

기계설계프로젝트 최종보고서

소형 휠 로더 개발

Compact Wheel Loader

팀명 : C.E.M

(Construction Equipment Management)

지도교수 : 이 동환 교수님

2014. 6. 23

대구대학교 공과대학 기계자동차공학부

제 출 문

기계자동차공학부 학부장 귀하

본 보고서를 " 소형 휠 로더 개발 " 의 연구결과보고서로 제출합니다.

2014. 6. 23

연구기관 : 대구대학교 기계자동차공학부

연구기간 : 2013. 9. 1 ~ 2014. 6. 23

지도교수 : 이 동활 교수님

조 장 : 전 재진

조 원 : 장 준혁
정 규철
장 진욱

요 약 문

1. 과제명

소형 휠 로더 개발

2. 정량적 개발목표

1. DL 200을 기준으로 1/10 모형을 제작한다.
2. BUCKET용량이 0.003375 이 되도록 한다.
3. 총 무게는 25~30kg 으로 한다.
4. 주행 시 20cm/s의 속도로 주행한다.

3. 개발 내용 및 범위

여러 휠 로더를 조사하여 그중 적합한 디자인의 휠 로더 선정 후 적정 디자인의 휠 로더를 1/10 스케일로 줄여서 시제품의 3D 모델링, 그 후 구조해석을 통해 시제품의 모양을 수정하여 시제품 제작을 위한 도면 제작을 하면서 초기 디자인과 최종 디자인을 비교 분석하고, 라인트레이서를 이용하여 자율 주행을 하는 소형 휠 로더를 만든다.

4. 제작 결과

소형 휠 로더를 만드는 데 있어서 정량적 목표치를 기준으로 설계단계까지 진행하였다. 우선 기존 휠 로더 모델인 DL200 을 기준으로 사이즈를 1/10로 축소시켜 시제품의 전장(773mm), 전폭(300mm), 전고(441mm)를 결정하였으며, CATIA를 통해 시제품의 전체 모습을 모델링 하였으며, CATIA 모델에 재질을 적용(Steel)하여 Simulation한 예측 무게 약 35kg 정도가 나온 값을 바탕으로 모델의 불필요한 부분을 제거하는 방식으로 시제품의 무게를 정량적 목표치에 근접할 수 있도록 설계하였다. 시운전 시 미끄러짐을 최소화 할 수 있는 구조, 시제품의 무게를 버틸 수 있는 바퀴(최대하중 60Kg), 작동시킬 수 있는 모터(100W)를

선정하였으며, 또한 시운전 과정에서 발생할 수 있는 시제품의 작업 부분(버킷과 버킷 암)의 변형이나 파괴 등의 문제들을 ANSYS를 이용하여 예측해 보고 시제품의 구조와 재질을 선택하였다. 버킷과 버킷 암 설계가 완료된 상태에서 버킷 부분에 발생하는 굴삭하중에 대해서 설치하는 카운터 웨이트 역할과 동시에 BUCKET의 작동 동력으로 사용될 유압장치의 위치를 설계하였다. 위의 결과들을 종합하여 시제품의 도면 제작까지 완성시켰다.

5. 결 론

두 학기를 걸쳐 3번의 아이디어 변경과정에서 설계과정이 여러 번 반복되었기 때문에 설계 확정까지 많은 시간들이 걸렸고, 이런 과정을 거친 후 제작을 위해 사전에 선정한 업체에 의뢰하였지만 진행과정에서 업체 내부의 문제 발생으로 인한 대응 미흡으로 시제품 제작완성과 완성된 시제품으로 시운전 시행까지는 이루어지지 않았지만, 그 과정에서도 계속된 설계변경을 통하여 시제품 제작과정에서 발생하는 문제점(조립 문제, 제작시간 절약)을 방지하고 시제품 제작비용을 줄이고자 하였습니다.

목 차

제1장 서 론	6
제1절 과제의 목적.....	6
제2절 과제의 정량적 목표.....	7
제3절 필요성 및 기대효과.....	7
제2장 과제도출 과정	8
제1절 후보과제.....	8
제2절 과제선정 결과.....	12
제3장 연구내용	13
제1절 이론적 연구	13
제2절 시장조사 및 특허조사 분석.....	17
제3절 해석결과 및 분석.....	19
제4장 상세설계	21
제1절 기본설계.....	21
제2절 사양서	32
제3절 시스템 구성도	33
제4절 조립도	34
제5절 부품도	36
제5장 성능평가	42
제1절 정량적 목표의 분석 검토.....	42
제2절 평가결과 및 분석 결론.....	43
제6장 결 론	44
제1절 설계 문제점 및 종합 분석 보고.....	44
제2절 결론 및 향후계획.....	49
[참고문헌]	50

제1장 서론

제 1 절 과제의 목적

건설기계부품단지 사업내용 및 효과



- ▶ 지식경제부를 거쳐 '10. 12월 기재부 예타 대상사업에 선정된 후 1년여에 걸친 KDI 타당성 조사 끝에 2012년 12월 26일 사업 최종 확정
- ▶ 건설기계부품단지는 2012년 부터 7년간 경산 지식산업지구(하양·와촌)내 1,197천㎡(36.2만평) 부지에 건설, 총사업비 8,851억원에 융복합 설계지원 센터 (총사업비301억)까지 총 9,151억원의 대규모 첨단 사업
- ▶ 대한민국 건설기계산업은 현재 세계시장 점유율 4.2%로 연평균 19.6%씩 성장하는 고부가가치 수출전략 산업이며, 이번 건설기계부품단지 조성을 통해 2020년 세계 3위로 도약할 기반을 마련



현재 경산 내에서 2020년 세계 건설기계산업 3위 진입을 비전으로 건설기계·부품 시험·평가, 차세대 핵심기술 개발 및 실용화기술 지원 등 국내 건설기계산업 육성을 위한 핵심기능을 수행하고 있다. 그런 과정 속에 대구가톨릭 대학교와 대구대학교가 건설기계 산업 육성에 참여하게 되었고 우리가 건설기계트랙의 1기에 속하여 여러 가지 과제를 수행하게 되었다. 하지만 건설기계에 대해 자세히 알고 싶어도 실제로 장비들을 찾아가 보기에 많은 어려움이 있다고 보았고, 장난감으로는 중장비에 대해 이해하기에는 실제 작업성과 비교를 하였을 때 많은 부족함이 있다고 판단하여 중장비를 소형으로 제작하면서 책으로만 다뤄본 건설기계를 더욱 심도 있게 학습을 할 수 있다고 생각하였다. 이렇게 함으로써 건설기계 중에서 휠 로더를 소형으로 제작을 해보면서 휠 로더의 구성 원리, 부품의 명칭, 종류 등 많은 것을 배울 수 있다고 생각한다. 그리고 지금까지 학습하였던 공학적인 지식들을 이용하여 건설기계와 동일한 기능을 가진 시제품을 설계하여 시운전으로 나타내는 것을 과제의 목적으로 삼는다.

제 2 절 과제의 정량적 목표



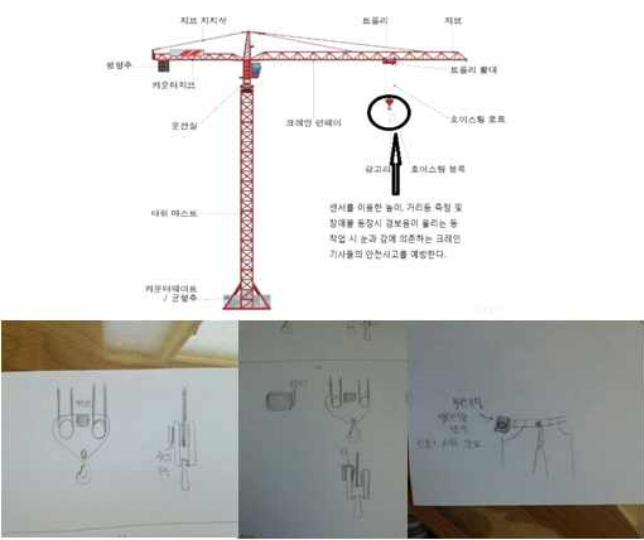
1. DL 200을 기준으로 1/10 모형을 제작한다.
2. BUCKET용량이 0.003375 이 되도록 한다.
3. 총 무게는 25 ~ 30kg 으로 한다.
4. 주행 시 20cm/s의 속도로 주행한다.

제 3 절 필요성 및 기대효과

현재 국내에서는 건설기계 중장비가 장난감으로는 나와 있으나 장난감 용도로 출시되다 보니 실제 기능을 모두 적용시키기에는 어려움이 있어 성능을 시연에서 보여주기에는 많은 부족함이 있다. 그렇다고 실제 건설 중장비를 보려면 현장을 찾아가야 하지만 건설기계 중장비의 작업환경 특성상 안전사고가 많이 발생하여 위험하므로 직접 찾아가 접하기에는 많은 어려움이 있다. 그렇기에 많은 사람들이 건설 중장비에 대해 관심을 두더라도 위험한 장비 또는 오랜 공사 작업으로 인해 더럽거나 오염되어진 장비로 인해 실물을 보기엔 어려움이 있다. 이를 바탕으로 현재 건설기계의 폭넓은 이해와 그리고 다양한 장비가 있다는 것을 중장비의 모델에서 실제 중장비의 기능을 포함한 채로 소형화하여 표현을 할 필요성이 있다. 그리하여 건설기계와 관련된 과제의 선정은 건설기계를 학습하는 학생들에게 있어 학습의 폭을 더욱 넓힐 수 있는 기회이기도 하며, 시제품을 직접 설계하여 작동함에 있어 동작의 방법이나 기존 상용화된 방식에서 벗어나 새로운 형태의 건설기계 제작에도 많은 도움이 될 것이다. 더 나아가 더욱 다양한 분야의 구직활동에도 도움이 되리라고 생각한다.

제2장 과제도출 과정

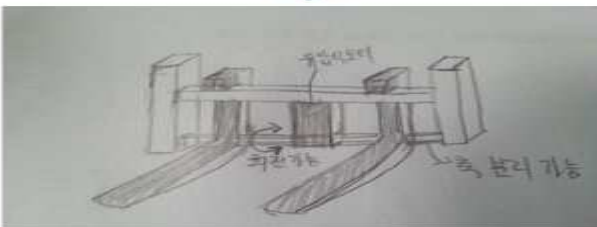
제 1 절 후보과제

 <p>야간 작업시 안전주행을 위한 차폭등</p>	<p>야간작업 시 지게차 등 각종 장비들을 이용하는데 기계 폭을 예측하기 어려워 사고가 날 수 있다. 기존 자전거 제품의 레이저 포인터로 장비에 차폭등 구현한다.</p>
 <p>탈 부착식 집게형 굴삭기</p>	<p>바위나 기타 구조물들을 집어 옮긴다. 기존 제품은 굴삭기 팔에 용접을 해야 하므로 탈부착이 용이하지 않게 되어 있어서 구조적으로 개편해서 탈부착을 용이하게 하여 다양한 작업에 쓸 수 있도록 한다.</p>
 <p>호이스트 블록에 센서접목</p>	<p>호이스트 블록에 센서를 부착시킴으로써 일정 위치에 왔을 때 경고음이나 진동으로 알람으로 작업자가 알아차릴 수 있을 만큼 큰 진동이나 소리로 알려준다. 눈으로만 의존하던 크레인 작업을 조금 더 빠르고 안전하게, 효율적인 작업 가능하다.</p>



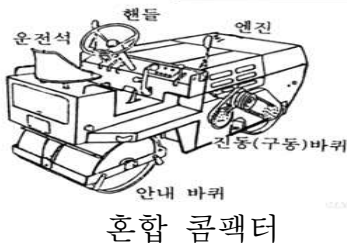
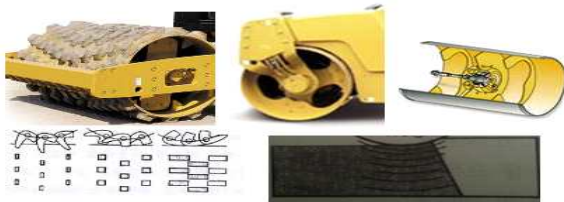
지면의 평탄화, '제석기 & 스크리드'

휠 로더 앞의 버킷 부분을 따와 생각한 아이디어로 버킷 부분의 안쪽 부분에 그물망처럼 구멍을 내어 굴착 작업 시에 돌을 걸러내고 흙은 그대로 남겨낸다. 차체의 윗부분에 장착하며 좌, 우로 일정 각 만큼 선회가 가능하고, 스크리드(미장기)를 접목시켜 진동을 이용하여 깊은 곳까지 평탄화 작업을 할 수 있다

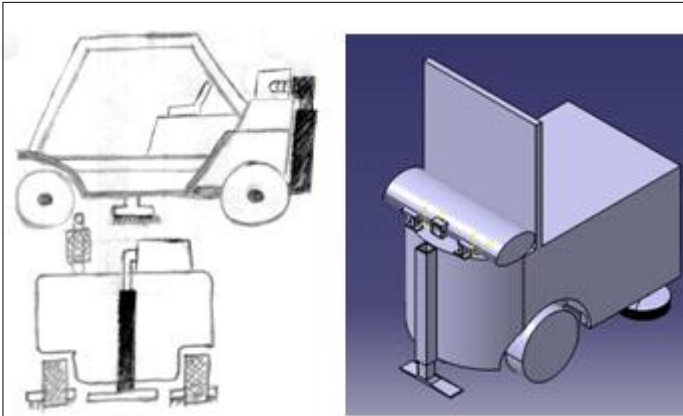


안전사고 방지, '지게차 포크접이'

임대/대여 형식의 지게차들은 가까운 지역으로 이동 시 지게차로 직접 운행 도로주행 시 긴 지게차 포크로 인해 안전사고 발생 확률이 높다는 판단에 접이식 포크라는 아이디어를 생각하였다.



탬핑 롤러로 인한 내부의 직접적인 다짐과 진동 롤러를 이용한 간접적인 내부 다짐으로 인해 지반의 밀도가 더 높아져 형상의 변화(휨, 균열, 움푹임)가 없어지며 무거운 하중을 견딜 수 있다. 탬핑 롤러쪽에 핸들 축을 연결하여 방향성을 주고 엔진 출력은 탬핑 롤러, 진동 롤러에 모두 주어 작업성의 효율을 더 주었다.



지게차를 이용한 흡진 탱크 설계

현장용 대용량 흡진 탱크를 설계함으로써 많은 먼지를 빨아들일 수 있게 하였고 기존 지게차 작업과 따로 청소 작업이 이루어질 수 있도록 구상하였다.

