

설계과정 (Design Process)의 소개 및 적용

Introduction and application design process

문형석* 정종덕** 최성규*** 김원경**** 이관섭***** 박준서*****

Mun, Hyung-Suk Chung, Jong-Duk Choi, Sung-Kyou
Kim, Weon Kyung Lee, Kwan Sup Park, Jun Seo

ABSTRACT

In order to manufacture high quality goods, the engineers who will design them has to have board technical experience as well as profound engineering knowledge. The engineers also be able to design and manufacture well development goods base on new advanced technology. Design process can be defined as transforming activity raw material into finished product for human needs. The wealth of nation depend on its ability to retrieve natural resources and manufacture goods. Its ability, creation of goods, is most fundamental component of economic wealth of rich country. The rich countries have combine their own design knowledge with computer technology and create new effective design process. In this paper, one of the useful and practice design process created for railway industry is introduced. Base on the concept of this design process, the automatic wheelchair lifter design for railway vehicle is performed.

1. 서론

우수한 기계를 제작하려면 우선 기초적이며 전문적인 지식을 보유한 기술자가 넓은 경험을 바탕으로 기계를 설계하고 응용하여 발전시켜야 한다. 기술자는 나날이 개발되는 과학기술과 새로운 지식을 공부하고 또 응용하여 기능적 또는 미관상 그리고 인간이 사용하기 편리한 기계를 설계 제작할 수 있어야 한다. 설계과정 (Design Process)이란 인간이 필요한 물건을 얻기 위하여 천연자원을 가공하여 제작하는 과정이라고 정의 될 수 있는데 과학이 발달하고 부유한 국가들은 나름대로의 연구한 우수한 설계과정과 이론을 컴퓨터와 접목시켜 양질의 상품을 생산하고 있다. 그리고 이러한 방법으로 생산된 물품이 현재 선진국 부의 밑거름이 되어 온 것이 사실이다. 본 논문에서는 기기 제작에 필요한 설계공정(Design Process) 체계적으로 정의하고 소개하였으며 이를 철도차량 장애자용 리프트의 설계에 다음과 같이 적용하였다.

* 한국철도기술연구원 주임연구원
*** 한국철도기술연구원 수석연구원
***** 한국철도기술연구원 책임연구원

** 한국철도기술연구원 선임연구원
**** 한국철도기술연구원 책임연구원
***** 한국철도기술연구원 선임연구원

필요의 인식 (Recognition of Need)

미국은 1990년 7월26일 미국장애인 법의 제정으로 모든 작업장, 공공시설, 상업지역내의 휠체어 리프트 또는 램프의 설치를 의무화하면서 이전보다 많은 지역에 장애인용 장비의 설치가 요구되고 있다. 국내의 경우 1988년 서울 올림픽당시 당시 주 경기장 지하도에 2대가 설치되었는데 외국인을 위한 전시용으로 사실상 휠체어 리프트를 설치한 역사는 그리 오래되지는 않았다 또한 국내의 휠체어 제작 업체의 기술 및 자본의 수준이 영세한 것이 사실이다. 이러한 국내의 여건을 개선하고 향후 미국과 같은 선진국에서 예상되는 공공장소 및 대중교통수단에서의 장애자의 리프트 설치의 의무화를 대비하며 순수 국내의 기술로 설계 제작되고 불필요한 지적소유권의 지불하지 않아도 되는 철도차량용 장애자리프트의 특허가 필요하게 되었다.

문제의 정의 (Problem Definition)

문제의 정의 단계에서는 사용자의 보고서를 참고로 할 수는 있으나 설계에 커다란 영향을 끼칠 수는 없다. 여기서 중요한 것은 현재 사용하는 기기의 성능을 이해하고 현재의 문제를 해결 할 수 있는 수정 방안을 마련하는데 그 목적이 있다. 만일 수정된 설계로 문제를 해결 할 수가 없다면 전체를 새로이 설계하여 새로운 작동방식으로 문제를 해결하여야 할 것이다. 대중교통 수단의 예를 들어보자 필요의 인식 (Recognition of Need)은 단지 시민들이 대중교통수단이 필요하다 정도의 단계라면 문제의 정의 (Problem Definition)는 이것보다 조금 더 상세한 단계로 교통수단의 종류 및 성능을 고려할 수 있을 것이다. 한가지 예를 더 든다면 필요의 인식 (Recognition of Need)단계가 깨끗한 물의 필요함이라면 자동적으로 문제의 정의는 다양한 종류의 수질오염과 이를 초기에 줄이기 위한 노력으로 나타날 것이다. 그러면 철도차량용 장애자 리프트 설계에서 어떠한 문제가 정의 될 수 있는지 기존에 장착되어 사용되는 장애자용 리프트의 작동방식 문제점을 통하여 정의하도록 하자.

1. 간접식 유압기를 이용한 휠체어 리프트의 작동방식 및 문제점

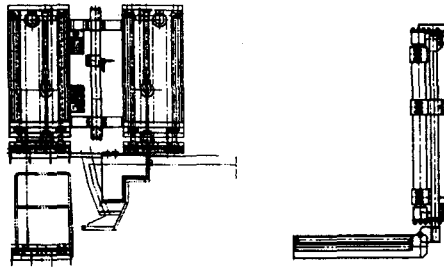


그림 1 간접식 유압기를 이용한 휠체어 리프트

1-1 작동방식

① 리프트 장치는 차량이 정차 후 우선 리프트장치를 차량의 외부로 180° 회전시켜 고정시킨다. ② 리프트를 플랫폼 홈 아래까지 내린다. ③ 장애인을 리프트에 승차시킨다. ④ 리프트를 차량의 바닥높이까지 올린다. ⑤ 리프트와 차량사이에 연결판을 내린다. ⑥ 승객이 리프트로부터 차량내부 바닥으로 이동한다. ⑦ 리프트와 차량사이에 연결판을 접는다. ⑧ 리프트 장치를 차량의 내부로 180° 회전시켜 고정시킨다.

