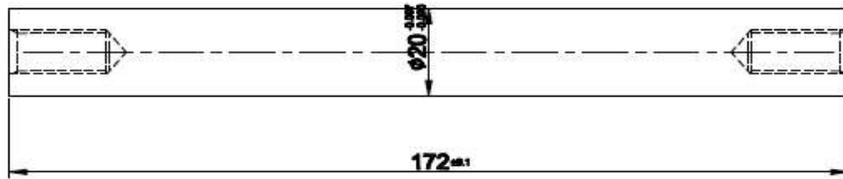
베어링 규격표	
품명	6006ZZ
내경	30mm
외경	55mm
높이	13mm

Snap ring 요목표		
고정링	No	30
	d3	27.9
	허용공차	±0.2
	t	1.5
	허용공차	±0.06
	b(약)	3.5
참고	a(약)	4.8
	d0(최소)	2
적용하는 축 (참고)	d4	40
	d1	30
	d2	28.6
	허용공차	0
	m	1.65
	허용공차	+0.14
	n(최소)	0



부품명	Idler, Back Sprocket Axis-1		
품번	척도	수량	재료
2-8-1	1:1	2	S45C 연마봉
팀명	C.E	작성자	김해민, 신정희

⑧ 



Snap ring 요목표		
고정링	No	30
	d3	27.9
	허용공차	$\pm 0.2$
	t	1.5
	허용공차	$\pm 0.06$
	b(약)	3.5
참고	a(약)	4.8
	d0(최소)	2
적용하는 축 (참고)	d4	40
	d1	30
	d2	28.6
	허용공차	0
	m	1.65
	허용공차	$+0.14$ 0
	n(최소)	1.5

부품명	Idler, Back Sprocket Axis-2		
품번	척도	수량	재료
2-8-2	1:1	6	S45C 연마봉
팀명	C.E	작성자	경해인, 신정희

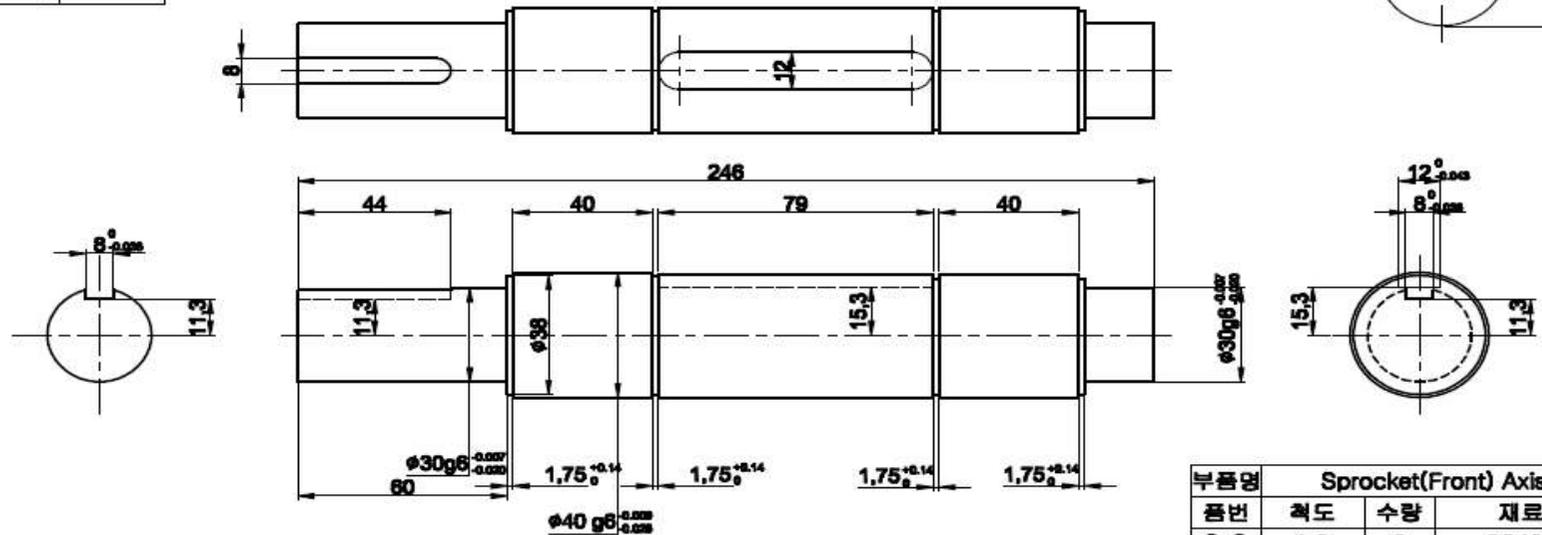
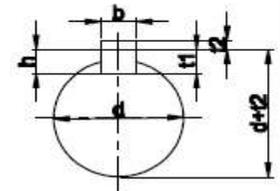
Snep ring 요약표		
고정형	No	40
	d3	37
	허용공차	±0.4
	t	1.75
	허용공차	±0.07
	b(약)	4.5
	a(약)	5.8
d0(최소)	2.5	
참고	d4	53
	d1	40
표용하는 축 (참고)	d2	38
	허용공차	0
	m	1.9
	허용공차	+0.14
	n(최소)	2

