

2016학년도 기계설계프로젝트 최종 보고서

과제명 : 축소형 백 호우

(2015년 9월 1일 ~ 2016년 6월 15일)

팀명: S1

기계공학 설계프로젝트 최종보고서를
붙임과 같이 제출합니다.

2016. 6. 15.

대구대학교 기계자동차공학부(기계공학전공)

제 출 문

대구대학교 기계자동차공학부 학부장 귀하

본 보고서를 대구대학교 기계자동차공학부 설계프로젝트 과제
“축소형 백 호우”의 결과보고서로 제출합니다.
(과제기간 : 2015. 09. 01 ~ 2016. 06. 15)

2016. 6. 15.

담당교수 : 이동환	(인)
대표학생 : 하우성	(인)
참여학생 : 유민호	(인)
전재환	(인)
홍기택	(인)

보고서 작성 윤리 서약서

대구대학교 기계자동차공학부 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 : 하우성 (인)

참여학생 : 유민호 (인)

전재환 (인)

홍기택 (인)

목 차

최종보고 요약문	1
요약1 부품 및 제작비 사용내역 (반드시 포함해야 함)	2
요약2 설계구성요서 일람 (반드시 포함해야 함)	4
요약3 현실적 제한요소 일람 (반드시 포함해야함)	6
제1장 개발내용 및 목표	7
제1절 목적 및 필요성	7
제2절 과제의 목표	7
제3절 기대효과 및 활용방안	7
제2장 과제도출 과정	8
제1절 후보과제 선정	8
제2절 최종과제 결정	12
제3장 개념설계 및 상세설계	13
제1절 개념설계	13
제2절 전문가 자문	14
제3절 해석 및 평가	15
제4절 상세설계	23
제5절 주요 사양서	65
제4장 제작	72
제1절 공정도	72
제2절 제작	73
제5장 시험 및 평가	85
제1절 시험 요구조건	85
제2절 시험결과	86
제6장 결론	87
제1절 문제점 분석 및 처리결과	87
제2절 총평	87
참고문헌	88
부록	89
부록1 첫 번째 부록	89

요구기능정의(아이디어시트)

[과제] 축소형 백 호우

팀명 : S1 (Specail 1)

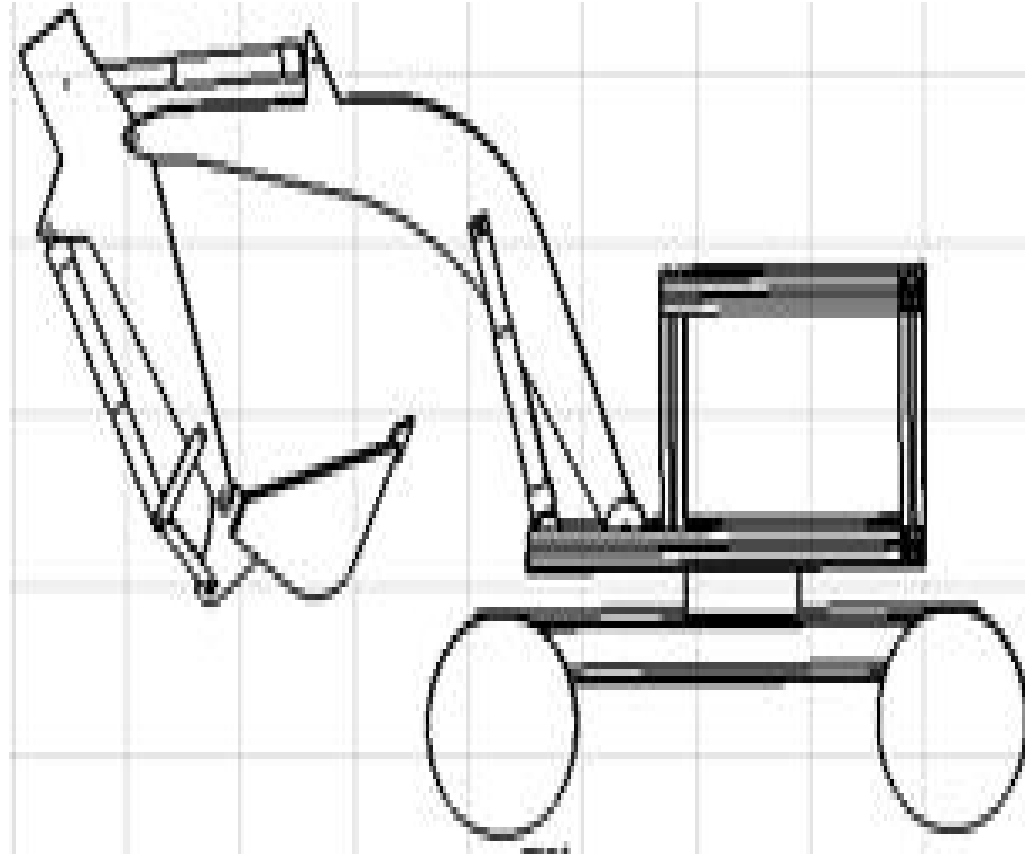
작성자 : 하우성

작성 : 2016. 3. 23.

요구 기능

개념도(손그림)

1. 주행기능
 - AVR을 이용한 원격으로 최대 1m/s 주행
 - 바퀴 통한 지형지물 통과
2. 조향기능
 - 바퀴를 이용한 좌,우 속도차를 이용하여 조향
3. 굴삭기능
 - 유압을 이용한 흡 굴삭



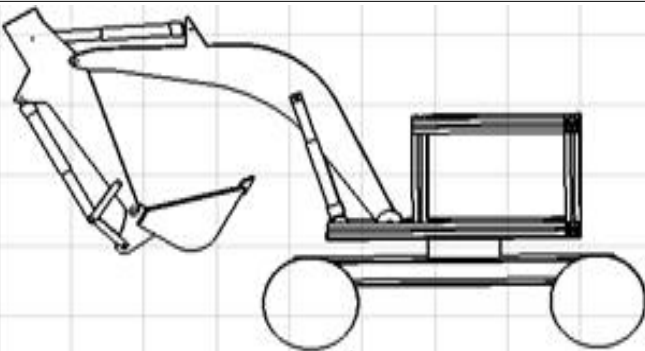
필요 기술

1. 원격주행을 위한 ATMEGA를 이용한 제어 기술(AVR/UART통신)
2. 기구 소형화/ 및 경량화를 위한 NFX 해석
 - 암, Body
3. 기구 설계
 - Auto CAD, CATIA

담당교수 : 이 동 활 (인)

기계설계프로젝트 과제목표설정

시제품명	축소형 백 호우	담당교수	이 동 활 (인)
------	----------	------	-----------

기능/성능	정량적 목표	시제품 사양																																											
1. 주행기능 - avr을 통한 원격으로 최대 1m/s 주행 - 바퀴 통한 지형지물 통과 2. 조향기능 - 바퀴를 이용한 좌,우 속도차를 이용하여 조향	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>팀명 (제작기간)</th> <td>WATER ENG (13.09~14.06)</td> <td>SUPER NOVA (14.09~15.06)</td> <td>S1 (15.09~)</td> </tr> <tr> <th>크기 (암 포함) <small>(전장x전폭x전고)</small> [mm]</th> <td>1500x700x900</td> <td>1200x500x620</td> <td>819x400x500</td> </tr> <tr> <th>무게[kg]</th> <td>45</td> <td>50</td> <td>40</td> </tr> <tr> <th>특징</th> <td>처음으로 유압시스템을 이용한 굴삭기 제작</td> <td>레이저 스캐너를 이용한 자율주행 (미완성)</td> <td>소형화</td> </tr> </table>	팀명 (제작기간)	WATER ENG (13.09~14.06)	SUPER NOVA (14.09~15.06)	S1 (15.09~)	크기 (암 포함) <small>(전장x전폭x전고)</small> [mm]	1500x700x900	1200x500x620	819x400x500	무게[kg]	45	50	40	특징	처음으로 유압시스템을 이용한 굴삭기 제작	레이저 스캐너를 이용한 자율주행 (미완성)	소형화	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>팀명</th> <td>SuperNova</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <th>굴삭력 (kgf)</th> <td colspan="2" style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <th>암 크기 (mm)</th> <td>상부암 (전장) : 310 하부암 (전장x전고) : 450x180</td> <td>상부암 (전장x전고) : 446x322 하부암 (전장x전고) : 312x112</td> </tr> <tr> <th>굴삭 깊이(mm)</th> <td>310</td> <td>350</td> </tr> <tr> <th>제품무게 (kg)</th> <td>50</td> <td>40</td> </tr> <tr> <th>차체크기 (전장x전폭x전고)[mm]</th> <td>600x400x450</td> <td>350x230x170</td> </tr> <tr> <th>굴삭량(L)</th> <td>2</td> <td>0.75</td> </tr> <tr> <th>버킷 크기 (전장x전폭x전고)[mm]</th> <td>230x120x150</td> <td>125x95x100</td> </tr> <tr> <th>주행속도 (m/s)</th> <td>3</td> <td>1</td> </tr> </table>	팀명	SuperNova	S1	굴삭력 (kgf)	5		암 크기 (mm)	상부암 (전장) : 310 하부암 (전장x전고) : 450x180	상부암 (전장x전고) : 446x322 하부암 (전장x전고) : 312x112	굴삭 깊이(mm)	310	350	제품무게 (kg)	50	40	차체크기 (전장x전폭x전고)[mm]	600x400x450	350x230x170	굴삭량(L)	2	0.75	버킷 크기 (전장x전폭x전고)[mm]	230x120x150	125x95x100	주행속도 (m/s)	3	1
	팀명 (제작기간)	WATER ENG (13.09~14.06)	SUPER NOVA (14.09~15.06)	S1 (15.09~)																																									
크기 (암 포함) <small>(전장x전폭x전고)</small> [mm]	1500x700x900	1200x500x620	819x400x500																																										
무게[kg]	45	50	40																																										
특징	처음으로 유압시스템을 이용한 굴삭기 제작	레이저 스캐너를 이용한 자율주행 (미완성)	소형화																																										
팀명	SuperNova	S1																																											
굴삭력 (kgf)	5																																												
암 크기 (mm)	상부암 (전장) : 310 하부암 (전장x전고) : 450x180	상부암 (전장x전고) : 446x322 하부암 (전장x전고) : 312x112																																											
굴삭 깊이(mm)	310	350																																											
제품무게 (kg)	50	40																																											
차체크기 (전장x전폭x전고)[mm]	600x400x450	350x230x170																																											
굴삭량(L)	2	0.75																																											
버킷 크기 (전장x전폭x전고)[mm]	230x120x150	125x95x100																																											
주행속도 (m/s)	3	1																																											
필요기술	- 소형화 - DS사의 dx-1300w 라는 RC카 모델을 기준을 삼아서 제작 - 30mm정도의 장애물 통과																																												
1. 원격주행을 위한 avr studio를 이용한 제어 기술 (AVR/UART통신) 2. 기구 소형화/ 및 경량화를 위한 NFX 해석 - 암, Body 3. 기구 설계 (Auto CAD, CATIA)		- 바퀴 크기(mm) :130x63 - 배터리 : Hobbymate 14.8v 4s 5200mah li-po battery																																											

팀명	S1 (유민호 전재환 하우성 홍기택)	작성일	2016.03.23
----	----------------------	-----	------------

비고	이 과제는 3차년도 업그레이드 과제로 자율주행이 가장 바람직한 최상의 목표임에도 불구하고 팀원들의 기술적 능력 부족으로 인해 차선책으로 바퀴 주행 및 소형화를 하고자합니다.
----	--

최종보고 요약문

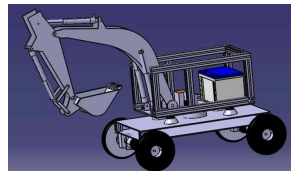
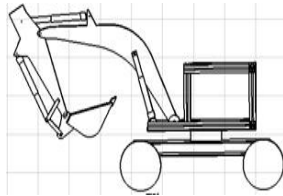
과제명	축소형 백 호우
팀명	S1 (Special 1)
팀원	하우성 유민호 전재환 홍기택
과제기간	2015 년 09 월 01 일 ~ 2016 년 06 월 15 일

1. 개발내용 및 목표

팀명 (제작기간)	WATER ENG (13.09~14.06)	SUPER NOVA (14.09~15.06)	S1 (15.09~)
크기 (암 포함) (전장x전폭x전고) [mm]	1500x700x900	1200x500x620	819x400x500
무게[kg]	45	50	40
특징	처음으로 유압시스템을 이용한 굴삭기 제작	레이저 스캐너를 이용한 자율주행 (미완성)	소형화

2. 개념설계 및 상세설계

시제품의 유압실린더가 내는 110N 힘으로 단단한 지면의 굴삭을 원활히 하기 위해 CAE 구조 해석을 실시하였으며, 실린더가 원활히 작동 할 수 있는 힘의 범위를 측정하여 그 값에 의해 버킷과 암의 크기를 선정하여 축소하였다.



3. 제작

- 버킷을 Middle, Side, Top, Connect, Teeth로 나누어 용접 제작을 하도록 했다.
- 기존 백 호우의 암(붐/스틱)의 크기를 약 1/2로 축소하고, 하부 베이스판을 3mm 알루미늄 판재로 다시 제작하고, 버킷 크기도 축소했다
- Atmega 와 블루투스 모듈을 이용해 백호우의 주행과 굴삭작업을 원격제어 했다.



4. 시험 및 평가

- Atmega와 블루투스를 이용하여 유압 제어와 구동 제어를 할 수 있는지를 평가했다.
- 운동장을 기준으로 굴삭 시 목표치인 지면에서부터 350mm 굴삭 깊이와 굴삭량 0.44L 기준으로 측정하여 굴삭 깊이와 굴삭량을 실제로 측정하여 이론값과 비교하여 평가했다.

5. 결과

- 기존 백 호우의 버킷과 암의 무게가 실린더의 힘 크기보다 커 실린더가 원활히 작동하지 않아 원활히 작동될 수 있게 실린더의 힘 범위 내에서 버킷과 암의 무게 + 굴삭량을 계산 값에 근거하여 이를 토대로 버킷의 크기와 암의 크기를 축소하여 굴삭 능력을 향상 시켰다. 그 결과 전체적인 제품의 크기와 무게가 축소되었다.

요약 1. 부품 및 제작비 사용내역

순번	부품 구매 및 제작 내용 상세	참조페이지	소요예산(원)
1	휠 x 4	63	101,200
2	커플링 x2	61	21,000
3	Aceite hidráulico 250ml 유압오일 x1	67	61,000
4	DC 12V motor x2	66	168,000
5	ATmega128 Pro (+ USBISP) x1	62	90,000
6	Robbe 니플 M4 2,5 x4	67	56,800
7	Robbe 유압호스 커버링 x1	65	14,000
8	Leimbach 유압호스 커버링 x1	65	15,900
9	Leimbach 라임바크 유압오일 500ml x1	65	87,000
10	AVR ATMEGA 128 개발 보드 x1	62	42,000
11	유압 실린더 x1 (Hydraulic cylinder 10-97-57-154)	64	118,400
12	유압 호스 x10	65	75,000
13	유압 실린더 x3 (Hydraulic cylinder 10-77-37-114)	64	345,000
14	DC모터드라이버 x3	62	114,000
15	아날로그 2축 조이스틱 x5	61	27,500
16	블루투스 직렬 포트 모듈 x2	61	16,000
17	RC서보모터 x10	65	4,000
18	회전 기어 x1	66	220,000
19	회전 커넥터 x1	66	50,000
20	접퍼와이어(EIC-F/F-100) x2	61	7,600
총 액			
예산지원 사업목록	<ul style="list-style-type: none"> • 기계공학부 실험실습비: 1,500,000 • LINC사업 캡스톤디자인 제작지원: 200,000 • 건설기계부품 특성화트랙 부품/시제품 제작비: 450,000 • CK-1 뿌리산업 특성화트랙 산학형종합설계 제작지원: 290,000 		

※ 개별 부품 구매 및 제작 의뢰에 사용된 소요예산을 정리할 것 (부품 및 도면 관련 페이지 표기).

※ 예산을 지원받은 예산지원처/사업의 목록을 반드시 정리할 것 (제시된 내용 중 골라서 작성).

요약 2. 설계구성요소 일람표

구 분	적용 내용	적용 여부	적용	
설 계 구 성 요 소	설계 목표 설정	Super NOVA 팀의 “자율주행 백호우”를 업그레이드 하는 것으로 시작을 하였으나 기술적 능력 부족으로 인해 배제하고 차선책으로 기존의 굴삭기의 버킷과 암의 무게가 무거워 실린더의 힘이 원활히 전달되지 못하는 문제점이 발생하였다. 그리하여 버킷과 암의 무게 및 실린더의 힘을 고려하여 시제품 DX-1300W 모델을 토대로 소형화하는 방향으로 선정하였다.	○	1.2절 pp. 11~12
	합성	진행 중인 프로젝트의 제품인 자율주행 백호우의 경우 제품에 가해지는 힘을 알기위한 구조해석부터 그에 맞는 재료선정까지 기계공학에서 배울 수 있는 각각의 지식으로 제작할 수 있는 부분들이 많고 또한, 프로젝트를 진행하면서 새로이 지식을 쌓을 수 있으며 우리의 능력을 중점으로 만들 수 있는 주제이다.	○	1.1절 pp. 7
	분석	기존의 WATER E.N.G팀의 크기에서 더 효율적인 작업 능력 향상을 위해 축소를 하였으며, 실린더는 발주 문제가 있어 기존의 Family팀의 실린더를 이어받아 사용하게 되어 축소형 백 호우를 만드는데 목적이 있다. 또한, 지금까지 배운 기계공학적 지식을 활용한 설계를 하였다.	○	3.3절 pp. 15~21
	제작	<ul style="list-style-type: none"> - 버킷을 소형화 하면서 버킷의 teeth부분을 용접 제작을 하도록 한다. (외주가공) - 설계한 기어와 중공축, 하우징을 외주 가공 후 스러스트 베어링과 조립하여 제작한다. - 굴삭 깊이 향상을 위해 하부 베이스 높이를 낮춰서 제작한다. 	○	3.4절 pp. 22~59
	시험	<ol style="list-style-type: none"> 1) 실험제목 : 작업장치 최적화 링크 찾기 2) 실험준비 <ol style="list-style-type: none"> ① 카티아 어셈블리 작업 ② 유압실린더 사양 3) 실험목적 유압실린더의 최대, 최소 스트로크변화에 따라 굴삭기 작업장치의 동작의 이상 유무를 찾고 굴삭기의 작업동작을 최적화 한다. 4) 실험내용 <ol style="list-style-type: none"> ① 작업최대반경(실린더의 최대 스트로크 시), 각 	○	3.4절 pp. 23~24

	<p>작업장치의 각도측정 및 링크점 표시.</p> <p>② 작업최소반경(실린더의 최소 스트로크 시), 각 작업장치의 각도측정 및 링크점 표시.</p> <p>③ 실린더의 길이를 조정하여 버킷, 암, 어태치먼트의 부딪힘을 찾는다.</p>		
평가	<p>1. 굴삭반경 : CATIA 모델링을 통해 선정한 목표값 650mm 이었으나, 실제 측정값은 620mm로 미달.</p> <p>2. 굴삭량 : 버킷 용량을 고려하여 목표값 0.44L를 선정하였으나 실제 측정값은 1.14L로 향상.</p> <p>3. 굴삭깊이 : CATIA 모델링을 통해 선정한 목표값 350mm 이었으나, 실제 측정값은 245mm로 미달.</p> <p>4.주행(경사/제자리 회전) : 경사 15° 주행을 목표값을 선정하였으나 실제 측정값은 23°까지 주행가능 제자리 회전은 바퀴의 접지력 부족과 회전축의 중심이 맞지 않아 불가.</p>	○	

※ 종합설계의 경우 6가지 설계구성요소(목표설정, 합성, 분석, 제작, 시험, 평가)의 내용 모두가 빠짐없이 설계보고서에 포함되어 있어야 한다.

요약 3. 현실적 제한조건 일람표

구 분	적용 내용	적용 여부	적용	
현 실 적 제 한 조 건	원가	부품의 사양서와 요약한 표로 원가를 비롯한 경제성을 고려한 제조원가를 기술 함	○	3.6절 pp. 60~64
	안전성	축소형 백 호우로 업그레이드를 하면서 주행과 굴삭기능까지 제어가 가능하므로 전문적인 지식을 가진 작업자가 아닌 일반인도 작업을 할 수 있기에 안전성이 있는 축소형 백 호우를 고안하였다. 현재 만들 수 있는 크기는 실제 건설장비용으로 사용되는 크기가 아닌 DX-1300W 모델을 기준으로 제품을 제작하여 교육의 목적을 가지고 있다.	○	3.3절 pp. 15~21
	신뢰성	굴삭 시 직접적으로 힘이 가해지는 부분이 버킷과 암, 붐, 실린더이므로 단단한 지면을 굴삭할 때 힘을 많이 받고 피로가 누적되는 부분이 된다. 따라서 굴삭할 때의 버킷과 암이 받는 하중을 구하여 CAE를 이용하여 강도를 해석, 장비의 선정에 위한 구조적 안전성을 확인하고자 한다.	○	3.3절 pp. 15~21
	윤리성	제어가 이루어지므로 전문적인 지식을 가진 작업자가 아닌 일반인도 작업을 할 수 있기에 안전성이 있는 축소형 백 호우를 고안하게 되었다.	○	3.3절 pp. 15~21
	미학	기계설계시에 사용되는 동적 안전율인 5~9에 미치지 못하고, 극한의 상황과 중장비라는 특수함을 고려하였을 때 위의 스펙으로 시제품을 완성하기에는 부족하다는 결론이 나왔다. 그래서 굴삭기 표준에 맞는 형태의 버킷을 모델링하여 같은 조건으로 다시 해석을 수행하도록 하였다.	○	3.3절 pp. 15~21
	사회에 미치는 영향	소형화를 통하여 건설기계를 실제로 접하지 못하는 사람들, 초급 작업자들을 위해 간접적으로 구동방식 등을 체험할 수 있는 축소형 백호우를 교육용으로도 활용이 가능하다.	○	5.2절 pp. 82~84

※ 최대한 다수의 현실적 제한요건(원가, 안전성, 신뢰성, 윤리성, 미학, 사회에 미치는 영향, 환경, 산업 표준 등)이 설계에 고려되어야 하며, 종합설계의 경우 적어도 4가지 이상이 반드시 설계보고서에 포함되어야 한다.