- 아이디어 평가

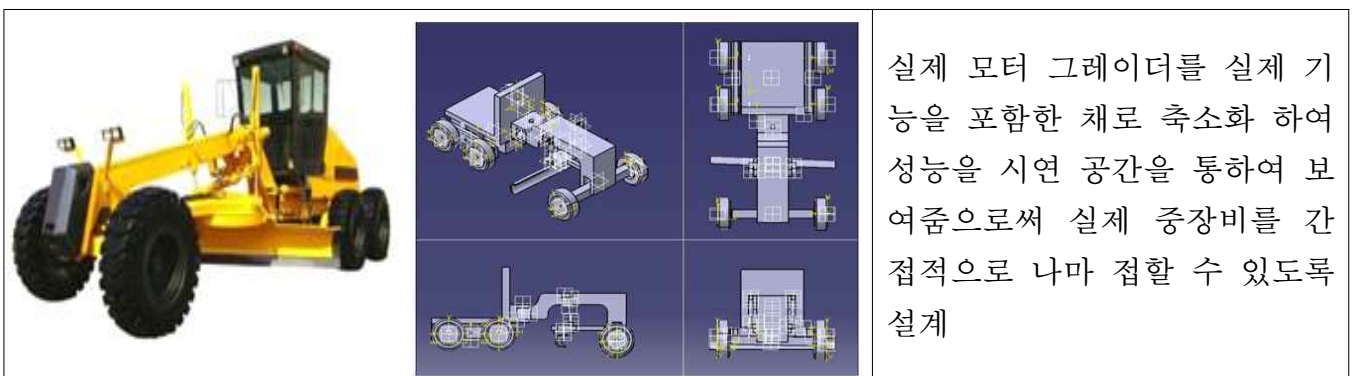
아이디어	독창성	실용성	기술성	경제성	안전성	총 점
야간 작업시 안전주행을 위한 차폭등	6	7	7	8	8	36
탈 부착식 집게형 굴삭기 팔	6	7	6	6	7	32
호이스트 블록에 센서접목	7	8	7	7	8	37
제석기 & 스크리드	9	9	8	8	7	41
안전사고 방지를 위한 포크잡이	7	8	8	7	9	39
혼합 콤팩터	7	8	7	7	8	37
<u>지게차를 이용한 흡진탱크 설계</u>	<u>9</u>	<u>9</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>8</u>	<u>43</u>

아이디어	단점
야간 작업시 안전주행을 위한 차폭등	열전소자를 사용하는 데 있어서 열전소자를 이용하여 발전을 한다는 점이 에너지 효율이 매우 낮고 차폭등을 켜기엔 전력량이 무리수가 있음
탈 부착식 집게형 굴삭기	탈부착으로 인한 번거로움. 잦은 버킷 변경이 오히려 공사장에서는 악조건 및 매끄러운 작업에 영향을 줄 수 있음.
호이스트 블록에 센서접목	센서 부착 등 기존에 있는 제품과 유사성과 센서만 의존하는 단순화적인 아이디어

지면의 평탄화, '제석기 & 스크리드'	버킷을 가공하는데 있어서 경제성이 떨어지고 미장기로 인한 작업환경이 흙먼지로 인해 작업자들에게겐 악조건이 될 수 있음.
안전사고 방지, '지게차 포크집이'	포크 부분에 기존 접이식 포크 지게차 보다 내구성이 떨어지고 버틸 수 있는 하중이 기존 보다 현저히 떨어 질것이다. 그리고 안전사고에 대한 부분에서 신빙성이 떨어진다고 판단.
혼합 콤팩터	혼합을 해서 사용 했을 시 기존에 있던 단일 기능의 장점을 최대한 살릴 수 없을 뿐 더러 오히려 단일 장비로 있을 때 보다 못한 결과를 초래할 수 있음.
지게차를 이용한 흡진탱크 설계	평가 점수로 가장 많은 점수가 나왔지만 공학적인 설계 부분에서 많이 미흡하며 건설 기계 프로젝트에 부합하지 않은 아이디어로 판단.

평가 : 최초 7가지의 아이디어를 가지고 독창성, 실용성, 기술성, 경제성, 안전성 등을 평가해본 결과 독창성 경제성 실용성 면에서 우수하고 최고점으로 뽑힌 “지게차를 이용한 흡진탱크 설계” 를 진행하게 되었다. 하지만 지게차에 흡진탱크를 부착한다는 아이디어는 공학적인 부분에서 많이 미흡하고 건설기계 취지에 맞지 않다고 판단되어 아이디어를 변경하게 되었다.

교육용 모터 그레이더 설계



평가 : 최종 아이디어를 고르는 과정에서 건설기계 중 잘 알려지지 않은 장비를 선정하였다. 모터그레이더의 기능을 최대한으로 구현하여 모터그레이더를 접해보지 못한 학생들

을 대상으로 “교육용 모터그레이더”를 내세울 수 있다고 판단되어 설계프로젝트(1)에서부터 설계프로젝트(2) 초기까지 설계를 진행을 하였다. 하지만 설계를 하는 도중 시제품 시연에 있어서 많은 악조건이 존재할 것이라는 피드백(탠덤드라이버의 시연, 조향 문제)과 실제 스케일을 줄였을 시 실제 모터그레이더 본래 기능을 제대로 보여 줄 수 없을 것 같다는 판단 하에 2014년 3월 말 다른 아이디어로 변경하게 되었다.

제 2 절 과제 선정 결과

소형 휠 로더 설계

	<p>주로 버킷에 의하여 굴삭, 적재를 하는 것으로 버킷의 상하이동, 배출을 행하는 건설기계 장비. 건설기계 프로젝트에 부합하는 아이디어이며, 시연을 고려하여 휠 로더로 선정</p>
	<p>타이어식 휠 로더 일반적으로 셔블 로더·트랙터 셔블·휠 로더·페이 로더 등으로 불리고 있으며, 앞부분에 버킷을 장치한 기계이다.</p>

평가 : 설계 프로젝트를 이수함에 있어서 건설기계 분야의 과제 선정은 주제의 한계성이 있으며 단순한 건설장비에 제작은 시제품 시연에 많은 부족함을 보일 수 있다. 게다가 스케일을 줄였을 시 본래 기능보다 못한 면모를 보여 줄 수 있기 때문에 모양은 단순하면서도 실제 유압장치를 사용함으로써 효과적인 시연을 보여 줄 수 있도록 소형으로 만들 중장비를 선택하였다. 실제 중장비에 대부분 유압 장치를 다뤄 동작을 하는데 유압 장치를 직접 다뤄봄으로써 건설 기계를 배움에 있어 많은 학습이 될 수 있다고 생각한다.

제3장 연구내용

제 1 절 이론적 연구

1. 버킷 용량에 대한 연구

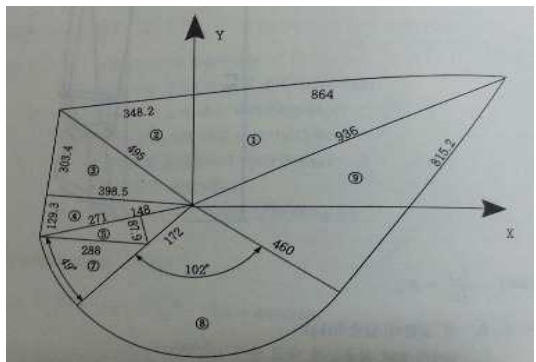
버킷이 적재할 수 있는 무게 계산

$$0.5m^3 \times 2000kg/m^3$$

(버킷 용량) x (흙, 자갈, 모래 평균 비중량)

$$= 1000 kg$$

버킷 용량과 흙, 자갈, 모래의 평균 비중량을 곱하여 버킷에 흙, 자갈, 모래 등을 적재할 수 있는 무게를 계산함으로써 시제품에 적당한 버킷의 용량을 설계할 수 있다.



여기서 (1),(2)에 의해 압과 버킷의 연결부에 작용하는 힘 F_1 과 F_2 를 구한다.

버킷 용량 계산

(1) 평적용량[$V_s(m^3)$]

①내측 면적계산

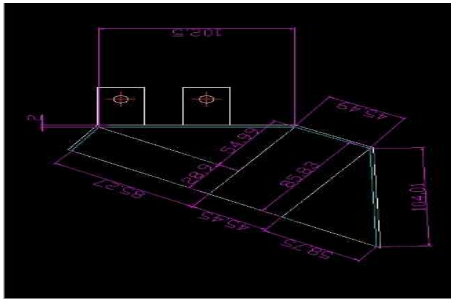
- (a) $S1 = 864 \times 360 / 2 = 155520$
 - (b) $S2 = 348.2 \times 360 / 2 = 62676$
 - (c) $S3 = 303.4 \times 398.5 / 2 = 60452$
 - (d) $S4 = 129.3 \times 398.5 / 2 = 25763$
 - (e) $S5 = 271.1 \times 87.9 / 2 = 11915$
 - (f) $S6 = 147.8 \times 87.9 / 2 = 6596$
 - (g) $S7 = 48.7 \times \pi / 360 \times 88 = 35250$
 - (h) $S8 = 102 \times \pi / 360 \times 460^2 = 188349$
 - (i) $S9 = 815 \times 460 / 2 = 187450$
- $A = 155520 + 62676 + 60452 + 25763 + 11915 + 6496 + 35250 + 188349 + 187450$
 $= 733871 [mm^2]$

버킷의 평적 용량 계산: m^3]

(V_S =용량[m^3], L(내폭)=1248.7[mm])

$$V_S = A \times L = 733871 \times 1248.7 = 91638478 [mm^3] = 0.92 [m^3]$$

- 설계한 버킷의 넓이와 버킷용량(내폭은 0.296m)



$$S = 8.9 \times 85.27 + 54.99 \times 85.27 \div 2 + 45.45 \times 85.83 + 58.75 \times 85.83 \div 2$$

$$= 0.0112m$$

$$V_S = 0.0112m^2 \times 0.296m$$

$$= 0.003324m^3$$

2. 버킷 용량을 이용하여 작업량 계산

굴삭기계 로더의 규격은 일반적으로 장비의 자중을 톤(ton) 으로 나타내거나 작업용 버킷을 m^3 으로 나타낸다. 또한 작업능력은 다음과 같이 계산한다.

$$= \frac{3600 \cdot q \cdot k \cdot f \cdot E}{C_m} [m^3/h]$$

Q	시간당 작업량 [m^3/h]
q	Deeper or Bucket 용량
k	Deeper or Bucket 개수
f	토질 환산계수
E	작업효율
C_m	사이클 타임(cycle time)[sec]

버킷의 용량을 m^3 으로 나타낸다. 작업능력은 시간당 작업량을 m^3/h 으로 표시 할 수 있다.

① 1 사이클당 표준작업량(q)

표준작업조건에서 1사이클 작업 중에서 행한 기계의 이상적인 작업량을 말한다.

② 작업효율(E) = 실 작업 시간을 \times 작업능력

• 실 작업 시간을 : 기계의 운전시간에 대한 실 작업시간의 비율을 말하며 보통 다음과 같은 사항이 실 작업 이외의 운전시간에 들어간다. 즉, 기계의 정비, 점검, 급유, 엔진을 히팅

(Heating)하기 위한 공운전(Idleing), 도로준비, 공정 관리상 대기 시간, 조종원의 피로 등에 수반되는 휴식시간, 이동 등 상기 조건으로 기계의 엔진이 회전하고 있는 시간 등을 포함한다.

기계의 엔진(Engine)이 회전하고 있는 시간 1시간당 실 작업 시간율은 다음과 같다.

- ㉠ 작업이 순조롭게 진행될 때 : 55분(91%)
- ㉡ 작업이 보통으로 진행될 때 : 50분(83%)
- ㉢ 작업이 순조롭지 않을 경우 : 45분(75%)
- 작업 능률 : 작업능률은 수치로서는 취급이 곤란하다. 따라서 기상, 지형 토질, 시공법, 기계의 정도, 운전원의 기량, 의욕 등에 많이 좌우되며 주로 작업의 어려움, 성능의 저하 등의 비율로 정한다.
- 토량 환산계수 : 토질의 종류, 흙의 상태에 따라 정하는 계수(표 참조)

토 질	원지반의 흙 상태 (등급)	환산할 흙의 상태		
		원지반의 상태(A)	굴삭후의 상태(B)	다짐후의 상태(C)
모래	A	1.00	1.11	0.95
	B	0.90	1.00	0.86
	C	1.05	1.17	1.00
보통 흙	A	1.00	1.25	0.90
	B	0.80	1.00	0.72
	C	1.11	1.39	1.00
점토	A	1.00	1.43	0.90
	B	0.70	1.00	0.63
	C	1.11	1.59	1.00

ex) 2사이클 작업을 하는 휠 로더 버킷 용량 $.003324m^3$ 이 다짐후의 상태인 모래를 작업을 순조롭게 진행 할 때 시간당 작업량은 얼마인가? (단 작업 능률은 80%)

$$\begin{aligned}
 & 3600 \cdot \frac{0.003324m^3}{2} \cdot 1 \cdot 0.86 \cdot 0.728 [m^3/h] \\
 & = 3.746 m^3/h
 \end{aligned}$$

3. 건설기계의 본체 제작 방법

건설기계를 지탱하는 힘은 기본적으로 건설기계의 프레임(Frame)에 의존하게 되며 이 본체의 강도는 건설기계가 작업현장에서 작업 시 발생할 수 있는 모든 충격과 하중에 견딜 수 있어야 함은 물론 장비의 성능을 향상시킬 수 있는 구조로 구성되어야 한다.

건설기계가 작업 장치를 이용하여 원하는 작업을 수행하도록 지탱하여 주는 본체 구조는 기본적으로 상부 프레임(Frame)과 하부 프레임(Frame), 그리고 주행 부위인 크롤러 또는 타이어 부분으로 분류하여 볼 수 있다.

1) 상부 프레임

센터 프레임을 중심으로 상부의 선회장치, 작업장치, 유압장치 및 운전실 등을 지지할 수 있도록 충분한 안정성을 고려한 용접 구조물로 설계되어야 한다.

2) 하부 프레임

메인 프레임과 사이드 프레임의 고장력강 용접 구조물로 구성되었으며 내구성과 신뢰성이 높고 외부 하중 및 충격에도 안정성을 가지도록 설계 되어야 한다.

3) 완충장치

건설기계 구동 또는 작업시의 충격을 완화하기 위해 하부 프레임에 완충장치를 적용한다. 이는 트랙 장력 조정장치와 완충장치를 설치하여 급격한 충격 및 험지 작업에도 항상 적당한 트랙 장력을 유지하여 안전한 운전 및 장비의 수명을 연장할 수 있도록 설계 제작 되어야 한다.

5. 총 중량에 대한 연구

Wheel Loader 제원								
MODEL	총 중량	엔진마력(PS)	버킷 부피	엔진(W)	총 중량 : 버킷 용량	비율	총 중량(+적재 흡 무게) : 엔진(W)	비율
CAMCAT-400	2800kg	54PS	0.5 m ³	39,690W	2,800kg : 960kg	34%	3,760kg : 39,690W	10.55 W/kg
DL200	11300kg	145PS	2.2 m ³	106,575W	11,300kg : 4,400kg	38%	15,700kg : 106,575W	6.78 W/kg
LG959	15000kg	165PS	3.0 m ³	121,275W	15,000kg : 6,000kg	40%	21,000kg : 121,275W	5.78 W/kg
DL300-3	18570kg	274PS	3.2 m ³	201,390W	18,570kg : 6,400kg	34%	24,970kg : 201,390W	8.06 W/kg

실제 휠 로더의 총 중량과 버킷 용량의 비율은 약 36%가 되는데, 실제 휠 로더의 경우 버킷 팔을 구동할 경우 생기는 반력에 대비해 휠 로더 후면부에 카운터 웨이트(균형추)를 설치, 구조상 버킷 팔 보다 후면부에 많은 부분의 중량을 차지하고, 실제 휠 로더의 경우 반력에 대비하여 설계되었기 때문에 설계 시 중량에 따른 최대작업량을 가늠할 수 있다.