(φ40) 키, 키홈 요약표			
키의 치수	b	기준치수	12
		허용차(h9)	0 -0.043
	h	기준치수	8
		허용차	0 -0.090
키홈의 치수 (평행키)	보통형	b1 (축기준)	0 -0.043
	t1의 기준치수	5.0	
	t2의 기준치수	3.3	

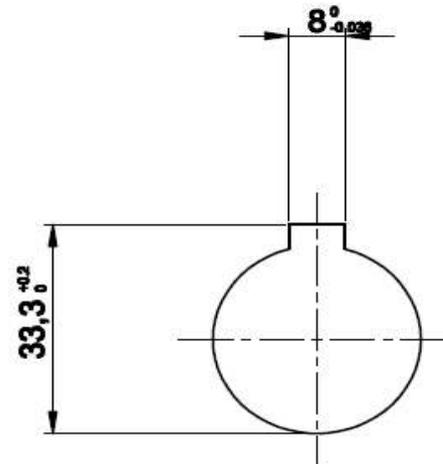
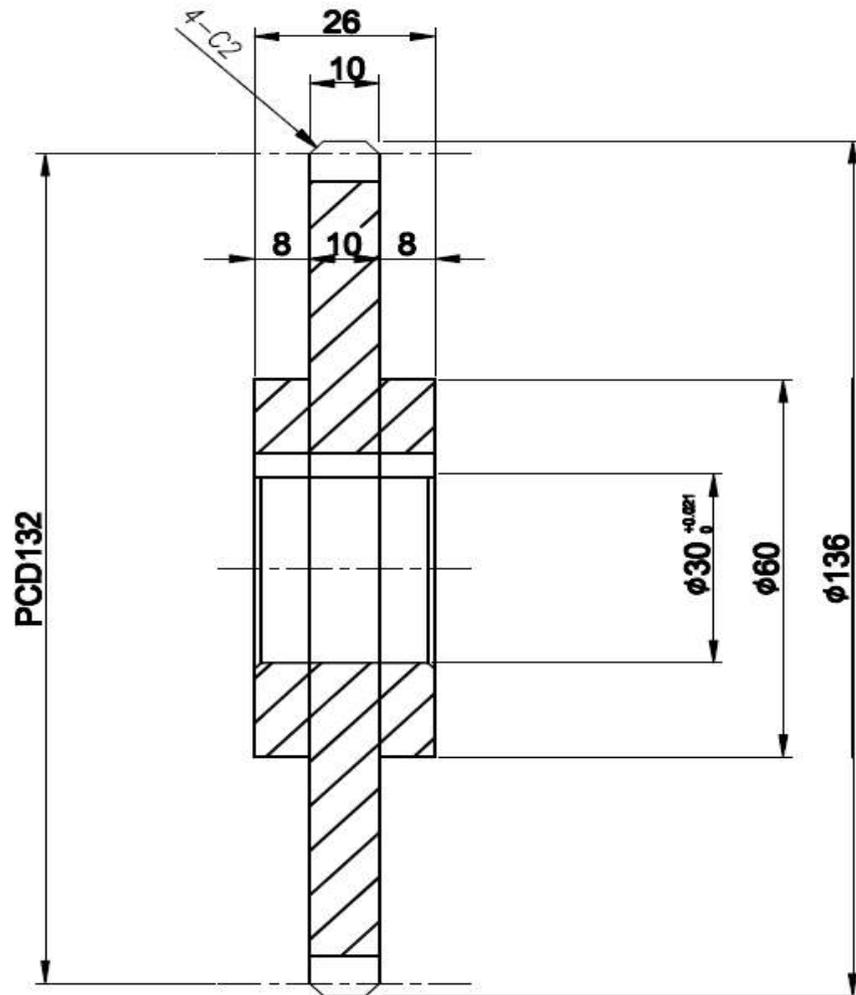
(φ30) 키, 키홈 요약표			
키의 치수	b	기준치수	8
		허용차(h9)	0 -0.036
	h	기준치수	7
		허용차	0 -0.090
키홈의 치수 (평행키)	보통형	b1 (축기준)	0 -0.036
	t1의 기준치수	4.0	
	t2의 기준치수	3.3	

