

# 2013학년도 기계설계프로젝트 최종 보고서

과제명 : 유모차 자전거 개발을 위한 선행 연구  
(2013년 3월 1일 ~ 11월 30일)

팀명: Impazziamoci

기계공학 설계프로젝트 최종보고서를  
붙임과 같이 제출합니다.

2013. 12

대구대학교 기계자동차공학부(기계공학전공)

# 제 출 문

대구대학교 기계자동차공학부 학부장 귀하

본 보고서를 대구대학교 기계자동차공학부 설계프로젝트 과제 “유모차 자전거 개발을 위한 선행 연구”의 결과보고서로 제출합니다. (과제기간 : 13. 03. 01 ~ 13. 11. 30)

2013. 12.

지도교수 : 남 진 현 (인)

대표학생 : 곽 종 환 (인)

참여학생 : 강 경 훈 (인)

김 승 기 (인)

박 정 수 (인)

박 진 우 (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. 12.

대표학생 : 곽종환 (인)

참여학생 : 강경훈 (인)

김승기 (인)

박정수 (인)

박진우 (인)

# 목 차

최종보고 요약문 .....	1
제1장 과제내용 및 목표 .....	2
제1절 목적 및 필요성 .....	2
제2절 과제의 목표 .....	9
제3절 기대효과 및 활용방안 .....	12
제2장 개념설계 및 상세설계 .....	13
제1절 개념설계 .....	13
제2절 해석 및 평가 .....	18
제3장 제작 .....	31
제1절 공정도 .....	31
제2절 제작 .....	32
제4장 시험 및 평가 .....	39
제1절 시험 요구조건 .....	39
제2절 시험결과 .....	40
제5장 결론 .....	41
제1절 문제점 분석 및 처리결과 .....	41
제2절 총평 .....	41
참고문헌 .....	43
부록 .....	44
부록1 설계구성요소 요약 제시 .....	44
부록2 현실적 제한요소 요약 제시 .....	45

# 최종보고 요약문

과제명	유모차 자전거 개발을 위한 선행 연구
팀명	Impazziamoci
팀원	곽종환, 강경훈, 김승기, 박정수, 박진우
과제기간	2013년 3월 1일 ~ 2013년 11월 30일

## 1. 개발내용 및 목표

최근 출산이 심각한 사회 문제로 대두되고 있는 바, 그 원인이 제한적인 육아 환경에 있다고 판단되어 이를 개선할 수 있는 방법을 찾고자 하였다. 그 중에서도 야외 활동이 가장 제한적이라고 생각하는 바, 이를 개선하기 위해 유모차와 자전거를 결합하여 실용성과 편리성을 모두 갖춘 최적의 상품을 제작하는 것이 목표이자 최대 과제이다.

## 2. 개념설계 및 상세설계

먼저, 유모차와 자전거를 결합하는 상품이기에 때문에 두 상품의 장점을 모두 결합할 수 있어야 한다. 따라서 단순히 자전거에 유모차를 부착하는 결합식이 아닌, 형태 변환이 가능한 Transform 유모차 자전거를 만들고자 한다. 자전거의 형태로 이용할 때에는 유모차 시트가 자전거의 앞쪽에 배치되어 자전거의 무게 중심을 맞출 뿐만 아니라, 탑승자의 시야를 가리지 않는 최적의 조건이 필요하다. 마찬가지로 유모차의 형태로 이용될 때에는 자전거와는 달리 부피가 크지 않아야 하며, 사용자가 여성임을 감안하여 그 형태 변환에 어려움이 있어서는 안 된다. 필요 조건은 형태 변환에 걸리는 시간은 약 1분, 탑승자가 주로 여성임을 고려한 사이즈 및 성인 남성이 유아기의 아이와 타도 부담이 없을 내구성이다.

## 3. 제작

우선 CAE 해석 프로그램을 이용, 안전한 최적의 설계 방법을 모색하여 4~5가지의 모델을 선정한다. 그 후, 자전거 제작업체를 방문하여 현실적인 문제 (금전 및 시간적인 문제 등)을 최대한 반영하여 문제가 되지 않는 선에서 가장 적합한 모델을 선정, 제작에 들어간다. 실제 제품을 만드는 종합 설계형 프로젝트이기 때문에 전문 기술이 필요한 부분을 제하고는 직접 제작에 참여함을 원칙으로 한다.

## 4. 시험 및 평가

시험 및 평가는 본디, 전문 평가소를 방문하여 실제 이루어지고 있는 평가를 의뢰함이 타당하나, 이는 제한 조건 (금전 및 시간 등의 문제)으로 시행할 수 없고, 다만, 실제 해석 조건을 바탕으로 성인 남성이 동일한 무게의 추를 유모차에 얹고 직접 시승을 함으로써 이를 대리 증명하고자 한다.

## 5. 세부 연구개발 내용 및 실적

우선, 새로운 제품을 완성하기 위하여 해석 조건부터 시작하여 실제 제작까지 모두 참여하는 성과를 이루었다고 개인적으로 생각하는 바이다. 실제 조건과 최대한 가깝게 해석 조건을 입력하고 테스트하며, 완성 제품을 직접 시연함으로써, 차기 고객층의 두터운 지지를 이끌어 냈다는 점에서 더욱 의미 깊은 일이 아닌가 한다. 비록 현실적인 문제로 부족함이 많으나, 이를 해결할 수 있다면 더 좋은 제품을 제작할 수 있을 것이다.

# 제 1장 과제내용 및 목표

## 제1절 목적 및 필요성

### 1. 과제개발의 목적

현대사회의 문제점 중 하나가 바로 육아 환경이다. 정부에서 육아 비용을 지원 한다고는 하지만 지역마다 다른 출산장려금이나 첫째부터 지원하지 않는 육아정책, 너무 비싼 육아용품, 선택 아닌 필수 예방접종 등 육아비용 부담은 여전한 실정이다. 아직도 유모차로는 장난감 대여점이나 대중교통을 이용하는 데 불편함을 느껴야 한다. 아이를 키우는 지역 주민을 위해 만든 대여점은 결코 가까운 거리에 위치해 있지 않으며, 가기 위해서는 대중교통을 이용하여야 하는데 누군가의 도움 없이는 버스나 지하철을 타고 근교로 외출하는 것은 엄두도 내지 못한다.

이러한 유모차에 이동수단으로써의 기능을 추가 하면서, 보다 먼 거리를 빠르게 이동할 수 있게 만들며 불편한 교통으로 실내로 제한적이었던 육아 활동 공간을 실외로 확대하여 육아환경을 개선하며, 탑승하는 아이에게는 자전거를 함께 타는 듯한 즐거움을 제공한다. 또한 현재 시중에 판매되는 육아의 필수품 중 비용문제가 대두되고 있는 제품이 바로 유모차이다. 개발하고자 하는 제품의 유사제품들이 유모차 시장에서 인기몰이를 하고 있으나, 가격을 조사한 결과 몇 백 만원을 아우르는 고가품들이었으며, 이마저도 6개국을 비교 동일제품임에도 불구하고 국내에서 가장 비싸게 판매되고 있는 것이 대부분이었으며, 미국과 비교해서는 1.41~1.73배 비싸게 판매하고 있었다. 2011년 1월부터 해외브랜드 유모차의 관세가 없어졌음에도 불구하고 유통구조의 문제점으로 인해 국내 소비자는 여전히 비싼 가격의 유모차를 구입해야 한다. 그래서 일반적인 가정에서는 비용문제로 인해 이러한 제품들을 사용할 수 없는 실정이다. 이와 같은 문제점을 해결하고자 가격을 고려한 실용성 있는 제품을 개발하여 일반 가정에 보급화를 하기위한 선행 연구이다.



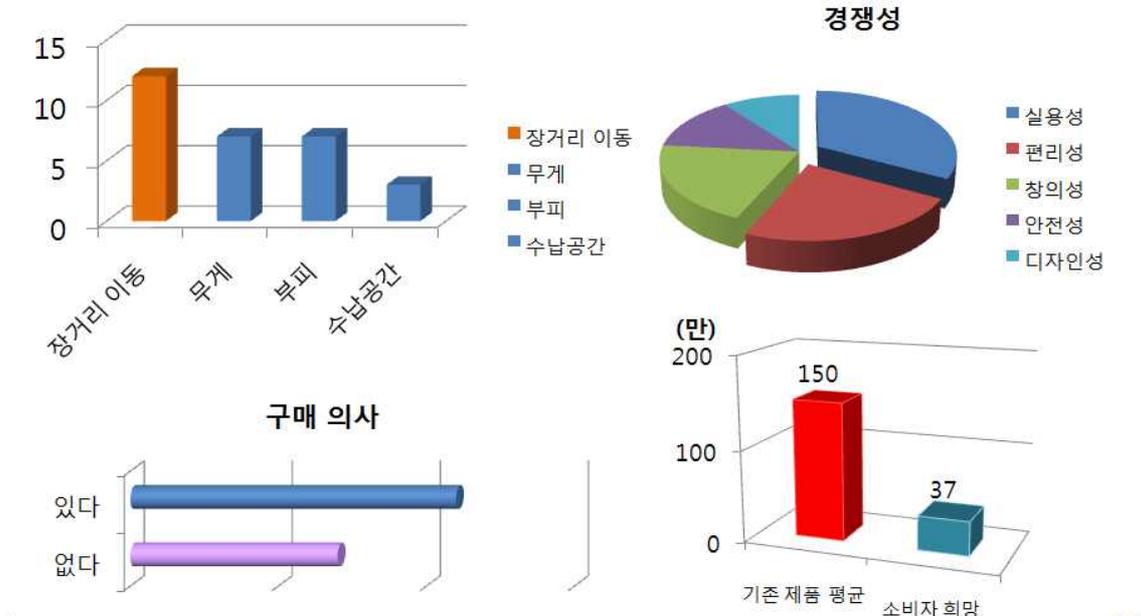


Fig 1.2. 설문조사 결과

<Fig 1.1.>의 내용을 살펴보면 우선 현재 유모차의 가격 인식에 대한 설문내용이 들어있다. 이는 본 연구에서 하고자하는 최적화로 가격을 낮추어 일반 가정에 보급하기 위함이기 때문에 우선적으로 소비자의 기존 제품에 대한 가격인식 상태를 알아야 한다. 기혼 여성이 아닌 미혼여성의 경우 유모차의 가격이 어느 정도인지 인지하지 못하였고, 실질적 평균가격을 알려 주었을 때 모두 놀라움을 금치 못 하였다. 소비자들의 의견을 종합하여 소비자 희망가격을 선정하였고, 연구의 목적에 있어서는 우선 불편사항을 조사해 보았는데 연구에서 필요성으로 제시한 바와 같이 “장거리이동이 불편해 보인다.”라는 의견이 가장 많았으며, 개발 제품에 장점에 있어서는 실용성과 편리성으로 추구하는 목적과 같이 나타내어 졌다.

### 3. 과제의 수행 내용

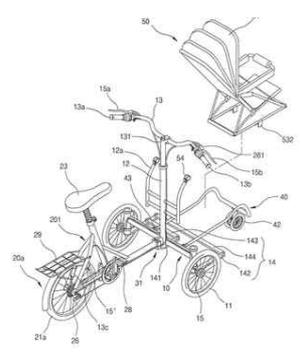
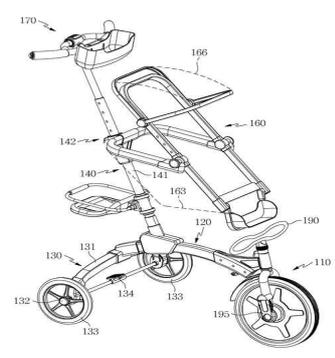
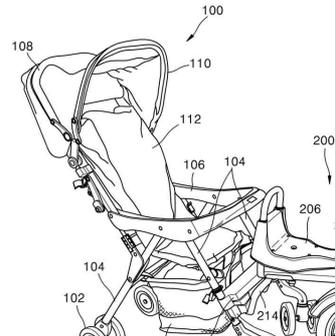
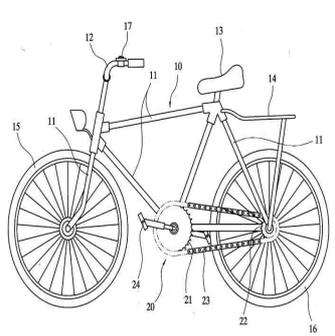
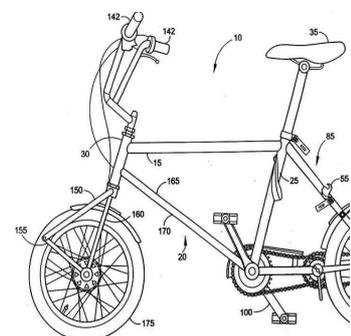
본 연구의 과제의 수행은 시장조사를 시작으로 관련 기술 및 특허조사, 관련 이론 조사 및 분석을 통해 개념 설계안 도출 및 해석과정으로 추진하였다.

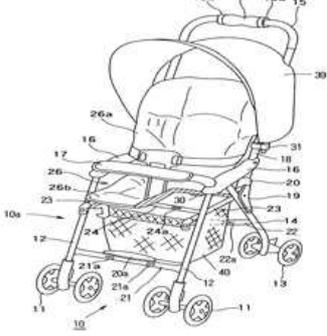
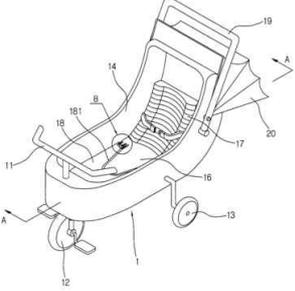
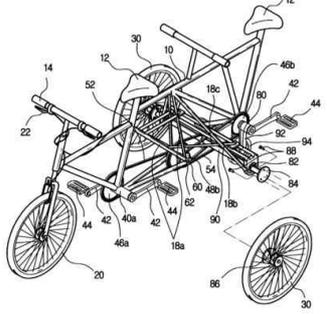
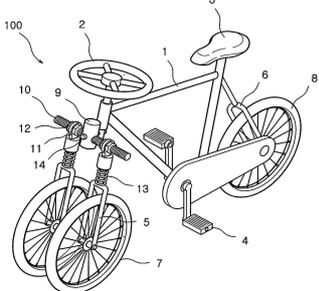
우선 시장조사에서는 특허청과 인터넷 쇼핑몰 등을 활용하여 유모차 시장과 자전거 시장을 동시 조사하여 형상의 유사제품 또는 목적의 유사한 제품을 대상으로 성능, 디자인, 가격, 시장 평가 등 항목으로 분석 하여 시장 제품들의 강점과 약점을 분류하여 개발하고자 하는 제품의 필수 스펙을 정리 하였고, 통계청의 자료를 바탕으로 하여 해석에 필요한 경제조건과 하중조건 등을 설정하고 관련 기술 및 특허 조사에서는 필수 기능에 관하여 집중적으로 조사 하고, 시장조사에서 얻은 결과로 직접 설문조사를 실시하고 관련 법규 등을 조사하면서 제품의 크기, 프레임의 길이, 소재 등을 사양을 설정하게 되었다. 설정된 제품사양을 토대로 본 연구에서 개발하고자 하는 유모차 자전거의 개념도를 완성 시킬 수 있었다.

