

2013학년도 기계설계프로젝트 최종 보고서

과제명 : 하지장애우를 위한 전동식 좌변기 기립보조기구

(2013년 3월 1일 ~ 11월 12일)

팀명: Buzzer Beater

기계공학 설계프로젝트 최종보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

2013. 11

대구대학교 기계자동차공학부(기계공학전공)

제 출 문

대구대학교 기계자동차공학부 학부장 귀하

본 보고서를 대구대학교 기계자동차공학부 설계프로젝트 과제 “하지 장애우를 위한 전동식 기립보조기구”의 결과보고서로 제출합니다. (과제 기간 : 13. 03. 01 ~ 13. 11. 12)

2013. 11.

지도교수 : 이 동 활 교수님 (인)

대표학생 : 최 성 응 (인)

참여학생 : 권 준 우 (인)

김 종 필 (인)

정 병 욱 (인)

장 혁 (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.

2013. 11.

대표학생 : 최 성 응 (인)

참여학생 : 권 준 우 (인)

김 종 필 (인)

정 병 욱 (인)

장 혁 (인)

목 차

최종보고 요약문	1
제1장 과제내용 및 목표.....	2
제1절 과제의 목표.....	2
제2절 과제의 필요성.....	3
제3절 특허조사 및 분석.....	5
제4절 과제 진행 상황.....	7
제2장 개념설계 및 상세설계.....	8
제1절 개념설계.....	8
제2절 연구내용.....	9
제3절 상세설계.....	14
제3장 제작.....	30
제1절 공정도.....	30
제2절 제작.....	31
제3절 문제점 및 해결방안.....	34
제4장 운용 및 시험.....	38
제1절 운용 및 시험 요구조건.....	38
제2절 운용 및 시험 결과.....	40
제5장 결론.....	41
제1절 목표 달성도.....	41
제2절 고찰.....	42
참고자료 및 부록.....	43

최종보고 요약문

과제명	하지장애우를 위한 전동식 좌변기 기립보조기구
팀 명	Buzzer Beater
팀 원	최 성웅, 권 준우, 김 종필, 장 혁, 정 병욱
과제기간	2013. 03. 02 ~ 2013. 11. 22

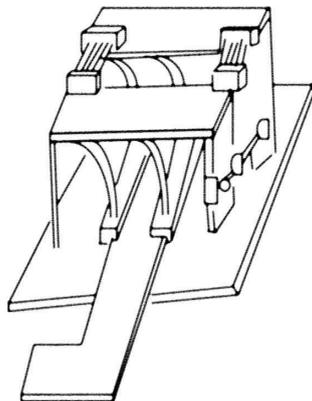
1. 개발내용 및 목표

고령자 및 장애인의 저하된 신체기능을 고려하여, 일상생활 편의를 도모하며 안전하면서도 효율적으로 기립을 보조할 수 있도록 사용자(최대 150kgf)를 4초동안 200mm 들어 올리는 전동식 기립보조의자의 메커니즘 설계 및 시제품 제작을 목표로 한다.

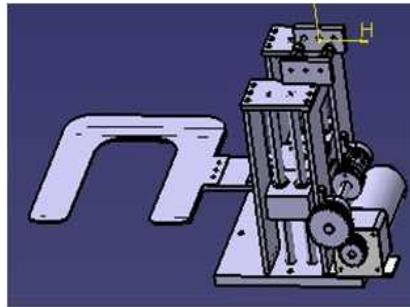
2. 개념설계 및 상세설계

아래의 그림은 우리가 목표하는 이미지의 스케치와 3D 도면이다.

모터의 동력을 구동축에 전달하면 축 중앙에 위치한 폴리워 하중을 받는 지지대에 고정 연결되어 있는 와이어가 감기거나 풀리며 지지대가 움직이도록 설계하였다.



<개념도>



<상세도>

3. 제작

부품 구입과 제품의 구조설계에 대한 외주가공을 의뢰하고 가공이 완료되면 조립에 들어간다. 그 후 회로를 구성하고 제품을 작동시켜 문제점을 파악 및 보완하여 최종적으로 완성한다.

4. 운용 및 시험

정량적 성능 목표의 운용을 위해 시험 요구조건을 제시하고 그에 따른 시험결과 데이터를 가지고 비교 및 분석 한다.

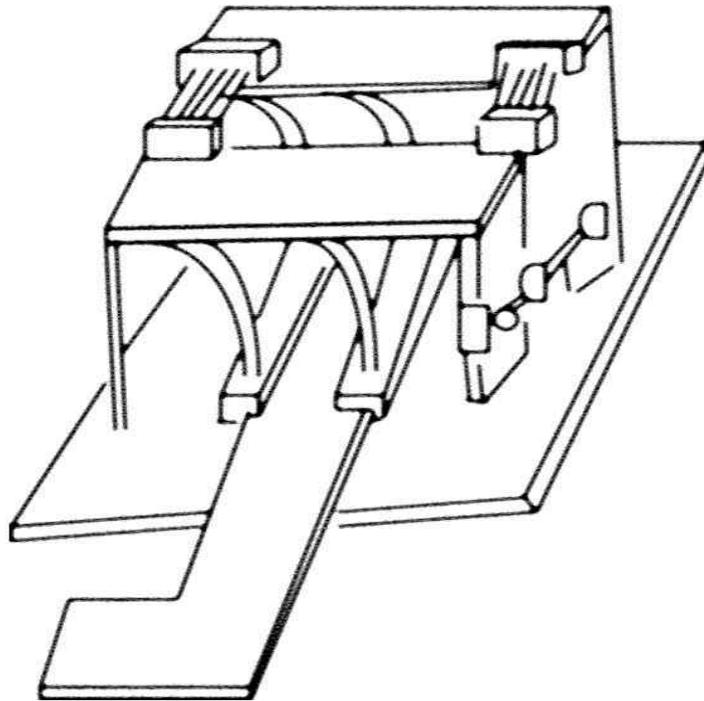
5. 결론

처음 정량적 목표로 삼았던 150kg무게 중에 100kg까지 달성하였고, 사용자가 안정감을 느끼는 속도로 4초 동안 200mm 상하운동 가능하다.

제1장 과제목표 및 내용

제1절 과제의 목표

고령자 및 장애인의 저하된 신체기능을 고려하여 최근 증가하고 있는 재택 요양 노인과 장애인수에 대비해 재택 요양 노인과 장애인들이 독립형 자립생활을 할 수 있도록 지원이 가능하고 개인의 기본적인 일상생활 편의를 도모하며 안전하면서도 효율적으로 기립을 보조할 수 있는 전동식 기립보조의자의 메커니즘 설계 및 시제품을 제작하고 기구가 사용자(최대 150kgf)를 4초동안 200mm 들어 올리는 메커니즘 설계 및 제작을 목표로 한다.



제2절 과제의 필요성

1. 고령화 사회에 따른 필요성

우리나라는 급속한 고령화로 인해 2000년 7월 1일 기준으로 65세 이상의 고령인구 비율이 전체인구의 7.1%(337만명)가 되어 고령화 사회에 진입하였고, 2009년 전체 인구의 10.7%(519만명), 2018년에는 전체인구의 14.3%가 되어 고령사회에 진입할 것으로 전망된다. (출처 : 통계청) (그림 1-2-1. 참조)

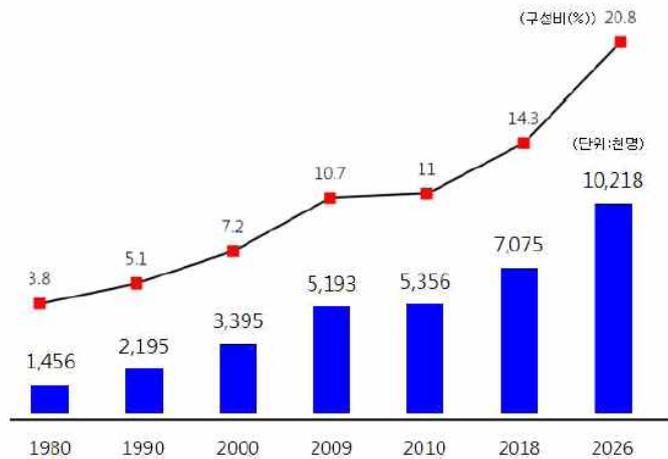


그림 1-2-1. 65세 이상 노인인구 추세

일어서기와 앉기 동작은 일상생활에서 가장 기본적인 동작의 하나이다. 최근 조사에 따르면, 뇌졸중과 같은 만성질환 이외에도, 전도 및 골절, 퇴행성 관절염 등과 같이 노화에 따른 장기요양상태의 고령자가 많이 나타나고 있다. 이와 같이 재택 요양 노인수는 늘어나고 노인 수발 지원 가족 인구수는 줄어드는 실정으로 많은 수의 재택 요양 노인이 독립형 자립생활을 하기에는 곤란함을 겪고 있다. 고령자의 일상생활 편의와 자립생활을 지원하고 수발 가족의 신체적 부담도 덜 수 있는 기립형 보조의자는 일상생활에 있어서 중요한 보조기구이다. 필요대상으로는 다리나 허리의 근력이 저하되거나, 무릎관절이나 다리 관절에 통증이 있어 낮은 위치에서 일어서기가 곤란한 사람을 대상으로 한다.

2. 장애에 따른 필요성

통계청 조사에 따르면 2011년 12월 말까지 우리나라 등록장애인은 2,519,241명으로 총인구 대비 약 5%를 차지하고 있다. 등록장애인의 수가 지속적으로 확대됨에 따라 등록장애인 비율은 1999년 1.5%에서 2011년 5%로 3배 이상 증가한 것으로 나타남. 장애유형별 비율을 살펴보면 지체장애 52.9%, 청각장애 10.4%, 뇌병변장애 10.3%, 시각장애 10%, 지적장애 6.6% 등의 순으로 전체 장애인 중 지체장애의 비율이 가장 크다. 2010년까지 시기가 지날수록 장애등록률이 점차 증가해 왔는데, 이는 장애인 등록으로 인한 각종 혜택에 대한 인지 향상, 장애범주의 지속적 확대, 장애인에 대한 사회적 인식의 개선 등의 여러 요인이 작용한 것으로 보인다. (출처 : 통계청, 한국장애인고용공단) (그림 1-2-2. 표 1-2-1. 참조.)