제 2 절 시장조사 및 특허조사 분석

1. 시장조사



CAMCAT-400

버킷용량 0.48 m³
 장비중량 2,800 kg
 전고 2,095 mm
 전장 3,620 mm
 전폭 1,800 mm



DL200

버킷용량 2.20 m³
 장비중량 11.3 ton
 전고 3,240 mm
 전장 7,285 mm
 전폭 2,550 mm



LG959

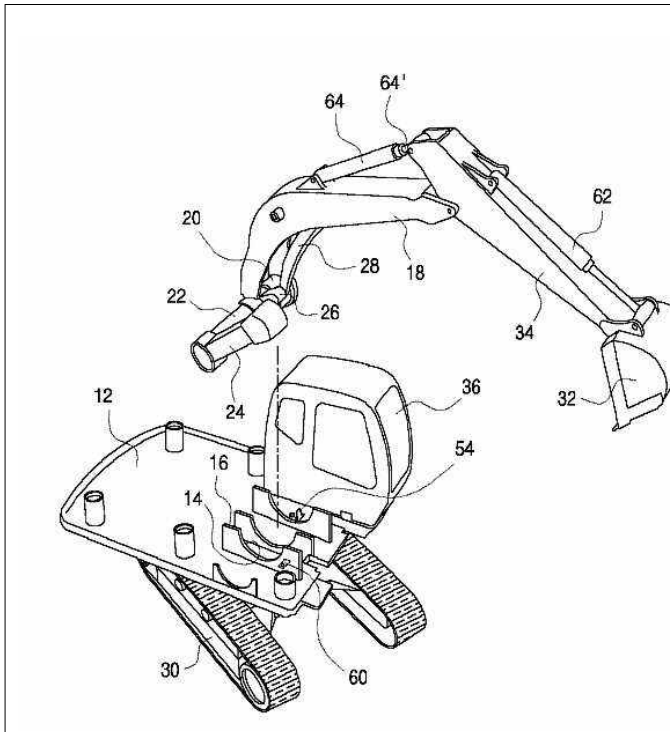
버킷용량 3.00 m³
 장비중량 15.0 ton
 전고 3,423 mm
 전장 7,753 mm
 전폭 3,024 mm



DL300-3

버킷용량 3.20 m³
 장비중량 18.6 ton
 전고 3,540 mm
 전장 8,095 mm
 전폭 2,920 mm

2. 특허조사

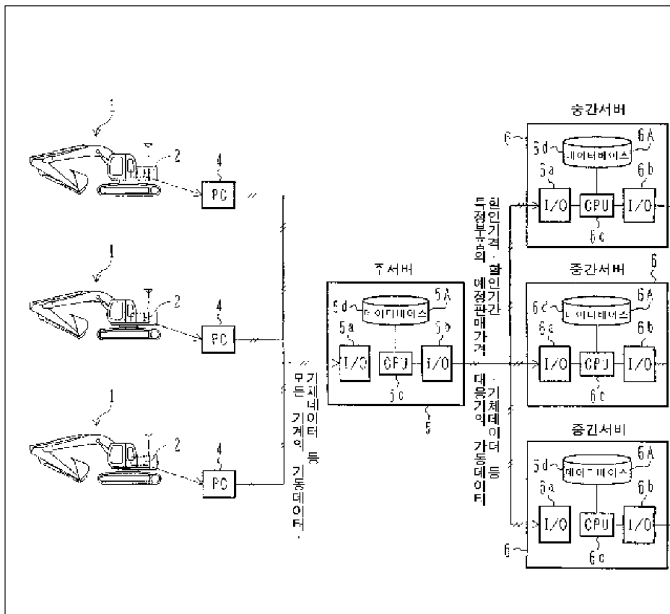


완구용 굴삭기

출원번호/일자

2020060003552 (2006.02.08)

평소 굴삭기 등에 관심을 갖는 유아들에게 놀이에 대한 흥미도를 극대화시킬 수 있을 뿐만 아니라 안전교육도 할 수 있도록 한 완구용 굴삭기를 제공하고자 한 것이다



건설기계의 정보제공시스템 및
건설기계의 정보제공방법

출원번호/일자

1020047010868 (2004.07.13)

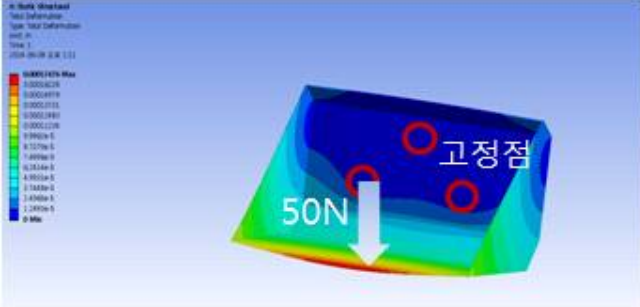
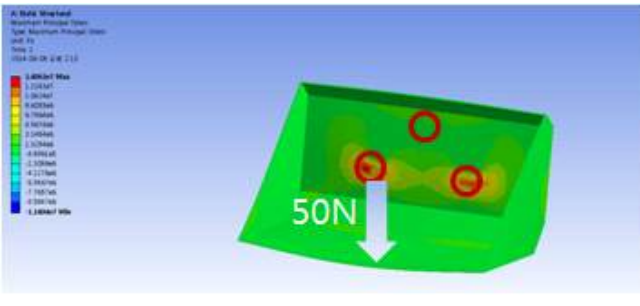
건설기계의 정보제공시스템

제 3 절 해석결과 및 분석

1. 버킷 부분 해석

- 목적 : ANSYS를 이용하여 버킷의 재질에 따른 변형량 & 응력을 해석하여 최종 재질을 선정 (알루미늄과 구조용 철(SS41,S45C) 2가지의 재질 중 선정)

- 결과

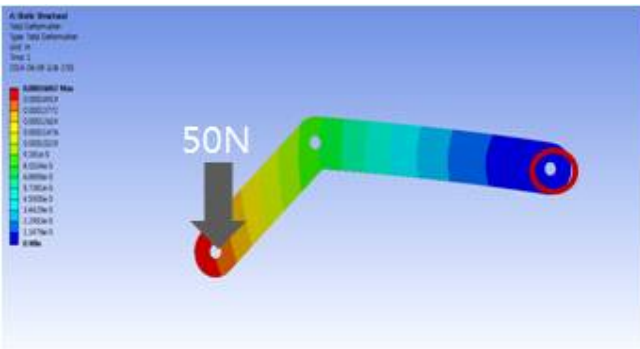
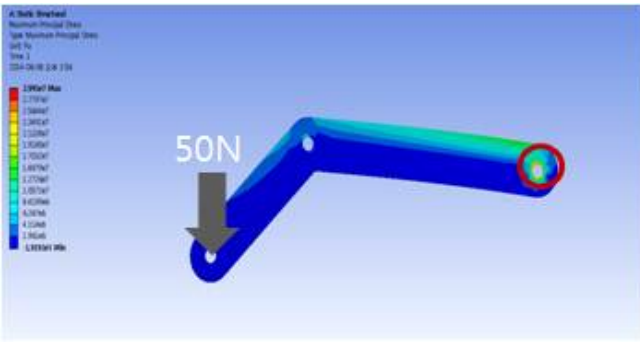
	<p>버킷부분의 t를 1.2로, 고정점을 3곳으로, 앞쪽부분에 50N의 힘을 두어 해석을 실행하였다. 그 결과 최대 변형이 일어나는 곳의 변형량이 알루미늄의 경우 0.25mm만큼 변형이 일어나는 것으로 확인이 되었고, 구조용 철의 경우 0.17mm만큼 변형이 일어나는 것으로 확인되었다.</p>
	<p>마찬가지로 같은 조건에서 최대 응력이 발생하는 부분에 대해서 해석을 실행하였고 최대 응력이 발생하는 부분에 대해서 알루미늄의 경우 약 19bar(18.8269kgf/ m)의 압력이 발생하는 것으로 확인이 되었고, 구조용 철의 경우 약 14bar(14.2760kgf/cm²)의 압력이 발생하는 것으로 확인되었다.</p>

알루미늄과 구조용 철의 재질 중 변형량에서 0.08mm만큼의 변형이 적게 일어나고, 발생하는 응력의 결과에서는 5bar의 압력이 더 적게 나타나는 재질로써 버킷으로 쓰기에 유리한 구조용 철의 재질을 선정하게 되었다.

2. 압 부분 해석

- 목적 : ANSYS를 이용하여 버킷의 재질에 따른 변형량 & 응력을 해석하여 최종 재질을 선정 (알루미늄과 구조용 철(SS41,S45C) 2가지의 재질 중 선정)

- 결과

	<p>압부분의 t를 5.0t로, 고정점을 1곳으로 두어 힘이 발생하는 부분에 50N을 주고 해석을 실행하였다. 그 결과 최대로 변형이 일어나는 곳의 변형량이 알루미늄의 경우 0.21mm 만큼 변형이 일어나는 것으로 확인되었고, 구조용 철의 경우 0.16mm만큼 변형이 일어나는 것으로 확인되었다.</p>
	<p>마찬가지로 같은 조건에서 최대 응력이 발생하는 부분에 대해서 해석을 실행하였고 최대 응력이 발생하는 부분에 대해서 알루미늄의 경우 35bar(35.0485kgf/cm²)의 압력이 발생하는 것으로 확인이 되었고, 구조용 철의 경우 29bar(29.5717kgf/cm²)의 압력이 발생하는 것으로 확인되었다.</p>

알루미늄과 SS41의 재질 중 변형량에서 0.05mm만큼의 변형이 적게 일어나고, 발생하는 응력의 결과에서는 6bar의 압력이 더 적게 나타나는 재질로써 압으로 쓰기에 유리한 구조용 철의 재질을 선정하게 되었다.

제4장 상세설계

제 1 절 기본설계

1. 대표 모델의 선정

- 로더의 종류에는 무한 궤도식, 타이어식, 반무한 궤도식, 궤조식(軌條式) 로더가 있다. 그 중에서 로더 중 가장 흔하게 쓰이고, 시제품 제작을 고려하였을 때 잔 고장을 우려하여 수리가 간편한 타이어식 로더를 선정하였으며 여러 업체의 로더를 비교 모델로 정하였다.

			
CAMCAT-400	DL200	LG959	DL300-3
버킷용량 0.48 m ³ 장비중량 2,800 kg 전고 2,095 mm 전장 3,620 mm 전폭 1,800 mm	버킷용량 2.20 m ³ 장비중량 11.3 ton 전고 3,240 mm 전장 7,285 mm 전폭 2,550 mm	버킷용량 3.00 m ³ 장비중량 15.0 ton 전고 3,423 mm 전장 7,753 mm 전폭 3,024 mm	버킷용량 3.20 m ³ 장비중량 18.6 ton 전고 3,540 mm 전장 8,095 mm 전폭 2,920 mm

- 4가지의 모델 중 휠 로더에서 중요한 사양인 버킷용량, 전장, 전폭을 이용하여 4가지 모델 중에서 평균치를 비교해 가장 평균치에 근접한 DL200을 대표 모델로 선정하였다.

2. 시제품의 크기, 사이즈 및 중량 선정

- 실제 휠 로더 모델 중 대표모델로 선정된 두산 인프라 DL200을 기준으로, 모델 크기의 1/10 수준으로 제작한다.



버킷용량	2.20 m ³
장비중량	11.3 ton
전고	3,240 mm
전장	7,285 mm
전폭	2,550 mm

- 실제 휠 로더인 DL200을 1/10 비율로 축소하여 시제품의 크기(전장*전폭*전고)를 730mm*250mm*320mm로 선정하였고, 전체 중량의 경우에는 비교 모델로 정한 4가지 모델의 총 중량과 버킷의 용량을 비교하고, 버킷 안에서 작업을 할 때에 생기는 반력을 대비하여 후면부에 설치된 카운터 웨이트(균형추)의 무게까지 감안하여 시제품의 중량을 버킷에 적재될 수 있는 중량의 4 ~ 5배인 25 ~ 30kg으로 선정하게 되었다.

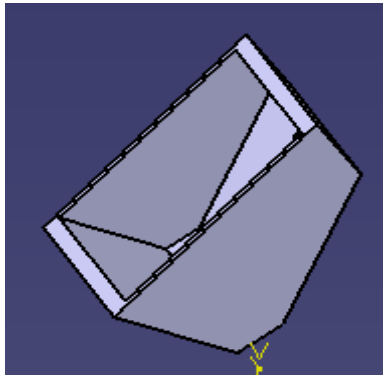
3. 버킷의 설계

모형 버킷에 흙 적재 시 중량 TEST

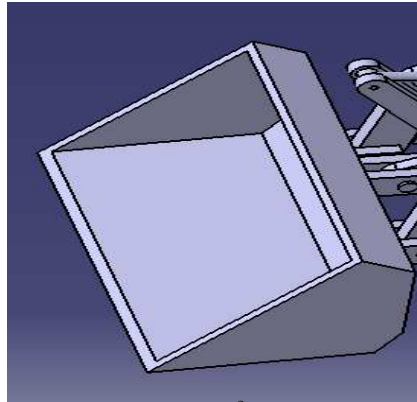


- DL200을 기준으로 1/10 사이즈로 제작 시 버킷용량은 0.003375 (300mm*150mm*150mm)가 되고 버킷이 가득 찼을 때 이론상 6.78kg이 나오고 직접 모형으로 제작하여 적재해 보았을 때 평균 5.5kg로 측정되었다.

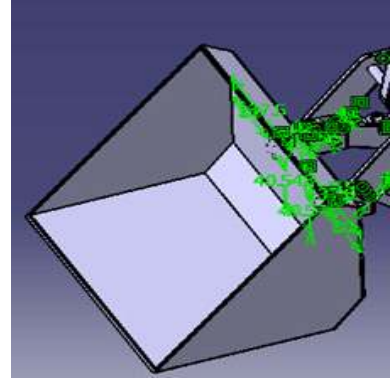
버킷의 설계 변천 과정



0.00268 버킷



0.00327m³ 버킷



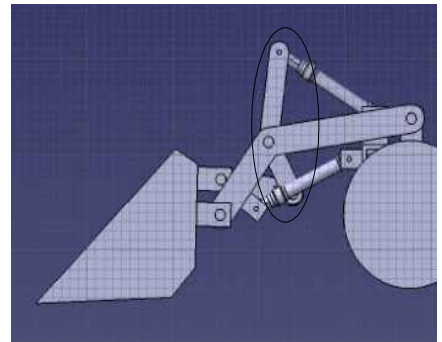
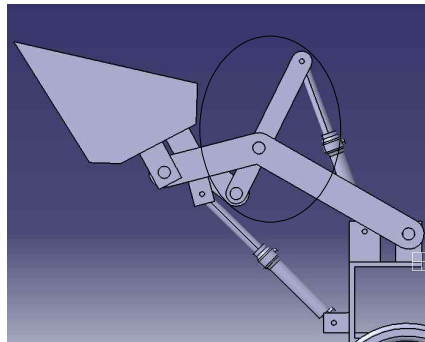
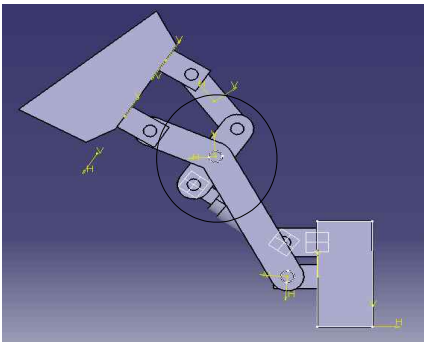
0.003324m³ 버킷

- 초기 버킷의 설계 시 작업성을 고려하여 작업성이 좋지 않고, 용량 또한 모형을 만들어 TEST를 하기 전이었기에 작게 설계를 하였다. 그리하여 버킷의 형상을 전폭 수정하여 바닥 닿는 부분을 날카롭게 하고, 버킷 용량을 증가시키면서 제작을 하게 되었다. 하지만 재질 선정과정에서 알루미늄과 구조용 철(SS41,S45C)의 재질 중 ANSYS 해석을 통하여 변형이 적고 압력을 더 적게 받는 구조용 철을 사용하게 되면서 SS41과 S45C중에서 S45C의 경우 벤딩이 불가능하기 때문에 SS41을 사용하게 되었고 버킷의 두께가 불필요하게 두껍다고 판단하여 두께를 5t -> 1.2t로 수정하여 설계하게 되었다.