제 1장 과제내용 및 목표

제 1절 목적 및 필요성

이전의 백호우는 버킷과 암의 무게가 실린더의 힘보다 커 앞으로 쏠리는 현상 및 굴삭 능력이 원활하게 작동되지 않는 문제점이 발생 하였다. 그리하여 그 문제점을 보완하기 위해 실린더의 힘과 버킷과 암 및 흙의 무게 값을 고려한 뒤, 실린더가 원활히 작동 될 수 있는 범위를 찾아 그 범위 안에 해당되는 힘의 크기를 고려하여 버킷과 암의 크기를 선정하고 실린더가 원활히 작동 되게 하였다. 전문적인 지식을 갖지 않는 일반인이 굴삭기를 쉽게 접할 수 없으므로 이를 간단한 주행과 굴삭기능 정도만 조작하여 간접적으로나마 체험을 할 수 있게 축소형 백호우를 고안하게 되었다

제 2절 과제의 목표

작년 SUPER NOVA팀의 자율주행 백호우를 업그레이드 하는 것으로 레이저 스캐너를 이용한 장애물 회피 자율주행기능을 구현하도록 하려고 하였으나, 팀원들의 기술적 능력 부족으로 인해 차선택으로 백호우의 소형화를 선택하게 되었다. 기존에 백호우의 문제점인 유압모터의 성능에 비해 암부분 및 버킷의 무게가 커서 부하가 많이 걸리는 문제 때문에 한번 작동 시 2-3번 굴삭 시 유압이 소진되어 효율성이 떨어지는 문제가 발생하였다. 이를 해결방안으로 실린더의 힘과 버킷 및 암의 무게를 고려하여 실린더가 원활히 구동 될 수 있도록 하며, 전체적인 크기를 시제품인 DX-1300W의 크기와 유사하게 하였다

팀명 (제작기간)	WATER ENG (13.09~14.06)	SUPER NOVA (14.09~15.06)	S1 (15.09~)
크기 (암 포함) (전장x전폭x전고) [mm]	1500x700x900	1200x500x620	819x400x500
무게 [kg]	45	50	40
특징	처음으로 유압시스템을 이용한 굴삭기 제작	레이저 스캐너를 이용한 자율주행 (미완성)	소형화

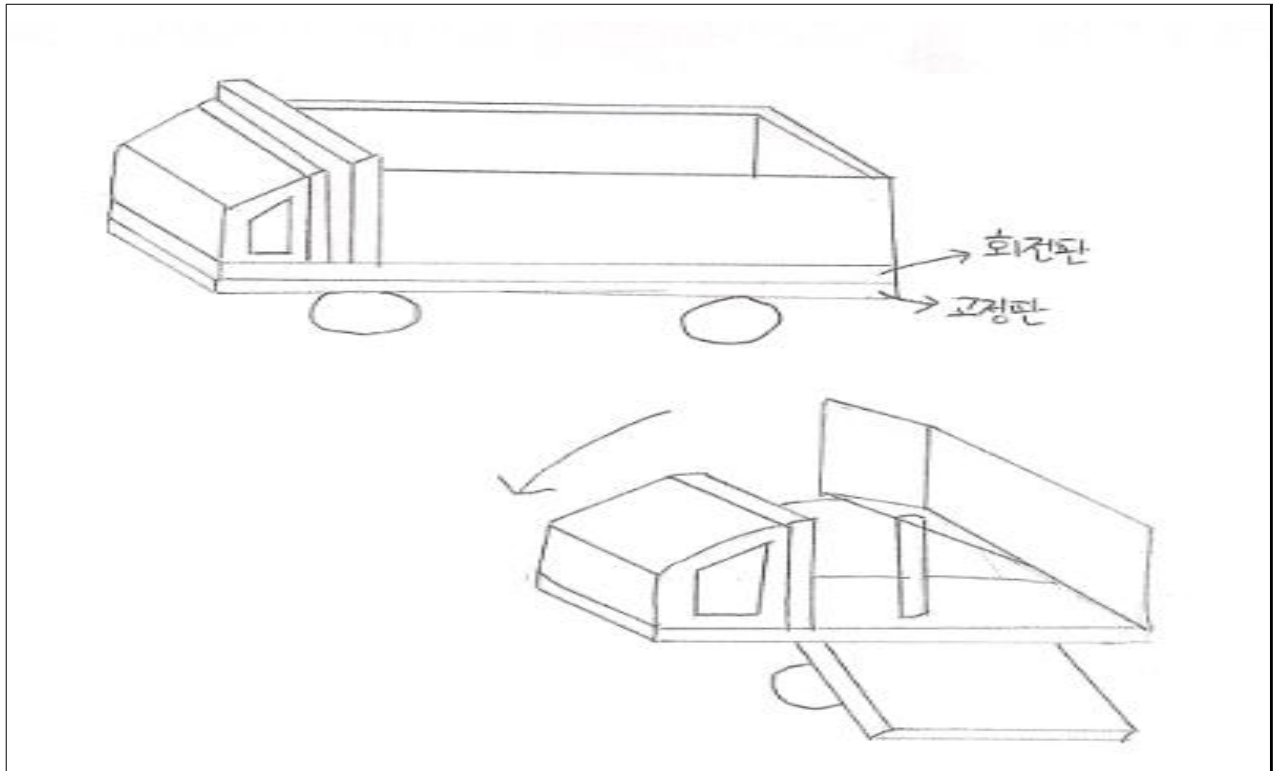
제 3절 기대효과 및 활용방안

건설장비들은 작업에 특화된 특수 장비들이기에 다루기가 어렵고 위험성이 따른다. 그러므로 일반차량보다는 안전교육에 있어서 더욱 철저한 주의를 요구해야 한다. 굴삭기를 실제로 운전해볼 수 있는 기회는 부족하며 공간적으로나 시간적, 심지어 경제적으로도 쉽지 않은 일이다. 우리는 이러한 점을 비롯해서 DX-1300W 모델을 기준으로 하여 실제 크기보다 축소화하고, 원격제어를 하며, 실제 굴삭기와 같은 유압구동장치를 설계하여 굴삭기를 보다 쉽게 이해하고 접근할 수 있도록 건설기계를 실제로 접하지 못하는 사람들이나 초급 작업자들을 위한 건설기계를 체험할 수 있는 용도로 활용이 가능하다.

제2장 과제도출 과정

제1절 후보과제 선정

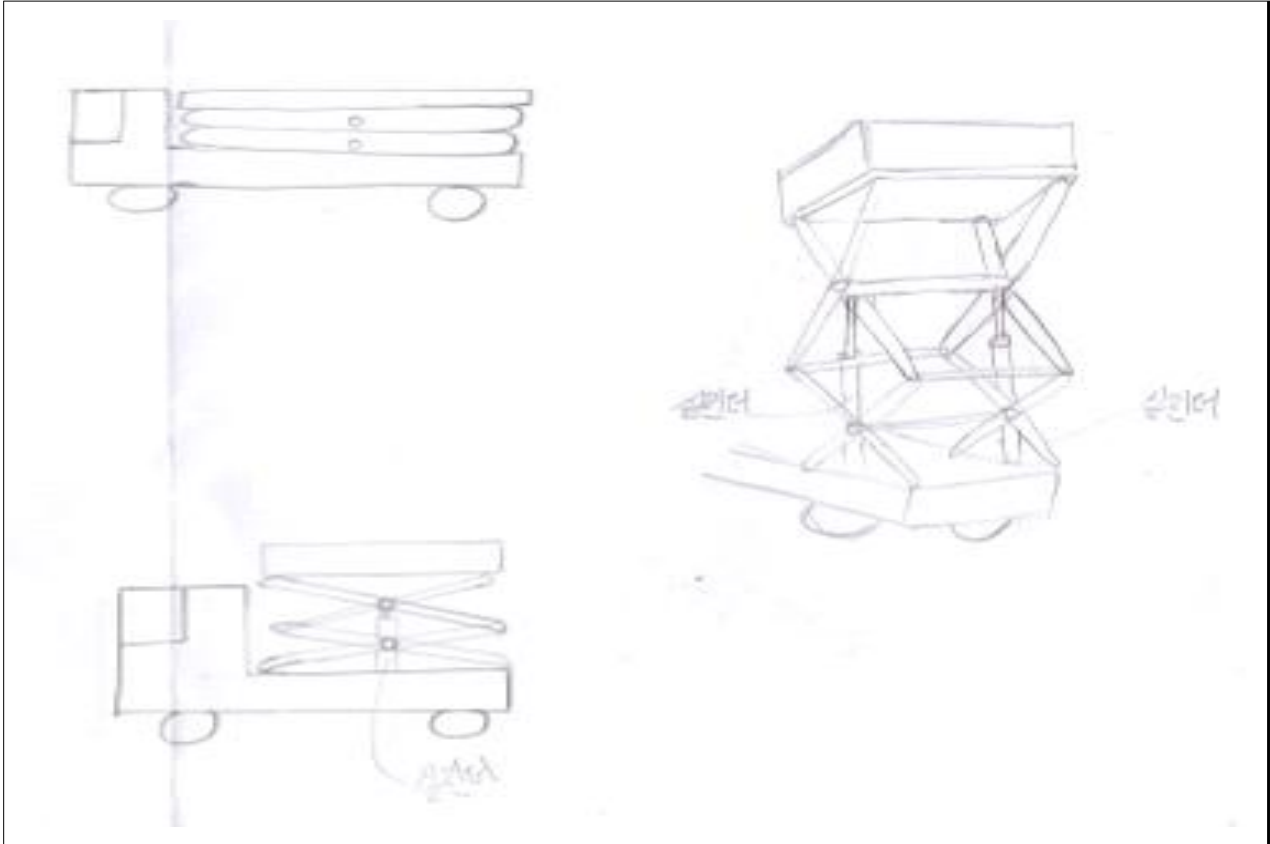
1. 360도 회전형 덤프트럭



요구기능	기대성과	필요기술
<p>1. 덤프기능 -유압시스템을 이용해 기존 덤프기능을 수행할 수 있게 한다.</p> <p>2. 주행기능</p> <p>3. 방향조절기능- 덤프 부분에 총 2개의 판을 덧붙여, 밑 부분 판을 고정판으로 두고, 그 위에 덤프회전을 위한 판을 설치하여 덤프자체를 회전 할 수 있게 한다.</p> <p>4. 적재기능</p>	<p>1. 좁은 지형에서 다양한 방향으로 덤프 가능</p> <p>2. RC카 형태로 덤프기능을 이용한 유압장치의 교육용으로 사용 가능</p>	<p>1. 적재함 회전을 위해 회전 기어를 이용한 조향 기술</p> <p>2. 기존 덤프기능을 수행하기 위한 유압기술(유압 실린더/ 유압모터/유압펌프 등)</p> <p>3. 원격주행을 위한 avr studio를 이용한 제어기술</p>

문제점 : 유압 부품들의 가격들이 비싸고 납품기간이 길어 많은 시간이 소요됨/ 360도 회전 시 덤프를 하였을 때 무게의 쏠림현상으로 차체가 전복이 될 수도 있음.

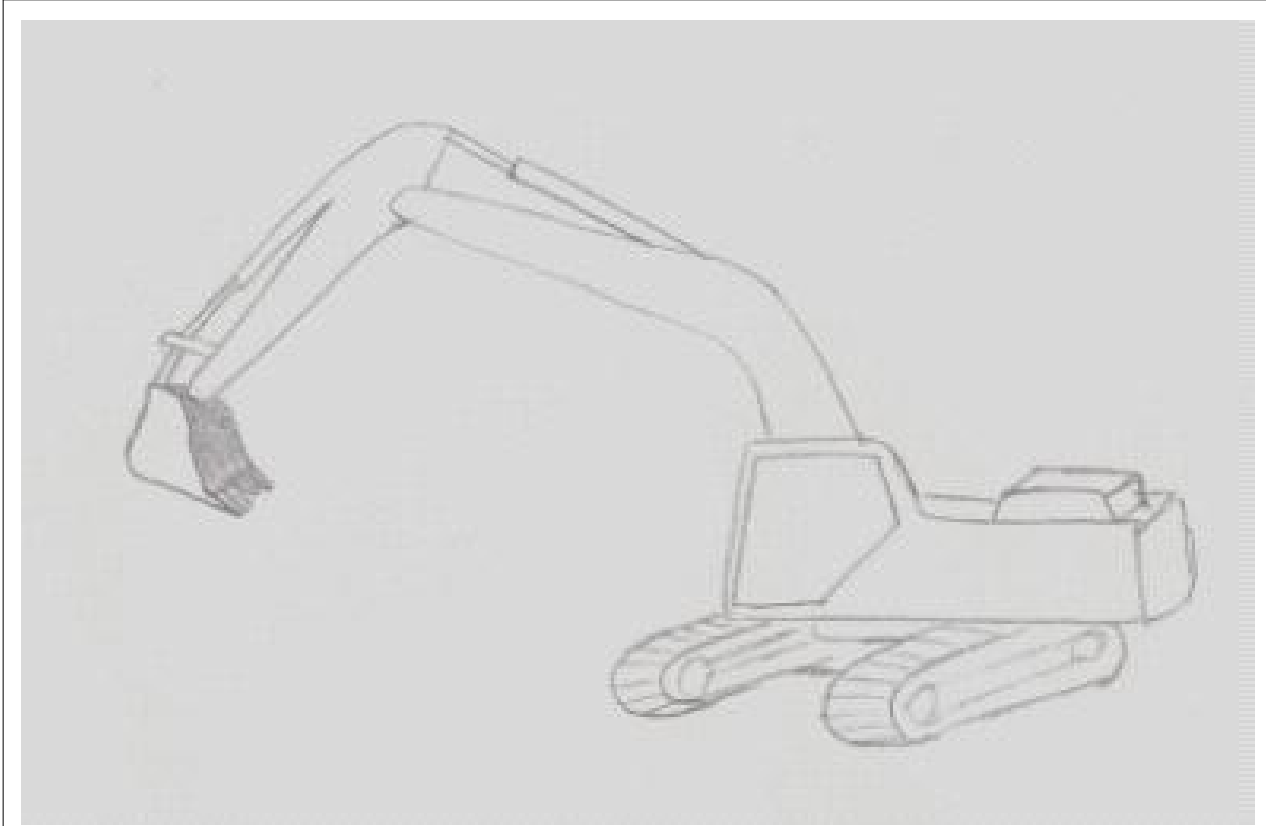
2. 교육용 동력 운반차(리프트카)



요구기능	기대성과	필요기술
1. 리프트기능 2. 주행기능 3. 적재기능	1. 높은 위치에 물건을 옮길 수 있음. 2. 유압 부품 대신 전기모터와 파워실린더를 이용하여 가격부담을 줄임 3. 리프트 기능의 기구학적 해석을 통한 교육적 기능	1. 파워실린더를 이용한 리프팅 기술 2. 원격주행을 위한 AVR studio를 이용한 제어기술

문제점 : 파워 실린더의 한계 - 실린더의 최대 스트로크 시간이 너무 소요됨 / 설계 시 간단한 구조로 1년 동안 설계프로젝트를 하기에 난이도가 다소 낮다는 평가.

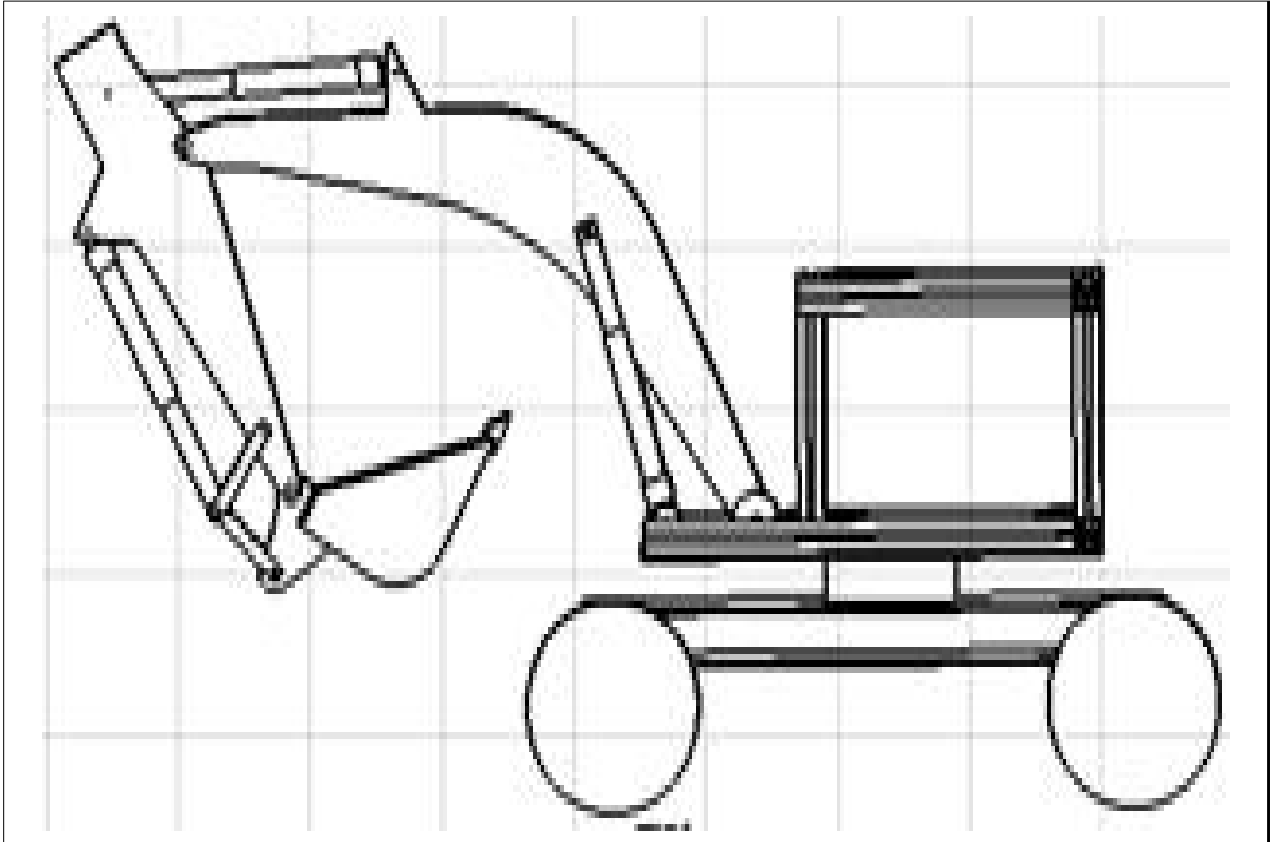
3. 축소형 백 호우 (크롤러)



요구기능	기대성과	필요기술
1. 주행기능 - AVR을 이용한 원격으로 최대 1m/s 주행 - 크롤러를 통한 지형지물 통과 2. 조향기능 - 크롤러를 이용한 좌,우 속도차를 이용하여 조향 3. 굴삭기능 - 유압을 이용한 흡 굴삭	1. 원활한 실린더 힘으로 굴삭 가능 2. RC카 형태로 굴삭기능을 이용한 유압장치의 교육용으로 사용 가능	1. 원격주행을 위한 ATMEGA를 이용한 제어 기술 (AVR/UART 통신) 2. 기구 소형화/ 및 경량화를 위한 NFX 해석 - 암, Body 3. 기구 설계 - Auto CAD, CATIA

문제점 : 현재 C.E팀 크롤러 방식으로 하고 있으며 굳이 크롤러는 어려움으로 주행부를 바퀴로 선정

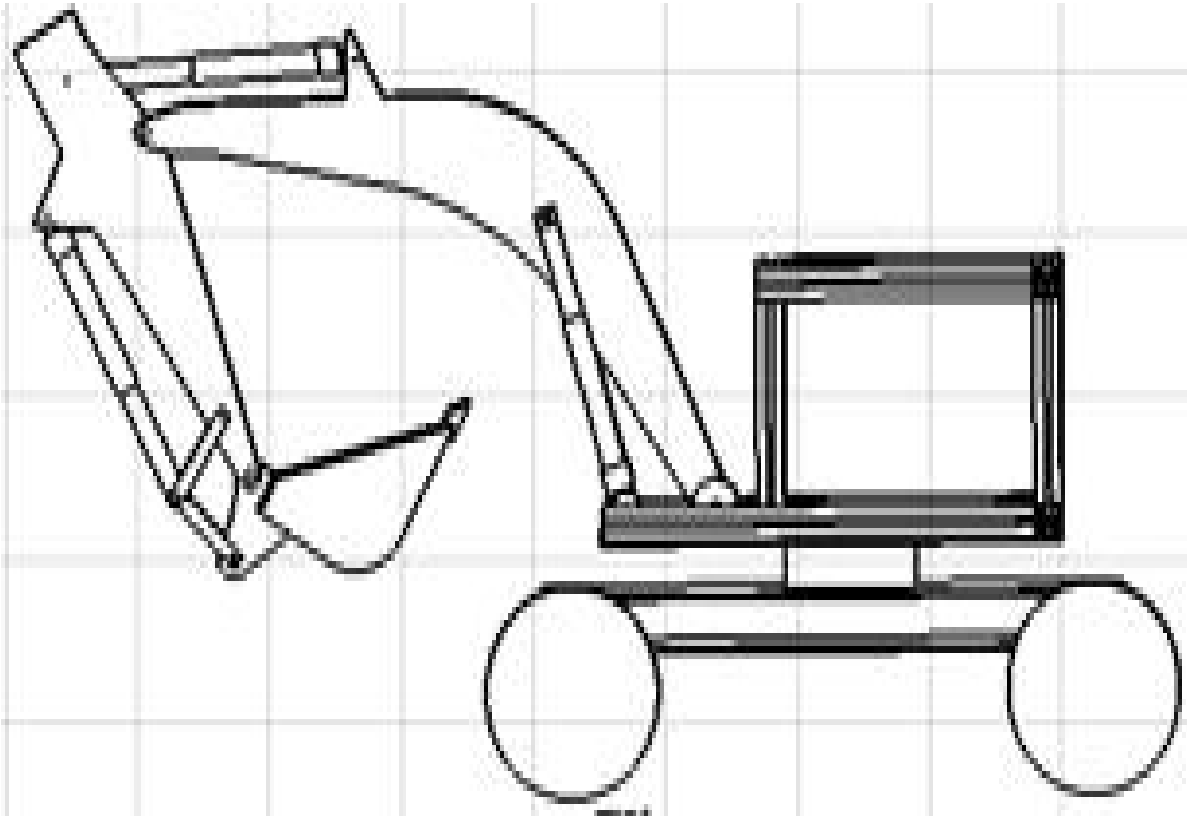
4. 축소형 백 호우 (휠)



요구기능	기대성과	필요기술
<p>1. 주행기능</p> <ul style="list-style-type: none"> - AVR을 이용한 원격으로 최대 1m/s 주행 - 바퀴 통한 지형지물 통과 <p>2. 조향기능</p> <ul style="list-style-type: none"> - 바퀴를 이용한 좌,우 속도차를 이용하여 조향 <p>3. 굴삭기능</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유압을 이용한 흙 굴삭 	<p>1. 원활한 실린더 힘으로 굴삭 가능</p> <p>2. RC카 형태로 굴삭기능을 이용한 유압장치의 교육용으로 사용 가능</p>	<p>1. 원격주행을 위한 ATMEGA를 이용한 제어 기술 (AVR/UART 통신)</p> <p>2. 기구 소형화/ 및 경량화를 위한 NFX 해석</p> <ul style="list-style-type: none"> - 압, Body <p>3. 기구 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auto CAD, CATIA

제2절 최종과제 결정

- 축소형 백 호우



- 선정이유 : 후보과제들을 분석 해 보니, 대표적인 건설장비로 백호우가 가장 익숙하고 WATER, E.N.G, SUPER NOVA 팀에서 완성을 하였던 제품에 문제점들을 보완하고, 학교에서 배운 전공지식들을 통해 자체기술로 백호우를 완성할 경우 교육적인 도움이 많다고 판단되어 축소형 백 호우로 선정하게 되었다. 원래의 업그레이드 방향은 작년 SUPER NOVA 팀의 자율주행을 마저 완성시키는 것이 목표였으나, 진행 도중 C++, MFC 등 기초지식이 전무하고, 팀원들의 제어의 기술적인 부분이 많이 부족하다고 판단되어, 배제하게 되었다. 그리하여 WATER E.N.G 팀에서의 문제점인 유압부품 사양에 비해 백호우 전체적인 크기(버킷과 암)와 무게의 부하가 많이 걸려 굴삭기능이 제한되어 이를 재설계를 통하여 업그레이드를 실시할 것이다. 다른 후보 아이디어들과는 달리 자료들이 충분하고 완성된 제품이 있다는 장점과 문제점들을 보완하면 더 나은 제품으로 만들 수 있는 가치가 있으므로 최종 결정하게 되었다.