그림 1-2-2. 총인구대비 장애인구 비율

구분	전체	
	인원	비율
전체	2,519,241	100.0
지체	1,333,429	52.9
뇌병변	260,718	10.3
시각	251,258	10.0
청각	261,067	10.4
언어	17,463	0.7
지적	167,479	6.6
자폐성	15,857	0.6
정신	94,739	3.8
신장	60,110	2.4
심장	9,542	0.4
호흡기	14,671	0.6
간	8,145	0.3
안면	2,715	0.1
장루·요루	13,098	0.5
간질	8,950	0.4

표 1-2-1. 등록장애인 수 - 장애유형별

재가 지체장애인의 출현율을 지체장애가 있는 모든 사례 건수로 집계하면 다음의 표와 같이 인구 천명당 28.77건으로서, 이를 전국 일반인구에 적용하면 재가 지체장애 인구는 1,372.6천명이 될 것으로 추정된다. 지체장애는 전체 15종의 장애유형 중 가장 큰 인구규모를 보이고 있다. 여기서 제시된 단위는 사람(person)이 아니라 건수(spell)로서 지체장애를 가진 모든 장애인, 즉 단순 지체장애 및 중복장애로서 지체장애를 갖는 사람의 합계로서 계산되었다. 전체적으로 지체장애인 출현율은 연령이 증가할수록 큰 폭으로 증가하는 경향을 보이고 있어서, 60대 중반 이후부터는 95.96건, 70대 이상에서는 110.46건으로 가장 높은 출현율을 보이고 있다. 성별로는 남자 지체장애인의 출현율이 33.36건으로 여자(24.30)의 출현율 보다 훨씬 높다. 지체장애 출현율을 과거의 실태조사 결과와 개략적으로 비교해 보면, 2005년도 의 22.23건에 비해 증가한 것으로 나타났으며, 특징적인 것은 전반적으로 출현율이 높아짐은 물론 평균수명의 연장과 인구 고령화에 따라 지체장애의 출현율도 80세전까지는 꾸준히 증가하는 경향을 볼 수 있다는 점이다. (출처 : 한국보건사회연구원) (표 1-2-2. 참조)

구분	남자	여자	전체
0~ 4세	-	-	-
5~ 9세	0.46	0.75	0.60
10~14세	2.72	0.99	1.89
15~19세	2.48	1.87	2.19
20~24세	6.14	2.24	4.17
25~29세	4.69	0.99	2.87
30~34세	14.30	2.27	8.35
35~39세	19.89	8.54	14.24
40~44세	31.36	9.52	20.47
45~49세	43.89	14.56	29.28
50~54세	61.56	29.97	45.67
55~59세	71.81	44.48	57.92
60~64세	96.33	58.94	77.05
65~69세	108.91	84.94	95.96
70~74세	109.01	111.55	110.46
75~79세	94.72	113.44	106.35
80세 이상	64.88	88.72	81.76
계	33.36	24.30	28.77
전국추정수 (N)	785,842 (1,804)	586,770 (1,420)	1,372,612 (3,224)

표 1-2-2. 성별, 연령별 지체장애 출현율

제3절 특허조사 및 분석

1. 특허 조사

- 조사 범위

대상국가	국내, 국외
특허 DB	한국특허정보원(www.kipris.or.kr)
특허 조사 기간	2013.04.26.~2013.05.03
검색 키워드	수동리프트, 보조 기구, 기립 보조기구, 기립의자

- 검색 키워드에 관한 검색결과

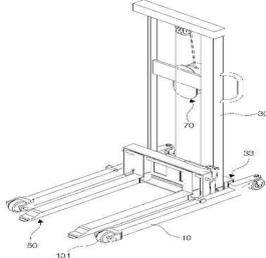
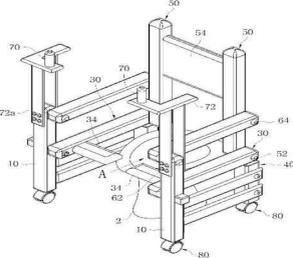
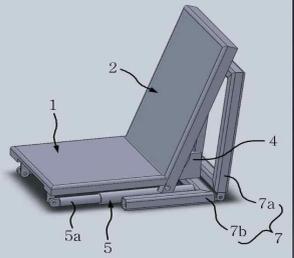
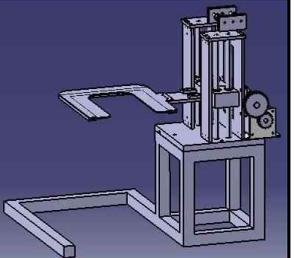
검색키워드	검색결과	검색키워드	검색결과
수동 리프트	전체검색결과 : 2,946건 특허실용 : 2,940건 디자인 : 1건 상표 : 4건	보조 기구	전체검색결과: 48,355건 특허실용 : 48,005건 디자인 : 145건 상표 : 205건
기립 보조 기구	전체검색결과 : 837건 특허실용 : 835건 디자인 : 1건 상표 : 1건	기립 의자	전체검색결과 : 435건 특허실용 : 427건 디자인 : 2건 상표 : 6건

수동 리프트와 보조 기구에 관한 전체 검색 결과 건수가 많이 나온 것으로 보았을 때 이미 시중에 나와 있는 제품이 많을 것으로 판단되나 우리 프로젝트와 관련이 있는 기립 보조 기구와 기립 의자는 상대적으로 적은 건수가 나왔다. 그 중에서도 화장실에 설치 및 사용되며 구조형상이 안전하고 자동으로 작동되는 아이디어 및 제품은 거의 없는 것으로 보아 우리 프로젝트의 독창성 및 시장성이 우월하다고 볼 수 있다.

우리가 선정한 하지 장애우를 위한 스탠딩 보조기구와 관련된 가장 기술적으로 유사한 특허를 3개 선정하여 분석 및 비교를 했다.

2. 특허조사 자료와 기계종합설계 선정과제 비교 분석

아래의 표는 특허조사 자료¹⁾와 기계종합설계 선정과제를 비교한 표이다.

특허 종류	수동 포크리프트	착석 및 기립 보조기구	기립 보조 의자	하지장애우를 위한 스탠딩 보조 기구
출원 번호	1020090094980	1020090000619	1020090087489	본 고안
등록 번호	1010135660000	1010135660000	1011769450000	본 고안
그림				
기술적 과제	무거운 중량물을 힘을 적게 들여 올려야 한다.	모터를 이용하여 사람이 착석 및 기립 시 도와 줘야 한다.	고령화 사회인 만큼 노인들이 많아지면서 일어서기 및 앉기 동작 시 어려움 해소	노인 및 하지장애우 들이 좌변기 사용 시 어렵기 때문에 보조 기구가 필요함.
구성 및 작용	도르래와 와이어를 이용하여 포크부의 중량물을 들어 올리는 리프트 방식	전방 위치에 배치된 한 쌍의 나란한 포스트가 모터의 회전축과 연결되어 상하방향으로 승/하강 작동하는 방식	리니어부쉬를 이용한 상하운동과 힙업 및 리클라이닝 동작이 가능	모터의 동력으로 좌변기와 연결되는 지지대와 구동축에 고정되어 있는 와이어가 풀리거나 감기며 지지대와 연결된 좌변기가 사람을 착석 및 기립시켜 주는 방식
비교 및 분석	자동이 아닌 수동으로 구동되기 때문에 사람이 직접 당겨야 함	크기가 커서 기존의 좌변기만 설치된 공간에 설치가 불가능하며 장애인용 화장실에만 맞는 크기	모터 및 여러 센서들의 기능을 제어하기 때문에 오작동 시 안전성의 문제가 발생	설치될 변기의 높이에 구애받지 않음.
특허 및 과제의 차이점	자동으로 조작되므로 사용자의 편의성 증대	크기가 비교적 작아 대부분의 화장실에 설치 가능	기능이 단순하고 오작동 시 제한된 리프트 높이가 있기 때문에 안전	좌변기뿐만 아니라 의자에도 적용하여 다용도 사용 가능

1) 특허조사 자료는 참고자료 참조.

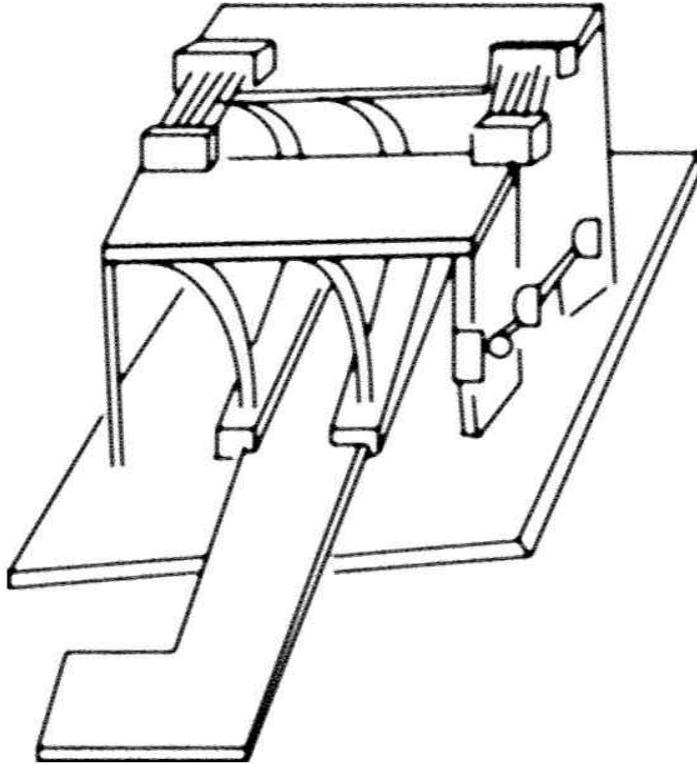
제4절 과제 진행상황 (예상 일정)  (진행 일정)

추진단계	일정								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
브레인스토밍							
특허조사 및 시장조사								
도면 스케치							
상세설계 (공학적 계산, 요소선정)							
요소 해석								
구조형상 해석 및 문제점 보완							
중간보고서 작성								
부품구입							
제품구조 외주가공							
지지축, 롤러축, 구동축 가공							
모터축과 구동축의 평기어 및 폴리 가공							
회로도 구성							
조립 및 성능시험							
모터와 지지부의 문제점 및 보완								
최종 조립 및 완성								
최종 보고서 작성							

제2장 개념설계 및 상세설계

제1절 개념설계

1. 개념도



사용자의 스위치 작동에 따라 모터의 회전방향이 바뀌게 된다. 모터가 작동하면 모터축의 평기어와 구동축의 평기어가 맞물리면서 구동축을 회전시킨다. 구동축의 중앙에 위치한 풀리에 고정되어 있는 와이어가 사용자의 스위치 작동에 따라 감기거나 풀리면서 다른 쪽 와이어에 연결된 지지대가 지지축의 방향으로 움직이며 사용자의 기립을 보조하는 방식으로 설계하였다.