4. 관절 부 설계

관절부의 설계 변천 과정

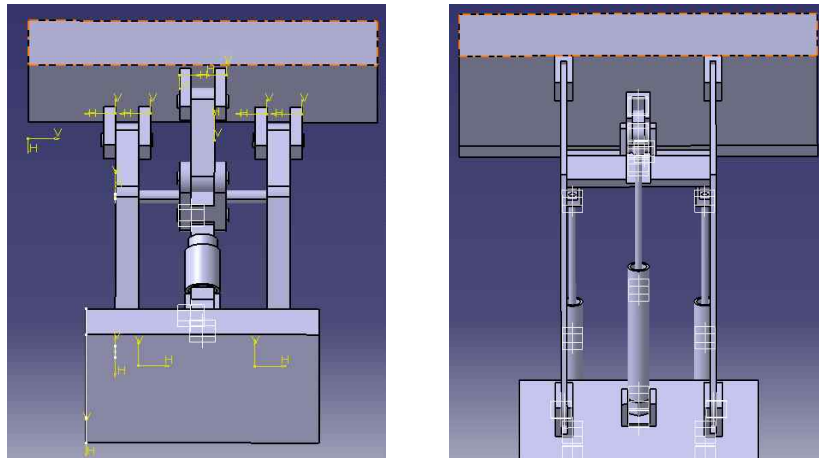
- 관절부의 형상 수정



- 휠로더의 관절부의 초기 설계에서 자문가의 조언을 받아 버킷레버(버킷이 수평축으로 회전하게 하는 버킷 유압 실린더로 작동되는 부분)를 실린더부분과 버킷 부분의 길이 비를 다

르게 하여 지렛대의 역할을 하도록 버킷 부분과 실린더 부분을 약 1:2의 길이비로 제작을 하였다. 이후 관절부분과 바디의 조립을 생각하여 링크의 위치를 조정하던 도중 시뮬레이션을 해보았을 때 버킷이 바닥까지 닿지 않는 현상이 나타나면서 버킷레버를 각을 주어 문제점을 해결하였다.

- 관절부의 두께 수정

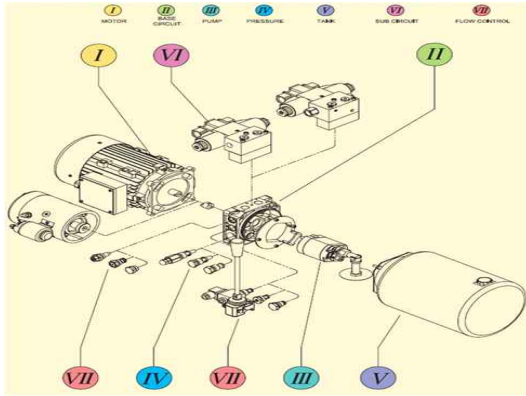


- 관절부의 재질 선정과정에서 알루미늄과 구조용 철의 재질 중 ANSYS 해석을 통하여 변형이 적고 압력을 더 적게 받는 구조용 철을 사용하게 되었다. 구조용 철에서 SS41 과 S45C의 재질 중에서 두 개의 재질에 강도는 열처리를 하지 않으면 별로 차이가 없으며 SS41의 재질이 가격이 더 싸기 때문에 SS41을 선정하게 되었다. 하지만 SS41을 15t의 두께로 사용하기엔 관절부의 두께가 불필요하게 두껍다고 판단을 하게 되어 관절부의 두께를 15t -> 5t로 변경을 하게 되었다.

5. 주요 부품 선정

◆ 유압장치

(유압장치 구성 요소 : 유압모터, 유압펌프, 유압탱크, 솔레노이드 밸브, 서브블럭, 릴리프밸브 실린더로 구성)



- 상용화된 유압장치의 경우 대체로 큰 장치들이 많지만 유압장치의 크기가 작으면 작을수록 가격이 비싸지는 부분이 있다. 시제품 제작에 부합하는 장치를 선정 하였다.
- 선정된 유압장치가 시제품에 비교해 크다는 부분이 있지만, 실제 휠 로더에 필요한 균형 추 역할 또한 유도해 낼 수 있도록 하였다.
- 실린더는 버킷과 버킷 팔을 설계 한 방향으로 작동 할 수 있도록 전/후진 길이를 고려하여 선정하였다.
- 버킷이 작업하는 Toque와 유압모터의 출력을 고려하여 실린더의 제품(복동)과 내경을 선정하였다.
- 초기 설계를 할 때에는 ‘RC굿닷컴’ 이라는 업체에서 독일에서 소형으로 제작되어진 유압장치들을 사와 진행을 하려고 하였으나 4월 달에는 독일이 ‘하비쇼’ 라는 축제기간이라 발주가 많이 늦어진다고 알게 되어 다른 업체를 찾아 유압팩을 이용하는 방법을 알게 되었다. 실제 유압팩 중에서 소형으로 나오는 것이 있지만 실린더의 경우에는 우리가 원하는 규격이 시중에 나오지 않아 외주에 주문제작을 의뢰하기로 하였다.

◆ 바퀴



에어바퀴 6인치
[사이즈: 156mm*48mm]

○ 제품상세설명

구분	허용하중	바퀴외경	바퀴내경	바퀴폭	모스폭	비고
기본	60 kg	156 mm	12 mm	45 mm	52 mm	

치수 오차범위는 +5~10mm, -5~10mm 정도 또는 그 이상 적용될 수 있습니다.

- 초기 바퀴 선정 시 RC바퀴를 이용하여 시제품에 사용하려 하였으나 휠의 재질이 플라스틱이었고, 내부에 튜브도 없어 허용하중이 매우 낮다고 판단하여, 발포바퀴를 사용하여 RC바퀴에 비해 허용하중이 높다고 판단하여 진행을 하려고 하였다. 하지만 교수님께서 발포바퀴를 사용할 시 미끄럼 현상이 일어나 주행 시 조향에 문제가 발생할 우려가 있다는 피드백을 받고 최종적으로 6인치 에어바퀴를 선정하게 되었다. 에어바퀴의 경우 휠의 재질이 스틸로 되어있고, 내부에 튜브가 있어 허용하중 또한 우수하며 타이어는 고무로 되어있어 미끄러짐 현상을 최소한으로 하여 주행에 무리가 적다. 그리고 휠 내부에 베어링이 장착이 되어있어 설계 시 베어링 설계의 과정이 용이하다.

◆ 모터

DC모터 - 바퀴에 동력전달 방법과 시제품 총 중량, 작업가능성을 고려하여 규격 선정

MODEL : MLM1633 / MLM2633 12W/ 24V 100W (LEFT SIDE GEAR)



項目(Descriptor)	U (V)	I (A)	P1 (W)	M (N.m)	n (rpm)	P2 (W)	EFF (%)
不加负载(No Load)	24.06	0.915	22.03	1.0	28.69	3.00	13.6
最高效率点(Max_Eff)	23.89	4.620	110.3	17.8	23.85	44.42	40.2
最大输出功率点(Max_Pout)	23.55	11.26	265.2	41.8	15.06	65.88	24.8
最大转矩点(Max_Torque)	23.17	18.89	437.9	65.5	0.00	0.00	0.0
堵转点(Locked_Rotor)	23.17	18.89	437.9	65.5	0.00	0.00	0.0

<웍기어 모터(차량용 와이퍼에 사용)>

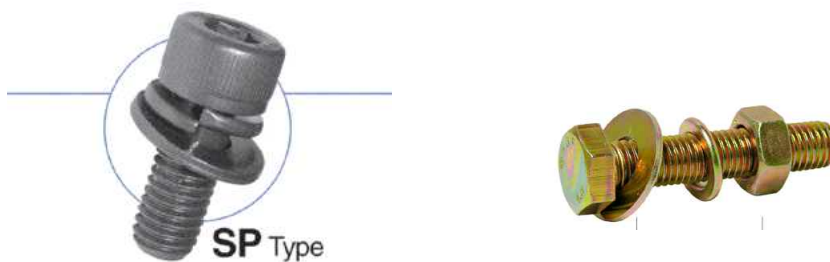
- 시제품 BODY 전쪽에 맞춰 모터를 체결하기 위해서 사진과 같이 워기어가 부착된 모터를 선정하였다.
- 모터에 바퀴를 직접 체결함으로 동력전달 방법을 해결.
- 모터 제원 선정은 실제 휠 로더의 엔진과 총 중량의 평균을 비교하여 선정하였다.

◆ 재질

- S45C, SS41, SUS, 알루미늄 4가지의 (강판) 재료 선정
 - 구조용 강재(SS41, S45C)를 선정한 이유는
알루미늄의 경우 가볍지만 강도가 약하고 가격이 비싸므로 제외하였고,
SUS의 경우 알루미늄 보다 가격이 저렴하지만 구조용 강재들과 비교하였을 때
여전히 비싸고 중량 또한 차이가 없기 때문에 제외하였다.

6. 조립 및 체결 방법

◆ 볼트 & 너트를 이용한 바디 조립



- 바디의 조립방법에 여러 가지 방법이 있지만 제작 시 용접으로 하기에는 탈부착이 어려움이 있어 쉽게 조립이 가능한 방법인 렌치 볼트와 스프링와셔, 평와셔, 너트를 이용하여 조립을 한다.

◆ 스냅링과 핀을 이용하여 축 체결

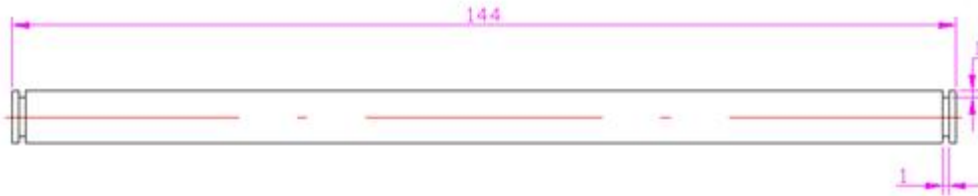
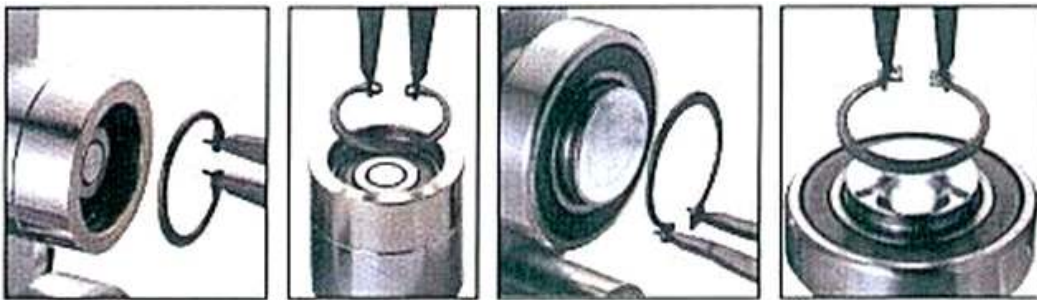


축용 C형 멈춤링(STW)



스냅링 핀

- 스냅링 체결 방법 -



좌 ■ 우 홈에 스냅링으로 고정하여 좌우로 흔들리는 것을 방지

- 단순히 축 사이에 볼트와 너트로 링크사이에 연결하기에는 축이 좌우로 흔들릴 우려가 있으며 축을 넣고 용접을 하기에는 후에 문제가 발생할 시 분해가 어려운 점이 있어 링크사이에 스냅링 핀으로 연결하면서 축용 C형 멈춤링(STW)인 스냅링(축 또는 하우징에 형성된 홈에 설치되어 축, 베어링 등의 부품이 이탈되는 것을 방지하는 역할)을 이용하여 체결 후 결속력을 높인다.

◆ 브라켓을 이용하여 모터와 바디 체결



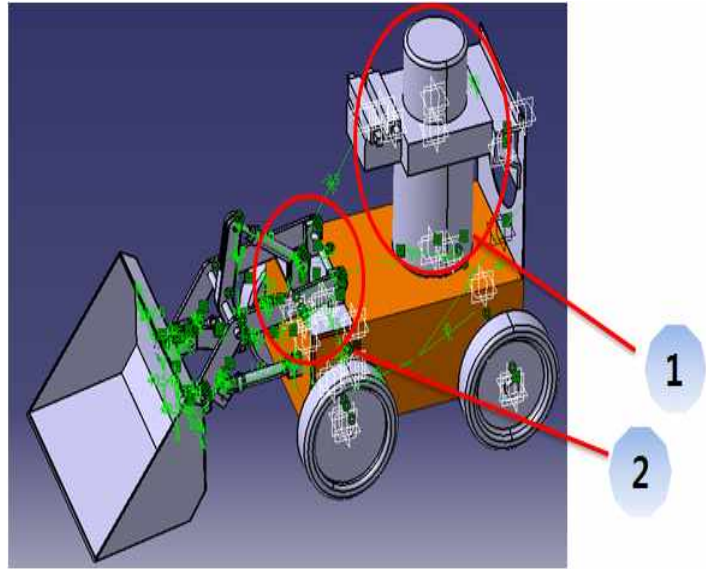
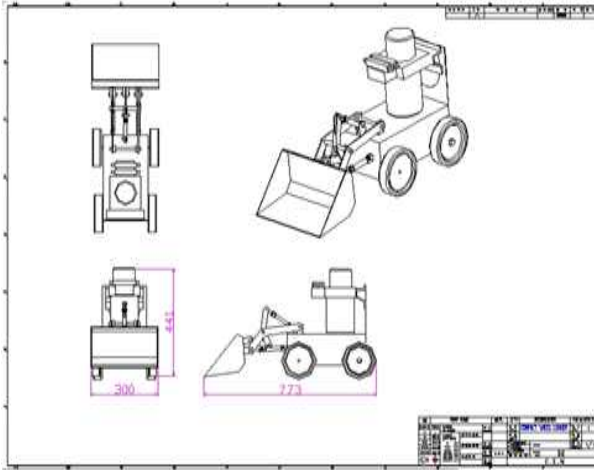
- 기존에 모터에 웜기어가 부착되어 나오는 모델에 브라켓을 그대로 이용하여 바디에 브라켓에 맞도록 홀을 내어 볼트로 체결할 수 있다.

7. 모형제작



- 우리가 만든 도면을 보고 스티로폼과 포맥스를 이용하여 제작해 보았다. 실제로 간단한 재질로 만들어 봄으로써 버킷의 수평 회전 상하 운동 등을 직접 시연해 볼 수 있었고 구조상에서 수정이 필요한 부분을 알 수 있었다.

8. 도면제작(CAD&CATIA)



1. 버킷이 흙을 굴삭 하여 적재 하였을 때 무게중심이 앞으로 쏠리지 않도록 해주는 무게 추의 역할을 할 수 있도록 후면부에 파워 팩을 장착할 수 있도록 하였다.
2. 버킷 관절부분을 다른 구조물에 장착하지 않고 body 에 직접 부착시킴으로써 무게 중심을 최대한 뒤쪽에 갈 수 있도록 하였다.

9. 시제품의 형상



<휠 로더 몸체 부분과 부착해 놓은 유압 팩>

- 휠 로더 body 부분에 유압 팩과 유압 팩을 고정 시켜줄 plate 부분을 자체가공을 하여 실제로 흙 작업을 하고 길이에 맞게 절삭 작업을 하여 렌치 볼트와 너트를 이용하여 조립을 해놓은 상태이다.



