

기계 설계프로젝트 최종 보고서

과제명 : 경사로를 쉽게 오르내리는 수동 휠체어
(2012년 3월 8일 ~ 12월)

팀명: 의 결

기계공학 설계프로젝트 최종보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

2012. 12

대구대학교 기계자동차공학부 기계전공

제 출 문

대구대학교 기계자동차공학부 학부장 귀하

본 보고서를 대구대학교 기계자동차공학부 설계프로젝트 과제 '경사로
를 쉽게 오르내리는 수동 휠체어'의 결과보고서로 제출합니다.

(과제기간 : 2012. 03. 08 ~ 2012. 12)

2012. 12

지도교수 : 이 동 활 (인)

대표학생 : 홍 성 호 (인)

참여학생 : 박 판 기 (인)

이 선 욱 (인)

이 재 호 (인)

정 연 수 (인)

목 차

최종보고 요약문	4
제1장 과제내용 및 목표	5
제1절 목적	5
제2절 과제의 목표	15
제3절 기대효과 및 활용방안	16
제2장 개념설계 및 상세설계	17
제1절 개념설계	17
제2절 프로젝트 부품 및 제원	21
제3절 상세설계	25
제3장 제작	31
제1절 공정도	31
제2절 제작 및 문제점	34
제4장 제품 제원 및 문제점 분석	40
제1절 제품 제원 및 시험	40
제2절 문제점 분석 및 개선방안 / 처리 결과	43
제5장 결론	45
제1절 총평	45

[참고문헌 - 각 자료에 각주로 첨부]

최종보고 요약문

과제명	경사로를 쉽게 오르내리는 수동 휠체어
팀명	의 결
팀원	홍성호 박판기 이선욱 이재호 정연수
과제기간	2012년 3월 8일 ~ 2012년 12월

1. 개발내용 및 목표

대구대학교의 캠퍼스는 장애학우들을 위한 시설이 상당히 잘 마련되어 있는 것이 사실이다. 하지만 큰 규모의 캠퍼스와 경사진 도로가 다수 있어 대부분 고가인 전동 휠체어를 이용하고 있다. 그래서 경제적 측면을 고려하여 스스로 캠퍼스를 수동휠체어를 이용해서 돌아다닐 수 있도록 하기 위해서 변속기를 장착하여 기어 비를 이용한 평지 및 경사로에서도 적은 힘으로 돌아다닐 수 있도록 하기위해 프로젝트를 진행하려 한다.

2. 개념설계 및 상세설계

수동휠체어의 뒷바퀴부에 스프라켓을 장착하고 휠체어 앞 프레임 좌측과 우측에 동력을 구동하는 손잡이를 장착하고 체인을 통하여 지속적인 회전운동으로 뒷바퀴 스프라켓을 구동하는 형식으로 설계를 들어간다. 또한 제동부 역시 휠체어 뒷바퀴에 와구형 브레이크를 장착하고 구동부 손잡이와 별개의 손잡이를 휠체어 프레임에 장착을 하여 확실한 브레이크 및 방향전환에 유용한 제동부를 장착하게 된다.

3. 제작

먼저 구동부를 장착하기 위해 철판을 주문, 제작하여 용접을 하고 그 부위에 구동부를 지지해 줄 수 있는 지지대와 함께 구동부를 제작 완료 하였다. 또한 제동부는 뒷바퀴에 와구형 브레이크를 장착하기 위해서 브레이크를 작동하였을 때 지지대 역할을 해주고 브레이크를 장착할 수 있는 가로로 된 축을 용접하여 체결하였다. 그리고 양측으로 하나씩 있는 변속기의 동시변속이 이루어지게 하기위해서 변속레버를 한곳으로 위치시켜 동시에 변속이 이루어지게 하였다.

4. 시험 및 문제점 분석

평지 및 경사로에서 시운전 시, 평지에서는 기존 휠체어 보다 빠른 속도 및 적은 힘으로 주행이 가능한 것을 확인 할 수 있었고 경사로에서는 휠체어의 무게 증가 및 제동부의 힘을 가하는 것에 있어서 여전히 경사로에서는 큰 효력을 발생하지 않는 것을 확인할 수 있었다.

5. 세부 연구개발 내용 및 실적

구동부의 손잡이를 가로로 형태는 어깨의 힘을 많이 쓰는 것을 느끼고 세로의 손잡이로 변형을 한 뒤에는 훨씬 더 힘의 전달이 잘되는 것을 확인 할 수 있었다. 향후 스프라켓의 레킷구조로 바퀴의 축의 간격이 오른쪽과 다른 점을 고려할 때에 좌우대칭의 문제를 해결한다면 더욱 좋은 결과를 가져올 것이라 생각한다.

제 1장 과제내용 및 목표

제1절 목적

1. 과제개발의 목적

“경제적 부담이 적은 수동휠체어를 이용해 장거리 이동이 용이하게 하는 아이디어”

대구대학교는 장애를 가진 학생들을 위해, 점자도서관과 장애인복지센터 등의 시설과 지원이 잘 되어있는 학교이다. 캠퍼스를 다니다보면 휠체어를 사용하는 학생들을 쉽게 만날 수 있다. 하지만 혼자서 캠퍼스를 누비는 친구들은 보기 힘들다. 왜냐하면 캠퍼스에는 경사진 도로가 많기 때문에, 수동 휠체어를 타는 친구들은 이동이 쉽지 않은 게 현실이다. 또한, 수동 휠체어 사용하는 경우에는 자유롭게 강의실을 이동하는 것에 어려움이 많다. 경사진 길은 물론이며, 넓은 캠퍼스의 경우, 수동 휠체어를 이용해서 이동하는데 많은 힘이 들고, 비나 눈이 오는 날씨의 경우에도 장애인 학생들은 많은 불편함을 겪고 있다. 이를 보완하기 위해 개발되어 시장에 출시되어있는 전동휠체어의 경우에는 손쉬운 작동으로 어디든지 이동할 수 있는 장점이 있고, 경사로에 관계없이 오르내릴 수 있다는 장점이 있지만, 여전히 배터리 문제와 가격, 무게, 그리고 공간차지로 인한 불편함이 아직 남아있는 상황이다.

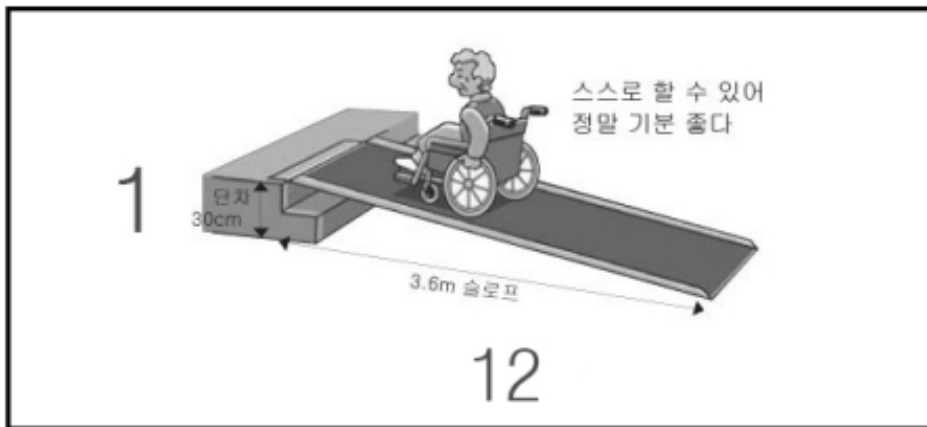
반면, 그림 1을 참고하게 되면, 장애인의 자립도를 위한 기준에 의하면 기본 법률로 높이 1에 수평거리 12에 해당하는 주출입구 경사로를 설치하도록 명시되어있다.

$$\tan^{-1}\left(\frac{1}{12}\right) = 4.7^\circ$$

즉, 평균 4.7° 이상의 경사로는 휠체어 사용이 어려움이 있다고 판단된다. 하지만 실제 캠퍼스의 경우, 경사도가 심한 곳의 평균 각은 8° 에 해당한다. 이는 장애인 법에 해당하는 4.7° 를 훨씬 넘어서는 기울기다. 10° 가 넘어가는 경우, 휠체어 사용자는 절대조심이 필요한 경사이며, 보호자와 함께 동행해야할 위험이 있다.

장애인이면서도 자립할 수 있기 위해서는, 경사로를 쉽게 오르내릴 수 있는 휠체어의 개발이 필요한 것이 사실이다. 손으로 사용하면서도 먼 거리도 쉽게 이동할 수 있는 기능까지 가지고 있는 수동휠체어의 필요를 느낀다. 이를 위해서 캠퍼스를 자유롭게 이동하는 수동휠체어에 대한 후보로 접근하기로 한다.

< 그림 1 > 건물 주출입구 경사로 설치 규정 1)



1) 출처 : 장애인 경사로 규정 [http://www.bf21.kr/69]

2. 특허, 논문, 제품 분석

가. 특허 분석

(1) 특허분석 범위

대상국가	국내, 국외	
특허 DB	한국특허정보원(www.kipris.or.kr)	
검색기간	특허조사기간	2012.03.22 ~ 2012.06.07
	특허출원기간	1998.01.07. ~ 2011.08.03
검색범위	자유검색, 제목 및 초록	

● 과제와 관련된 항목별로 특허 건수에 대해 조사한 결과

휠체어	2468건	전동휠체어	672건
		수동휠체어	489건

수동휠체어	구동	189건	동력 전달에 직접 영향을 미치는 방법
	경사	57건	경사로를 쉽게 오르는 독창적인 방법
	제동	46건	운전 중 제동을 가할 수 있는 방법

키워드를 메인 테마인 '휠체어'로 포괄적인 특허·실용 검색을 시행한 결과 2468건으로 상당히 많은 특허가 검색되었고 그 중 등록된 특허는 812 건으로 2/3의 실용안이 취하나 소멸되었다. 그 중 소멸된 특허의 대부분이 전동식 휠체어에 관한 건이었다. 이 점으로 미루어 볼 때 기존의 전동식 휠체어는 경제성을 제외하고는 이미 제품이 실용적으로 출시된 상태여서 더 이상의 개선은 어렵다는 것을 알 수 있다. 키워드를 '수동 휠체어'로 검색한 결과 489건이 검색되었고, '전동 휠체어', '변속 휠체어'는 각각 672건, 85건이 검색되었다. 본 프로젝트 테마와 가장 연관이 깊은 변속 휠체어의 건이 휠체어 전체 검색 건에 비해 매우 적은 결과를 말미암아 독창성이 높다고 판단할 수 있었다. 그리고 그에 근접한 특허들을 동력부, 제동부에 대해 각각 몇 가지 조사하여 분석, 비교하고 과제의 방향에 대한 계획을 세웠다.

(2) 특허 분석, 비교 및 과제 진행 방향 계획 수립

㉠ 동력 전달부

핵심특허 및 관련성 대표도면	특허명	후방에 보조바퀴를 설치하여 홈 등의 장애물을 쉽게 벗어날 수 있는 휠체어
	보유국	한국
	등록년도	2001.06.04
	관련성(%)	50%
	유사점	- 기어를 이용하여 동력을 전달
	차이점	- 바퀴전체에 기어가 맞물리는 구조
	대표도면	

● 특허 분석

보조바퀴의 홈 또는 턱에서의 이탈이 쉽게 이루어지도록 함과 동시에 구동 핸들과 구동 바퀴의 동력 전달비가 동일하도록 설계한 휠체어로, 이는 프레임의 양 측면에 위치하는 구동 핸들과 상기 구동 핸들이 동축 설치됨과 아울러 외주 면에 구동 기어가 형성된 구동 부재와, 상기 구동 부재의 구동 기어에 외접되도록 피동기어가 형성되고, 지면과 구름 동작하는 구동 바퀴로 구성된 휠체어에 있어서, 상기 구동 바퀴 후방에 보조 바퀴를 설치하고, 구동 기어와 피동 기어의 크기를 동일하게 맞춰 맞물린 기어의 원활한 회전운동이 가능하게 한 것이다. 손잡이 구동 방식은 본 프로젝트 테마와 유사하지만 기어를 직접 맞물린다는 점에서 크게 차이가 있다.

● 이 특허의 기대 효과

휠체어 구동 바퀴의 후방에 보조 바퀴를 설치함으로써 홈이나 턱 등의 장애물에서 쉽게 벗어날 수 있고, 구동 핸들과 구동 바퀴에 같은 크기의 기어를 맞물려 동력 전달비를 동일하게 하여 원활한 동력전달이 가능하게 될 것이다.

핵심특허 및 관련성	특허명	경사면에서 전진 및 후진 할 수 있고 보조바퀴의 높이 조절이 가능한 휠체어
	보유국	한국
	등록년도	2001.06.12
	관련성(%)	80%
	유사점	- 기어와 체인으로 동력전달
	차이점	- 동력을 전달하기 위한 회전운동의 원리
	대표도면	

● 특허 분석

본 프로젝트 테마와 가장 유사한 접근 방식의 특허·실용신안으로 자전거의 체인링, 스프라켓과 핸들을 이용하여 전진과 회전을 가능하게 하도록 한 방법이다. 핸들이 총 2쌍이 있는데 팔걸이 부분의 큰 핸들 한 쌍은 휠체어의 주 바퀴의 회전을 가능하게 하여 전진을 담당하는 작동부이고, 이 작동부는 휠체어 프레임의 일측에 배치되는 핸들 및 핸들에 장착 되어 하측으로 연장되는 작동축을 구비한다. 이 작동부 하측에는 보조바퀴의 좌우 회전, 즉 휠체어 전체의 이동방향을 결정할 수 있는 작동축을 설치하여 제동부를 형성한다. 제어부는 작동축의 회전 방향으로 제어하는 변환레버, 변환레버에 의해서 선택적으로 선회하는 작동쇠 및 작동축에 의해서 회전하며 작동쇠에 의해서 회전 방향이 결정되는 전향 기어를 구비한다. 이 휠체어는 전진 구동은 쉽게 할 수 있지만 휠체어 몸체의 회전 방향을 조작하는 것이 어려울 것으로 예상된다.

● 이 특허의 기대 효과

체인링, 스프라켓을 이용하여 핸들과 연결해 휠체어의 전진 이동이 용이하게 하고, 회전 방향을 결정하는 제동부 핸들을 설치함으로써 전진 중에 원활한 회전을 가능하게 하여 사용자가 비교적 편리한 운전을 할 수 있게 할 것이다.

핵심특허 및 관련성 대표도면	특허명	휠체어용 손자전거키트
	보유국	한국
	등록년도	2009.02.23
	관련성(%)	40%
	유사점	- 자전거 페달원리를 이용하여 동력전달
	차이점	- 휠체어와 관계없이 탈부착용 카트

● 특허 분석

기존의 휠체어에 손자전거키트를 손쉽게 탈 부착하여 야외활동에 편리한 손자전거로 변형할 수 있도록 하기위하여 크램프 지지바 연결부재의 양측단 내부에 공지의 크램프와 길이를 조절할 수 있도록 한 키트지지용 다리가 부착된 한 쌍의 크램프 지지바를 각각 삽입하여 기존의 휠체어 발판 지지바 넓이에 맞추어 고정할 수 있도록 하고, 손자전거 앞바퀴부분을 회전가능하게 설치하고 몸체는 양측으로 갈라져 알맞은 각도로 위로 구부러지게 구성한다. 기존의 휠체어발판 지지바 양측에 각각 크램프로 고정하고 각도조절나사 손잡이를 돌려주면 휠체어의 앞바퀴가 알맞게 들릴 수 있도록 하여 기존의 다양한 휠체어에 적용하여 탈부착이 용이하고 휠체어 앞바퀴를 주행에 용이하도록 쉽게 들어 올릴 수 있도록 하는 특징을 가진다.