완성된 개념도를 가지고 실제 개발하고자하는 제품의 적절한 형상과 안정성 및 상용화를 위한 해석 과정을 거치기 위해 소프트웨어로 Hyper work를 선정하고 위의 수행결과를 토대로 해석을 하여 형상을 선정하게 되었다.

4. 시장 조사

Table 1.1. 특허 제품조사에 관한 요약과 사진

특허명 출원번호 출원자 등록일자 등록상태	유모차겸용 자전거 대한민국 10-2009004-9839 김용순 2011년 10월 27일 등록결정서(송처리완료)	특허명 출원번호 출원자 등록일자 등록상태	세 발 자전거 겸용 유모차 대한민국 10-2008002-6370 이영우 2008년 03월 21일 포기(등록료 미납)
도면 및 요약		도면 및 요약	
특허명 출원번호 출원자 등록일자 등록상태	유모차가 병설된 자전거 대한민국 10-2003006-3545 강승규 2008년 01월 14일 등록결정(일반)	특허명 출원번호 출원자 등록일자 등록상태	기립각 변환에 의한 유모차자전거 대한민국 10-2009001-1803 신형준 - 거절결정(일반)
도면 및 요약		도면 및 요약	
특허명 출원번호 출원자 등록일자 등록상태	자전거 대한민국 10-2003008-7645 이영균 - 거절결정(일반)	특허명 출원번호 출원자 등록일자 등록상태	접철식 자전거 대한민국 10-2005701-1259 스튜디오 모더나 사 2009년 09월 28일 등록결정(일반)
도면 및 요약		도면 및 요약	

특허명	해먹형 유모차	특허명	유모차 기능을 가진 세발 자전거
출원번호	대한민국 10-2011001-4906	출원번호	대한민국 2020030021553
출원자	콤비 가부시키키가이샤	출원자	성삼경
등록일자	2011년 07월 21일	등록일자	2003년 07월 04일
등록상태	등록결정(일반)	등록상태	소멸(등록료불납)
도면 및 요약		도면 및 요약	
특허명	세발 자전거	특허명	한 쌍의 앞바퀴를 가진 타기 쉬운 자전거
출원번호	대한민국 1020030055614	출원번호	대한민국 1020090040003
출원자	박무천	출원자	성삼경
등록일자	2003년 08월 12일	등록일자	2009년 05월 08일
등록상태	소멸(등록료불납)	등록상태	등록
도면 및 요약		도면 및 요약	

한국특허정보원과 네이버쇼핑에서 각각 자전거와 역 세발자전거, 유모차 및 유모차 자전거에 관한 특허제품과 시장에 유통되고 있는 제품들에 대해 조사해 보았다.

<Table 1.1.>은 한국특허정보원에서 검색한 특허품들에 대한 간략한 내용 들이다. 현재 개발하고자 하는 제품과 직접적으로 연관된 제품은 조사되지 않았으며, 그와 비슷한 제품도 흔치 않았다. <Table 1.1.>의 “유모차겸용 자전거” 제품은 유모차나 자전거 또는 외발 자전거나 쇼핑카트 등의 다용도로 사용할 수 있도록 하는 유모차겸용 자전거에 관한 것이다.

그 구성은 핸들의 조정에 따라 방향이 전환되는 양측의 앞바퀴를 구비하는 메인프레임과 외발 자전거 또는 일반자전거의 후방차체와 상기 외발 자전거를 메인프레임의 후면에 연결하거나 분리하는 연결프레임 또는 후방차체를 메인프레임의 후면에 연결하는 전측 결합부재와 상기 메인프레임의 전면에 부설하는 받침프레임 및 상기 받침프레임에 선택적으로 설치하는 유아용 시트나 바구니를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 것이다.

유아용 시트나 바구니를 포함한 부분과 위치에 있어서 본 연구에서 해석하고자 유모차 자

전거의 개념과 유사하며, 핸들의 조정에 따라 방향이 전환되는 부분에서 양측의 앞바퀴를 구비하는 부분에서도 유사하다.

하지만 자전거 프레임의 구조에서 화연한 차이가 있다. 해석하고자 하는 제품은 자전거에서 유모차로 Transform 시에 차체 구조가 변화되어 유모차 형상을 갖도록 하기 때문에 단순히 자전거에 유아용 시트를 부착하는 형식과는 차별성이 있다.

<Table 1.1.>의 “기립각 변환에 의한 유모차자전거” 특허품 같은 경우 유모차자전거로써 구조는 앞바퀴가 2개이고 뒷바퀴가 1개인 역 삼륜 자전거의 구조로 앞바퀴 쪽에 있는 2개의 포스트를 일정한 간격으로 분리하여 각각 핸들로 조향할 수 있게 하고 이때 좌우 앞바퀴를 조향 연결 바로 연결시켜 같은 방향, 같은 각도로 조향되게 하며 2개의 포스트 사이에 유모차의자를 결합하여 유모차자전거로써의 기능을 갖는다. 또한, 포스트와 차대의 각도를 포스트 기립각 변환장치에 의해 변환시킴으로써 자전거일 때의 역방향으로 진행방향을 갖는 유모차로서의 기능도 갖는다. 유모차로의 기능일 때는 유모차의자를 자전거일 때의 반대방향으로 결합한다.

접어서 수납할 때도 마찬가지로 포스트와 차대의 기립각을 완전히 접어서 납작하게 만들어 적은 부피로 변환하여 보관할 수 있는 기능을 갖는다.

제품을 보았을 때 구조적으로 역 세발자전거 형상이므로 조향시스템에서 역 세발자전거의 특성상 두 바퀴를 동시에 같은 각도로 조향 하여야 하는 문제를 해결하는 방안에서 유사점이 있으며 또한, 유모차로써 변화 하였을 때의 진행 방향이 자전거일 때와는 반대 방향이라는 것에서 유사점을 찾을 수 있었다.

Table 1.2. 시장조사 제품에 관한 제품명과 사진

제품명	Triobike	제품명	Bicycle Trailer
품종	유모차자전거	품종	유모차자전거
생산자	Triobike	생산자	Burley
출시국	덴마크	출시국	미국
사진 및 요약		사진 및 요약	 제품명 : Bicycle Trailer 모델번호 : SIC - 01 COLOUR : RED / BLUE 무게 : 19KG 최대중량 : 45KG 프레임 재질 : 스틸
제품명	역삼륜자전거 버터플라이(Butterfly)		
품종	역삼륜자전거		
생산자	디아나바이크		
출시국	대한민국		
사진 및 요약			

<Table 1.2.>에서는 시장에서 현재 판매되고 있는 제품들이며 네이버쇼핑 검색엔진을 활용해서 검색한 내용임을 먼저 밝힌다. 본 연구에서 개발하고자 하는 제품과 연관성이 있는 제품들로만 구성되어 있다. <Table 1.2.>의 “Triobike” 제품은 덴마크의 Trobike사의 제품으로 구조는 앞부분에 아이들이 탑승이 가능하도록 되어 있어 결과의 자전거형상과 매우 흡사한 형상이다. 유아용 시트가 앞부분에 설치되어 운전 시에 아이의 상태 등을 지켜보면서 운전이 가능하다. 그리고 덮개를 덮어 소나기나 눈 그리고 온도, 매연 등 주변 환경으로부터 자녀를 보호하도록 되어 있다. Triobike의 특수 자전거는 덴마크의 어린이 안전기준을 만족하는 테스트를 거쳐 안전이 보장 되어 있다. 하중은 80kg이하의 어린이 두 명까지 태울 수 있도록 되어있다.

이 제품은 언급한 바와 같이 형상에서 해석하고자 하는 모델과 유사한 점이 매우 많다. 우선 차체의 형태가 역 세발자전거라는 점에서 앞바퀴가 한 쌍이므로 조향시스템에서 비슷한 방법으로 구동할 것이며, 유아용 시트의 위치가 두 바퀴의 사이에 위치한다는 것이 결과 모델의 자전거 형상일 때 매우 유사하다.

하지만 이 제품은 자전거와 유모차가 일체형이지만 결과로 해석하고자 하는 모델은 자전거 형상과 유모차의 형상 두 가지를 가지기 위해 Transform 기능을 갖고 있어 외형과 기능적인 차이가 존재한다.

<Table 1.2.>의 “역삼륜자전거 버터플라이(Butterfly)” 제품은 전륜에 장착된 Tilting System은 일반 삼륜 자전거에서 찾아 볼 수 없는 기능으로 이륜자전거의 운행동작과 같은 Cornering동작 때 자전거 차체가 Cornering방향으로 같이 기울어져 회전반경을 최소화 하여 주고 원심력의 반작용에 대응이 되어 차체가 전복되는 현상을 막아주는 기능과 전륜의 두 바퀴가 자동차의 조향구조와 흡사한 구조로 되어 있어 원활한 조향이 되도록 도와주는 역할을 한다. 전륜의 바퀴에 아주 미세하지만 Toe-Out 값이 설정되어있어 직진운행을 도와주고 좌우 바퀴의 조향각이 서로 조금씩 다르게 되어있어 일반적인 자전거 운행 중 조향각 이내에서는 Sip현상이 일어나지 않는다.

형상이 역 세발자전거라는 점에서 조향시스템이 현재 구상하는 방식과는 차이가 있다. 현재 구상중인 방법은 앞바퀴 2개를 기울여 설치하여 Cornering에 있어서 두 바퀴간의 마찰을 최대한 줄여 Cornering을 부드럽게 하는 조향시스템이기 때문에 차이는 있으나 분명 참고할 점이 있으므로 개선방안을 고려할 때 참고 할 것이다.

## 제2절 과제의 목표

### 1. 과제의 목표

개발하고자 하는 유모차 자전거는 유모차와 자전거의 기능을 각각 가질 수 있는 구조로 간단한 변환 방식으로 각 기능을 선택적으로 사용할 수 있다. 형태는 앞바퀴가 2개인 역 세발 자전거 이므로 프레임의 형상이 일반적으로 보기 드문 형태를 가진다. 그래서 최적화 과정을 통해 적절한 형태의 프레임을 설계하기 위한 조건을 설정하고, 2개의 앞바퀴의 조향 각을 같도록 만드는 조향 시스템 개발과 각 기능별로 변환 방식의 시스템 설계를 하여 최종 시작품 제작을 목표로 한다.

크기는 자전거의 경우 일반 여성용 자전거의 크기를 크게 벗어나지 않아야 하며, 유모차 역시 일반적인 유모차 크기와 비슷하게 설계하는 것을 목표로 둔다. 견디는 하중은 유모차의 경우 탑승하는 유아의 몸무게만을 고려하면 되지만 자전거의 경우 탑승하는 보호자와 유아의 무게를 모두 고려하여야 한다. 그러므로 성인 탑승자의 몸무게를 성인남성의 평균 몸무게, 유모차 시트의 경우 탑승하는 유아의 몸무게와 유모차 시트의 무게 및 짐 바구니 장착 시 짐의 무게를 넉넉히 고려하여 견딜 수 있도록 한다.

### 2. 과제의 목표 수치 설정

시장조사를 통해 결과 모델의 형상을 구체화 시킬 수 있었으며, 시장조사를 바탕으로 하여 필수 스펙들을 정해 보았다. 스펙에 필요한 기본 자료는 통계청과 대한소아과 협회의 자료를 근거로 하였으며, 이는 일반 성인 여성과 유아 등의 신체의 평균치를 근거로 두기 위함이다.

스펙을 정리해보면서 제품의 설계에 있어서 각각 부품의 설계가 다름을 느낄 수 있었으며, 최적화의 방향이 서로 조금씩 다르다는 것을 파악할 수 있었다. 아래 <Table 1.3.>는 구상하는 제품의 중요 스펙들이며 <Table 1.4.>은 연구과제 이후 실 제작을 할 시 제작 가능한 스펙을 다시 정리한 것이다.

Table 1.3. 제품의 필수 구상 스펙

제품명	자전거 유모차
개념 설계안 및 기능 요약	<p>현재 저희가 이번 기계종합설계 프로젝트에서 진행하고자 하는 ‘자전거 유모차 선행연구’는 실생활에서 가장 유용하고 많이 사용되는 품목 중 하나인 자전거를 유모차에 결합하여 유모차를 사용함에 있어 더 많은 편의를 느낄 수 있도록 하는 것이 주목적입니다. 상세 스펙은 아래와 같으며 요약하면, 평지에서는 유모차를 끌고 다니기 힘들기 때문에 자전거의 형태로 운행되어 사용자에게 편의성을 부여하고, 실내, 즉, 마트나 백화점 등에 들어가는 경우에는 다시 유모차의 형태로 형태가 변환될 수 있도록 하는 것이 가장 주된 기능입니다. 다른 부분에 추가적인 기능을 부여할 수 있도록 하기 위해 회의를 계속 진행하고 있으며, 현재 형태 변환을 하는 프레임 설계를 꾸준히 의논 중에 있습니다. 추가 기능으로는 아래와 같이 핸들 및 운영 방법(수동 및 전자동) 등이 있으며 더 많은 기능을 탑재하기 위하여 노력하고 있습니다.</p>

필수스펙 # 1.	페달을 이용한 수동방식과 전기장치를 이용한 자동방식 겸용
필수스펙 # 2.	자전거로 사용할 때 사용가능 무게 운전자 : 150kg      아동 : 20kg
필수스펙 # 3.	유모차로 사용할 때 사용가능 무게 운전자 : 제한 없음      아동 : 20kg
필수스펙 # 4.	자전거 → 유모차 Body Transform 소요시간 : 1분 이내
필수스펙 # 5.	내리막길에서 이용 시에 속력이 붙는 점을 고려한 자동 브레이크 장치
필수스펙 # 6.	유모차 시트에 아동이 탑승 시에 아동을 안전하게 고정시킬 체결프레임
필수스펙 # 7.	이동시에 짐을 실을 수 있는 수납공간
필수스펙 # 8.	원활한 방향 전환을 위한 헨가장치(특별한 바퀴장치를 설치)
필수스펙 # 9.	높낮이 조절이 가능한 핸들bar
필수스펙 # 10.	특별한지지 장치 없이도 서있을 수 있는 구성
필수스펙 # 11.	무게의 감소에 용이한 최적화된 body 프레임
필수스펙 # 12.	유모차로 사용 시에 황사 등의 먼지가 날릴 때 장착 할 수 있는 가림막

Table 1.4. 실 제작 가정 조정 스펙

제품명	자전거 유모차	Full-scale 대비 차이점/변경점
개념 설계안 및 기능 요약	<p>가장 주된 기능인 형태 변환은 계속 연구를 진행하여 최대한 빠른 시간 내에 형태 변환을 가능케 하도록 프레임을 설계할 것이며 Lab.의 특성을 살려 상용 S/W를 이용하여, 무게 및 형태에 최적화를 살린 프레임을 설계함에는 변함이 없으나, 기술 및 자본 등의 여건에 의해 전자동 등 약간의 편의 사항은 줄이기로 회의되었습니다. 주된 기능은 자전거가 아니라 유모차에 있으므로 여건을 평지로 제한하고 있습니다. 내리막길이나 산지 등은 유아를 동반하기에는 부적절한 여건이라 판단되어, 그에 관련된 편의는 줄이도록 하였습니다.</p>	<p>전자동 및 유아를 동반하기에 부적절한 상황 및 환경에서 필요한 편의 기능의 축소</p>