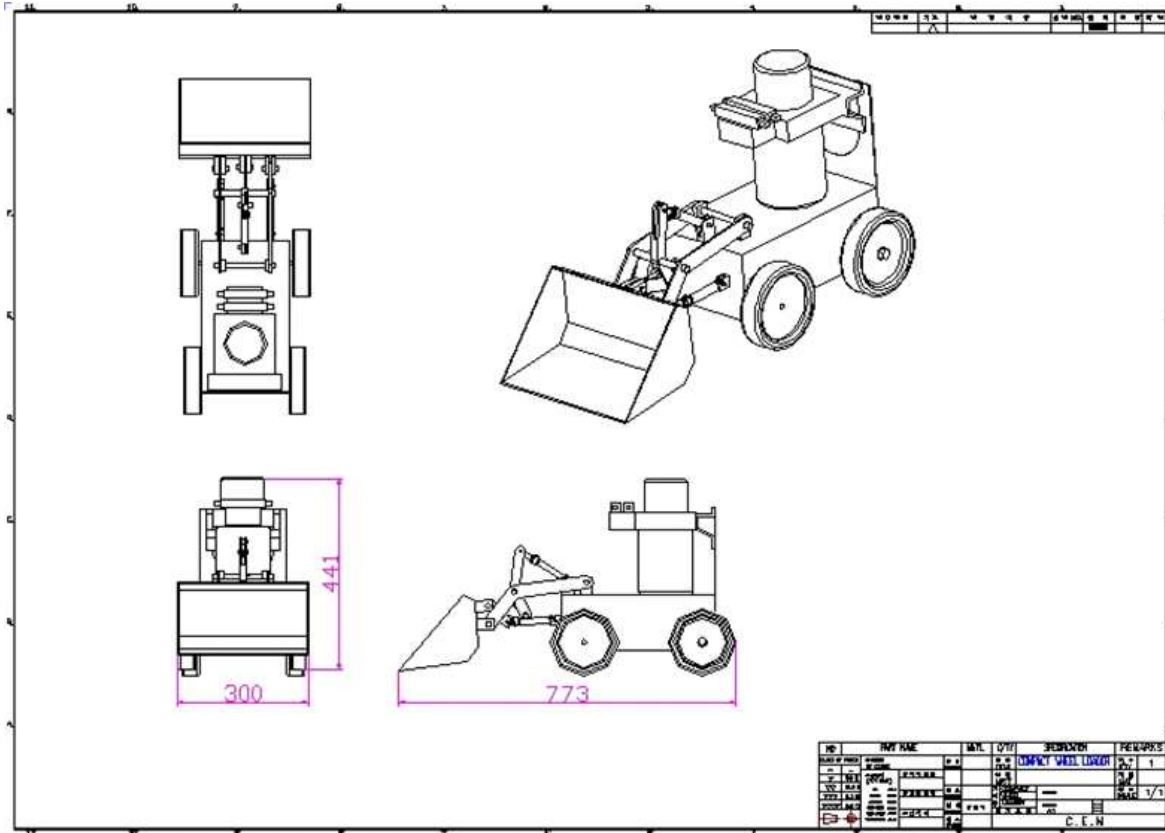
<실제 기구부>



<CATIA를 이용한 최종 설계 이미지>

- 실제 몸체 부분에 바퀴를 부착해 놓은 모습이다. 버킷 부분은 가공업체 문제로 제작에 문제가 있었기 때문에 우리가 실제 도면을 가지고 스티로폼과 폼팩스를 이용 하여 만들어 놓았던 모형을 버킷부부만 분리해 내어 실제 body 부분과 접촉시켜 놓아 보았다. 버킷과 지면과에 거리 수평축 회전 상하 움직임은 상세설계 시 결과와 같이 애로사항은 발생하지 않았다.

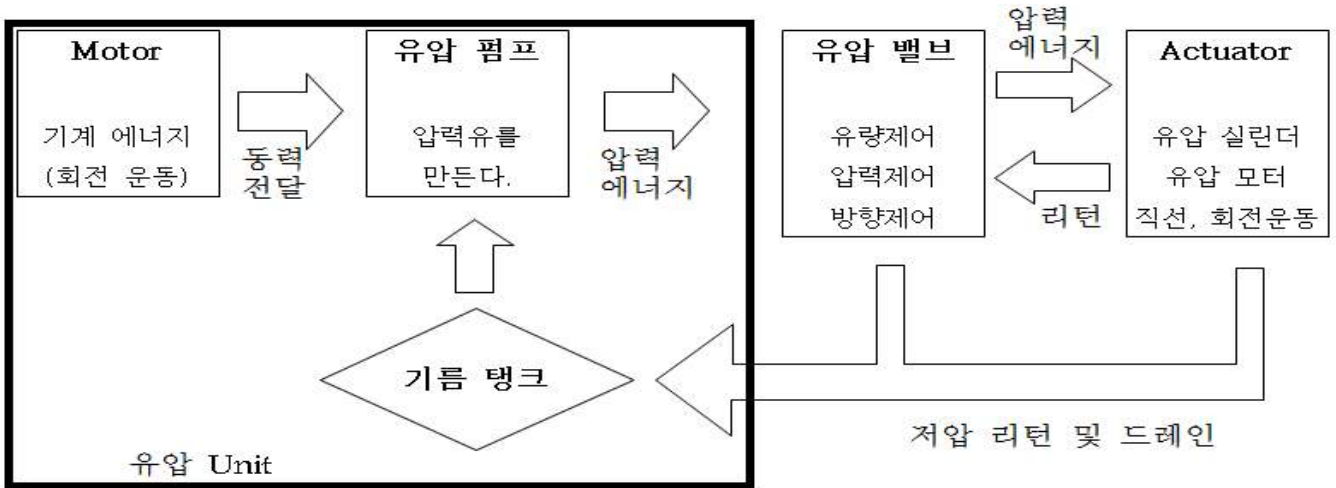
제 2 절 사양서



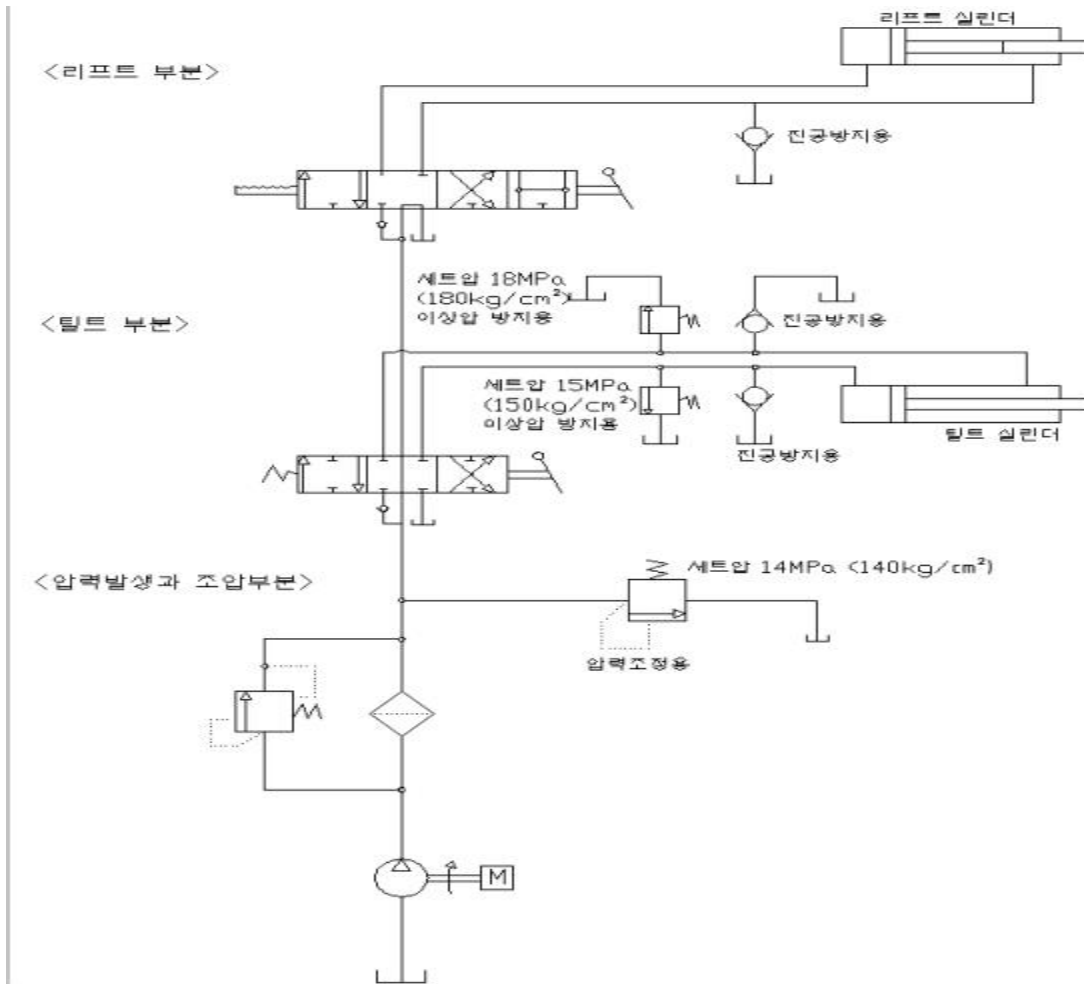
버킷 용량(m ³)	0.003375 m ³
장비 중량(kg)	30 kg
출력 (W/RPM)	100W / 28RPM
전장*전폭*전고	744mm*300mm*434mm
주행속도(전,후진)	20cm/s, 20cm/s

제 3 절 시스템 구성도

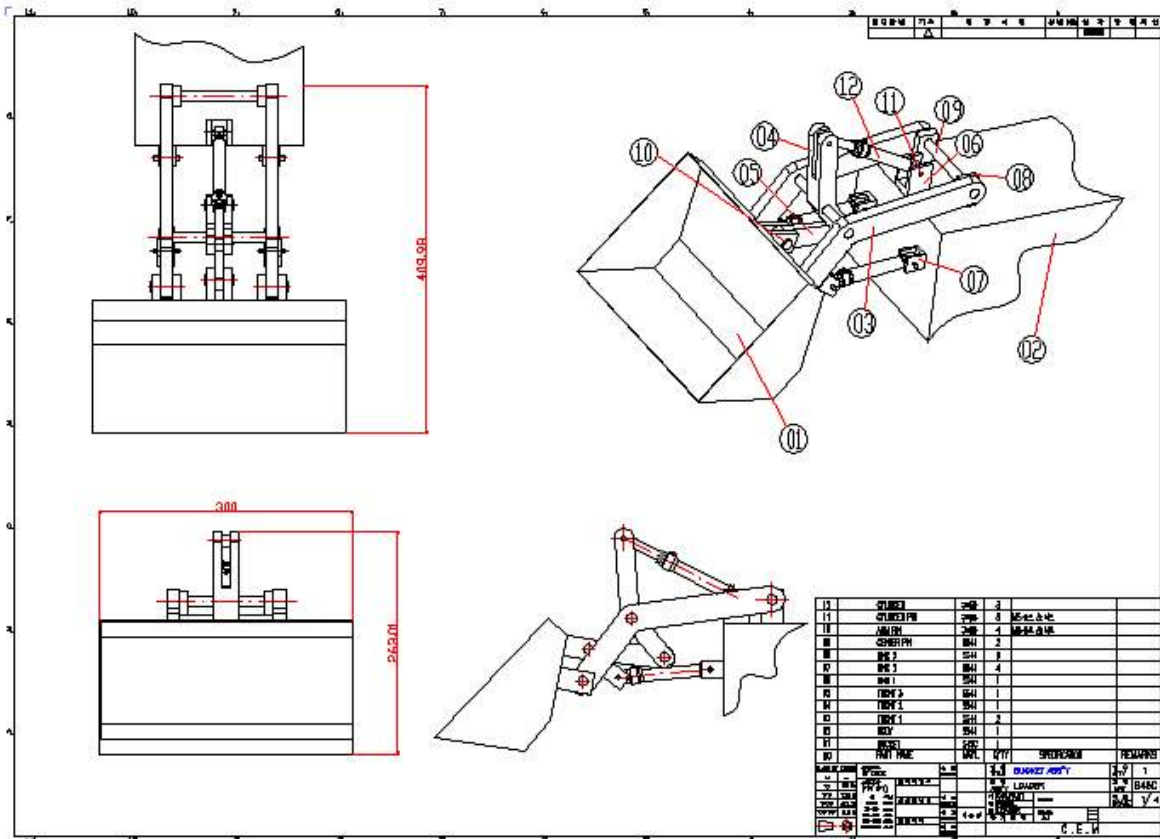
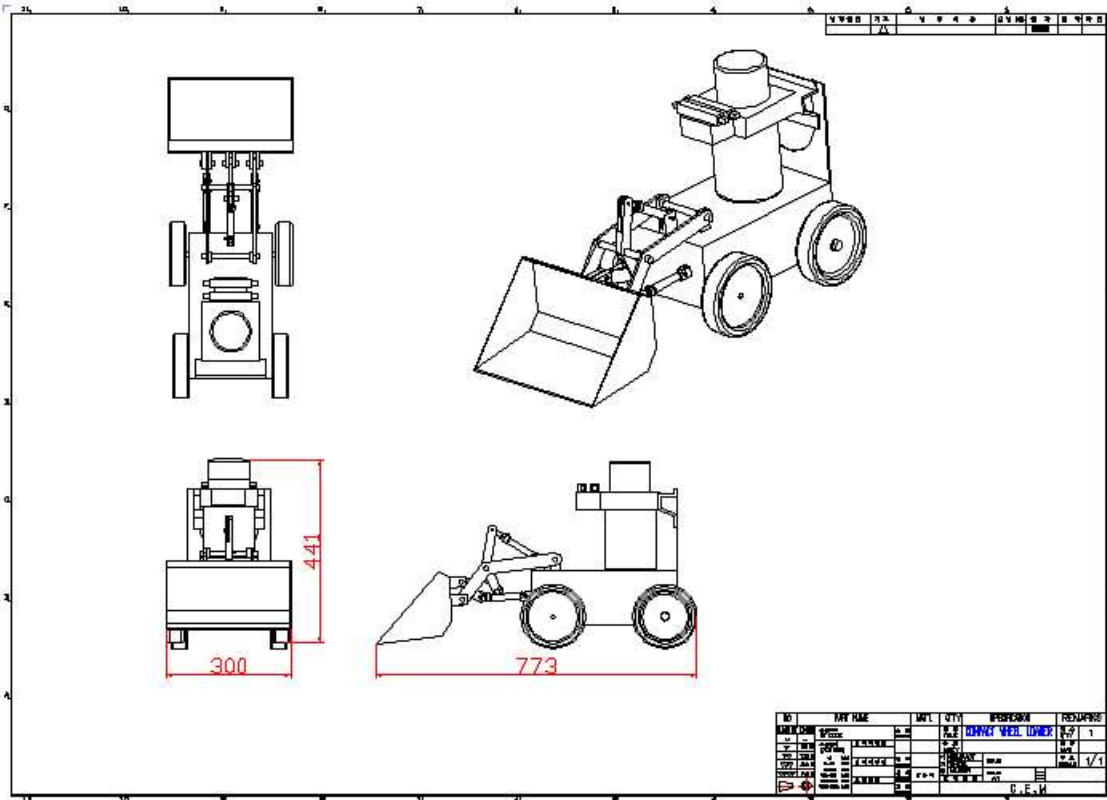
- 유압 구성도 -

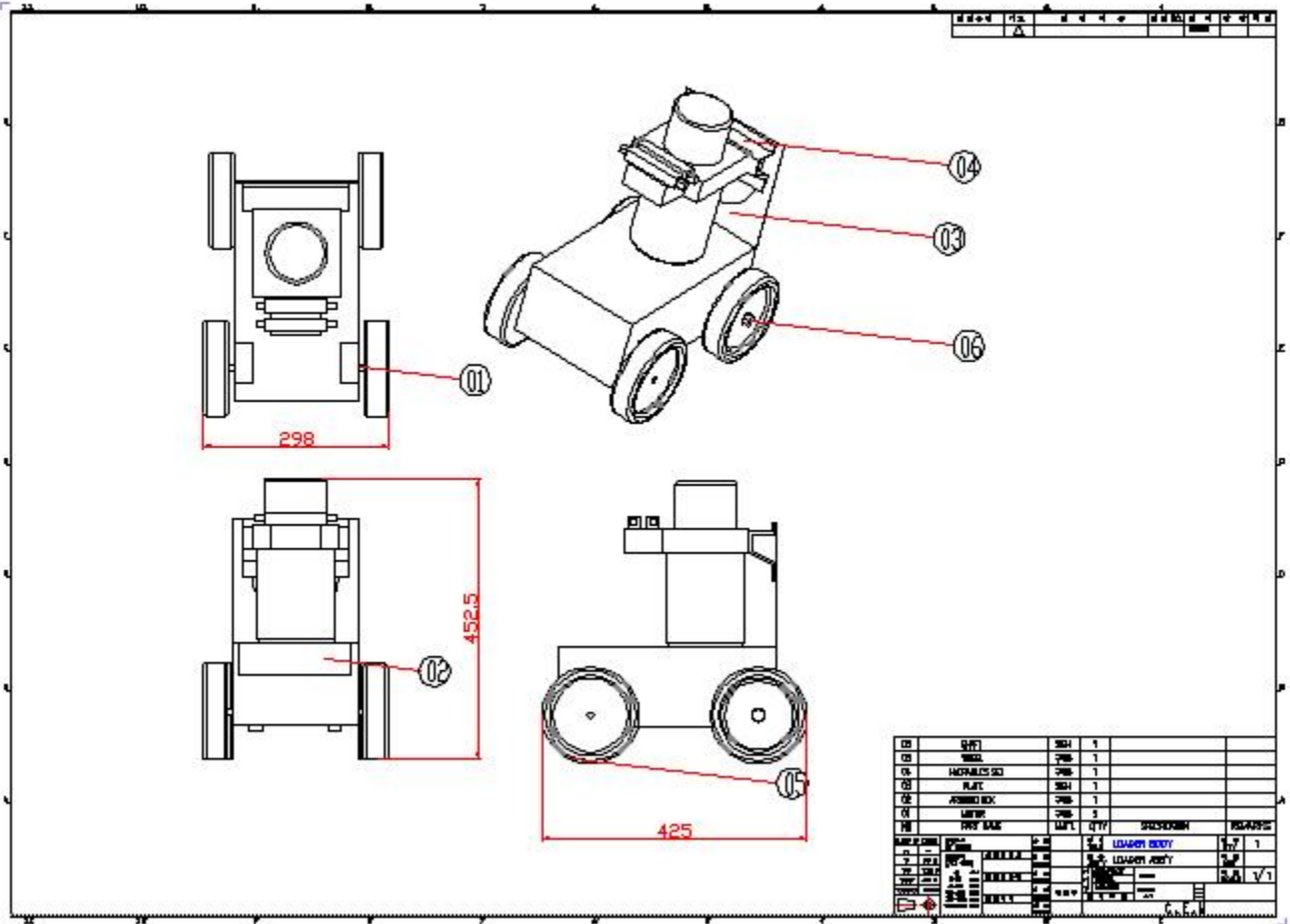


시제품 휠 로더 작업장치의 유압회로도를 아래 그림과 같이 설계하였다.

