

2015년도

자동차공학 설계프로젝트 최종 보고서

과제명 : 지게차 안정성을 높이기 위한 클램프 설계

(Mast designed to improve the stability forklift)

팀명: 아리솔

2015. 06.

대 구 대 학 교 기계·자동차공학부

2015년도

자동차공학 설계프로젝트 최종 보고서

과제명 : 지게차 안정성을 높이기 위한 클램프 설계

(Mast designed to improve the stability forklift)

2014년 09월 01일 ~ 2015년 06월 30일

팀명: 아리솔

자동차공학 설계프로젝트 최종보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

2015. 06.

대 구 대 학 교 기계·자동차공학부

제 출 문

대구대학교 기계·자동차공학부 학부장 귀하

본 보고서를 대구대학교 기계·자동차공학부 설계프로젝트 과제
‘지게차 안정성을 높이기 위한 클램프 설계’의 결과보고서로 제출합니다.

과제기간 : 14. 09. 01 ~ 15. 06. 30.

2015. 06.

지도교수 :	임 학규	(인)
대표학생 :	김 인수	(인)
참여학생 :	박 한진	(인)
	손 승모	(인)
	이 용식	(인)
	장 명광	(인)

최종보고 요약문

과제명	지게차 안전성을 높이기 위한 마스트 설계
팀명	아 리 솔
팀원	김인수, 박한진, 손승모, 이용식, 장명광
과제기간	2014년 09월 01일 ~ 2015년 06월 30일

1. 연구개발 목표

지게차는 인력운반 및 하역작업에 편리성 때문에 국내 산업 현장에서 널리 사용 되고 있다. 과거에는 작업이 한정적이었지만 최근에는 다양한 어태치먼트의 개발로 다양한 작업이 가능하다. 편리성과 작업의 다양성 부분에서는 많은 개발이 이루어졌지만 아직도 화물 낙하 , 전방 시야확보 어려움 등 많은 산업재해가 발생하고 있다. 그중에서 인명 피해도 많이 일어나고 재산적 피해도 많은 화물 낙하에 중점을 두고 개발을 실시할 것이다. 안전성을 높여 주면서 작업의 효율을 높여 안전 과 작업 두 부분을 모두 효과적으로 이용 하는 것에 목표를 두었다.

2. 연구개발 내용 및 범위

지게차에 화물을 싣고 화물 운송 시 물체의 낙하로 인하여 작업자의 사망 사고 및 부상, 재산손실이 발생하기에 이를 막고자 화물을 지지 할 수 있는 부착물을 장착하여 안정성과 최대압력에 중점을 두고 설계를 진행할 계획이다.

우선 적으로 지게차 마스트 부분의 형상을 변형시킨 디자인을 CATIA 프로그램을 통하여 디자인 한 후 해석 프로그램인 midas NFX 으로 재질, 안전율, 응력, 변형률에 대한 검사를 하고 적절한 부품들을 조사하여 안정성을 높인 지게차 마스트를 설계,제작 할 것이다.

3. 개발 목표

지게차 화물 운반시 화물을 지지하여 낙하되는 사고를 미연에 방지 하고 공학적인 시각과 지식을 도입하여 불편사항 개선 지게차 선회 시 베일클램프에 발생하는 쓸림 현상의 힘의 정도를 측정하고 베일클램프의 높낮이에 따른 최고 안정높이 측정 현상 크기를 소형 지게차 SBF-15A 모델을 1:3.2 비율로 축소하여 선정 하도록 하였다.

4. 기대효과

부착물인 베일부착물인 베일클램프를 기존 지게차에 융합하여 안전성과 더불어서 작업능률향상으로 인해 지게차는 작업 현장에서 그 활용법이 다양 하게 많이 사용 할 수 있다. 이 지게차 마스트와 베일클램프 지게차의 기능은 지게차가 물건을 싣고 선회하면 관성력에 의해서 화물이 떨어질 가능성이 있지만 베일클램프와 융합으로서 화물낙하의 방지를 할 수 있게 구동된다. 화물 낙하를 방지 할 수 있게 되어 작업 속도가 빨라져 작업 효율도 좋아지게 된다.

목 차

제1장 서론.....	1
제1절 연구개발의 목적.....	1
제2절 연구개발의 내용 및 범위.....	2
제3절 기대효과 및 활용 방안.....	3
제2장 이론적 배경.....	4
제1절 접근방법.....	4
제2절 특허조사.....	5
제3절 특허조사 결과.....	7
제3장 연구개발 내용.....	8
제1절 개요.....	8
제2절 개발 장치.....	9
제4장 개념 설계 및 상세 설계	10
제1절 모델링 및 부품설명.....	10
제2절 부품 선정.....	12
제3절 재질 선정.....	15
제4절 커버 제작.....	17
제5장 실험.....	18
제1절 제품 사진.....	18
제2절 문제점 및 보완점.....	19
제3절 실험.....	20
제4절 실험 결과.....	23

제6장 결론	
제1절 결론.....	24
제2절 향후과제.....	25
제3절 제언.....	26
[참고문헌].....	27
[부 록].....	28

제1장 서론

제 1절. 연구개발의 목적

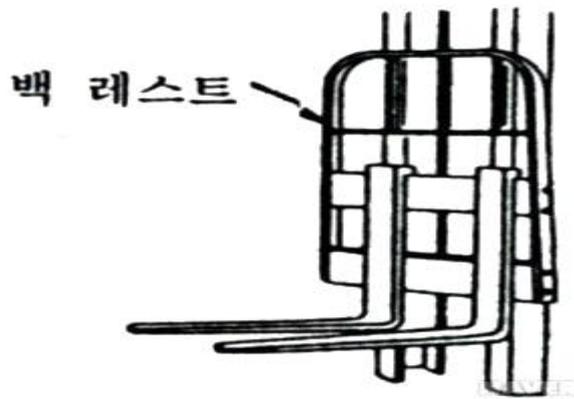
하역운반 작업 시 인력운반 또는 하역작업 등을 기계로 대체할 수 있는 편리성 때문에 지게차는 국내 산업현장에서 널리 사용 되고 있다. 과거에는 작업이 한정적이었지만 최근에는 다양한 어태치먼트의 개발로 다양한 작업이 가능하다. <그림 1-1>은 현재 개발된 다양한 어태치먼트 이다. 하역작업은 다량의 화물을 여러 장소로 운반할 수 있는 장점이 있으나 취급하는 화물의 대형화, 중량화, 고속화 등에 따른 새로운 형태의 산업재해가 발생하고 있으며 지게차로 인한 재해의 발생은 줄어들지 않고 있다. 특히 화물을 적재하고 운행 시 적재물이 낙하하여 인명피해, 재산피해 발생률이 높아지고 있다. 그리하여 화물낙하가 발생하지 않게 하기위한 지게차를 개발하는 것에 목적을 두었다.



<그림 1-1> 어태치먼트

제 2절. 연구개발 내용 및 범위

지게차의 마스트를 설계하고 포크 와 베일클램프를 융합하여 지게차 회전 시, 화물이 낙하를 방지하여 안정성의 기능을 높일 수 있도록 한 것이다. 이에 의거하여 <그림 1-2>백 레스트의 기둥에 베일클램프를 장착하여 포크와 베일클램프가 따로 작동하도록 함으로써, 사용자가 요구하는 대로 조정할 수 있도록 한다. 결과적으로 화물의 낙하를 방지하여 사고 및 손실을 예방할 수 있도록 구조적인 안정성을 높이는 것을 설계 목표로 한다. 우선 적으로 지게차 마스트 부분의 형상을 변형시킨 디자인을 <그림 1-3> CATIA 프로그램을 통하여 디자인 한 후 해석 프로그램인 <그림 1-4> midas NFX 으로 재질, 안전율, 응력, 변형률에 대한 검사를 하고 적절한 부품들을 조사하여 안정성을 높인 지게차 마스트를 설계, 제작 할 것이다.



<그림 1-2> 백 레스트



<그림 1-3> CATIA 프로그램



<그림 1-4> NFX 프로그램

제 3절. 기대 효과 및 활용 방안

지게차에 화물을 싣고 화물 운송 시 물체의 낙하로 인하여 작업자의 사망사고 및 부상, 재산손실이 발생하기에 이를 막고자 화물을 지지 할 수 있는 부착물을 장착하여 안정성과 최대압력에 중점을 두고 설계를 진행할 계획이다. 부착물인 베일클램프를 기존 지게차에 융합하여 안전성과 더불어서 작업능률향상으로 인해 지게차는 작업 현장에서 그 활용법이 다양하게 많이 사용 할 수 있다. 이 지게차 마스트와 베일클램프 지게차의 기능은 지게차가 물건을 싣고 선회하면 관성력에 의해서 화물이 떨어질 가능성이 있지만 베일클램프와 융합으로서 화물낙하의 방지를 할 수 있게 구동된다. 화물 낙하를 방지 할 수 있게 되어 작업 속도가 빨라져 작업 효율도 좋아지게 된다.

제2장 이론적 배경

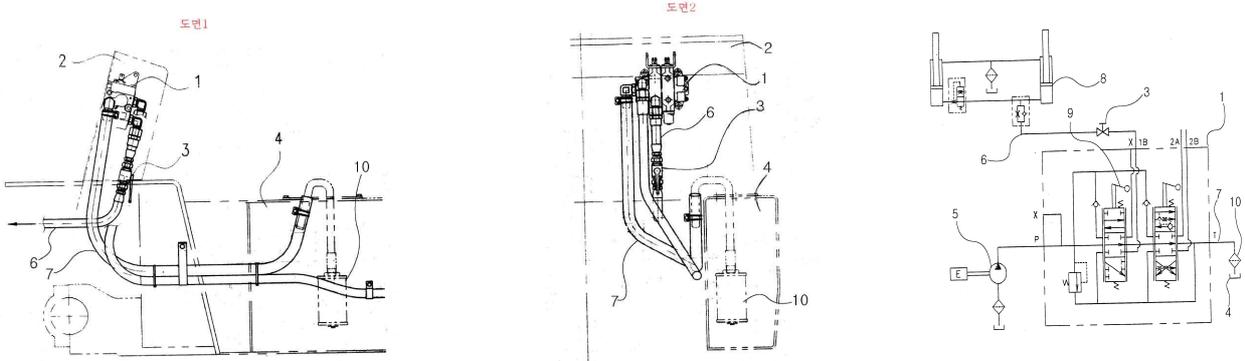
제 1절. 접근 방법

시중에 상용화 되어있는 지게차의 화물 운송 방법은 운전자가 컨트롤러를 조작하여 화물을 포크에만 올린 후 주행을 하는 것과 포크를 제거한 뒤, 옆에서 잡아주는 베일클램프를 설치하여 운송하는 것이 일반적인 방법이다. 이 각각의 방법에서의 큰 문제점은 포크에만 올려져있는 화물이 이동 간이나 급 선회 시 넘어질 수 있다는 점과 베일클램프만으로 인해 잡아져 있는 물체가 빠질 수 있다는 것에 있다. 이에 우리는 기존 포크 지게차에 베일클램프를 동시에 부착시킴으로 인해 신속하고 안전하게 화물을 운송할 수 있는 장치를 개발하였다. 이 장비는 측면에 움직일 수 있도록 설치되어 화물이 포크에 올려 지게 되면 양 측면에서 화물을 잡아주는 역할을 수행한다. 기본 지게차에 관련된 지식을 얻고 자문을 구하기 위해 <그림 2-1> 두산 인프라 코어 교육센터를 방문하였다.