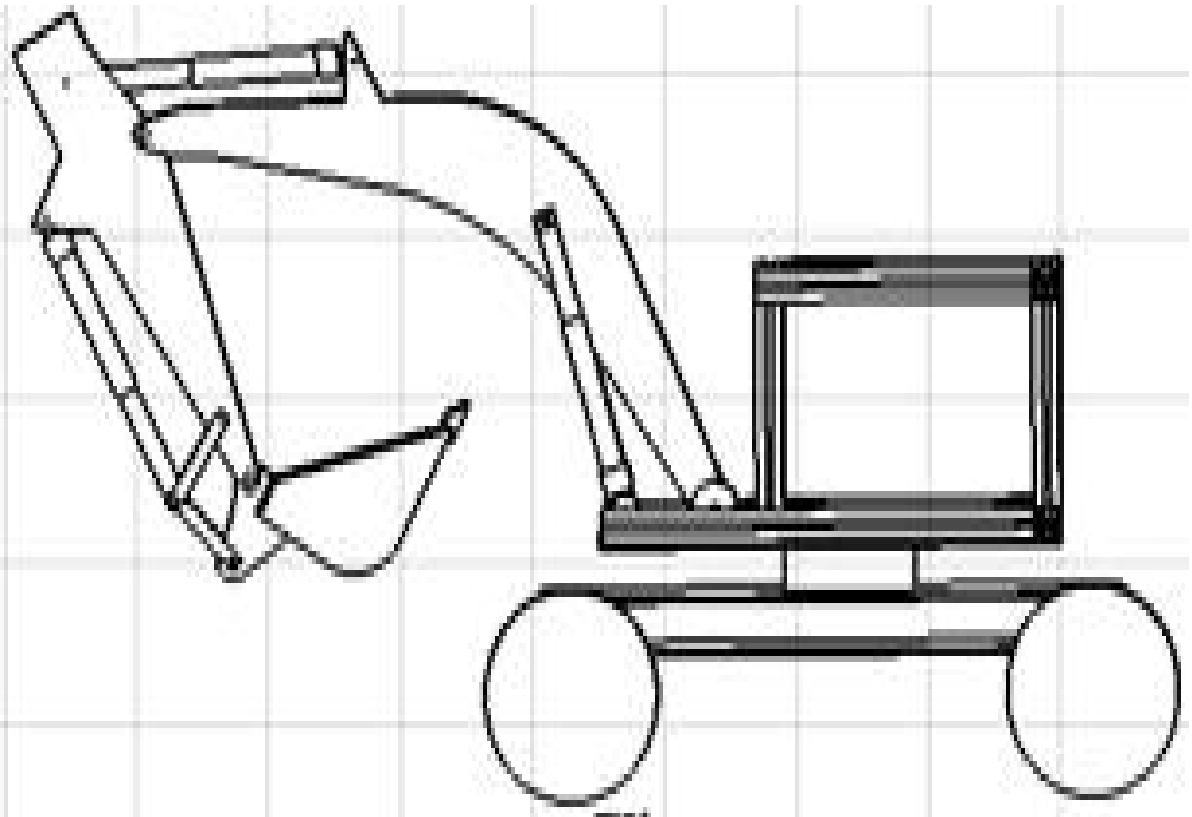
제 3장 개념설계 및 상세설계

제1절 개념설계

1. 요구기능 정의

- 한번에 0.75~1L 정도의 단단한 땅을 굴삭
- 굴삭 시 관절부의 유압 실린더 110N의 힘 내에서 버킷과 암을 축소
- AVR을 이용한 최대 1m/s 속도로 설계
- 굴삭능력을 상승시켜주고 상부의 무게를 견딜 수 있게 상부와 하부의 연결부위에 외경 200mm의 회전마운트를 사용
- 비 적재 시 1m/s, 흙 적재시 0.5m/s 의 속도로 주행이 가능하도록 ATmega128 제어
- 전체적인 크기는 819x400x500mm(전폭x전장x전고mm)
- 총 무게는 40kg

2.



제 2절 전문가 자문

1. 전문가 자문 내역

- 기구 설계 자문

구분	질문 내용	자문 후 결정/결론 향후계획
Shaft bracket의 자문	브라켓에 사용되는 베어링의 사용유무와 가공방법	Shaft bracket에 베어링 1개 사용시 물체의 하중을 견디지 못하여 빠져 나오는 경우가 발생하므로 베어링 2개를 사용해야 한다고 자문을 받음
	브라켓 도면 작성방법	베어링의 내륜이 회전하여야 하므로 베어링에 대해 KS규격집을 보고 Shaft bracket 도면을 내륜이 회전 할 수 있도록 Shaft bracket을 설계하라고 자문 받음
shaft의 자문	Shaft를 고정하기 위한 방법	Shaft 도면 작업시 Shaft bracket에 들어있는 베어링이 밖으로 빠져나오지 않게 하기 위해 축에 단을내고 한쪽에는 스톱링을 사용하여 탈착을 방지 할 수 있다고 자문 받음
볼트 너트 사용 시 공차 및 조립에 관한 자문	M3 볼트를 사용시 홀 크기를 선정하는 방법	M3짜리 나사를 사용시 Hole의 크기는 3.4로 가공하여야 조립시 문제가 발생하지 않는다고 자문 받음
	Hole의 크기가 볼트의 크기에 비해 크므로 공차가 발생하므로 조립하는 방법	Shaft Bracket과 Bracket을 조립 시 기준면을 잡아서 조립하여야 한다고 자문 받음
CAE 해석에 대한 자문	굴삭기를 해석 시 필요한 구속조건 및 경계조건을 어떠한 방식으로 부여하여야 하는지에 관한 방법	현재 굴삭기의 모형이 각 부품별로 따로 놓고 있기 때문에 하나의 물체로 고정을 시킨 뒤 브라켓에 구속조건을 주며 버킷에는 작용반작용의 법칙에 따라 힘을 부여하여야 한다고 자문 받음

제3절 해석 및 평가

- 백 호우 버킷과 암에 가해지는 하중에 따른 강도 해석을 해보았다.

1. 해석 사례

건설용 중장비의 경우 기계의 정밀도에 대한 기준은 양호한 반면, 안전율에 관해서는 엄격한 기준을 가지고 있는 것이 대부분이다. 안전율은 아래의 식과 같이 나타내며, 극한값으로 볼 수 있는 충격하중에 대한 안전율은 12이다.

$$\gg S = \frac{\sigma_Y}{\sigma_a}$$

σ_Y : yield stress (항복응력)

σ_a : allowable stress (허용응력)

안전율 선정에는 여러 방법이 있으나 일반적으로 기계설계 시에 적용되는 동적 안전율 5~9를 사용한다. 특히 피로나 크리프에 대한 문제가 생길 수 있는 중장비에서는 비교적 큰 값의 안전율을 요구하는 경향이 많다.

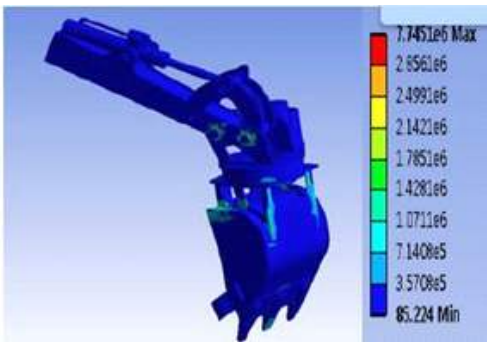
위와 같이 여러 기능들이 있지만 그중에서 가장 중요한 기능은 굴삭기능이다. 굴삭기능에서 직접적으로 힘이 가해지는 부분이 버킷과 암, 붐, 실린더이므로 단단한 지면을 굴삭할 때 힘을 많이 받고 피로가 누적되는 부분이 된다. 따라서 굴삭할 때의 버킷과 암이 받는 하중을 구한 값으로 CAE를 이용하여 강도를 해석, 장비의 선정을 위한 구조적 안정성을 확인하고자 한다.

※ 크리프 : 외력이 일정하게 유지되어 있을 때 시간이 흐름에 따라 재료의 변형이 증대하는 현상.



여러 개의 관절을 가진 굴삭기의 경우 해석 자세를 선정하는 작업이 매우 중요하다. 본 연구에서는 버킷을 특성으로 하는 소형 굴삭기를 다루기 때문에 버킷 회전을 고려한 다양한 위상에 대해 응력 해석을 수행하였지만 버킷의 회전운동에 있어서 차별화된 역학적 상관관계가 미미한 붐은 응력 해석 영역에서 제외하였다.

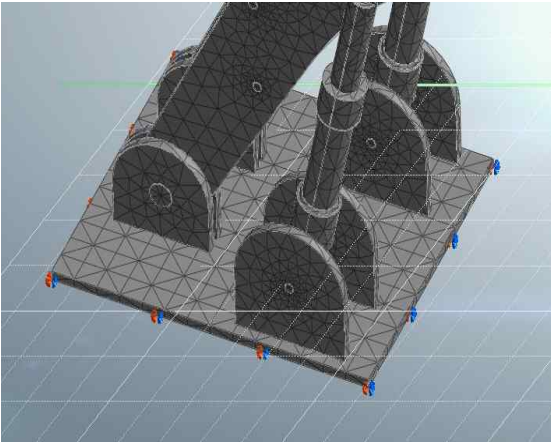
→ 본 논문의 해석 사례에서는 단순한 응력 해석만을 위해서 암의 앞부분만 잘라내어 해석을 하였으나, 실제로 굴삭 시 암 전체적으로 하중이 분산되어 가해지기 때문에 설계 과정에서는 암과 붐, 실린더를 모두 포함하여 설계하였다.



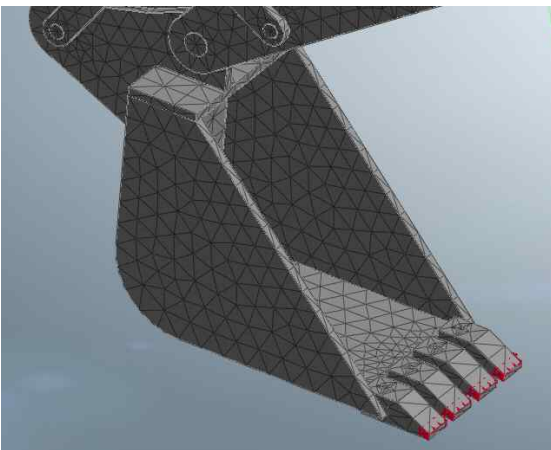
대부분의 영역에서는 85Pa의 낮은 응력 수준을 나타내고 있지만, 유지 및 보수 작업을 위한 공동이 존재하는 버킷과 연결부품의 체결부위와 핀에서는 형상에 의한 응력 집중으로 인해 다소 높은 응력이 나타내며 버킷과 연결부품, 핀에 응력이 집중되는 것을 알 수 있다.

→ 많은 작업 자세가 있지만 굴삭 시에 가장 많은 힘을 받기 때문에 대표적인 작업 자세로 규정하였다. 굴삭기의 작업장치는 붐, 암, 버킷, 실린더 그리고 핀으로 구성되는데, 이 중에서 붐은 실제 작업에서 심한 하중 작용으로 인하여 파손이 자주 발생하는 부분이다.

2. 해석방법 및 조건

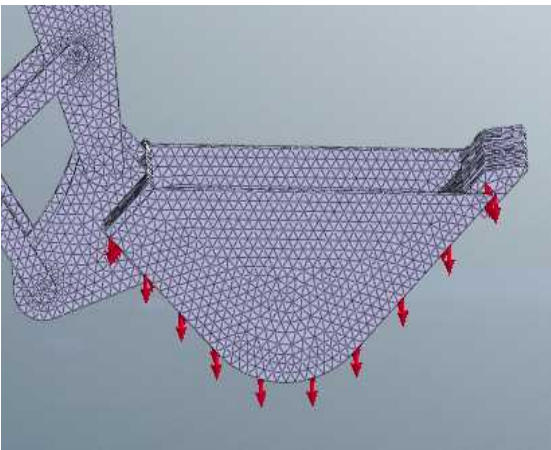


→ 구속 조건은 그림과 같이 상부 알루미늄 판재와 연결되어 고정이 되기 때문에 브라켓 밑면에 고정구속을 주었다.



→ 하중 조건은 버킷이 지면에 닿아 굴삭 할 시 작용반작용 법칙에 의해 방향을 그림과 같이 반대 방향으로 주었고, 실린더가 낼 수 있는 힘인 110N의 반력을 주기 위해 x축 y축 각각 78N의 힘을 주어 총 합력이 110N이 되도록 집중하중을 주었다.

$$110N = 110\sin 45^\circ, 110\cos 45^\circ$$



→ 하중 조건은 굴삭 후 버킷에 흙이 들어가 있는 양을 계산하여 총 30N의 힘만큼 Y축 방향으로 -30N 힘만큼 집중하중을 주었다.

$$30N = (0.12 \times 0.095 \times 0.1) m] * 1800[kgf/m^3] * 9.8$$

1800[kgf/m³] : 일반적인 흙의 비중량
(0.12*0.095*0.1)[m³] : 버킷의 부피

선형 정적 해석을 사용하여 굴삭 자세만의 정적 하중으로 CAE 해석을 수행한다. 산출된 응력과 안전율이 만족하는지 파악한 후, 기계설계 시 사용되는 동적 안전율을 만족할 때까지 다시 작업을 수행한다.

※ 브라켓 : 붐과 실린더가 연결되어 고정된 프레임.(판)

3. 해석 결과

3-1. 굴삭 시 백 호우 버킷, 암의 해석

- 조건

1) 하중조건(집중하중)

- 버킷 : x축 : 78N , y축 : 78N

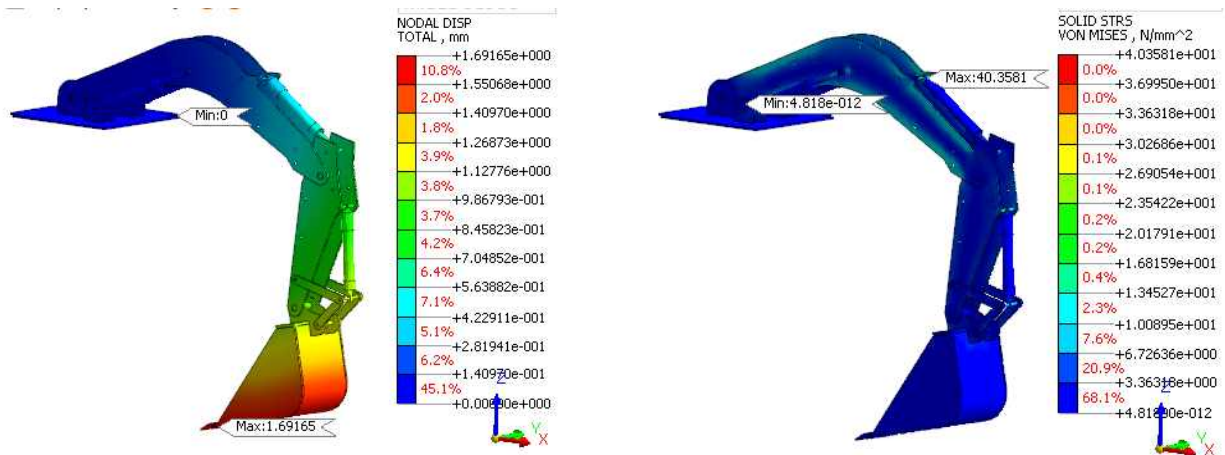
2) 구속조건 - 브라켓의 밑면

- 재질 : 붐, 암, 버킷, 핀, 티스 - 알루미늄 (6061), 실린더 - 스테인리스 스틸 (SUS 316)

알루미늄(6061)의 인장응력 : $172N/mm^2$

(변위)

(응력)



	밀도 (kg/m ³)	항복강도 (MPa)
스틸	7850	120 (=약12 kg/mm ²)
AL 6061-0	2700	110
AL6061-T4	2700	110
AL 6061-T6	2700	241

변위	응력	요소망
2.37 mm	206.7 mm	8

→ 해석결과로 나타난 응력이 항복응력을 넘어서 인장응력 값을 훨씬 넘는 값이 나오므로 이 해석의 결과는 잘못되었다는 것을 알 수 있다.

→ 보다 완벽한 해석 값을 얻기 위해서는 두께 혹은 재질 및 요소망 등 다양한 조건을 변경하며 값을 구하여야 할 것 같다.

3-2. 굴삭 시 백 호우 버킷, 암의 해석 (요소망 크기 조정)

- 조건

1) 하중조건(집중하중)

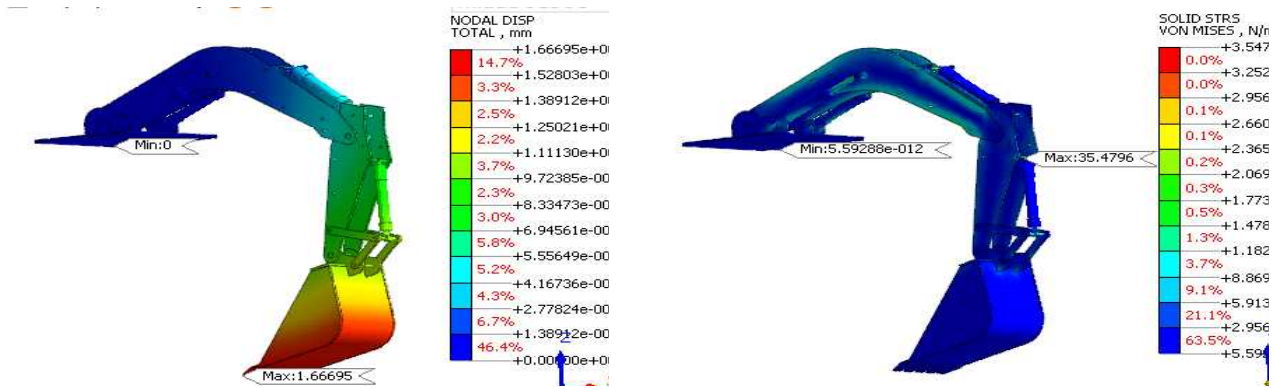
- 버킷 : x축 : 78N , y축 : 78N

2) 구속조건 - 브라켓의 밑면

- 재질 : 붐, 암, 버킷, 핀, 티스 - 알루미늄 (6061), 실린더 - 스테인리스 스틸 (SUS 316)
 알루미늄(6061)의 인장응력 : $172N/mm^2$

(변위)

(응력)



	밀도 (kg/m ³)	항복강도 (MPa)
스틸	7850	120 (=약12 kg/mm ²)
AL 6061-0	2700	110
AL6061-T4	2700	110
AL 6061-T6	2700	241

변 위	응 력	요소망
2.39 mm	173.6 mm	4
2.45 mm	245.5 N/mm ²	3

→ 요소망의 크기를 기존의 것보다 값을 줄여 4와 3의 크기로 해석을 시행했으나 응력값이 206.7에서 173.6의 값으로 줄었으나 아직 항복강도뿐만 아니라 인장응력의 값을 넘어 올바른 해석의 결과를 얻지 못하였다. 하지만 현재의 설계에선 요소망 4의 값이 올바른 크기로 알게되어 다른 조건을 변경하며 해석을 진행할 것 이다.

3-3. 굴삭 시 백 호우 버킷, 암의 해석 (실린더 핀 재료 수정)

- 조건

1) 하중조건(집중하중)

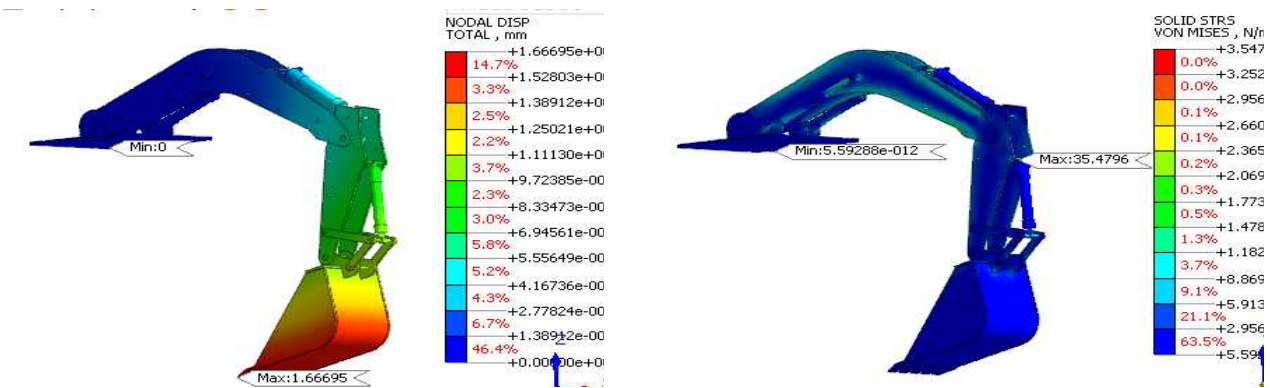
- 버킷 : x축 : 78N , y축 : 78N

2) 구속조건 - 브라켓의 밑면

- 재질 : 붐, 암, 버킷, 핀, 티스 - 알루미늄 (6061), 실린더 - 스테인리스 스틸 (SUS 316)
 알루미늄(AL6061-T6)의 인장응력 : $281N/mm^2$

(변위)

(응력)



	밀도 (kg/m ³)	항복강도 (MPa)
스틸	7850	120 (=약12 kg/mm ²)
AL 6061-0	2700	110
AL6061-T4	2700	110
AL 6061-T6	2700	241

변 위	응 력	요소망 크기	실린더에 걸리는 핀의 재료
2.38 mm	173 mm	4	AL 6061 - T6

→ 요소망의 크기는 이전의 결과값으로 4로 정하여 해석을 하였으며, 문제가 되었던 응력이 제일 많이 걸리는 실린더에 연결이 되는 핀에 응력이 집중되어 문제가 되어서 그 핀의 재료를 좀 더 튼튼한 재료인 AL 6061 - T6 으로 수정하여 항복강도 및 인장강도의 크기를 늘려 해석하였다. 이렇게 수정하여 해석을 하니 해석된 응력값이 부하가 제일 많이 걸리는 실린더 핀의 재료의 항복강도 및 인장강도보다 $83N/mm^2$, $108N/mm^2$ 값 만큼 낮아 현재의 조건으로 설계를 진행하는데 무리가 없다고 판단하였다.

3-4. 굴삭 후 설계한 백 호우 버킷, 암의 해석

- 조건

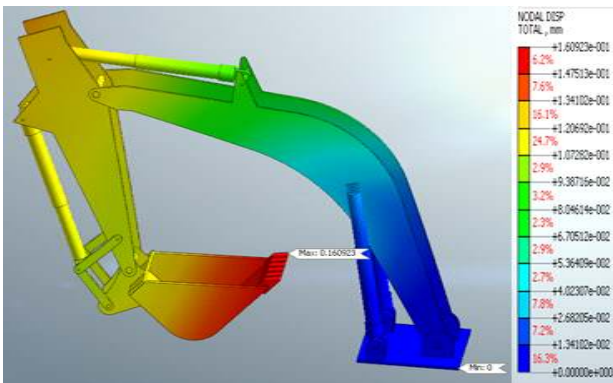
1) 하중조건(집중하중)

- 버킷 : y축 : -30N

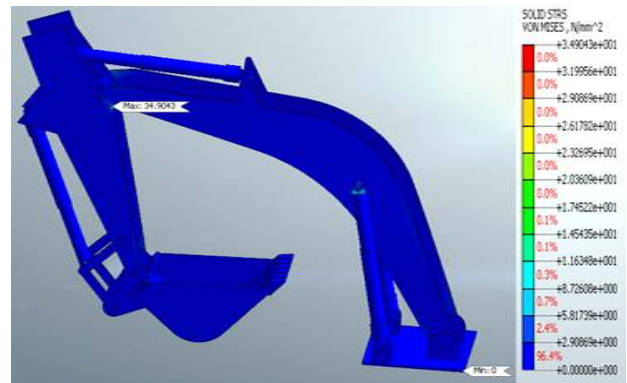
2) 구속조건 - 브라켓의 밑면

- 재질 : 붐, 암, 버킷, 핀, 티스 - 알루미늄 (6061), 실린더 - 스테인리스 스틸 (SUS 316)
 알루미늄(AL6061-T6)의 인장응력 : $281N/mm^2$

(변위)



(응력)



	밀도 (kg/m ³)	항복강도 (MPa)
스틸	7850	120 (=약12 kg/mm ²)
AL 6061-0	2700	110
AL6061-T4	2700	110
<u>AL 6061-T6</u>	<u>2700</u>	<u>241</u>

변 위	응 력	요소망 크기	실린더에 걸리는 핀의 재료
0.2 mm	35 mm	4	AL 6061 - T6

→ 굴삭 후의 모습으로 해석을 할 시엔 굴삭 시 문제가 되어 최종적으로 해석할 시 조건을 만족 시켰던 요소망의 크기는 이전의 결과값으로 4로 정하여 해석을 하였으며, 실린더 핀의 재질은 AL 6061 - T6 으로 고정하여 해석을 하였는데 변위 뿐만 아니라 버킷 및 실린더 핀에 걸리는 응력의 값이 현저히 낮아 굴삭 후에도 문제가 없다는 것을 확인 할 수 있다.