● 이 특허의 기대 효과

휠체어용 손자전거키트는 기존의 일반적인 휠체어에 손자전거키트를 손쉽게 탈 부착하여 실내에서는 휠체어로 사용하다가 야외 활동 등에서 보다 빠른 손자전거로 전환할 수 있도록 하여 장애인들의 이동을 도와주는 효과를 가져다 줄 것이라고 예상된다.

㉔ 제동부

핵심특허 및 관련성	특허명	레버 암 구동형 휠체어의 제동장치
	보유국	한국
	등록년도	2008.06.05
	관련성(%)	20%
	유사점	- 제동장치 구현과 별도의 동력전달용 손잡이 사용
	차이점	- 동력전달과 제동장치를 하나의 손잡이에 응용
	대표도면	

● 특허 분석

휠체어를 구동하는 암에 제동 핸들과 제동 수단을 암 상에 구비하여 휠체어의 구동과 제동을 손쉽게 조작할 수 있는 장치를 형성한다. 좌석부를 지지하는 프레임과, 좌석부의 양측에 하나씩 배치되고, 휠체어 프레임에 대하여 회전自在인 복수의 차륜과, 두 개의 주 바퀴에 장착되고, 주 바퀴의 중심부를 지지점으로 하여 회전방향으로 작동 가능한 암과, 하나의 바퀴와 암의 사이에 장착되고, 암이 어느 한쪽 방향으로 작동했을 때는 주 바퀴의 중심부에 회전력을 부여하고, 암이 한쪽 방향의 반대 방향으로 작동했을 때는 주 바퀴에 대하여 회전력을 부여하지 않는 힘 전달 기구를 갖는 휠체어에 있어서, 암에 고정 장착된 제동 손잡이와 하나의 바퀴 상기 암의 사이에 장착되고, 제동 손잡이의 조작에 의해 바퀴에 마찰력을 가해 회전을 저지하는 제동장치를 갖추었다.

● 이 특허의 기대 효과

간단한 레버의 조작으로 휠체어를 전진 이동시킬 수 있으며 위험한 상황에서 안전하게 휠체어를 제동시킬 수 있고 정차나 주차 시에도 상당히 유용할 것으로 예상된다.

핵심특허 및 관련성	특허명	개량된 휠체어 구동장치
	보유국	한국
	등록년도	2011.08.03
	관련성(%)	30%
	유사점	- 제동장치로 자전거의 핸드 브레이크를 사용
	차이점	- 브레이크로 바퀴를 잡아서 회전
	대표도면	

● 특허 분석

의자 프레임 양측에 장착된 구동 바퀴의 회전축 부위에는 구동 로드(70)가 각각 한 개씩 장착되어 있고, 상기구동 로드(70)의 외측단은 주 바퀴의 모서리 부위에 이어져 있고, 그 상단부에는 주 바퀴와 대응하는 위치에 브레이크 모듈(60)이 장착되어 있고, 브레이크 모듈(60)은 핸드 브레이크(71)를 통하여 주 바퀴에 대하여 고정 및 풀림을 수행하며, 이에 의하여 이용자는 두 손을 이용하여 브레이크가 주 바퀴를 풀 때, 구동 로드(70)를 전후로 자유롭게 움직일 수 있고, 핸드 브레이크(71)가 브레이크 장치를 제동하여 주 바퀴를 조여 고정시킬 때, 앞뒤로 조작하여 구동 로드(70)가 주 바퀴를 따라 앞뒤로 이동할 수도 있도록 함으로써 휠체어 이동에 따른 제동을 보다 간단하고 편리하게 하도록 한다.

● 이 특허의 기대 효과

핸드 브레이크로 바퀴를 잡고 회전시킴으로써 보다 안정적인 바퀴의 회전이 가능하고 손잡이가 바퀴의 중심에서 거리가 떨어져 있으므로 바퀴를 회전시키는데 들어가는 힘을 줄일 수 있으며 운전 중에 원할 때 언제든지 브레이크로 바퀴를 잡아서 제동시킴으로써 효율적인 휠체어 운전이 가능할 것으로 예상된다.

핵심특허 및 관련성	특허명	휠체어용 토글브레이크 장치
	보유국	한국
	등록년도	1998.01.07
	관련성(%)	30%
	유사점	- 휠체어의 정차를 위해 별도의 제동장치 사용
	차이점	- 휠체어의 구동 방식을 기존의 수동 휠체어 그대로 사용
	대표도면	

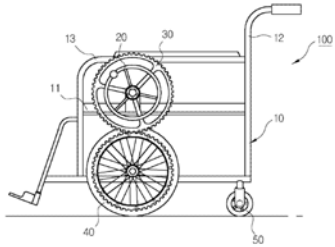
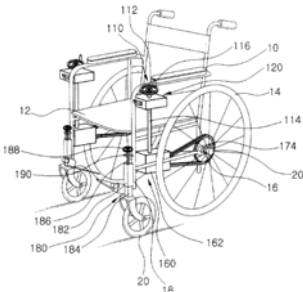
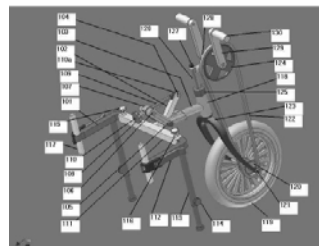
● 특허 분석

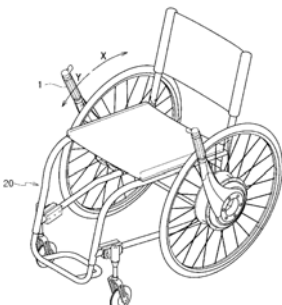
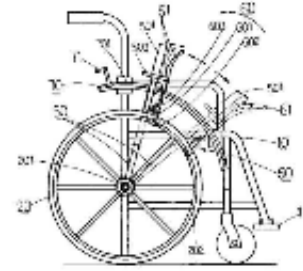
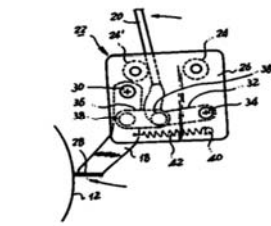
휠체어용 토글브레이크 장치에 관한 것으로, 바퀴에 인접한 휠체어 프레임의 브라킷에 제동부재와 이를 조작하는 핸드레버로 구성되는 토글브레이크 조립체가 구비된다. 이 토글브레이크 조립체는 브라킷에 고정되는 고정보스를 갖는 지지판으로 구성되고, 제동부재는 하단에 제동편이 절곡 형성되고 상단이 핀으로 지지판에 설치된다. 핸드레버는 하단에 만곡부를 가지며 그 말단부가 핀으로 지지판에 축설된다. 제동부재의 중간부분과 만곡부의 중간부분이 연결레버로 연결되고 제동부재가 스프링에 의하여 제동해제방향으로 향한다.

● 이 특허의 기대 효과

기존의 휠체어의 형태를 유지하면서 간단한 추가적인 요소만으로 제동을 가하는데 있어 훨씬 용이해지기 때문에 투자대비 높은 효율의 제품이 될 것으로 예상된다.

◆ 각각의 특허의 기능 요약 및 본 과제 진행 방향

특허명		1. 후방에 보조바퀴를 설치하여 홈 등의 장애물을 쉽게 벗어날 수 있는 휠체어	2. 경사면에서 전진 및 후진 할 수 있고 보조바퀴의 높이 조절이 가능한 휠체어	3. 휠체어용 손자전거 키트
동력부	도면			
	기능	구동손잡이와 연결된 맞물림기어로 휠체어 동력전달	주 바퀴와 연결된 자전거 기어를 통해 동력전달	탈부착식 자전거 구동원리의 키트로 동력전달

특허명		4. 레버 암 구동형 휠체어의 제동장치	5. 개량된 휠체어 구동장치	6. 휠체어용 토글브레이크 장치
제동부	도면			
	기능	래킷의 원리로 손잡이 방향에 따라 전진 및 정지	회전 가능한 브레이크 핸들로 바퀴를 잡아 전진 및 정지	토글 원리를 이용한 레버로 바퀴와 부재를 접촉시켜 제동

● 본 과제의 진행 방향

1) 동력부

위의 특허들과 본 과제를 비교해볼 때, 주 바퀴에 자전거의 체인링과 스프라켓을 장착하여 동력을 전달하는 점에서 2번 특허와 유사하지만 본 과제는 동력 전달 방향의 일치를 위해 양측 체인링과 스프라켓이 대칭이 아닌 평행의 형태로 하고, 우측 팔걸이 전방 부분에 양측 바퀴의 동시 변속이 가능하도록 케이블을 연결하여 변속기를 설치함으로써 양측 바퀴가 따로 기어가 변속 될 시 발생할 수 있는 급커브 등의 위험한 상황이 일어나지 않는 방향으로 진행한다.

2) 제동부

페달을 통해 가속을 하게 되면 가속 중에는 가속 시작단계 때보다 훨씬 힘이 덜 들어가기 때문에 기존의 휠체어보다 고속인 상태를 유지할 수 있게 된다. 그러므로 안전한 제동이 보장되지 않는다면 위험도 동반하기 마련이다. 이러한 위험 상황을 방지하기 위해 양측 팔걸이 최전방 부분에 각각 와구형 브레이크를 장착하여 기존의 특허들과는 다르게 와구형 브레이크 패드와 휠의 마찰을 이용해서 손쉽게 제동하는 방식으로 속도와 안전이 모두 보장되는 방향으로 진행한다.

나. 제품 분석 및 시장 분석

(1) 국내 제품 생산 및 시장 현황

o 휠체어의 제원과 기존 휠체어 설명



- 시 트 : 사용자가 앉는 자리
- 팔 받 이 : 팔을 편안하게 올려놓는 부위
- 손 잡 이 : 보호자가 밀수 있도록 잡는 부위
- 등 받 이 : 사용자가 등을 기대 수 있는 부위
- 측 받 이 : 옷이 바퀴에 닿지 않게 보호 기능
- 브레이크 : 휠체어를 고정시키는 장치
- 핸 드 림 : 휠체어를 구동시키는 장치
- 뒷 바 퀴 : 핸드림 구동력으로 구동하는 바퀴
- 앞 바 퀴 : 방향을 잡아주는 바퀴
- 요 크 : 앞 바퀴를 지탱하는 구조물
- 발 판 : 발을 편안하게 올려놓는 부위
- 발 걸 이 : 발이 미끄러지지 않게 하는 부위

전장	전고	전폭	시트폭	시트깊이	전륜	후륜	차체중량	허용중량
1040	875	540~700	360/420/440/500	400	8"X1 Solid	24"X1 3/8 Air	17kg	280~340

단위 : mm

o 상기 사양은 ±10mm, 중량은 ±1kg내에서 변동 될수 있습니다.

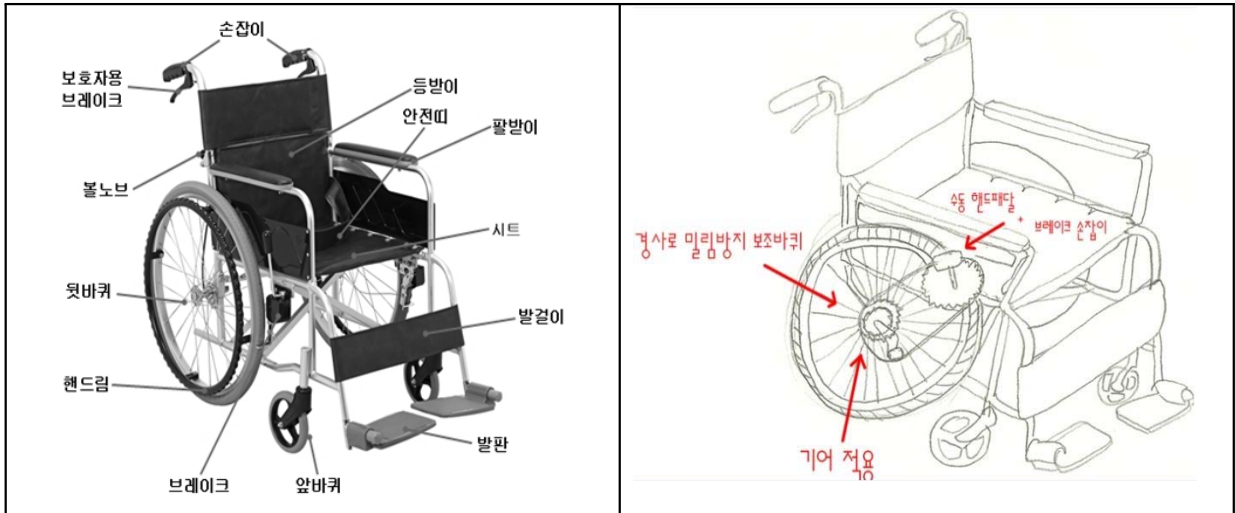
o 휠체어의 종류는 크게 3가지로 나뉘게 되는데 목록으로는 스틸 휠체어, 경량휠체어, 알루미늄 휠체어로 나누어져 있다. 종류별 특징과 가격대를 살펴보면 기본 휠체어의 가격대는 15~25만원, 경량 휠체어는 49~55만원, 알루미늄 휠체어는 85~110만원 대로 구성되어 있다.

o 가격의 평균을 정하는 데이터는 Miki Korea사, Doctor Medi사, Wellcamall사의 제품을 토대로 조사가 이루어 졌으며 종류별 특징에 대해서는 다음의 표와 같이 정리 할 수 있다.

종 류	가격(만원)	중량(Kg)	비고
기본휠체어	15~25	17~19	
경량휠체어	49~55	10전후	고강도 알루미늄 프레임
바퀴 탈부착 휠체어	48~53	14~16	바퀴 탈부착, 등받이 꺾기
알루미늄 휠체어	85~110	17~20	레버,베개,등받이,쿠션등 탈부착 가능

제2절 과제 의 목표

1. 과제의 목표



< 그림 3 > 기존 휠체어와 개발될 수동 휠체어

현재 사용되고 있는 수동휠체어의 양측 면에 위치하는 구동바퀴와 그 바퀴에 연결한 스프라켓과 손잡이에 장착할 체인링을 체인으로 결합한 것으로 구동핸들부에서 기어변속 조작이 용이하고 이동성을 높인다. 기어비를 이용하여 작은 힘으로도 경사로를 오르내리는 힘을 만들 수 있다. 기존 휠체어의 휠 손잡이를 개선하기 위해 스프라켓과 체인링을 결합한 변속기어를 장착한다. 기존의 휠체어의 경우 휠을 직접 손으로 돌리는데 많은 힘이 소모된다. 따라서 변속기어를 연결한 페달을 이용하여 적은 힘으로 돌리는 회전력으로 바퀴를 구동하는 원리를 통해서 이동할 수 있다.

휠체어 사용 시, 내리막의 경우 제동하기 어려운 구조이다. 휠과 결합된 손잡이만으로 제동을 해야 하는 기존 휠체어의 구조는 경사로를 내려오는 경우에는 손에 뜨거움이 느껴질 만큼의 마찰이 발생하게 되어 제동의 어려움을 발견하게 된다. 따라서 와구형 브레이크를 이용하여 휠체어의 휠 양쪽을 잡아주며 내리막길에서 제동하는 기계적 요소를 활용하여 제동효율을 높인다.