<그림 2-1> 두산 인프라 코어 교육센터 방문

제 2절. 특허조사



(1) : 컨트롤 밸브	(2) : 대시보드	(3) : 콕 밸브	(4) : 유압 탱크	(5) : 유압 펌프
(6) : 제 1 유압라인	(7) : 제 2 유압 라인	(8) : 상승실린더	(9) : 조작레버	(10) : 리턴 필터

<그림 2-2> 지게차 유압회로도 도면

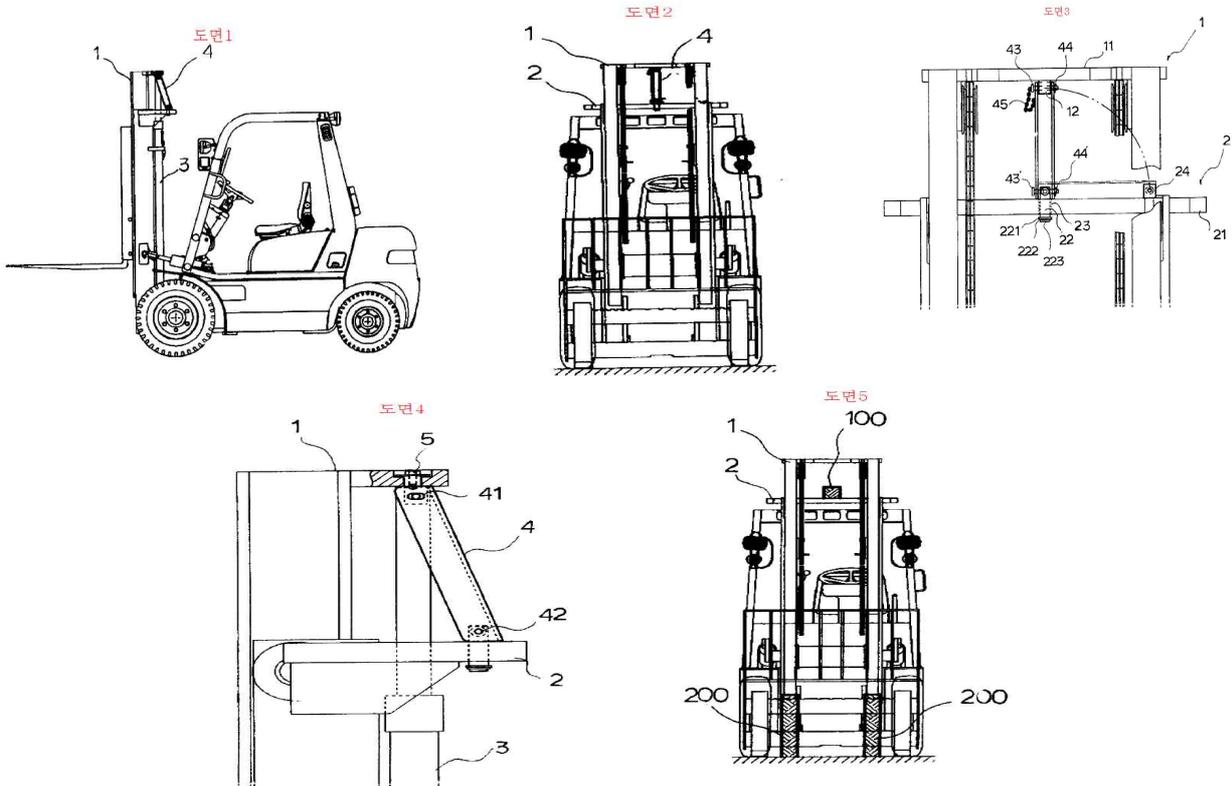
가. 지게차 상승 마스트의 자유낙하 안전장치

출원일자 : 2003.08.19.

출원번호 : 1020030057160

발명자/고안자 : 이수창 | 홍성모

특허내용 : <그림 2-2>에 회로 도면을 보면 상승실린더와 컨트롤 밸브를 연결하는 제 1 유압라인에 콕 밸브를 설치하여 작동유가 유압탱크로 빠져나가지 못하도록 하여 타인이 조작레버를 오작동하거나 신체 접촉에 의해 조작레버가 오작동 되어도 지게차의 마스트와 포크가 하강하지 않도록 함으로써 지게차의 마스트와 포크의 하강에 의한 안전사고를 미연에 방지할 수 있도록 한 지게차 상승 마스트의 자유낙하 안전장치를 제공함을 목적으로 한다.



(1) : 상승 마스트	(2) : 고정 마스트	(3) : 리프트 실린더	(4) : 지지대
(5) : 볼트	(222) : 리테이너	(12) : 상부 브래킷	(221) : 와셔
(22) : 회전축	(23) : 삽입홀	(24) : 하부 브래킷	(41,42) : 홀
(43,43',223) : 고정핀	(44,44') : 분할핀	(45) : 연결링크	
(11):상승 마스트 크로스 멤버	(21) : 고정 마스트 크로스 멤버		

<그림 2-3> 지게차 낙하방지 장치 도면

나. 지게차 상승 마스트의 낙하방지 장치

등록일자 : 2003.06.13.

등록번호 : 200317691

발명자/고안자 : 권대용

특허내용 : <그림 2-3>의 도면을 보면 지게차의 리프트 실린더 교체작업 시, 상승 마스트의 낙하를 방지하여 리프트 실린더의 교체작업을 용이하게 하고, 작업능률을 향상시키며, 안전사고를 미연에 방지함과 동시에, 작업자의 생명을 보호할 수 있는 지게차 상승 마스트 낙하방지 장치를 제공하는 것이다.

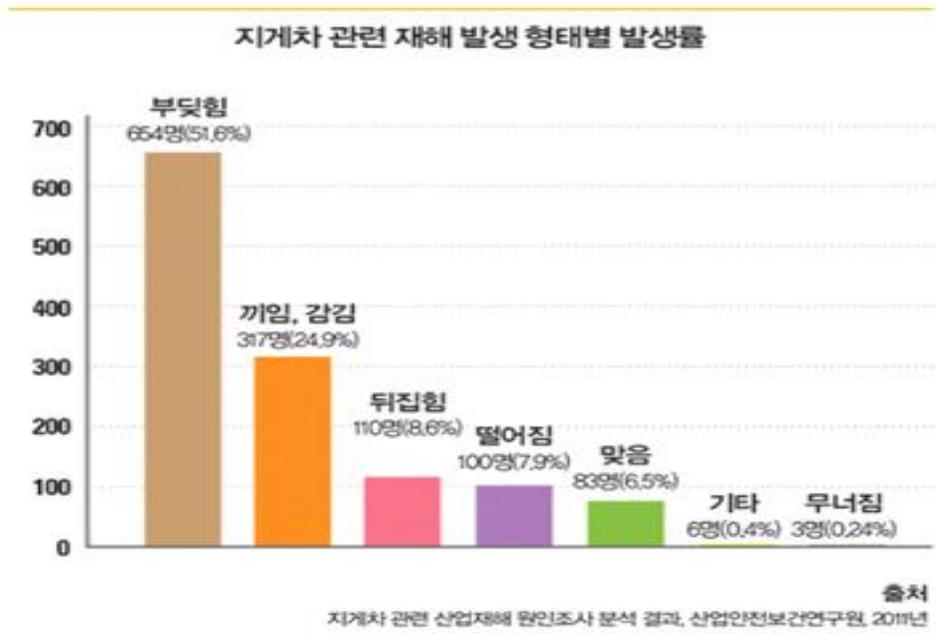
제 3절. 특허조사 결과

위에 상기된 특허의 목적은 작업 전 어태치먼트의 교체나 운전자의 신체적 접촉에 의해 발생하는 오작동 사고를 방지하는 것을 주된 내용으로 기술하고 있다. 이러한 결과를 바탕으로 화물의 운반도중에 발생할 수 있는 안전사고 방지 및 작업의 효율성과 안정성을 올려주는 장치를 고안하였다. 사용하고자 하는 장치의 구동방식은 포크 위에 올려진 화물을 양 옆에 베일클램프가 잡게 되고, 감속 기어 모터의 동력으로 상하 운동을 실행한다. 이로 인해 정확하고 안전한 운전을 할 수 있을 것이라고 판단된다.

제 3장 연구개발 내용

제 1절. 개요

지게차의 많은 사고 중에서 인명피해와 재산피해가 동시에 일어나 피해를 많이 주는 화물낙하 방지에 중점적으로 목표를 두고 설계 한다. <그림 3-1>은 지게차 관련 재해 발생률을 보여준다. 이 장치를 설계하기 위해서는 우선적으로 기존 작업 시 피해를 주지 않으면서 작업 효율을 높이고 안전성을 높일 수 있도록 하는 조건이 기본적으로 가능하여야 한다. 작업 효율과 안정성을 토대로 소음과 전력소비가 적은 DC모터를 선정하였고, 일반 모터의 경우 RPM이 빠르기 때문에 안정성을 고려하여 감속모터를 선정하였으며, DC모터 드라이버 DCD-24V03A-V2를 통하여 ON/OFF 제어 , CW/CCW 제어를 할 수 있도록 하였고, 포크와 클램프의 상하 및 좌우 운동을 하기위해 회전운동을 직선운동으로 바꾸어주는 볼스크류를 사용한다.

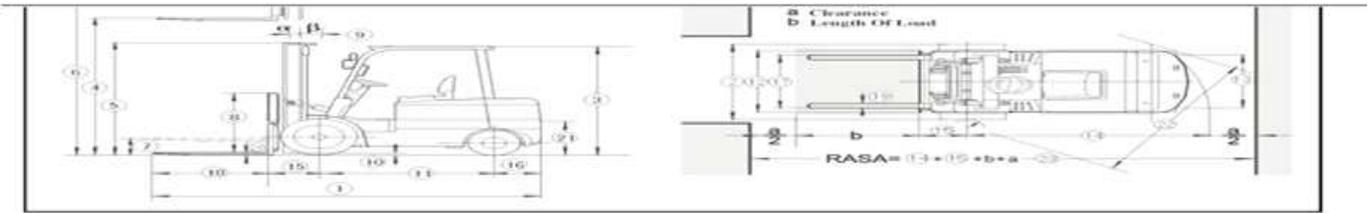


<그림 3-1> 지게차 관련 재해 발생률

제 2절. 개발 목표

기존에 있는 지게차 제품은 어태치먼트의 탈부착으로 각각의 독립된 역할을 수 없이 수행해왔으며, 다양한 상황 속에서 화물의 이동과 회전 도중 안전사고가 나는 경우도 빈번하다. 이와 같은 안전사고를 미연에 방지하고자 다음과 같은 목표를 정하였다.