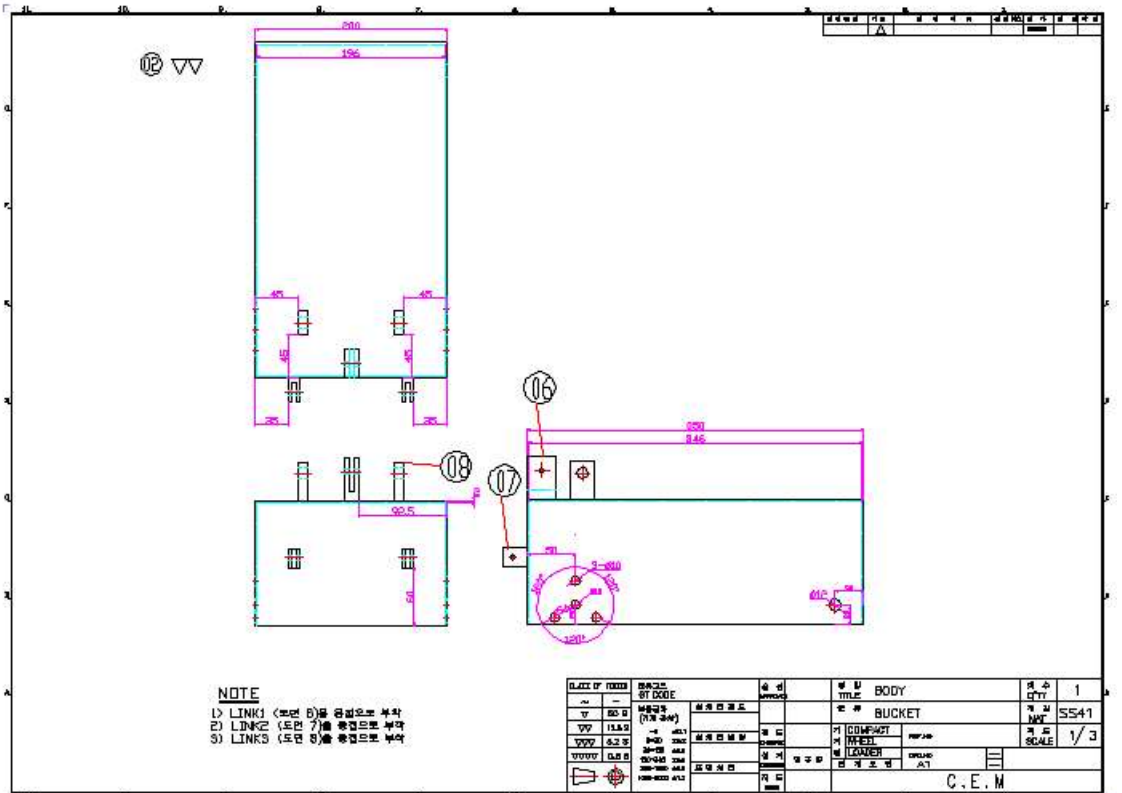
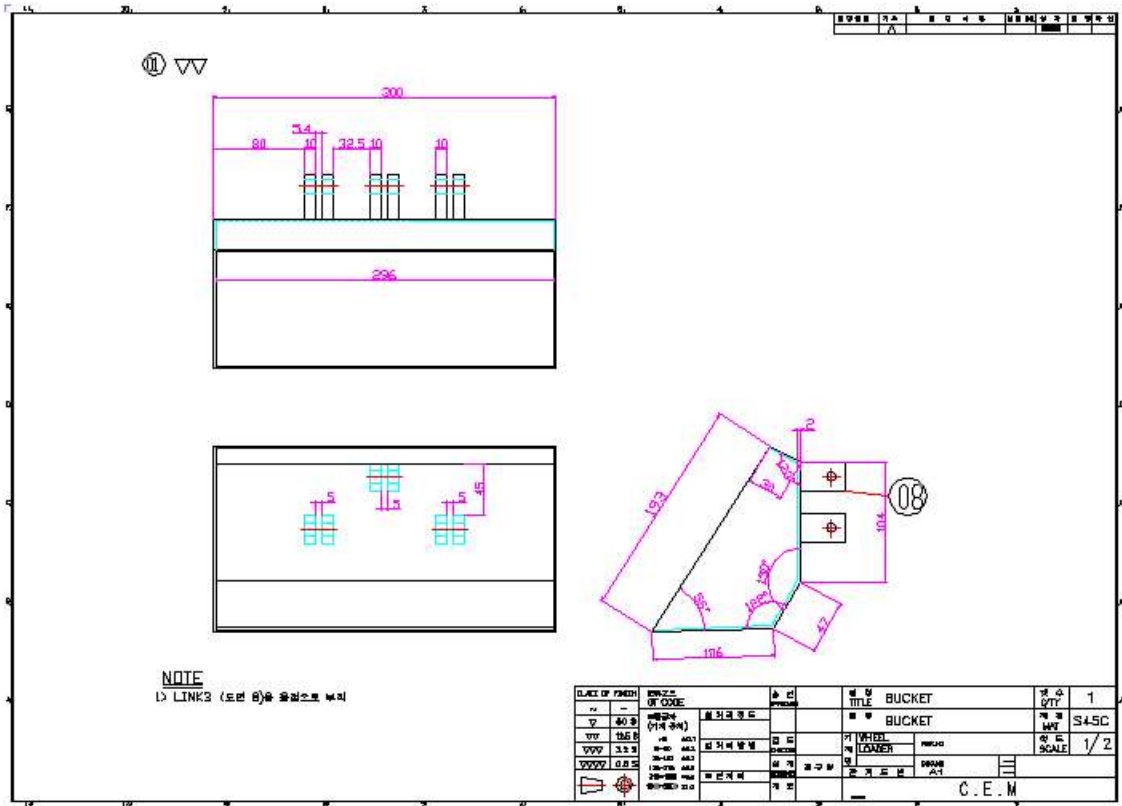


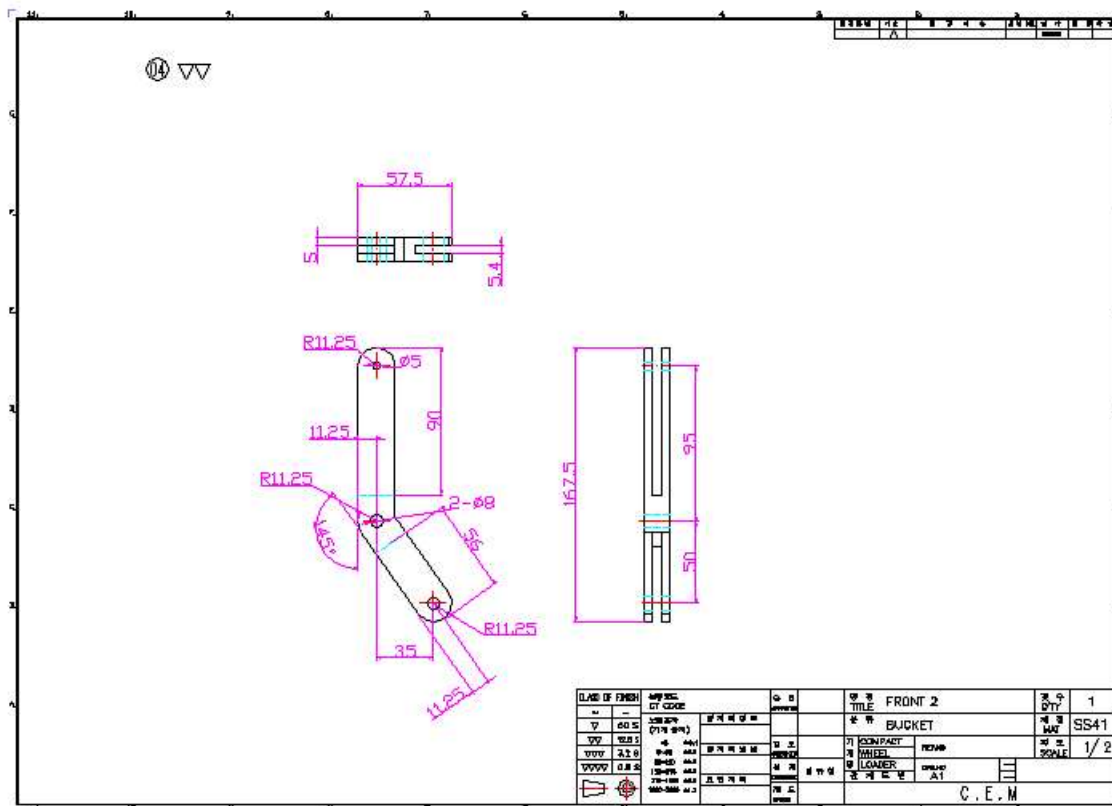
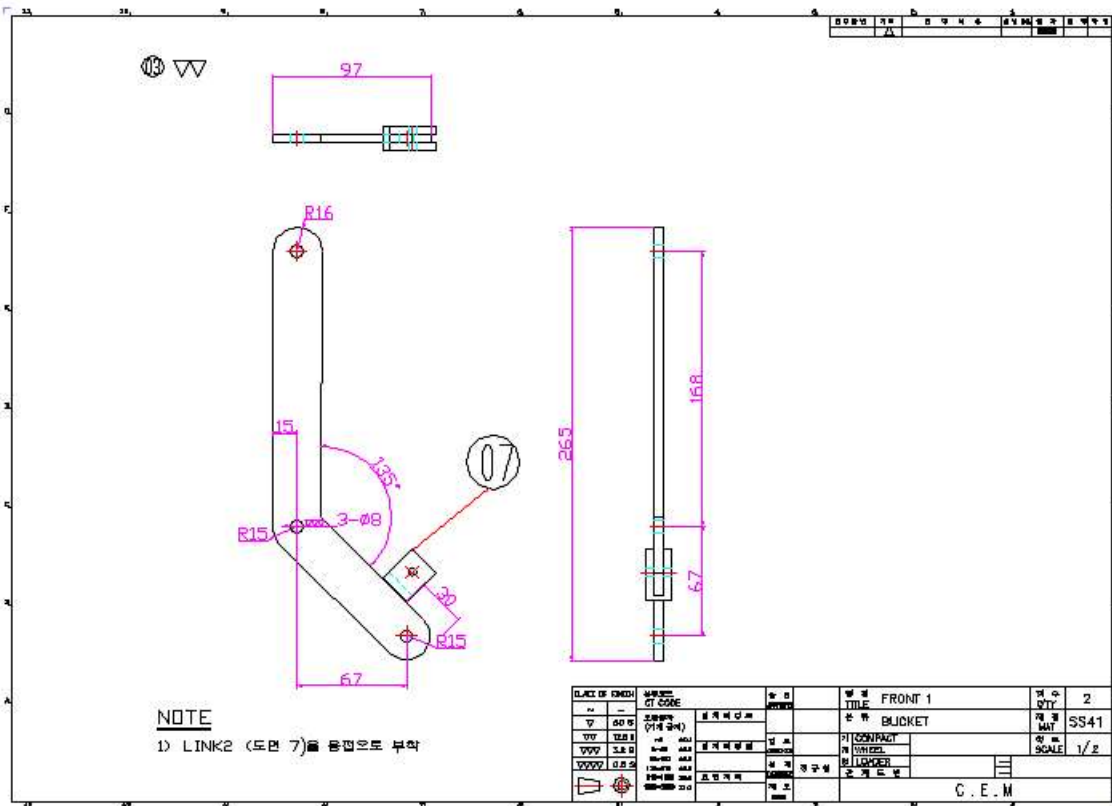
제 4 절 시제품 조립도