3-2 실행 정의 및 과정

실행 횟수	조건	재질	요소망 크기	비고
1		- 볼, 암, 버킷, 핀, 티스 : 알루미늄 (6061) - 실린더 : 스테인리스 스틸 (SUS 316) 두께 : 3T	전체 : 8mm	변위 : 2.37mm 응력 : 206.7 $mm\ N/mm^2$
2	외형 : 굴삭시의 모습 하중조건 - x축: 78N (집중하중) y축: 78N	- 볼, 암, 버킷, 핀, 티스 : 알루미늄 (6061) - 실린더 : 스테인리스 스틸 (SUS 316) 두께 : 3T	전체 : 4mm	변위 : 2.39mm 응력 : 173.6N/mm ²
3	구속조건 - 브라켓의 밑면 접촉조건 - 일체 거동접촉	- 볼, 암, 버킷, 핀, 티스 : 알루미늄 (6061) - 실린더 : 스테인리스 스틸 (SUS 316) 두께 : 3T	전체 : 3mm	변위 : 2.45mm 응력 : 245.5N/mm ²
4		- 볼, 암, 버킷, 핀, 티스 : 알루미늄 (6061) - 실린더 : 스테인리스 스틸 (SUS 316) - 실린더에 걸리는 핀 : 알루미늄 (AL 6061T-6) 두께 : 3T	전체 : 4mm	변위 : 2.38mm 응력 : 173N/mm ²
5	외형 : 굴삭후의 모습 하중조건 - y축 : 30N (집중하중) 구속조건 - 브라켓의 밑면 접촉조건 - 일체 거동접촉	- 볼, 암, 버킷, 핀, 티스 : 알루미늄 (6061) - 실린더 : 스테인리스 스틸 (SUS 316) - 실린더에 걸리는 핀 : 알루미늄 (AL 6061T-6) 두께 : 3T	전체 : 4mm	변위 : 0.2mm 응력 : 35N/mm ²

3-3 최종해석 설계 안

4번의 해석결과 값에서 변위가 2.38mm로 실제 변형이 되는 정도가 매우 미미하고, 응력은 173 N/mm²로 실린더에 걸리는 핀을 알루미늄 (AL 6061T-6)로 바꿔 줌으로서 모두 알루미늄 (6061)을 하였을 때 보다 작게 나왔다. 부하걸린 응력의 값이 각 재료의 인장응력 및 항복강도 값보다 낮아 해당 제품이 파단되는 현상이 없다고 판단하여 최종해석 설계 안으로 결정하였다.

5번의 해석 경우 최종해석 설계 안으로 결정된 4번의 조건을 그대로 활용하여 하중조건만 수정하여 굴삭 후의 모습을 해석하였으나 전혀 문제가 될 점이 없었다.

4절 상세설계

1. 실린더 힘의 값을 고려한 버킷과 암의 크기 선정 배경

	SuperNova	S1
유압 펌프의 압력 (P)	10 [<i>gf/cm</i>]	
실린더 사양	- 피스톤 직경(D) : 16mm - 로드 직경(d) : 7mm - 스트로크 길이 : 100mm	- 피스톤 직경(D) : 14mm - 로드 직경(d) : 6mm - 스트로크 길이 : 100mm
피스톤 면적 ()	$= \frac{\pi \times (D^2 - d^2)}{4}$	
	1.62 [<i>cm</i> ²]	1.26 [<i>cm</i> ²]
실린더 출력	$F = A \times P \times \eta$ ($\eta : 0.75$)	
	12.19 [kgf]	9.42 [kgf]
버킷 + 암 + 굴삭 된 흙 무게	버킷의 무게 = 각 부위의 부피 [<i>m</i> ³] x 재질의 밀도(2700) [<i>kgf/m</i> ³] 흙의 무게 = 버킷 용량 [<i>m</i> ³] x 흙의 밀도(1800) [<i>kgf/m</i> ³]	
	1.16 + 1.57 + 6.27 = 9 [kgf]	0.55 + 1.59 + 2.01 = 4.15 [kgf]
실린더 20°의 힘 (최대 굴삭 시의 붐의 각도)	실린더 출력 x 2개 x sin20° = 8.34 [kgf]	실린더 출력 x 2개 x sin20° = 6.44 [kgf]
실린더 80°의 힘 (붐의 기본 위치에서의 각도)	실린더 출력 x 2개 x sin80° = 24 [kgf]	실린더 출력 x 2개 x sin80° = 18.6 [kgf]

위의 표를 보면 현재 SuperNova의 실린더 출력의 값이 실린더 20°의 힘 즉, 붐이 굴삭하기 위해 최대한 기울였을 때 버킷과 암 그리고 굴삭 된 흙의 무게 값보다 낮아 실린더가 원활히 작동 되지 못하였다. 실린더의 발주에 문제가 생겨 Family의 실린더를 사용하게 되었으며, 해당 실린더의 각 각도에서의 출력 값과 버킷에 흙을 담았을 때의 무게를 고려하여 버킷의 크기를 선정하게 되었다. 그 결과 실린더가 원활히 작동되어 굴삭의 기능이 기존보다 향상 되었다.

2. 모터선정

필요 토크값을 계산하기 위해 mg x 힘이 받는 거리(바퀴반지름) / 바퀴 갯수 x 마찰계수 0.2 으로 계산하여 1.96N·m로 나와 그에 맞는 모터선정

$$40\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 \times 0.05\text{m} / 2 \times 0.2 = 1.96\text{N} \cdot \text{m}$$



DC 12V MOTOR		
정격 토크 Rated torque	700	(gf-cm)
정격 회전수 Rated speed	5,700	(RPM)
정격 전류 Rated current	5,500	(mA)
무부하 회전수 No load speed	7,000	(RPM)
무부하 전류 No load current	900	(mA)
정격 출력 Rated output	41.3	(W)

감속비 : 1/4 ~ 1/3600 (감속비율 총 21종)

정격토크 : 2.2kg.cm ~ 30kg.cm

정격회전수 : 1400 rpm ~ 1.9 rpm

장착된모터 : DC 12V / 7000 rpm / 41.3 W motor

엔코더사양 : 38Pulses (19Pulses x 2CH)

3. 가능성 실험

3-1. 실험의 목적

정확성이 떨어지지만 'CATIA V5'를 이용하여 작업장치의 최대 굴삭 깊이와 최소 작업반경을 알아내어 제품을 만들었을 때 가능성 실험에 도움이 되도록 하여 향후 더 정확한 실험을 할 수 있도록 한다.

3-2. 실험의 구성 및 결과

1) 실험제목 : 작업장치 최적화 링크 찾기

2) 실험준비

- ① 카티아 어셈블리 작업
- ② 유압실린더 사양

3) 실험목적

유압실린더의 최대, 최소 스트로크변화에 따라 굴삭기 작업장치의 동작의 이상 유무를 찾고 굴삭기의 작업동작을 최적화 한다.

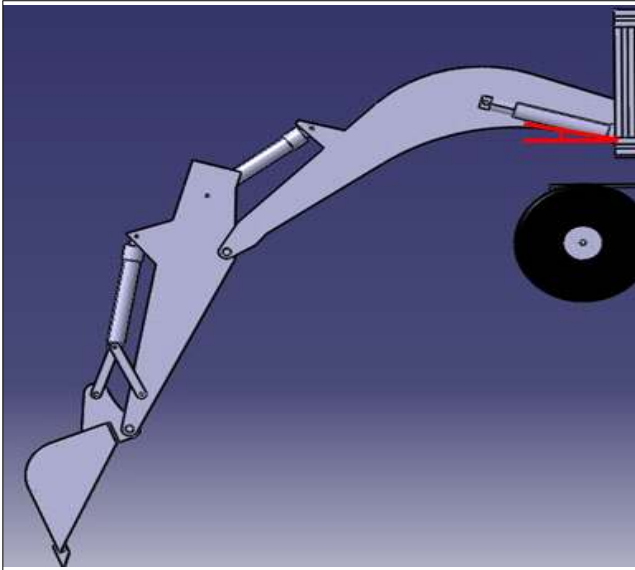
4) 실험내용

- ① 작업최대반경(실린더의 최대 스트로크 시), 각 작업장치의 각도측정 및 링크점 표시.
- ② 작업최소반경(실린더의 최소 스트로크 시), 각 작업장치의 각도측정 및 링크점 표시.
- ③ 실린더의 길이를 조정하여 버킷, 암, 어태치먼트의 부딪힘을 찾는다.

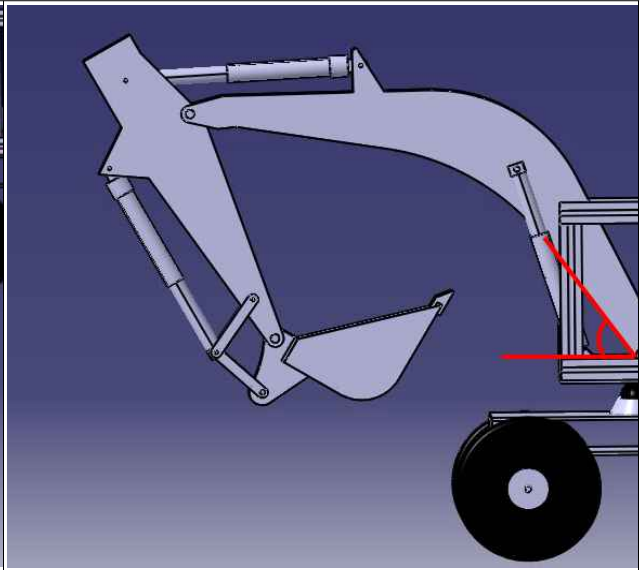
5) 실험결과

실린더의 길이를 다양하게 변경하여 보았지만 버킷, 암, 어태치먼트의 부딪힘은 없었으며, 현재 작업장치의 최대/최소 굴삭의 각도는 각각 20°, 73.11° 의 결과값을 얻었으며 최대 굴삭 깊이는 350mm, 최대 굴삭 높이는 714mm, 최대 작업 반격은 650mm, 최소 작업 반경은 152mm 의 결과값을 얻었다.

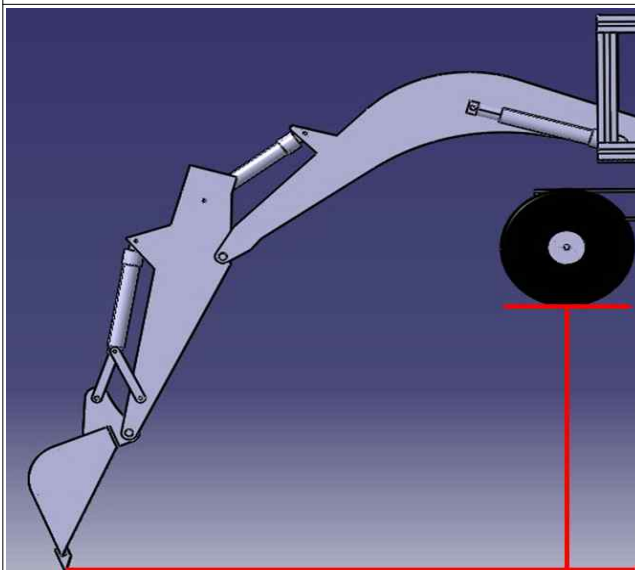
	최대 굴삭 각도, 길이	최소 굴삭 각도, 길이	최대 굴삭 높이	최대 굴삭 반경
붐-바디 실린더 길이 [mm]	20	60	80	50
붐-스틱 실린더 길이 [mm]	0	90	0	0
스틱-버킷 실린더 길이 [mm]	0	70	0	0



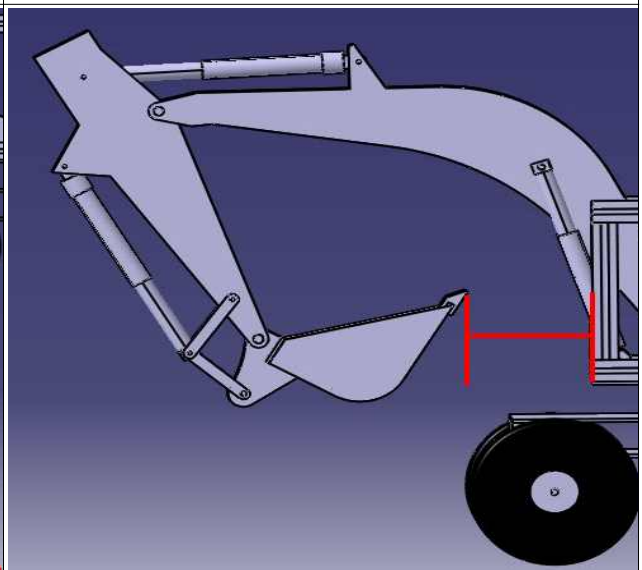
최대 굴삭 각도 20°



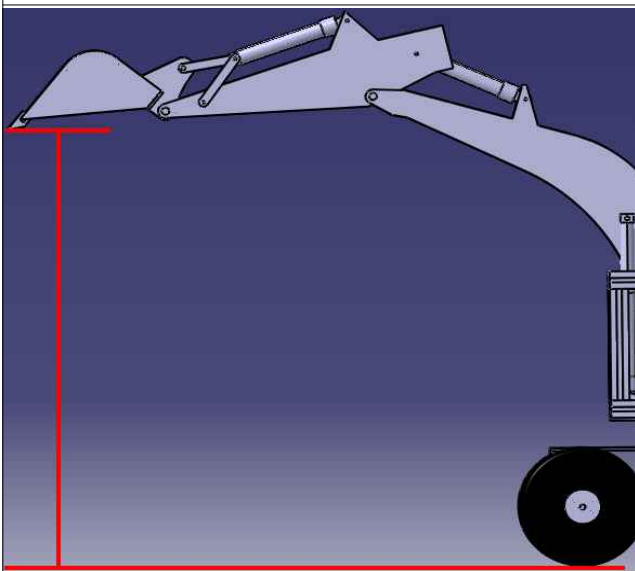
최소 굴삭 각도 73.11°



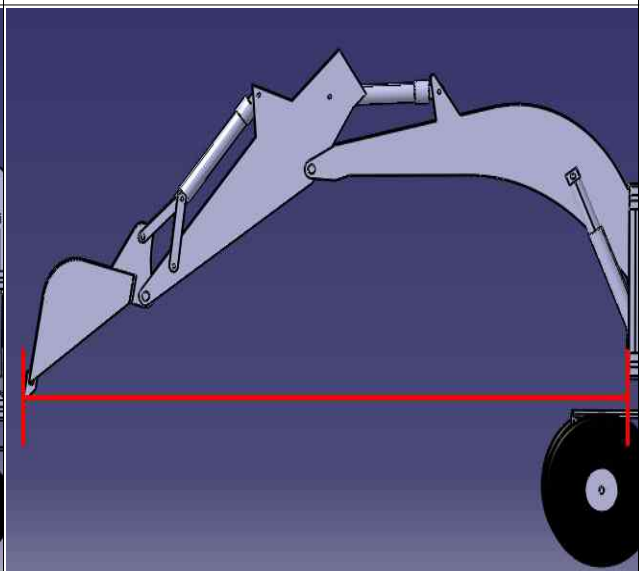
최대 굴삭 깊이 350mm



최소 작업 반경 152mm



최대 굴삭 높이 714mm



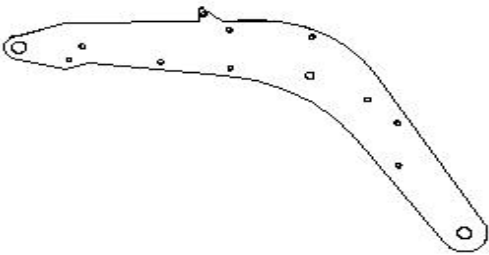
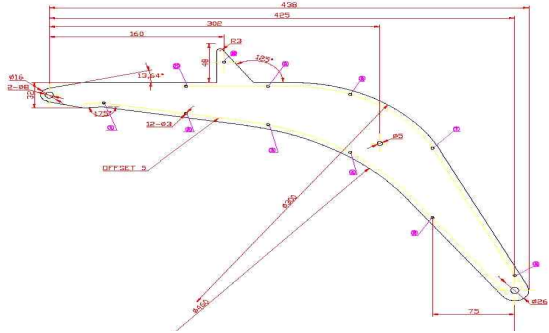
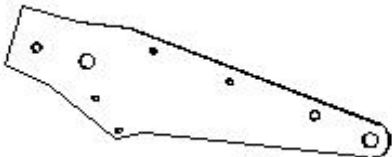
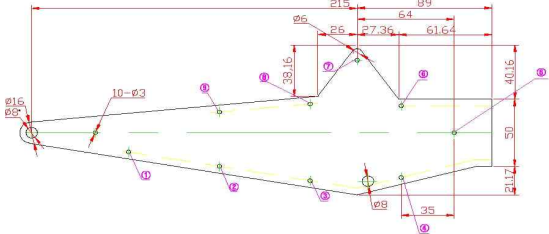
최대 작업 반경 650mm

4. 기구설계

4-1. 버킷 및 암, 바디 설계

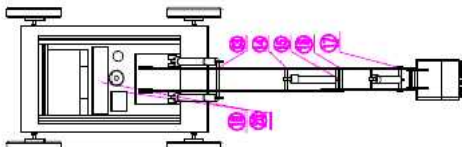
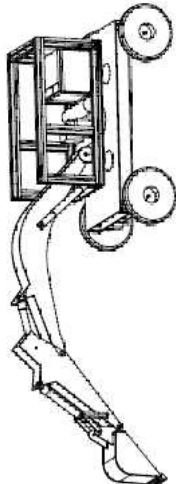
이전의 백 호우는 유압성능에 비해 버킷/암이 커 부하가 많이 걸려서, 기대하는 목표치에 미치지 못하기에 재설계를 하게 되었다. 백 호우 몸체의 경우도 이와 같은 이유로 재설계를 하였다.

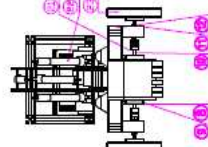
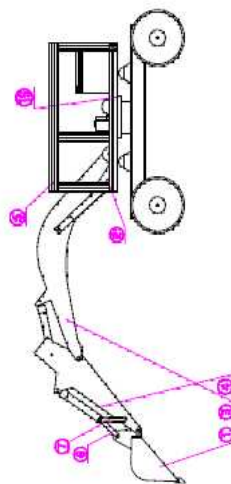
- 암 변경 (실린더 구매의 문제로 인함)

2015년 (실린더 구매) 붐 / 스틱		2016년 (패밀리조 실린더) 붐 / 스틱	
붐 크기	270.5 x 173.4 [mm]	붐 크기	446 x 312.4 [mm]
스틱 크기	61.4 x 107.5 [mm]	스틱 크기	312 x 113.3 [mm]
실린더1 길이	최대 수축 길이 : 140.5 [mm] 최대 신장 길이 : 174.5 [mm]	실린더1 길이	최대 수축 길이 : 140.5 [mm] 최대 신장 길이 : 240.5 [mm]
실린더2 길이	최대 수축 길이 : 140.5 [mm] 최대 신장 길이 : 177.5 [mm]	실린더2 길이	최대 수축 길이 : 140.5 [mm] 최대 신장 길이 : 240.5 [mm]
			
			

4-2 시제품 조립도

부품 번호	부품명	재료	개수
1	Backhoe ASSEMBLY	-	1
2	MTR Valve ASSEMBLY	AI-0001	1
3	Boom	AI-0001	2
4	Stick	AI-0001	2
5	Body ASSEMBLY	-	1
6	Coupler	AI-0001	2
7	Control Lever	AI-0001	2
8	Control Lever Bracket	AI-0001	2
9	Stick Pin	AI-0001	2
10	Stick Pin	AI-0001	2
11	Stick Bracket	AI-0001	4
12	Stick Body Bracket	AI-0001	1
13	Stick Pin for MTR Valve	AI-0001	2
14	Control Lever Pin	AI-0001	2
15	Control Lever Pin	AI-0001	2
16	Reversing Pin	AI-0001	1
17	Reversing Pin	AI-0001	1
18	Pump	Aluminum	1
19	Reverse Gear	Aluminum	1
20	VALVE	Aluminum	1
21	Coupler	Aluminum	2
22	OutPipe	Aluminum	4
23	Wheel	Plastic	4

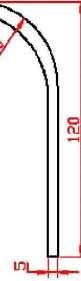
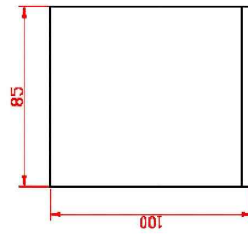
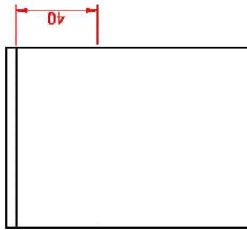
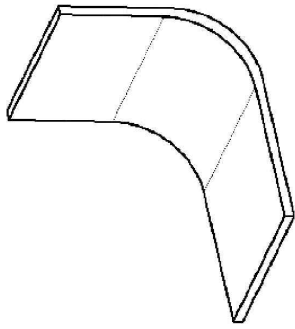
※참조
 1. 원판용어 : KS B 0412 표준용어
 2. 표준용어 : 용어명, 스펙, 용, 양
 3. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 4. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 5. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 6. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 7. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 8. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 9. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 10. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 11. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 12. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 13. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 14. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 15. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 16. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 17. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 18. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 19. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 20. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 21. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 22. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양
 23. 용어명 : 용어명, 스펙, 용, 양

CLASS OF DESIGN	CENRAL TBL	UNIT	MODEL
1-001	1001	1/1	ORVALER BACKHOE
2-001	1002	1/2	
3-001	1003	1/3	
4-001	1004	1/4	
5-001	1005	1/5	
6-001	1006	1/6	
7-001	1007	1/7	
8-001	1008	1/8	
9-001	1009	1/9	
10-001	1010	1/10	
11-001	1011	1/11	
12-001	1012	1/12	
13-001	1013	1/13	
14-001	1014	1/14	
15-001	1015	1/15	
16-001	1016	1/16	
17-001	1017	1/17	
18-001	1018	1/18	
19-001	1019	1/19	
20-001	1020	1/20	
21-001	1021	1/21	
22-001	1022	1/22	
23-001	1023	1/23	

SCALE	DATE
1/1	2015-11-10

MODEL	ORVALER BACKHOE
DWG NO.	1
BACKHOE ASSEMBLY	

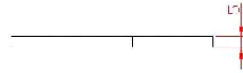
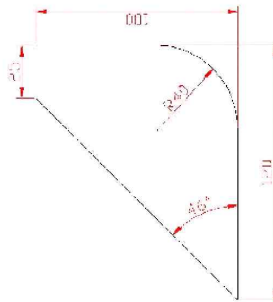
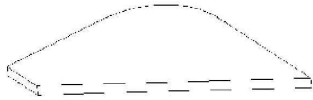
부품 번호	부품명	재료	갯수
1-2	Bucket Middle	A1-8081	1



주요기
1. 원형도 : 2D & 3D 도면
2. 표준도면 : -

GENERAL TOL DIMENSIONS	UNIT	MODEL	BACKVIEW
ALL DIMENSIONS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED	MM	도면	
PROJECTION METHOD	SCALE	DWG No.	1-2
1ST ANGLE	1:1	상각면	
DATE	REV	1	2
2018-04-07		BUCKET MIDDLE	

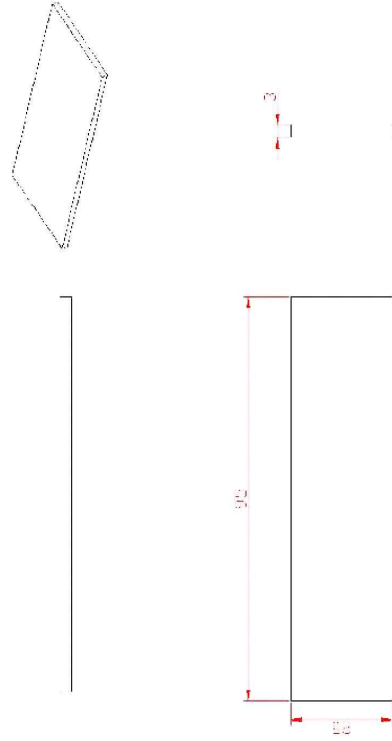
부품 번호	부품명	재료	개수
1-3	Bucket Side	AI-6061	2



참조기
1. 3D모델 : KS 3D012 부품공
2. 3D모델명 : -

GENERAL INFORMATION GENERAL INFORMATION GENERAL INFORMATION GENERAL INFORMATION GENERAL INFORMATION GENERAL INFORMATION GENERAL INFORMATION GENERAL INFORMATION GENERAL INFORMATION GENERAL INFORMATION	UNIVERSITY UNIVERSITY UNIVERSITY UNIVERSITY UNIVERSITY UNIVERSITY UNIVERSITY UNIVERSITY UNIVERSITY UNIVERSITY	MODEL MODEL MODEL MODEL MODEL MODEL MODEL MODEL MODEL MODEL	DATE DATE DATE DATE DATE DATE DATE DATE DATE DATE
1. 3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명
2. 3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명
3. 3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명
4. 3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명
5. 3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명
6. 3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명
7. 3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명
8. 3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명
9. 3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명
10. 3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명	3D 모델명