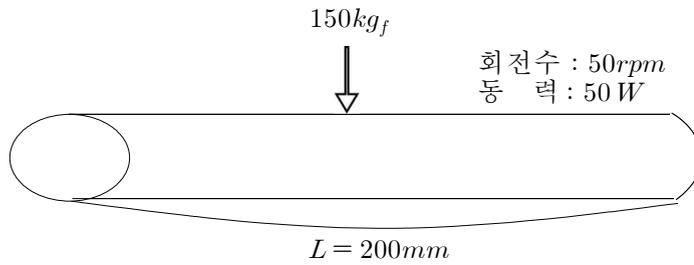
제2절 연구내용

1. 구동축 지름 설계

재료 : 기계구조용 탄소강 SM 45 C

$$\text{항복응력} = 350\text{Mpa} = 35.0\text{kg}_f/\text{mm}^2$$

$$\text{허용굽힘응력}(\sigma_a) = \text{항복응력} \times \frac{1}{3} = 11.67\text{kg}_f/\text{mm}^2$$



$$\text{비틀림 모멘트} : T[\text{kg}_f \cdot \text{mm}] = 974000 \frac{H_{kW}}{N} = 974000 \frac{0.05}{50} = 974\text{kg}_f \cdot \text{mm}$$

$$\text{굽힘 모멘트} : M[\text{kg}_f \cdot \text{mm}] = \frac{Pl}{4} = \frac{150 \times 200}{4} = 7500\text{kg}_f \cdot \text{mm}$$

$$\text{상당 비틀림 모멘트} : T_e[\text{kg}_f \cdot \text{mm}] = \sqrt{M^2 + T^2} = \sqrt{974^2 + 7500^2} = 7563.0\text{kg}_f \cdot \text{mm}$$

$$\text{상당굽힘 모멘트} : M_e[\text{kg}_f \cdot \text{mm}] = \frac{1}{2}(M + T_e) = \frac{1}{2}(7500 + 7563) = 7531.5\text{kg}_f \cdot \text{mm}$$

$$\therefore d = \sqrt[3]{\frac{32M_e}{\pi\sigma_a}} = \sqrt[3]{\frac{32 \times 7531.5}{\pi \times 11.67}} = 18.736\text{mm} \Rightarrow 20\text{mm}$$

(단위 : [mm])

축 지름 [mm]

4 (4.5) 5 (5.6) 6 (6.3) 7 (7.1) 8 9 10 (11) (11.2) 12 (12.5) (14) 15 (16) 17 (18) (19) 20 22
 (22.4) (24) 25 28 30 (31.5) 32 35 (35.5) (38) 40 (42) 45 (48) 50 55 (56) 60 (63) 65 70 (71) 75
 80 85 90 95 100 105 110 (112) 120 130 140 150 160 170 180 190 200 220 (224) 240 (250) 260 280
 300 (315) 320 340 (355) 360 380 400 420 440 (450) 460 480 500 (530) 560 600 630

주 괄호 안의 수는 해당 크기의 구름 베어링 안지름이 없는 경우이다.

(출처 : 기계요소설계 이론과 실제 5판, 교보문고, 홍장표 저, 2009)

2. 폴리 설계

가. 리프트 높이 및 시간

- 높이

화장실에서의 기립 보조기구는 아니지만 비슷한 형상인 전동 의자에 관한 설계 보고서를 통해 앉았다 일어서는 데에 사용자가 편리함을 느끼는 높이와 화장실 좌변기의 평균 높이 450mm를 고려하여 리프트 높이를 200mm로 설계하였다.

- 시간

의자형리프트	휠체어리프트	기능성자동의자
		
91.5mm/s	34.67mm/s	41.67mm/s
평균속도 : 약 56mm/s		

시중에 나와 있는 제품들의 평균속도는 약 56mm/s(1초당 56mm 이동)로서 리프트를 200mm 올리는데 걸리는 시간은 약 4초가 된다.

$$\pi \times \text{폴리의 직경} = \text{한 바퀴 도는데 감기는 와이어 길이}(mm)$$

폴리의 회전 수는 50rpm

1초당 0.83바퀴를 돌게 되므로 4초 동안 약 3.5바퀴를 돌게 된다.

축의 지름을 고려하여 폴리의 내경을 20mm, 와이어가 감기는 원의 지름을 40mm로 선정하여 4초 동안 폴리에 감기는 와이어 길이를 계산해 보면 $\pi \times 40 \times 3.5 = 440.0mm$ 으로 240mm가 초과된다.

값이 초과되므로 회전수를 50rpm에서 25rpm으로 변경하였다. 그러면 1초당 0.42바퀴, 4초 동안에는 약 1.7바퀴를 돌게 되며 이 때 감기는 와이어 길이를 계산해 보면

$\pi \times 40 \times 1.7 = 214.0mm$ 로서 200mm를 조금 초과하는 값을 가지게 된다.

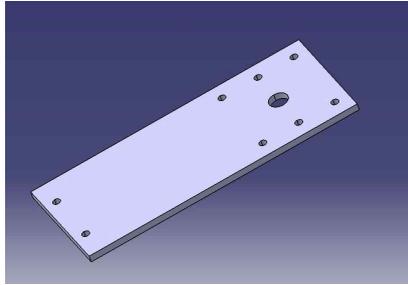
25rpm에서 20rpm으로 변경하여 계산해보면

$$\pi \times 40 \times \frac{20}{60} \times 4 = 167.5mm$$

따라서 폴리에 걸리는 회전수는 20~25rpm 사이의 회전수가 걸리게 하며, 폴리에 와이어가 감기는 원의 지름은 40mm로 설계한다.

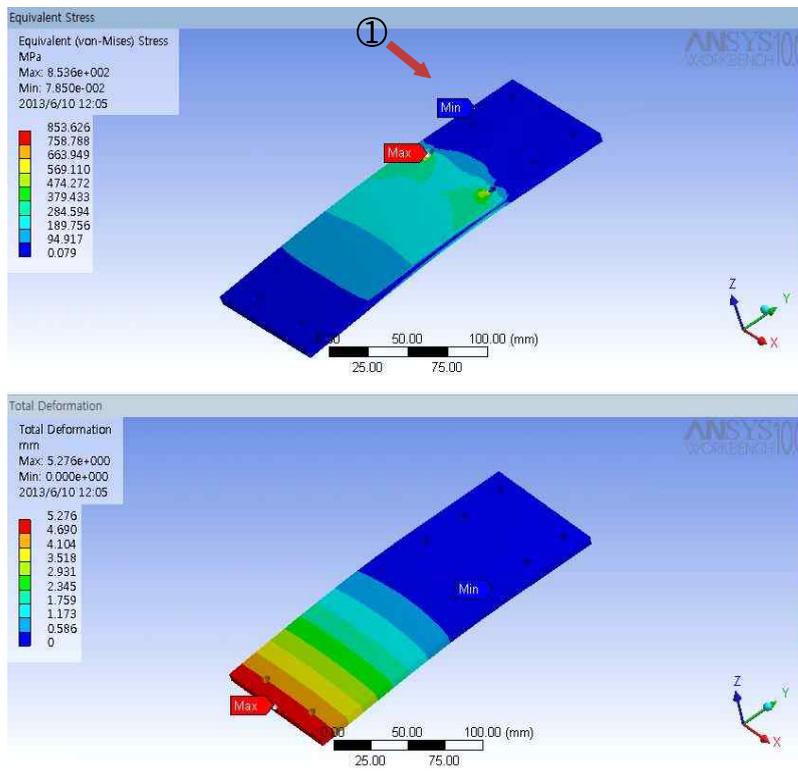
3. 지지대 형상 설계

재질은 Stainless Steel이며 기본적인 형상은 지지대의 가이드와 결합시키기 위해 위쪽에 볼트 구멍 여섯 개, 그 중앙에는 와이어가 고정될 고리가 위치할 자리이며, 그리고 앞쪽엔 사용자가 앉을 시트와 결합시키기 위한 두 개의 볼트 구멍으로 설계하였다.

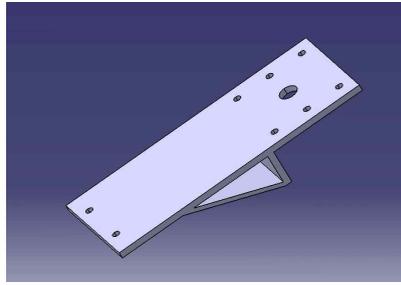


지지대는 사용자가 앉을 시트와 결합되어 많은 하중을 받을 것으로 예상되어 ANSYS 프로그램을 활용하여 해석해 보았다.

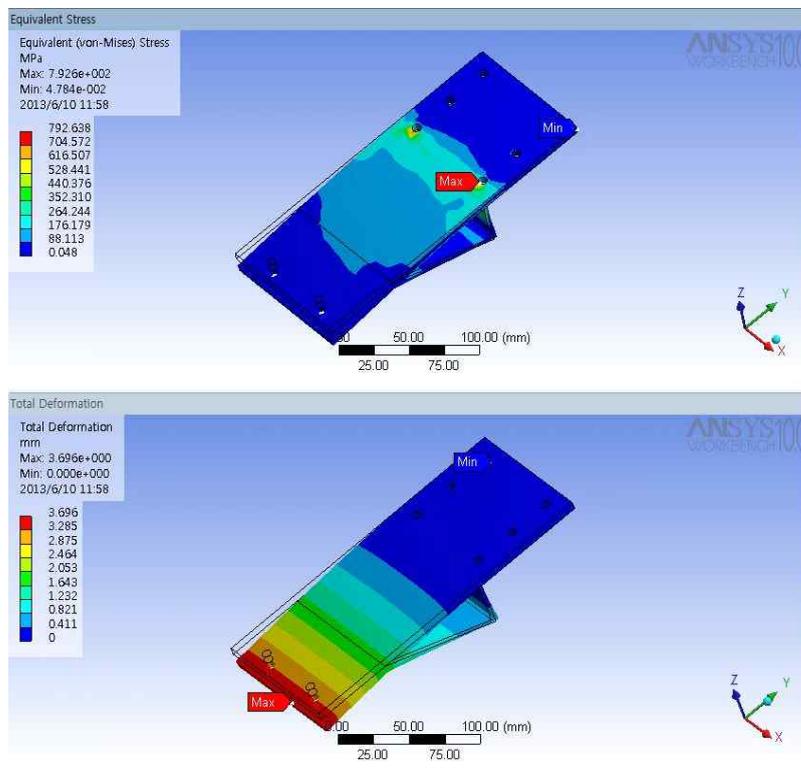
경계조건은 앞쪽 두 개의 볼트 구멍에는 사용자의 무게(최대 150kgf)가 작용하도록, 뒤쪽 여섯 개의 볼트 구멍은 가이드와 결합될 부분이므로 고정시켜 해석하였다.