시연스펙 # 1.	페달을 이용한 수동방식만을 선정	자동방식 구현 불가
시연스펙 # 2.	자전거 → 유모차 Body Transform 소요시간 : 5분 이내	기술력 고려 시간 조정
시연스펙 # 3.	내리막길에서 이용 시에 속력이 붙는 점을 고려한 브레이크 장치	기술력 고려 수동브레이크
시연스펙 # 4.	유모차 시트에 아동이 탑승 시에 아동을 안전하게 고정시킬 체결장치	프레임 가격 고려 간단한 장치 대체
시연스펙 # 5.	이동시에 조금의 짐을 실을 수 있는 수납공간	수납공간 축소화
시연스펙 # 6.	원활한 방향 전환을 위한 바퀴 프레임 구상	기술력 고려
시연스펙 # 7.	높낮이 조절이 가능한 핸들bar	간단한 구조
시연스펙 # 8.	특별한 지지장치 없이도 서있을 수 있는 구성	기술력 고려 구현 불가
시연스펙 # 9.	무게의 감소에 용이한 최적화된 body 프레임	가격 고려 재질선택
시연스펙 # 10.	유모차로 사용 시에 황사 등의 먼지가 날릴 때 장착 할 수 있는 가림막	특별한 장치가 아닌 기존 가림막

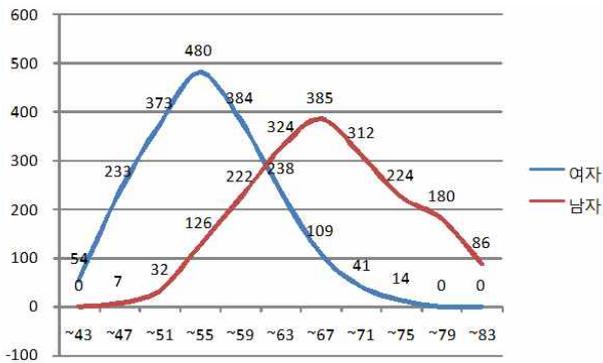


Fig 1.3. 성인 남 • 여 몸무게 분포 그래프

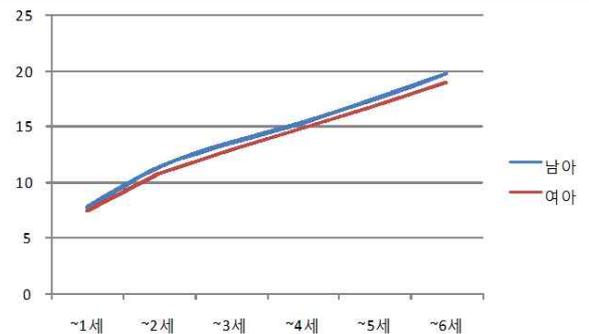


Fig 1.4. 남아 • 여아 연령별 평균 몸무게

[5][6]에서 인용한 <Fig 1.3.>는 성인 남·여 18세부터 59세까지 평균 몸무게 분포이다. 사용자 설정에 있어서 우선적으로 육아를 담당하는 여성으로 지정하였으나, 성인남성도 충분히 사용가능성이 있을 것으로 판단하여 남·여의 몸무게 분포도를 모두 조사하였다. 그림에서 알 수 있듯이 성인 남성의 경우는 83kg까지 존재하지만 여성은 75kg정도 분포하는 것으로 보여 지므로, 남성과 여성모두 사용할 수 있도록 여성몸무게의 2배인 150kg을 설계 기준으로 삼았다. <Fig 1.4.>은 유모차 시트를 고정하는 바의 경우는 남아와 여아의 몸무게가 6세 기준 남아 20kg, 여아19kg로 차이가 1kg정도 밖에 되지 않고, 활용도를 높이기 위해 2명의 유아의 몸무게를 견딜 수 있도록 하고 유모차 시트의 무게를 생각하여 70kg으로 설정하였다.

<Table 1.3.>,<Table 1.4.>의 나머지 디자인적인 스펙에 대하여서는 설계안을 고려하여 안정적이며 이상적인 구조가 되도록 시장조사의 디자인들을 참고하여 고안해 내었다.

### 제3절 기대효과 및 활용방안

#### 1. 기대효과 및 활용방안

레저스포츠로 자전거가 활발히 개발되는 가운데 역 세발자전거의 경우 판매되는 제품의 수는 적지만 특허제품으로 짐작 했을 때, 점진적으로 그 수가 늘어 날 것으로 판단된다. 그러므로 이러한 형상의 최적화 시스템, 해석 조건의 구축은 향후 새로운 자전거에 접목 시켜 다양한 제품군과 실용성 있는 제품의 개발에 도움이 될 것이라 판단된다.

또한 서론에서 현대사회의 제점으로 열악한 육아 환경을 언급한 바 있다. 열악한 육아환경 중 부담스러운 양육비 문제와 육아로 인한 사회성이 결여된 기혼여성들의 스트레스 및 우울 증 문제를 개선하고자 한다. 몇 백 만원을 호가하는 필 수 유아용품인 유모차의 가격을 낮추어 양육비의 부담을 줄이고 실용성 또한 중점으로 두기 때문에 각 가정에 보급화를 이룰 것이며, 자전거로서 기능을 가지므로 근거리의 이동이 편리해 지므로 육아를 담당하는 기혼여성들의 사회성 회복이 될 것이다.

유모차 자전거의 활용은 평소 자전거 혹은 유모차의 형태로 실내·외 모두 보관이 가능하며 가까운 대형마트, 백화점 또는 시가지의 여러 곳으로 외출 시 대상이 유모차를 가지고 걸어가기에는 부담스러운 거리에 위치해 있으며 차량을 이용하기에는 가까운 거리에 위치해 있을 경우, 버스와 같은 대중교통은 유모차를 가지고 탑승하기 어렵고 아이를 업고 타기에는 위험이 따른다. 그럴 경우 유모차 자전거를 활용하여 자전거의 형태로 아이와 동승하여 이동을 할 수 있고, 실내로 들어가야 할 경우 주차공간의 확보 나 자물쇠 등으로 묶어 둘 필요 없이 간편한 변환 방식으로 유모차의 형태로 변환하여 실내에서의 용무를 볼 수 있어 편리성을 가지므로 부담 없이 외출을 할 수 있을 것이다. 이로써 실내로 한정되었던 젊은 엄마들의 활동 공간을 실외로 확장시켜 육아스트레스를 최소화하고, 아이와 함께 활동이 가능하므로 서로의 유대관계를 형성하는데 활용할 수 있다.

## 제2장 개념설계 및 상세설계

### 제1절 개념설계

#### 1. 과제 개념도

과제의 진행순서는 주제에 관한 3D 모델링을 통하여 비용절감을 위해 Optimization을 수행하여 도출된 해석 결과를 가지고 Redesign하여 시제품 제작으로 진행 되었다. 우선 3D모델링에 사용된 Software는 CATIA V5 R18을 사용하였고, Optimization 과정에서는 Hyperworks의 Hyper Mesh를 이용하였다. Optimization 과정에 Frame Mesh 설정에서 오류를 보완하기 위해 PAM-Stamp를 사용하였다. Software구성화면은 아래 사진들과 같다.

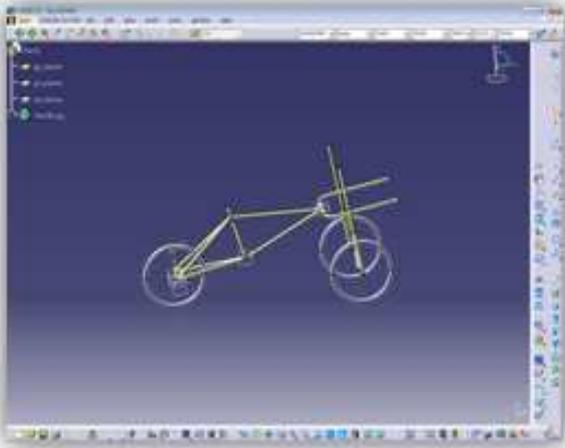


Fig 2.1. CATIA V5 R18 software 구성 화면

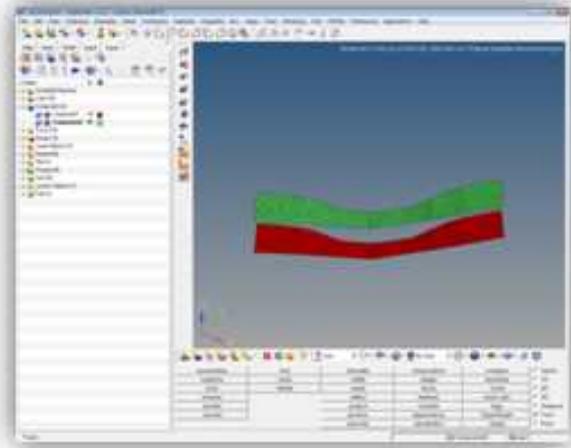


Fig 2.2. Hyper Mesh software 구성 화면

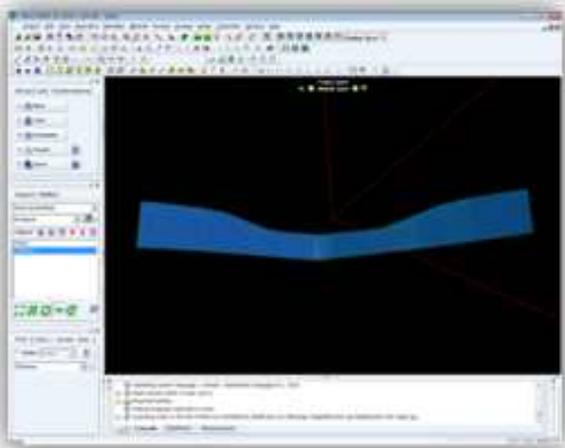


Fig 2.3. PAM-Stamp software 구성 화면

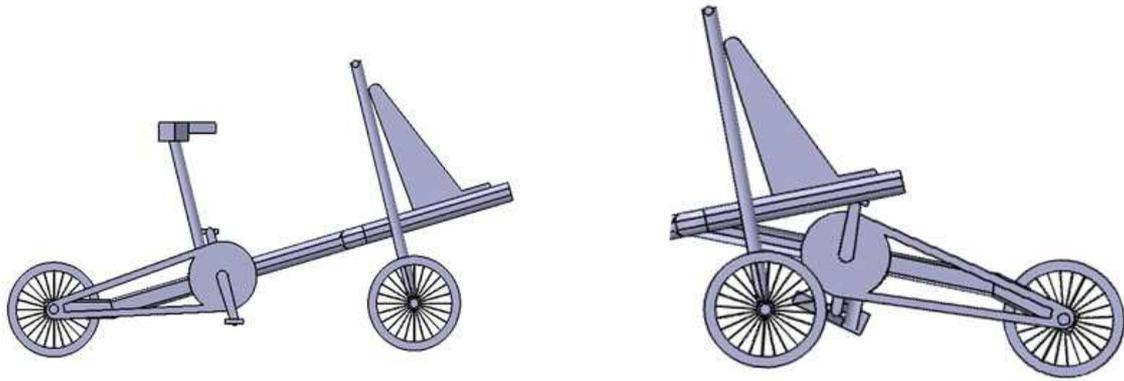


Fig 2.1. 최종 결과물의 개념도

<Fig 2.1>에서 보여 지는 것과 같이 자전거와 유모차의 2가지 형상을 가지며 각 형상은 [3],[4]를 고려한 디자인과 간단한 Transform기능으로 변형이 가능하다. 2가지의 형상을 가짐으로 인해서 실외 이동시에는 자전거 형상으로 자녀와 함께 간편하게 이동이 가능하며, 실내 쇼핑이나 실내의 서비스를 이용할 경우에는 유모차 형상으로 실내 활동이 가능해지므로 자전거 주차 및 제공되는 유모차카트 등을 사용하는 번거로움을 없애줄 수 있다. 개발을 위한 선행 연구 과제으로써 최종 결과물은 최적화를 통해 안정성, 프레임 형상의 최종선정, 소재 경량화, 제작비용 절감 등을 이루어낸 최종 형상, 각 파트별 정확한 치수와, 해석결과 등이 된다.

## 2. 이론적 배경

자전거 유모차의 설계안에 공학적 해석은 전공지식을 바탕으로 진행 되었다, 프레임 설계에는 [2]의 내용을 인용하여 구조적으로 봉 타입의 구조재로 가정하여 하중조건, 경계조건 등을 달리하여 해석하였고, 소재는 철과 알루미늄 합금 2가지를 비교하여 경량화의 정도를 비교해보았고, Transform 링크 구조의 해석은 기구학적으로 해석으로 회전 범위 각도를 찾아 앞바퀴와 뒷바퀴 간의 거리를 계산하였다.