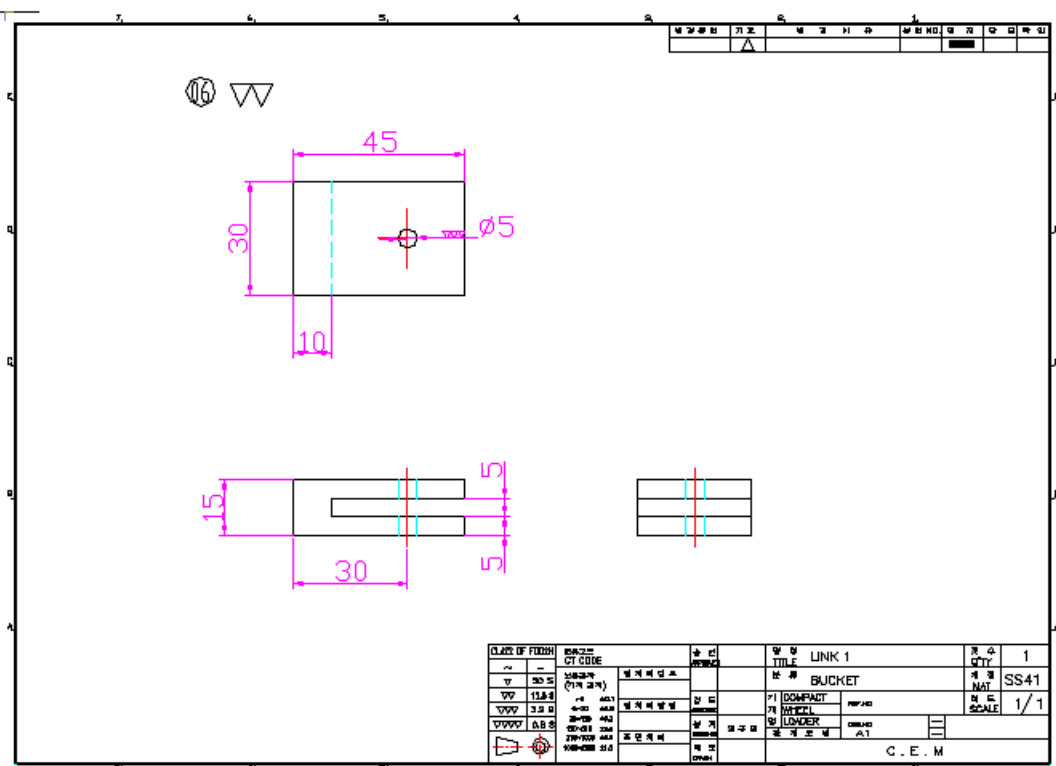
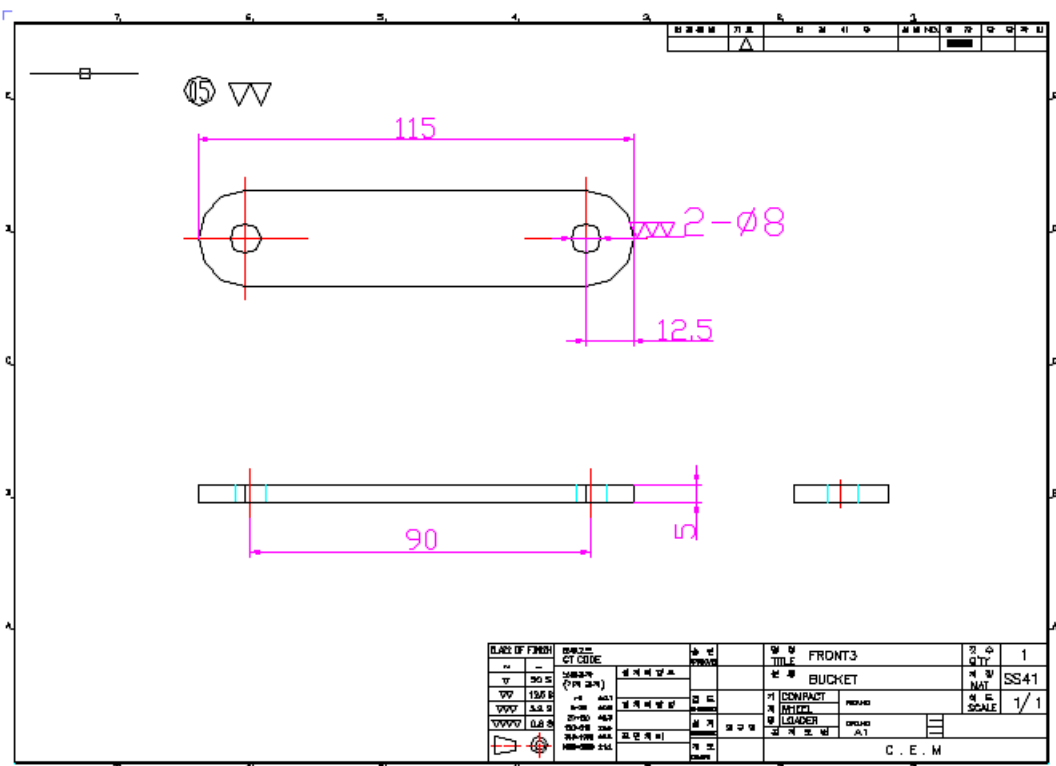


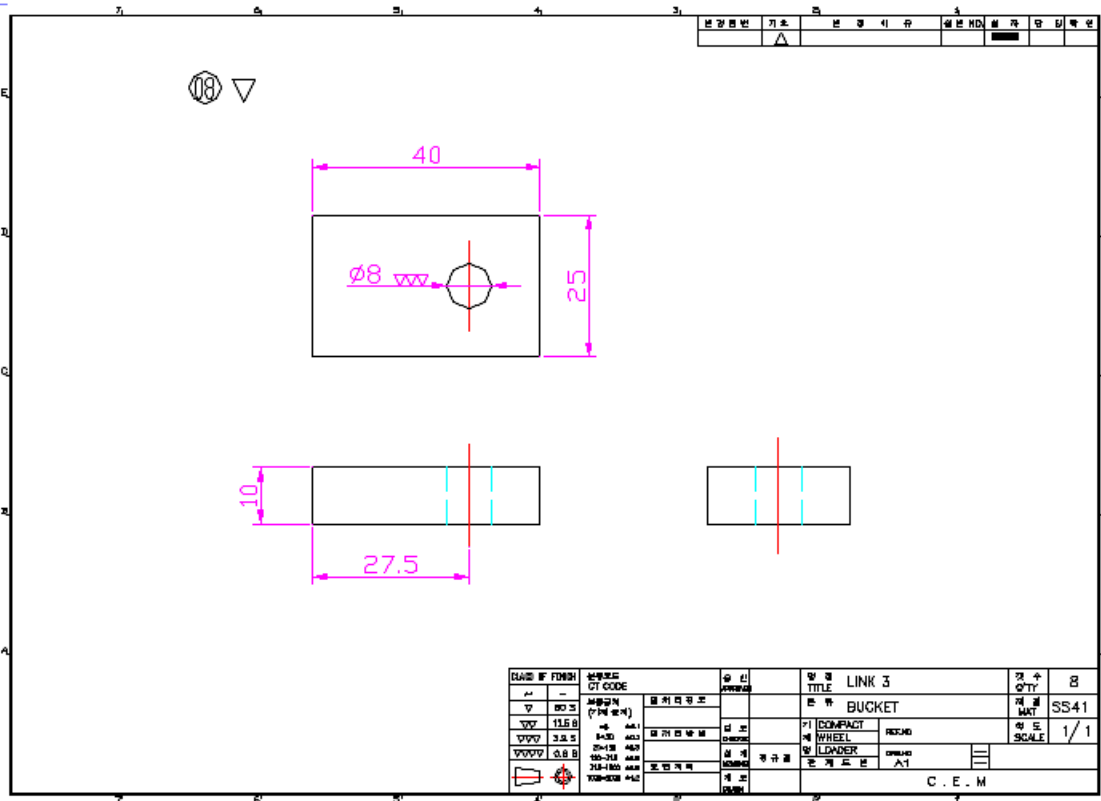
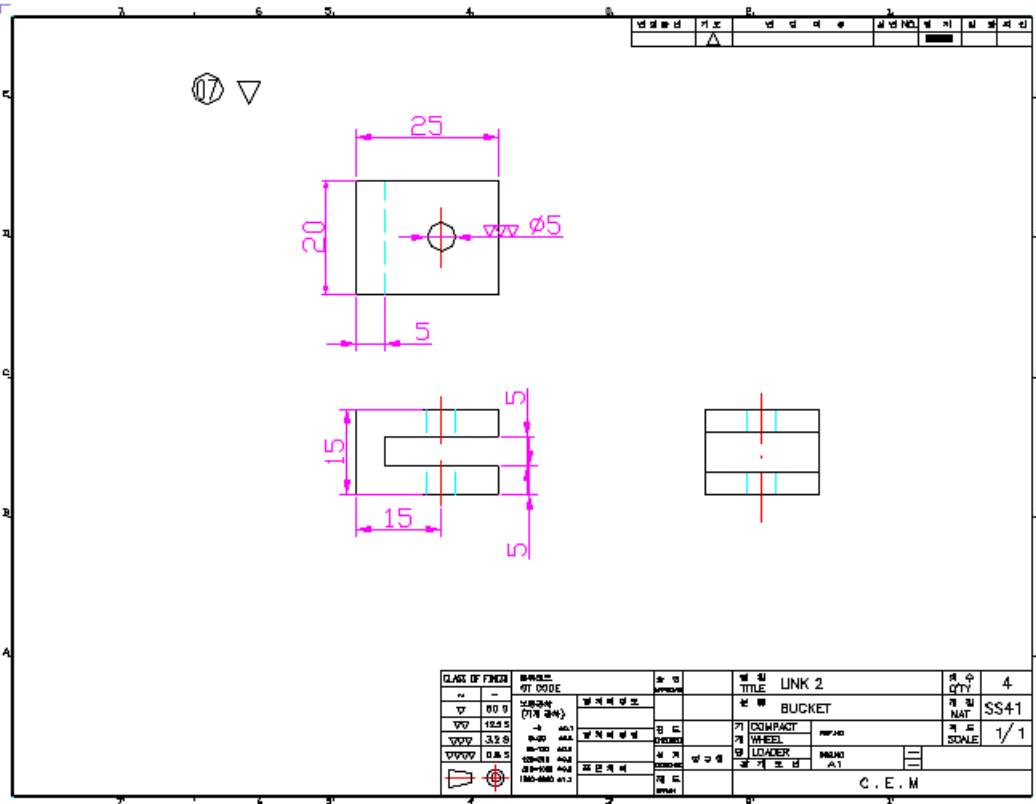


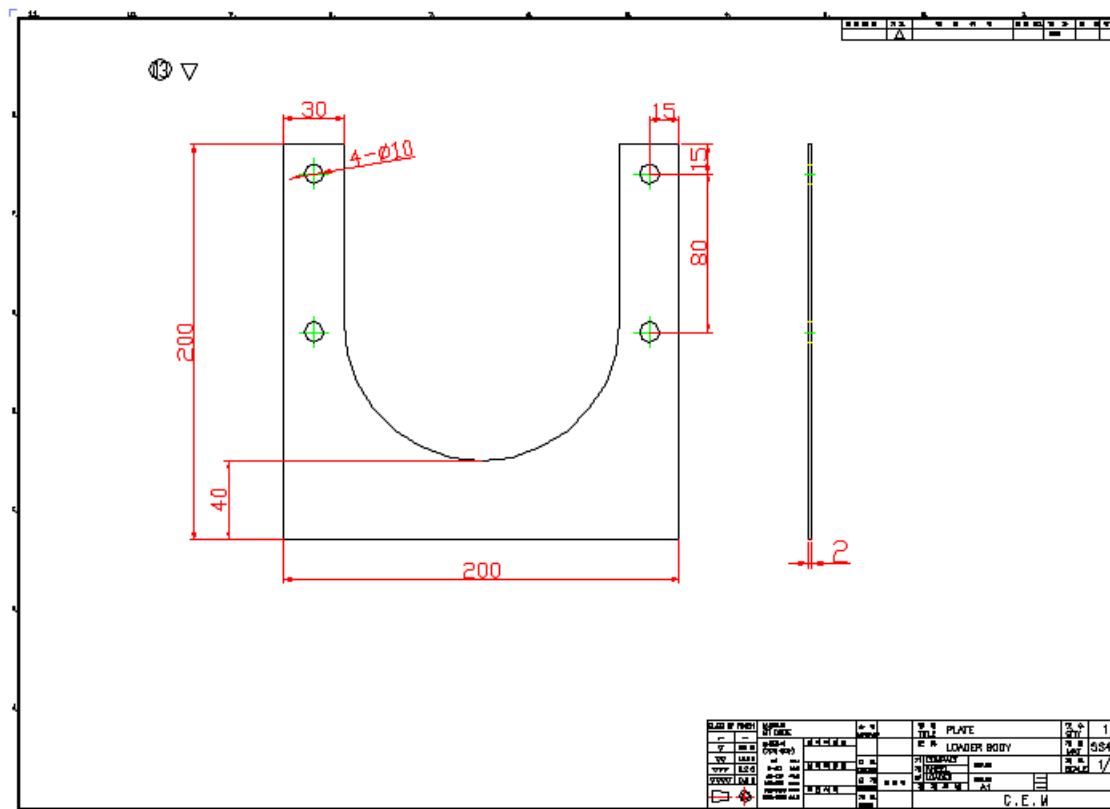
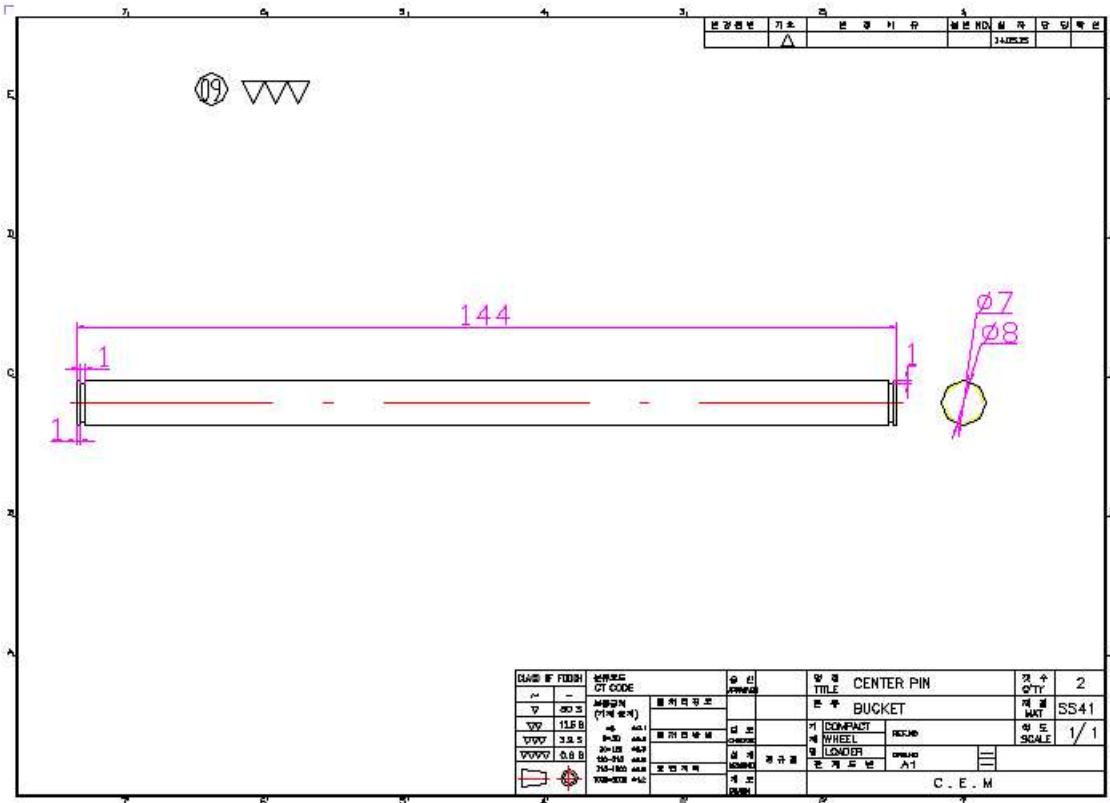
제 5 절 시제품 부품도











제5장 성능평가

제1절 정량적 목표의 분석 검토

평가항목	목표	단위	평가(측정)방법	측정조건	측정시행횟수
모델 사이즈	DL 200을 1/10 축소	m ³	×	×	×
버킷용량	0.003375m ³ (흙 적재량 6 kg)	kg	×	×	×
총무게	25kg~30kg	kg	×	×	×
속도	20cm/s	m/s	×	×	×

제2절 평가결과 및 분석 결론

평가한 항목들은 정량적 목표를 기준으로 만들어진 항목이다. 시제품 제작 시 실제 휠 로더 4가지의 모델 중 DL200을 대표 모델로 선정을 하여 1/10 사이즈로 설계를 하고자 하였고 비록 모방이긴 하지만 DL200모델의 모든 것을 모방하지 않고 버킷부분과 주행부분은 1/10스케일에 맞게 관절부분의 설계를 하였고 그에 맞는 강성이나 비틀림에 버틸수 있는 재료 선정 등 여러 면으로 재품제작에 필요한 설계를 하였다. 그러나 프레임 부분의 설계과정에서 시제품의 무게중심에 대한 정역학적인 무게중심 계산이나 버킷부분의 외력작용에 따른 비틀림 해석 등 몇몇 부분에서 단순화된 해석만 하였을 뿐, 직접적인 역학적계산 및 해석을 않은 상태에서 시제품에 설계 과정을 진행하였다. 이런 몇몇 부분에서 공학적 요소들이 포함되지 않은 설계 결과를 토대로 진행하려했기 때문에 시제품 제작 승인에 많은 시간을 소모했으며 승인이 되었지만 여태까지 미뤄왔던 많은 문제들 때문에 시제품 제작에 실패하였다. 결과적으로 성능 평가란 에 정량적 목표와 시제품의 평가 분석이 이루어질 수 없었다.