- 기존 지게차 제품에 베일클램프를 설치, 좌우로 축소 및 확장 가능하게 하여 이동 및 선회 시 작업의 안정성 향상.
- 포크 와 클램프의 부분 작동을 통한 동시다발적 역할 수행 가능.
- 간편한 사용을 위해 작동을 스위치로 조작
- 리프트 자동 작동 방식
- 형상 크기를 소형 지게차 <그림 3-2> SBF-15A 모델을 1:3.2 비율로 크기 선정



● DIMENSION

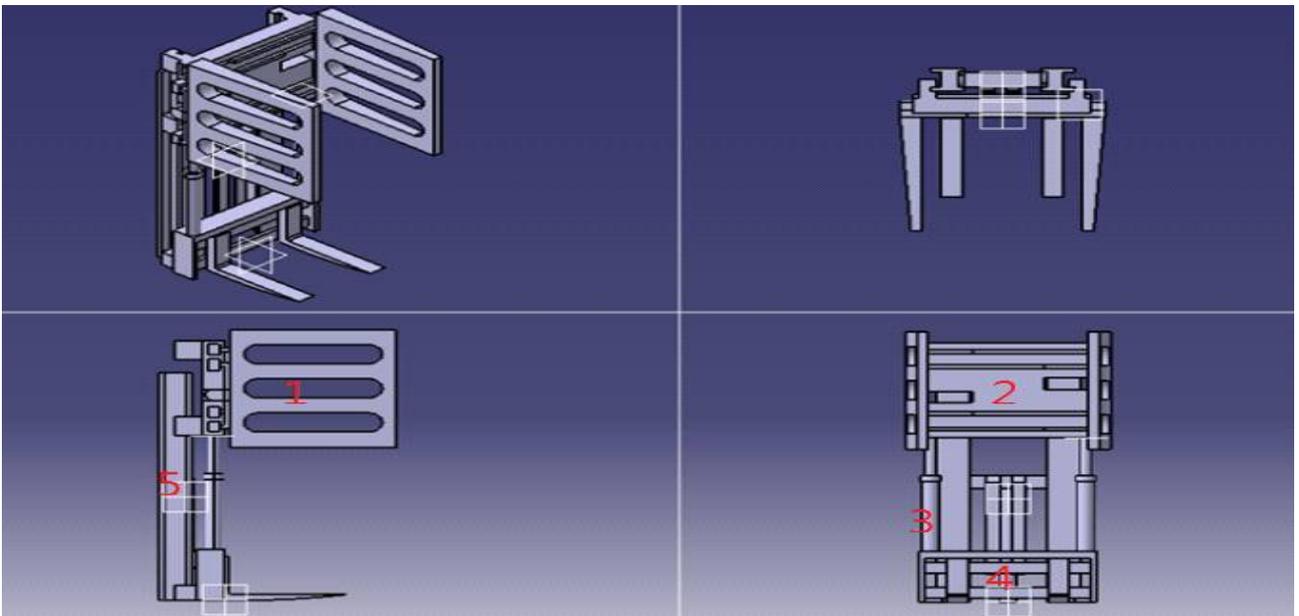
모델	No	SBF-15A	SBF-20A	SBF-25A
단위		mm	mm	mm
전장 (포크포함)	1	3050	3303	3453
전폭	2	1070	1150	1150
전고(헤드가드 높이)	3	2160	2130	2130
표준 인상높이	4	3000	3300	3300
전고(포크하강시)	5	1995	2295	2295
전고(포크상승시)	6	4030	4330	4330
자유 인상높이	7	155	155	155
백레스트 높이	8	1000	1000	1000
틸트 경사각(전방향/후방향)	9	6도/12도	6도/12도	6도/12도
최저 지상고	10	140	140	140
축간거리	11	1370	1515	1515
윤간거리-전륜	12	890	960	960
윤간거리-후륜	13	920	950	950
회전반경	14	1930	2065	2065
전방 오버행	15	425	483	483
후방 오버행	16	335	385	385
포크 조정폭	17	200~950	245~1020	245~1020
포크 길이	18	920	920	1070
포크 폭	19	100	122	122
포크 두께	20	35	40	40
연결고리 높이	21	335	355	355
최소적각통로폭 (간격 0.2m)	22	1980	2235	2235

<그림 3-2> SBF 소형 지게차 모델 제원 표

제 4장 개념설계 및 상세설계

제 1절. 모델링 및 부품설명

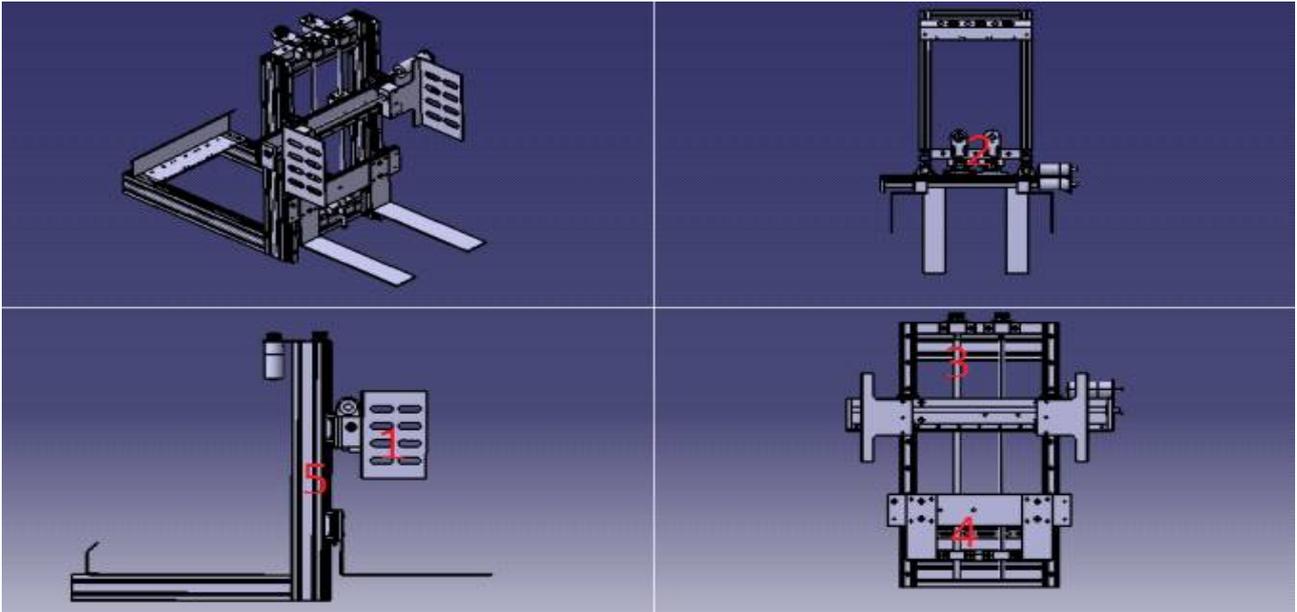
1. 초기 단순설계 3D 모델링



<그림 4-1> 초기 아이디어 3D 모델링

<그림 4-1>은 초기 아이디어를 설계를 위해 CATIA Program을 이용한 모델으로 기존 지게차에 베일클램프를 융합한 장치의 형태로 유압을 이용한 작동을 기본적으로 설계를 하였다. <그림 4-1>에 1번은 베일 클램프로써 적재물을 잡아주는 역할을 하고 2번은 백레스트로 화물이 뒤쪽으로 넘어가지 않게 지탱해주는 역할을 하는 장치이다. 3번은 장치를 동작 시킬 수 있는 유압실린더이고 4번은 포크로 적재물을 들어 올리는 기구이고 마지막으로 5번 마스트는 백레스트가 움직이는 기구이다.

2. 최종형상 상세설계 3D모델



<그림 4-2>최종 형상 3D 모델링

<그림 4-2>은 CATIA Program을 이용한 최종 형상 모델로써 기존 형상과 다르게 부품을 유압실린더에서 모터 와 볼스크류를 이용한 작동 방식으로 변경을 하였다.

<그림 4-2>에 1번은 베일 클램프로써 적재물을 잡아주는 역할을 하고 2번은 DC모터로 시제품이 구동을 할 수 있도록 하는 동력을 생산한다. 3번은 볼스크류로 포크 와 클램프가 상하좌우 운동을 할 수 있도록 회전운동을 직선운동으로 바꾸어주는 장치이고 4번은 포크로 적재물을 들어 올리는 기구이고 마지막으로 5번 마스트는 백레스트가 움직이는 기구이다.

제 2절. 부품 선정

1. 모터선정



<그림 4-3> 감속기어모터 (IG-36PGM 06TYPE)

모델명 : IG-36PGM 06TYPE (24V)

감속비 : 1/27

정격토크 : 4.7kgf

필요한 토크 5kgf · cm 이므로 다음 계산식을 이용하여 선정한 모터의 사양을 계산하면
모터사양 DC12V , 전력 12.8W 6000RPM 감속비 1:27

$$T = 97400 \frac{Kw}{RPM} \quad \frac{6000RPM}{27} = 222RPM$$

위의 식에 모터 사양을 대입하면

$$T = 97400 \frac{12.8 \times 0.001Kw}{222RPM} = 5.61kgf \cdot cm$$

필요한 토크를 약간 초과하여 <그림 4-3> 감속기어모터 IG-36PGM 06TYPE 모델로 선정
을 하였다.

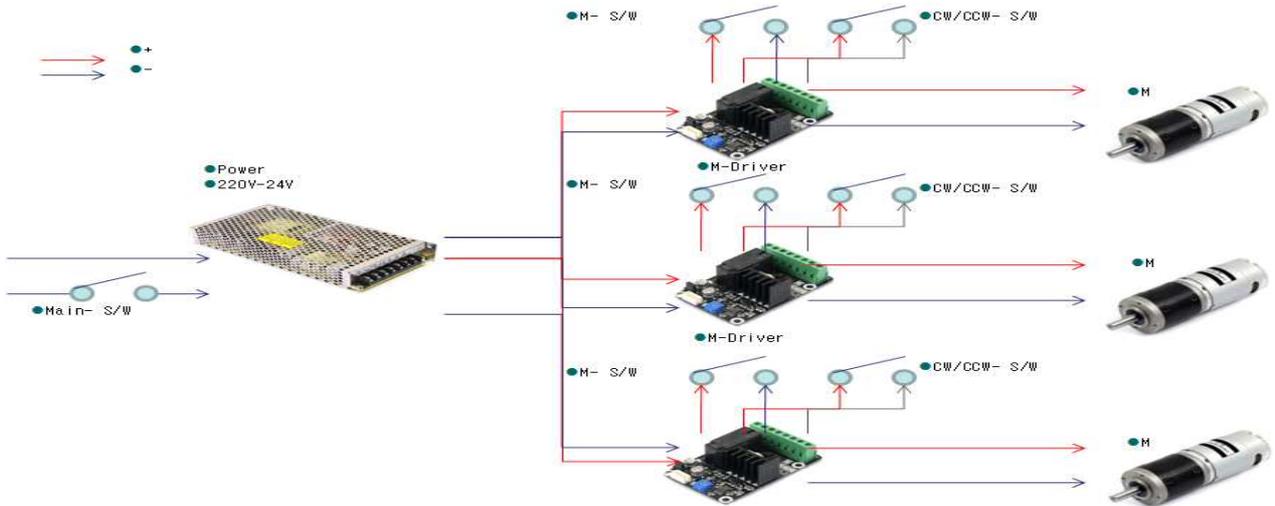
4. DC모터 드라이버



- DC 12V-24V 입력전압
- CW/CCW 제어용 입력
- M-Stop 제어용 입력
- 속도/회전 방향 설정을 위한 2핀 커넥터
- 전압/전류 출력 (정확도 0.1%)
- Motor 과열 출력 (정확도 0.1%)

<그림 4-6> DC모터 드라이버 (DCD-24V03A-V2)

스위치를 통한 ON/OFF제어, CW/CCW제어를 하기 위하여 모터에 따른 모터드라이버를 사용하였다. 모터 드라이버는 사용하는 감속기어모터 (IG-36PGM 06TYPE)에 호환되는 DC모터드라이버 (DCD-24V03A-V2) <그림4-6>을 사용하였고 <그림 4-7>는 모터드라이버에 연결하는 방법이다.