Equivalent (von-Mises) Stress 해석 결과 ①번 지점에 8.536e+002MPa 의 max Stress가 작용하였고, Total Deformation 해석 결과 시트와의 결합 부위에서 약 5.3mm가 처지는 것을 알 수 있었다.



지지대에 가해지는 Stress와 처짐을 줄이기 위해 지지대 밑에 기억자 받침대를 넣어 지지대 앞쪽 부분을 받쳐주는 형상으로 설계하여 해석 해 보았다.



해석 결과 max Stress는 8.536e+002MPa에서 7.926e+002MPa로 줄어들었고, 처짐량 역시 5.3mm에서 3.7mm로 줄어든 것을 볼 수 있다.

따라서 지지대의 형상은 기본 형상보다 기억자 받침대가 추가된 형상으로 설계하기로 한다.

4. 모터 및 기어 선정

지름 20mm에 회전수가 20rpm인 축을 설계할 경우 모터의 정격출력은 50W, 정격토크는 195kgf-cm, 회전수는 15~20rpm의 사양을 충족해야 한다. 또한 안전율을 고려하여 모터의 효율을 80%로 보며, 지지대 부분이 최고 높이까지 올라갔을 경우, 추락을 방지하기 위하여 감속기 부분에 브레이크 기능이 첨가된 모터를 선정한다.

모터의 출력이 50W로서 정격토크가 요구되는 값에 미치지 못함으로 평기어를 사용하여 1:2의 기어비를 설계한다. 이와 같은 기어비 설계로 인하여 축에 전달되는 토크값은 2배 증가, 회전수는 1/2 감소 된다. 결과적으로 토크값은 요구되는 값에 대해 여유를 얻으나, 회전수는 1/2만큼 감소되므로 모터 선정 시 기존보다 2배 증가된 모터를 선정한다.

제3절 상세설계

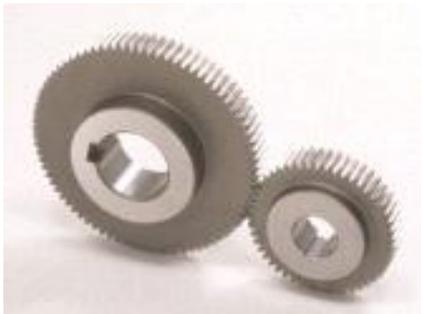
1. 부품목록

프로젝트에 사용되는 부품들은 공학적 계산으로 나온 결과값을 기준으로 시장에 출시된 제품들을 선정하는 것이 효율적이라고 판단되고, 출시된 제품이 없는 부품은 외주가공으로 시제품제작에 들어갈 것이다. 프로젝트에 사용될 시장제품을 사진과 특징, 설명하기로 한다.

가. DC모터 (DWG-RL4267-12V-B)		
	회사명 : 디엔지	토크 : 240kgf · cm
	가격 : 38,720원	RPM : 35(rpm)

나. DC모터드라이버 (DCD-12036)		
	회사명 : 디엔지	가격 : 27,500원
	전압 : 12V	전류 : 3A
	특징 : ON/OFF 제어, CW/CCW 제어	

다. 베어링 유닛 (절약형 주물제필로형) 2EA		
	회사명 : 한국미스미	내경 : 20mm
	가격 : 상담문의	중량 : 650g

라. 평기어 (MSGAB1-20 1EA, MSGB1.5-40 1EA)			
	회사명 : 도호코리아		가격 : 상담문의
		MSGAB1-20	MSGB1.5-40
	내경	10mm	20mm
	잇수(z)	20	40
	기어비 1:2로 토크를 2배 상승, RPM을 1/2배 감소		

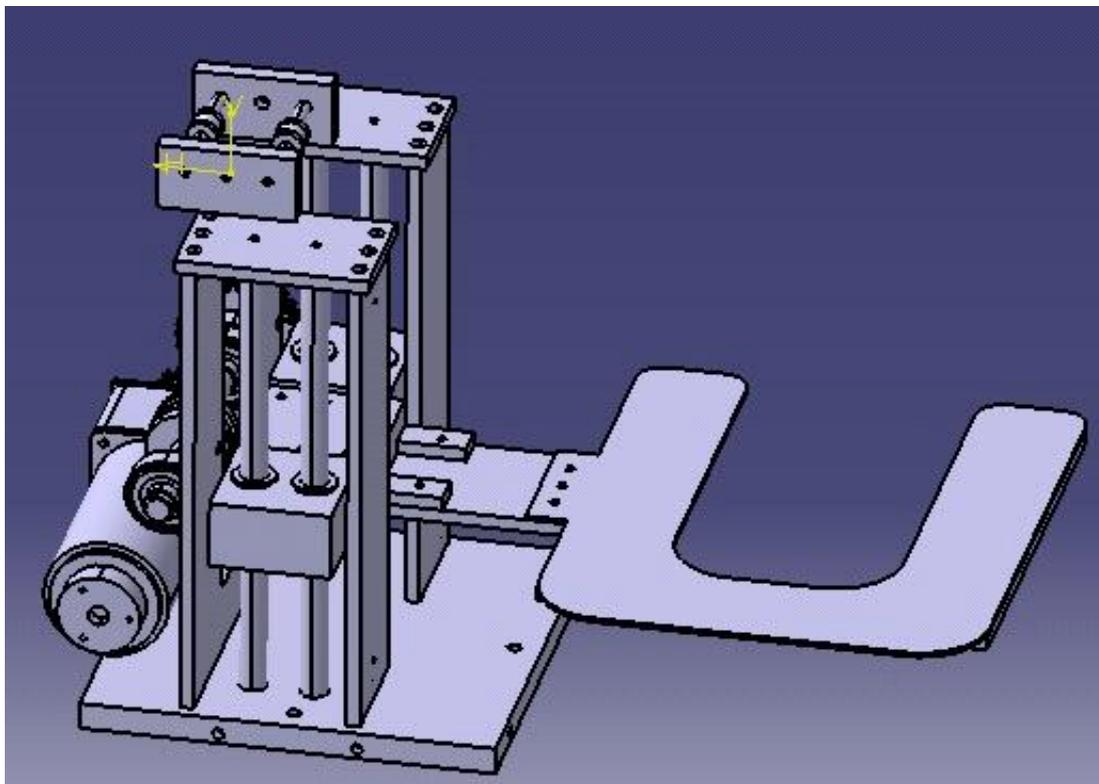
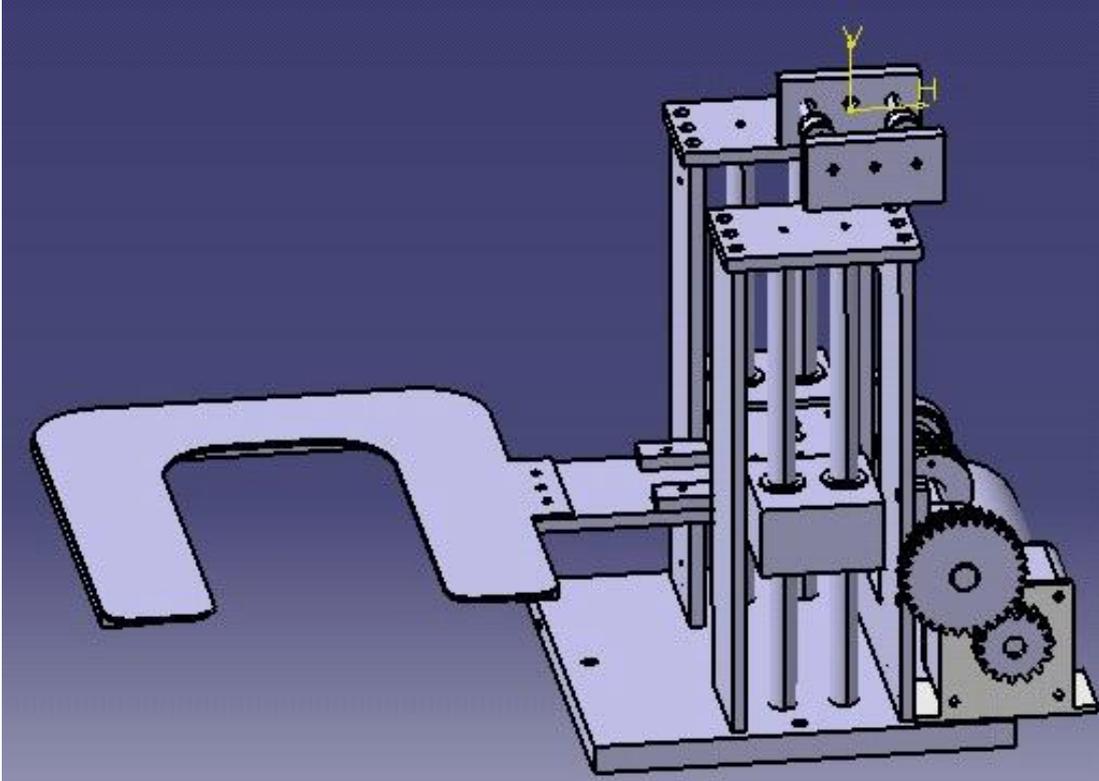
바. 연마봉 (구동축 1EA, 롤러축 2EA, 지지축 4EA)			
	재질 : S45C		회사명 : 광천연마
	구동축	직경=20mm 길이=200mm	가격 : 상담문의
	롤러축	직경=10mm 길이=140mm	가격 : 상담문의
	지지축	직경=20mm 길이=361mm	가격 : 상담문의

사. 배터리 (ES12-12 12V 12Ah)			
	회사명 : 로케트		가격 : 51,250원
	전압 : 12V		용량 : 12Ah
	크기(mm) : 155X98X94		무게 : 4kg