베어링 규격표	
품명	6008ZZ
내경	40mm
외경	68mm
높이	15mm

베어링 규격표	
품명	6006ZZ
내경	30mm
외경	55mm
높이	13mm



부품명	Sprocket(Front) Axis		
품번	척도	수량	재료
2-9	1:2	2	SS400
팀명	C.E	작성자	정해민, 신정희



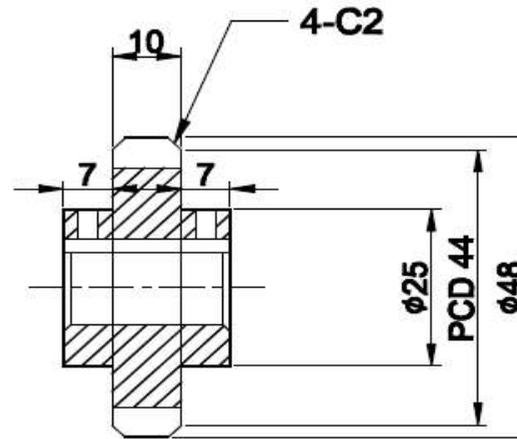
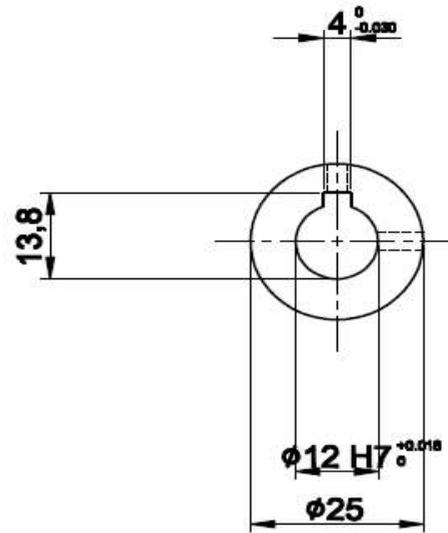
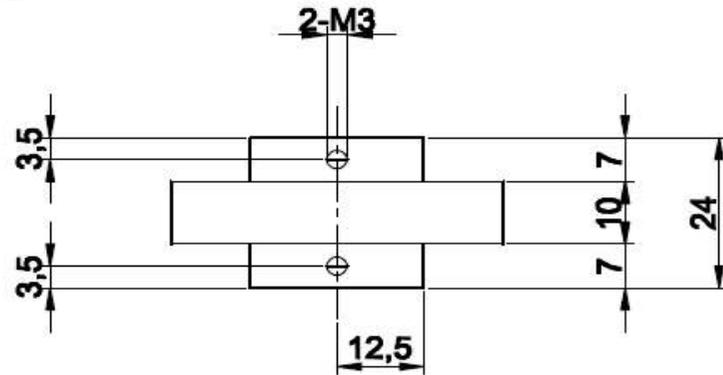
( $\phi 30$ ) 키, 키홈 요약표			
키의 치수	b	기준치수	8
		허용차(h9)	0 -0.036
	h	기준치수	7
		허용차	0 -0.090
키홈의 치수 (평행키)	보통형	b1 (축기준)	0 -0.036
	t1의 기준치수	4.0	
	t2의 기준치수	3.3	