<그림 4-7> 모터드라이버 연결 방법

5. 파워서플라이 선정



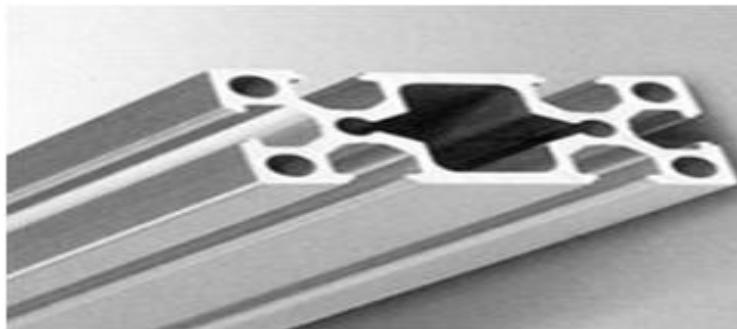
<그림 4-8> 파워서플라이 (SCA-1385)

모델명 : SCA-1385

역 할 : 전원을 공급하는 전원 공급장치.

DC 24V 5A Universal 사양의 파워서플라이로서 모터를 구동하고 DC모터 드라이버의 제어를 하는데 필요한 전원공급 장치로 충분하다고 판단하여 <그림 4-8> 파워서플라이 (SCA-1385)모델을 선정하였다.

6. Frame



<그림 4-9> 알루미늄 프로파일

시제품의 무게 하중등을 고려하여 A6063S-T5재질을 가지고 DMF 30 X 60인 <그림 4-9> 알루미늄 프로파일을 선정하였다.

3절. 재질 선정

1.Frame

Frame 부분 재질은 가벼우면서 만드는 제품의 최대하중을 버텨 줄 수 있는 알루미늄으로 기본 선정하였다. <그림 4-10>은 aluminum alloy 60계열의 특성이다.

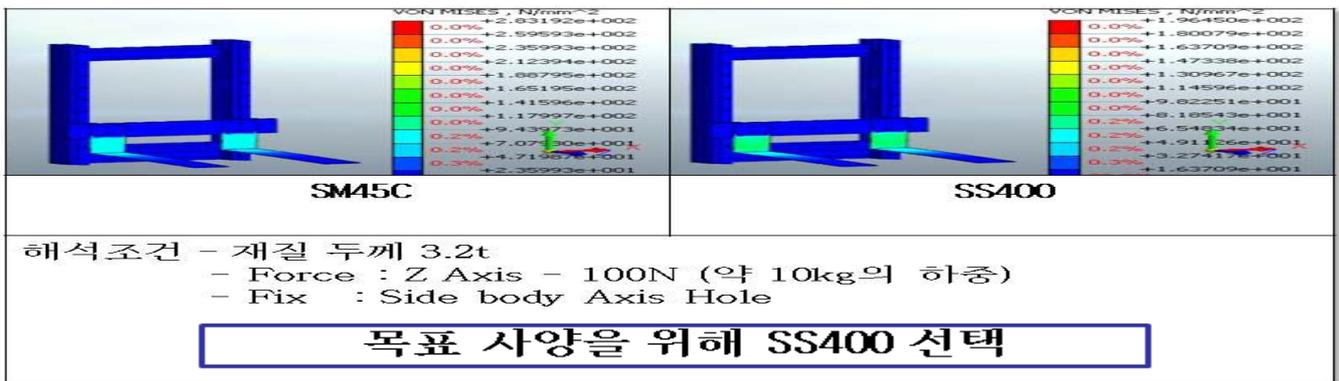
➤aluminum alloy 60계열

합금 구분	특 성
60계열	Mg 와 Si를 주첨가 성분으로 한 열처리 합금 용접성, 내식성이 양호하며 형재 및 관등 구조물에 널리 이용 6063은 뛰어난 압출성을 갖추어 건축용 샷시를 중심으로 6061 정도의 강도를 필요로 하지않는 구조재로서 이용
T	추가 가공경화의 유무에 관계 없이 열처리 한 것
T5	고온가공으로부터 냉각후 인공 시효경화 처리한것. 주물또는 압출재와 같이 고온의 제조공정으로부터 냉각후 적극 적으로 냉간 가공을 하지않고, 인공시효 효과 처리한 것. 따라서 교정해도 그 냉간 가공의 효과가 작은것

<그림 4-10> aluminum alloy 60계열 특성

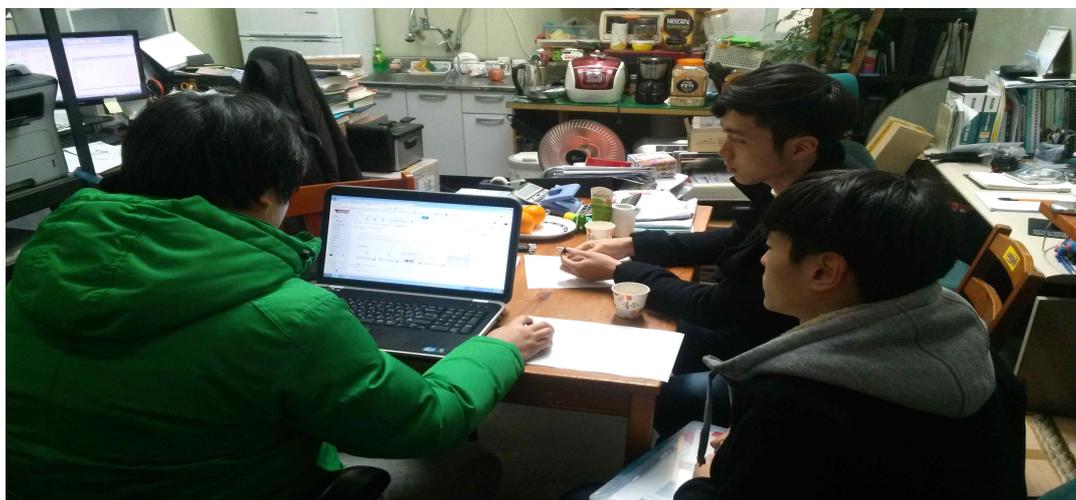
2.포크 및 클램프

midas NFX 프로그램을 이용하여 재질 , 두께 , 형상 등을 변경하여 최적의 상태를 측정하였다. <그림 4-11>은 midas NFX를 통하여 재질의 다른 차이를 측정 한 것이다.



<그림 4-11> midas NFX를 이용한 재질 비교

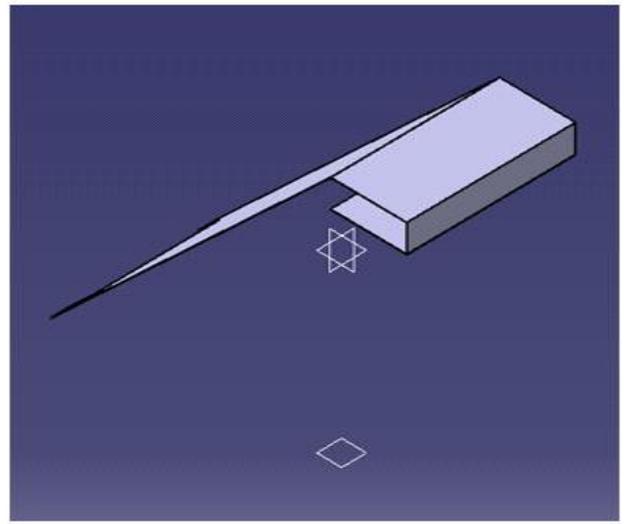
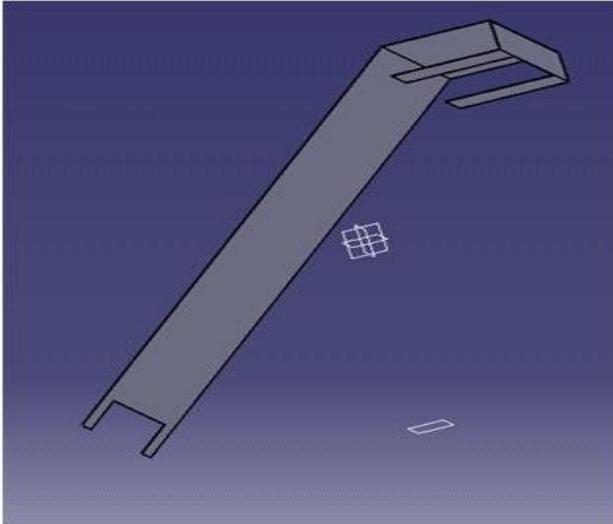
기본적인 재질면 에서는 SM45C가 SS400보다 좋게 결과가 나왔다. 하지만 포크 와 클램프 가공을 직접 하기는 힘들고 시설도 없기 때문에 외주업체를 통한 가공을하기로 하였다. 그리하여 가공업체 티보텍에 방문하여 대표님과 이야기한 결과 SM45C는 가공이 힘들고 단가도 비싸고 SS400이 일반구조물, 프레임제작, 간단한 브라켓 등에 적합하고 우리가 원하는 하중에도 SS400재질이 큰 문제가 되지 않기 때문에 SS400으로 선정하였다. <그림 4-12>는 티보텍 업체와 회의하는 모습이다.



<그림 4-12> 외주업체 방문

제 4절. 커버 제작

1. 커버 3D모델



<그림 4-13> 커버 3D모델

<그림 4-13>처럼 커버를 제작하는 이유는 모터에 이물질 방지 및 지게차 형상을 보다 깔끔하게 제작하기 위함이다.

<그림 4-14>는 커버를 외주 가공 후 연결부가 맞지 않아 다시 작업하는 모습이다.



<그림 4-14> 커버 제작

제 5장 실험

제 1절. 제품 사진

<그림 5-1>은 제품의 최종 완성된 제품의 형상이다.

<그림 5-2>은 제품의 위에서 바라본 제품의 형상이다



<그림 5-1> 제품 정면



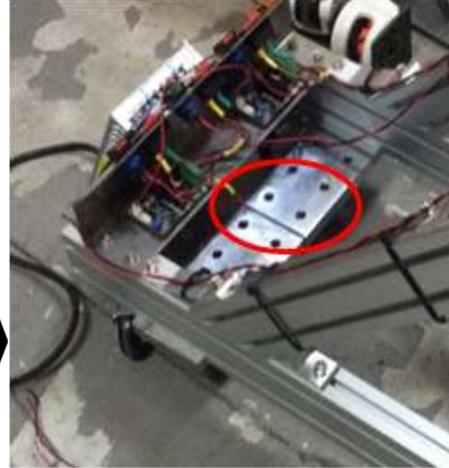
<그림 5-2> 제품 윗면

제 2절. 문제점 및 보완점

1. 쓸림 현상



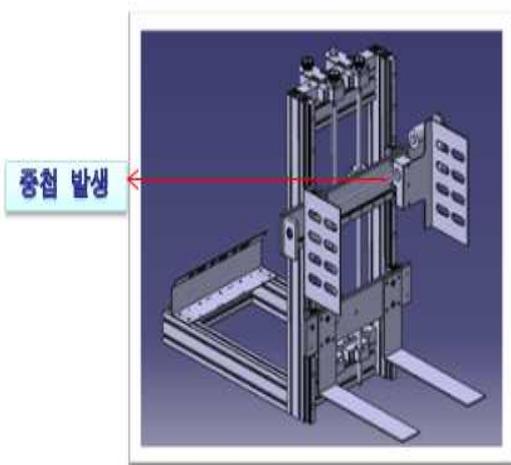
<그림 5-3> 쓸림현상



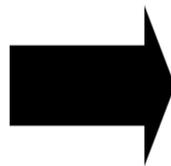
<그림 5-4> 무게 추 장착

초기에 적재물이 5kg만 넘어도 <그림 5-3> 처럼 앞부분의 무게가 쏠리면서 앞으로 기울어지는 현상이 발생하였다. 그 문제를 해결하고자 무게의 균형을 맞추기 위하여 <그림 5-4>와 같이 뒷부분에 무게 추 5kg을 장착해 주었다. 그 결과 최대 15kg 까지 화물 적재가 가능하게 되었다.