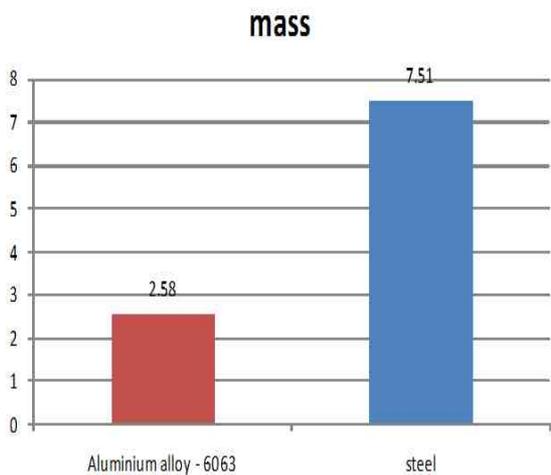


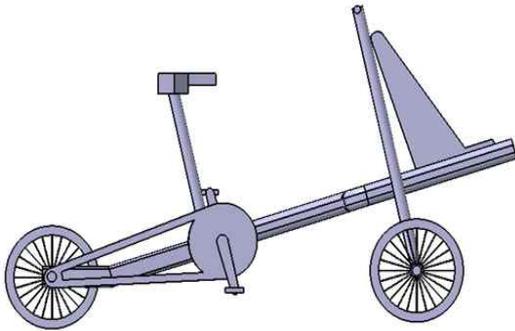
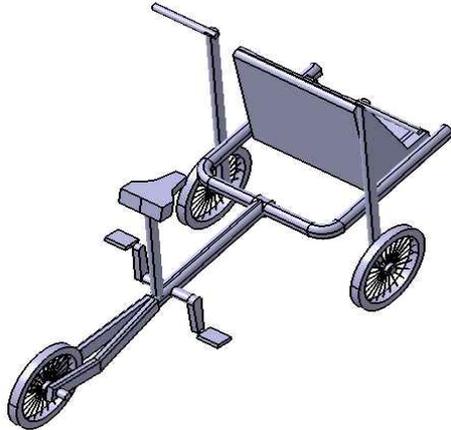
Fig 2.2. 소재별 질량 비교

Table 2.1. System volume  $0.000956m^3$  에서 질량 비교

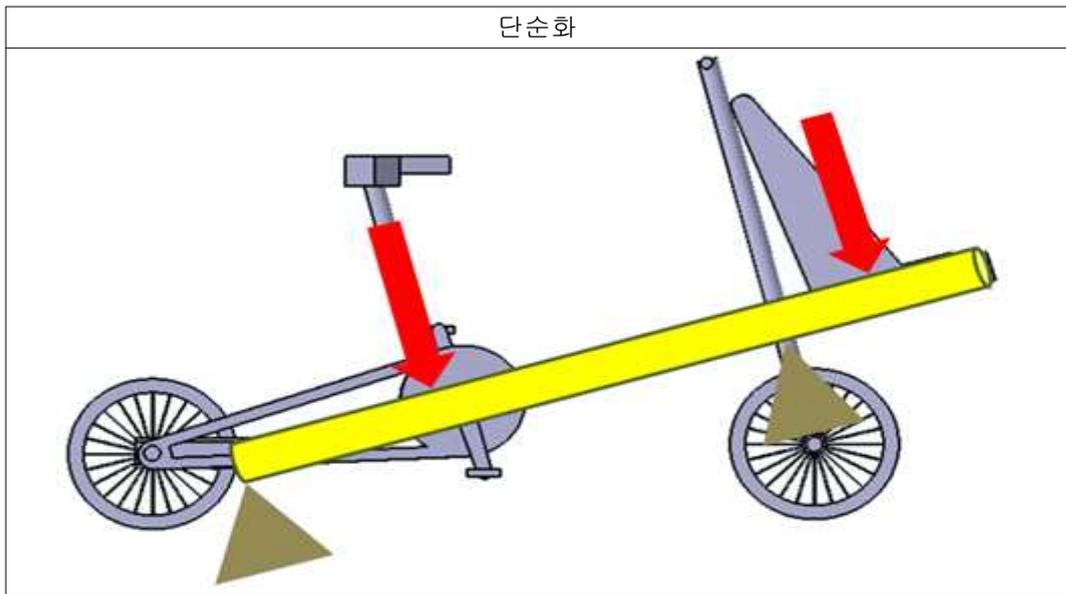
	Al alloy - 6063	Steel
density	$2700 \text{ kg}/m^3$	$7860 \text{ kg}/m^3$
mass	2.58 kg	7.51 kg

3. 이론적 해석

Table 2.2. 구조재의 형상에 따른 이론적 해석 결과 및 계획

제품명	Stroller-Bike																
선정된 구조재 재질 및 형상  구조재 기본설치 도면 및 하중 조건	<p data-bbox="292 376 507 412">&lt;봉형 구조재&gt;</p> <p data-bbox="292 472 568 508">1) 구조재 기본 물성</p> <table border="1" data-bbox="300 575 1362 799"> <thead> <tr> <th>특성</th> <th>수치 [단위]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>항복 응력</td> <td>105~110 [MPa]</td> </tr> <tr> <td>탄성 계수</td> <td>69~79 [GPa]</td> </tr> <tr> <td>밀도</td> <td>2.6~2.9 [kg/dm<sup>3</sup>]</td> </tr> <tr> <td>포아송 비</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>경도 (HV)</td> <td>58</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="292 822 847 857">2) 구조재 기본 치수 및 2차 단면 모멘트</p> <table border="1" data-bbox="300 925 1362 1093"> <thead> <tr> <th>치수</th> <th>Main Frame : D<sub>o</sub>=8cm / D<sub>i</sub>=5cm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>단면 2차 모멘트</td> <td> <math display="block">I_x = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi (0.08)^4}{64} = 2.01E-6</math> </td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="292 1160 320 1196">3)</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">   </div>	특성	수치 [단위]	항복 응력	105~110 [MPa]	탄성 계수	69~79 [GPa]	밀도	2.6~2.9 [kg/dm <sup>3</sup> ]	포아송 비	0.33	경도 (HV)	58	치수	Main Frame : D <sub>o</sub> =8cm / D <sub>i</sub> =5cm	단면 2차 모멘트	$I_x = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi (0.08)^4}{64} = 2.01E-6$
	특성	수치 [단위]															
	항복 응력	105~110 [MPa]															
	탄성 계수	69~79 [GPa]															
	밀도	2.6~2.9 [kg/dm <sup>3</sup> ]															
포아송 비	0.33																
경도 (HV)	58																
치수	Main Frame : D <sub>o</sub> =8cm / D <sub>i</sub> =5cm																
단면 2차 모멘트	$I_x = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi (0.08)^4}{64} = 2.01E-6$																

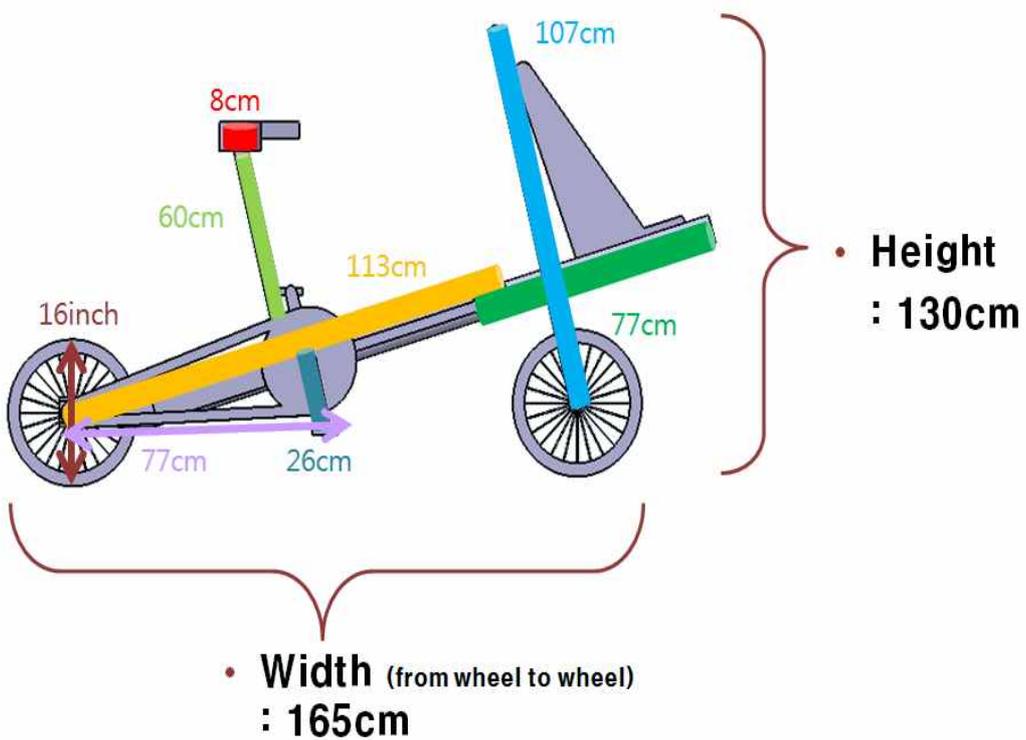
4)



5)

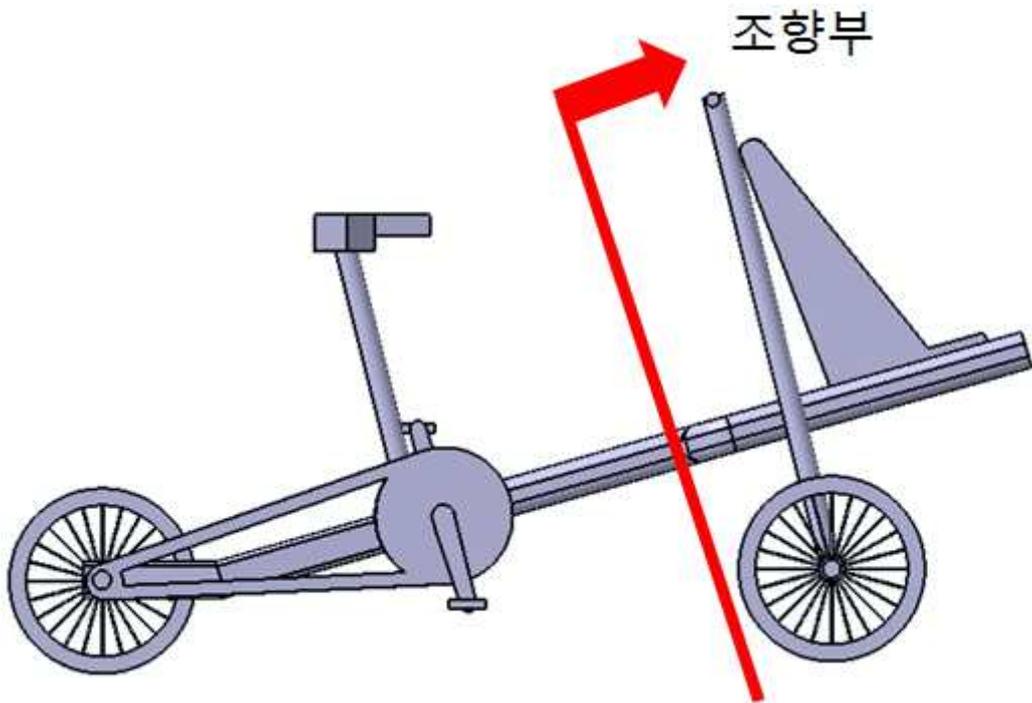
재질	최대 변형량
Aluminum Alloy 6063	$\delta = \frac{Pl}{AE} = 7.589E-5 [m]$

필요  
부품의  
도면화  
계획



1) 조향부

- Seat와 유아의 하중을 견뎌야 함.

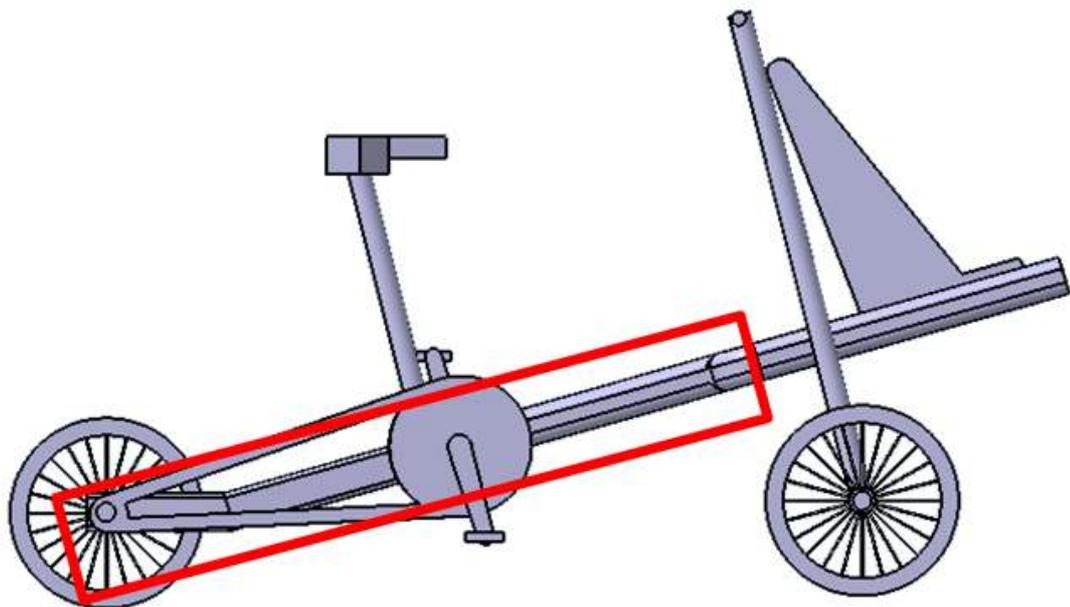


및

CAE  
해석  
계획

2) 중심 프레임

- Seat와 성인의 하중을 견뎌야 함.



## 제2절 해석 및 평가

### 1. Modeling 및 Boundary condition 설정

본 연구는 유모차 자전거를 개발하기 위한 선행 연구로서 3D CAD를 활용하여 개념도를 먼저 그려보고 발견되는 문제점은 수정하면서 완성된 최종 개념도를 기초로 Hyper Works 소프트웨어로 최적화하기 위해 initial design을 선정하여 스펙에서 정한 내용을 경계조건, 하중조건 등을 주어 마지막 최종 프레임의 형상을 찾는 방식으로 진행되었다.

최종 도출된 개념도는 조향을 담당하는 핸들부의 축이 고정되어 안정적이며, 뒷바퀴의 진행방향 또한 일정하여 페달의 헛도는 현상을 방지 할 수 있도록 되어있다. 그리고 Transform 시에 앞바퀴의 간섭이 우려되지 않아 고려사항이 줄어들 수 있었다. 그러므로 차체를 더욱 낮게 하여 안정감 있는 구조를 가질 수 있게 되었다.



Fig 2.3. 최초 initial design

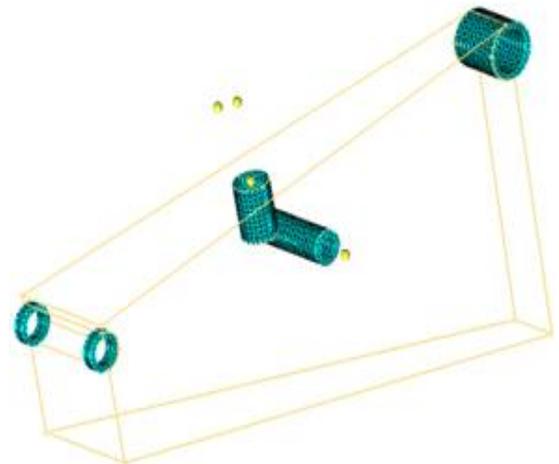


Fig 2.4. non-design

initial design을 선정하는 기준은 우선 기본 자전거 형상을 바탕으로 하여, 실질적으로 힘을 받는 부위를 찾아내기 위하여 실제 자전거의 형상보다 넓은 면적의 mesh 형상이 요구된다. Main frame을 형성하는데 있어서 design 되는 부분과 non-design부분을 나누어 initial design을 설정한다. non-design의 영역은 자전거를 구성하는 필수 요소로써 design과정에서 제거되거나 변형되지 않도록 특정 부분을 설정하는 것이다. non-design을 main frame 회전 축, 페달 축, 안장위치, 뒷바퀴 고정 축으로 설정하였다.