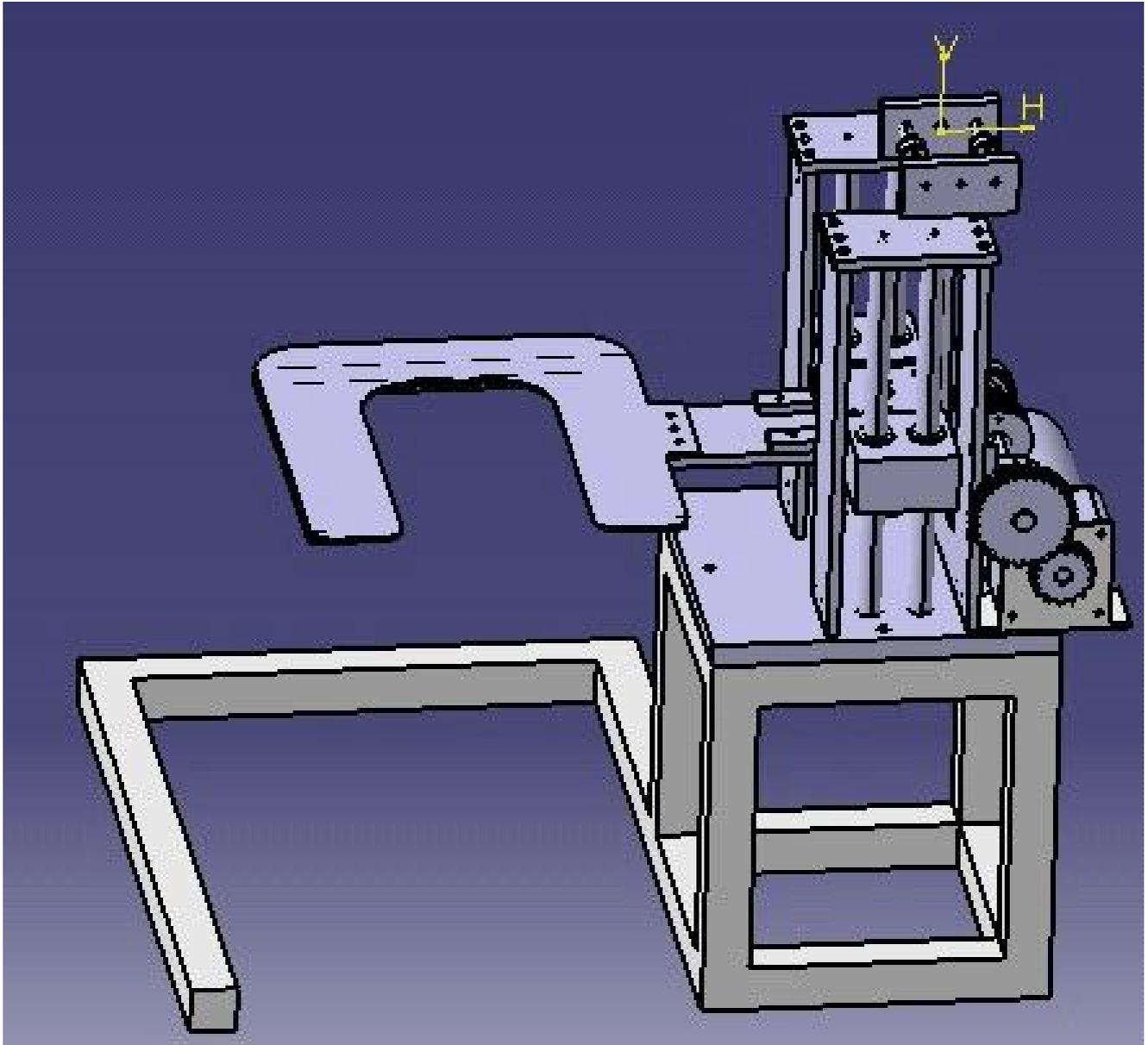
아. 리밋스위치 (XZ-7141)			
	회사명 : 영주통상		가격 : 4,500원
	접점용량 : 250VAC 10A		무게 : 160g
	단자부 배선 연결이 용이한 구조		

2. 최종도면

가. 입체도



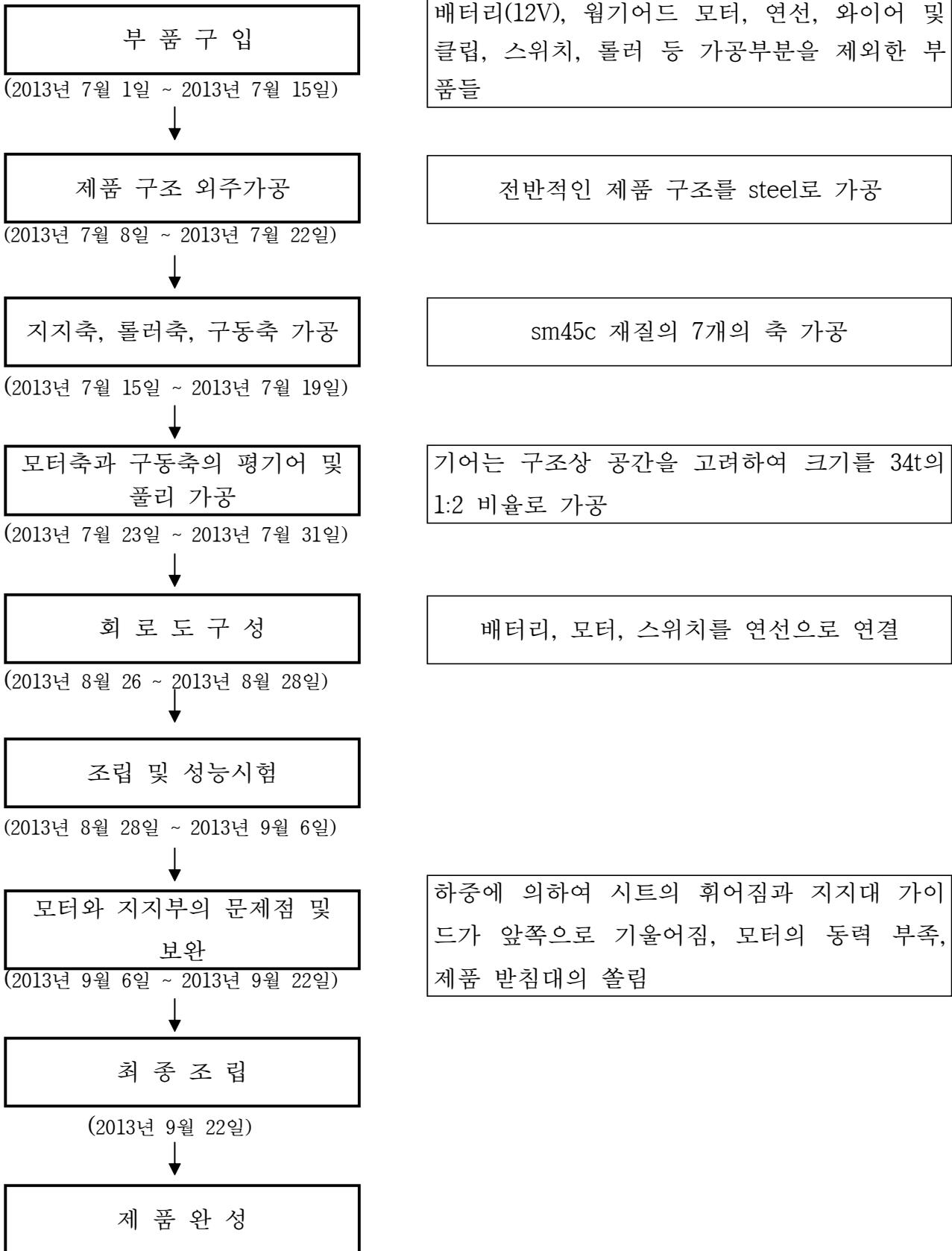
입체도 - 1



입체도 - 2

제3장 제 작

제1절 공정도



제2절 제작

일 정	2013년 7월 1일 ~ 2013년 7월 15일
부품 구입	<ul style="list-style-type: none"> - 제품을 시연할 때를 생각하여 220V가 아닌 배터리를 구입하여 사용 - 제품이 정지하였을 경우에도 지지대가 고정될 수 있도록 브레이크 기능이 있는 월기어드 모터 사용 - 안전성을 고려하여 회로구성에는 연선 사용 - 폴리와 지지대부를 연결하는 와이어를 고리형태로 만들기 위해 와이어클립 사용 - 높이를 제어하기 위한 리밋스위치 사용



일 정	2013년 7월 8일 ~ 2013년 7월 22일
제품 구조 외주가공	제품구조의 재질은 무거운 하중을 버텨야 하기 때문에 강도가 높은 재질을 사용하여야 했다. 강도가 높으면서도 가벼운 재질을 생각해 보았지만 비용을 고려하여 steel을 사용하였다.



일 정	2013년 7월 15일 ~ 2013년 7월 19일
지지축, 롤러축, 구동축 가공	구조용 탄소강으로서 비용이 적고 시중에서 많이 사용되는 sm45c 재질로 축을 가공하였다.



일 정	2013년 7월 23일 ~ 2013년 7월 31일
모터축/구동축의 평기어와 폴리가공	모터의 동력을 구동축에 전달하기 위해 평기어를 사용하였다. 기어의 크기는 구조상 공간을 고려하여 총 길이를 34t로 하였고, 기어 비를 1:2로 하여 모터의 동력을 2배 증가시킴과 동시에 회전수를 1/2로 줄여 목표했던 값에 도달하도록 설계하였다.