2. 간섭 현상



<그림 5-5> 간섭 발생



<그림 5-6> 와셔 장착

또한 제품의 커버를 제작하여 부착 하였을 시 <그림 5-5> 부분에 있는 클램프와 커버가 작동과정에서 간섭하여 동작이 되지 않아 원활한 작동을 위해 <그림 5-6>와 같은 방법으로 수평LM 부분 와셔 2개를 장착하여 5mm 공간을 확보 하였다.

제 3절. 실험

1. 무게 측정



<그림 5-7> 시제품+받침대 무게



<그림 5-8> 받침대 무게

제품의 무게는 저울을 통하여 측정을 하였다. 제품의 무게는 <그림 5-7> 시제품+받침대 무게 35.5kg에서 <그림 5-8> 받침대 무게인 6.9kg의 차인 28.6kg으로 측정이 되었다. 최초 30kg으로 목표를 잡아 두었기 때문에 무게는 목표치에 도달하였다고 할 수 있다.

2. 최대 적재 높이

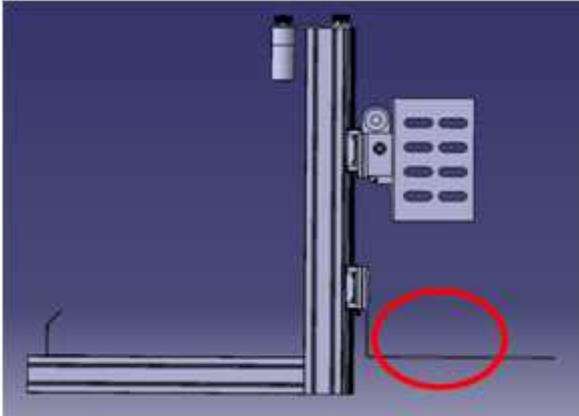


<그림 5-9> 적재물 높이 측정



<그림 5-9> 줄자를 이용한 적재물 높이 측정으로 최대 적재 높이는 82mm로 측정이 되었다. 지게차에 적재물의 높이가 82mm가 초과하게 되면 무게 중심이 맞지 않아 앞으로 쏠리게 되는 현상이 발생하였다.

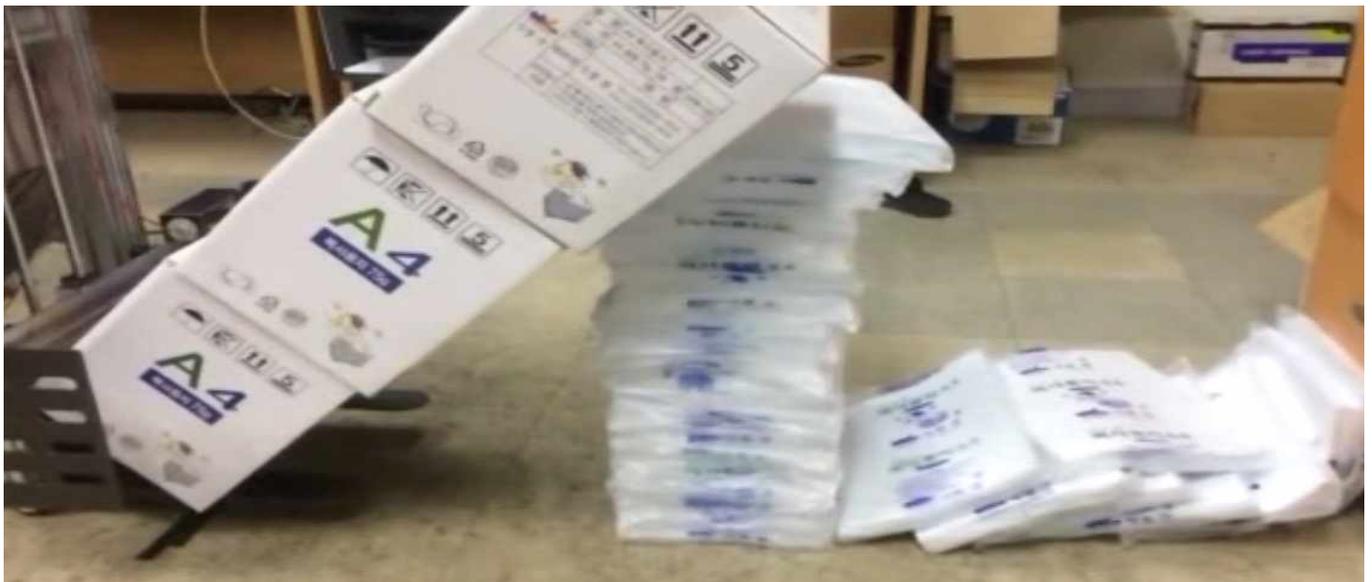
3. 최대 적재 무게



<그림 5-10> 최대적재물 무게 측정

<그림 5-10>처럼 최대 적재물 무게 측정한 결과 적재물의 무게가 최대 15kg을 초과하게 되면 앞으로 쏠리는 현상이 발생하였다. 현재 제품의 최대 적재 무게는 15kg이고 뒤쪽에 무게 추를 장착하여 무게 중심을 맞추어 주면 20kg까지 적재가 가능하다.

4. 안정성 평가



<그림 5-11> 클램프 미사용 시

<그림 5-11>처럼 클램프 미사용 시 급정지, 급선회 할 경우 적재 물품들이 앞으로 쏠리거나 옆으로 무너지면서 낙하하는 경우가 발생하였다. 이 경우를 보면 클램프 미사용 시 안정성이 많이 떨어진다는 것을 확인 할 수 있었다.



<그림 5-12> 클램프 사용 시

<그림 5-12>처럼 클램프를 사용 할 경우에는 클램프를 미사용 했을 때처럼 적재물이 낙하하는 사고가 발생하지 않았다. 따라서 클램프를 사용할 때에는 안전성이 뛰어난 것을 확인할 수 있었다. 급정지, 급선회 할 때에 화물이 낙하하지 않으므로 사용하지 않을 때 보다 작업하는 속도도 향상 할 수 있다는 것을 확인 하였다.

5. 종합

평가 항목	평가 결과	측정 방법
제품 무게	28.6kg	저울을 통한 무게 측정
최대 적재 무게	15kg	시제품 적재물의 무게가 15kg 초과할 경우 시제품이 앞쪽으로 쏠리는 현상이 발생
허용 가능 무게	10kg	시제품 적재물의 무게가 10kg을 초과할 경우 모터 부하가 많이 생김
최대 적재 높이	82mm	시제품 적재물의 높이가 82mm 초과할 경우 시제품이 앞쪽으로 쏠리는 현상이 발생
안전성 검사	양호	클램프 사용, 미사용 나누어 실험

<표 5-1> 평가 결과 종합표

제 4절. 실험 결과

▶ 목표 사양과 시제품 비교

	목표 사양	시제품 결과
제품 무게	30kg	28.6kg
최대 적재 무게	10kg	15kg
허용 가능한 무게	7kg	10kg
포크상승 속도	20mm/s	18.5mm/s
크기(전장×전폭×전고)	950×320×623	800×310×600

<표 5-2> 목표 사양 과 시제품 비교

<표 5-2>목표사양 과 시제품 비교표를 보면 초기 선정 한 목표 사양에 도달 하였다고 판단 할 수 있다. 포크의 상승 속도 부분에서는 약간 부족 하게 결과가 나타났지만 최대 적재 무게 면에서는 크게 초과 달성한 것을 확인 할 수 있다.

제 6장 결론

제 1절. 결론

하역운반 작업 시 인력운반 또는 하역작업 등을 기계로 대체 할 수 있는 편리성 때문에 지게차는 국내 산업 현장에서 널리 사용 되고 있다. 과거에는 작업이 한정적이었지만 최근에는 다양한 어태치먼트의 개발로 다양한 작업이 가능하다. 하역작업은 다량의 화물을 여러 장소로 운반 할 수 있는 장점이 있으나 취급하는 화물의 대형화, 중량화, 고속화 등에 따른 새로운 형태의 산업재해가 발생하고 있으며 지게차로 인한 재해의 발생은 줄어들지 않고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 지게차의 형상을 변화시켜서 안전성을 높이는 동시에 작업의 능률도 상승 할 수 있도록 설계를 진행 하였다.

설계를 진행 하다 보니 건설 장비에 대한 지식이 다소 부족하고 관련 자료들도 인터넷을 통해서 한계가 있었다. 그래서 관련 자료들과 지식을 얻기 위하여 현장 방문, 견학을 통하여 관련된 자료들과 지식을 습득한 후 우리의 설계 방향 과 목표를 정확하게 선정 할 수 있었다. 지게차의 안전성을 높이면서 작업 능률을 상승시켜주기 위하여 지게차에 베일클램프를 장착 시켜 화물이 낙하 하지 않도록 하는 것에 중점을 두었고 기존 포크 와 베일클램프가 부분 작동을 할 수 있게 설계를 진행하였다. 포크, 베일클램프의 상하 운동과 베일클램프의 좌우 운동은 모터의 동력을 통한 볼스크류로 상하좌우 운동을 가능하게 하였다.

조작 방법도 간단하게 사용 할 수 있게 하기 위하여 DC모터드라이버를 활용한 간편한 스위치 조작으로 동작을 제어 할 수 있다. 동작 작동 원리는 스위치 작동에 따라 모터의 회전방향이 바뀌면서 축과 연결된 벨트가 감기거나 풀린다 벨트가 작동하면 볼스크류가 포크의 축을 회전 시키면서 클램프 및 포크가 스위치 작동에 따라 상하좌우로 구동이 된다. 이번 프로젝트는 지게차의 안전성을 높이기 위한 지게차 개발을 하는 것이었다.

제 2절. 향후과제

완성된 제품은 기존 지게차와 비교해서 안전하고 작업능률이 향상되었다는 차별성을 두고 있다. 하지만 시제품 단계이다 보니 아직 향후에 더욱 발전시켜야 할 부분이 많이 있다. 그 첫 번째로 사용하지 않을 시 베일클램프의 처리방법이다. 사용하지 않을 시 뒤쪽으로 클램프를 접어두는 방식으로 설계를 진행하였지만 조작성이 복잡해지고 가격이 상승한다는 단점이 발생한다. 다른 방안으로는 탈부착 방식을 사용하는 것인데 사용자가 직접 하여야 하기 때문에 선호하지 않을 것이다.

두 번째로는 앞쪽 라인이 기존 지게차보다 무게가 많이 나간다는 것이다. 실험을 통하여 모터의 동력에 비해서 앞쪽 쏠림현상에 의하여 작업 할 수 있는 무게가 적다는 것을 알 수 있었는데 이런 문제점을 해결하기 위해서는 정확한 해석결과를 통하여 베일클램프가 받는 하중을 계산한 후 베일클램프의 재질, 크기, 두께 등을 조절하여 무게를 최적화 하여야 한다. 이런 문제점을 개선 할 수 있다면 가격도 저렴해 지고 작업능률도 상승하는 효과를 얻음으로서 현재 제품보다 훨씬 뛰어난 제품으로 완성될 것으로 판단된다.