제3절 기대효과 및 활용방안

1. 과제의 기대효과

○ 경사로를 오를 때

우선 처음 프로젝트의 개발내용 및 목표로서 교내 넓은 캠퍼스와 경사로에서 장애학우들이 수동휠체어를 이용하여 보다 쉬운 힘으로 이동 할 수 있게 하기 위해서 진행되는 것을 토대로 휠체어 뒷바퀴에 스프라켓을 장착하고 프레임 앞부분에 동력 손잡이와 체인으로 연결 한 후 기어의 톱니의 수에 따라 힘의 효율을 이용하는 휠체어를 제작하기로 하였다. 그리하여 프로젝트에 사용된 스프라켓은 7단중 4단만을 사용함으로써 최대효율이 나타나는 스프라켓과 체인링의 톱니 비율이 28T : 24T인 7단에서 최대 85.7%힘으로 평소보다 15.3%라는 순간적인 힘을 덜 쓰게 되는 것이다.

이를 통해 경사로를 오를 때 보다 쉬운 힘으로 오를 수 있는 것과 캠퍼스를 이동할 때에 장시간 휠체어를 사용하더라도 체력적으로 지치는 문제점을 다소 줄일 수 있지 않을까라는 기대효과를 가지고 있다.

○ 경사로를 내려갈 때

프로젝트의 휠체어는 기존 수동휠체어의 뒷바퀴에 장착되어 있는 핸드림이라 불리는 구동과 제동을 할 때에 필요한 손잡이가 있다. 하지만 체인을 이용하여 구동을 하여야하는 프로젝트의 휠체어에서는 간섭을 발생시키기 때문에 핸드림을 제거를 하였고 제동을 할 수 있는 부분을 휠체어의 양측에 각각 브레이크 레버로 대체를 함으로써 제동부분에서도 보다 적은 힘으로 확실한 제동을 할 수 있는 것을 기대효과로 보고 있지만 익숙하지 않은 손잡이와 바퀴의 브레이크 패드를 이용한 제동이라는 점에 있어서는 미끄럼사고의 예방의 안정성은 지켜보아야 할 부분이다.

○ 이동성의 향상에서의 기대효과

프로젝트로 진행 예정인 ‘기어비를 이용한 휠체어는’ 양측으로 하나씩 있는 핸드페달 손잡이를 이용하여 휠체어를 구동하게 되는데 이때 기존의 수동휠체어의 핸드림의 단점을 해결 할 수 있는 점이 있다. 기존 핸드림을 이용해서 수동휠체어를 이동하기 위해선 핸드림을 잡고 손으로 앞쪽 방향으로 밀어내게 되는데 이때 일정정도의 회전반경의 운동을 하게 되고 다시 핸드림에서 손을 뗀 후 다시 잡고 반복적인 운동을 통해서 이동하게 되는 단점이 있다.

하지만 프로젝트 휠체어는 핸드림을 제거하고 핸드페달 손잡이를 이용하는 구조로서 손잡이를 한번 잡게되면 작은 회전반경으로 지속적으로 동력부를 구동 할 수 있는 장점이 있다. 이것을 통하여 평지에서는 기존 수동 휠체어보다는 빠른 속도와 번거롭지 않게 휠체어를 구동 할 수 있고 경사로에서는 앞서 제시한 스프라켓의 기어비를 이용하여 보다 쉬운 힘으로 오를 수 있을 것이라는 기대를 안고 프로젝트에 임한다.

○ 임무분담의 이해와 실제 직무경험

설계프로젝트를 진행함에 있어 팀을 이루어 각자 맡을 역할을 나누고 수행하는 과정에서 임무분담 활용에 대한 것을 시작으로 개인으로서 수행 했을 때의 문제점을 조원간의 회의와 피드백을 통해 하나씩 해결해 나갈 수 있을 것으로 예상된다.

또한 제작 과정에서의 필요한 부품의 가공과 주문제작을 하기 위한 치수측정 및 도면화 작업의 일의 처리 순서와 체계성 등의 학습 할 수 있다는 것이 예상된다. 무엇보다도 하나의 목표를 달성하기 위해 팀워크를 최대한 발휘하여 결과가 그 목표에 도달하기까지 팀원 안에서의 정보뿐만 아니라 외부 전문가의 조원을 구해야 보다 완벽하게 해결할 수 있는 것들을 배우게 되고 그 과정의 노력을 한다는 점에서 도전의식이 크게 발휘하고 큰 경험을 쌓겠다는 마음으로 프로젝트에 임한다.

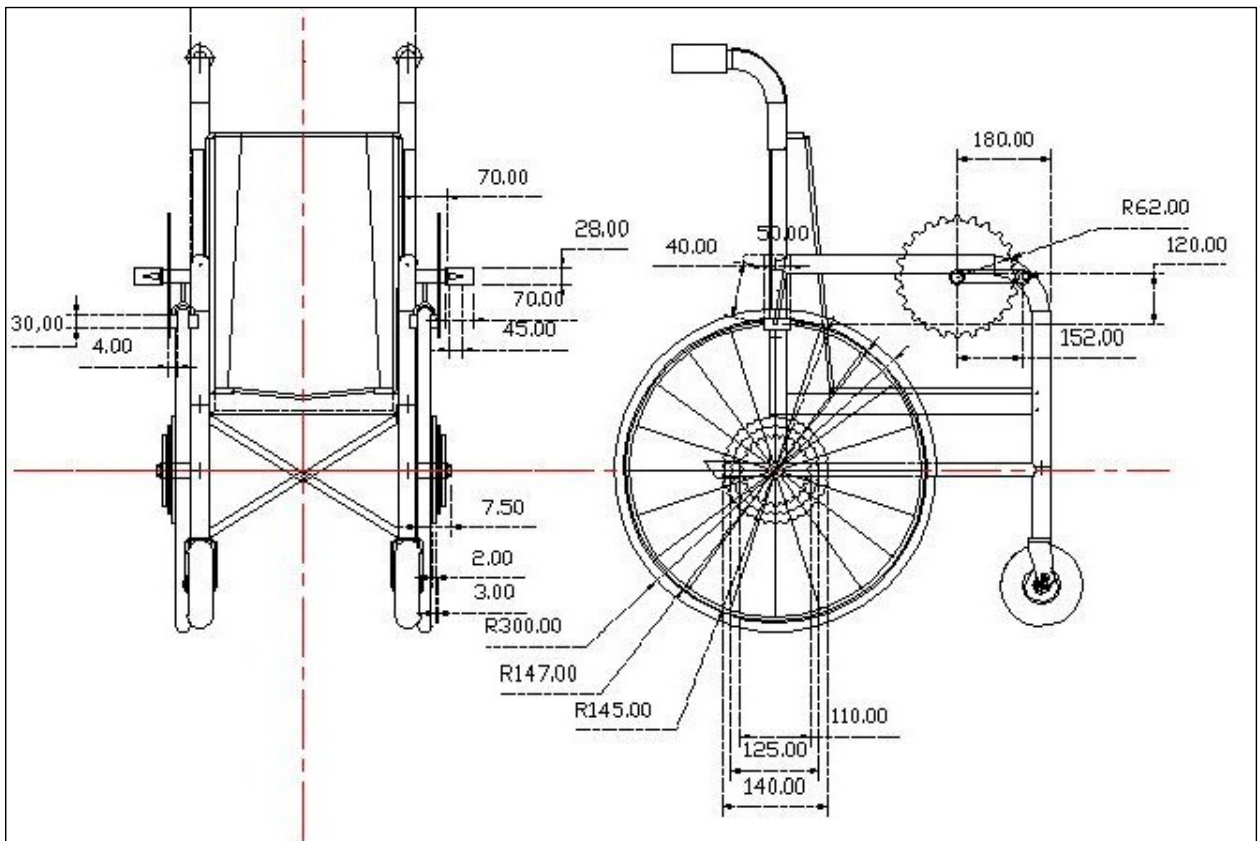
제2장 개념 설계 및 상세설계

제1절 개념설계

1. 이론적 배경

장애인에 대한 복지가 발달한 대구대학교를 포함하여, 개인의 권리와 복지가 중요시 되고 있는 사회문화 속에서 다리 및 허리를 다친 환자들이나, 장애인들은 이동수단으로 휠체어를 활용한다. 그 중에 수동휠체어를 사용하는 모습을 많이 볼 수 있게 되는데, 탑승한 사용자 혼자 이동하는 것 보다는 보호자와 함께 동행하고 있는 모습을 흔히 보게 된다. 수동 휠체어의 경우 바퀴를 직접 손으로 돌리는 원리로 이동하게 되는데 힘이 많이 들어 보호자 없이는 이동하기가 어렵다. 이를 보완하여 개발된 전동휠체어가 있다. 조작이 쉽고 이동성이 높지만 가격대가 높고, 무게와 부피가 불필요하게 많이 차지한다. 그 외에 수동휠체어이지만 맞춤형 휠체어로서, 보다 이동의 효율을 높인 경량휠체어가 개발되어 있지만 그 또한 가격대가 높다. 지금 시중에 나와 있는 휠체어는 수동휠체어와, 전동휠체어 두 가지로 상용화되어 있다. 따라서 두 휠체어의 단점을 보완한 본 과제의 필요성을 알리는 바다.

2. 제품 스케치



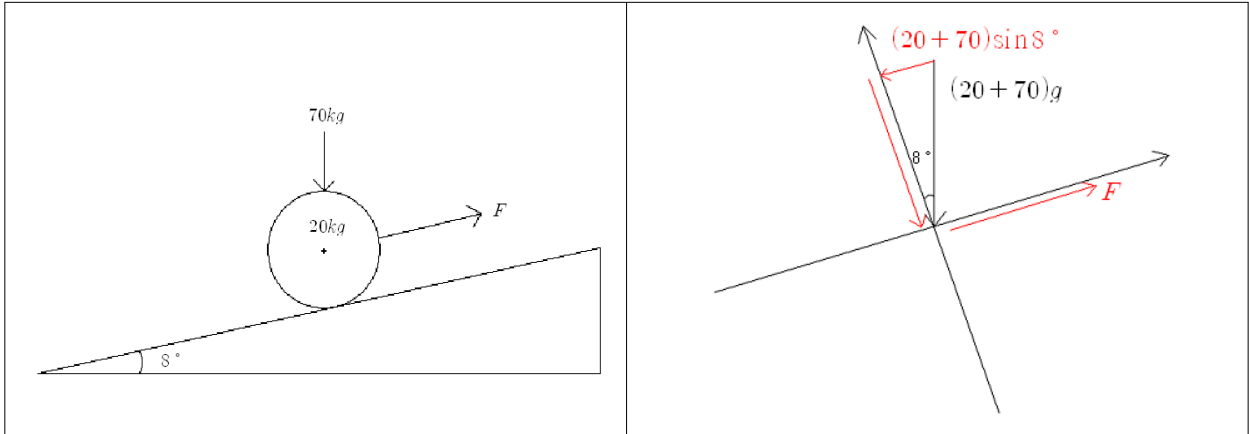
< 그림 4 > 개발될 수동 휠체어

기존 수동 휠체어의 형태를 그대로 유지하며 주 바퀴에 자전거의 체인링과 크랭크 암 뭉치를 장착한다. 주 바퀴에 스프라켓 기어를 장착하고 기어 비를 이용하여 힘의 효율을 발생시킨다. 수동 핸들 패달을 통해서 발생한 힘은 주 바퀴의 스프라켓에 전해져 휠체어가 구동된다. 제동부분으로는 브레이크 손잡이를 휠체어 팔걸이에 장착하여 비상, 또는 회전 시 제동효과를 높인다.

3. 구동부 및 기어부 예상실험

가. 바퀴 부

바퀴는 휠체어의 하중을 받는 부분으로 그 하중의 양과 사용되어지는 환경에 따라서 다르다. 70kg의 사람이 탄 21.7kg의 휠체어가 8°의 경사면을 오르는 경우를 통해서 필요로 하는 힘을 확인한다. 아래의 그림과 같이 나타낼 수 있고 자유물체도로 나타내면 아래 그림과 같다.



< 그림 5 > 바퀴가 오를 때 작용하는 힘

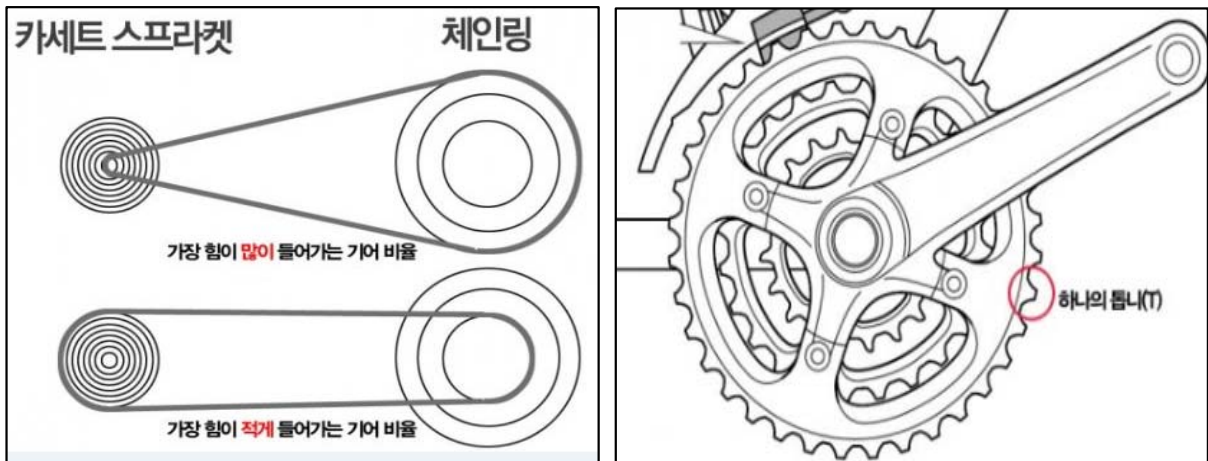
이 휠체어가 경사면을 오르기 위한 힘은 힘의 평형방정식을 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\sum F_x = F - (21.7 + 70)g \cdot \sin 8^\circ = 0 \quad 2)$$

$$F = 91.7 \times 9.81 \times \sin 8^\circ = 125.197 \text{ N}$$

즉, 70kg의 사람이 21.7kg의 휠체어를 타고 8°의 경사면을 오르기 위한 힘은 125.197N이 된다.

나. 기어부



2) 출처 : 기계요소설계 [교보문고, 홍장표 이성범 저] - 369p 참고

기어는 휠체어의 동력 전달에 직접적인 영향을 미치는 부분으로 작은 힘으로 구동시키기 위해 반드시 필요한 구성요소이다. 체인링과 스프라켓의 톱니 수의 비율에 따라 한 회전 당 걸리는 힘과 이동 거리가 달라진다. 체인링은 페달과 동일한 비로 회전하며, 스프라켓은 주 바퀴와 동일한 비로 회전한다. 체인링과 스프라켓의 톱니 수 비에 따라 체인링의 회전이 스프라켓에 전달할 수 있는 힘의 비는 다음과 같이 결정된다.

(체인링 : 24T, 스프라켓 : 28T)

$$\text{기어비} = \frac{\text{체인링 } T\text{수}}{\text{스프라켓 } T\text{수}} = \frac{24T}{28T} = 0.857 (\text{페달 1회전당 뒷바퀴 회전수} : 0.857)$$

즉, 0.857의 효율의 기어비로 8°의 경사로를 올라가기 위한 페달의 힘 F_T 는

$$F_T = F \times \text{기어비} = 125.197 \times 0.857 = 107.294 \text{ N}$$

현재의 체인링과 스프라켓의 기어비로는 계산 결과에서 보이듯이 기존 수동 휠체어의 구동에 필요한 힘과 큰 차이가 없다. 가격적인 면을 고려하여 체인링과 스프라켓의 톱니 비 차이가 큰 기어를 선정하지 않았기 때문에 힘 감소율이 크게 개선되진 않았으나 조금 더 높은 가격으로 고효율의 기어를 선정했다면 힘을 충분히 덜 들이고 쉽게 휠체어를 구동할 수 있을 것으로 보인다.