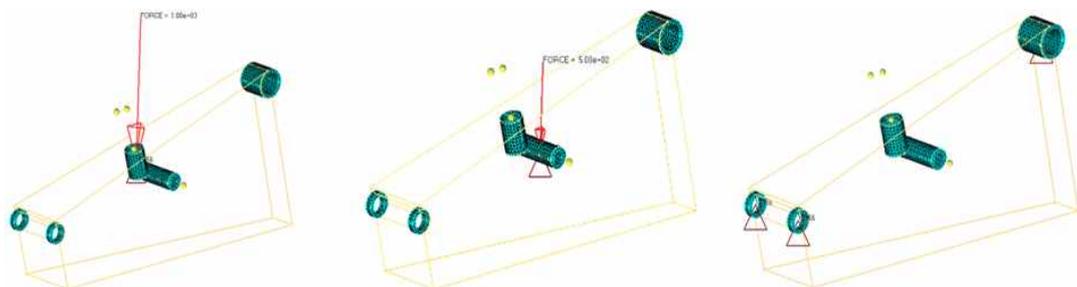


Fig 2.5. 초기 경계조건

특성	수치 [단위]
항복 응력	105~110 [MPa]
탄성 계수	69~79 [GPa]
밀도	2.6~2.9 [kg/dm <sup>3</sup> ]
포아송 비	0.33
경도 (HV)	58

Table 2.3. 기본 물성치

Boundary condition	Force(N)
Bottom	400*3
Seat	1500
Pedal	1200

Table 2.4. Boundary 조건

초기 경계조건으로 [1]의 자전거 해석 조건을 고려하여 <Fig 2.5.>에서 보여 지는 것과 같이 각 축들을 고정한 뒤에 안장과 페달 축에 <Table 2.3.>의 물성 값을 적용하고 <Table 2.4.>의 경계조건을 주었다. 하지만 구조해석이 진행되지 않았으며, 이에 initial design과 경계조건에 문제가 있음을 인지하고 수정하게 되었다. initial design에서 불필요한 부분이 너무 많아 구조해석에 관한 시간이 많이 소요되는 무제점이 생겼으며, 경계조건을 부족하게 설정하여 부적합한 형상의 결과가 도출되었다. 우선 initial design부터 수정하게 되었다.

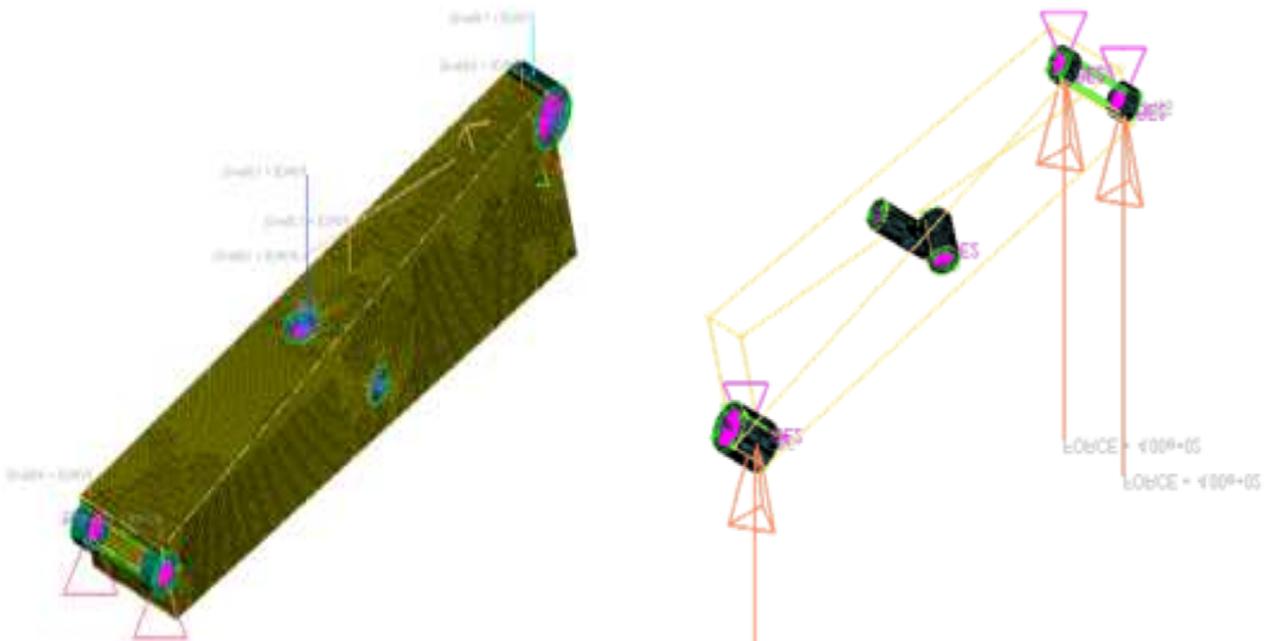


Fig 2.6. initial design (1)

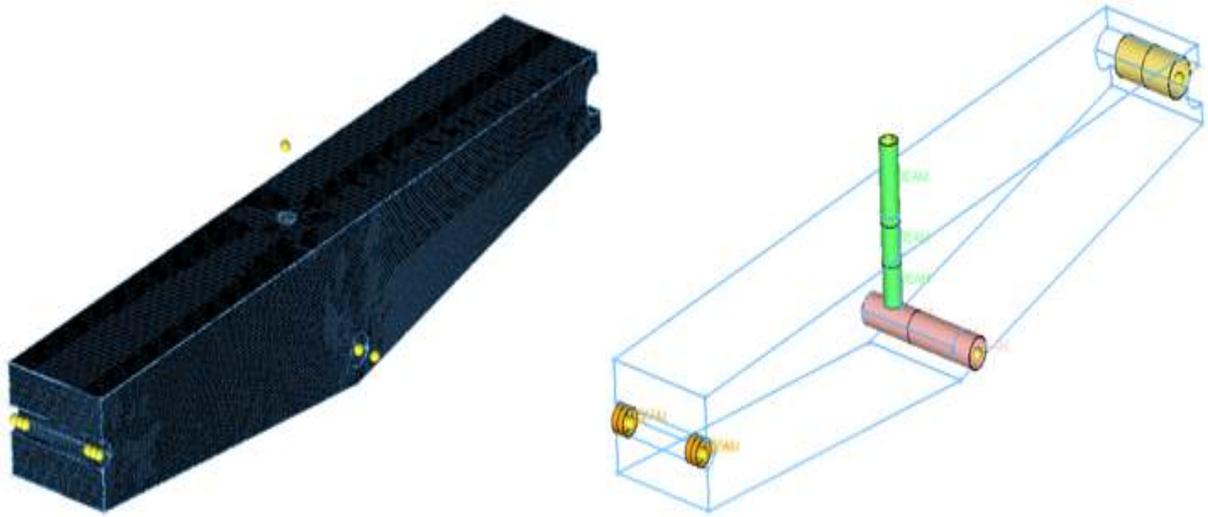


Fig 2.7. initial design (2)

<Fig 2.6.>의 initial design (1)의 경우는 처음 initial design에서 필요이상으로 많은 면적을 차지하는 아래 면적 부분을 약간 잘라낸 형상이며, 다른 부분의 형상은 모두 처음 initial design을 그대로 사용하였다. <Fig 2.7.>의 initial design (2)는 우선 아래쪽의 형상을 바꾸었는데, 형상은 1차 해석 결과 initial design에서 앞부분에 힘을 가하면 힘을 받는 면적은 가장 아래쪽으로 치우쳐있어 차체가 너무 낮게 설계되는 문제점이 생기는 것을 확인하고 아래쪽 면적의 형상을 수정하였다. 그리고 소재의 두께를 기존 design의 2mm에서 얇게 1mm로 수정하였다. 이유는 소재의 두께가 두꺼우니 많은 힘을 견딜 수 있으나 불필요하게 두꺼워 충분히 하중조건을 견딜 수 있는 두께를 찾기 위해 1mm로 선정하였다.

## 2. Boundary condition 설정 및 수정

Boundary condition	Force(N)
Bottom	400*3
Seat	1500
Pedal	1200

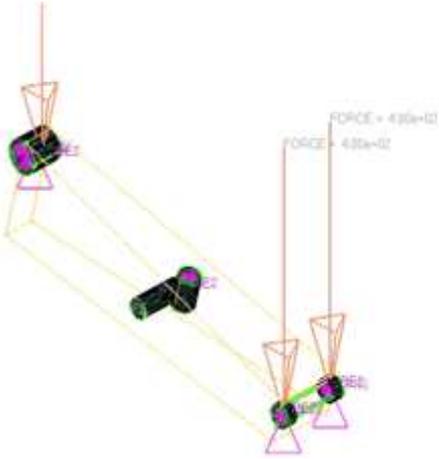
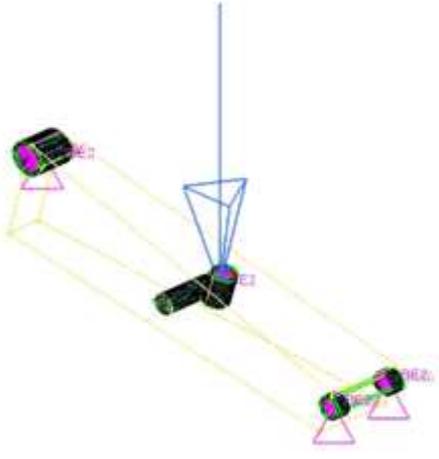


Boundary condition	Force(N)
Bottom	400*3
Seat	1500
Stroller Seat	700
Pedal	1200
Brake	3000

Table 2.5. 수정한 Boundary condition

<Table 10>은 해석과정에서 부적합한 결과가 나온 이유로 형상의 문제와 해석조건의 문제점으로 판단하여 형상을 수정하고 해석조건을 기존에는 자전거의 차체, 안장, 페달이었으나, 유모차 시트, 브레이크를 추가하였다. 차체에 400\*3(N)을 넣은 이유는 본 연구에서 해석하고자 하는 모델이 역 세발자전거 이므로 바퀴 3개에 힘을 골고루 나누어 주었고, 안장에 1500(N)을 유모차 시트에 700(N)을 브레이크로 자전거의 무게까지 더하여 3000(N)을 설정하여 해석을 진행 하였다.

Table 2.6. Initial Design (1)의 Boundary condition 설정

Initial Design (1) 해석	
Bottom	Seat
	

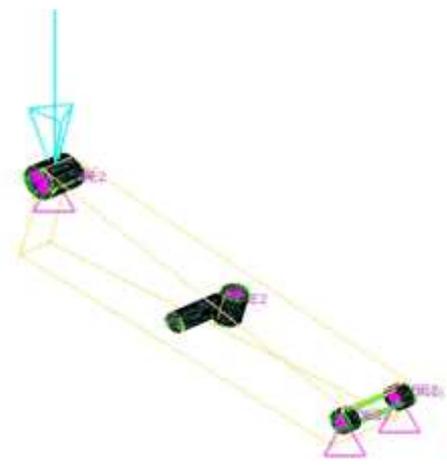
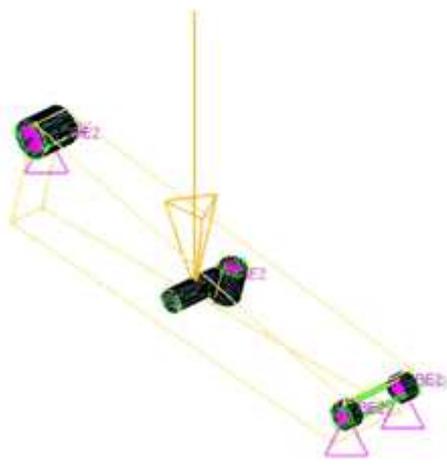
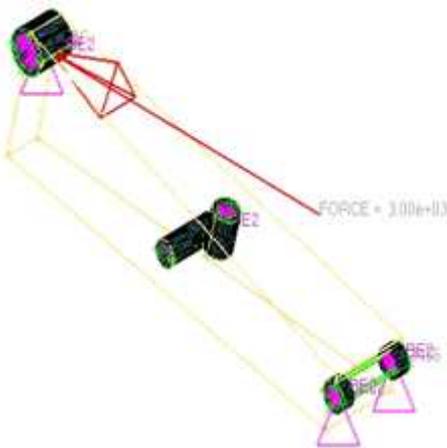
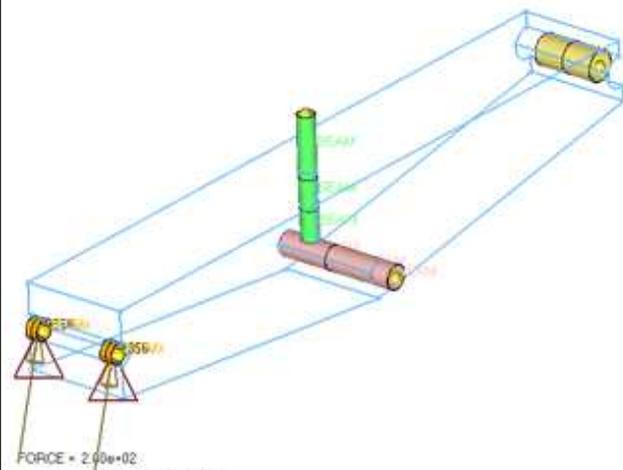
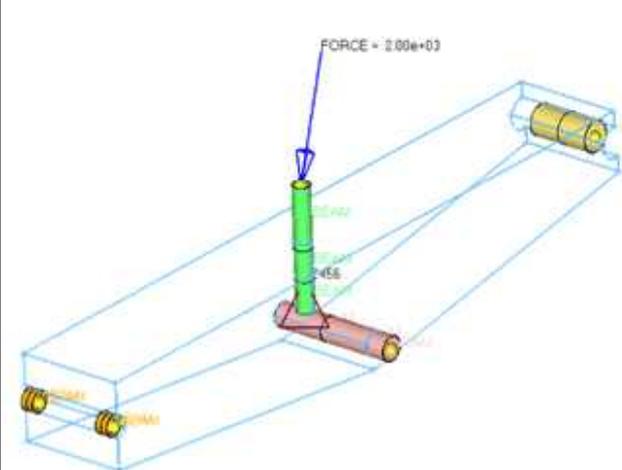
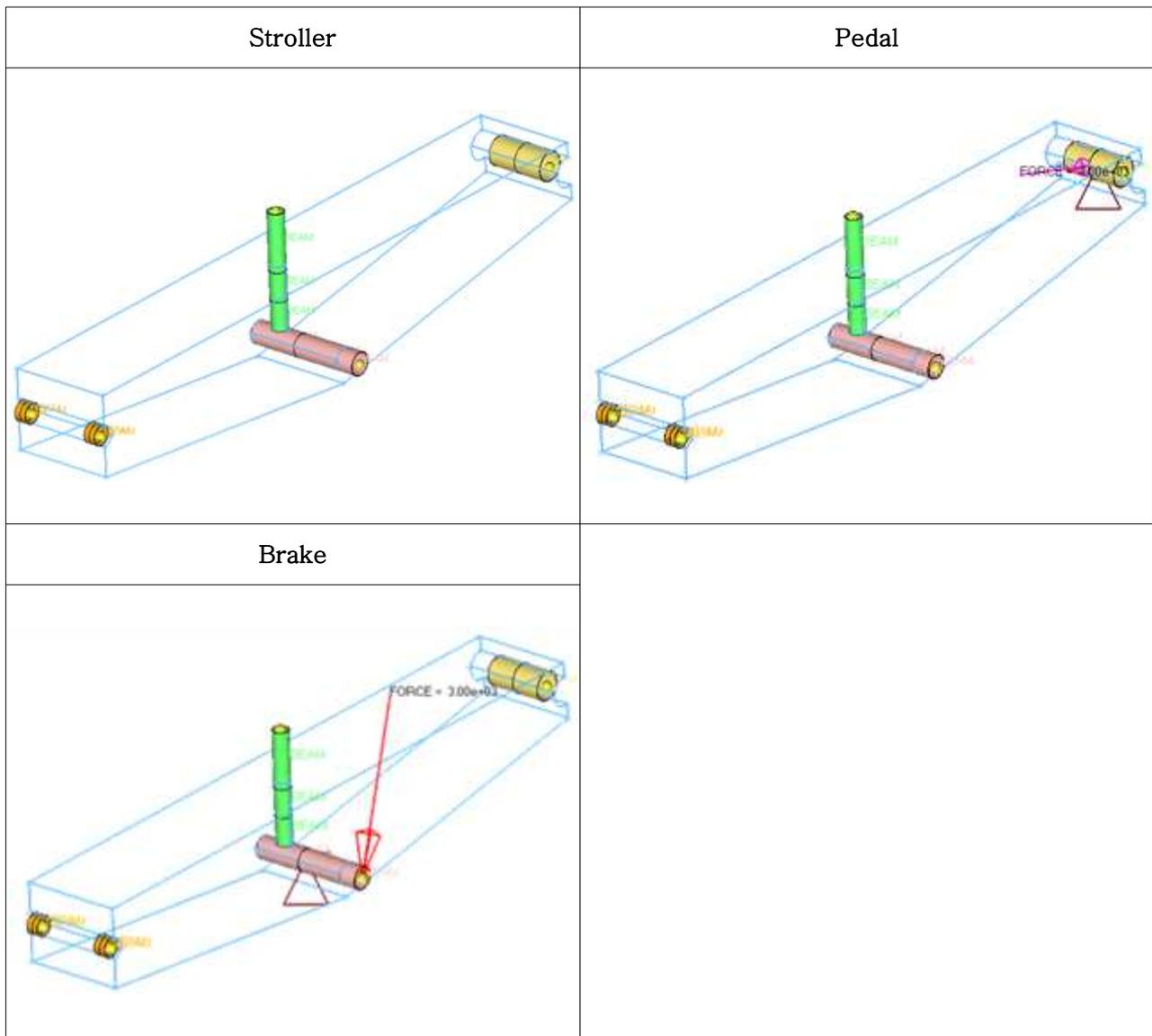
Stroller	Pedal
	