제 3절. 제언

이번 설계 프로젝트는 CAE 프로그램을 실행 시켜 가상 실험하는 방법으로 다양한 변수들을 설계한 CATIA 3D모델링 파일에 적용시켜 우리가 설계해놓은 목표 값을 도출하는데 까지 많은 도움이 되었다. 재료와 두께를 조절하고 형상을 바꿔가면서 우리에게 필요한 결과 값을 도출해 내는 것이 힘들었지만 이와 같은 경험을 통하여 문제를 하나하나 해결해 나가는 과정에서 우리가 공학도로서 배운 지난 4년의 시간이 헛되지 않음을 느낄 수 있었다. 비록 이번 설계프로젝트가 처음 계획하였던 방향으로 이루어지지 않았지만 서로 조언과 피드백을 통하여 작지만 문제를 하나하나 해결해 나가는 과정을 보면서 사회 와 직장에서 이루어지는 모든 일들이 이런 과정을 통해 이루어진다는 것을 어렵듯이 느낄 수 있었다. 끝으로 이번 설계프로젝트를 마치는 것이 사회에 진출하는데 필요한 첫 걸음 마라 생각 하면서 1년 동안 이끌어 주시고 도움을 주신 임학규 교수님 외 학과교수님들께 감사의 말씀을 드립니다.

[참고문헌]

1. 카운터 밸런스형 지게차의 안정성 평가

(2014년 충북대학교 학위논문(석사) 저자명 : 김재범)

http://www.riss.kr/search/detail/DetailView.do?p_mat_type=be54d9b8bc7cdb09&control

2. 지게차 안전성 향상 방안 연구

(2013년 학술발표자료 저자명 : 채종민)

NDSL- <http://img.kisti.re.kr/originalView/originalView.jsp>

3. midas NFX 교육자료 - www.nfx.co.kr

4. CATIA V5 기본모델링

(은솔루션인티그레이션 출판 : 2012.01.27 저자명 : 고재철 외 2명)

5. 특허조사 : Kipris.or.kr (한국특허정보원)

-지게차 상승 마스트의 낙하방지 장치

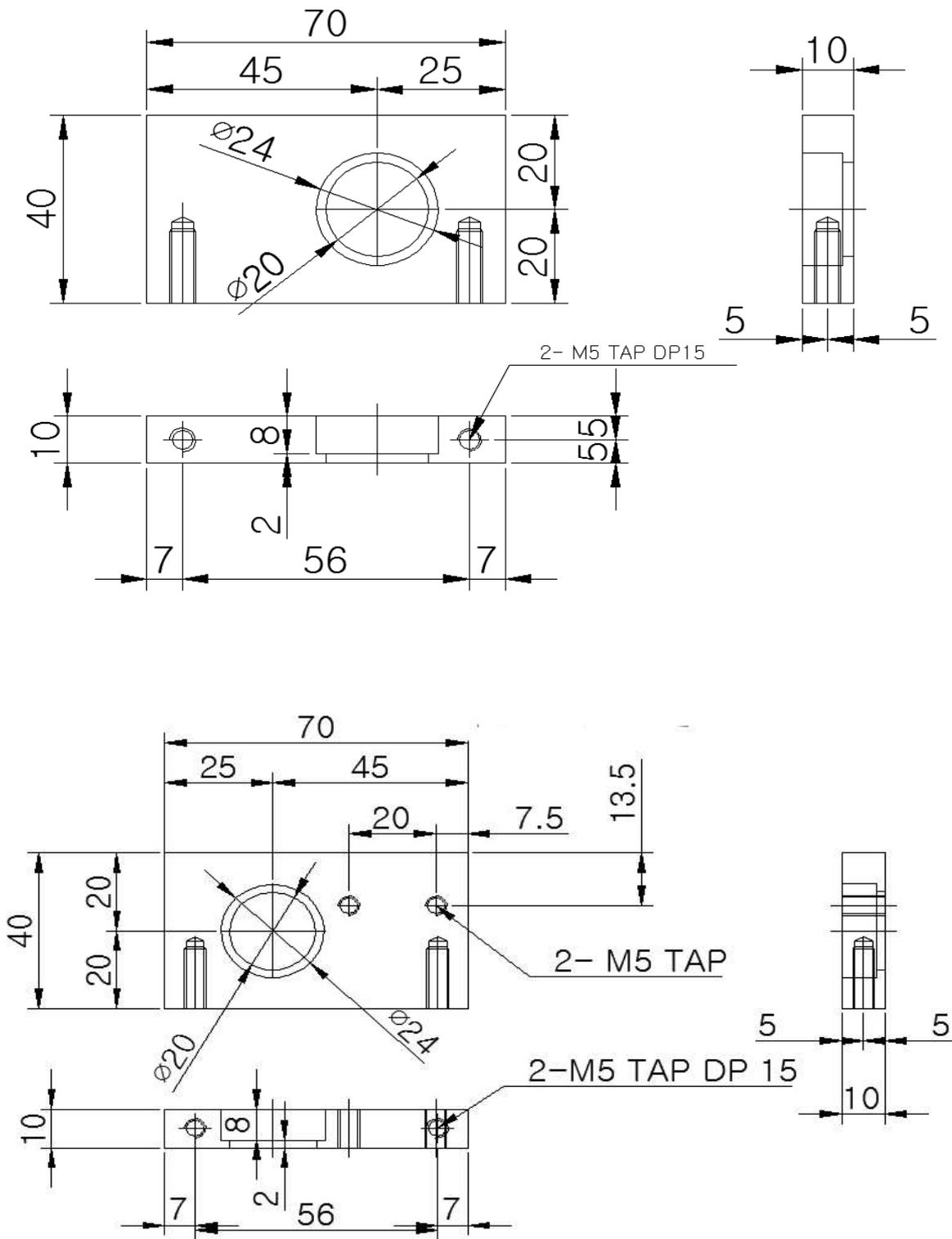
출원번호/일자 : 20199800002436(1998.02.24)

발명자/고안자 : 권대용

-지게차 상승 마스트의 자유낙하 안전장치

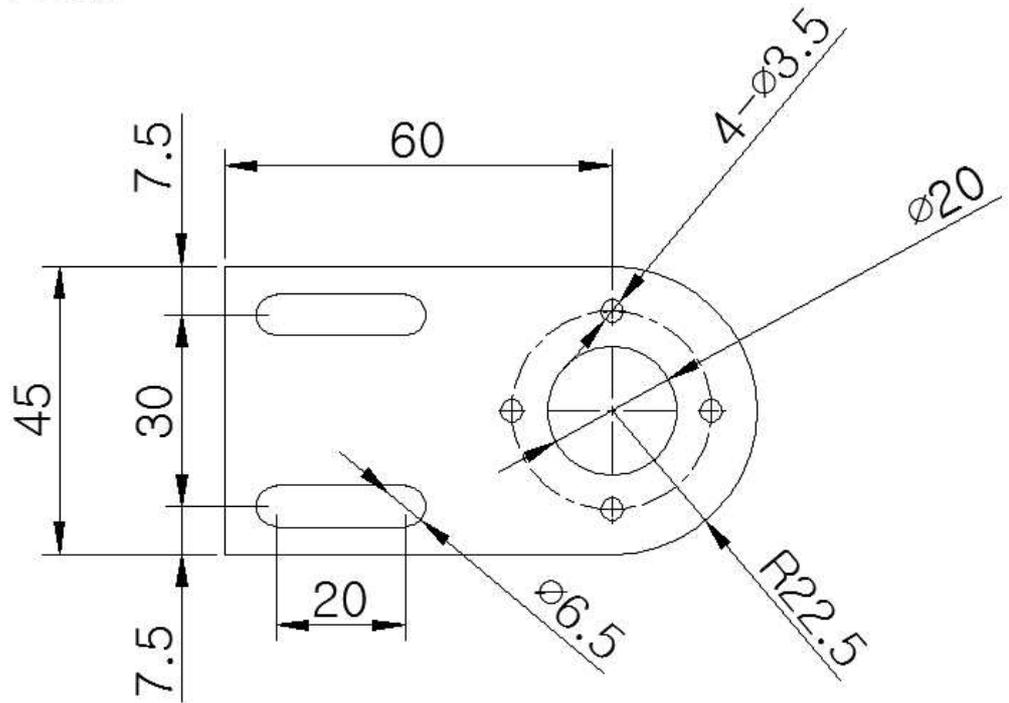
출원번호/일자 : 1020030057160(2003.08.19)