스 피 어 기 어		
치	형	표 준
치 형	치 형	보 통 이
	모 듀 울	2
	압 력 각	20
잇 수		66
기준피치원지름		$\phi 132$

부품명	FR Gear		
품번	척도	수량	재료
3-1	1:1	2	SM45C
팀명	C.E	작성자	김혜인, 신정희

⑦  $\nabla \nabla$  ( $\nabla \nabla \nabla$ )

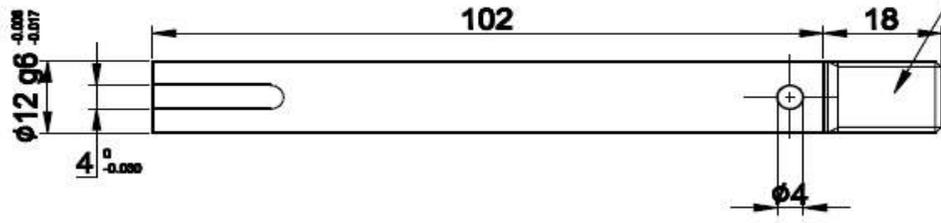
1. BOLT(HEAD SCREW)  
- M3 x 8L - 4EA



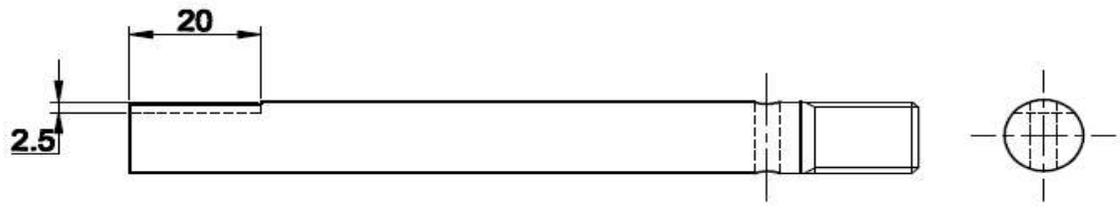
φ12 키, 키홀 요목표			
키의 치수	b	기준치수	4
		허용차(h9)	0 -0.030
키홀의 치수 (평행키)	h	기준치수	4
		허용차	0 -0.030
키홀의 치수 (평행키)	보통형	b1 (속기준)	0 -0.030
	t1의 기준치수	2.5	
	t2의 기준치수	1.8	