Brake	
	

Table 2.7. Initial Design (2)의 Boundary condition 설정

Initial Design (2) 해석	
Bottom	Seat
	



해석에 사용된 소프트웨어는 Altair engineering의 Hyper Works를 사용하였다. 위의 <Table 2.6.>과 <Table 2.7.>에서 보는 것과 같이 경계조건을 설정하여 Initial design (1)과 Initial design (2) 두 가지 모델에 대하여 구조해석을 진행하였다.

#### 4. Optimization 및 결과

##### Boundary conditions

Table 2.8. Optimization 조건

Boundary condition	Force(N)	비고
Bottom	400*3	자전거 차체가 받는 하중
Seat	1500	안장, 사람의 체중
Stroller Seat	700	유모차 시트가 받는 하중
Pedal	1200	자전거 페달을 밟는 힘
Brake	3000	정지 시 관성력

##### Result of optimization

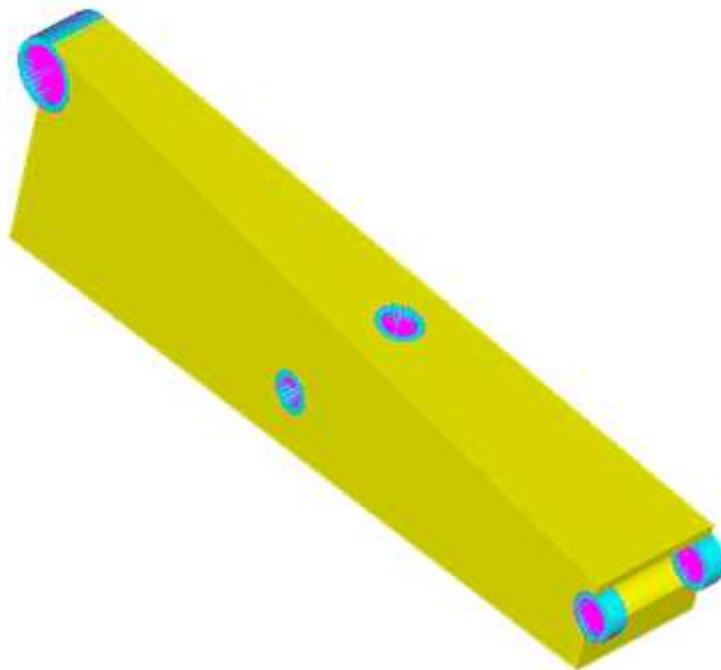


Fig 2.8. Optimization Initial design

Initial design은 응력 및 변형량을 고려하여 형상 변화가 적용될 Design Part와 반드시 필요하여 변형이 있어서는 안 될 부분인 NON-Design Part로 구분된다. 위 형상에서 NON-Design Part로 고려될 부분은 유모차 프레임 체결부와 자전거 뒷바퀴 체결부, 자전거 안장 체결부, 페달 체결부 등이 있으며, 경계 조건을 각 Part에 적용한다.

경계 조건은 실제 발생 가능한 힘 또는 구속 조건을 입력하는 것을 원칙으로 하며, 상당히 많은 부분에 대해 고려해야 한다. 예를 들어, 감속을 위해 브레이크를 잡은 경우 자전거의 자중과 사용자의 체중이 더해진 하중이 관성력에 의해 작용될 것이다. 우리는 이와 같은 관성력을 쉽게 적용하기 위하여 충격량의 형태를 빌려 힘을 구하고 적용하였다. 이러한 과정을 거쳐 우리가 목표하는 Option을 추가하게 되는데, 우리는 질량이나 체적을 최소화 할 수 있는 방향으로 해석을 진행하였다. 아래의 최적화 된 Frame은 이와 같은 조건을 바탕으로 해석된 것이다.

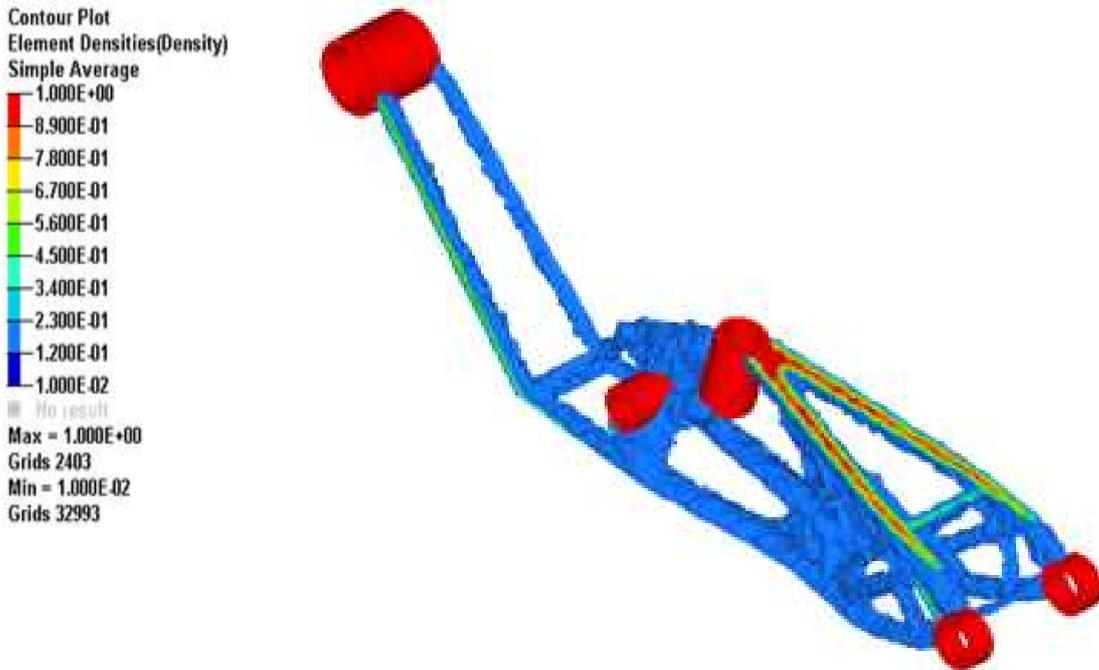


Fig 2.9. Optimization (1)

해석이 진행되면 다음과 같이 여러 가지 색깔을 통해 정보를 알기 쉽게 표현된다. 빨간색으로 보이는 부분은 없어서는 안 될 Part로써 변형량이 1, 즉 전혀 변형이 일어나지 않은 것을 의미한다. 색이 붉은색에서 파란색으로 갈수록 힘을 적게 받는다는 뜻이며 이는 최소한의 Volume을 제외하고는 상당히 많은 부분이 감소될 수 있음을 의미한다.

Initial Design의 형태 또한 해석 결과에 많은 영향을 미치지만, 가장 큰 영향은 설정에서 정해진 Option을 선택할 때에, Draw Direction 또는 Pattern Group의 형태에 큰 영향을 받는다. 따라서 여러 가지 Option에 대해서 많은 시도를 해보아야 하며, 그 중 가장 적합하다고 고려되는 형태를 선택하여 RE-Design하게 된다. 위의 형상은 그 형태가 유모차를 안전하게 받쳐주지 못하리라 사려 되어 제외되었다.

Contour Plot  
 Element Densities(Density)  
 Simple Average  
 1.000E+00  
 8.900E-01  
 7.800E-01  
 6.700E-01  
 5.600E-01  
 4.500E-01  
 3.400E-01  
 2.300E-01  
 1.200E-01  
 1.000E-02  
 No result  
 Max = 1.000E+00  
 Grids 2403  
 Min = 1.000E-02  
 Grids 32993



Fig 2.10. Optimization (2)

위에서 설명한 바와 같이, 빨간 부분은 반드시 필요한 부분인 NON-Design Part이다. 이번에는 지난번과 다르게 Draw Direction 과 Pattern Group 에 대하여 전혀 색다를 시도를 해보았는데 다음과 같은 형상이 주어졌다. 일단 해석을 진행하면, 최소한 수십 번에서 최대 수백 번까지 상당히 많은 Option과 조건을 바탕으로 해석을 진행하게 되는데, 시간 관계상 약 20여회의 해석을 진행한 결과 중 목표한 형상에 가장 가까운 형태이기에 위와 같은 해석 결과를 RE-Design Model로 선정하게 되었다. 하지만, 이러한 형상을 똑같이 따라 하기엔 무리가 있으므로 파란 부분으로 표시된 부분 중 불필요한 부분을 제거한 채 RE-Modeling을 진행한다.

Contour Plot  
Element Densities(Density)  
Simple Average  
1.000E+00  
8.900E-01  
7.800E-01  
6.700E-01  
5.600E-01  
4.500E-01  
3.400E-01  
2.300E-01  
1.200E-01  
1.000E-02  
No result  
Max = 1.000E+00  
Grids 2403  
Min = 1.000E-02  
Grids 32993



Fig 2.11. Optimization(3)

Contour Plot  
Element Densities(Density)  
Simple Average  
1.000E+00  
8.900E-01  
7.800E-01  
6.700E-01  
5.600E-01  
4.500E-01  
3.400E-01  
2.300E-01  
1.200E-01  
1.000E-02  
No result  
Max = 1.000E+00  
Grids 2403  
Min = 1.000E-02  
Grids 32993

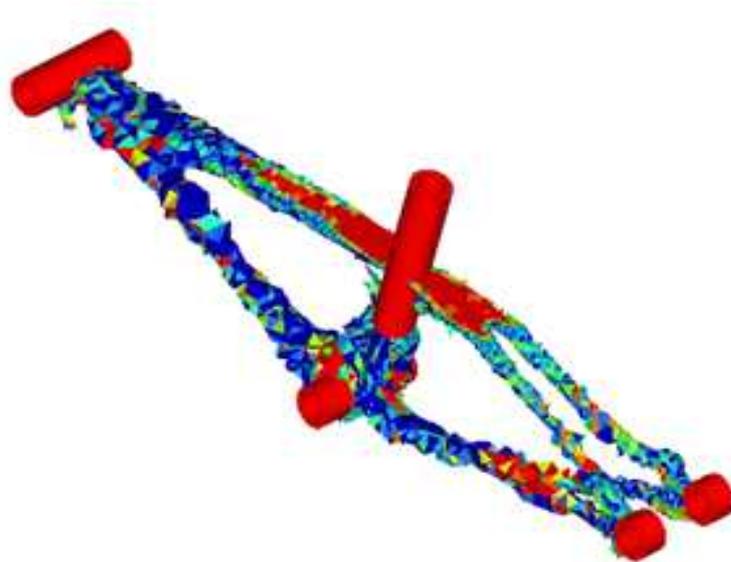


Fig 2.12. Optimization(4)

유모차 자전거의 기본적인 해석결과가 <Fig 2.9.>과 <Fig 2.10.>에 나타난 결과와 같다. 하지만 실제 자전거프레임 제작에 있어서 제한적인 부분들이 있었는데, 전부 프레임과 후부 프레임의 간격과 안장고정부의 각도 등이 있으며 이는 부록에서 상세히 설명하도록 하겠다. 이러한 점들을 고려하여 다시 Optimization을 한 결과는 <Fig 2.11.>과 <Fig 2.12>와 같이 도출되었다. 이 프레임 최적화 결과를 가지고 실제 제작에 필요한 도면을 만들기 위해 3D모델링을 진행하였다.

## 5. Redesign

Redesign에서도 Modeling과정에서 동일한 CATIA V5 R18 Software를 사용하였으며, 재설계는 위의 <Fig 2.11.>과 <Fig 2.12.>의 프레임최적화 결과를 바탕으로 하여 설계하였다.