제6장 결론

제1절 설계 문제점 및 종합 분석 보고

C.E.M 조는 2014년 6월 10일 발표 이전까지 시제품 제작과 시운전 과정, 정량적 목표 달성치 확인, 최종 결론을 이끌어내지 못하였다. 하지만 최종결론까지 이끌어내지 못한 주된 원인들을 찾아내고 분석하는 과정을 통해, 완성단계에 다가가지 못한 현 상황에 대한 반성과 이일을 교훈삼아 후에 사회생활에서 2014년도의 설계 프로젝트를 통해 체험하였던 경험을 바탕으로 성공할 수 있는 밑거름이 되고자 완성되지 않았지만 이번 설계프로젝트에 대해서 연구과정에 대한 고찰을 해보았다.

제 1 장 C.E.M 조의 설계 프로젝트 연구과정 고찰

제 1 화 C.E.M 조 결성 과정

C.E.M 조는 기계·자동차공학부 기계공학전공의 중요 과목인 기계설계프로젝트(1) 진행 과정에서 건설기계특성화트랙에 지원한 학생들(팀장 전재진 외 4인)으로 결성된 팀이다.

C.E.M조는 조원 개인의 관심분야와 개개인 능력을 고려하여 업무전반을 총괄하는 팀장(전재진,08학번), 시장조사(장준혁08학번), 설계(정규철,08학번), 자료수집(장진욱,09학번), 문서작업(전영탁,09학번)으로 각각 팀장과 팀원들의 업무분장을 기획하였다.

제 2 화 C.E.M 조 업무 진행 방법

C.E.M 조의 활동방식은 실제 팀원들이 한 장소에 모여 회의를 통하여 진행방법을 결정하고 결과를 도출해내는 방식이 아닌 각자 자료를 수집하고 메시지를 통해 그 자료들을 토대로 연구과정을 진행하였다. 이런 활동방식이 지속된 이유는 조원들의 거주지에서는 학교로 접근하는 것이 용이하지 않았으며, 학교에서도 오랫동안 진행할 수 없었기 때문이었다. 하지만 이런 업무 진행 방법은 이번 설계 프로젝트 연구과정에 상당한 악영향을 주었다.

제 3 화 C.E.M 조 팀원들의 불화 발생 과정

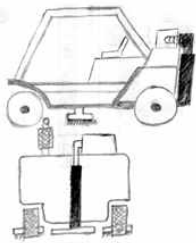
C.E.M 조는 잘못된 업무진행 방법에 의해 팀장과 팀원 간의 불화가 시작되었다. 주된 불화의 시작은 팀원 간의 역량 차이로 인해 발생하는 연구 수행 분배와 양의 차이, 진행과정 중 팀원들은 학기 초 기획했던 업무 분장으로만 업무수행을 하여 분량이 많은 부분에서는 서로 도와주지 않는 등으로 불화가 시작 되었고, 발생시점은 중간보고서 제출 기간 동안 발생하였다. 여파로 팀원이 설계프로젝트 진행 도중 팀에서 나가게 되는 상황이 발생하였고, 이 문제로 결속된 팀에 팀워크에 대한 혹평을 받을 수밖에 없었으며, 인원부족으로 인한 업무 부담은 팀 불화의 연속에 크게 작용되었다.

“제1장 “ C.E.M 조 설계 프로젝트 연구과정 고찰 종합적인 분석

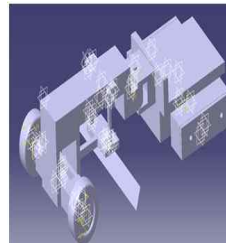
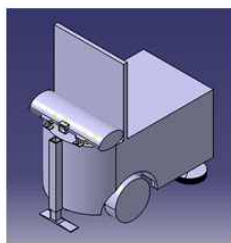
C.E.M 조가 설계프로젝트 실행 과정에서 악영향을 끼친 주된 요인 중 하나인 팀워크 부재를 주제로 고찰해 보았다. 몇몇의 사소한 판단이 시간이 지날수록 견잡을 수 없이 상황이 악화되었다. 이번 설계 프로젝트를 통하여 프로젝트를 진행함에 있어 팀워크가 가장 중요하다는 것을 알게 되었다.

제 2장 C.E.M 조의 “설계 과정” 에서 드러난 문제와 대응방안 고찰

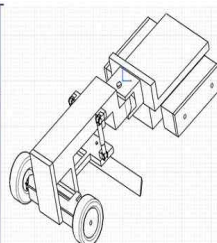
제 1 화 C.E.M 조의 아이디어 선정 과정



<지게차를 이용한 흡진 탱크 설계>



<교육용 모터그레이더 설계>



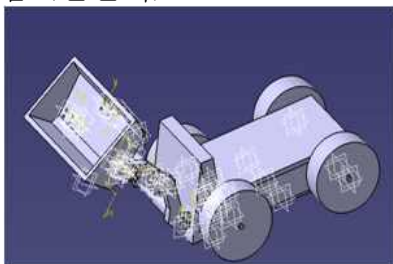
건설기계를 주된 대상으로 하는 아이디어 선정 과정은 당시 건설기계에 대한 이해도 부족으로 아이디어 선정에 곤란은 겪었다. 처음 선정한 아이디어는 <지게차를 이용한 흡진 탱크 설계>인데, 시제품 시연에서도 문제가 있었지만 건설기계트랙에 맞는 건설기계에 대한 기술적이나 역학적인 부분에 부합하는 부분이 없었기 때문에 아이디어 변경을 하게 되었다.

이후 건설기계 중장비를 직접적으로 다루는 것이 좋을 것이라는 판단에 다음 아이디어로는 <교육용 모터그레이더 설계>를 선정하였고, <교육용 모터그레이더 설계>를 주제로 설계를 진행하면서 설계프로젝트(2)로 넘어와 진행을 하였지만 교수님과의 면담을 진행하던 중 시제품이 나온다면 시연을 고려하여야 한다는 점이 문제점으로 지적 되었다. 우리의 목표에서 가장 중요한 점 중 하나가 모터그레이더의 움직임인데 특유의 구조로 인해서 한정된 시연공간에서 운전을 하기에는 회전 반경이 넓은 등 시연을 하는 데에 있어 부적합하다는 것을 깨닫게 되어 시제품 도면 제작까지 진행하였음에도 불구하고 또 다시 주제를 변경을 하게 되었다. 그리하여 건설기계의 아이디어에도 부합하며 시연의 가능성을 염두에 두고 3월 24일경 현재 아이디어인<소형 휠 로더 설계>로 최종 선정하게 되었다.

제 2 화 C.E.M 조의 시제품 설계와 문제점 발생 시 대응방안

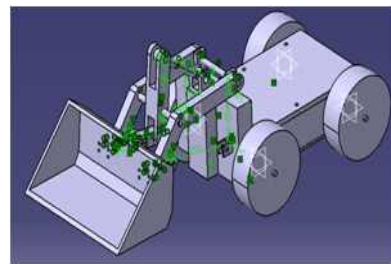
변경된 아이디어를 바탕으로 시제품 설계에 돌입하였을 당시 CAD프로그램 조작과 도면 제작에 대한 어려움을 겪고 있었다. 여기서 다른 팀과 C.E.M 조의 문제점 대응방안이 확실히 다른데, 다른 팀의 경우 여러 부분 물어가면서 부족하더라도 만들어 내었지만 C.E.M 조의 경우 진행을 더디게 진행하면서도 교수님께서 피드백을 주신 것에 대해 느리게 반응을 하였다. 이 부분 또한 시제품 설계 시 악영향을 끼친 주된 요인으로 판단한다.

설계의 문제점 (전반적)

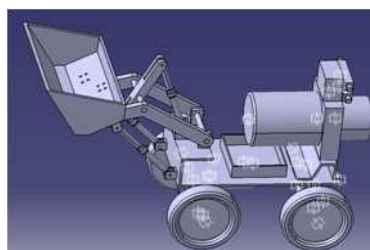


관절부와 바디부의 연결 불안정

->



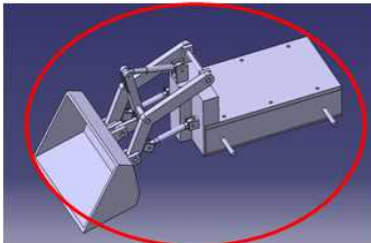
버킷의 작업 불가능



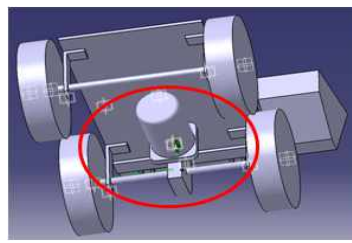
-> 유압 장치의 배치 미숙

소형 휠 로더 의 처음 설계에서는 마구 잡이 식의 구조설계를 하였고 관절부분과 바디부분을 연결하는 연결부위에 가해지는 힘을 버티지 못하는 구조적 결함을 발견하여 수정하게 되었다. 두 번째 설계는 가공 가격 뿐 만이 아니라 버킷의 관절이 버킷을 제대로 작동시키지 못하는 구조적인 결함이 발견되어 수정하게 되었고, 세 번째 설계는 유압장치의 잘못된 설치로 다시 한 번 수정하게 되었다.

설계상의 문제 (세부적)

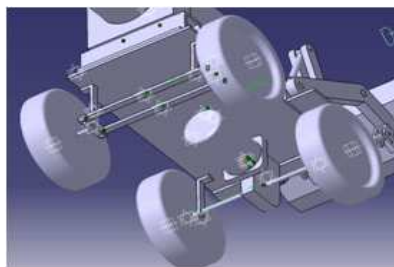


두께가 불필요 할 정도로 두꺼운 설계
축과 전체 하중을 고려하지 않은 설계



모터 1개를 사용한 동력부 설계
휠의 내구성 및 Slip을 고려하지 않은 설계

“제 2 장” C.E.M 조 “설계 과정” 에서 드러난 문제와 대응방안에 대한 종합적인 분석



아이디어 선정과 설계 과정에서 나타난 여러 가지 문제점과 그 문제점에 대한 안일한 대응방안이 결론적으로 시제품의 승인이 되기까지 한 달 가까이 보류되는데 많은 부분을 차지하고 있었다고 판단한다.

제 3 장 C.E.M 조의 업체선정 과정과 이후 발생된 문제점 대응방안 고찰

제 1 화 C.E.M 조의 업체선정 과정

3월 경, 교육용 모터그레이더 설계에 대한 주제로 시제품 설계 도면을 바탕으로 업체선정에

들어가게 되었다. 시제품 제작을 위해서는 가공해야 할 요소들이 많았기 때문에 대구 내에 위치한 회사들(모아커팅테크날리지, 제일테크, 신창레이저)로 전화나 방문을 통해 가공가격 등 적합한 회사를 찾아보고자 진행하였다.

그중 M-TECT를 가공·제작업체로 선정하게 되었는데 이유는 타 회사들과는 달리 진행과정에 대해 상세한 자문을 받을 수 있었으며, 공장 내의 공구 등 직접 가공할 때 필요한 부분들을 진행해 주겠다는 것과, 가공이 필요한 부분 이외에 유압장치 설계에 대해서도 진행에 도움을 주겠다는 제안이 있었기에 타 팀과의 진행속도가 전반적으로 늦었던 C.E.M 조의 입장에서는 최선의 방법이라고 판단하였다.

제 2 화 C.E.M 조의 업체선정 이후 발생된 문제점에 대한 대응방안

이후 여러 가지 문제점과 아이디어 변경이 있었지만 M-TECT 업체를 찾아가 제품 가공을 맡기면서 시간의 시급함을 이야기 하면서 부탁을 드려 최대한 빠르게 제작을 해 보겠다고 대답을 들었다. 그리고 마침내 C.E.M 조는 모든 승인이 난 상태에서 마지막으로 추후 5월 28일에 찾아가 견적서와 타견적서를 재요청하면서 진행 상황을 파악하고 다음날까지 견적서와 타견적서를 주기로 하였다. 그러나 메일을 주지 않아 연락을 드렸지만 응답이 없었고 그리고 1~2일 간 계속 연락을 하였는데도 연락이 되지 않아 직접 찾아가 보았지만 사장님과 만날 수도 없었는데 6월 5일이 되서야 회사 내의 사정이 생겨 작업이 불가능하다는 통보를 받게 되었다. 그 이후로도 C.E.M 조와의 연락을 피하였으며 연락이 되더라도 두절되었다. 그리하여 진척이 된 만큼의 부분만 먼저 가지고와 다른 작업 공간을 구하여 자체로 추가 가공을 하면서 진행을 하였다.

“제 3 장” C.E.M 조 업체 선정에서 드러난 문제점 대응방안에 대한 종합적인 분석

제 1~2 화까지는 업체선정 과정에서 제작 과정 까지 발생한 문제에 대해 상세히 나열하였다. 가장 결정적 문제점은 시제품 제작 시 구매업체를 한 곳에서만 진행했다는 것이다. 업체 선정당시 시제품 제작에 각기 다른 요소들을 구매하는데 적합한 업체를 나누어서 선정하여야 했지만 한 업체에 대부분을 진행하게끔 유도하였고, 이후에 발생하는 문제에 대해서 대비하지 못했으며 해결하지도 못하였기 때문에 현재와 같은 상황에 처해 있는 것이라 판단한다.

제2절 결론 및 향후 계획

결론

C.E.M 조의 시제품 제작 시 결점 요인들로 작용한 요소들을 크게 3가지로 나누어 발생했던 상황을 설명하였다. 이런 요소들 중에서 설계 프로젝트 연구 과제의 가장 영향을 많이 끼친 항목은 팀워크 부재로 인한 문제 발생이라고 판단할 수 있다.

연구를 행하는 팀의 분열은 이런 문제에 대해서 해결책을 만들어주지 못한다. 팀을 이루어 목적을 이뤄야하는 연구과제들은 분명히 개개인의 능력으로는 이끌어낼 수 없는 부분과 진행해야하는 분량도 많으며 난이도 또한 상당히 높다. 이럴 때 개개인이 하나의 팀이 되어서 서로에게 부족한 부분을 채워주면서 시너지 효과를 냈을 때조차 목표 달성에 어려운 부분이 많은 데에도 불구하고 오히려 팀원들과의 의사소통이 원활히 이루어지지 않고 마찰이 생기게 되면서 이루어야 하는 목표 달성과는 더더욱 멀어질 수밖에 없었다.

비록 C.E.M 조는 이런 문제를 해결하지 못하여 정략적 목표 달성에 도달하지 못한, 설계 과정을 진행하였다. 하지만 이와 같은 경험이 팀원들이나 C.E.M 조를 지켜봐 온 사람들에게는 경각심을 일깨우고 바람직한 방법을 이끌어낼 수 있고, 이후 설계 프로젝트를 시작하는 후배들에게 길잡이가 될 수 있었으면 한다.

향후계획

현재 최종 발표가 끝났으며, 건설 기계 사업단에서는 설계 프로젝트 예산 책정 기간이 끝난 상황이다. 그러나 이후 추가적인 진행지시(시제품 제작, 성능평가 등)가 있다면 우선 설계프로젝트 과정 진행 중 결점에 가장 큰 원인이 되었던 팀원 간에 발생한 문제점을 해결하는 것을 최우선목표로 진행할 것이며, 설계부분에서 지적되었던 사항 또한 지금까지의 문제점 분석을 토대로 목표 달성에 집중하도록 하겠다.

[참고문헌]

이주성. 『건설기계 실무』. 도서출판 : 건기원, 2007년

안민홍 · 장익규 · 한경. 『건설기계공학 실무』. 도서출판 : 골든벨, 2013년

이주성. 『실용건설기계공학』. 도서출판 : 보문당, 2000년

박영재 · 손길상 · 이영진 · 장익규. 『최신건설기계공학』. 도서출판 : 삼성북스, 2010년

고현배 · 박광암 · 손길상 · 이재경, 『건설기계공학』. 도서출판 : 골든벨, 2013년

[참고 사이트]

두산인프라코어

http://www.doosan.com/doosaninfracorece/kor/kr/products.do?cmd=selectProductImageList&category_seq=cekor0005

대양이앤브이

<http://www.skidloader.kr/html/400.html>

KOPACK eng

<http://www.kopackeng.co.kr/>

RC굿닷컴

<http://www.rcgood.com/>