스퍼어기어		
치	형	표준
구멍	치형	보통이
	모듈	2
	압력각	20
잇수		22
기준피치원지름		φ44

부품명	MTR Gear		
	척도	수량	재료
3-2	1:1	2	SM45C
리명	C.E	작성자	정해민, 신경희

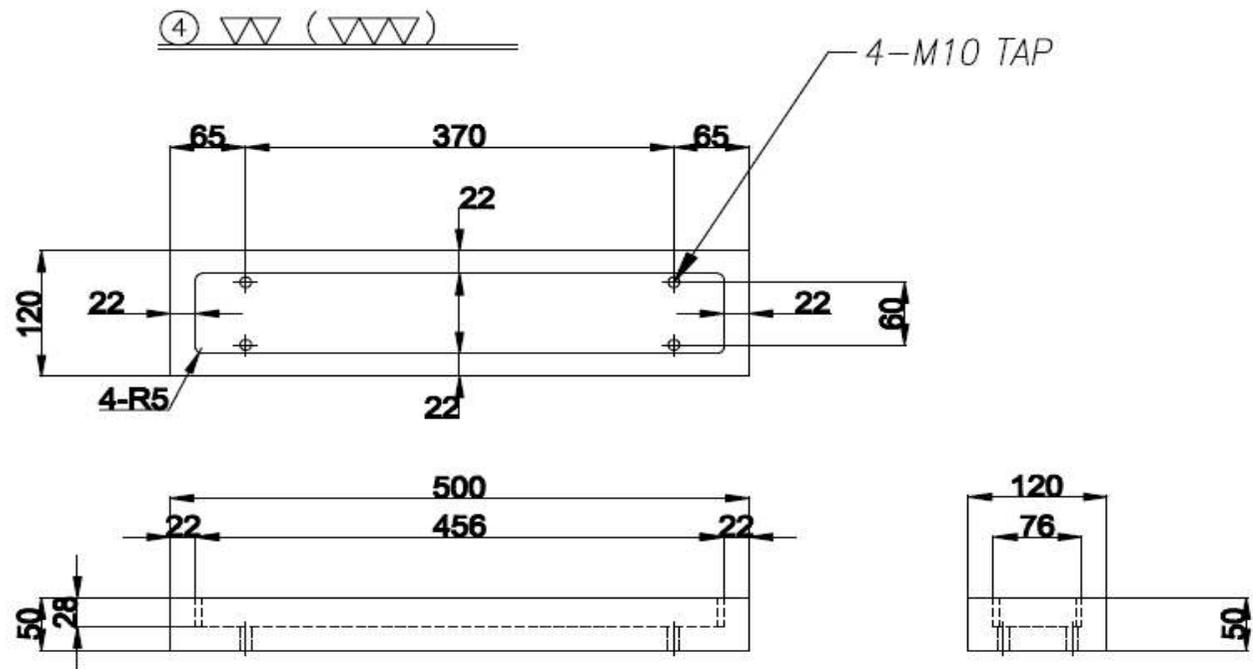


M12 나사산



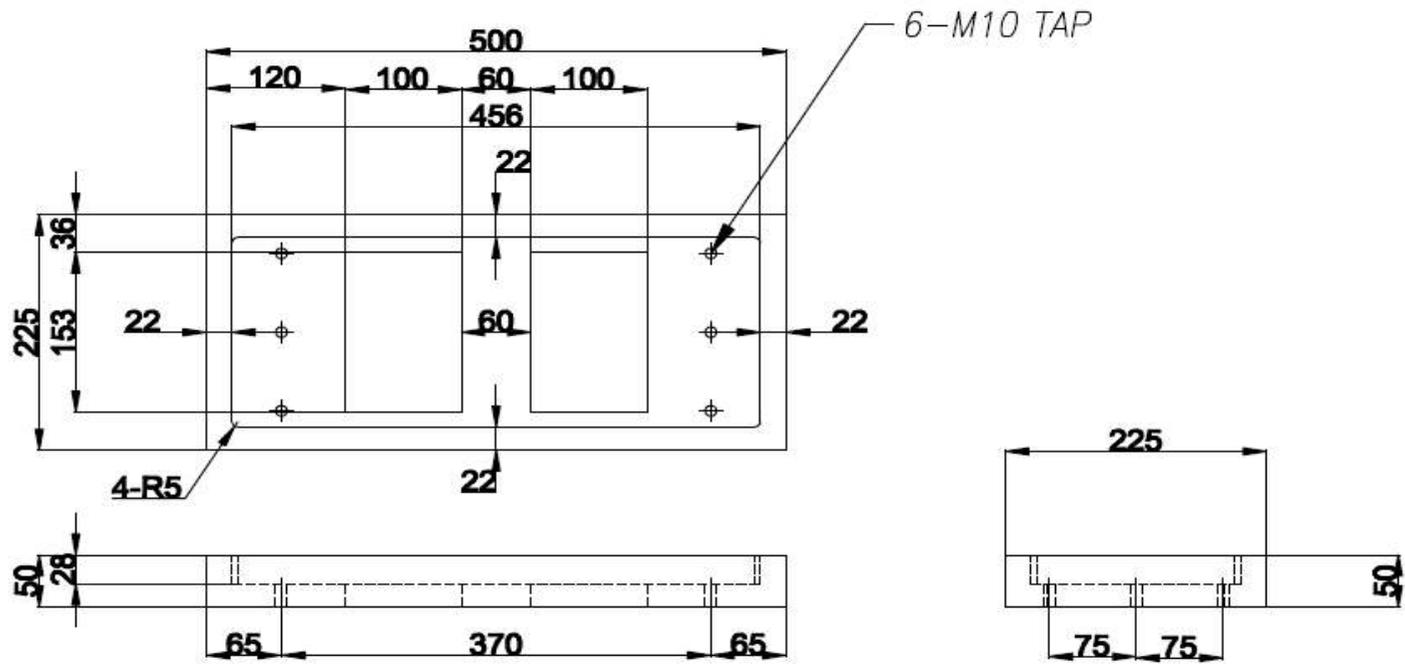
(ø12) 키, 키홈 요목표			
키의 치수	b	기준치수	4
		허용차(h9)	0 -0.030
	h	기준치수	4
		허용차	0 -0.030
키홈의 치수 (평행키)	보통형	b1 (축기준)	0 -0.030
	t1의 기준치수	2.5	
	t2의 기준치수	1.8	