Fig 2.13. Optimization(3)의 Frame Redesign

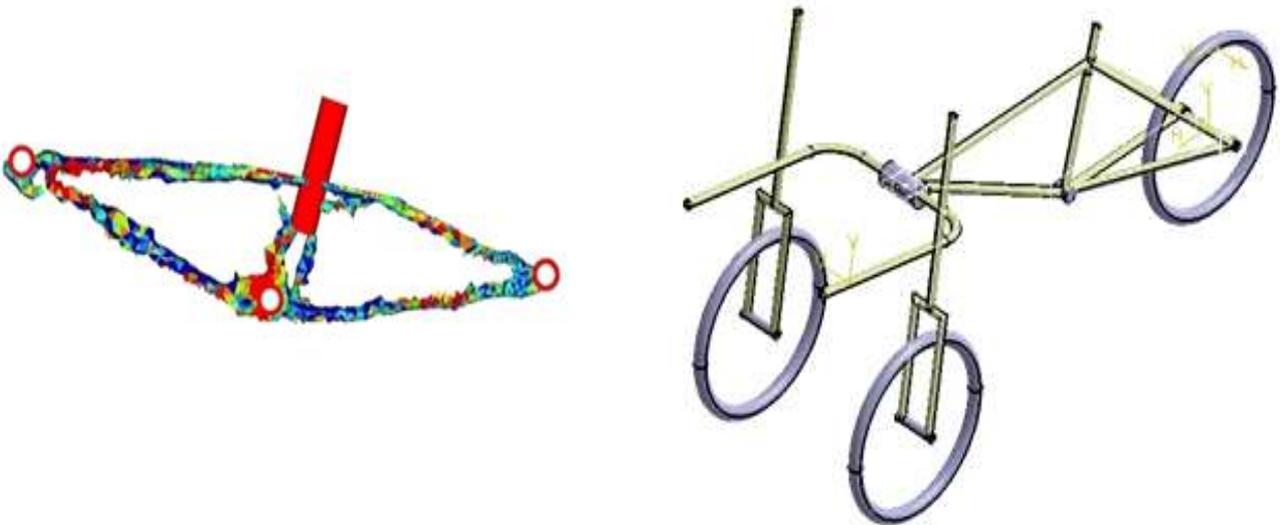


Fig 2.14. Optimization(4)의 Frame Redesign

위에 재설계한 모델들을 도면화 하여 프레임 제작을 위해 외주업체를 선정하여 견적을 내어 제작 가능한 프레임 형상을 선정하였다. 최종적으로 선정된 형상은 <Fig 2.14.>의 Optimization(4)의 형상이다. 선정 기준은 제작비용이 최우선적이었으며, 안전성 또한 고려되었다. 재설계 모델들의 도면은 아래 그림과 같다.



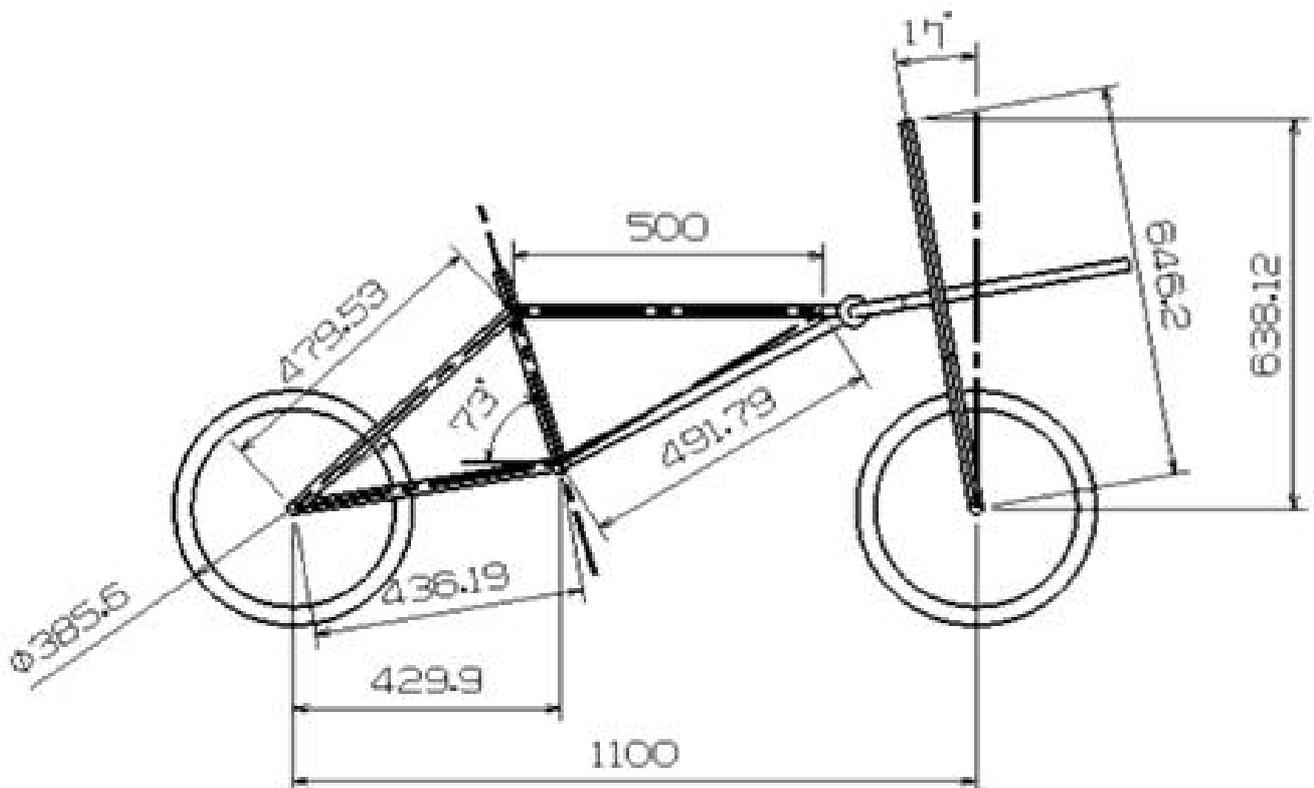
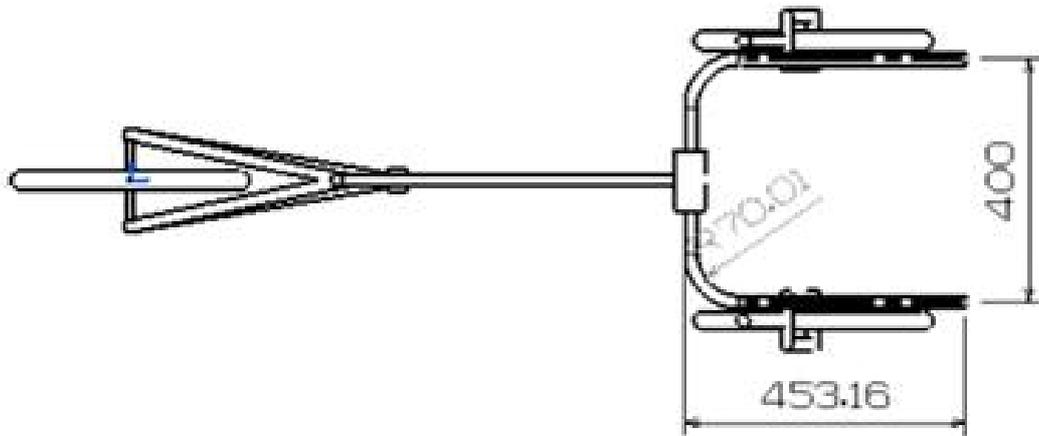


Fig 2.15. Optimization(4)의 Frame 도면화

# 제3장 제 작

## 제1절 공정도

### 1. 공정 과정

유모차 자전거의 실 공정은 다음과 같다. 우선 위에서 밝힌 바와 같이 실제 사용자로부터 부과되는 동일한 하중의 경계조건을 바탕으로 해석 시뮬레이션을 시행한다. 그 후, 결과를 바탕으로 그에 맞는 모델을 제작하고 이를 제작사에 의뢰, 현실적으로 가능한 모델을 선정하여 제작에 착수한다. 현실적인 문제와 맞물려 4~5가지의 모델 중 가장 일반화된 모델이 선정되었다.

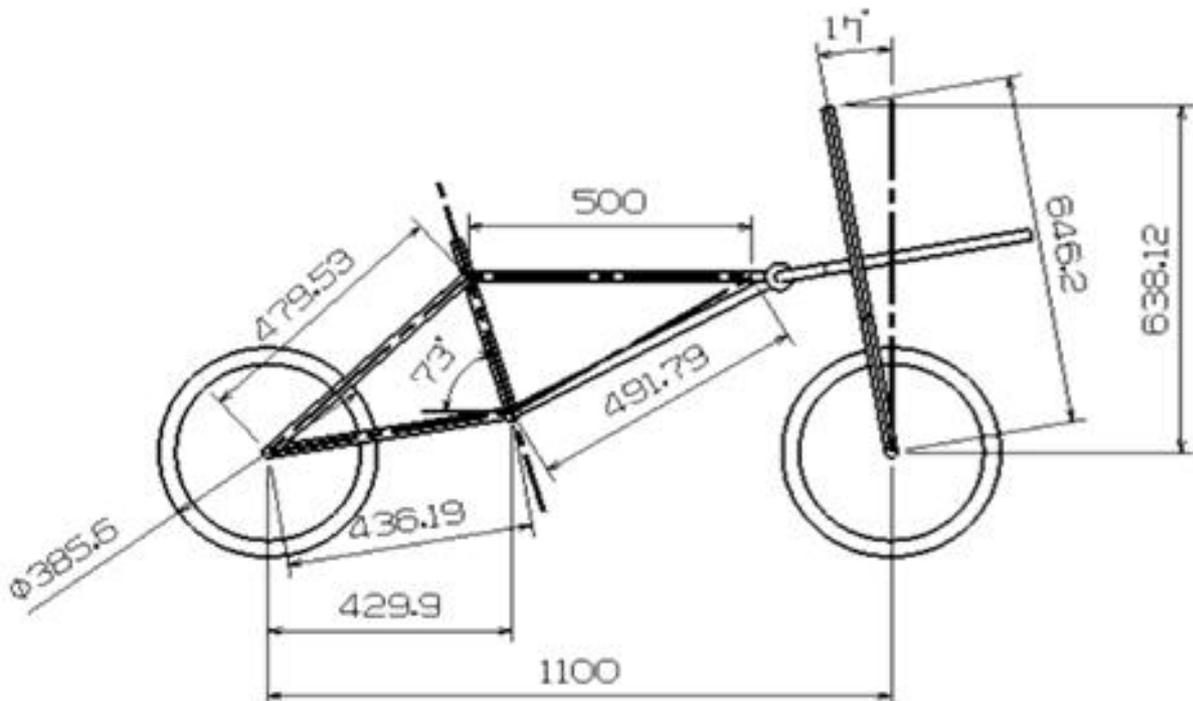


Fig 3.1. 제작협의 선정 모델 - Optimization(4)

자전거는 국제적으로 규격이 단일화 되어있고, 많은 부분에 전문적인 용접이 필요한 까다로운 완성 제품이다. 이를 어기고 동일한 규격으로 제작을 진행하지 않을 경우, 그에 필요한 모든 부품 (페달 및 안장, 브레이크 등)이 호환되지 않아 자전거로서의 기능을 다 할 수가 없다. 따라서 전문 업체 방문 후에, 국제 규격을 바탕으로 제작을 진행하였다.

프레임 제작에 필요한 재료는 업체와 협의 후 정하였으며, 제품 형상이 일반적인 자전거의 형상과는 다르기에 이를 종합할 만한 아이디어 회의를 계속 진행하여야 했다. 이를 바탕으로 제작에 착수하였는데 용접 및 기타 전문적인 기술이 요하는 부분은 완성도 있는 제작품을 위하여 업체를 통해 의뢰하였다.

이러한 과정을 통해 조립 라인에서의 작업은 전문가 대동하에 거의 모든 부분에 대해 실제로 제작에 참여 하였다. 조립 파트도 상당히 까다로운 작업을 요하며, 브레이크 작동 여부 및 페달링에 문제가 없는지, 기어와의 마찰은 없는지 등 많은 부분을 검토한 후에 완성품을 얻을 수 있었다.

## 제2절 제작

### 1. Jig 제작

프레임 형상이 일반자전거와 다르게 전반부의 회전축부가 일반적인 자전거는 핸들부와 앞바퀴 부를 연결하는 세로축인 반면에 유모차 자전거의 경우 유모차형태와 자전거형태의 트랜스폼을 가능하도록 돕는 축이 가로로 연결되어있기 때문에 별도의 지그를 제작하여 프레임을 제작하여야 했다. 사용된 지그의 형상은 아래 사진과 같다.



Fig 3.2. Main Frame 제작에 사용한 지그의 전체적인 완성도

## 2. 프레임 제작

위에서 제작된 지그로 메인 프레임을 제작하였고, 유모차 자전거의 경우 앞바퀴가 2개이고 유모차 지지부에 연결이 되어 있어야 하므로 별도로 유모차 지지부에 앞바퀴 고정 축을 연결하였다. 그리고 유모차 지지부가 일반적인 프레임보다 아래쪽에 있어서 핸들부가 높게 뽑아져 있어야 하므로 앞바퀴 부의 길이를 늘려야 했다. 또한 유모차 지지부는 자전거에 들어가는 밴딩 각과 다르게 하여 각각을 용접하여 2개의 분리된 지지부 프레임을 제작하였다. 각각의 프레임 형상은 아래 그림과 같다.

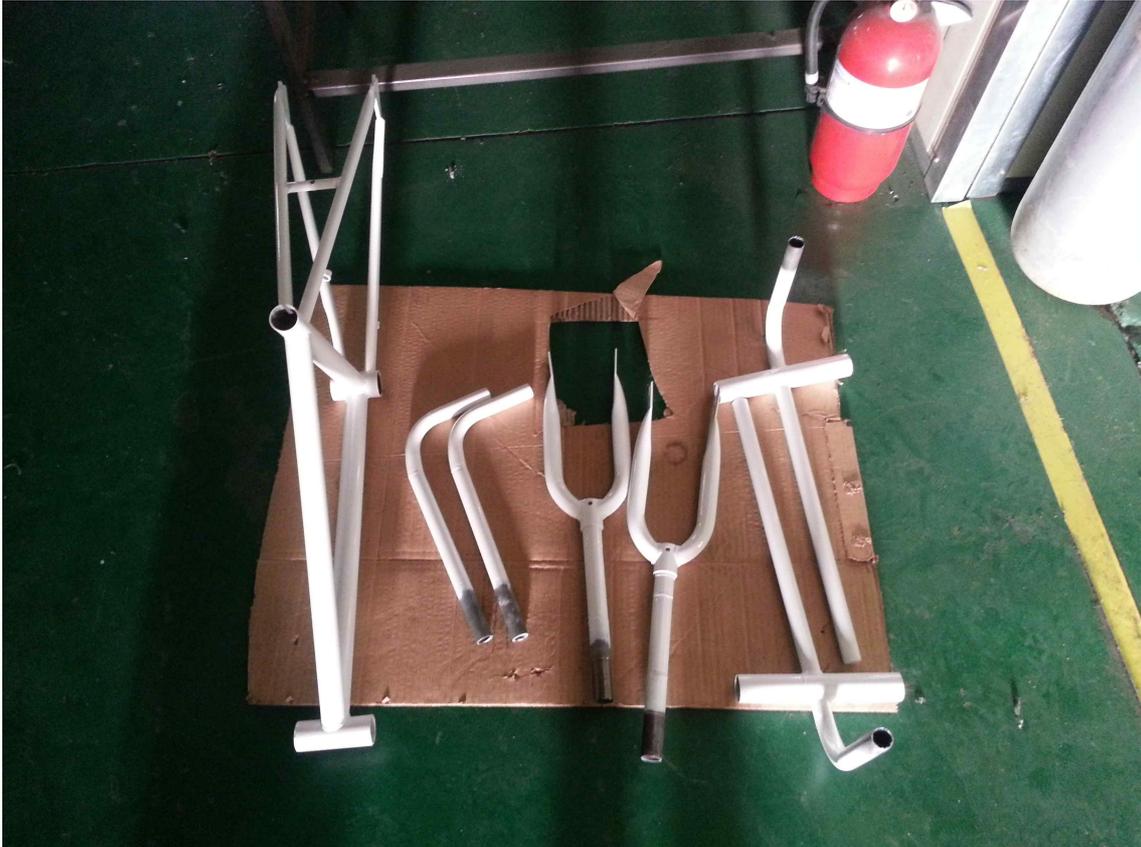


Fig 3.3. 제작된 각 Part별 Frame 형상

<Fig 3.3.>에서 왼쪽부터 차례로 유모차 자전거의 메인프레임, 2개의 핸들, 2개의 앞바퀴 연결 부, 분리된 유모차 지지부로 나타 낼 수 있다.