발명자/고안자 : 이수창 | 홍성모

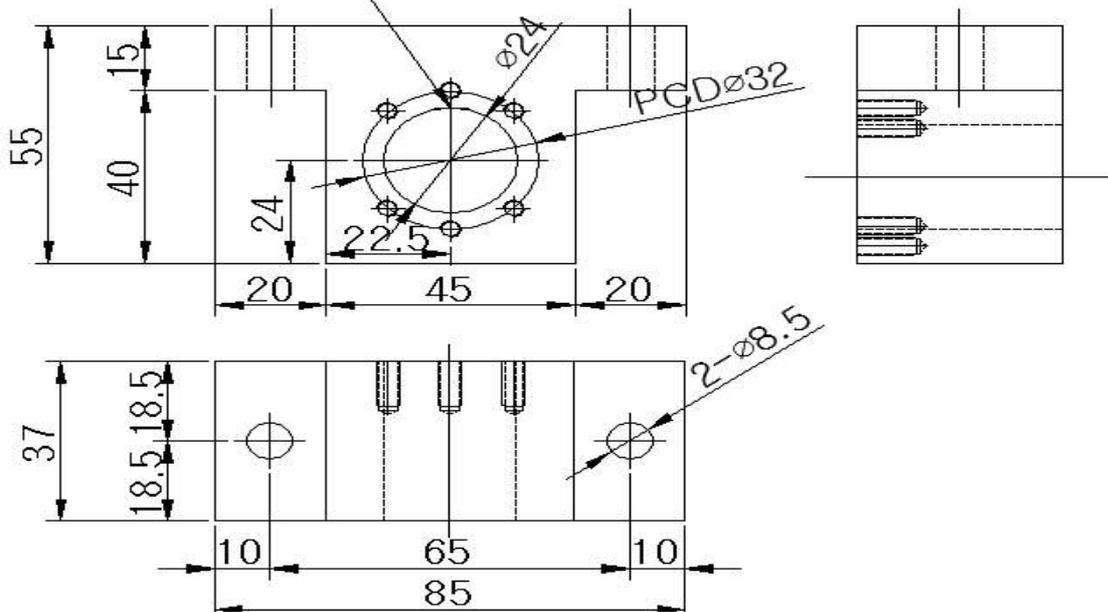


<그림 3> 베어링마운트

SS400 / 3.2t / 2ea

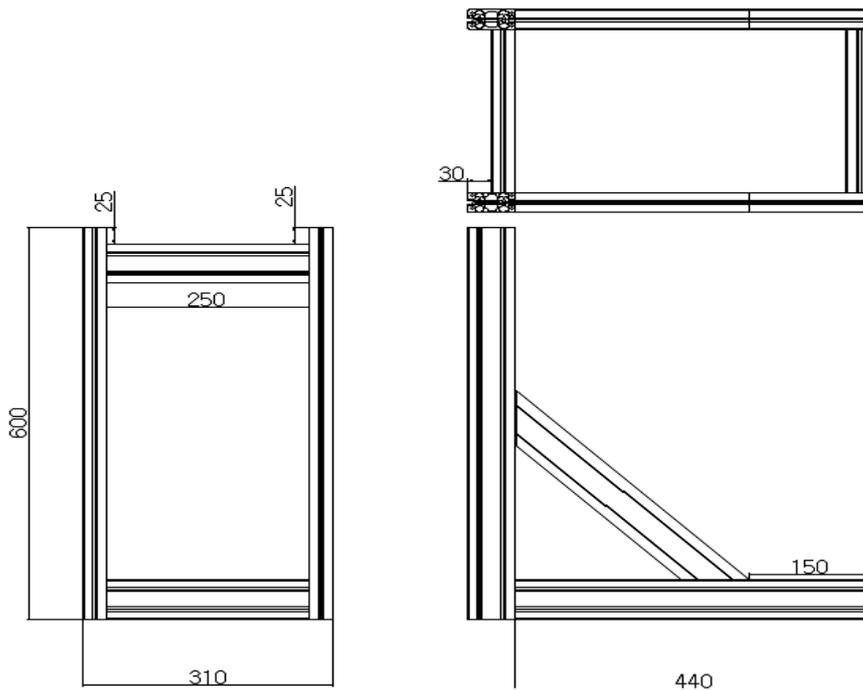
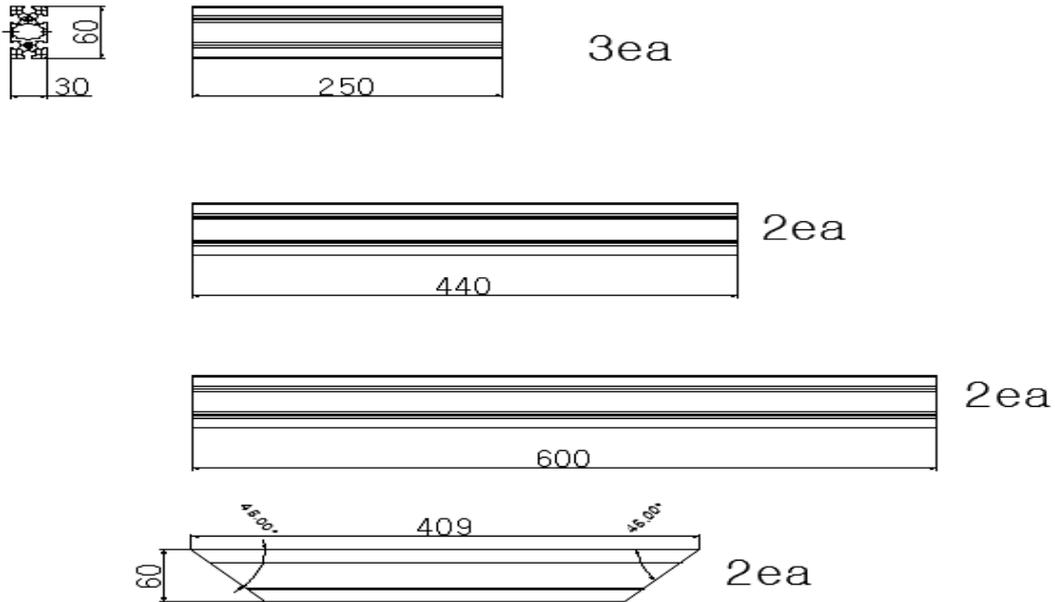