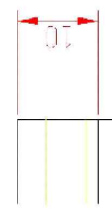
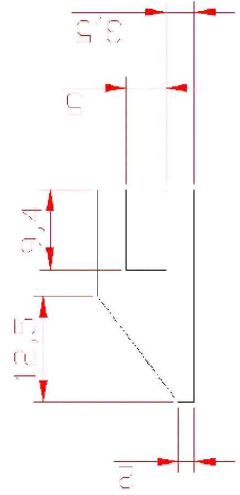
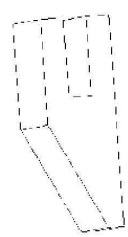
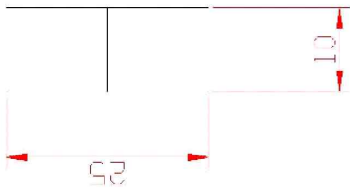
부품 번호	부품명	재료	개수
1-4	Bucket Top	A1-6061	1



*유기
1. 명칭규격 : KS B 0012 표준규격
2. 표면처리 : -

GENERAL TITL SPECIFIED BY DATE REV. NO.	UN REV REVISION	SCALE 1	MODEL 도	REV. NO.
DATE BY CHK APP	DATE BY CHK APP	DATE BY CHK APP	DWG No. 도	REV. NO.
			BUCKET TOP	
1:1			2024.01.27	

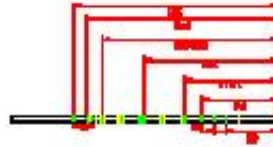
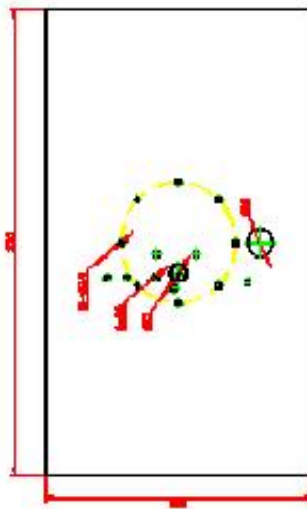
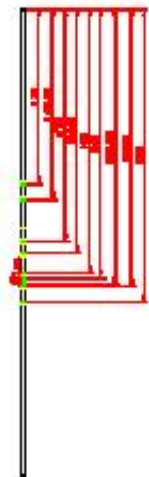
부품 번호	재료	개수
1-5	Al-6061	6
부품명		
Bucket Teeth		



비중: 2.7
 1. 동양기계: KSR 1018 사용
 2. 동양기계: 1.1

CLASS Y NUMBER	FORMA ITI	UNIT	MODEL	DATE
01	01	mm	1018	2011.01.17
02	02	mm	1018	2011.01.17
03	03	mm	1018	2011.01.17
04	04	mm	1018	2011.01.17
05	05	mm	1018	2011.01.17
06	06	mm	1018	2011.01.17
07	07	mm	1018	2011.01.17
08	08	mm	1018	2011.01.17
09	09	mm	1018	2011.01.17
10	10	mm	1018	2011.01.17
11	11	mm	1018	2011.01.17
12	12	mm	1018	2011.01.17
13	13	mm	1018	2011.01.17
14	14	mm	1018	2011.01.17
15	15	mm	1018	2011.01.17
16	16	mm	1018	2011.01.17
17	17	mm	1018	2011.01.17
18	18	mm	1018	2011.01.17
19	19	mm	1018	2011.01.17
20	20	mm	1018	2011.01.17
21	21	mm	1018	2011.01.17
22	22	mm	1018	2011.01.17
23	23	mm	1018	2011.01.17
24	24	mm	1018	2011.01.17
25	25	mm	1018	2011.01.17
26	26	mm	1018	2011.01.17
27	27	mm	1018	2011.01.17
28	28	mm	1018	2011.01.17
29	29	mm	1018	2011.01.17
30	30	mm	1018	2011.01.17
31	31	mm	1018	2011.01.17
32	32	mm	1018	2011.01.17
33	33	mm	1018	2011.01.17
34	34	mm	1018	2011.01.17
35	35	mm	1018	2011.01.17
36	36	mm	1018	2011.01.17
37	37	mm	1018	2011.01.17
38	38	mm	1018	2011.01.17
39	39	mm	1018	2011.01.17
40	40	mm	1018	2011.01.17
41	41	mm	1018	2011.01.17
42	42	mm	1018	2011.01.17
43	43	mm	1018	2011.01.17
44	44	mm	1018	2011.01.17
45	45	mm	1018	2011.01.17
46	46	mm	1018	2011.01.17
47	47	mm	1018	2011.01.17
48	48	mm	1018	2011.01.17
49	49	mm	1018	2011.01.17
50	50	mm	1018	2011.01.17
51	51	mm	1018	2011.01.17
52	52	mm	1018	2011.01.17
53	53	mm	1018	2011.01.17
54	54	mm	1018	2011.01.17
55	55	mm	1018	2011.01.17
56	56	mm	1018	2011.01.17
57	57	mm	1018	2011.01.17
58	58	mm	1018	2011.01.17
59	59	mm	1018	2011.01.17
60	60	mm	1018	2011.01.17
61	61	mm	1018	2011.01.17
62	62	mm	1018	2011.01.17
63	63	mm	1018	2011.01.17
64	64	mm	1018	2011.01.17
65	65	mm	1018	2011.01.17
66	66	mm	1018	2011.01.17
67	67	mm	1018	2011.01.17
68	68	mm	1018	2011.01.17
69	69	mm	1018	2011.01.17
70	70	mm	1018	2011.01.17
71	71	mm	1018	2011.01.17
72	72	mm	1018	2011.01.17
73	73	mm	1018	2011.01.17
74	74	mm	1018	2011.01.17
75	75	mm	1018	2011.01.17
76	76	mm	1018	2011.01.17
77	77	mm	1018	2011.01.17
78	78	mm	1018	2011.01.17
79	79	mm	1018	2011.01.17
80	80	mm	1018	2011.01.17
81	81	mm	1018	2011.01.17
82	82	mm	1018	2011.01.17
83	83	mm	1018	2011.01.17
84	84	mm	1018	2011.01.17
85	85	mm	1018	2011.01.17
86	86	mm	1018	2011.01.17
87	87	mm	1018	2011.01.17
88	88	mm	1018	2011.01.17
89	89	mm	1018	2011.01.17
90	90	mm	1018	2011.01.17
91	91	mm	1018	2011.01.17
92	92	mm	1018	2011.01.17
93	93	mm	1018	2011.01.17
94	94	mm	1018	2011.01.17
95	95	mm	1018	2011.01.17
96	96	mm	1018	2011.01.17
97	97	mm	1018	2011.01.17
98	98	mm	1018	2011.01.17
99	99	mm	1018	2011.01.17
100	100	mm	1018	2011.01.17
DWG NO.		도면 번호	1018	
DATE		날짜	2011.01.17	
DRAWN BY		도면 작성자	김민준	
CHECKED BY		도면 검토자	김민준	
APPROVED BY		도면 승인자	김민준	
TITLE		부품명	BUCKET TEETH	

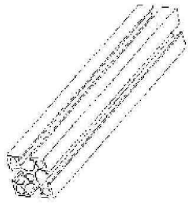
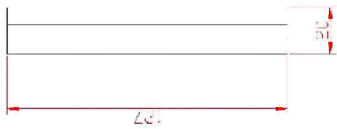
중량 표시	중량 표시	중량 표시	중량 표시
1-1	M-0001		1



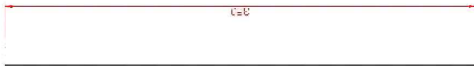
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

| | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| SCALE | SCALE | SCALE | SCALE |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 5 | 5 | 5 |
| 6 | 6 | 6 | 6 |
| 7 | 7 | 7 | 7 |
| 8 | 8 | 8 | 8 |
| 9 | 9 | 9 | 9 |
| 10 | 10 | 10 | 10 |
| 11 | 11 | 11 | 11 |
| 12 | 12 | 12 | 12 |
| 13 | 13 | 13 | 13 |
| 14 | 14 | 14 | 14 |
| 15 | 15 | 15 | 15 |
| 16 | 16 | 16 | 16 |
| 17 | 17 | 17 | 17 |
| 18 | 18 | 18 | 18 |
| 19 | 19 | 19 | 19 |
| 20 | 20 | 20 | 20 |
| 21 | 21 | 21 | 21 |
| 22 | 22 | 22 | 22 |
| 23 | 23 | 23 | 23 |
| 24 | 24 | 24 | 24 |
| 25 | 25 | 25 | 25 |
| 26 | 26 | 26 | 26 |
| 27 | 27 | 27 | 27 |
| 28 | 28 | 28 | 28 |
| 29 | 29 | 29 | 29 |
| 30 | 30 | 30 | 30 |
| 31 | 31 | 31 | 31 |
| 32 | 32 | 32 | 32 |
| 33 | 33 | 33 | 33 |
| 34 | 34 | 34 | 34 |
| 35 | 35 | 35 | 35 |
| 36 | 36 | 36 | 36 |
| 37 | 37 | 37 | 37 |
| 38 | 38 | 38 | 38 |
| 39 | 39 | 39 | 39 |
| 40 | 40 | 40 | 40 |
| 41 | 41 | 41 | 41 |
| 42 | 42 | 42 | 42 |
| 43 | 43 | 43 | 43 |
| 44 | 44 | 44 | 44 |
| 45 | 45 | 45 | 45 |
| 46 | 46 | 46 | 46 |
| 47 | 47 | 47 | 47 |
| 48 | 48 | 48 | 48 |
| 49 | 49 | 49 | 49 |
| 50 | 50 | 50 | 50 |
| 51 | 51 | 51 | 51 |
| 52 | 52 | 52 | 52 |
| 53 | 53 | 53 | 53 |
| 54 | 54 | 54 | 54 |
| 55 | 55 | 55 | 55 |
| 56 | 56 | 56 | 56 |
| 57 | 57 | 57 | 57 |
| 58 | 58 | 58 | 58 |
| 59 | 59 | 59 | 59 |
| 60 | 60 | 60 | 60 |
| 61 | 61 | 61 | 61 |
| 62 | 62 | 62 | 62 |
| 63 | 63 | 63 | 63 |
| 64 | 64 | 64 | 64 |
| 65 | 65 | 65 | 65 |
| 66 | 66 | 66 | 66 |
| 67 | 67 | 67 | 67 |
| 68 | 68 | 68 | 68 |
| 69 | 69 | 69 | 69 |
| 70 | 70 | 70 | 70 |
| 71 | 71 | 71 | 71 |
| 72 | 72 | 72 | 72 |
| 73 | 73 | 73 | 73 |
| 74 | 74 | 74 | 74 |
| 75 | 75 | 75 | 75 |
| 76 | 76 | 76 | 76 |
| 77 | 77 | 77 | 77 |
| 78 | 78 | 78 | 78 |
| 79 | 79 | 79 | 79 |
| 80 | 80 | 80 | 80 |
| 81 | 81 | 81 | 81 |
| 82 | 82 | 82 | 82 |
| 83 | 83 | 83 | 83 |
| 84 | 84 | 84 | 84 |
| 85 | 85 | 85 | 85 |
| 86 | 86 | 86 | 86 |
| 87 | 87 | 87 | 87 |
| 88 | 88 | 88 | 88 |
| 89 | 89 | 89 | 89 |
| 90 | 90 | 90 | 90 |
| 91 | 91 | 91 | 91 |
| 92 | 92 | 92 | 92 |
| 93 | 93 | 93 | 93 |
| 94 | 94 | 94 | 94 |
| 95 | 95 | 95 | 95 |
| 96 | 96 | 96 | 96 |
| 97 | 97 | 97 | 97 |
| 98 | 98 | 98 | 98 |
| 99 | 99 | 99 | 99 |
| 100 | 100 | 100 | 100 |

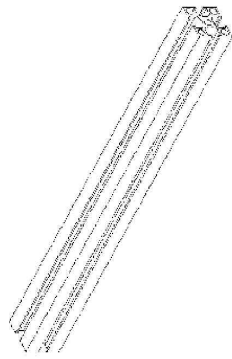
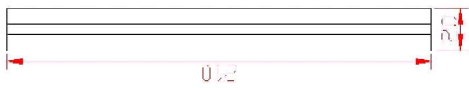
BODY
BOTTOM



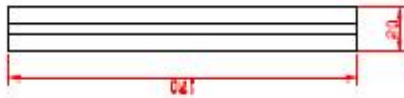
| | | | |
|-------------------|--------------|--------------------|------------|
| JNTT
단 위 | mm | MIDDLE
모 델 | BACK: H F |
| MATERIAL
부 재 명 | 심 리 권 | DESCRIPTION
분 명 | MODEL: 127 |
| SCALE
척 도 | 1 | DWG NO
도 문 번 | 5-2 |
| 표준 종양도 | | PROFILE 127 | |
| DATE
일 기 | 2005. 01. 05 | | |



| | | | |
|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1. 단 위
mm
2. 제작
부
3. 도
4. 명 | 1. 명
2. 명
3. 명
4. 명 | 1. 명
2. 명
3. 명
4. 명 | 1. 명
2. 명
3. 명
4. 명 |
| 1. 명
2. 명
3. 명
4. 명 | | 1. 명
2. 명
3. 명
4. 명 | |
| 1. 명
2. 명
3. 명
4. 명 | | 1. 명
2. 명
3. 명
4. 명 | |

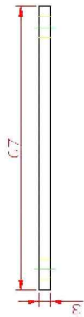


| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------|
| 1. 단 위
2. 제품명
3. 품명
4. 품번
5. 품종 | 1. 단위
2. 품명
3. 품번
4. 품종 | 1. 품명
2. 품번
3. 품종 |
| 1. 품명
2. 품번
3. 품종 | 1. 품명
2. 품번
3. 품종 | 1. 품명
2. 품번
3. 품종 |



| | | | |
|-------------------|-------------------|---------------|-------------|
| UNIT
單位 | NO.
號碼 | MODEL
型號 | BACK HOE |
| PRODUCTION
生產號 | DESCRIPTION
說明 | PROFILE 170 | |
| SCALE
比例 | 1 / 2 | DWG NO.
圖號 | 5-0 |
| DATE
日期 | | | PROFILE 170 |

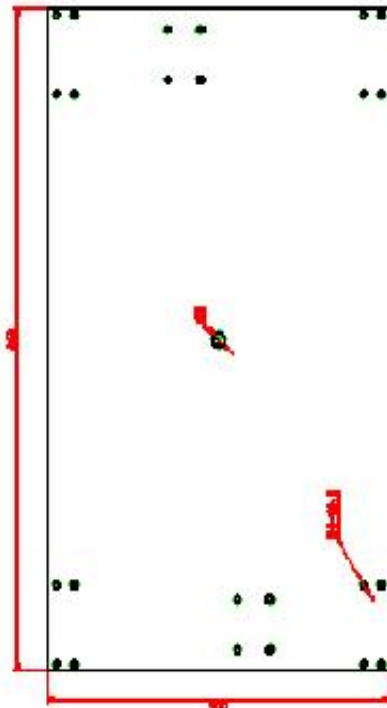
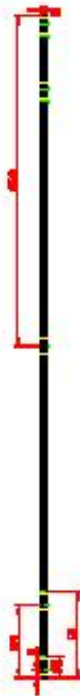
| | | | |
|-------|--------|---------|----|
| 부품 번호 | 부품명 | 재료 | 개수 |
| 7 | CRANK2 | Al-6061 | 2 |



비고
1. 동양기계 KSR 1000 사용
2. 표준치수

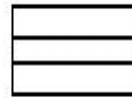
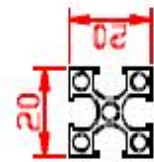
| | | | | |
|----------------|---------------|------|--------|-----|
| CLASS Y NUMBER | CLASS Y TITLE | UNIT | MODEL | REV |
| 01 | 01 | mm | CRANK2 | 7 |
| 02 | 02 | mm | CRANK2 | 7 |
| 03 | 03 | mm | CRANK2 | 7 |
| 04 | 04 | mm | CRANK2 | 7 |
| 05 | 05 | mm | CRANK2 | 7 |
| 06 | 06 | mm | CRANK2 | 7 |
| 07 | 07 | mm | CRANK2 | 7 |
| 08 | 08 | mm | CRANK2 | 7 |
| 09 | 09 | mm | CRANK2 | 7 |
| 10 | 10 | mm | CRANK2 | 7 |
| 11 | 11 | mm | CRANK2 | 7 |
| 12 | 12 | mm | CRANK2 | 7 |
| 13 | 13 | mm | CRANK2 | 7 |
| 14 | 14 | mm | CRANK2 | 7 |
| 15 | 15 | mm | CRANK2 | 7 |
| 16 | 16 | mm | CRANK2 | 7 |
| 17 | 17 | mm | CRANK2 | 7 |
| 18 | 18 | mm | CRANK2 | 7 |
| 19 | 19 | mm | CRANK2 | 7 |
| 20 | 20 | mm | CRANK2 | 7 |
| 21 | 21 | mm | CRANK2 | 7 |
| 22 | 22 | mm | CRANK2 | 7 |
| 23 | 23 | mm | CRANK2 | 7 |
| 24 | 24 | mm | CRANK2 | 7 |
| 25 | 25 | mm | CRANK2 | 7 |
| 26 | 26 | mm | CRANK2 | 7 |
| 27 | 27 | mm | CRANK2 | 7 |
| 28 | 28 | mm | CRANK2 | 7 |
| 29 | 29 | mm | CRANK2 | 7 |
| 30 | 30 | mm | CRANK2 | 7 |
| 31 | 31 | mm | CRANK2 | 7 |
| 32 | 32 | mm | CRANK2 | 7 |
| 33 | 33 | mm | CRANK2 | 7 |
| 34 | 34 | mm | CRANK2 | 7 |
| 35 | 35 | mm | CRANK2 | 7 |
| 36 | 36 | mm | CRANK2 | 7 |
| 37 | 37 | mm | CRANK2 | 7 |
| 38 | 38 | mm | CRANK2 | 7 |
| 39 | 39 | mm | CRANK2 | 7 |
| 40 | 40 | mm | CRANK2 | 7 |
| 41 | 41 | mm | CRANK2 | 7 |
| 42 | 42 | mm | CRANK2 | 7 |
| 43 | 43 | mm | CRANK2 | 7 |
| 44 | 44 | mm | CRANK2 | 7 |
| 45 | 45 | mm | CRANK2 | 7 |
| 46 | 46 | mm | CRANK2 | 7 |
| 47 | 47 | mm | CRANK2 | 7 |
| 48 | 48 | mm | CRANK2 | 7 |
| 49 | 49 | mm | CRANK2 | 7 |
| 50 | 50 | mm | CRANK2 | 7 |
| 51 | 51 | mm | CRANK2 | 7 |
| 52 | 52 | mm | CRANK2 | 7 |
| 53 | 53 | mm | CRANK2 | 7 |
| 54 | 54 | mm | CRANK2 | 7 |
| 55 | 55 | mm | CRANK2 | 7 |
| 56 | 56 | mm | CRANK2 | 7 |
| 57 | 57 | mm | CRANK2 | 7 |
| 58 | 58 | mm | CRANK2 | 7 |
| 59 | 59 | mm | CRANK2 | 7 |
| 60 | 60 | mm | CRANK2 | 7 |
| 61 | 61 | mm | CRANK2 | 7 |
| 62 | 62 | mm | CRANK2 | 7 |
| 63 | 63 | mm | CRANK2 | 7 |
| 64 | 64 | mm | CRANK2 | 7 |
| 65 | 65 | mm | CRANK2 | 7 |
| 66 | 66 | mm | CRANK2 | 7 |
| 67 | 67 | mm | CRANK2 | 7 |
| 68 | 68 | mm | CRANK2 | 7 |
| 69 | 69 | mm | CRANK2 | 7 |
| 70 | 70 | mm | CRANK2 | 7 |
| 71 | 71 | mm | CRANK2 | 7 |
| 72 | 72 | mm | CRANK2 | 7 |
| 73 | 73 | mm | CRANK2 | 7 |
| 74 | 74 | mm | CRANK2 | 7 |
| 75 | 75 | mm | CRANK2 | 7 |
| 76 | 76 | mm | CRANK2 | 7 |
| 77 | 77 | mm | CRANK2 | 7 |
| 78 | 78 | mm | CRANK2 | 7 |
| 79 | 79 | mm | CRANK2 | 7 |
| 80 | 80 | mm | CRANK2 | 7 |
| 81 | 81 | mm | CRANK2 | 7 |
| 82 | 82 | mm | CRANK2 | 7 |
| 83 | 83 | mm | CRANK2 | 7 |
| 84 | 84 | mm | CRANK2 | 7 |
| 85 | 85 | mm | CRANK2 | 7 |
| 86 | 86 | mm | CRANK2 | 7 |
| 87 | 87 | mm | CRANK2 | 7 |
| 88 | 88 | mm | CRANK2 | 7 |
| 89 | 89 | mm | CRANK2 | 7 |
| 90 | 90 | mm | CRANK2 | 7 |
| 91 | 91 | mm | CRANK2 | 7 |
| 92 | 92 | mm | CRANK2 | 7 |
| 93 | 93 | mm | CRANK2 | 7 |
| 94 | 94 | mm | CRANK2 | 7 |
| 95 | 95 | mm | CRANK2 | 7 |
| 96 | 96 | mm | CRANK2 | 7 |
| 97 | 97 | mm | CRANK2 | 7 |
| 98 | 98 | mm | CRANK2 | 7 |
| 99 | 99 | mm | CRANK2 | 7 |
| 100 | 100 | mm | CRANK2 | 7 |

| | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| 중량 (kg) | 중량 (kg) | 중량 (kg) | 중량 (kg) |
| 13-2 | 13-2 | 13-2 | 13-2 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |



중량 : 13.2 kg
중량 : 13.2 kg
중량 : 13.2 kg

| | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| 중량 (kg) | 중량 (kg) | 중량 (kg) | 중량 (kg) |
| 13-2 | 13-2 | 13-2 | 13-2 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |



| | | | |
|------------------|------------|-------------------|-------------|
| UNIT
단위 | mm
밀리미터 | MODEL
모델명 | BACK HOE |
| PROJECTION
표준 | 첫 번째 | DESCRIPTION
설명 | PROFILE 127 |
| SCALE
비율 | 1 | DWG NO.
도면 번호 | 10-0 |
| DATE
날짜 | | PROFILE 30 | |
| 2006-04-08 | | | |

| | | | |
|-------|---------------------|----------------|----|
| 부품 번호 | 부품명 | 재료 | 개수 |
| 13 | cylinder
low c/n | Al-6061
T-5 | 1 |



비고
1. 참조: KS B 100 표준
2. 표면처리: -

| | | | | | |
|---|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| GENERAL SPECIFICATIONS
표준명
표준번호
표준발행연월
표준종류
표준상태 | GENERAL SPECIFICATIONS
표준명
표준번호
표준발행연월
표준종류
표준상태 | ITEM
구분
부품명
소재
위치 | MODEL
모델명
DWG No.
도면 | REVISION
REV
DATE | REVISION
REV
DATE |
| KS B 100
2000-01-01
표준
표준 | KS B 100
2000-01-01
표준
표준 | 1
부품명
소재
위치 | 13
도면 | 1
2000-01-01 | 1
2000-01-01 |
| Cylinder
low c/n | | | | | |

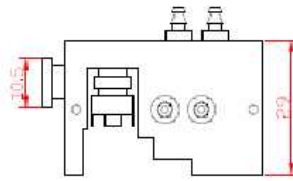
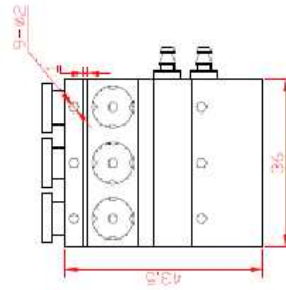
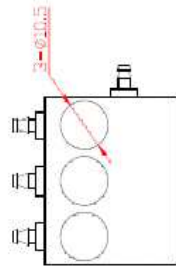
| | | | |
|-------|----------------------|----------------|----|
| 부품 번호 | 부품명 | 재료 | 개수 |
| 16 | Beam
Stick
Pin | AI-6061
T-5 | 1 |