부품명	MTR Axis		
	척도	수량	재료
3-3	1:1	2	SS400
팀명	C.E	작성자	정해인, 신정희



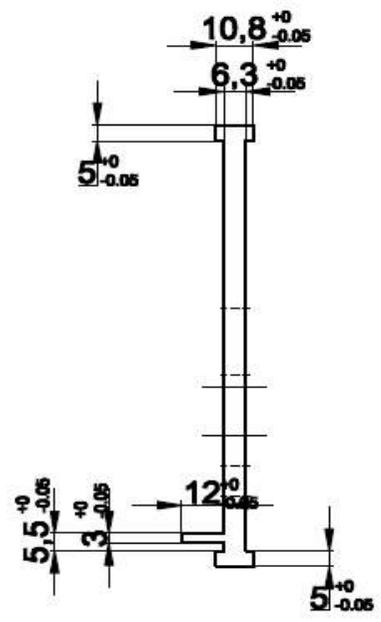
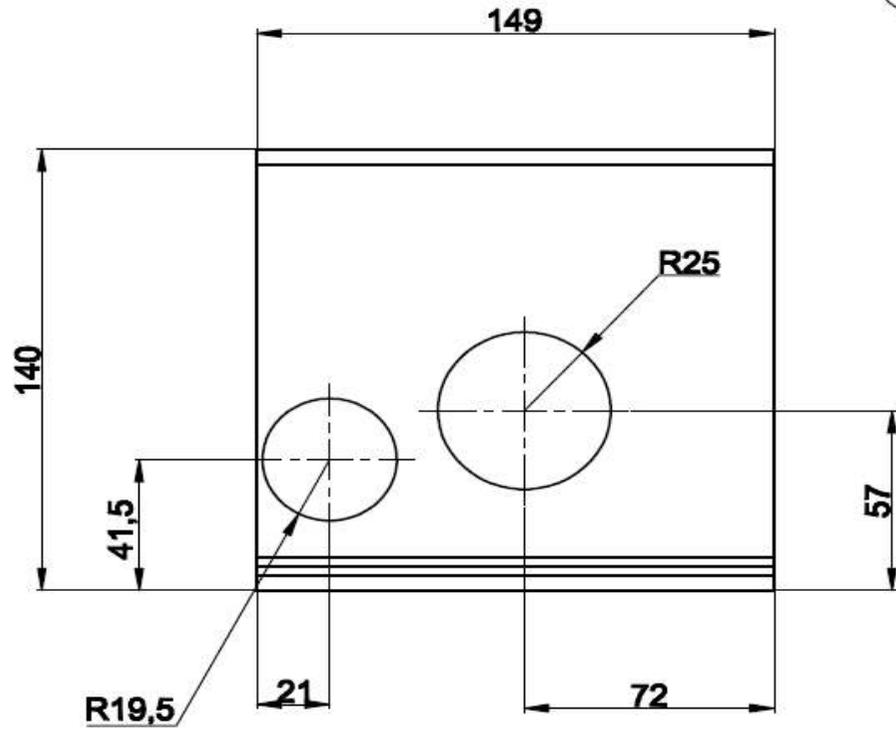
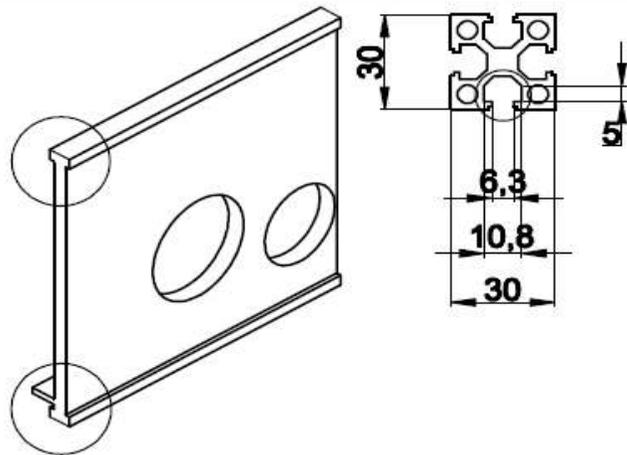
부품명	Beam1		
	척도	수량	재료
3-4	1:6	1	AL6061
팀명	C.E	작성자	정해인, 신정희