선정된 체인링과 스프라켓의 경우 가장 적은 힘이 들어가는 기어비가 0.857이기 때문에 일반 휠체어의 경우 한 바퀴 회전에 그대로 한 바퀴 만큼의 거리를 이동하지만 0.857의 기어비로 핸들을 한 바퀴 회전할 때 일반 휠체어에 들어가는 힘을 100% 라고 한다면 이 수동 휠체어는 85.7% 만큼의 힘만을 주고 핸들을 회전 시킬 수 있으나 적은 힘이 들어가는 만큼 이동거리 역시 기존 휠체어가 이동하는 거리를 100 이라고 한다면 수동 휠체어는 85.7 만큼의 거리를 이동하게 된다. 이동거리가 감소하지만 분명히 적은 힘으로 경사로나 장거리 이동을 용이하게 해주는 장점이 있다.

4. 전체일정

세부과제 및 주요내용	추진 일정 (월)										비고
	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
아이디어 도출 및 프로젝트 후보 선정 - 아이스 브레이크 / 아이디어 도출											
시장 조사 및 특허 조사 - 설문조사 / 특허 비교 분석											
개념 설계 및 상세 설계 - 도면작업 / 전달되는 토크 계산											
프로젝트 제작 및 수정 - 부품 주문 및 가공 - 도색 및 디자인 작업											
종합보고서 작성											

우리 프로젝트 진행을 크게 5가지로 구분하여서 진행하였다.

가. 아이디어 도출 및 프로젝트 후보 선정

3,4,월에 걸쳐서 아이디어 회의를 가지며 프로젝트 후보를 선정해보고, 각 후보에 대한 아이디어들을 도출하는 과정을 통해서 2가지 후보를 도출하였고, 시장 조사 및 특허 조사를 통해서 본 프로젝트 과제를 선정하였다.

나. 시장 조사 및 특허조사

후보로 선정된 각 아이디어에 대한 시장 조사와 특허 조사는 경제성과 실용성, 그리고 기술성에 대해서 비교분석해 보았다. 대상 고객들의 요구수준, 시장 기술 현황, 개발 진행 현황 등을 확인함으로써, 프로젝트 후보에 대한 보다 객관적인 기준을 마련하였다.

다. 개념 설계 및 상세 설계

시장 조사 및 특허조사를 통해 선정한 프로젝트를 달성하기 위한 아이디어와 목표 사양 등을 선정하고, 자료수집 과 기구학적 해석 등을 이용하여 점검하고, 실제 사용될 부품과 필요한 기술 요소들을 파악하였다.

라. 프로젝트 제작 및 수정

프로젝트의 특성상 공학적인 해석보다는 부품조립, 표면처리 등의 과정이 많이 필요로 하므로 제작에 집중하기로 하고 프로젝트를 진행했다. 프로젝트에 사용되는 부품 부분에서도 외주주문제작보다는 가공 및 조립, 용접처리가 많아 팀원들과 직접 제작에 임했다.

마. 종합보고서 작성

프로젝트를 시작하면서 전체일정을 계획하고, 주간계획서를 토대로 진행했다. 프로젝트의 전반적인 내용설명, 기대효과, 결과 및 고찰 등으로 진행한다.

제2절 프로젝트 부품 및 제원

1. 브레이크 종류 및 선정

본 과제 안전성에 가장 중요한 부분을 차지하는 제동부에 해당하는 기존 휠체어의 브레이크는 손으로 휠에 장착되어 있는 핸드립을 잡는 방식이다. 이 과정에서 손에 열이나 제동이 쉽지 않은 것을 발견하게 되고 이를 보완하기 위해 시장에 출시되어 있는 브레이크 종류를 확인했다. 주로 4가지브레이크를 발견하게 되는데, 다음은 각 브레이크의 특징과 장단점을 나열한 것이다.

가. 와구형 브레이크



림 브레이크의 한 종류로 현재 가장 많이 쓰이고 있는 브레이크 방식이다. 저가형의 자전거부터 고가형의 산악자전거까지 쓰인다. 가볍고 구조가 간단하며 제동력이 높은 것이 가장 큰 장점이다. 단점으로는 빗길, 진흙길, 눈길 주행 시 림에 이물질이 묻으면 브레이크 성능이 크게 저하되며 브레이크패드와 림의 수명이 크게 줄어든다는 단점이 있다. 하지만 가격이 저렴한 V브레이크도 많아서 생활에 아주 널리 쓰이고 있다.

나. 켈리퍼 브레이크



제동력은 케틸레버 브레이크나 V-브레이크에 비해 떨어지는 편이나 프레임에 무리를 주지 않고 경량화에 유리하여 프레임 강성이 비교적 떨어지고 또한 고속 주행 시 너무 강한 제동력이 오히려 위험을 초래할 수 있는 로드바이크에 주로 사용된다. 싱글피봇 방식과 듀얼피봇 방식으로 나누어지며 피봇이란 하나의 회전축으로 생각하면 되는데 듀얼방식이 제동력이 더 우수하며 입문급 이상의 고급형 자전거에 주로 쓰인다.

다. 유압식 디스크 브레이크



유압식 디스크 브레이크는 켈리퍼가 디스크 로터를 잡아 제동력을 얻는다는 점은 기계식과 동일하지만 케이블을 사용하지 않고 자동차처럼 유압을 사용한다는 것이 차이점이다. 유압식 디스크 브레이크는 약한 힘으로도 강한 제동이 가능하며 약조건에서도 제동력의 저하가 거의 없어 본격적인 산악자전거에 주로 사용된다.

제동력이 극히 우수하며 기계식에 비해 가볍지만 가격이 비싸며 수리 및 유지 보수가 어렵다.

라. 기계식 디스크 브레이크



브레이크 케이블을 당기면 브레이크 패드가 장착된 캘리퍼가 허브에 연결된 디스크 로터를 잡아주는 방식이다. 주로 유사 또는 초급입문용 산악자전거나 고급형 생활 자전거에 사용된다. 기계식이나 유압식 디스크 브레이크의 공통적인 장점은 열악한 주행 환경에서도 빗물이나 진흙 등 이물질의 영향을 적게 받으므로 눈길, 빗길이나 진흙 길 등의 환경에서도 안정된 제동력을 보여주며 브레이크 패드의 수명이 긴 편이다.

위의 그림 자료들과 같이 브레이크의 종류는 4가지로 크게 나뉘어졌다. 각 브레이크의 장단점들을 다양했지만, 경제적인 효율을 고려해야 하는 과제이다.

아래는 가격비교를 위해서 평균가격을 조사한 표다. 3)

V-브레이크	캘리퍼 브레이크	유압식 디스크브레이크	기계식 디스크브레이크
2만원~4만원	2만원~5만원	10만원 이상	10만원 이상

본 과제의 특성상 고속운전이 아닌 저속운전 상태에서의 제동이 필요로 하므로, 어떠한 브레이크를 사용하더라도 제동의 효과를 볼 수 있다. 따라서 휠체어 구조와 가격을 비교한 결과 가장 경제적인 캘리퍼 브레이크를 선정하게 된다. 캘리퍼 브레이크에도 싱글 피봇 방식과 듀얼 피봇방식 2가지로 나뉘게 된다. 따라서 동일한 가격대이지만 제동력이 우수한 듀얼 피봇방식을 채택함으로써 보다 안정성에 집중한 바이다.

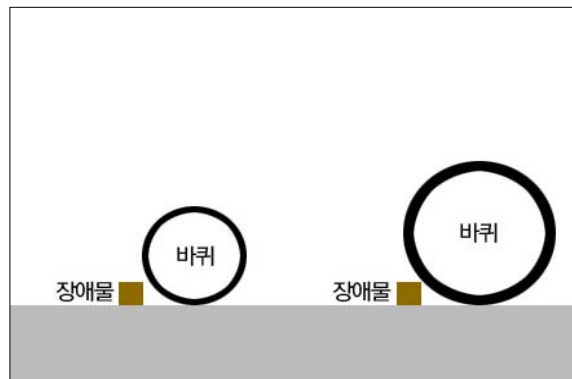
3) 출처 : 디씨바이크 자전거 용품매장 [<http://www.dcbike.co.kr/>] 참조

2. “24in 자전거 바퀴” 특성 및 선정

기존의 휠체어 휠에는 스프라켓 허브축이 장착되지 않는 문제점을 발견하고 스프라켓 허브축을 사용하기 위해서 자전거 바퀴를 장착하기로 한다. 휠체어 바퀴도 동일한 크기의 24in 휠을 선택하게 되었는데, 휠에 따른 특성에 대해 서술한다.

가. 휠 사이즈

휠 사이즈는 타이어를 끼운 상태에서의 바퀴 지름을 의미한다. 휠 사이즈에 따라 승차감 및 속도의 차이를 보인다.



< 그림 > 장애물과 in가 다른 바퀴

먼저 그림을 보고 간단하게 설명하면, 약 1인치(2.54cm)의 장애물을 26인치 바퀴가 넘을 때와 20인치 바퀴가 넘을 때에 자전거가 받는 충격이 다르다.

$$1\text{인치} / 26\text{인치} = 0.38\%$$

$$1\text{인치} / 20\text{인치} = 0.50\%$$

바퀴가 장애물에 의해 받는 충격의 강도는 바퀴 지름에 비례한다. 26인치는 20인치에 비해 0.12% 가량 적은 충격으로 장애물을 통과할 수 있다. 이것을 충격 기준으로 볼 때 20인치 바퀴는 26인치 바퀴보다 24% $((0.38-0.5)/0.5)$ 정도 더 큰 충격을 받는다는 것을 의미한다.

나. 승차감

승차감이 좋다는 것은 한번 속도가 났을 때 그 속도를 유지하는데 유리하다는 것을 의미하기도 한다. 휠체어의 경우 장애를 가진 사람이나, 노약자, 다리 및 허리 환자들이 사용하는 경우가 많은데 기존 휠체어의 바퀴보다 상대적으로 충격을 흡수해주고 주행능력을 높여주는 자전거 바퀴를 사용하기로 한다. 하지만 순발력이 떨어진다는 단점이 있으나, 휠체어는 고속운행이 아닌 저속운행이므로 크게 관계되는 바가 아니다.

다. 자전거 변속기종류 및 선정

본 프로젝트의 변속기로 사용한 것은 시마노사의 변속기이다. 대중적으로 많이 쓰이는 자전거부품 제조사 중 한 곳으로 부품등급의 표준이 되는 회사이다. 일본 시마노 사 변속기 등급 순서⁴⁾는 크게 [XTR > XT > LX > 데오레 > 알리비오 > 아세라 > 알투스 > 투어니]이며 아직 대중적으로 알려지지 않은 새 제품군인 SAINT, HONE, SLX 등이 있다.


<p>1. SAINT</p> <p>세인트는 프리라이딩 , 다운힐 , BMX 등 강도 높은 부품이 필요한 자전거에 적합하도록 설계된 시마노의 새로운 부품 군이다. 세인트 부품군은 허브 , 크랭크셋 , 디스크 켈리퍼 , 뒤변속기로 구성되어 있으며 좀 더 높은 강도를 원하는 부분에 적용하여 사용할 수 있다.</p>	<p>7. 데오레</p> <p>데오레 부품은 9단 시스템의 최하위 부품이며 입문용 자전거 또는 초급자 자전거에 많이 사용되고 있다. 모델 체인지가 전혀 없는 등급이지만 가장 기본적인 9단 부품으로서 유압 디스크 브레이크 및 기계식 디스크 브레이크를 갖춘 입문용 등급의 부품이다.</p>
<p>2. XTR (eXTreme Racing)</p> <p>XTR등급은 시마노 MTB등급중 최고급 등급으로 자리잡고 있는 부품이다. 시마노 XTR은 전문가 및 선수용으로 많이 사용되고 있다.</p>	<p>8. 알리비오</p> <p>알리비오는 시마노 8단 부품군 중 가장 상위급 모델 이다. 주로 저가형 입문 모델에 많이 사용되고 있으며 주로 데오레 또는 아세라 급과 같이 사용된다.</p>
<p>3. XT (eXTreme)</p> <p>시마노 XT(Extreme)는 9단 시스템의 고급등급인 부품으로 산악입문용 또는 중,고급자 자전거에 주로 사용된다. 할로우텍2 크랭크와 일체형 B.B , 좀더 견고해진 앞,뒤 변속기를 들 수 있다.</p>	<p>9. 아세라</p> <p>아세라 는 알리비오 다음 등급의 부품이지만 알리비오와 같이 사용되는 입문등급의 부품이다. 8단으로 구성되어 있으며 간혹 고가형 일반 자전거에도 사용되는 부품이다.</p>
<p>4. HONE</p> <p>세인트 이후 새롭게 등장한 HONE은 올-마운틴을 목표로 설계된 부품이다. 주로 프리라이딩과 과격한 XC를 중점으로 제작되었다. 특별한 점은 세인트 뒤변속기처럼 뒤허브에 직접 장착되는 변속기를 들 수 있다. 이것은 보다 튼튼하고 변속시 부드럽고 정확한 변속을 가능하게 해준다.</p>	<p>10. 알투스</p> <p>알투스는 7단 또는 8단에 적용할 수 있는 부품군으로 저가형 입문모델에 사용되는 부품군이다.</p>
<p>5. SLX</p> <p>SLX는 마운틴 바이크에 장착되도록 개발되었다. 전용 변속기 등 SLX만의 독자적인 기능을 갖추고 있다.</p>	<p>11. 투어니</p> <p>투어니 부품군은 일반자전거에 많이 사용되는 부품군으로 저가형 자전거에 많이 사용되는 부품이다. 7단으로 구성되어 있으며 메가 레인지라는 커다란 스프라켓을 사용하기도 한다.</p>
<p>6. LX(LuXury)</p> <p>LX는 9단 시스템의 대중적이면서도 상위등급인 XTR, XT의 장점을 이어받은 광범위한 라이딩을 커버하는 모델로 산악입문용 또는 중급자 자전거에 주로 사용된다.</p>	


4) 출처 : 시마노 변속기 등급 [http://pinkmars.blog.me/150144576591]


제3절 상세설계


1. 부품 목록


본 프로젝트는 기존의 휠체어를 바탕으로 제작한다. 프로젝트에 사용되는 부품들 또한 아이디어에 맞게 주문 및 제작 보다는 이미 시장에 출시되어 있는 제품들로 대체하여 사용하는 것이 더 경제적이며, 더 효율적인 것으로 판단되어 프로젝트에 사용된 시장제품의 사진과 그에 대한 특징, 설명을 보충하기로 한다. 본 프로젝트는 부품의 정확한 치수보다 정확한 위치에 조립되는 것이 중요하므로, 부조립도를 통해서 상세하게 설명하기로 한다.

가. 휠체어(Partner P1001)		
	재 질 : 스틸	폭 : 380mm
	하 중 : 17kg	높 이 : 880mm
	전 장 길 이 : 1050mm	가 격 : 230,000원
	일반적으로 사용되는 수동 휠체어이다. 접이식 이동이 가능한 것이 특징이다.	

나. 7단 스프라켓 2EA		
	재 질 : 스틸	구 조 : 래킷
	바깥쪽 T : T	회 사 : simano
	안 쪽 T : T	가 격 : 25,000원
	기어 비를 이용하여 힘의 효율을 전달하기 위해서 주 바퀴에 장착된다. 체인링과 체인으로 연결되어 힘을 전달한다.	