비고
1. 열처리 : KSN 045 W용
2. 표면처리 : -

| | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 입력
번호 | 입력
내용 | 입력
일자 | 입력
인원 | 입력
내용 | 입력
일자 | 입력
인원 |
| 1 | 입력 | | | | | |
| 2 | 입력 | | | | | |
| 3 | 입력 | | | | | |
| 4 | 입력 | | | | | |
| 5 | 입력 | | | | | |
| 6 | 입력 | | | | | |
| 7 | 입력 | | | | | |
| 8 | 입력 | | | | | |
| 9 | 입력 | | | | | |
| 10 | 입력 | | | | | |
| 11 | 입력 | | | | | |
| 12 | 입력 | | | | | |
| 13 | 입력 | | | | | |
| 14 | 입력 | | | | | |
| 15 | 입력 | | | | | |
| 16 | 입력 | | | | | |
| 17 | 입력 | | | | | |
| 18 | 입력 | | | | | |
| 19 | 입력 | | | | | |
| 20 | 입력 | | | | | |
| 21 | 입력 | | | | | |
| 22 | 입력 | | | | | |
| 23 | 입력 | | | | | |
| 24 | 입력 | | | | | |
| 25 | 입력 | | | | | |
| 26 | 입력 | | | | | |
| 27 | 입력 | | | | | |
| 28 | 입력 | | | | | |
| 29 | 입력 | | | | | |
| 30 | 입력 | | | | | |
| 31 | 입력 | | | | | |
| 32 | 입력 | | | | | |
| 33 | 입력 | | | | | |
| 34 | 입력 | | | | | |
| 35 | 입력 | | | | | |
| 36 | 입력 | | | | | |
| 37 | 입력 | | | | | |
| 38 | 입력 | | | | | |
| 39 | 입력 | | | | | |
| 40 | 입력 | | | | | |
| 41 | 입력 | | | | | |
| 42 | 입력 | | | | | |
| 43 | 입력 | | | | | |
| 44 | 입력 | | | | | |
| 45 | 입력 | | | | | |
| 46 | 입력 | | | | | |
| 47 | 입력 | | | | | |
| 48 | 입력 | | | | | |
| 49 | 입력 | | | | | |
| 50 | 입력 | | | | | |
| 51 | 입력 | | | | | |
| 52 | 입력 | | | | | |
| 53 | 입력 | | | | | |
| 54 | 입력 | | | | | |
| 55 | 입력 | | | | | |
| 56 | 입력 | | | | | |
| 57 | 입력 | | | | | |
| 58 | 입력 | | | | | |
| 59 | 입력 | | | | | |
| 60 | 입력 | | | | | |
| 61 | 입력 | | | | | |
| 62 | 입력 | | | | | |
| 63 | 입력 | | | | | |
| 64 | 입력 | | | | | |
| 65 | 입력 | | | | | |
| 66 | 입력 | | | | | |
| 67 | 입력 | | | | | |
| 68 | 입력 | | | | | |
| 69 | 입력 | | | | | |
| 70 | 입력 | | | | | |
| 71 | 입력 | | | | | |
| 72 | 입력 | | | | | |
| 73 | 입력 | | | | | |
| 74 | 입력 | | | | | |
| 75 | 입력 | | | | | |
| 76 | 입력 | | | | | |
| 77 | 입력 | | | | | |
| 78 | 입력 | | | | | |
| 79 | 입력 | | | | | |
| 80 | 입력 | | | | | |
| 81 | 입력 | | | | | |
| 82 | 입력 | | | | | |
| 83 | 입력 | | | | | |
| 84 | 입력 | | | | | |
| 85 | 입력 | | | | | |
| 86 | 입력 | | | | | |
| 87 | 입력 | | | | | |
| 88 | 입력 | | | | | |
| 89 | 입력 | | | | | |
| 90 | 입력 | | | | | |
| 91 | 입력 | | | | | |
| 92 | 입력 | | | | | |
| 93 | 입력 | | | | | |
| 94 | 입력 | | | | | |
| 95 | 입력 | | | | | |
| 96 | 입력 | | | | | |
| 97 | 입력 | | | | | |
| 98 | 입력 | | | | | |
| 99 | 입력 | | | | | |
| 100 | 입력 | | | | | |

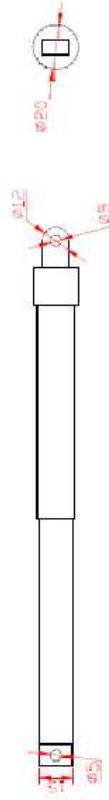
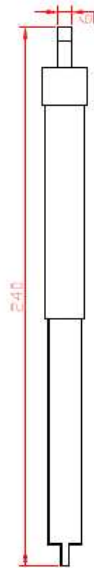
| | | | |
|-------|-------|-----------|----|
| 부품 번호 | 부품명 | 재료 | 갯수 |
| 20 | VALVE | Aluminium | 1 |



비고
 1. 명세서: 20 & 042 부품
 2. 코드명: -

| | | | |
|---------------|----------|------------|-----|
| UNIT | SCALE | DATE | REV |
| mm | 1:1 | 2024-09-19 | 01 |
| GENERAL TITLE | PROJECT | MODEL | |
| VALVE | 20 & 042 | 20 & 042 | |
| DATE | SCALE | DWG No. | |
| 2024-09-19 | 1:1 | 20 | |
| VALVE | | | |

| | | | |
|-------|----------|----------|----|
| 부품 번호 | 부품명 | 재료 | 갯수 |
| 22 | CYLINDER | Aluminum | 4 |




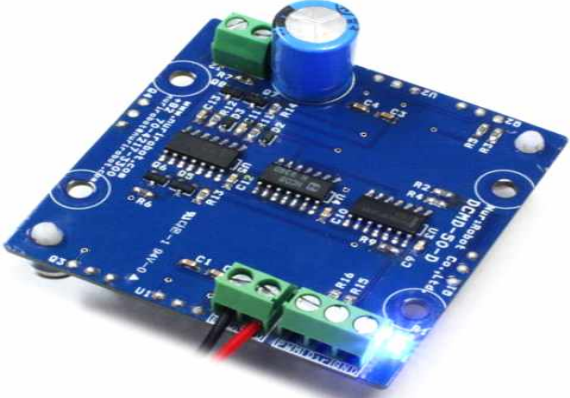
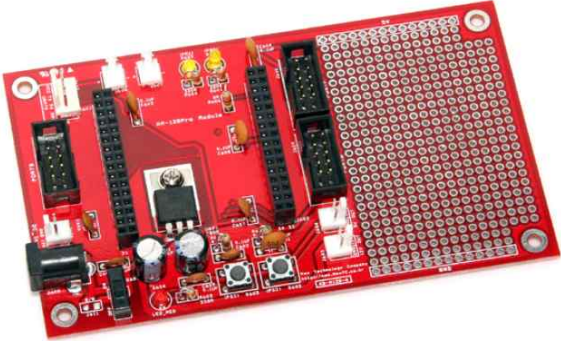
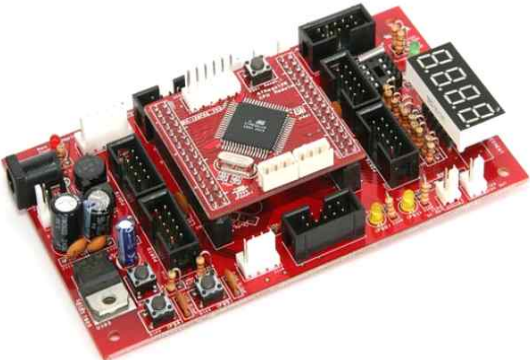
※ 참고
 본 도면은 제품 제작에 사용되는 설계 기준에 따라 작성된 것으로, 모든 치수는 도면에서 명시된
 표기법에 따라 표기되어 있으며, 치수 0.001mm 이하의 치수를 측정하여 만들 수 없습니다.
 ※ 주석
 1. 2D/3D: 2D & 3D 도면
 2. 표기예: 1:1

| | | | | | |
|----------|------------|------|-------|-----------|----------|
| SCALE | DATE | UNIT | MODEL | MODEL NO. | FIG. NO. |
| 1:1 | 2024.08.28 | mm | 상각품 | 22 | 22 |
| CYLINDER | | | | | |

5절 주요 사양서

| 제품명 | 제품사진 | 제원 및 가격 |
|---------------|---|---|
| 커플링 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 제품번호 : DRB-22C - 관성 모멘트 : 1.4×10^{-6} - 최대 회전수 : 8,500 MIN - 상용 Torque : 1 NM - 최대 Torque : 2 NM - 10,500원 |
| 점퍼와이어 |  | <ul style="list-style-type: none"> - Male to Male 타입 - 길이 : 10cm - 3,800원 |
| 아날로그 2축 조이스틱 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 정격 전원 : 0.0125W - 최대 작동 전압 : 50V AC,DC 5V - 작동 주기 : 100000 cycles - 5,500원 |
| 블루투스 직렬 포트 모듈 |  | <ul style="list-style-type: none"> - PCB Dimension : 37.3mm(L) * 15.5mm(W) - 무게 3.5g - 전압 : 3.6V~6V - 정격전류 : 30mA - 8,000원 |

| 제품명 | 제품사진 | 제원 및 가격 |
|-------|---|--|
| 베어링 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 내경 : 10mm - 외경 : 26mm - 폭 : 8mm - 반지름 : 0.5mm - 1,080원 |
| 휠 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 외경 : 125mm - 내경 : 6mm - 폭 : 24mm - 튜브 : 연질 고무(soft rubber) - 휠 재질 : 플라스틱 - 무게 : 251.5g - 최대하중 : 25kg |
| 볼트 나사 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 피치 : 0.5mm - 머리외경 : 6mm - 머리 높이 : 1.75mm - 1,000원 |
| 접지 나사 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 피치 : 0.5mm - 머리외경 : 6mm - 머리 높이 : 1.75mm |

| 제품명 | 제품사진 | 제원 및 가격 |
|-----------------------|---|--|
| USB2UART |  | <ul style="list-style-type: none"> - 전압 : 3.3V~5.5V 전원을 사용 - 최대전류 : 100mA - 6,000원 |
| DC모터드라이버 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 50W급 DC모터 드라이버 - 12~35V DC모터 구동가능 - 보드 당 모터 1개 구동 - 24V 모터 구동시 정격 2A - PWM과 모터 Direction 신호만으로 쉽게 구동 - 38,000원 |
| ATMEGA128 개발 보드 |  | <ul style="list-style-type: none"> - AB-128PRO MCU 모듈을 연결하여 ATmega128로 개발할 수 있는 모듈입니다. - ATmega128의 포트(PORT A,B,F)가 10Pin커넥터로 연결되어 있음. - AM-128PRO에 내장된 시리얼 포트로 디버깅 가능. - 외부전원 12V 입력, 내부동작 5V 단일 전원 사용 - 만능기판을 이용하여 사용자가 회로를 추가할 수 있음 - 42,000원 |
| ATMEGA128 Pro(USBISP) |  | <ul style="list-style-type: none"> - 내부에 롬(ROM)과 램(RAM), AD Converter를 내장 - ISP(In system Programming) 포트를 지원 - 90,000원 |

| 제품명 | 제품사진 | 제원 및 가격 |
|--------------------------------|--|--|
| 유압실린더
(봄-압) |  | <ul style="list-style-type: none"> - 피스톤 직경(∅) : 15mm - 접속 나사 : M4 - 로드 직경(∅) : 6mm - 외경(머리&발) : 17.8mm - 몸통 외경(∅) : 17mm - 최대 수축 길이 : 140.5mm - 최대 신장 길이 : 240.5mm - 압축력 : 138.5N - 인장력 : 113.0N - 150,500원 |
| 유압실린더
(몸체-봄,
압-버킷) |  | <ul style="list-style-type: none"> - 피스톤 직경(∅) : 14mm - 접속 나사 : M4 - 로드 직경(∅) : 6mm - 외경(머리&발) : 17.8mm - 몸통 외경(∅) : 17mm - 최대 수축 길이 : 140.5mm - 최대 신장 길이 : 240.5mm - 압축력 : 138.5N - 인장력 : 113.0N - 205,000원 |
| 유압펌프
(전동모터,
오일탱크
일체형) |  | <ul style="list-style-type: none"> - Motor : 12V 전류 - 소비 전류 : 유량의 최대에 따라 3A - 유량 : 200~450ml/min - 압축력 : 최소 10bar에서 최대 16bar (조절가능) - 크기 : 35 x 45.1 x 39.8 mm - 476,000원 |
| 제어밸브 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 크기 : 43 x 29.5 x 36 mm - 3 fach - 압력 : 12bar - 385,600원 |

| 제품명 | 제품사진 | 제원 및 가격 |
|----------|--|---|
| 미니서보모터 |  <p style="text-align: center;">Micro</p> <p style="text-align: center;">9g</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 작동속도 : 0.12s - 크기 : 27 x 11.5 mm - 온도범위 : -30 ~ +60 - 데드밴드 폭 : 7us - 원영전압 : 3V~7.2V - 4,000원 |
| 유압호스 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 외경 : 4mm - 내경 : 2.5mm - 7,500원 |
| 유압오일 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 용량 : 500ml - 87,000원 |
| 유압호스 연결링 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 내경 : 4mm - 15,900원 |

| 제품명 | 제품사진 | 제원 및 가격 |
|--------|--|--|
| 회전기어 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 외경 : 90mm - 내경 : 70mm - 220,000원 |
| 회전커넥터 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 50,000원 |
| DC 모터 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 정격 토크 : 700gf-cm - 정격 회전수 : 5,700RPM - 정격 전류 : 5,500mA - 무부하 회전수 : 7,000RPM - 무부하 전류 : 900mA - 정격 출력 : 41.3W - 84,000원 |
| Y형 커넥터 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 외경 : 4mm - 내경 : 2.5mm - 14,400원 |

| 제품명 | 제품사진 | 제원 및 가격 |
|-------------|--|--|
| 유압오일 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 용량 : 250ml - 61,000원 |
| Leimbach 니뿔 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 외경 : 4mm - 내경 : 2.5 - 14,200원 |
| Robbe 니뿔 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 외경 : 5mm - 내경 : 2.5mm - 14,200원 |
| 파워 서플라이 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 전력 : 35W - 전류 : 3A - 전압 : 12V - 10,500원 |

제4장 제작

제1절 공정도

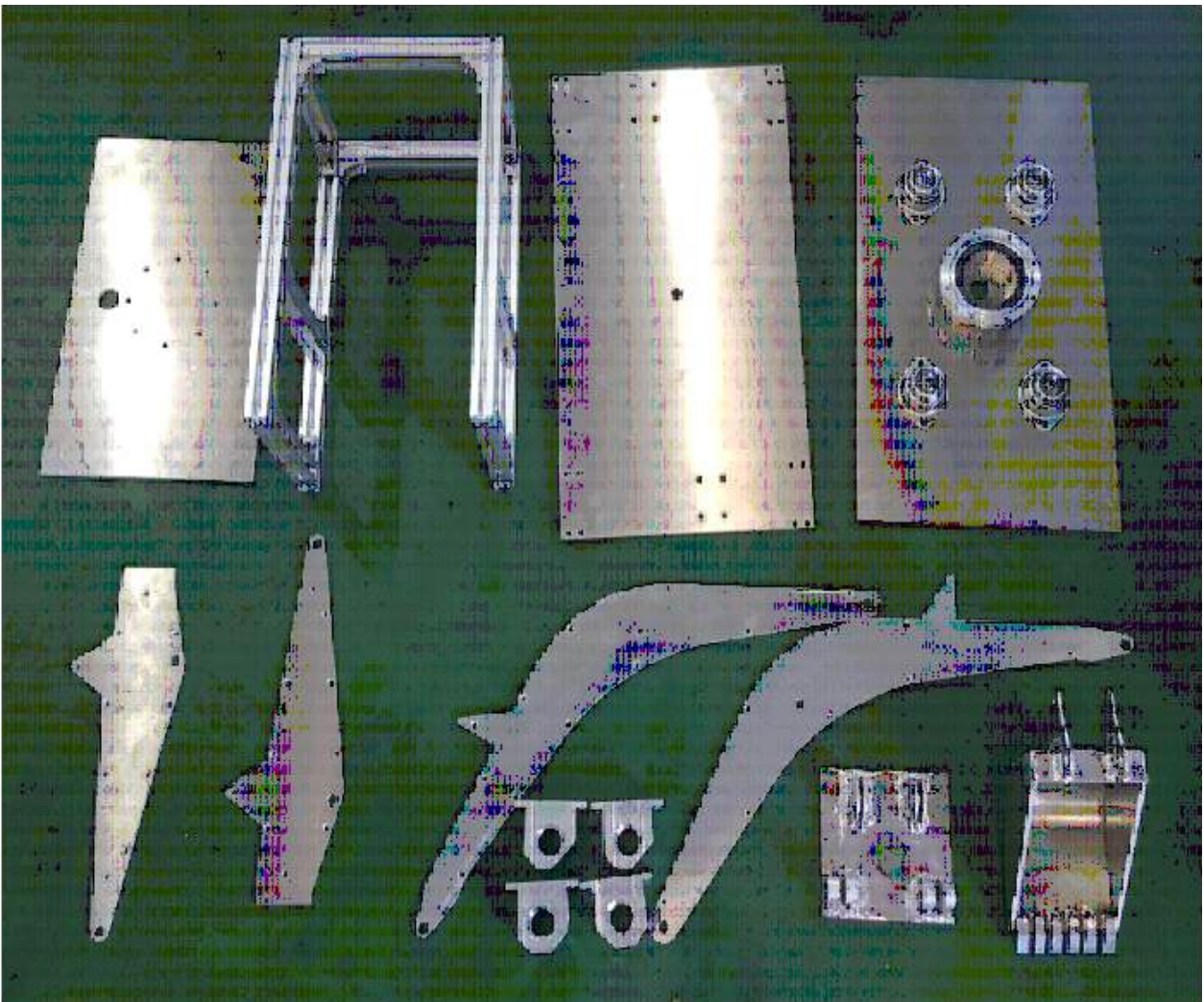
| 제작 공정도 | 제작 공정 내용 |
|--------------|--|
| 설계도면 및 해석 | - 가공을 맡기기 위한 설계도면 정리 (요목표, 치수, 공차기입 등) 와 선형정적 해석, 역학해석을 하여 구조적인 문제점을 파악한다. |
| 부품 구입 | - 유압부품 및 기타 부속품을 선정하고 구매한다. 유압부품의 경우, 제조 회사에 따라 성능차이가 다르므로 같은 회사 제품으로 선택한다. |
| 상부, 하부 바디 가공 | - 상부 바디부분, 하부 바디부분을 가공한다. |
| 축 요소 가공 및 조립 | - 축의 요소 (회전축, 베어링, 기어, 커플링 등)를 성계하여 가공하고 체결한다. |
| 1차 조립 | - 회전축의 모터 및 기어와 하부바디 부분의 모터, 커플링, 베어링, 브라켓 등을 조립하며, 작업 장치를 제외한 기구설계는 완료한다. |
| 문제점 분석 및 보완 | - 불안정한 축의 체결상태와 회전기어와 회전모터의 맞물림을 점검하고 무게 중심을 고려하여 문제점을 보완한다. |
| 유압부품 조립 및 시험 | - 유압부품을 기구에 연결하기 전 구동시험을 한다. 실린더와 제어밸브의 중립을 설정한다. 유압펌프, 유압유 흐름, 실린더 작동에 이상 유무를 파악한다. |
| 작업장치 가공 및 조립 | - 작업장치 (뿔, 암, 버킷)의 가공 및 관절부를 연결 후 유압부품과 체결하여 구동에 이상이 없는지 확인한다. |
| 하드웨어 조립 | - RC회로 (DC모터와 서보모터) 및 리모트 컨트롤러 구성 및 조립한다. |
| 최종 조립 | - 기구부와 회로부의 최종 조립을 확인하고 각 부품들을 배치하여 세부적으로 점검한다. |
| 시험 테스트 및 보완 | - 완성된 제품을 직접 구동하여 성능평가를 한다. 부족한 부분은 찾아 보완한다. |
| 제품완성 및 출품 | - 제품을 완성하고 시연회를 실시, 청중들에게 발표 |

제2절 가공방법

1. 가공법


1-1 워터젯 가공 : 물을 초고압(3000~4000기압)으로 가공하여 그 분류(噴流)가 갖는 에너지를 이용하여 절단가공을 하는 방법(아퀴제트법)과 초고압(3000~4000기압)으로 가압한 물에 고체 연마재(규사)를 첨가하여 분류의 에너지와 고체입자의 절삭성을 이용하여 절단하는 방법(어브레시브 제트법)이 있다. 전자는 연질의 재료, 후자는 경질재 특히 철근 콘크리트, FRP, FRM등 복합 재료의 절단에 적당하다. 이 가공법은 재료의 에로존 손상을 역용한 것이다. 이 가공법에는 가열이나 분진의 발생이 없고 임의점에서의 절단할 수 있고, 가공 후의 변형이 없는 등의 특징이 있다.


작업장치 (붐, 암, 버킷, 바디 등) 가공 및 연결구멍 뚫기에 활용을 할 것이다.




※ 사진과 같이 Alloy 6061 소재로 가공하여 외관적인 부분에 신경을 썼으며, 밀링으로 하기 어려운 절단면과 곡선처리 할 부분은 워터젯의 정밀한 가공법으로 깔끔하고 신속하게 작업하였다. 또한 나사구멍과 같이 미세한 부분 또한 워터젯 가공으로 처리하였다.