⑤  $\nabla \nabla$  ( $\nabla \nabla \nabla$ )

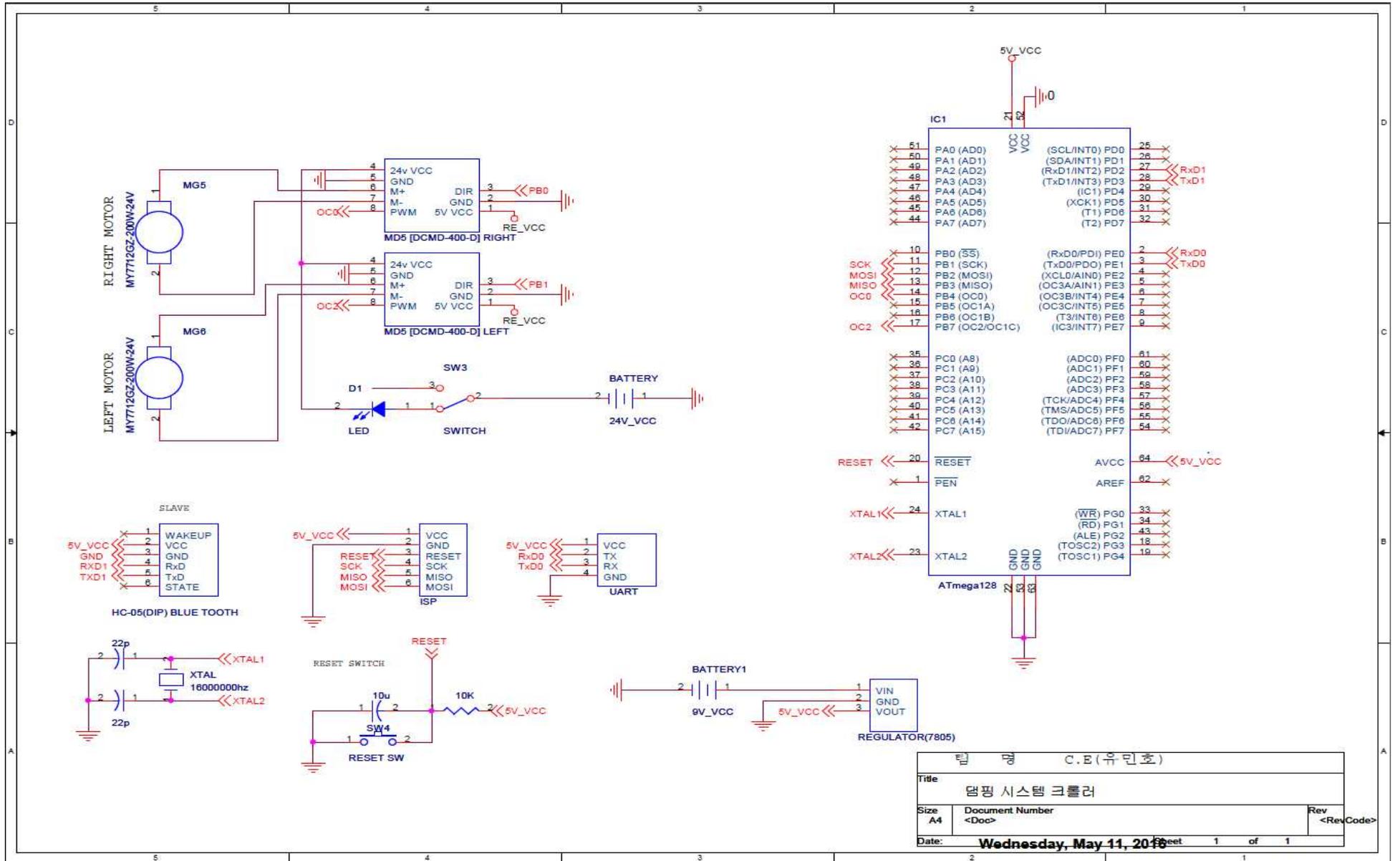


부품명	Beam2		
품번	척도	수량	재료
3-5	1:6	1	AL6061
팀명	C.E	작성자	정혜인, 신정희

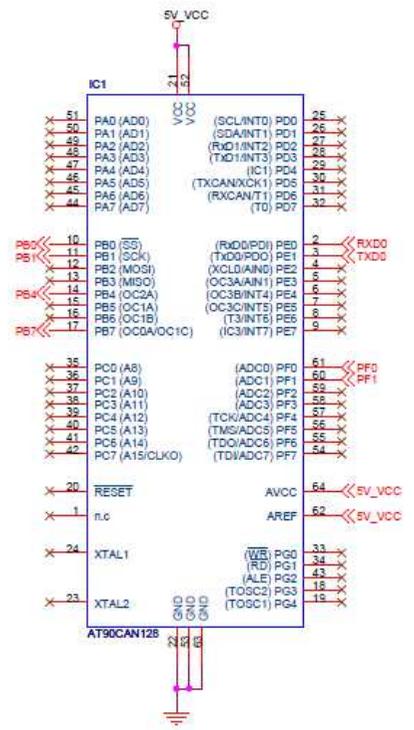
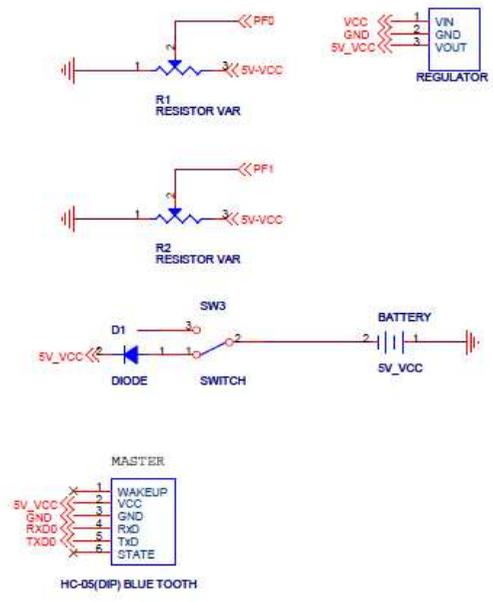
⑥   
 3030프로파일에 삽입되는 부분



부품명	Bracket		
품번	척도	수량	재료
3-6	1:2	2	AL6061
팀명	C.E	작성자	정혜민, 신경희



팀명 C.E(유민호)	
Title 염평 시스템 크롤러	
Size A4	Document Number <Doc>
Date: Wednesday, May 11, 2016	Rev <RevCode>
Page 1 of 1	



2014년 3월 31일 (목요일) Title 랩핑시스템크롤러 조종기 회로도	
Size B	Document Number <Doc>
Date: Thursday, March 31, 2014	Rev <RevCode> 1 of 1