일 정	2013년 8월 26 ~ 2013년 8월 28일
-----	----------------------------

회로도 구성

품 명	회로도	작 성 일 지	2013. 8. 26
연 락 처	010-3151-2178	작 성 자	장 현

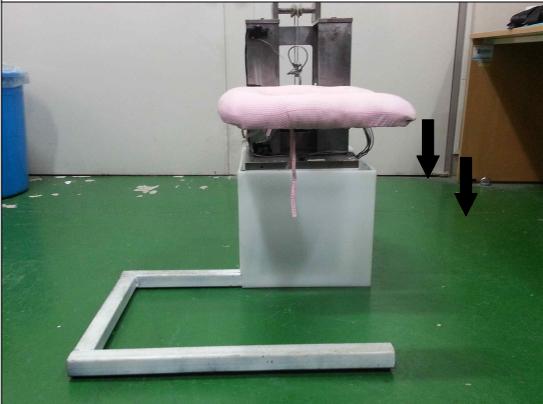
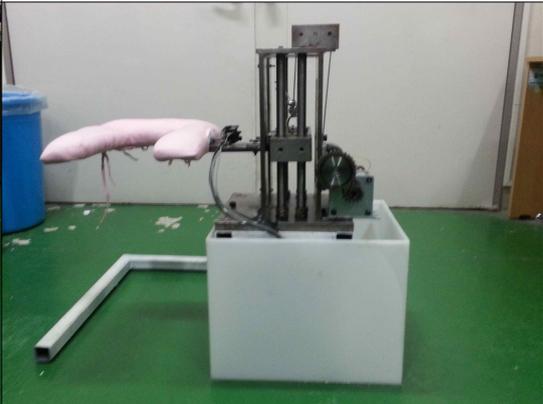


일 정	2013년 8월 28일 ~ 2013년 9월 6일
-----	----------------------------

조립 및 성능시험	가공품들을 육각렌치볼트로 조립한 후 연선을 연결하였고, 사용자를 바꿔가면서 다양한 중량으로 반복시험 하였다.
-----------	--

일종	2013년 9월 6일 ~ 2013년 9월 22일
모터와 지지부의 문제점 및 보완	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 3t의 두께인 시트와 지지대 가이드를 두께를 10t로 변경함과 동시에 일체형으로 설계 - 모터의 힘이 바로 적용되는 것이 아니라 ㄷ자형으로 장착된 와이어를 통하여 전달되는 것을 고려하지 못함. 모터 교체 및 브레이크 장착 - 받침대 밑부분을 ㄷ자 형태로 변형하여 앞으로 엎어지는 현상을 보완



일 정	2013년 9월 22일	
최 종 조 립		
	케이스 장착(앞면)	케이스 장착(옆면)
		
	케이스 제거(앞면)	케이스 제거(옆면)

제3절 문제점 및 해결방안

1. 모터 선정

모터는 계산상으로 사양은 적절했으나 모터의 위치가 문제였다. 실제로 모터가 최대로 힘을 내려면 일직선상에 놓여 작동해야 하지만 제품 설계상 디귤자형으로 롤러를 이용한 것이기 때문에 모터가 힘을 제대로 내지 못하는 점을 고려하지 못하였다. 따라서 200w에 3000rpm 사양의 DC모터로 교체하였으며 100:1의 감속기를 사용하여 4초 동안 시트의 상하 운동이 이루어지게 설치하였다. 또한 신장에 따라 시트의 사용 높이가 다르기 때문에 작동을 멈추었을 때 정지 상태를 유지하기 위해 모터의 브레이크 기능이 필요하므로 모터의 축을 연장하여 JDB-OZDC24V 브레이크를 장착하였다.

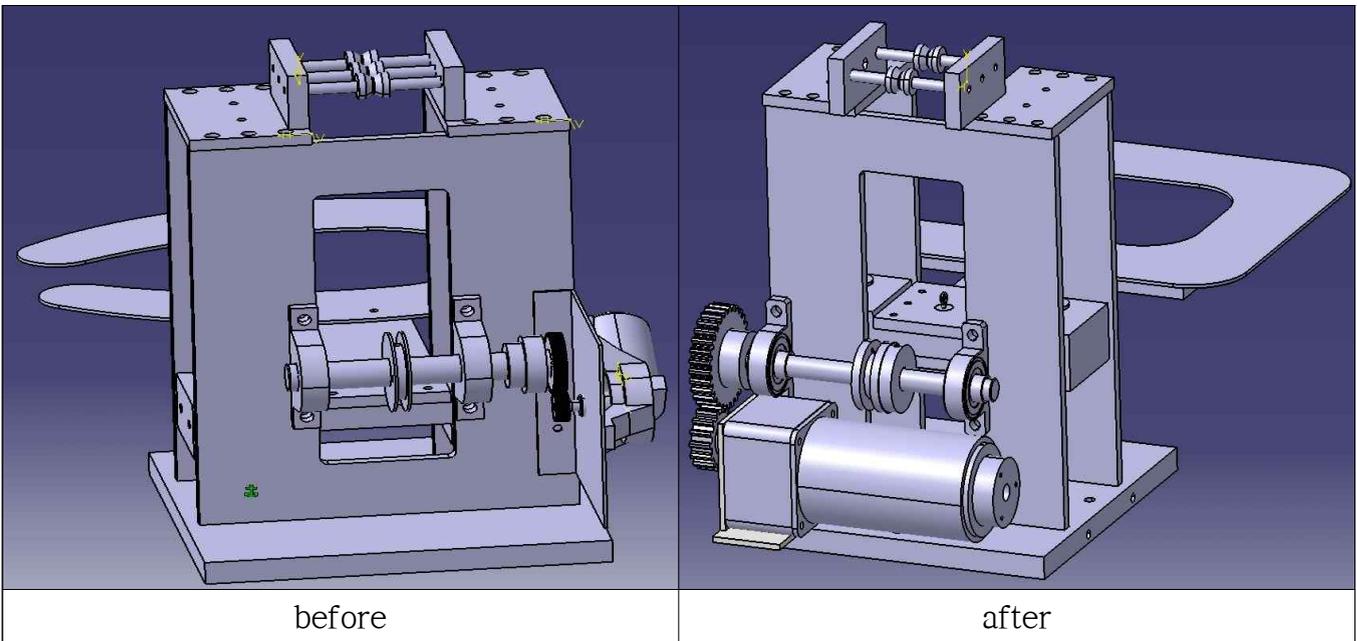


50W 웜기어드 모터



200W DC모터

모터 교체에 의해서 위치가 제품의 뒤쪽벽면 아래쪽으로 위치를 옮겼다. 그로인해 구동축을 잡아주는 베어링유닛의 위치 또한 바뀌게 되어 밀링을 통하여 자체가공 하여 해결하였다.