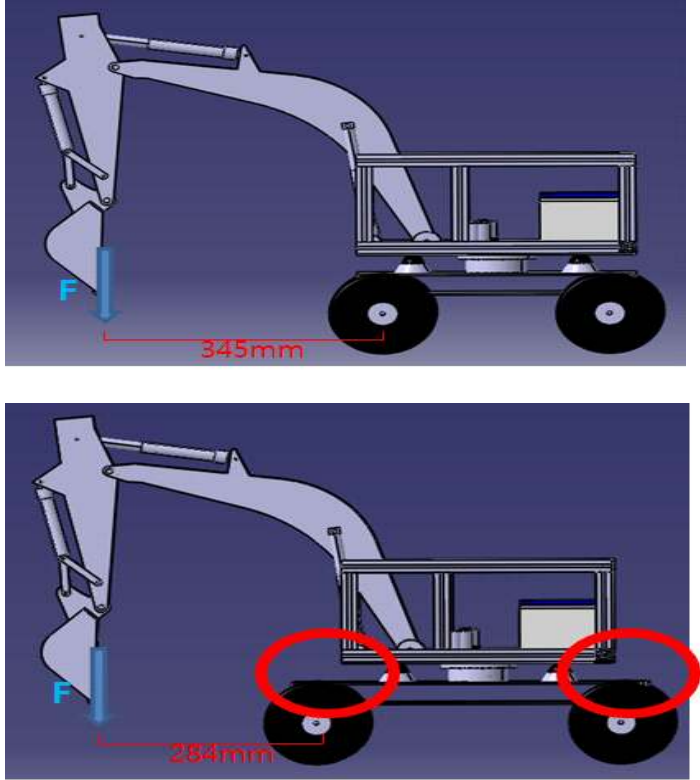
2. 기구 제작

| 제작 품목 | 버킷 | |
|------------------------------|---|--|
| <p>제작 과정
및
관련 내용</p> |  | <p>▶ 기존 버킷과 새로운 버킷의 비교 사진.</p> |
| | <p>기존의 백 호우의 버킷은 굴삭을 하기에 외관상으로는 문제가 없었으나 기존 굴삭기의 실린더 힘과 맞지 않는 크기와 무게로 인하여 재설계를 하게 되었다.</p> <p>실제 백 호우 버킷의 형태를 바탕으로 설계를 하였고 이를 위해 곡면 가공을 하고 굴삭능력 향상을 위해 기존의 모양만 흉내 낸 백 호우 티스 형태로 설계한 뒤 용접을 하여 굴삭 시 문제가 없도록 하였다. 크기 또한 위의 사진에서 보듯이 백 호우의 크기에 비례하여 어울리게 설계한 것을 알 수 있다.</p> | <p>▶ 사용된 기술</p> <p>버킷을 아크용접(TIG) 하여 굴삭 시 버킷에 무리를 가하여도 변형 및 파손이 일어나지 않도록 하였다.</p> <p>▶ 변경된 부분</p> <p>기존의 버킷 크기 230x120x150[mm]에서 125x95x100[mm]의 크기로 수정하였다.</p> |
| <p>도면</p> | <p>관련 도면 자료 첨부.</p> | |

| 제작 품목 | 암 | |
|----------------------|---|---|
| <p>제작 과정 및 관련 내용</p> |  | <p>▶ 기존 암과 새로운 암의 비교 사진.</p> |
| | <p>기존의 백 호우의 실린더의 힘이 암과 버킷의 무게를 버티면서 굴삭을 하기엔 문제가 생겨 재설계를 하게 되었다.</p> <p>축소형이 기존의 목표이기 때문에 실린더를 새로 발주를 하였으나 납기일에 문제가 생겨 제작년 팀인 Family의 실린더를 사용하였다. 그로 인해 Family의 실린더를 사용하였다. 그로 인해 Family팀의 실린더 크기에 맞게 암의 크기를 변경 하는 방향을 잡았다.</p> | <p>▶ 변경된 부분</p> <p>기존의 상부암 크기 516x291[mm]에서 446x322[mm] 크기로 수정</p> <p>기존의 하부암 크기 312x89 [mm]에서 312x112[mm] 크기로 수정</p> |
| <p>도면</p> | <p>관련 도면 자료 첨부.</p> | |

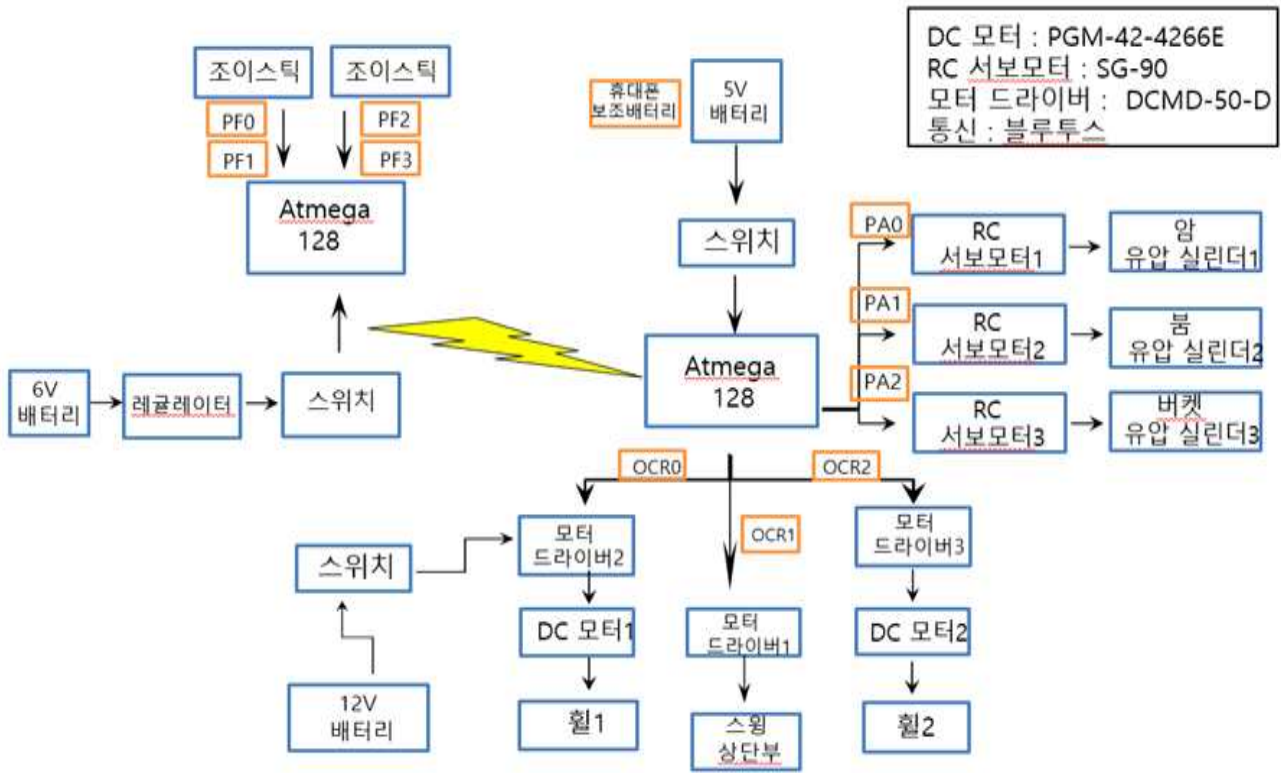
| | | |
|---------------|--|--|
| 제작 품목 | 백 호우 바디 | |
| 제작 과정 및 관련 내용 |  | <p>▶ 기존 백 호우 바디와 새로운 바디의 비교 사진.</p> |
| | <p>축소형 백 호우를 제작하기 때문에 기존의 백 호우의 크기에서 굴삭을 할 수 있는 기능에서 최소한의 크기를 만들었으며, 기존의 백 호우에서의 회전기어의 위치가 잘못되어 회전이 원활하지 않아 회전기어의 설치방법을 제대로 파악한 후, 회전기어의 본래의 기능을 원활히 사용할 수 있도록 재 설치 하였다.</p> | <p>▶ 변경된 부분</p> <p>기존의 차체의 크기 600x400x450 [mm]에서 350x230x170 [mm]의 크기로 수정하였다.</p> <p>회전기어의 위치를 하부에 올바른 방향으로 설치 한 뒤 본래의 성능을 발휘하도록 위치를 수정 하였다.</p> |
| 도면 | 관련 도면 자료 첨부. | |

| 제작 품목 | 구동축 | |
|---------------------|---|---|
| 제작 과정
및
관련 내용 |  | <p>▶ 기존 백 호우 구동축과 새로운 구동축의 비교 사진</p> <p>(위의 사진이 슈퍼노바 아래의 사진이 S1)</p> |
| | <p>주행부분을 설계하는 과정에서 모터 축과 휠의 내경의 크기가 서로 맞지 않아 모터에서 발생하는 동력을 휠에 올바르게 전달하기 위하여 커플링을 체결한후 Shaft를 새롭게 설계하여 동력을 일직선상으로 전달하며 축에 부하되는 진동 및 충격을 흡수하고 축의 유지 및 보수를 편리하게 하였다.</p> | <p>▶ 변경된 부분</p> <p>기존의 구동축은 모터에서 휠로 바로 체결하는 부분에서 모터축의 크기와 휠의 내경이 맞지 않아 새롭게 커플링을 모터와 휠 사이에 체결하여 구동을 하였다.</p> |
| 도면 | 관련 도면 자료 첨부. | |

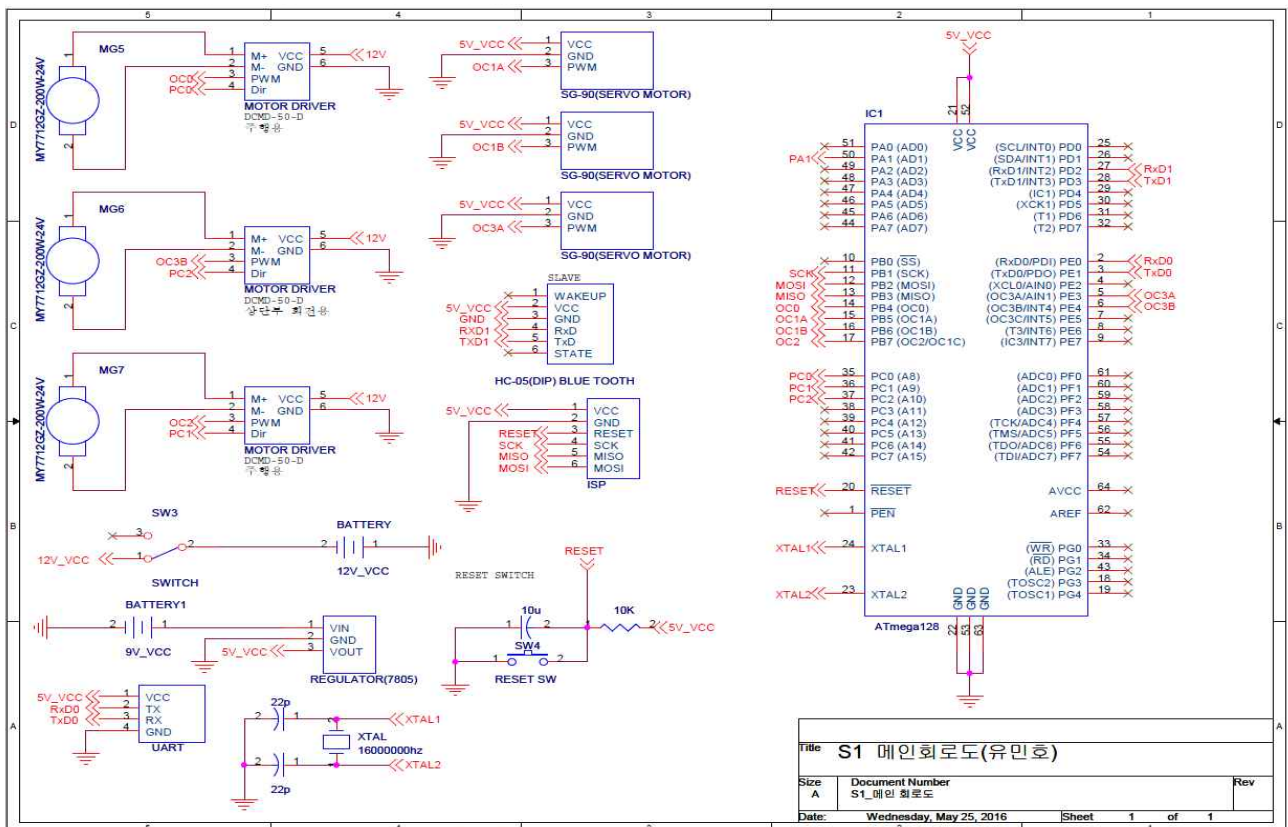
| 제작 품목 | 하부 차체의 길이 | |
|---------------------|---|--|
| 제작 과정
및
관련 내용 |  | <p>▶ 하부의 길이를 상체의 바디크기와 동일 시 하였을 때와 다르게 하였을 때의 모멘트 값을 따져 하부 차체의 길이 선정</p> |
| | <p>기존의 백 호우는 버킷 하중이 너무 커 굴삭시 관성 모멘트로 인해 차체가 들리는 현상이 발생 할 수 있는 위험으로 암과 버킷이 무거워도 이러한 현상이 나타나지 않게 하기 위하여 모멘트를 고려한 후, 하부의 길이를 기존과는 다르게 변경하는 것을 중점으로 하였다.</p> <p>※모멘트 $M = F \cdot r$ 공식 이용</p> | <p>▶ 변경된 부분</p> <p>기존의 하부 차체의 길이는 상부 차체의 길이와 동일 시 하였지만 모멘트 값을 고려하여 하부 차체의 길이를 상부 차체의 길이와 다르게 변경 하였다.</p> |
| 도면 | 관련 도면 자료 첨부. | |

3. 제어부 제작

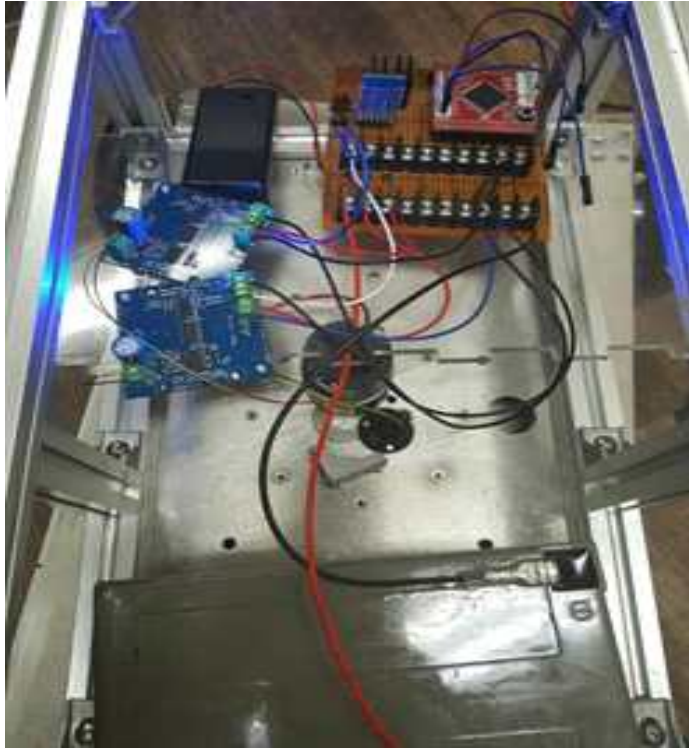
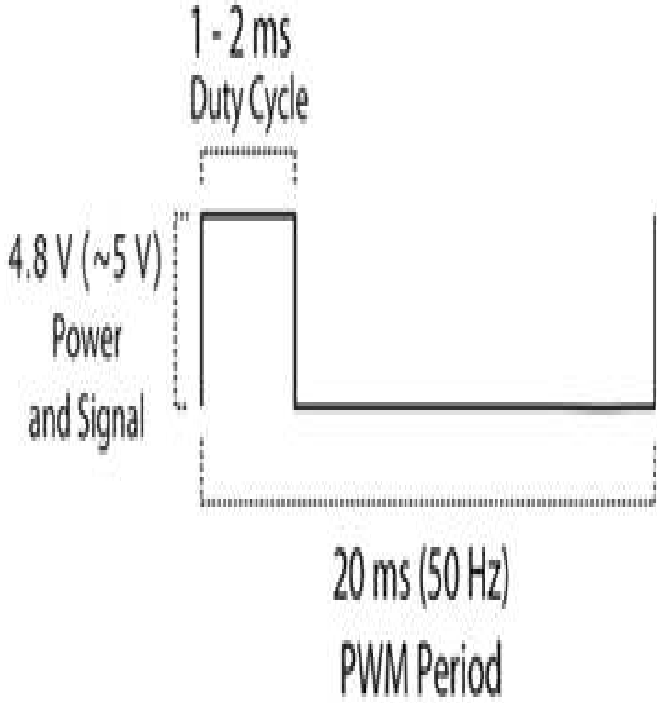
3-1 블록도


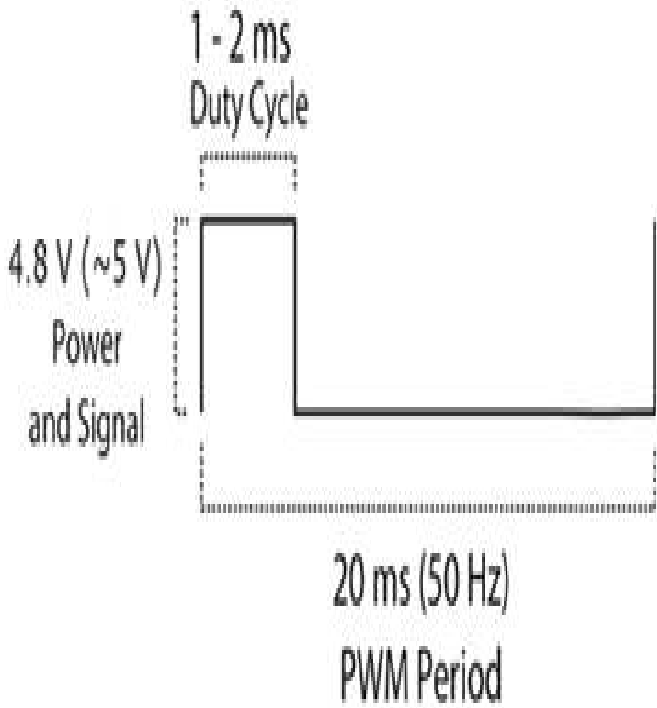


3-2 메인 컨트롤러 회로도



3-4 제작 과정

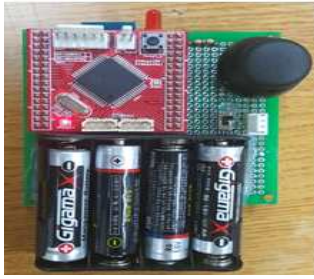
| | | |
|------------------------------|--|--|
| <p>제작 품목</p> | <p>DC 모터</p> | |
| <p>제작 과정
및
관련 내용</p> |  | <p>▶ 작품에서의 용도
: 주행용과 상단부의 회전을 하는 역할</p> |
| <p>제작 과정
및
관련 내용</p> |  | <p>▶ 제어 방식
: PWM신호에서 출력을 1로 갖는 펄스 폭의 비율에 의 속도가 제어되는 방식</p> |
| <p>도면</p> | <p>관련 도면 자료 첨부.</p> | |

| | | |
|---------------|--|--|
| 제작 품목 | RC 서보모터 | |
| |  | <p>▶ 작품에서의 용도
: 관절의 힘을 전달하는 유압 실린더의 유량밸브를 조절해주는 역할</p> |
| 제작 과정 및 관련 내용 |  | <p>주기가 20ms의 PWM (Pulse Width Modulation) 에서 출력이 1로 갖는 펄스 폭에 의해 의해 0°~180 °의 회전각도가 결정된다.</p> |
| 도면 | 관련 도면 자료 첨부. | |

제작 품목

리모트 컨트롤러

< 주행 >



< 굴삭 >



< 주행&굴삭 >



▶ 작품에서의 용도
: 하나의 조이스틱을 이용하여 굴삭 및 주행을 제어하는 방식으로 하였으나 세밀하게 표현하지 못하여 두 개의 조이스틱을 이용하여 제어 하였다

제작 과정
및
관련 내용

| | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 150,255 | 185,255 | 180,255 | 255,255 | 255,240 | 255,180 | 255,165 | 255,150 |
| 105,255 | 110,200 | 120,170 | 150,170 | 170,160 | 200,120 | 230,110 | 255,105 |
| 60,255 | 50,230 | 40,80 | 80,80 | 110,50 | 140,50 | 230,50 | 255,50 |
| -255,255 | 0,230 | 0,80 | 0,80 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,255 |
| -255,255 | 0,255 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 255,-255 |
| -130,255 | -140,230 | -180,-200 | -170,-140 | -170,-140 | -200,-140 | -230,-80 | -255,-120 |
| -135,-255 | -150,-170 | -185,-170 | -200,-170 | -200,-180 | -220,-230 | -230,-110 | -255,-130 |
| -150,-255 | -165,-255 | -255,-255 | -255,-255 | -255,-255 | -280,-185 | -230,165 | -255,-180 |

▶ 제어 방법
- 조이스틱(가변저항)을 ADC(Analog Digital Convert)를 이용해 0~7의 값으로 모터를 제어합니다.
- 두 개의 조이스틱(2개의 가변저항)으로 2개의 모터를 제어하기 위해 배열 함수를 이용

도면

관련 도면 자료 첨부.

제작 품목

조이스틱 제어방법



- ▶ 작품에서의 용도
 - : 좌측의 레버로 붐의 상승과 하강, 그리고 상부 바디의 회전을 제어한다.
 - : 조이스틱의 가운데 버튼을 누르면 주행 제어모드로 변환

제작 과정 및 관련 내용



- ▶ 작품에서의 용도
 - : 암의 상승 및 하강과 버킷의 펼침과 접기를 제어 한다.

도면

관련 도면 자료 첨부.

제5장 시험 및 평가

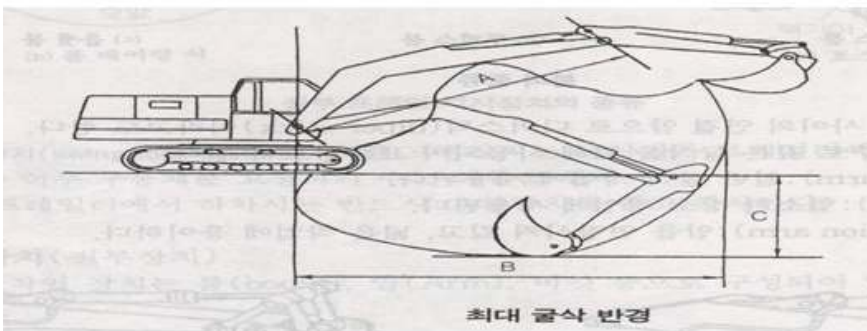
제1절 시험 요구조건

| 항목 | 목표치 | 측정 방법 | 측정 횟수 | 결과 값 |
|-------|----------|----------------------|-------|----------|
| 굴삭량 | 0.44 [L] | 1.5L 의 <u>패트병</u> 활용 | 10 | 1.14 [L] |
| 굴삭 반경 | 650 [mm] | 줄 자 | 10 | 620 [mm] |
| 굴삭 깊이 | 350 [mm] | 줄 자 | 10 | 245 [mm] |
| 경사 각도 | 15 [°] | 삼각법을 기준으로 계산 | 3 | 23 [°] |
| 주행 속도 | 1 [m/s] | <u>스탑 위치</u> | 5 | 1 [m/s] |
| 무게 | 40 [kg] | 저울 | 5 | 18 [kg] |

제2절 시험결과

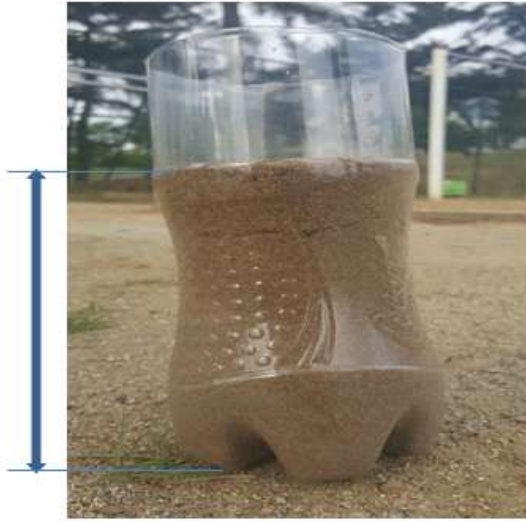
1. 굴삭반경

- ▶ 붐(boom) 길이 : 푸트 핀 중심에서 암 고정핀의 중심 또는 붐 포인트 중심까지의 거리(A)로 한다.
- ▶ 최대 굴삭 반지름 : 선회할 때 그리는 원의 중심에서 버킷투스의 최대 거리(B)로 한다.
- ▶ 최대 굴삭 깊이 : 버킷 투스의 선단을 최저위치로 내린 경우 지표면에서 버킷 투스의 선단까지의 길이 (C)로 한다.



A : 37cm
 B : 62cm
 C : 24.5cm

2. 굴삭량



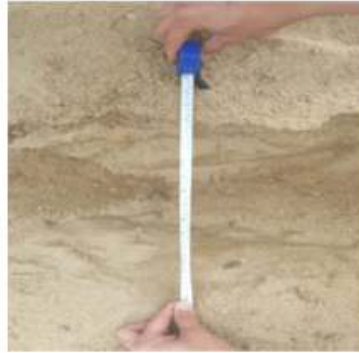
굴삭 한 흙을 패트병에 담아 굴삭량을 측정하였다.

측정 10회의 평균 굴삭량
: 1.14L

3. 굴삭 깊이



- 굴삭 깊이



- 굴삭 폭



- 굴삭 반경

제6장 결론

제1절 문제점 분석 및 처리결과

1. 문제점

- 주행부분에선 설계 시 회전중심을 역학적 설계를 토대로 하지 않고, 단지 모터의 토크 값만 측정하여 구동부분을 설계하였다 그리하여 현재 원하는 방향대로 좌회전, 우회전 및 제자리 회전이 되지 않는다.
- 주행부의 바퀴 축의 재질을 알루미늄으로 하여 구동을 지속적으로 하였을 시 마모로 인하여 바퀴가 고정되지 않을 위험이 있다.
- RC 서보모터를 동시에 작동시키는데 전압강하가 일어나 전류가 부족하여 서보모터가 작동이 되지 않는 문제점이 발생하였다.

2. 해결방안

- 회전 중심을 고려하여 구동모터를 한 방향으로 배치하여 마찰력을 일정하게 만들고 접지력을 높이기 위해 바퀴 면적이 보다 넓은 것을 선정한다.
- 바퀴 축의 재질을 알루미늄보다 보다 강한 재질을 사용한다.
- RC 서보모터를 동시에 작동시키지 않고 순차적으로 작동시켜, 일반적인 9V 건전지를 제거하고 휴대폰 보조 배터리를 사용하였다.