다. 바퀴 2EA		
	재 질 : 알루미늄	허 브 축 : 185mm 7단휠용
	사 이 즈 : 24in	
	회 사 : CS	가 격 : 40,000원
	휠체어 바퀴에는 스프라켓을 장착할 수 없어 기존의 자전거 휠을 사용하기로 한다. 휠체어 휠과 동일한 크기의 바퀴를 선정한다.	

라. 와구형 브레이크 2EA		
	특 징 : 가벼운 동작 강한제동	
	회 사 : 삼천리	
	가 격 : 8,000원	
	휠체어 휠 상단에 장착되어 제동에 도움을 준다. 양쪽 바퀴에 장착되고 와이어를 통해 브레이크 손잡이에 연결한다.	

마. 뒷 변속기					
	무	게	: 0.7kg		
	길	이	가	로	: 13cm
			폭		: 5cm
			높	이	: 16cm
회	사	: 시마노			
가	격	: 20,000원			
<p>휠체어 휠 상단에 장착되어 제동에 도움을 준다. 양쪽 바퀴에 장착되고 와이어를 통해 브레이크 손잡이에 연결한다.</p>					

바. 세부부품 설명 5)	
	
11.	허 브 축 : 스프라켓과 휠을 연결해준다.
13.	BB스핀들가드 : 휠체어 동력부 연결 시, BB스핀들(15)이 손상되지 않도록 보호해준다.
14.	BB베어링셋 : BB스핀들(15)이 원활하게 회전하도록 도와준다.
15.	BB스핀들 : BB스핀들가드(13)에 고정되어 크랭크암(19)을 회전시킨다.
19.	크랭크암 : 회전동력을 체인으로 전달한다.
23.	체인링 : 스프라켓과 연결되어 크랭크암(19)의 회전을 한다.
24.	BB베어링컵 : 크랭크암(19)이 회전 중에 빠지지 않도록 한다.
<p>위의 부품들은, 자전거용으로 제작되는 부품들이다. 본 과제에서 위의 부품들은 자전거에서 사용되었던 것과는 다른 위치에 사용되지만 동일한 원리를 이용하므로, 필요에 맞게 가공하여 사용하기로 한다. 현재 시중에는 산악용 자전거에만 사용되기 때문에 고가의 부품들이 많다. 이런 이유에서 기존 휠체어 구조에는 존재하지 않는 형식의 본 과제 “수동휠체어”는 시험제품을 위해서 2대의 자전거의 절단 및 표면처리를 통해 제작하기로 한다.</p>	

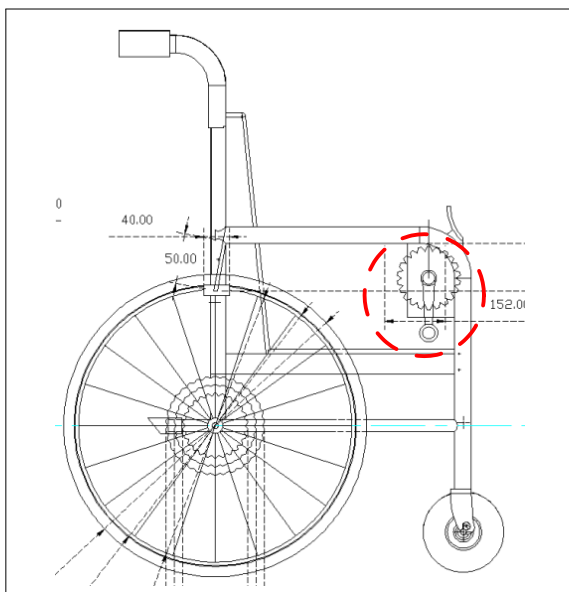
5) 출처 : 시마노 자전거 설명서 [http://cycle.shimano.co.kr/]

2. 부조립도

가. 동력부

본 과제는 기구학적인 구조를 활용하여 기존 휠체어보다 효율적인 힘을 발생시키는 방법이다. 기존의 수동휠체어는 직접 바퀴를 회전시켜 이동하게 되는데, 이때 상당한 힘이 소모된다는 것은 이미 알고 있는 사실이다. 그래서 본 과제에서 접근하는 방식은 휠체어에 앉아 자전거의 원리와 동일하게 손의 회전운동을 기어의 비율을 이용해 극대화시켜 이동성을 향상시키는 구조이다.

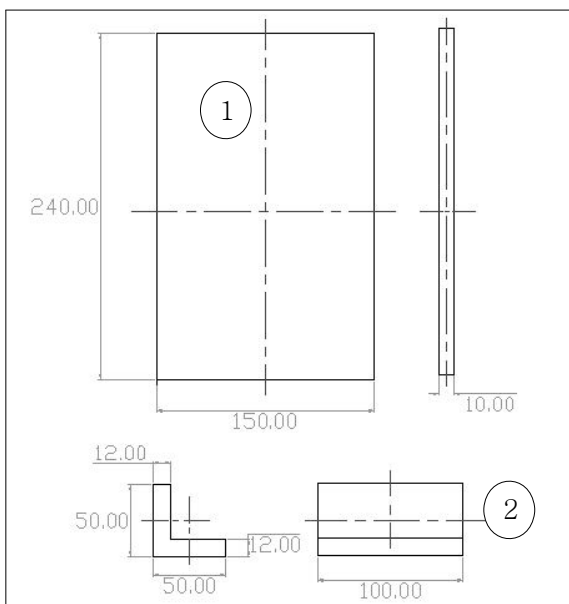
아래의 도면을 참고하면, 휠체어의 팔걸이 앞쪽(표시된 부분)을 동력부라 부르며, 손잡이를 회전하여 발생한 회전동력이 체인을 통해 주 바퀴인 스프라켓에 전달되고, 그 힘으로 인해서 휠체어는 움직이게 된다.



< 휠체어 예상 도면 중 동력부 >

구동의 원리는 다음과 같다.

- 1) BB스핀들 킷을 팔높이에 맞게 고정한다.
(여기서 BB스핀들은 체인링과 연결된 부위)
- 2) 스프라켓의 가장 큰 T 개수를 가진 기어와 체인링을 일직선 상에 위치시킨다.
(변속시, 체인폴름을 방지하지 위함이다)
- 3) BB스핀들 킷을 고정하고 체인을 연결한다.
- 4) 크랭크 암과 연결된 손잡이를 회전하며 스프라켓에 회전을 전달하게 되고, 바퀴가 구동하며 휠체어는 움직이게 된다.



< 휠체어 고정대와 받침대 도면 >

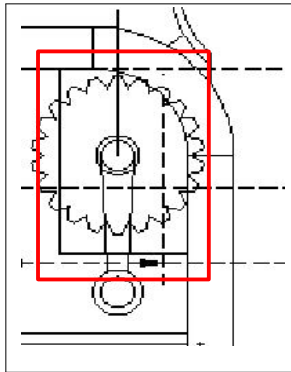
위의 원리 중,

- 1) BB스핀들 킷을 팔 높이에 맞게 고정하기 위해서는 팔걸이의 빈 공간을 채워줄 판이 필요하다.
(여기에서, BB스핀들 킷은 체인링과 연결된 크랭크 암을 전부 포함한 용어를 뜻한다.)

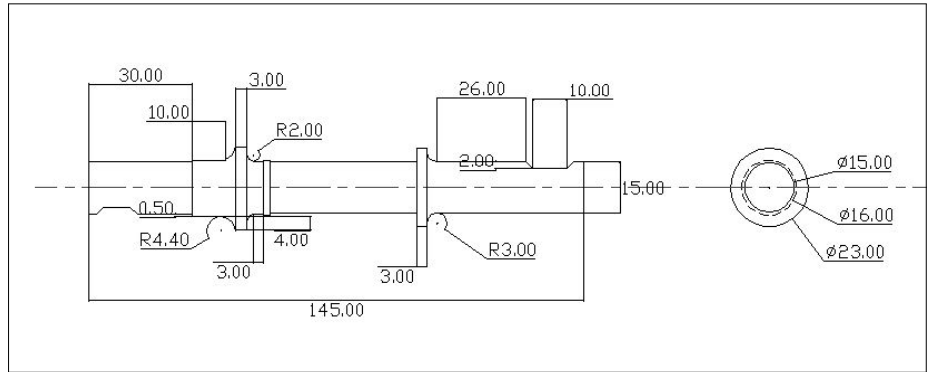
수동휠체어의 재질이 스틸이므로, BB스핀들을 위치에 맞게 고정시키기 위해 원가가 가장 낮고 구하기 쉬운 SS400-Steel판을 이용한다.

(오른쪽 도면은, SS400-Steel판의 도면이다)

(철판의 무게는 (1) 2.5kg (2) 0.8kg 에 해당한다)



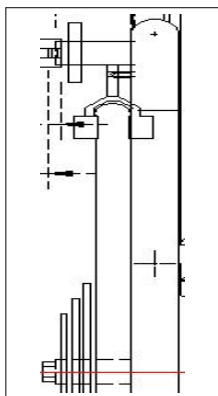
< 동력부 도면 >



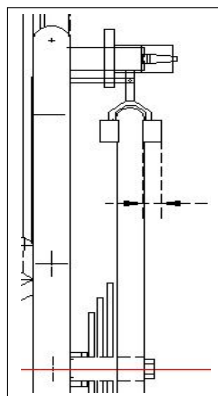
< 크랭크 축 도면 >

2) 스프라켓과 체인링을 일직선 상에 고정하기 위해서는 먼저 BB스핀들을 원하는 위치에 고정시켜야 한다. SS400-Steel 도면의 (1)로 표시된 철판을 휠체어 팔걸이 부분에 용접한다. 이 철판은 뒤 동력부 도면과 같이 BB스핀들 킷을 휠체어의 원하는 위치에 고정하기 위해 사용된다. SS400-Steel (2) 도면은 BB스핀들 킷의 축을 직접 철판(1)에 고정하게 되는 경우, 회전운동이 이루어지지 않기 때문에, BB스핀들 킷의 외부를 받쳐주는 고정 장치로서, 철판(1)에 고정한다.

100mm의 공간은, 주 바퀴에 장착되는 스프라켓과 체인링을 일직선에 위치시키기 위한 길이이다. 위 그림 우측의 도면은 크랭크 축이다. 일체형으로 되어 회전을 전달해주는 장치로서 좌우 BB스핀들 킷의 위치에 맞게 절단하여 사용하게 된다.



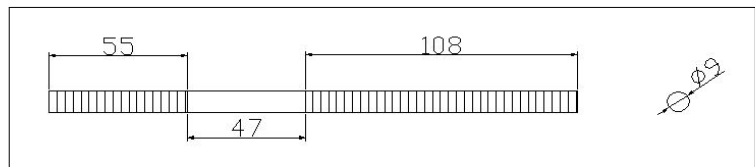
<우측 동력부>



<좌측 동력부>



< 스프라켓이 장착되는 기존의 허브 축 >



< 좌측 동력부에 사용하기 위한 허브 축 도면 >

2-1) 스프라켓의 특성으로 인한 좌우 동력부 도면이다.

스프라켓은 자전거에 특화되어 나온 부품이다. 자전거 뒷바퀴에 장착되어 힘을 전달하는 기능의 스프라켓은 한쪽 방향으로만 힘을 전달하는 특성을 가졌다. 따라서, 기존의 방향과 동일한 방향으로 힘을 전달하는 우측 동력부에서는 스프라켓을 도면과 같이 조립하고, 좌측 동력부에서는 우측과 동일한 방향인 휠 안쪽으로 스프라켓을 장착하여 조립하기로 한다.

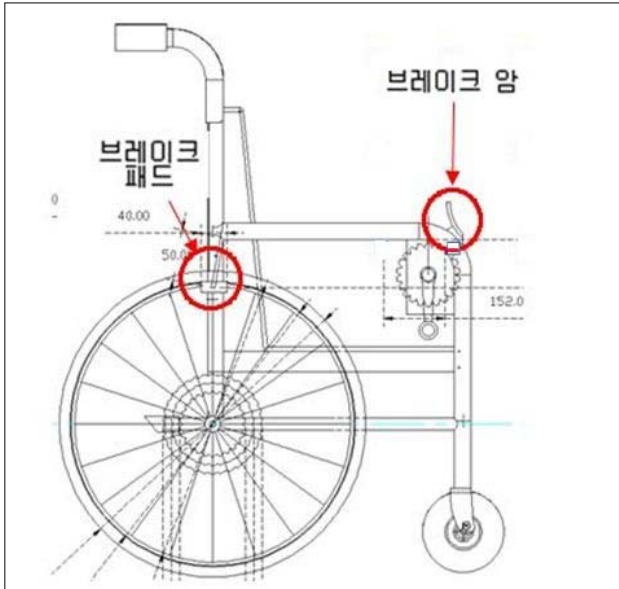
이때, 기존의 스프라켓이 장착되는 허브 축을 사용하게 되면, 좌측 동력부의 조립이 불가능하게 된다. 따라서 좌측 동력부에 사용하기 위해 더 긴 허브 축을 제작해야 한다.

3) BB스핀들 킷을 고정 후, 스프라켓과 체인링을 체인으로 연결한다.

이때, 스프라켓과 체인링이 일직선 상태가 되어야만, 변속 시 체인이 벗겨지지 않는다.

나. 제동부

페달을 이용하여 가속을 하게 되면 가속 시작단계에서는 힘이 어느 정도 들어가지만 가속 중에는 힘이 적게 들어가기 때문에 일정시간 동안 안정적인 속도 유지가 가능하다. 하지만 그만큼 안전사고의 위험도 따르기 때문에 기존의 휠체어의 제동 방법으로는 제동이 어렵기 때문에 안전한 자전거의 와구형 브레이크를 양측 바퀴에 모두 장착하여 보다 안전한 휠체어 운전이 가능하도록 한다.



< 제동부 패드의 위치와 손잡이 위치 도면 >

제동부의 원리는 다음과 같다.

- 1) 페달 손잡이와 가장 가까운 팔걸이의 모서리 부분에 브레이크 암을 배치한다.
- 2) 주 바퀴의 가장 높은 지점에 브레이크 패드를 배치한다.
- 3) 브레이크 암 고정을 위해 용접 가공한다.
- 4) 브레이크 패드도 마찬가지로 용접 가공하여 고정시킨다.
- 5) 휠체어 프레임의 라인을 따라 브레이크 암과 패드에 케이블을 연결하고 볼트로 체결을 마무리한다.

위의 원리 중,

1) 동력부의 구조를 보면, 회전운동을 하게 된다. 따라서 손잡이에 브레이크 암을 설치하게 되면 브레이크 패드와 연결해주는 와이어의 꼬임현상이 일어남을 생각할 수 있다. 따라서, 동력부와 가장 가까운 휠체어의 팔걸이에 브레이크 암을 장착한다.

2) 브레이크 패드는 휠체어의 주 휠에 제동을 걸어주는 장치로서, 제동 시 가장 힘을 많이 받는 부분이다. 브레이크 패드를 고정시키기 위해서는 휠체어 등받이와 연결해서 고정하는 것이 가장 안전하기 때문에, 바퀴의 가장 높은 지점에 브레이크를 배치한다.