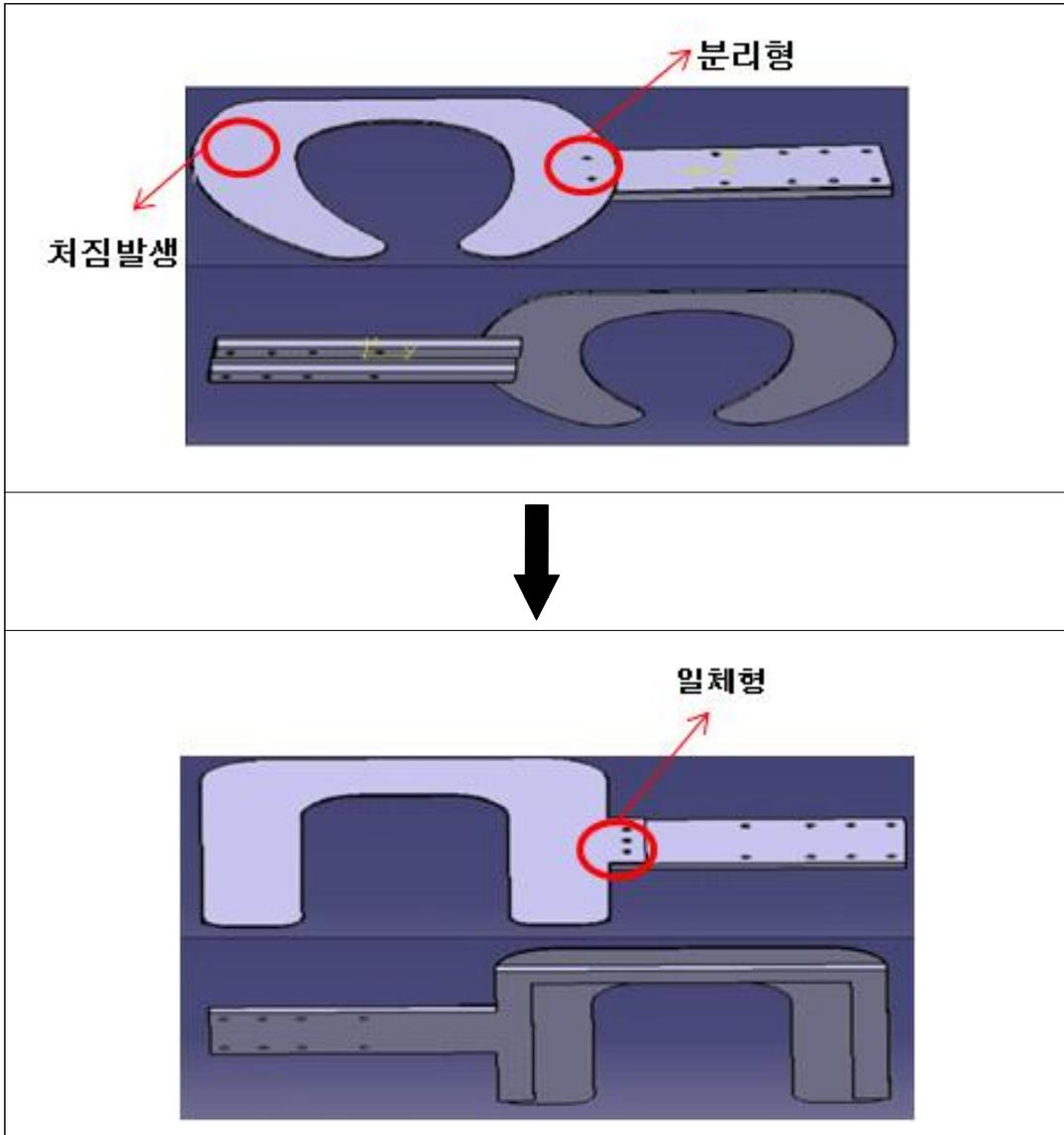


before

after

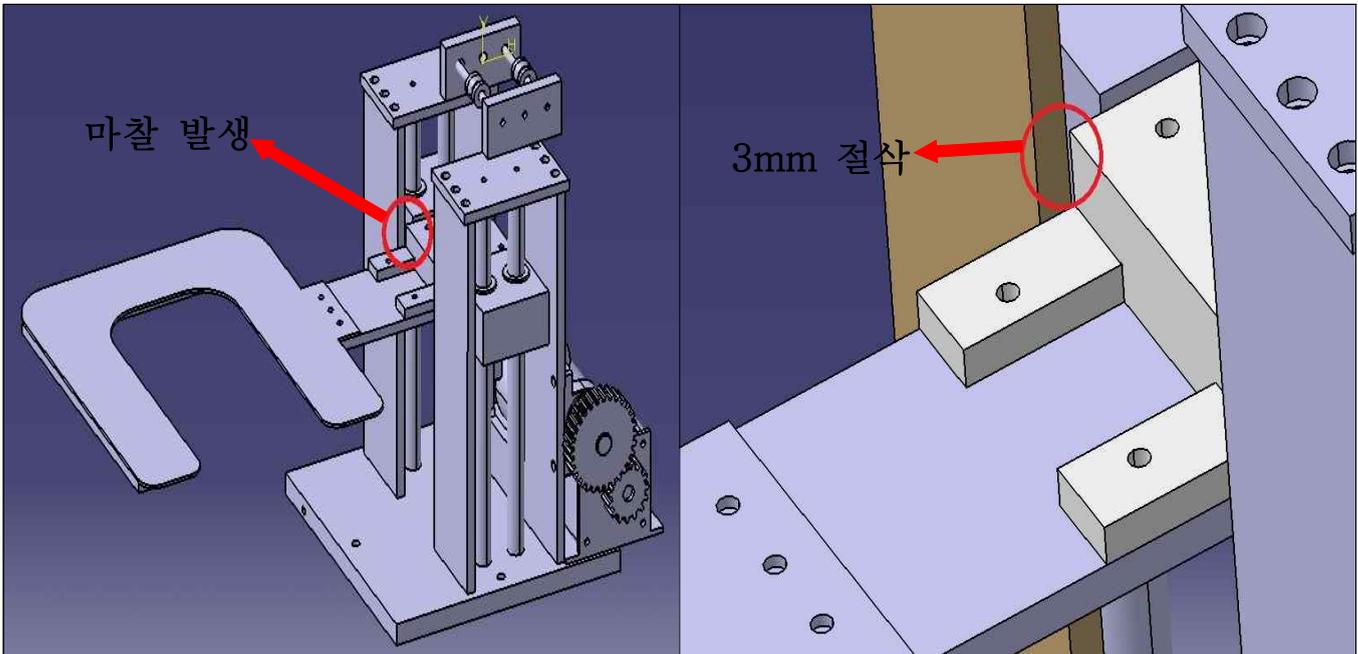
2. 시트 처짐

독자적인 시트를 지지대에 결합한 부분이 문제점이었다. 우선 지지대와의 결합을 더 강화하기 위해 독자적인 시트가 아닌 시트 가이드와 지지대가 일체형이 되도록 가이드를 설계하였고, 그 위에 시트를 용접하여 한층 강도를 강화하였다. 또한 일체형으로 구조를 변경하면서 기존의 두께 3t인 지지대와 밑에 받쳐 놓은 가이드를 없애고 일체형의 두께를 10t로 변경하여 기존의 휘어지는 현상을 많이 보완할 수 있었다.



3. 마찰 발생

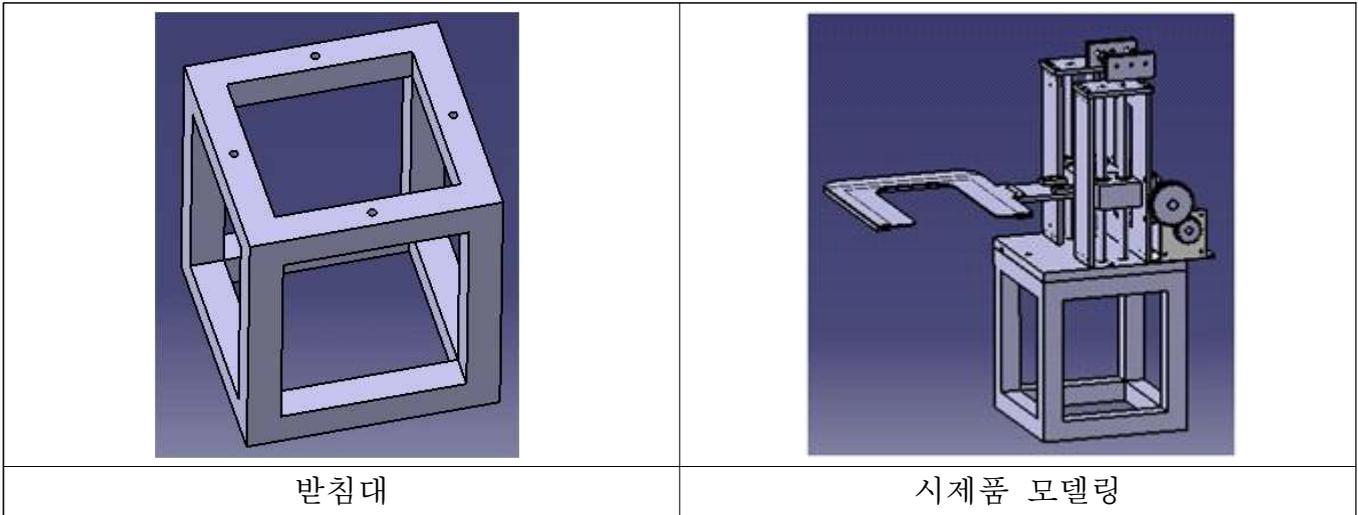
지지대 가이드가 앞쪽벽면 안쪽과 마찰을 일으키면서 벽면이 갈리면서 떨림이 생겼다. 이를 보완하기 위해 밀링작업으로 벽면안쪽 부분을 각각 3mm 가량 절삭하였다.



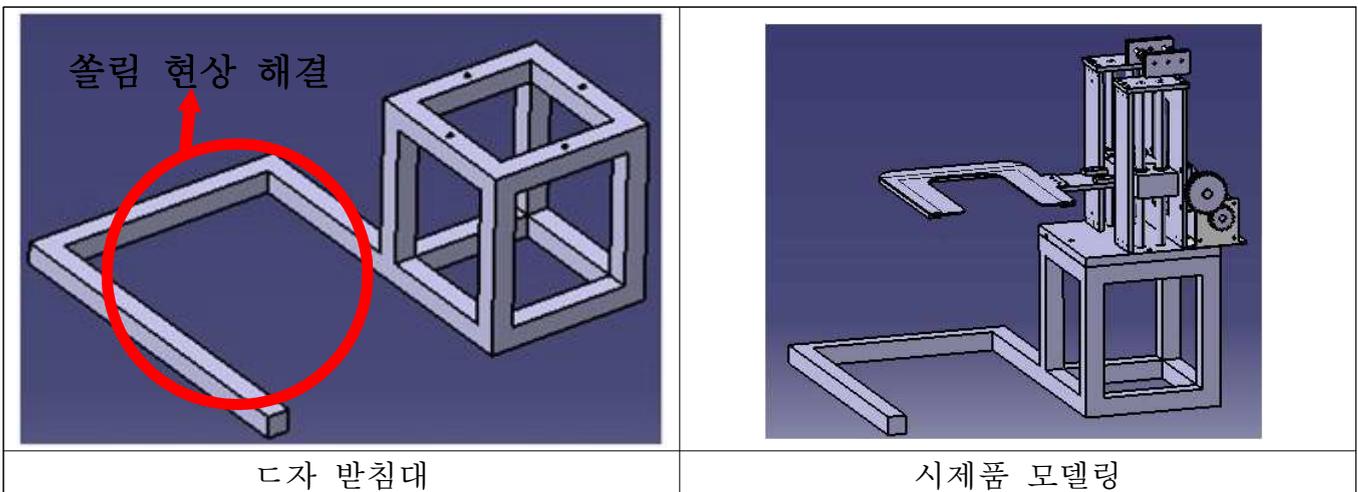
또한 하중에 의하여 지지대 가이드가 앞으로 비틀리는 현상은 지지대의 일체형 설계로 인해 다소 보완 되었다고는 하나 문제점이 해결되지 못하여 상하 리프트 운동 시 약간의 떨림 현상은 지속되었다.

4. 시제품 쏠림 현상

시트가 가장 밑에 있을 때의 높이를 좌변기의 높이와 동일하게 만들기 위해 340mm의 정사각형 받침대를 사각파이프를 용접하여 제작한 후 제품 바닥면과 받침대를 밀링 작업으로 네 개의 구멍을 뚫어 M10볼트와 너트를 사용하여 고정하였다. 그 후 제품 작동 시 앞쪽 시트 부에 하중이 집중되면서 제품 전체가 앞쪽으로 엎어지는 현상이 발생하였다.



엎어지는 현상을 보완하기 위해 사각형 모양의 받침대가 아닌 받침대 밑부분 파이프에 ㄷ자 형태의 파이프를 추가로 용접하여 좌변기를 감싸는 형태로 제작하였다. 이는 화장실의 좁은 공간을 고려함과 동시에 앞으로 집중되는 하중을 견딜 수 있게 구상하였다. 그러나 보완이 되었다지만 용접작업에 있어서 완벽하게 평면으로 바닥면을 용접할 수가 없어서 약간의 떨림은 남아있다.



제4절 안전성 보완

저희 시제품은 하지장애우들이 주로 이용하기 때문에 안전성 부분에 대해서 조금 더 보완하기 위해 모터와 지지축 부분을 보완하였습니다.

1. 모터 브레이크

모터의 오버런이 발생할 수 있는 문제점 때문에 전력이 차단되면 모터를 잡아주는 모터 브레이크 장착



모터 브레이크 장착

2. 스프링

와이어 끊김 시 시트에 앉은 사용자의 추락 위험성을 고려하여 지지대의 완충 작용을 위한 지지축에 스프링을 장착



스프링 장착

제4장 운용 및 시험

제1절 운용 및 시험 요구조건

사용자(최대 150kgf)를 4초 동안 200mm 들어 올리는 전동식 기립보조의자의 메커니즘 설계 및 시제품 제작 목표에 대한 운용 및 시험 요구조건을 정하였다.