### 3. 용접

제작된 프레임을 순서와 위치에 맞춰 용접을 하였다. 우선적으로 메인프레임과 유모차지지 부를 용접하여 회전 베어링을 설치하는 작업을 하였다. 소재의 재질은 Aluminum alloy 6063 을 사용하였기 때문에 용접은 아르곤 용접기를 사용하였다. 용접사진은 아래에 나타내었다.



Fig 3.4. 유모차지지 부 회전축 베어링 삽입 사진



Fig 3.5. 분리된 유모차지지 부 용접 사진

용접된 메인프레임과 유모차지지 부에 핸들을 고정시키기 위해 앞바퀴 부와 핸들 부를 유모차지지 부에 용접된 핸들 회전축에 베어링과 함께 넣어 용접을 실시하였다.



Fig 3.6. 우측 핸들 부 용접 사진



Fig 3.7. 좌측 핸들 부 용접 사진

#### 4. 조립

제작과 용접과정을 거친 프레임에 자전거 부품을 조립하였다. 자전거의 부품으로는 앞, 뒤 바퀴와 바텀브라켓, 스프라켓, 크랭크, 페달, 체인, 안장 봉, 안장, 브레이크, 핸들커버 등이 있다. 조립순서는 바텀브라켓과 크랭크 페달을 조립하여 전부를 구성하였고, 뒷바퀴를 조립하면서 스프라켓과 브레이크를 함께 조립하였다. 그 후 브레이크 와이어를 연결하고 자전거체인을 크랭크와 스프라켓에 채결하였고, 앞바퀴 조립을 마친 다음 핸들커버와 브레이크 손잡이를 설치하였다.



Fig 3.8. 자전거 조립 거치대 및 전체적인 조립 사진



Fig 3.9. 바텀 브라켓 조립



Fig 3.10. 스프라켓, 브레이크 조립



Fig 3.11. 브레이크 와이어 조립



Fig 3.12. 자전거 체인 체결

조립을 끝낸 다음 자전거 형상과 유모차 형상의 고정위치를 선정하여 Pin 시스템을 위해 각각의 위치에 10mm의 홈을 뚫었으며, 그에 맞는 Pin을 제작하였다.

## 5. 결과물 설명

현재까지 설계, 해석, 제작 과정을 거쳐 완성된 유모차 자전거의 형상은 아래 사진과 같다. 유모차 시트는 탈·부착이 가능하도록 제작 하였다.



Fig 3.13. 자전거 형상(유모차 시트 탈착)



Fig 3.14. 자전거 형상(유모차 시트 부착)



Fig 3.15. 유모차 형상(유모차 시트 탈착)



Fig 3.16. 유모차 형상(유모차 시트 부착)

## 제4장 시험 및 평가

### 제1절 운용 및 시험 요구조건

실제 자전거의 시험 요구 조건은 다음과 같다. 해석 조건을 바탕으로 완성된 구조체(프레임)을 시험대에 올린 후 자전거를 사용할 경우와 동일한 방법으로 하중을 전달하여 내구도를 시험한다. 예를 들어, 자전거 사용자는 안장에 앉아 페달을 밟는 등 다양한 하중 조건을 자전거에 부과하므로 동일하게 페달을 수 십 만회 반복하여 기준 조건에 만족하면 이를 인정한다. 허나, 본 설계 프로젝트에서는 제작할 수 있는 프레임이 1대 밖에 없는데다 이를 증명하기 위해 검사소에 의뢰를 할 경우 추가적인 비용이 발생하는데, 이를 감당하기엔 조건이 너무 가혹하다 판단되어 이를 직접 의뢰할 수는 없었다. 다만, 본 프로젝트에서 실제 사용자로부터 부과되는 자전거의 하중을 바탕으로 해석 조건을 수행하였기 때문에 실 제품에서도 동일한 사용자 (성인 남성 및 유아기의 어린이)가 탑승하여 실제 주행 시험을 해보거나 동일 중량의 추를 이용하여 시험을 진행하기로 하였다. 이는 최종 발표에서 실제 주행을 진행함으로써 이를 간접적으로나마 인정받았고, 주행에도 큰 문제점은 발견되지 않았다.

하지만 기본적으로 설계 이전에 기준을 선정해 놓았던 시험 항목에 대하여 아래 표와 같이 나타내었으며 항목들은 형상의 길이와 높이 제한, 하중제한, 형상 변환 시간 등이었다.

Table 4.1. 시험 요구 조건

자전거 형상		유모차 형상		하중 제한		변형시간
길이	높이	길이	높이	안장	시트	
165 cm	130 cm	120 cm	130 cm	150 kg	70 kg	1 min

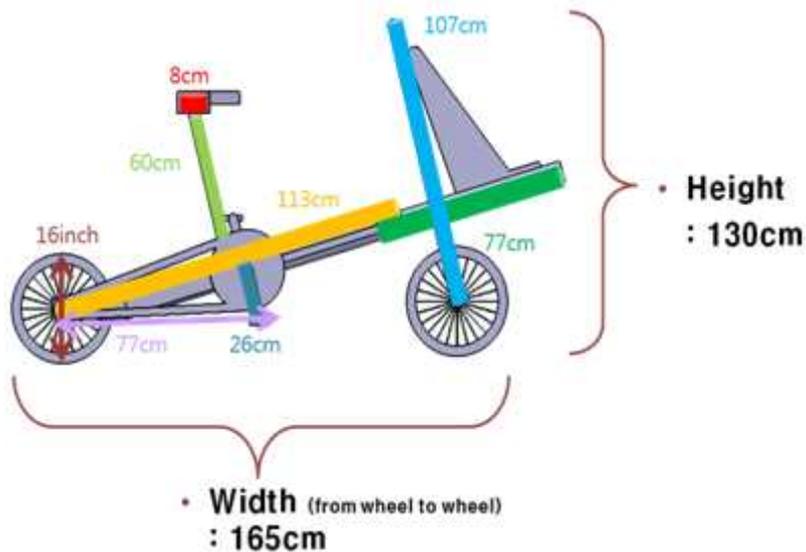


Fig 4.1. 자전거 형상의 시험 요구 조건

## 제2절 시험결과

Table 4.2. 시험 요구 조건 시험 결과

구분	자전거 형상		유모차 형상		하중 제한		변형시간
	길이	높이	길이	높이	안장	시트	
요구 조건	165 cm	130 cm	120 cm	130 cm	150 kg	70 kg	1 min
시험 결과	160 cm	90 cm	110 cm	100 cm	140 kg	65 kg	1 min 이내
목표 달성 백분율(%)	96.9 %	69.2 %	91.7 %	76.9 %	93.3 %	92.8 %	100 %



유모차 길이



유모차 높이



시승



자전거 높이



자전거 길이

## 제5장 결론

### 제1절 문제점 분석 및 처리결과

#### 1. 조향 시스템 문제

앞바퀴가 2개이므로 각각의 조향 각도가 일치 하여야 한다. 조향 시스템 구성에 있어서 2개의 앞바퀴 고정 축에 각각 구멍을 내어 와셔와 볼트를 용접한 핀을 고정 시키고 2개의 와셔의 구멍을 잇는 봉을 삽입하여 조향 각도를 일치시키기로 하였으나 봉의 직경이 와셔의 직경보다 많이 작아 조향 각이 10도 정도 차이가 생겼다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 환봉의 직경을 키웠으며 힘을 받으면 환봉이 밀려 올라가 조향 각의 차이가 생기는 문제점이 다시 발생하여 케이블타이를 이용하여 조여 환봉이 밀려 올라가지 않도록 하였다.

#### 2. 고정 시스템의 문제

고정 시스템을 핀과 스프링을 사용하여 설계하였으나 자체제작에 어려움을 겪어 외주 제작을 하려 하였으나 제작비용의 문제로 처음 설계된 시스템을 도입할 수 없었다. 그래서 사용비용을 최대한 줄이고 간단하게 제작할 수 있는 방법으로 자전거 모드와 유모차 모드의 위치에 'ㄱ'자 모양의 핀을 삽입하여 고정 시켜 문제점을 해결하였다.

### 제2절 총평

완성품에 대한 가장 큰 문제점은 바로 현실적인 제한에서 발생하는 문제점들이었다. 실제 제작에 착수하는 인원이 학생이라는 점과, 단일 제품을 위해 공정을 새로 추가해야하는 업체와의 문제가 가장 어려운 점이였다. 단일 프레임을 생산해야 했기에 양산형 제품을 제작할 때보다는 확연히 높은 가격이 책정되었고 또한, 옆에서 보좌하는 인부의 시간을 새로 측정해야 했기에 현실적인 문제가 많이 발생하지 않았나 판단된다. 이는 업체측에서 학생들의 졸업작품에 관한 점이라, 많은 지원을 아끼지 않았기에 가능하였다. 이 글을 빌어 다시 한 번 노고에 감사드린다.

다음으로 완성 제품에 대한 문제점은 실제로 시험 평가를 의뢰하지 못했다는 점이다. 이 제품이 안전한지를 평가소에 의뢰하여 제품의 완성도를 평가 받아야 하나 이 또한 현실적인 문제로 무산되어 최종 발표 때, 많은 청중의 앞에서 시연을 통해 이를 간접 증명하였다. 부족한 점이 많은 제품임에도 아낌없는 격려와 칭찬을 아끼지 않은 청중 및 심사위원 분들께 다시 한 번 감사를 드린다.

마지막으로 더욱 완성도 있는 제품을 만들지 못한 제작자로서의 아쉬움이다. 다양한 해석 결과를 본 제작에 반영하고 싶었으나 반영하지 못하였다는 점, 완성 제품과 완벽히 호환되는 호환 부품을 의뢰하지 못하였다는 점, 더욱 견고하고 획기적인 방법으로 형태 변환을 지지하지 못하였다는 점 등 참으로 아쉬움이 많이 남는 제작품이 아닌가 한다. 추후에 새로운 기회가 있을지는 모른다. 하지만 제작 여건이 마련되고 또 이를 진행할 수 있는 기회가 주어 진다면 더욱 완성도 있는 제품을 만들어 보고자 한다.

## [참고문헌]

[1] 권경배, 김현규 2008, “자전거 프레임 구조최적화를 위한 해석 연구”, *체육과학연구원*

[2] 유승원, 이종신, 이경로 등, 2010, *재료역학*, 서울: 청호.

[3] 도로교통법 제13조의2(자전거의 통행방법의 특례)

[4] 도로교통법 제33조의2 (교통안전을 위하여 자전거가 갖추어야 할 구조)

[5] 통계청, 성인 남·여의 몸무게 분포

[6] 대한소아과학회, 아동 평균 몸무게

# [부록]

## 부록1 설계구성요소 요약 제시



번호	사진	제품명	수량	적립금	가격	배송료	취소
1		클래식 스타일 블랙 안장 - 여성자전거 숙녀자전거 스프링쿠션 안장	1 수량수정	0	8,000원	[기본배송] 조건	Wishlist 보관 삭제
2		SL-45 스틸 롤타입 시트포스트 [45cm] - 생활자전거 안장포스트 긴안장봉	1 수량수정	0	6,200원	[기본배송] 조건	Wishlist 보관 삭제
		↳ 옵션 안장봉지름 25.4mm					
3		[IceToolZ] U030 스프라켓 홀딩공구 - 자전거 카세트 스프라켓 프리휠 고정용 공구	1 수량수정	0	12,500원	[기본배송] 조건	Wishlist 보관 삭제
4		보급형 완성림 [26인치~16인치 앞뒤 택일] - 생활자전거용 휠 허브 스포크 완성바퀴 휠셋	3 수량수정	0	42,600원	[기본배송] 조건	Wishlist 보관 삭제
		↳ 옵션 바퀴선택 16인치앞바퀴					
5		접이식 페달 [좌우1조] - 접이식 자전거용 폴딩 페달 페달 받판	1 수량수정	0	7,600원	[기본배송] 조건	Wishlist 보관 삭제
6		[KMC] 7단 8단 호환 미싱 체인링크 - 자전거 시마노 체인 호환 연결 링크	1 수량수정	0	3,800원	[기본배송] 조건	Wishlist 보관 삭제
7		[KMC] HV408 7단 체인 - 21단 자전거 시마노 호환 다단 체인	1 수량수정	0	5,700원	[기본배송] 조건	Wishlist 보관 삭제
8		보급형 온로드용 타이어 + 던롭튜브 세트 [16인치~26인치 택일] - 자전거 타이어 튜브 세트	3 수량수정	0	37,200원	[기본배송] 조건	Wishlist 보관 삭제
		↳ 옵션 사이즈선택 16인치					
9		자이언트 3PC 타이어 레버 - 자전거 타이어 분리 결합용 주걱 공구	1 수량수정	0	3,500원	[기본배송] 조건	Wishlist 보관 삭제
10		VP-BC73 사각 바텀브라켓 [113/118/122.5mm 택일] - 자전거 사각BB 사각비비	2 수량수정	0	26,600원	[기본배송] 조건	Wishlist 보관 삭제
		↳ 옵션 제품선택 122.5mm					
11		CS-M760 시마노 13T 스프라켓 프리휠코크[1개] - shimano 순정 스프라켓 부품	1 수량수정	0	8,000원	[기본배송] 조건	Wishlist 보관 삭제

총구매금액 : 161,700원

## 부록2 현실적 제한요소 요약 제시

### 1. 해석 결과

- 해석 결과를 여러 가지를 추출. 그러나 제작이 불가능 이유는 자전거의 규격 범위를 벗어난 설계
- 규격 범위 벗어나지 않는 설계안으로 제작 견적 복잡한 구조의 결과 지원비용 초과 제작이 불가능.

### 2. 제작비용

- 프레임제작비용 55만원 소요
- 기본 부품 가격 30만원 소요
- 용접비용 / 조립비용 20만원 소요
- 유모차 시트 비용 8만원 소요

실제 지원 비용 초과 사용

### 3. 단일 제품 제작

- 단일 제품 제작 시스템이라 지그 제작부터 초기 비용이 많이 투자됨.