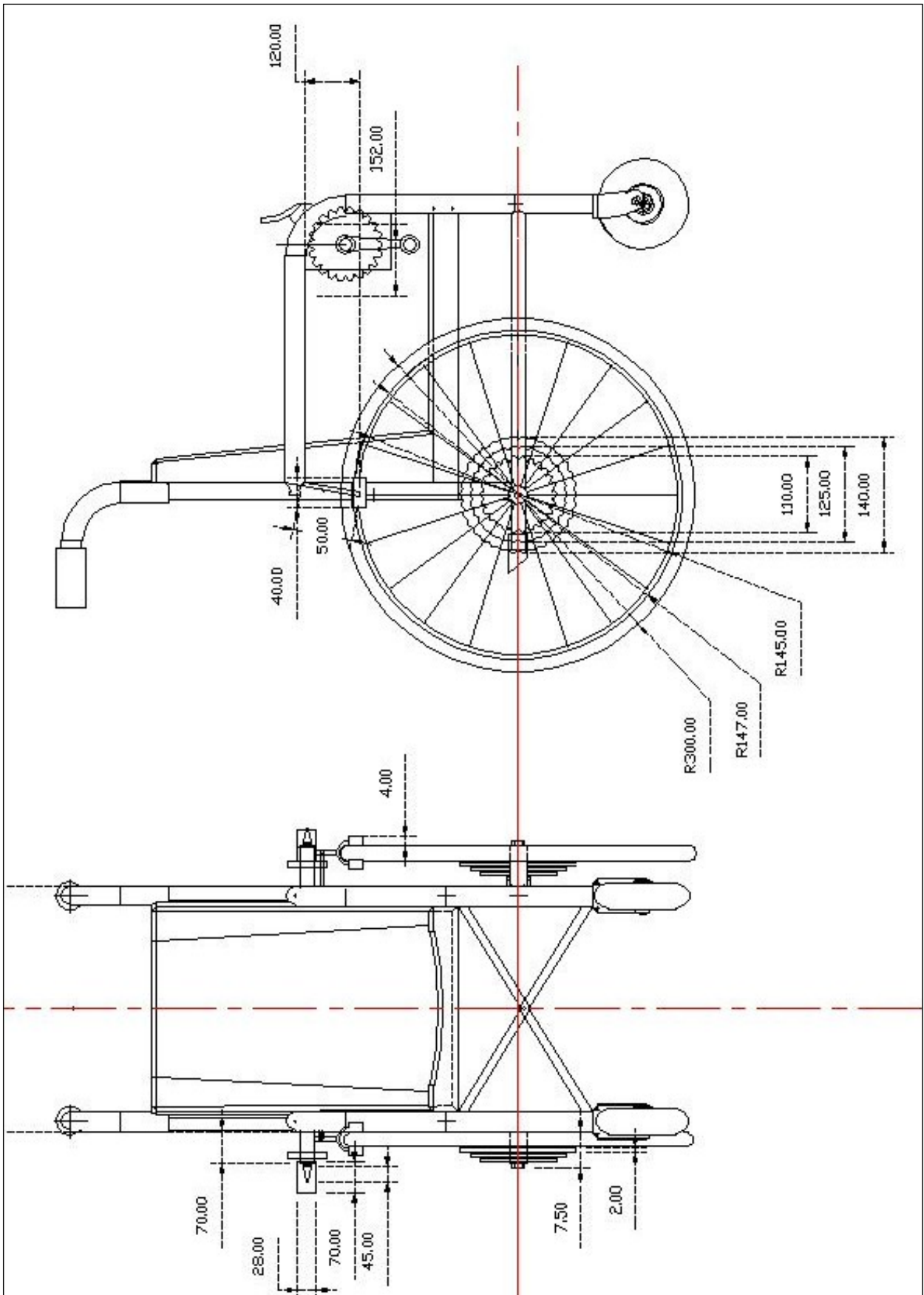
3) 브레이크 암과 브레이크 패드는 탑승자의 무게와 휠체어의 무게, 그리고 가속도를 받게 된다. 따라서 용접을 통하여서 강하게 고정시킨다.

● 브레이크 패드 설치 시 유의 사항

- ㄱ. 지면을 기준으로 브레이크 패드와 각도가 반드시 직각을 이루게 설치한다.
- ㄴ. 브레이크 암의 방향은 사용의 편의를 위해 작용점 부분이 위로 향하게 한다.
- ㄷ. 브레이크 케이블이 꼬이지 않도록 방향에 주의해서 연결한다.
- ㄹ. 휠체어의 주 바퀴가 대칭이 아닌 평행 구조이므로 바퀴의 구조에 맞추어 양측 암과 패드를 주의해서 설치한다.
- ㅁ. 브레이크 암과 체인링이 서로 상당히 가까운 위치에 있으므로 용접시 체인링에 영향이 가지 않도록 가공한다.

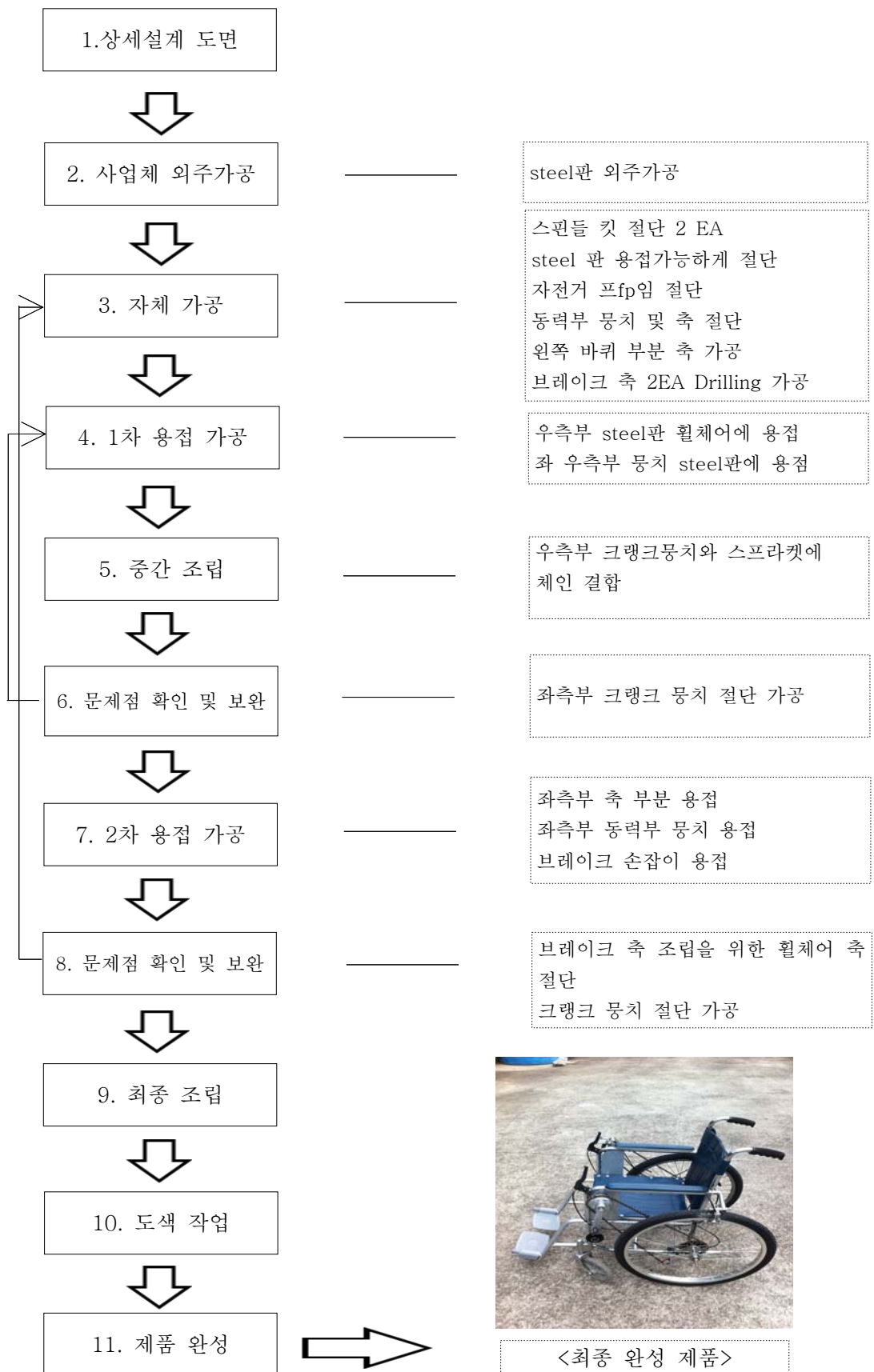
3. 최종도면

본 과제 의 동력부, 제동부에 대한 최종도면이다.



제3장 제 작

제1절 공정도



공정과정	상세 설명
1. 상세설계 도면	우선적으로 제품의 상세설계를 위하여 최종적인 조립도 도면을 완성하였다. CAD를 이용하여 어느 위치에 어떤 부품이 조립되어야 되는지에 대한 구체적인 틀을 마련하였다
2. 외주가공	스핀들 킷을 휠체어에 직접적으로 용접이 불가능 하였고 유동의 문제점이 있어 뭉치를 견고하게 고정하기 위한 스틸판을 4EA를 외주에 주문하였다. (상호명 - 신진에스엠)
2. 자체가공	<p>우선 자전거 2대를 확보하고 핸드 글라인더를 이용하여 휠체어 제작에 필요한 스프링 킷 2EA와 자전거 프레임을 절단 하였다. 또한 steel을 휠체어 프레임 축과 사이즈가 맞게 절단 후 탁상용 글라인더를 이용하여 보다 정확하게 용접할 수 있도록 가공 하였다.</p> <p>그리고 난후 좌측 바퀴부에는 스프라켓이 안쪽으로 위치하기 때문에 우측보다 긴축을 필요로 하였고 길이가 좀 더 긴 볼트를 이용하여 좌측 축을 가공 하였다. 또한 브레이크의 기능을 수행할 지지대의 역할과 고정의 용도로 자전거 프레임을 드릴링 머신을 이용하여 와구형 브레이크를 체결할만한 공간을 확보하였다.</p>
4. 1차 용접 가공	1차 용접 과정에서는 좌, 우측부의 steel 판을 휠체어에 용접하였다. 용접 방법으로는 알곤 용접을 하였고 페달을 구동 할 때에 강한 힘이 작용하더라도 축이 틀리지 않게 하기 위해서 축의 양쪽 면을 15회에 걸쳐 용접 하였다. 또한 좌, 우측부 스프링 킷을 스틸판에 용접하였다.
5. 중간조립	구동을 할 때에 체인의 이탈을 예방하기 위해서 우측부 스프링 킷과 스프라켓의 제일 좌측부분이 일직선이 되게 한 후 체인을 결합 하였다.
6. 문제점 보완	우측부의 스프링 킷이 정확하게 스프라켓과 일자로 용접이 되지 않아서 체인이 계속 적으로 이탈하는 문제점이 발생하였습니다. 그래서 축의 위치가 체인이 일직선이 되도록 또 한 번의 보안작업을 거치고 난후 충분한 시험운행 통해서 다시 알곤 용접을 하였다.
7. 2차 용접 가공	좌측부 또한 알곤 용접을 이용하여 우측부와 동일하게 용접 하였다. 또한 브레이크를 고정시킬 축을 용접하였고 브레이크 손잡이와 기어가 들어갈 축을 용접 하였다.

<p>8. 2차 문제점 보완</p>	<p>좌측부는 우측과 다르게 스프라켓이 안쪽으로 위치하는 문제점이 있었기 때문에 우측부 보다는 스핀들 킷이 많이 짧아지거나 스핀들 킷이 안쪽으로 위치하여야 한다는 문제점이 발생다. 스핀들 킷이 휠체어 축의 안쪽으로 위치하는 것은 무리가 있어 컷팅 머신을 이용하여 축과 멩치를 절단 후 컷팅 과정에서 어긋난 축과 멩치를 보다 정확하게 컷팅 하기위해서 밀링 머신을 이용하여 보다 정확하게 절단한 후 용접을 하여 보다 짧은 스핀들 킷을 재결합하였다.</p>
<p>9. 최종 조립</p>	<p>좌측부의 스프라켓과 스핀들 킷과 체인 결합을 하고 난후 기어 변속기를 기존에 용접해둔 축에 체결 하였다. 그리고 난후 기어와 브레이크를 최종적으로 케이블로 연결하여 정상적으로 작동 하는지에 대해서도 확인을 하였다. 두 개의 변속기가 한 곳에 위치함으로 한 번에 변속이 이루어 지게하기위해 와셔를 체결하였다.</p>
<p>10. 도색 작업</p>	<p>기존 용접으로 인해 미관상 지지분해 보이는 부분이 많았기 때문에 차량용 카페인트를 이용하여 축 부분과 용접이 된 부분을 도색 하였다. 그리고 최대한 매끄럽게 도색을 하기위해서 건조 후 재도색 과정 등을 반복 시행 하였고 스프레이를 뿌리기에 곤란한 부분은 붓을 이용하여 도색작업을 시행 하였다.</p>
<p>11. 제품 완성</p>	<p>제품이 최종 완성 되었고 시운전 단계에서 원하는 성능에는 미치지 못하나 이외에 별다른 문제점은 발견되지 않았다.</p>

제2절 제작

1. 제작 일정 및 제작 과정

공정 부분		추진 일정 (주차)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	비고	
바퀴부	계획	■										
	일정	■										
	수정·보완		■			■						
동력부	계획		■									
	일정		■									
	수정·보완				■							
손잡이	계획				■							
	일정				■							
	수정·보완						■					
기어	계획						■					
	일정						■					
	수정·보완						■					
브레이크	계획							■				
	일정							■				
	수정·보완									■		

공정 부분		상세 공정과정
바퀴부	일정	1주에 걸쳐 좌, 우측부 바퀴를 휠체어에 결합하였다.
	수정보완	좌측부 바퀴는 레킷 구조로 인해 기어가 타이어 안쪽으로 위치하여야 하는 문제점이 있어서 불가피하게 바퀴의 축을 제작 하였습니다. 바퀴에 적당한 축을 구하지 못하여 볼트를 구매 후 탁상용 글라인더를 이용하여 표면을 부드럽게 가공 후 너트를 이용하여 체결하였다. 하지만 스핀들 킷과 스프라켓의 체인이 일직선이 되지 않는 문제점을 해결하기 위해서 휠체어의 축과 바퀴부의 축 사이에 너트를 추가하여 문제점을 해결하였다.
동력부	일정	약 2주에 걸쳐 우측 스핀들 킷과 좌측 스핀들 킷을 용접 및 가공 하였다.
	수정보완	우측 크랭크 뭉치를 용접 후 체인을 결합하고 작동하였지만 체인이 반복적인 이탈로 인해서 용접한 것을 다시 분해한 후 재 용접 후 체결하였다. 좌측 스핀들 킷은 스프라켓이 안쪽으로 들어가는 문제점이 있어서 비교적 짧은 크랭크 뭉치를 필요로 하였다. 그래서 스핀들 킷을 절단 후 비교적 짧게 만들기 위해 가공하고 용접 후 체인을 체결 하였다.