1. 시험 요구조건

- 성인 남녀 40kg이상 100kg 이하
- 반복적인 사용에 의한 안정성을 테스트
- 장소는 실제 사용되는 화장실과 동일한 평평한 바닥의 실내 공간

2. 운용 및 시험 모습



제2절 운용 및 시험결과

1. 시험결과

횟수 몸무게	1	2	3	4	5
40 ~ 50 kg	양호	양호	양호	양호	양호
50 ~ 60 kg	양호	양호	양호	양호	양호
60 ~ 70 kg	양호	양호	양호	양호	양호
70 ~ 80 kg	불안	불안	불안	불안	불안
80 ~ 90 kg	불안	불안	불안	불안	불안
90 ~ 100 kg	불안	불안	파손		

2. 사용 후기

40 ~ 50 kg	제품의 걸모습을 보고 불안감을 느꼈지만 탑승 후 안전하다고 함.
50 ~ 60 kg	제품의 걸모습을 보고 불안감을 느꼈지만 탑승 후 안전하다고 함.
60 ~ 70 kg	탑승 후 기립 시 안전하다고 하였으나 팔걸이 부분이 있으면 더 효율적이라고 함.
70 ~ 80 kg	변기커버 부분이 한쪽으로 쏠림현상이 일어나 기립 시 불안감을 호소함.
80 ~ 90 kg	변기커버 부분이 한쪽으로 쏠림현상이 일어나 기립 시 불안감을 호소하였고 기립장치 뿐만 아니라 착석장치도 가능하도록 하면 더 효율적이라고 함.
90 ~ 100 kg	탑승 후 기립 시 제품과 변기 커버 쏠림현상이 일어나 불안감을 호소하였고, 지지대 길이가 짧아 케이스 부분과 변기 커버 사이의 폭이 좁아 불편함을 호소함.

제5장 결론

제1절 목표 달성도

- **처음 정량적 목표로 150kg를 잡았지만 100kg 하중을 겨우 견디고 반복수행이 어려움.**

100kg 이상의 하중이 작용될 시 지지축과 지지대의 연결부에 처짐이 발생하여 축과의 슬라이딩을 유연하게 하기 위해 사용한 4개의 볼부쉬가 버티지 못하고 깨져버렸다. 구조의 기본설계 부분에서 이를 예상치 못하여 발생하였고, 최대 버틸 수 있는 하중은 100kg 이었다. 한 두 번 버틸 수는 있다지만, 반복 작동이 되어야 하는 상황에서 외팔보 형태의 기구 설계 부분에서부터 충분한 해석을 통하여 설계되지 못하였기에 처짐을 해결하지 못하였다.

외팔보 형태가 아닌 양쪽에서 지지대를 받쳐 줄 수 있는 브라켓을 장착하거나 제품 자체가 분리형이 아닌 일체형으로 하여 지지축이 아닌 가이드와 스크류를 사용한다면 지금보다 나은 결과를 가져올 수 있을 것이다.

●리프트 기립보조방향의 단순함

처음 개념설계에서 사용자의 기립보조방향을 앉았다 일어서는 곡선방향으로 설계하였지만, 제작의 편의성을 도모하려는 안일한 생각으로 인해 단순하게 상하운동만을 구현하였다. 기본적인 리프트 방식인 축과 모터, 와이어를 이용하여 제작했으며, 이 과정에서 단순 부품 선정을 제외하고는 설계프로젝트의 시제품으로서 공학적 가치가 많이 부족하다고 생각한다.

● 사용자가 안정감을 느끼는 속도로 4초 동안 200mm 상하 운동

시중에 나와 있는 리프트 보조기구들의 평균속도를 계산해 본 결과 56mm/s가 나왔다. 4초 동안 200mm를 상하 운동 될 수 있도록 하기 위해 폴리와 모터의 rpm을 통하여 조절하였다. 또한 기구의 리프트 높이는 리프트 고정 장치의 부피를 감안하여 360mm로 제작하였으며, 200mm의 높이를 제어하기 위해 양 끝단에 리밋스위치를 장착하여 해결하였다.

● 기계적인 요소 뿐만 아니라 제품의 디자인 측면을 고려하여 사용자에게 편안함을 제공함

시제품의 기계장치가 육안으로 보이는 상황에서 사용하기에는 다소 부담감을 가질 수 있다고 판단하여 아크릴 케이스를 제작하여 장착하였다. 케이스의 외형에 좀 더 디테일한 디자인을 접목시킨다면 훨씬 시제품의 완성도를 높일 수 있을 것이다.

●안전성 부분에서 보안을 하였지만, 하지장애우들이 사용하는 보조기구로서의 안정성이 부족

안전성 부분에서 전력을 차단할 시 모터를 잡아주는 모터 브레이크와 와이어가 끊겨 추락할 시 사용자에게 충격을 최소화할 위해 지지축 부분에 스프링을 장착하였지만 대부분 간단한 장치에 의하여 임시방편으로의 안전성을 추구했지, 진정한 보조기구로서 하지장애우들이 사용하기에는 적절하지 않다. 충분히 제어 부분을 고려하여 가감속과 같은 안정성 등을 보완할 수 있었지만, 기본적인 지식이 부족하여 목표달성에 기여를 하지 못한 것 같다.

제2절 고찰

하지장애우에게 좀 더 편리하고 값싼 제품을 만들고자 시작한 보조기구를 제작하면서 여름방학 직후, 애초에 개념설계 스케치처럼 곡선을 그리며 리프트 되는 동작을 구현하려 했으나 눈으로 봐도 많은 어려움이 있을 것 같다는 생각을 했었다. 가능한지 불가능한지 알아보려는 노력도 기울이지 않았고 단순히 상하 구동만을 구현하여 편안하게 제작하려고 했다. 그 후, 설계한 도면으로 외주가공을 맡기고 조립만 하면 끝나는 줄 착각하고 금방 할 수 있겠다 라는 생각으로 나태해 진 것 같다. 팀이 아니라 개인 활동들을 했고, 설계프로젝트를 방관하였다. 수시로 보고하고, 피드백을 받으며, 시제품의 방향을 결정지어야 할 중요한 시기에 이기적인 생각을 했다. 이렇게 방학을 보내고 2학기 개강 1주일 전 교수님을 찾아뵙고 방학 동안 거의 손도 안댄 결과물을 보여드리며 죄송하다는 말씀밖에 드릴 수 없었다. 그 당시 교수님이 하셨던 말씀들을 다시 떠올려보며 얼마나 이기적이었고 잘못된 행동들을 했는지 깨달을 수 있었다. 또한, 9월 말 공학제 행사로 인해 시제품을 전시하기 위해 그때까지 완성을 해보라는 교수님의 말씀을 지키기 위해 늦었지만 밤을 새며 진행했었다. 많은 문제점들이 발생하였고, 방학 기간 중에 이렇게 진행했더라면 얼마나 좋았을까 라는 늦은 후회를 많이 하였었다. 짧은 기간 동안 정신을 차리고 노력했지만 완성이라고 말하기 부끄러울 정도로 결과물이 좋지 못했다. 공학제가 끝이 아니라 11월 학부경진대회가 남아 있으므로, 추가적인 보완을 할 수 있는 기간이 있음에도 불구하고 그 기간에도 시기가 시기인 만큼 각자 취업준비를 하거나 정신을 차리지 못하고 방황하면서 공학제 상태 그대로 학부 경진대회를 치루게 되었다. 애초부터 설계프로젝트에 애정을 가지고 성심을 다했더라면 정말 좋은 시제품과, 고생한 보람과, 남들에게 인정받을 수 있는 결과물을 얻을 수 있었을 텐데 라는 후회를 너무 늦어버린 지금에서야 하고 있는 상황에서 아직은 이기적인 마음과 깨달음이 부족한 것 같다. 어영부영 하여서 정말 좋지 못한 결과를 감당하기보다 자신의 생각보다 좀 더 성의를 다하여 끝까지 마무리를 잘 지을 수 있도록 노력하는 것이 정말 좋은 방향으로 프로젝트에 임하는 자세라고 생각한다.

기대효과

만약 구조적인 결합인 편하중을 해결하고, 곡선형태의 구동방향으로 작동되며, 가감속과 같은 제어적인 측면까지 고려되어 제작되었더라면 장애인과 고령자의 독립적인 일상생활을 보조할 수 있기 때문에 공적급여 품목으로 지정되어 공급이 가능하며, 개발된 기술은 다양한 보조기구를 개발 시에 사용가능 할 것이다.

그리고 휠체어, 침대, 리프트, 목욕의자 등과 같은 다른 보조기기와 힘업 가능 유무에 따라 효율적인 케어 시스템 구축이 가능하다. 따라서 다양한 보조기구와 연동 또는 융합한 새로운 첨단 보조기구의 개발에도 활용 가능 할 것이다.

[부록] 참고자료

제1절 특허조사

특허 상세 정보	특허명	수동 포크리프트 (등록)	
	특허국	국내	
	출원번호(일자)	1020090094980 (2010.09.08.)	
	등록번호(일자)	1009544930000 (2010.04.15)	
	도면		
특허 분석	<p>수동 포크리프트에 관한 것으로써, 더욱 상세하게는 포크부가 공사장 및 작업현장의 바닥에 안착된 무게가 무거운 중량물 등의 대상물을 보다 용이하게 적은 힘으로 들어 올릴 수 있을 뿐만 아니라 상기 포크부의 상하경사도를 조절하여 상기 포크부에 적재된 대상물의 무게 중심을 수직프레임방향으로 이동시킬 수 있기 때문에 상기 포크부에 적재된 대상물이 이동과정 중에 낙하할 우려가 없어지며 기존의 리프트 보다 안전성이 더 뛰어나다는 것을 알 수 있다</p>		

	특허명	기립 보조 의자 (등록)
	특허국	국내
	출원번호(일자)	1020090087489 (2009.09.16)
	등록번호(일자)	1011769450000 (2012.08.20)
특허 상세 정보	도면	
	특허 분석	<p>노약자 및 하지 장애우들에게 기능적으로는 사용 편의성과 심미성, 안전성을 향상시킬 수 있으며, 구조적으로는 전동식 구동기와 간단한 기구적 메커니즘에 의해 제품의 슬림화를 도모하면서 기립지원 및 등판을 기울이는 리클라이닝(reclining) 동작이 가능하도록 한 고령자 및 장애인 등을 위한 전동식 기립보조 의자를 제공하기 위한 것이다.</p> <p>사용자가 앉을 수 있는 의자 좌면과 상기 의자 좌면에 연결되어 의자 좌면을 움직이는 전동식 구동기와 상기 전동식 구동기의 작동 시 의자 좌면과 등판의 운동을 안내하는 시트 가이드와 상기 의자 좌면에 힌지 결합되며 사용자의 등을 받치는 등판과 상기 의자 좌면에 연결되어 등판을 받치면서 등판 가이드의 안내를 받아 이동하는 등판 지지대와 상기 의자 좌면의 이동시 연동하여 눕거나 서게 되는 상기 등판 지지대의 운동을 안내하는 등판 가이드를 포함하여 구성되는 기립보조 의자를 제공한다.</p>