제2절 총평

WATER E.N.G의 백 호우는 실린더의 힘보다 버킷과 암의 무게가 커 실린더가 원활히 작동되지 않는 문제점이 발생 하였다. 이 문제점을 보완하기 위해 실린더의 힘을 고려하여 버킷과 암 크기, 굴삭 된 흙의 무게를 계산하여 실린더가 원활히 작동되게 하였다. 그로인해 굴삭 기능으로 성능평가 기준을 카티아 모델링으로 선정하였으나 시운전 한 결과 굴삭량은 목표치 보다 더 많이 나왔으나 굴삭 반경 및 깊이는 땅을 깊게 팔수록 실린더에 더 많은 부하를 받게 되어 목표치 보다 낮았다. 주행속도는 컨트롤러를 사용하여 일정거리를 주행할 때의 시간을 스톱워치로 측정하여 제품의 속도를 측정하였다. 측정할 때 마다 나오는 시간의 간격은 달랐지만 어느 정도는 원하는 속도를 내는 것을 확인하였고, 소형화 부분으로는 WATER E.N.G의 굴삭기와 크기를 비교 하였을 때 크기가 많이 줄었는 모습이 보이며 무게도 약 3배 이상 차이가 나는 것을 확인하였다. 이 프로젝트를 통해 제일 중요한 실무능력을 간접적으로나마 체험할 수 있었고, 팀워크의 중요성을 알게 되었다. 그리고 학부과정에서 배운 지식뿐만 아니라 쉽게 접하지 못하는 유압 기능을 조금이나마 접하게 되어 또 다른 지식을 습득하게 되었다.

[참고문헌]

- 문헌자료

[1] 권순기, 박형진, 서민석, 김형근, 1995, “굴삭기 작업장치의 해석시스템 개발”, 대학기계학회논문집(A) 제20권 제5호, pp. 1401~1410, 1996

[2] MIDAS IT의 접촉해석의 이해.

[3] 김동주, 최고봉, 2011, CATIA를 이용한 굴삭기 만들기, 서울 : 청담북스

[4] 김선형, 1999, OR CAD, 서울 : 북스힐

[5] 유공압공학 7판 강철구 외 3명 역 사이텍미디어 2009.02

[6] 알기쉬운 기구학 정남용 저 학진북스 2013.01

[7] [네이버 지식백과] 워터젯 가공 [water jet cutting] (금속용어사전, 1998. 1. 1., 성안당)
- 인터넷자료

[1] <http://rcgood.kr>

[2] www.devicemart.co.kr

[부록1]

규격 설명서

| | | | |
|------|---|------------------------|-----|
| 품의번호 | 1 | 수 량 | 8 |
| 품 명 | 국 문 | 점퍼와이어 외 7건 | 기준내 |
| | 영 문 | <i>Jumper wire etc</i> | 기준외 |
| 특 징 | 1) 구매목적
- 건설기계트랙 종합설계 시제품 제작용
- 제어부품으로 컴퓨터와 통신이 가능하도록 함
2) 용도(특징)
- 제어부품 으로 핀과 핀을 연결시켜주는 부품
- 소형 백호우 제작에 사용되는 제어부품 | | |
| 사 양 | 1) 점퍼와이어(EIC-M/M-100)
- 길이 : 10cm
2) 점퍼와이어(EIC F/F-100)
- 길이 : 10cm
3) 아날로그 2축 조이스틱 (Thumb Joystick)
- 정격 전원 : 0.0125W
- 최대 작동 전압 : 50V AC, DC 5V
- 작동 주기 : 100000 cycles
4) USB2UART통신 MAI-UART2USB-A)
- 전압 : 3.3V~5.5V 전원을 사용
- 최대전류 : 100mA
5) DC모터드라이버 (DCMD-50-D)
- 50W급 DC모터 드라이버
- 12~35V DC모터 구동가능
- 보드 당 모터 1개 구동
- 24V 모터 구동시 정격 2A(최대 20A)
- PWM과 모터 Direction 신호만으로 쉽게 구동 | | |
| 약세사리 | | | |

규격 설명서

| | | | | |
|------|---|------------------------|-----|---|
| 품의번호 | 2 | | 수 량 | 8 |
| 품 명 | 국 문 | 점퍼와이어 외 7건 | 기준내 | |
| | 영 문 | <i>Jumper wire etc</i> | 기준외 | |
| 특 징 | 1) 구매목적
- 위와 동일
2) 용도(특징)
- 위와 동일 | | | |
| 사 양 | 6) AVR ATMEGA128 개발 보드
- AB-128PRO MCU 모듈을 연결하여 ATmega128로 개발할 수 있는 모듈입니다.
- ATmega128의 포트(PORT A,B,F)가 10Pin커넥터로 연결되어 있음.
- AM-128PRO에 내장된 시리얼 포트로 디버깅 가능.
- 외부전원 12V 입력, 내부동작 5V 단일 전원 사용
- 만능기판을 이용하여 사용자가 회로를 추가할 수 있음
(전원AVR 신호선을 연결하기 편리하도록 뒷면에 표기)

7) ATmega128 Pro (+USBISP)
- 내부에 롬(ROM)과 램(RAM), AD Converter를 내장
- ISP(In SystemProgramming) 포트를 지원

8) [SMPS]HS-35W-12V
- AB-128PRO MCU 모듈을 연결하여 ATmega128로 개발할 수 있는 모듈입니다.
- ATmega128의 포트(PORT A,B,F)가 10Pin커넥터로 연결되어 있음.
- AM-128PRO에 내장된 시리얼 포트로 디버깅 가능.
- 외부전원 12V 입력, 내부동작 5V 단일 전원 사용
- 만능기판을 이용하여 사용자가 회로를 추가할 수 있음
(전원AVR 신호선을 연결하기 편리하도록 뒷면에 표기) | | | |
| 약세사리 | | | | |

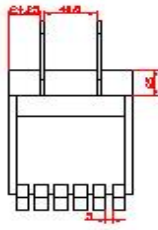
[부록1]

규격 설명서

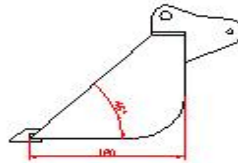
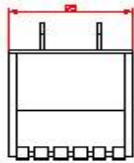
| 품의번호 | 1 | 수 량 | 3 |
|------|--|---------------------------|-----|
| 품 명 | 국 문 | RC서보모터 외 2건 | 기준내 |
| | 영 문 | <i>RC Servo Moter etc</i> | 기준외 |
| 특 징 | 1) 구매목적
- 건설기계트랙 종합설계 시제품 제작용
- 유압장치를 구동하기 위한 부품
2) 용도(특징)
- 소형 백호우 제작에 유압실린더와 제어밸브를 제어하는 부품 | | |
| 사 양 | 1) 9g 마이크로 서보
- No load speed : 0.12 seconds / 60degrees (4.8V)
- Stall Torque : 1.6kg / cm (4.8V)
- Operating temperature : -30 ~ +60 degrees Celsius
- Dead Set : 7 microseconds
- Operating voltage : 4.8V ~ 6V
- Working rurrent : less than 500mA
- Cable length : 180mm
- Size : 22mm x 12.5mm x 29.5mm
- Weight : 9 grams
2) Leimbach Schlauch 4/2.5mm
- 외경 : 4.5mm
- 내경 : 2.5mm
3) Leimabach 라임바크 유압오일
- 용량 : 500ml
4) Aceite hidtaulico 유압오일
- 용량 : 250ml
5) 라임바크/로베사 유압호스 커버링
- 내경 : 4mm | | |
| 약세사리 | | | |

규격 설명서

| | | | |
|------|---|------------------|-----|
| 품의번호 | 1 | 수 량 | 6 |
| 품 명 | 국 문 | 휠 외 5건 | 기준내 |
| | 영 문 | <i>Wheel etc</i> | 기준외 |
| 특 징 | 1) 구매목적
- 건설기계트랙 종합설계 시제품 제작용
- 주행 축 회전을 위해 부품 구매
2) 용도(특징)
- 소형 백호우 제작에 사용되는 주행부품 | | |
| 사 양 | 1) 고성능 로봇바퀴
- 외경 : 125mm
- 내경 : 6mm
- 폭 : 24mm
- 튜브 : 연질 고무(soft rubber)
- 휠 재질 : 플라스틱
- 무게 : 251.5g
- 최대하중 : 25kg
2) 베어링
- 내경 : 10mm
- 외경 : 26mm
- 폭 : 8mm
- 반지름 : 0.5mm
3) 커플링
- 관성 모멘트 : 1.4×10^{-6}
- 최대 회전수 : 8,500 MIN
- 상용 Torque : 1 NM
- 최대 Torque : 2 NM
6) 유성기어 엔코더모터 (PGM42-4266E)
- 정격 토크 : 700gf-cm
- 정격 회전수 : 5,700rpm
- 정격 전류 : 5,500mA
- 무부하 회전수 : 7,000rpm
- 무부하 전류 : 900mA
- 정격출력 : 41.3W | | |
| 약세사리 | | | |



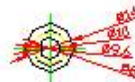
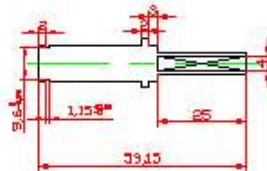
| | | |
|-----|---------|---|
| 1-1 | BUCKET | 2 |
| | AI-6061 | 1 |
| | | 2 |
| 1-2 | | 1 |
| | | 2 |



| | | |
|-----------------|----|---|
| UNIT | MM | 1 |
| SCALE | 1 | 1 |
| DATE | | |
| BUCKET ASSEMBLY | | |

-버킷(가공 후 용접)/arm bracket(가공 후 용접) 주행부 Shaft축/motor bracket

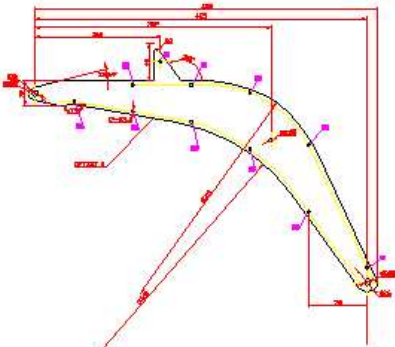
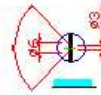
| 부품 번호 | 부품명 | 재료 | 갯수 |
|-------|--------|---------|----|
| 9 | Shaft1 | Al-6061 | 2 |



| | | |
|--------|----|---|
| UNIT | MM | 1 |
| SCALE | 1 | 1 |
| DATE | | |
| SHAFT1 | | |

필요 시 별지 사용가능

| 부품 번호 | 부품명 | 재료 | 갯수 |
|-------|------|---------|----|
| 3 | Boom | AI-6061 | 2 |

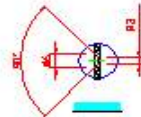
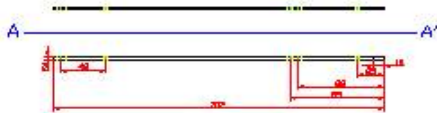


두개의 불판을 고정시키기
 위한 HOLE의 위치관련 센터선
 외곽선에서 OFFSET 5mm,
 6번 홀에서 OFFSET 75mm로
 하였을 때, 두 선이 만나는 지점에
 3.4mm HOLE를 형성(보통은 홀은
 3.4mm) (도면도 및 측면도의 경우에는 ①-② counterboring 처리
 도면의 불확실성을 막기 위해서 표기 X)

*주 기
 1. 도면 중심 : 30.0 DALS 보충
 2. 측정기준 : -

| CLASS OF FINISH | GENERAL TOL (MAGNIFIED) | UNIT | mm | MODEL | BACK/REV |
|-----------------|-------------------------|------------|-----|---------|----------|
| - < 0.1 | GENERAL TOL | PROJECTION | 삼각법 | DWG No. | 3 |
| 0.1 < 0.2 | 0.1mm | 투상도 | | 도 번호 | |
| 0.2 < 0.5 | 0.2mm | | | | |
| 0.5 < 1.0 | 0.5mm | | | | |
| 1.0 < 2.0 | 1.0mm | | | | |
| 2.0 < 5.0 | 2.0mm | | | | |
| 5.0 < 10.0 | 5.0mm | | | | |
| 10.0 < 20.0 | 10.0mm | | | | |
| 20.0 < 50.0 | 20.0mm | | | | |
| 50.0 < 100.0 | 50.0mm | | | | |
| 100.0 < 200.0 | 100.0mm | | | | |
| 200.0 < 500.0 | 200.0mm | | | | |
| 500.0 < 1000.0 | 500.0mm | | | | |

| 부품 번호 | 부품명 | 재료 | 갯수 |
|-------|-------|---------|----|
| 4 | STICK | AI-6061 | 2 |



A-A
 위 사출 기호대로 치수 개각



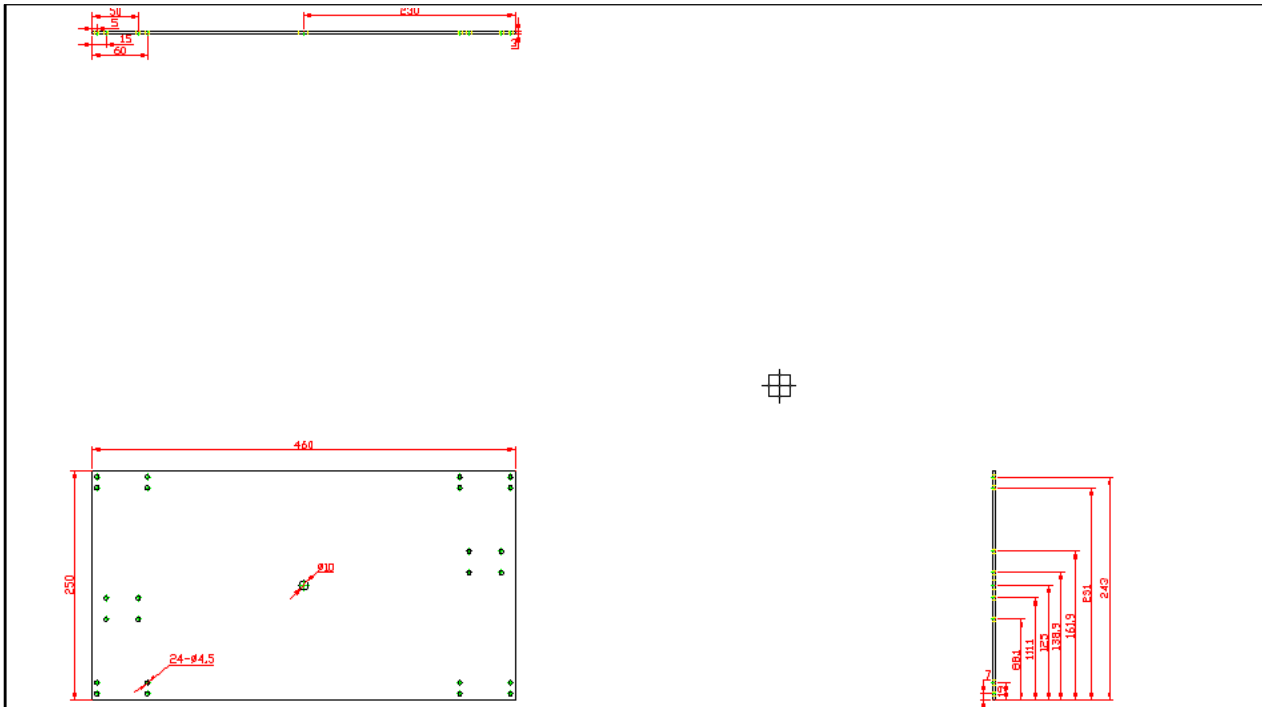
두개의 불판을 고정시키기
 위한 HOLE의 위치관련 센터선
 외곽선에서 OFFSET 5mm,
 후공은 3.4mm HOLE 수직도에서 OFFSET 35mm로
 하였을 때, 두 선이 만나는 지점에
 3.4mm HOLE를 형성 ①-② counterboring 처리
 (도면에 표기된 4곳의 외곽선에 출생성
 예면도 및 측면도의 경우에는 도면의
 확실성을 막기 위해서 표기X)
 전체 12개의 HOLE (3-10곳)(3-2곳)

*주 기
 1. 도면 중심 : 30.0 DALS 보충
 2. 측정기준 : -

| CLASS OF FINISH | GENERAL TOL (MAGNIFIED) | UNIT | mm | MODEL | BACK/REV |
|-----------------|-------------------------|------------|-----|---------|----------|
| - < 0.1 | GENERAL TOL | PROJECTION | 삼각법 | DWG No. | 4 |
| 0.1 < 0.2 | 0.1mm | 투상도 | | 도 번호 | |
| 0.2 < 0.5 | 0.2mm | | | | |
| 0.5 < 1.0 | 0.5mm | | | | |
| 1.0 < 2.0 | 1.0mm | | | | |
| 2.0 < 5.0 | 2.0mm | | | | |
| 5.0 < 10.0 | 5.0mm | | | | |
| 10.0 < 20.0 | 10.0mm | | | | |
| 20.0 < 50.0 | 20.0mm | | | | |
| 50.0 < 100.0 | 50.0mm | | | | |
| 100.0 < 200.0 | 100.0mm | | | | |
| 200.0 < 500.0 | 200.0mm | | | | |
| 500.0 < 1000.0 | 500.0mm | | | | |

STICK

-stick 레이저 가공 및 Hole 카운터싱킹처리
 -두개의 스틱 대칭제작/ 두 개의 불판을 고정시키기 위한 센터선(외곽선 offset 5mm 수직 선에서 35mm에 만나는 지점에 출생성)



⊕

- 하부바디 부분 모터브라켓과 shaft 브라켓 고정을 위한 Hole 공차부여
- 평면도 좌측 단면도 거칠기
- profile(20x20) 높이 30mm로 조립

5. 구매목록(재료비), 가공목록(시제품 제작비), 시험·측정목록(시험·측정비)

| 날짜 | 품목 | 개수 | 비고 |
|------|----------------|-----|-------------|
| 4/12 | Al-6061 자재 | 1EA | 3T/5T |
| 4/12 | Profile(20x20) | 1EA | 30mm/127mm외 |
| 4/12 | Al-6061 T-5 | 5EA | Pin가공 |
| | 레이저 및 NC가공 | 1EA | |
| | 용접 및 조립 | 1EA | |

위와 같이 종합설계 과제 지원금 시방서를 제출합니다.

2015 년 4월 12 일

팀 장 : 하우성 (인)

지도교수 : 이동환 (인)



차세대 건설기계부품 인력양성사업단장 귀하


```

//-----
// servo.c by S1_Team
//-----

#include <avr/io.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define      USART0      ((unsigned char)0)
#define      USART1      ((unsigned char)1)
#include <util/delay.h>

#include "UART0_printf.h"
#include "usart_interrupt.H"
#define CR  0x0d
#define LF  0x0a
#define RAD_TO_DEG (45.0/(atan((double)1)))
#define delta 30

char getchar1() { return USART1_receive(USART1); }

signed char buf[100];
unsigned char ch, buf_idx = 0;

volatile int mode=0;

ISR(INT0_vect)
{
    if(mode==1)
        mode=0;
    else
        mode=1;
}

int adc1()
{
    ADCSRA = 0B11100111;
    ADMUX = 1;
    int data,out;
    data = ADCL+(ADCH*256);
    out=(data*7)/1023.0;
    return out;
}
int adc0()
{
    ADCSRA = 0B11100111;
    ADMUX = 0x00;
    int data,out;
    data = ADCL+(ADCH*256);
    out=(data*7)/1023.0;
    return out;
}
int adc1_1()
{
    ADCSRA = 0B11100111;
    ADMUX = 0x01;
    int data,out;
    data = ADCL+(ADCH*256);

    out=(data*7)/1023.0;
    return out;
}
int adc0_1()
{
    ADCSRA = 0B11100111;
    ADMUX = 0x00;
    int data,out;
    data = ADCL+(ADCH*256);
    out=(data*7)/1023.0;
    return out;
}

```

```

}
int adc2()
{
    ADCSRA = 0B11100111;
    ADMUX = 0x02;
    int data,out;
    data = ADCL+(ADCH*256);
    out=(data*7)/1023.0;
    return out;
}
int adc3()
{
    ADCSRA = 0B11100111;
    ADMUX = 0x03;
    int data,out;
    data = ADCL+(ADCH*256);
    out=(data*7)/1023.0;
    return out;
}

int main()
{
    USART_init(USART1, 103);
    Usart0_init();

    int ad0=0,ad1=0,ad2=0,ad3=0,i=0,data=0,data1=0;
    DDRF = 0X00;
    ADCSRA = 0B11100111;
    ADMUX = 0;

    DDRA=0XFF;

    EIMSK = 1<<INT0;
    EICRA = 3<<ISC00;
    PORTD = 1<<INT0;//폴업저항 연결

    sei();
    while(1)
    {
        if(mode==1)//굴삭 모드
        {
            PORTA=1<<PA1;
            switch(i)//굴삭모드
            {
                case 0: ad0=adc1(); i=1; break;
                case 1: ad1=adc2(); ad1=((ad1<<4)&0xf0); data= ad0 | ad1 | 0b10000000; i=2; break;
                case 2: ad2=adc3(); i=3; break;
                case 3: ad3=adc0(); ad3=((ad3<<4)&0xf0); data1=ad2|ad3; i=0; break;
            }
            printf("adc0=%d adc1=%d adc2=%d adc3=%d data=%d\n\r",ad0,ad1>>4,ad2,ad3>>4,data);
        }
        if(mode==0)//주행 모드
        {
            PORTA=0x00;;
            switch(i)
            {
                case 0: ad0=adc1(); i=1; break;
                case 1: ad1=adc2(); ad1=((ad1<<4)&0xf0); data= ad0 | ad1 | 0b00000000; i=2; break;
                case 2: ad2=adc3(); i=3; break;
                case 3: ad3=adc0(); ad3=((ad3<<4)&0xf0); data1=ad2|ad3; i=0; break;
            }
            printf("adc0=%d adc1=%d adc2=%d adc3=%d data=%d data1=%d\n\r",ad0,ad1>>4,ad2,ad3>>4,data,data1);
        }
        putchar1(data); putchar1(data1);putchar1(0x0D);
    }
}

```

```

// Remote.c
#include <avr/io.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define USART0 ((unsigned char)0)
#define USART1 ((unsigned char)1)
#include <util/delay.h>
#include "UART0_printf.h"
#include "usart_interrupt.H"
#define CR 0x0d
#define LF 0x0a
#define RAD_TO_DEG (45.0/(atan((double)1)))
#define delta 30

char getchar1() { return USART1_receive(USART1); }

signed char buf[100];
unsigned char ch, buf_idx = 0;
int out;
volatile int mode=0;

ISR(INT0_vect)
{
    if(mode==1) mode=0; else mode=1;
}

int adc_read(char channel)
{
    ADCSRA=0B11100111; ADMUX=channel; return out=((ADCL+(ADCH*256))*7)/1023.0;
}

int main()
{
    int ad0=0,ad1=0,ad2=0,ad3=0,i=0,data=0,data1=0;

    USART_init(USART1, 103);
    Usart0_init();
    DDRA=0XFF;
    DDRF=0X00;
    ADCSRA = 0B11100111; ADMUX = 0;
    EIMSK = 1<<INT0;
    EICRA = 3<<ISC00;
    PORTD = 1<<INT0;//폴업저항 연결
    sei();

    while(1)
    {
        if(mode==1)//꺠삭 모드
        {
            PORTA=1<<PA1;
            switch(i)//꺠삭모드
            {
                case 0: ad0=adc_read(1); i=1; break;
                case 1: ad1=adc_read(2); ad1=((ad1<<4)&0xf0); data= ad0 | ad1 | 0b10000000; i=2; break;
                case 2: ad2=adc_read(3); i=3; break;
                case 3: ad3=adc_read(0); ad3=((ad3<<4)&0xf0); data1=ad2|ad3; i=0; break;
            }
            printf("adc0=%d adc1=%d adc2=%d adc3=%d data=%d\n\r",ad0,ad1>>4,ad2,ad3>>4,data);
        }
        if(mode==0)//주행 모드
        {
            PORTA=0x00;;
            switch(i)
            {
                case 0: ad0=adc_read(1); i=1; break;
                case 1: ad1=adc_read(2); ad1=((ad1<<4)&0xf0); data= ad0 | ad1 | 0b00000000; i=2; break;
                case 2: ad2=adc_read(3); i=3; break;
                case 3: ad3=adc_read(0); ad3=((ad3<<4)&0xf0); data1=ad2|ad3; i=0; break;
            }
            printf("adc0=%d adc1=%d adc2=%d adc3=%d data=%d data1=%d \n\r",ad0,ad1>>4,ad2,ad3>>4,data,data1);
        }
        putchar1(data); putchar1(data1);putchar1(0x0D);
    }
}

```