손잡이	일정	2주에 걸쳐 손잡이 부분을 절단 및 비교적 쉽게 가동하기위한 손잡이 부분 축 가공을 하였다.
	수정보완	<p>손잡이 부분은 좌측이 우측부와 길이가 달라 절단 후 길이를 맞추어 다시 용접을 하였고 기존에 손잡이 페달을 돌리기 위해서 일자로 된 축을 그대로 사용하기로 하였다.</p> <p>하지만 비교적 너무 많은 힘이 들어 갈 뿐만 아니라 어깨에 통증이 생길정도의 힘이 든다는 단점을 보완하기 위해 자동차 파워 핸들을 이용하여 축 부분을 짧게 절단한 후 그 윗부분에 파워핸들을 용접 후 손잡이 축 부분에 결합하였다.</p> <p>이것은 팔의 회전반경이 축을 가로로 잡고 노를 젓는 듯한 운동에서 파워핸들을 이용해 어깨 근육보다는 전완근 및 이두근의 근육을 사용함으로써 보다 힘을 주는 것이 편하게 만들기 위함이다.</p>
기어	일정	1주에 걸쳐 기어를 결합을 하였다.
	수정보완	<p>기어를 결합 하였지만 양쪽이 동시에 변속이 이루어지지 않는 문제점이 발견 되었다. 그래서 기어 변속기 일체형 작업을 진행 하였다.</p> <p>우선 스틸 판을 이용하여 가공 후 양쪽에 분리되어 있는 기어를 하나로 연결 하였다. 하지만 높낮이 차이로 인해 여전히 기어 변속이 동시에 이루어지지 않아 와셔를 이용하여 높낮이를 맞추었고 기어 동시변속이 이루어지게 할 수 있었다.</p>
브레이크	일정	2주에 걸쳐 브레이크 축과 브레이크 결합 및 브레이크 손잡이 용접
	수정보완	<p>브레이크를 결합하기위한 적당한 위치가 휠체어에는 존재하지 않았기 때문에 불가피하게 자전거 프레임 축을 드릴링가공하여 휠체어 뒤쪽 세로 축에 용접을 하였습니다. 그로 인해 와구형 브레이크를 체결하기 위한 적당한 위치가 확보 되었고 우측부는 브레이크를 체결하기 위한 축이 좀 더 길어야하는(스프라켓이 바깥쪽으로 되어 있음) 문제점이 발생하여 축이 흔들리지 않게 하기 위해 휠체어 축을 절단 후 최대한 넓은 면적이 닿게 하기위해 알콘 용접 후 브레이크를 체결 하였다.</p>

2. 제작의 문제점

(1) 제작의 문제점



휠체어 제작과정에서의 문제점을 **동력부(A)**, **제동부(B)**, **기어부(C)**로 나누어 볼 수 있다.

첫째는, 동력부인데 손으로 동력을 전달하는 구조이므로, 가장 편한 위치에 가장 편한 자세를 유지할 수 있는 위치를 찾아야 했고, 휠체어 구조상으로 바퀴가 몸체 옆에 바로 장착되어 있다. 본 과정은 체인으로 동력을 전달하는 원리이므로, 손잡이 동력부에 해당하는 체인링과 휠에 장착되어 있는 스프라켓이 일직선이 되어야 체인이 벗겨지지 않고 원활한 동력전달이 가능하므로, 바퀴와 몸체의 유격과 동일한 만큼 손잡이 동력부를 몸체에서 외부로 돌출시켜야 하는 과제에 직면하였다. 이 과정에서의 문제점들은 아래 표를 통해 설명한다.

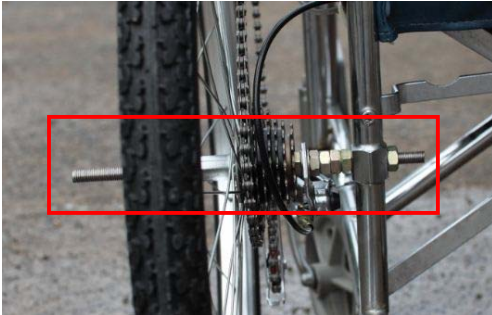

둘째는, 제동부인데 휠체어의 경우 손잡이와 근접한 위치에 제동장치가 있어야 사용자가 손쉽게 제동이 가능하다. 하지만 본 과정의 구조로는 손잡이 부에 제동장치를 장착할 수 없어, 다른 위치를 찾아야 하는 과제에 직면하였다. 이 과정에서의 문제점들은 아래 표를 통해 설명한다.

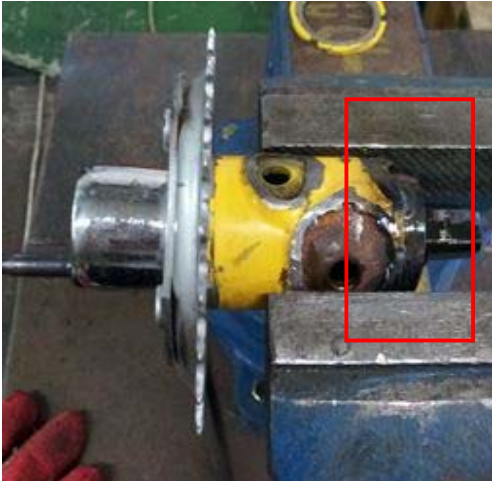
세 번째는, 기어부인데 동력전달의 효율을 위해서 변속기어를 사용하기로 한다. 휠체어는 양 바퀴가 동일하게 움직여야 직선운전이 가능한데, 기어의 변속이 따로 될 경우에는 안전사고의 위험성을 발견하게 되었다. 이 문제점을 해결해야 하는 과제에 직면하였다. 이 과정에서의 문제점들은 아래 표를 통해 설명한다.

(2) 문제점 보완

동력부(A), 제동부(B), 기어부(C)		
A-1	 <p style="text-align: center;">< 우측의 기어의 힘 전달 방향 ></p>	문제점
	 <p style="text-align: center;">< 좌측의 기어의 힘 전달 방향 ></p> <p style="text-align: center;">휠체어 왼쪽 바퀴 방향 및 기어 방향</p>	해결방안
		<p>스프라켓을 사용하기 위해 휠체어 바퀴 대신 자전거 바퀴를 사용하고 진행하는 과정 중, 자전거의 기어구조가 래칫구조로 되어있고 한쪽 방향으로만 힘을 전달한다는 것을 발견했다. 휠체어의 오른쪽에는 동일하게 바퀴를 사용할 수 있으나, 왼쪽은 조립을 하였을 시 힘이 반대 방향으로 전달되어 앞으로 나갈 수 없는 문제점이 발견 되었다.</p> <p>휠체어 왼쪽 바퀴가 제대로 굴러가기 위해서는 래칫 구조로 인해 왼쪽의 기어가 안쪽으로 들어와야만 했기 때문에 불가피하게 안쪽으로 조립하였다. 그럼에도 불구하고 기어와 축에 간섭이 일어나는 문제점이 발견되어서 너트를 체결하여 문제점을 해결하였다.</p>


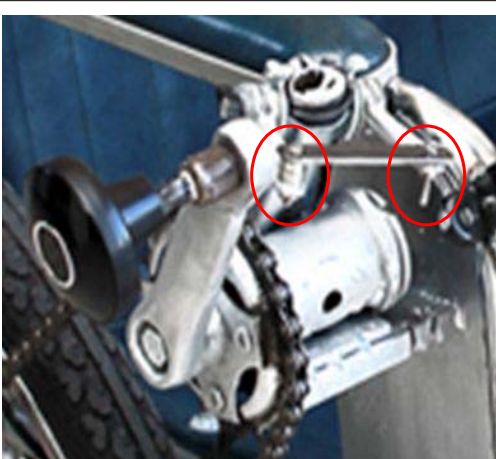
동력부(A), 제동부(B), 기어부(C)

A-2	 <p>< 좌측 허브축 장착사진 ></p>	<p>문제점</p> <p>휠체어 오른쪽은 자전거 허브 축을 그대로 사용하였으나 휠체어 왼쪽은 래킷구조로 인해 기어가 안쪽으로 들어가야 오른쪽과 동일한 방향으로 힘을 전달하는 문제점으로 인해 스프라켓 기어의 공간만큼 여유가 있는 긴축을 필요로 하여 바퀴 축을 제작해야만 했다.</p>
	 <p>< 제작한 허브축 도면 ></p>	<p>해결방안</p> <p>왼쪽 바퀴 축을 가공해야 했지만 휠체어 축에 맞는 것을 구하지 못하였다. 이 문제를 해결하기 위해서 가장 근접한 파이를 가진 축을 필요한 길이에 맞게 잘라내었고, 양쪽에 볼트를 체결함을 통해서 유격을 최소화하였다.</p>
	<p>< 휠체어 왼쪽 바퀴 축 ></p>	

A-3	 <p>< 좌측 스핀들 전달한 모습 ></p>	<p>문제점</p> <p>왼쪽의 동력부의 스핀들이 기어와 일직선이 되기 위해서는 몽치가 안쪽으로 더 들어가거나 축의 손잡이 부 고정을 위한 스틸 판을 더 안쪽으로 들어서 용접을 해야만 했다. 하지만 이미 스틸 판은 고정용도 및 보호기능을 가지고 있어 몽치의 길이를 짧게 하기 위해 가공을 필요로 했다.</p>
	<p>< 왼쪽 동력 부 스핀들의 절단 ></p>	<p>해결방안</p> <p>왼쪽의 동력 부 몽치를 분해하여 축과 몽치를 길이에 맞게 절단하였다. 그리고 절단한 축과 절단한 몽치를 결합하여 넣은 후 몽치를 용접하였다.</p>

A-4	 <p>< 체인링과 스프라켓 일직선 작업 ></p>	<p>문제점</p> <p>오른쪽 동력부의 스핀들이 기어의 맨 바깥쪽과 일직선이 되어야 체인이 벗겨지지 않은 채, 운전이 가능하다. 하지만 알곤 용접을 위해서는 일직선으로 고정해야하는 문제점을 발견했다.</p>
	<p>< 오른쪽 동력 부 스핀들의 틀림 ></p>	<p>해결방안</p> <p>오른쪽 동력부의 기어가 변속기의 기어와 일직선이 되어야 하지만 최종 시험운행 단계에서 스핀들 킷이 틀어진 것이 발견 되었고 이를 고무망치를 이용하여 다시 잡아준 후 용접을 다시 하여 축을 바로 잡아 주었다.</p>

동력부(A), 제동부(B), 기어부(C)

<p>A-5</p>	 <p>< 파워핸들 손잡이 장착 후 모습 > 휠체어 동력 부 손잡이 축</p>	<p>문제점</p> <p>휠체어 동력부의 손잡이 축을 수평으로 사용하기로 하였으나 수평으로 사용할시 수직으로 사용할 때 보다 많은 힘이 들어간다는 점이 발견되었고 실제로 시험운행 시 많은 힘이 들어간다는 문제점이 발견되었다.</p> <p>해결방안</p> <p>수평 구조로 되어있는 손잡이의 부분의 길이를 절단하고, 자동차 에 사용되는 파워핸들을 결합하였다. 그 결과 구조상으로 팔의 근력을 더 효율적으로 사용할 수 있는 원운동이 가능하게 되어 동력효율을 높였다.</p>
<p>B-1</p>	 <p>< 등받이 축과 브레이크 축 연결 > 브레이크 축 용접</p>	<p>문제점</p> <p>림 브레이크를 사용하기로 하고 휠체어에 조립해야 했으나 브레이크를 고정시켜 조립할 곳이 없었다. 그래서 브레이크를 달기 위해서는 다른 축을 용접해야만 했다.</p> <p>해결방안</p> <p>휠과 연결되어 있는 휠체어 등받이 축에 브레이크 축을 설치하기로 했다. 휠과 접촉하는 와구형 브레이크는 패드 부분의 높낮이와 각도 조절이 가능하여서 자전거 프레임을 가공하여 필요에 맞는 축을 제작하였다.</p>
<p>C-1</p>	 <p>< 와셔를 통한 높이 맞춘 변속 레버 > 휠체어 기어 동시 변속 불량</p>	<p>문제점</p> <p>휠체어를 보다 적은 힘을 들이면서 효율적으로 사용하기 위해서는 기어가 동시에 변속이 되어야 했으나 자전거 기어의 특성상 기어 변속기가 따로 떨어져 있어 동시에 기어변속이 불가능 했다.</p> <p>해결방안</p> <p>양 바퀴의 변속기어를 한쪽에 설치하는 과정에서 변속레버의 각도가 동일하지 않았다. 따라서 두 레버를 연결할 철판을 제작하고 한 쪽 레버에 와셔로 레버간의 간격을 줄여서 동시변속이 가능하게 되었다.</p>

3. 최종 사진



제4장 제품 제원 및 문제점 분석

제1절 제품 제원 및 시험

1. 제품의 제원과 요구조건

작품 규격	제 원	비고
제품 하중	21.7kg	기준무게 17kg
기체의 크기	진장 : 1050mm 폭 : 840mm 휠체어를 접었을 시 폭 : 590mm 손잡이 제거 시 폭 : 430mm 높이 : 880mm	
주행속도	운행 시작 시 - 0.3m/s, 주행 중 - 0.8m/s	사람(70kg) 탑승 시
구동 원리	팔의 회전동력 체인으로 주 휠에 전달하며 구동	변속기어 2개
경사주행	0.4m/s	사람(70kg) 탑승 시

< 표 1 > 제품의 제원

처음 제작에 들어감에 앞서 목표치를 교내 경사로가 심한 곳을 평균 내어 8°의 경사로를 오를 때의 힘을 계산하여 목표치를 잡았다. 이 목표치 또한 높은 목표치를 가지고 접근한 부분이었다. 휠체어가 경사면을 오르기 위한 힘은 힘의 평형방정식을 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\sum F_x = F - (21.7 + 70)g \cdot \sin 8^\circ = 0$$

$$F = 90 \times 9.81 \times \sin 8^\circ = 125.197 N$$

즉, 70kg의 사람이 21.7kg의 휠체어를 타고 8°의 경사면을 오르기 위한 힘은 122.876N이 된다.

시험 요구조건을 시행하기에 앞서 우리는 기존의 휠체어를 직접 시운전을 하여 8° 경사로를 오르는 테스트를 해보았다. 신체 건강한 남성이 8°의 경사로를 오르는 것은 쉽지가 않았고 바퀴 또한 제자리에서 회전을 하는 등의 위험한 상황이 연출되기도 하였다.

$$\sum F_x = F - (17 + 70)g \cdot \sin 8^\circ = 0$$

$$F = 87 \times 9.81 \times \sin 8^\circ = 118.78 N$$

기존휠체어	118.78 N
프로젝트 휠체어	125.197N

< 표 2 >프로젝트로 진행하려고 하는 휠체어는 기존의 휠체어와 비교.

변속기를 사용하지 않은 상태에서는 기존의 휠체어보다 5%의 정도의 힘을 더 요한다.

2. 시험결과

제품의 제원과 요구조건하지만 변속기를 장착한 휠체어는 7단의 스프라켓을 장착하고 변속기 디레일러의 변속레버 조절나사를 이용하여 4단의 기어만을 사용하게 만들고 1~3단의 기어는 사용하지 않게 하였다. 이때의 4단의 기어는 톱니 개수에 따라 힘의 효율을 낮출 수 있다.

4단	120%(체인링 : 스프라켓 = 24T : 20T)
5단	109.1%(체인링 : 스프라켓 = 24T : 22T)
6단	100%(체인링 : 스프라켓 = 24T : 24T)
7단	85.7%(체인링 : 스프라켓 = 24T : 28T)

< 표 3 > 기어에 따른 효율

125.197N의 힘을 요하는 프로젝트 휠체어의 기어를 통하여 7단의 85.7%의 힘의 효율을 받으면 107.294N의 힘을 주면 8°의 경사로를 오르는 것은 이론상으로는 가능하다.

실제 시험을 하기 위해서 평소 다니는 길목에서 휠체어를 시운전 해보았다. 기존의 휠체어는 바퀴에 장착되어 있는 손잡이를 일정한 정도 밀어내면 손을 떼 다음 다시 손잡이를 잡아야 하는 번거로움이 있지만 ‘변속기를 이용한 휠체어’는 손잡이를 한번 잡고 주행을 할 때에는 계속해서 손잡이를 잡은 상태로 회전 운동만 하면 되기 때문에 주행에 있어서는 큰 이점을 확인 할 수 있었다.