6-M4 TAP DP10



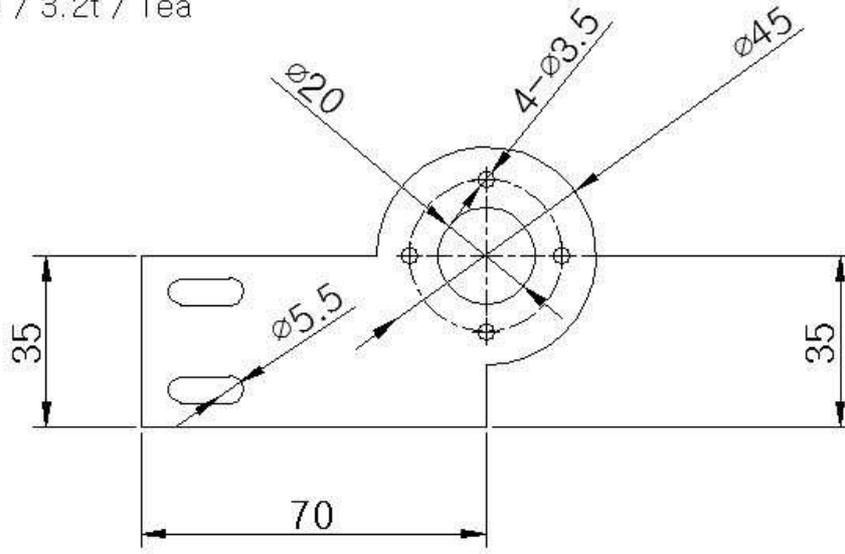
<그림 4> 모터마운트

H-PROFILE (구매)
DF3060

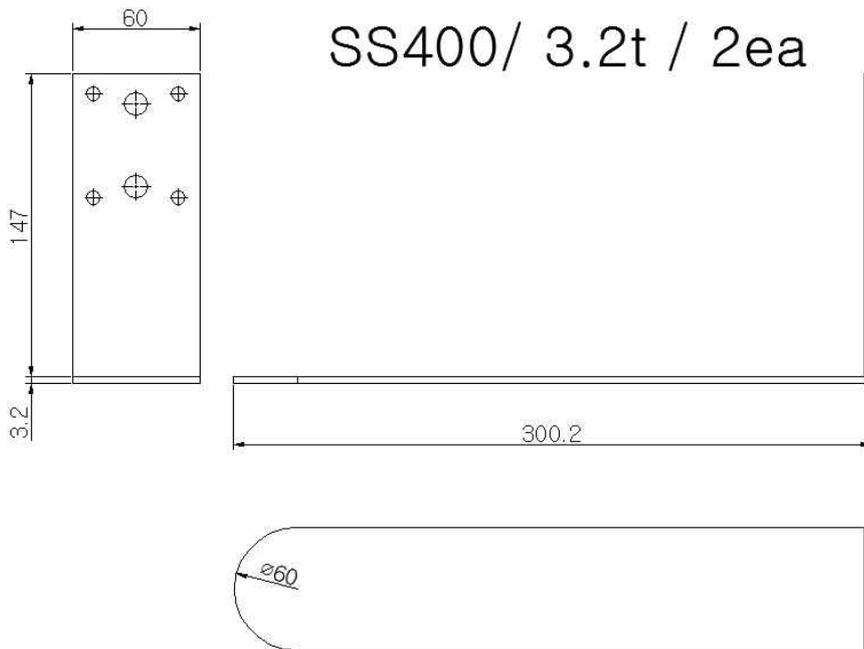


<그림 6> FRAME PROFILE

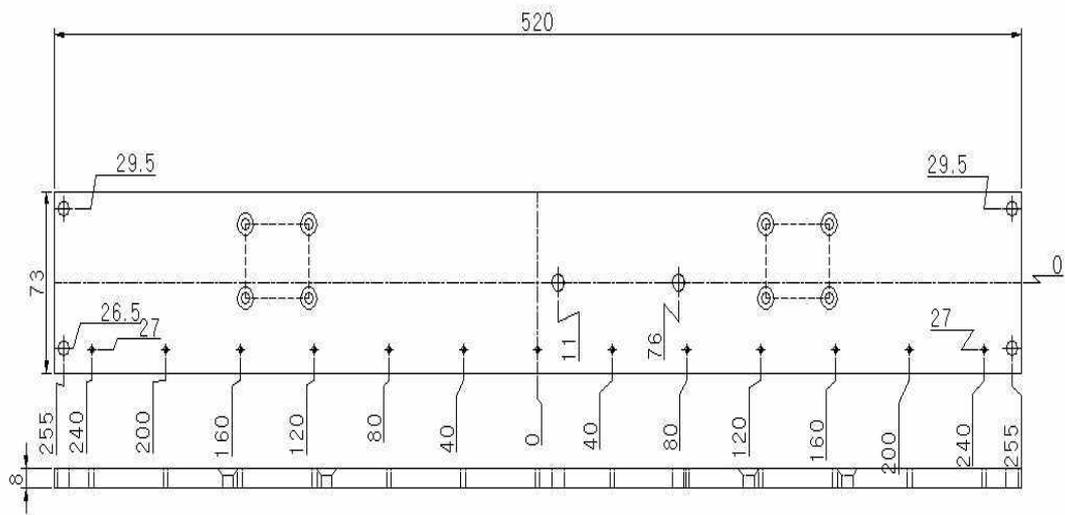
SS400 / 3.2t / 1ea



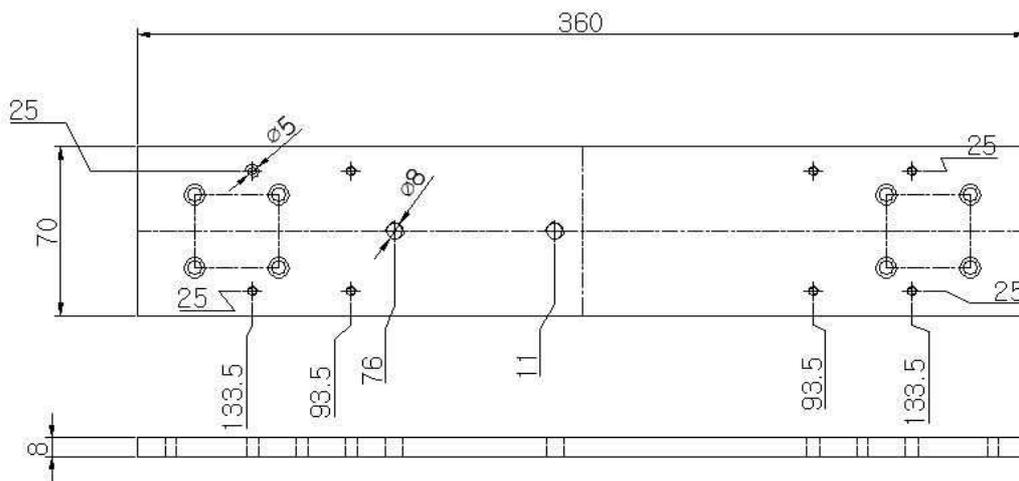
<그림 7> 모터 커버



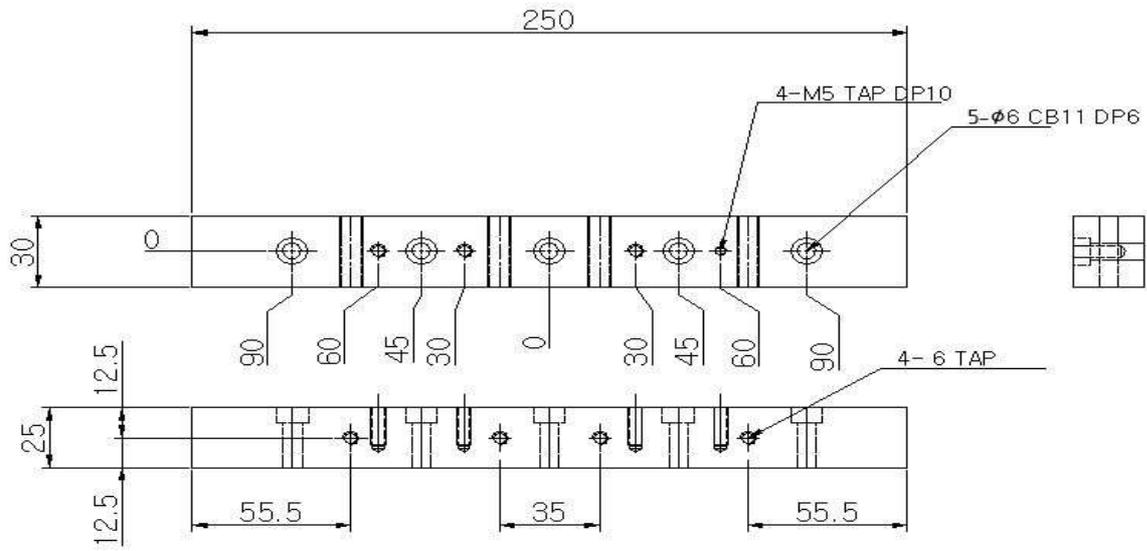
<그림 8> 포크



<그림 9> 캐리지

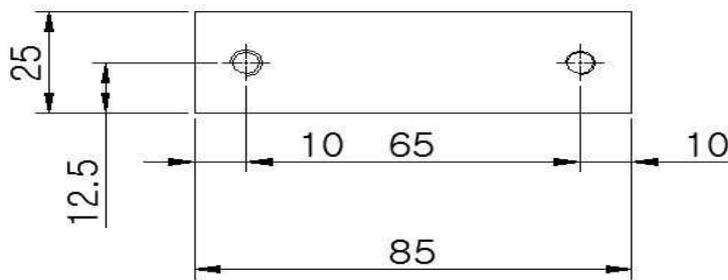


<그림 10> 캐리지2



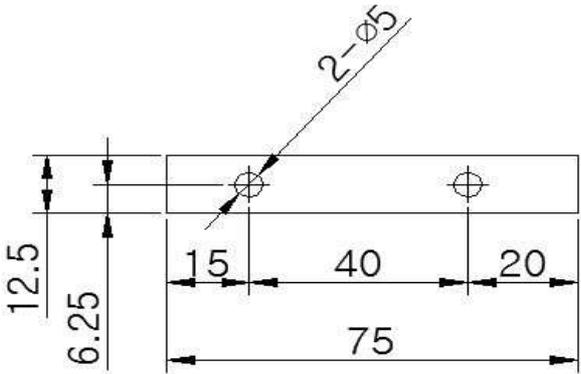
<그림 11> 캐리지3

SS400 / 5t / 2ea

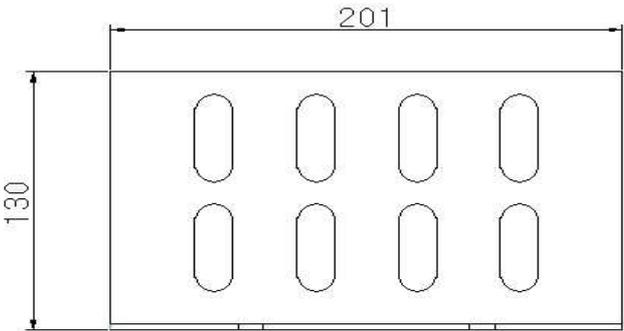


<그림 12> 프로파일 커버

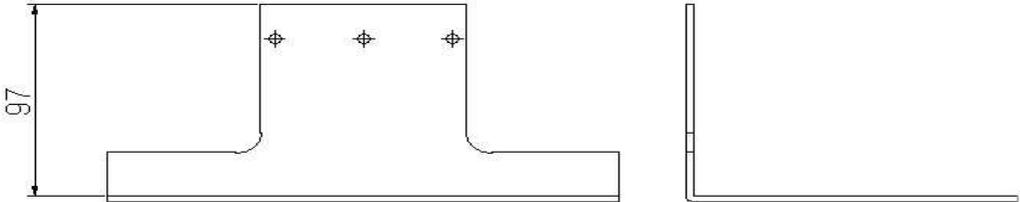
SS400 / 5t / 1ea



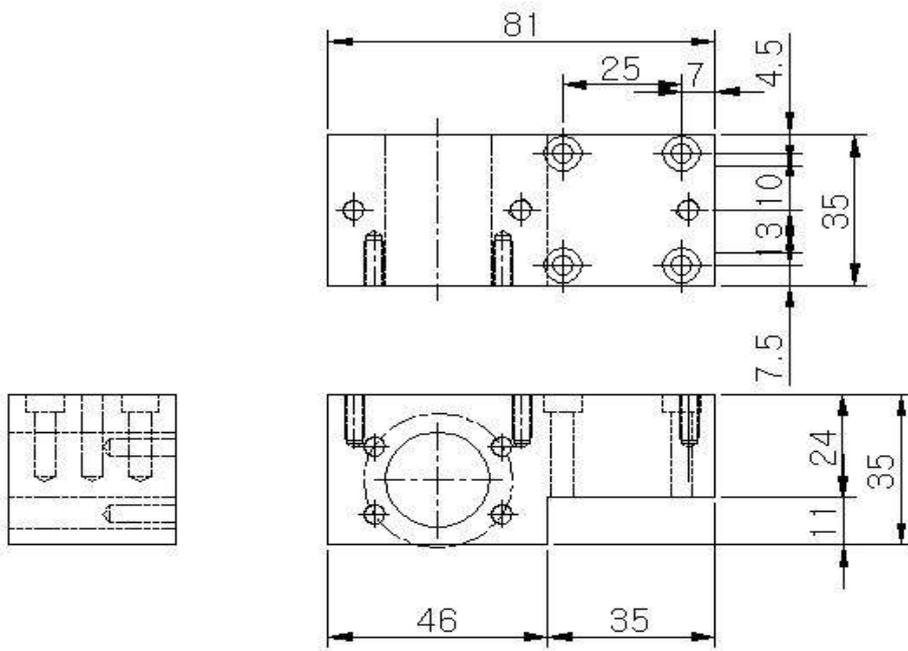
<그림 13> 프로파일 커버2



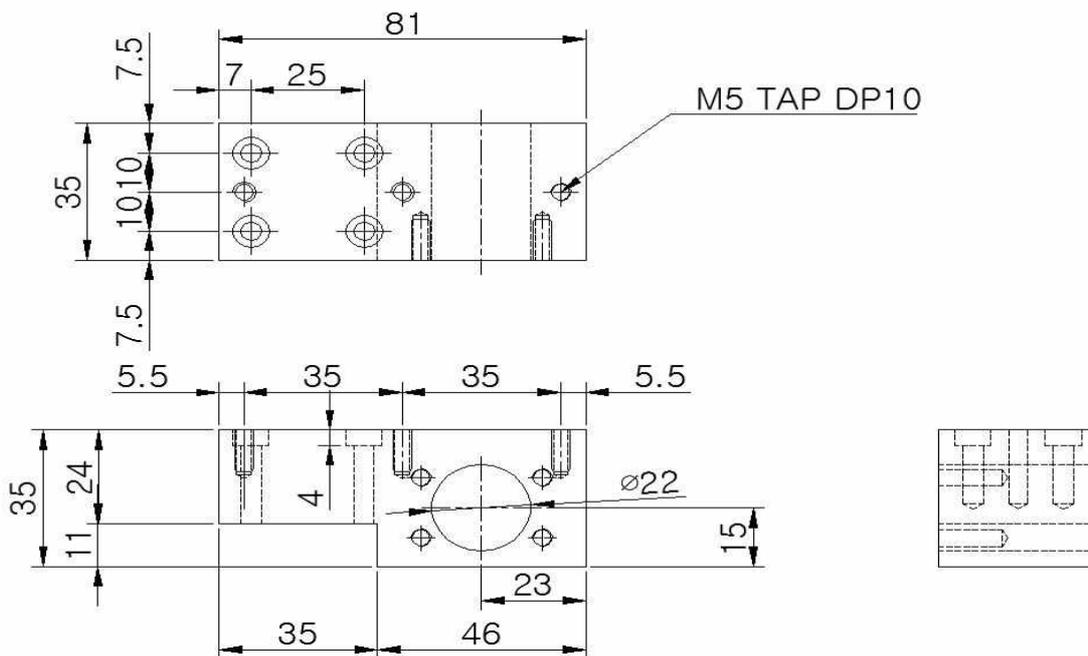
SS400/ 3.2t / 2ea



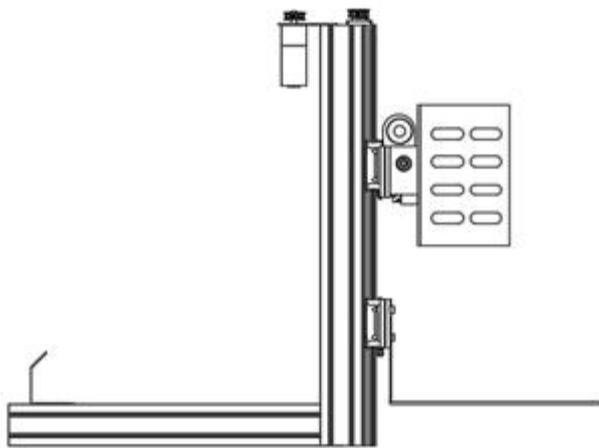
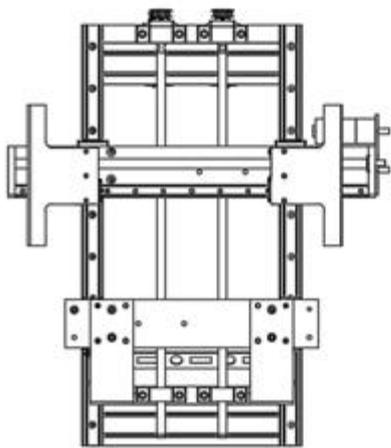
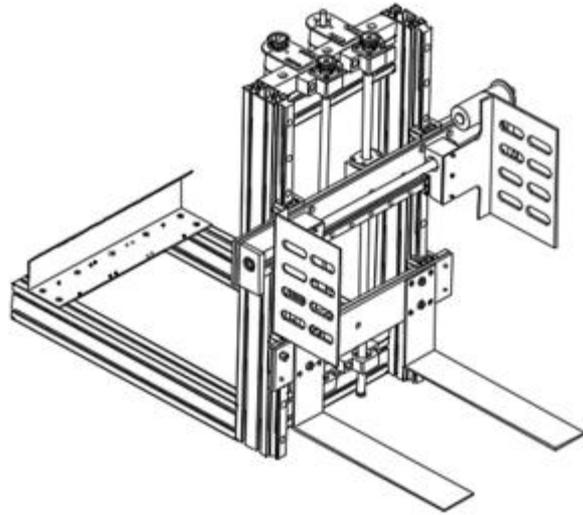
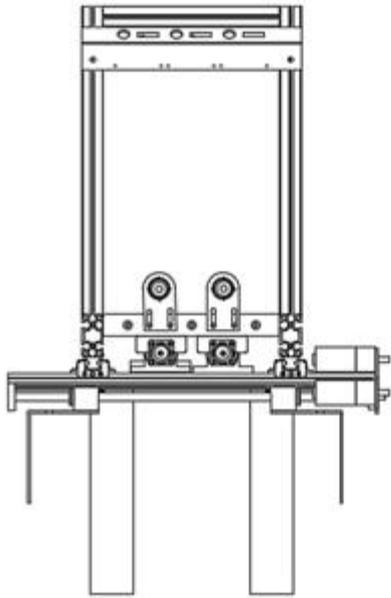
<그림 14> 클램프



<그림 15> 포크 고정부



<그림 16> 포크 고정부



<그림 17> 최종형상