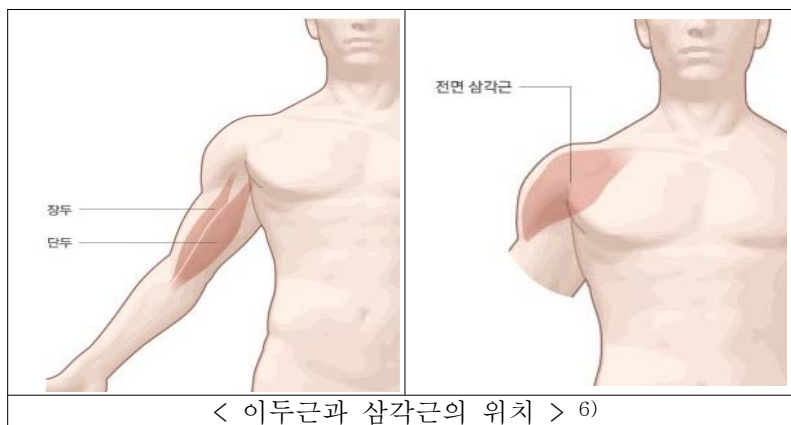


반면에 제동에 있어서도 다소 기존의 휠체어와 차이점을 나타낸다. 기존 휠체어의 경우 바퀴를 돌리는 손잡이를 이용하여 브레이크를 잡게 되는데 손의 움직임에서 번거롭게 이동을 하지 않아도 된다는 장점이 있지만 손에 무리가 다소 간다는 것은 단점으로 나타낸다. 프로젝트 휠체어의 경우는 구동부와 제동부의 손잡이가 따로 위치하고 있어서 제동을 하기 위해서는 손의 위치를 바꿔야 한다는 단점이 있지만 확실한 제동과 제자리에서 휠체어의 방향 전환을 하는 것에서는 큰 장점을 보인다.



이러한 차이점을 가지고 있는 프로젝트 휠체어를 가지고 경사로에서 시험을 해보았다. 처음 목표치인 8° 인 경사로를 오르기 위해 테스트를 해본 결과 무리가 있는 것을 확인 할 수가 있었는데 그 이유를 추측해보았을 때에 여러 가지의 추가 장착한 부품으로 무게가 증가한 것과 무엇보다도 동력부에 힘을 가하기 위한 손잡이의 구조상 팔이 약측으로 좀 넓게 벌어지고 노를 짓는 식의 회전운동으로 어깨 근육을 사용하여 구동하는 것에 대한 문제가 있지 않을까라는 결론을 내리고 손잡이의 구조 변경을 하여 다시 테스트를 해보았다.

기존의 손잡이로 잡는 형태는 오른쪽 그림과 같이 삼각근의 힘이 많이 필요하게 된다. 그러나 보통 사람의 경우 왼쪽 그림에 해당하는 이두근의 힘이 가장 강하기 때문에 기존의 손잡이 형태로는 상당히 비효율적으로 힘이 작용하게 된다. 인간의 신체구조상 팔이 같은 자세로 손이 향하는 방향만 바뀌어도 어느 근육에 힘이 많이 작용하게 되는지 확실하게 갈리게 된다. 이두근에 힘을 많이 작용하게 하려면 기존 손잡이를 잡는 손의 방향에서 바깥쪽으로 90° 회전된 방향으로 잡고 힘을 가하게 되면 확실하게 이두근에 거의 모든 힘이 들어가게 된다. 이러한 자세가 나오게 하기 위해 파워핸들이 필요해서 구매하고 기존의 손잡이를 절단하여 나사로 만들어 파워핸들과 결합하였다.



< 이두근과 삼각근의 위치 > 6)

파워핸들을 장착한 후 시운전한 결과 손잡이를 쥐는 방향에 따른 힘의 차이를 정확한 수치로 나타 내기는 어렵다. 그러나 파워핸들을 부착하기 전 일자형 손잡이로 잡고 운전했을 때 드는 힘에 비해서 인체공학적인 이론이 확실히 적용되어 파워핸들을 부착한 후 드는 힘이 체감상 확실히 줄어든 것을 느낄 수 있었다. 그러나 애초에 고효율의 기어를 사용한 것이 아니기 때문에 경사로에서의 운전의 어려움은 여전히 남아있다. 최저단으로 설정하고 운전한다 해도 기존 휠체어에 비해 힘비율이 85.7%나 되기 때문에 경사로에서 안정적인 운전을 위해서는 조금 더 높은 가격이지만 체인링과 스프라켓 톱니 수의 차이가 매우 큰 고효율의 기어를 사용해서 힘 비율을 많이 줄여야 할 것이다.

6) 출처 : 네이버 “이두근, 삼각근” 이미지 검색 [http://image.search.naver.com/search.naver]

제2절 문제점 분석 및 처리결과

1. 문제점 분석 및 처리결과

가. 문제점

일상생활에 편리한 기계에 대한 프로젝트를 4명의 팀원으로 시작하였다.

첫 번째, 계획했던 2주의 시간에 아이스브레이크를 통하여서 주제를 선정하기로 했다. 여러 가지 주제가 나왔는데, 프로젝트 진행 방향을 2,3가지 후보를 뽑은 후, 시장조사 및 특허조사를 통해 최종 후보를 도출하기로 결정하고, 팀원 안에서 실현가능성, 실용성, 경제성, 기술성 등을 비교분석하였고 많은 후보들 중 2가지 후보로 도출했다. 하지만 이 과정에서 팀원 안에서 정한 기준에 합당한 주제를 찾는 과정이 쉽지 않아 주제를 정하는 것에만 프로젝트가 시작되고 한 달의 시간이 지났다.

두 번째, 선정한 2가지 주제에 대해 시장조사 및 특허조사를 했다. 시장조사의 경우 기존의 제품과 프로젝트 후보 제품의 유형을 비교 분석하였고, 특허청을 통해서 조사한 특허자료에서는 동일한 특허 자료가 등록되어 있던 것을 발견하게 되었다. 따라서, 본 프로젝트 주제로 선정하고, 보다 깊은 특허 조사를 실시했다. 검색어에 따른 분류, 특허의 등록/처분에 따른 분류, 특허의 유사점에 따른 분류를 통해서 프로젝트 후보와 기존 특허들과의 유사점과 차이점 그리고 우리가 진행해 나갈 방향에 대해서 계획을 세우는 과정을 진행했다. 하지만 특허조사 과정에서 본 주제의 특성상 기술적인 요소들이 많이 들어있지 않는 주제이기에, 우리만의 독창성을 찾기가 쉽지 않았다.

세 번째는, 프로젝트 후보에 대한 상세설계 과정에서 기존에 예상한 기술적, 기계적 요소에 대한 타당성을 찾는 것이 쉽지 않았다. 2주로 생각했던 상세설계 과정은 제품의 도면화와 기계적 요소 방 안의 아이디어를 찾는데 걸리는 시간이 상당히 많이 걸려서 예상한 2주의 시간보다 지연되었다.

네 번째는, 제작과정에 있어서, 4주의 계획을 두고 진행했다. 필요한 물품의 구입, 도면에 맞게 제작, 조립 및 용접, 도색의 과정으로 생각했었으나, 우리가 원하는 구조를 가진 제품들을 찾기가 쉽지 않았고, 제품 구입과정, 조립과정은 숙련된 사람의 지도가 필요한 기계들을 다루게 되는 경우가 많았다. 가장 큰 문제점은 자전거 스프라켓의 구조가 래칫 구조인데, 한쪽 방향으로만 힘 전달이 가능한 구조이다. 휠체어의 우측바퀴의 경우에는 힘을 전달하지만, 휠체어의 왼쪽면의 경우에는 힘이 뒤로 전달되는 문제점을 발견하게 된다.

또한 제작과정에서 기계를 다루는 것들을 배우고, 필요에 맞춰 제작하는 과정이 예상보다 많이 늦춰졌다. 제작 과정에 있어 새로운 팀원이 영입되어 함께 프로젝트 진행 과정에 대해 이해하고 설명하는 시간을 갖기도 했다.

나. 개선방안 및 처리결과

우리가 아이스브레이크를 통해서 도출한 프로젝트 후보로는 롤 방식의 자동 변기 커버였다. 하지만 특허조사 과정에서 프로젝트 아이디어와 동일한 특허를 발견하게 되었고 다른 아이디어를 찾는 과정을 겪었다. 디지털 수온조절기와 본 과제인 수동휠체어 2가지 아이디어를 도출했는데, 수온조절기의 경우에는 역학적 요소들 활용할 수 있지만 실용성과 제작가능성의 부분이 낮다는 단점을 가지고 있었다. 본 과제인 수동휠체어의 경우에는 제작가능성과 실용성의 부분에 장점을 가지고 있지만, 역학적 요소들을 찾아내기가 어렵다는 단점을 가지고 있었다. 팀원들 간의 상의 결과, 우리는 역학적 요소가 부족하지만 제작가능성과 실용성에 대해서 높은 가치를 두기로 하고 수동휠체어를 프로젝트로 진행했다.

특허조사 과정에서 팀원들이 생각한 아이디어 대부분이 특허에 등록되어 있는 경우가 많았다. 그래서 팀원들이 생각한 후보와 비슷한 특허후보들을 골라내어 비교분석해보았다. 특허청에 등록된 특허들의 기술의 방향이 어떤지, 발전 현황은 어떠한지, 등을 조사해보면서 우리 프로젝트 후보들의 아이디어와 기존 특허들의 아이디어 차이를 찾아냈고, 독창적인 아이디어를 추가하는데 힘을 다했다. 따라서, 내린 결론은 탈부착용으로 등록되어있는 자전거키트 원리를 이용해서 휠체어에 직접 페달을 장착하여 자전거 원리를 접목시키는 것이었다. 또한, 변속기어와 브레이크 아이디어를 더하였는데, 먼저 변속기어를 장착함을 통해서 보다 이동성을 높이고 경사로의 경우에도 적은 힘으로 오를 수 있는 아이디어를 정하였다. 브레이크의 경우 경사로를 내려올 때, 보호자가 없는 경우 위험한 상황이 발생할 가능성이 많다는 단점을 보완해서, 사용자가 직접 브레이크를 통해 제동 가능한 구조를 생각했다.

프로젝트 후보로 수동휠체어를 선정한 후, 상세설계 과정에 들어갔다. 스프라켓과 체인링의 기어비에 의한 효율을 높이는 기구학적 요소만을 찾게 되었고, 비록 역학적 요소들은 다소 부족하지만, 실용성과 경제성, 상품제작에 중점을 두기로 하고 프로젝트를 진행했다. 설문조사를 통해서 수동휠체어와 전동휠체어의 장단점, 가격대비, 등을 비교해보며 프로젝트의 타당성을 찾아나갔다.

제작과정에 있어서 발견된 가장 큰 문제점, 휠체어의 왼쪽 구동의 문제점은 왼쪽 스프라켓을 오른 쪽과 동일한 방향으로 장착하며 해결하였다. 그 과정에서 자전거 허브축이 짧아서 허브 축으로 사용할 축을 제작해야 했고, 자전거 허브축 직경에 맞는 철근을 구입하고, 필요에 맞게 가공하였다.

동력부에서 팔의 회전이 휠체어를 구동하는 과정을 통해, 기존의 수동휠체어의 이동의 불편함을 해결하게 되고, 기어변속을 통해 적은 힘으로도 먼 거리를 이동할 수 있는 가능성도 발견했다. 아직 언덕을 오르는 것은 쉽지 않은 상황이지만, 더 가벼운 힘으로 구동할 수 있다는 가능성 또한 발견했다. 제작과정에서는 연구제작비가 제한되어 있어서 가장 저렴한 기어를 사용했지만, 그 문제가 해결될 시에는 충분한 효율을 발휘할 수 있는 기대를 하게 된다. 따라서 본 과제는 가격이 비싸고 공간을 많이 차지하는 전동휠체어와 가격이 저렴하지만 힘이 들어 이동성이 낮은 수동휠체어의 중간휠체어로써, 두 가지의 단점들을 보완하는 제품계층이 되리라 기대한다.

제5장 결론

제1절 총평

프로젝트의 시작의 초점을 대구대학교 내에 장애 학우들을 위한 휠체어에 초점을 맞추어 진행을 하였다. 이 배경에는 교내에는 장애를 가진 학생들을 위한 편의 시설을 갖추고 있지만 100만평의 넓은 캠퍼스에서 휠체어를 타고 다니는 학생들은 대부분 전동 휠체어를 사용한다는 것을 알 수 있었다. 우리 팀은 고가의 전동휠체어 대신 수동휠체어를 변형하여 비교적 저렴한 가격으로 경사로를 효율적으로 오르고 장시간 이용하여도 피로도가 많이 쌓이지 않는 휠체어를 제작하기 위해 프로젝트에 돌입하였다.

개발성 및 상품성

시장조사 과정에서 수동휠체어의 상품군을 조사하였을 때 아이디어 상품으로서는 계단을 오르내리는 휠체어에 많이 집중된 것을 알 수 있었고 특허조사 부분에서는 프로젝트로 진행하려는 기어의 효율을 적용하는 것과 체인을 이용하는 휠체어 등도 특허에 많이 등록된 것을 알 수 있었다. 하지만 여기서 주목을 해야 할 점은 구조적으로 휠체어의 다양한 부분에 동력전달부와 기어 및 체인을 접목시켜 등록이 된 특허가 많았지만 결국에는 소멸과 등록료미납부 등으로 특허등록이 취소된 것이다. 이러한 부분을 살펴보았을 때에 휠체어의 시장 규모가 작아서라는 결론을 내리게 되었고 상품성에 대한 가치가 다소 낮다는 점을 인지하고 프로젝트에 임하였다.

제품의 성능

처음 목표를 캠퍼스 내의 경사도가 심한 곳의 평균을 측정한 8°에서의 효율을 기대하였지만 성능적 측면에서는 목표치에 미치지 못하였다. 반대로 평지에서는 기존 휠체어보다 좀 더 쉽게 구동을 할 수 있고 더 빠른 속도로 이동이 가능하다는 강점을 나타냈다.

목표치에 조금 더 좋은 결과를 가져오기 하기 위해서는 통일화된 한 방향 레킷구조의 스프라켓을 반대방향의 스프라켓을 구할 수 있고 휠체어가 좌,우 균형이 맞는다면 좀 더 최적화가 될 것이라 생각하고 동력을 전달하는 스피들 킷의 톱니의 개수도 처음 설계 단계와는 조금 달라졌는데 원하는 톱니의 개수가 없는 부품문제로 기존의 부품을 가공·절단 하여 사용해 효율이 크게 나타나지 않았다는 것을 해결한다면 좋았을 것 같다. 이것에 대해 예산이 좀 더 여유가 있다면 부품들 또한 제작주문으로 원하는 것을 얻게 되고 성능 또한 향상 될 것이라 예상한다.

어떠한 것을 배우게 되었나?

제품을 설계하고 제작하는 단계에 있어서 생각지도 못한 작고 큰 문제점들이 발견 되었다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서 조원들의 회의와 피드백을 통해서 하나하나 해결해 나가는 문제해결 능력을 키울 수가 있었고 각 조원들의 강점을 보이는 부분을 크게 살려 효율적인 업무분담을 통해 팀워크를 발휘하는 능력을 보여주었다. 뿐만 아니라 한 팀으로서 프로젝트를 마무리 짓기 위해서 도전해 그것을 이루게 되는 도전의식이 가장 큰 배움이었다고 생각한다. 또한 제작에 있어서 평소 익숙하지 않은 공구 및 기계에 대해서 익숙해지는 계기가 되었고 팀원 간의 문제점 해결을 위해서 합의점을 찾는 회의를 통해 협동성을 키우고 정밀함을 요하는 부분에서 오차에 대한 부분이 중요하다는 정밀함의 필요성에 대해서 느끼게 되었다. 이것으로 사회에서도 전공을 살려 조직에서 업무를 할 때에 기초가 되는 경험을 쌓는다는 것은 소중한 사전 경험을 한 시간이 아니었나 생각한다.