1-2 기기의 특성 및 작동상의 문제점

간접식 공기압축기를 이용한 휠체어 리프트는 유압식으로 작동하는데 반하여 그 기능이 복잡하다. 우선 철도차량이 정차하는 시간내에(약 30초에서 1분) 작동하기 힘들뿐 아니라 승무원의 도움 없이는 사용할 수 없다.

2. 램프를 이용한 휠체어 리프트 장치의 작동방식 및 문제점

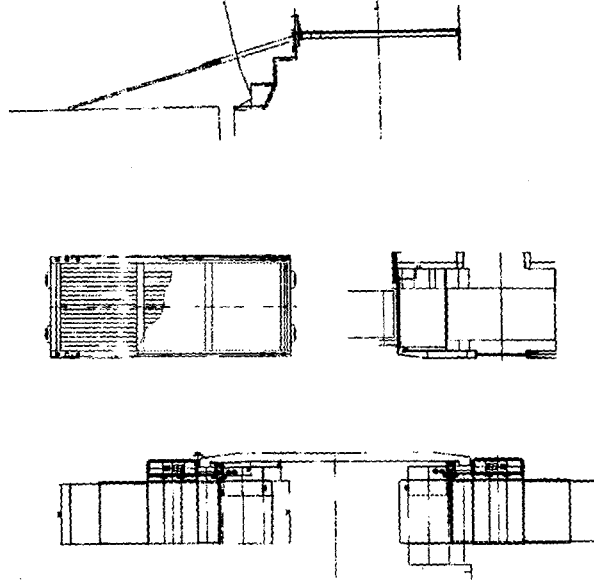


그림 2 램프를 이용한 휠체어 리프트 장치

2-1 작동방식

① 철도차량이 정차 후 램프를 차량으로부터 잡아당긴 후 차량과 플랫폼 사이에 경사를 만든다. ② 휠체어를 밀어서 플랫폼으로부터 차량까지 올린다. ③ 램프를 밀어서 다시 접는다.

2-2 기기의 특성 및 작동상의 문제점

램프를 이용한 휠체어 리프트 장치의 경우 우선 가격이 저렴하고 설치가 용이하다는 장점은 있으나 휠체어 리프트의 가장 중요한 설계 목적인 장애인이 스스로 작동할 수 있어야 한다는 조건은 만족시키지 못하고 있다. 무엇보다도 모든 작동이 수동으로 이루어져 리프트 장치라고 보기는 힘들다.

기존의 두 개의 장애자용 리프트를 통하여 본 설계의 문제의 정의 (Problem Definition) 단계에서는 다음과 같이 두 개로 문제점을 정의 할 수 있다. 첫째는 장애자용 리프트를 장애인이 스스로 승무원이나 그 밖의 사람의 도움 없이는 작동할 수 없다는 것이다. 두 번째의 문제점은 철도차량용 장애자 리프트는 기존의 리프트 장치와는 달리 차량이 역에 정차하는 시간내에 상승과 하강하는 작동이 이루어 져야 하는데 간접식 유압기의 경우 역간 정차 시간내에 작동이 힘들다. 만일 휠체어 리프트가 철도차량의 역간 정차시간 내에 작동할 수가 없다면 열차 운행상 심각한 문제가 발생할 수도 있기 때문이다. 그러나, 앞에서 정의된 두 가지 문제를 해결하기 위해서는 기존의 리프트 장치 및 기기의 작동방식을 단순히 수정하여 해결할 수는 없고 완전히 새롭게 작동되는 리프트 장치가 개발되어야 할 것이다.

기초 및 개념의 설계 (Preliminary or Conceptual Design)

기초 및 개념설계 (Preliminary or Conceptual Design)는 기존의 필요의 인식 (Recognition of Need) 또는 문제의 정의 단계와는 (Problem Definition) 달리 실질적인 설계가 이루어지는 과정으로 제품의 가격, 성능, 품질 등 과 밀접한 관계를 가지게 된다. 본 단계는 전체적인 설계 과정 중 가장 창조적이고 설계 상에 생길 수 있는 문제를 처음으로 인식하게 해준다. 본 단계에 도달하기 위해서는 기술자는 크게 다음과 같은 과정을 거치게 되는데 이러한 과정은 우선 창조적 필요를 느끼고 바로 준비를 하게되는 준비단계(Preparation step), 그리고 우리의 내면에 있는 경험과 지식을 편안 상태에서 불러내는 단계(Subconscious formation step) 마지막으로 순간적인 아이디어로 새로운 기술을 개발하는 순간적 통찰력 (flash of insight)의 단계로 구분될 수 있다. 위와 같은 과정을 거쳐 설계의 기초가 준비되면 간단한 기기의 작동방식 및 동작에 관련한 스케치가 이루어져야 할 것이다. 기초 및 개념 설계에서 스케치는 커다란 의미를 가지게 되는데 그 이유는 설계자는 스케치를 통하여 다양한 종류의 부속이 서로 연결되어 작동되는 과정을 손쉽게 알아 볼 수 있기 때문이다. 그리고 이러한 스케치 작업 중 발생할 수 있는 문제는 부분적으로 분석하여 해결하는 노력과 경험이 필요하다. 설계자는 이러한 스케치 작업 중 여러가지를 요소를 고려하여야 하는데 우선 작동상에 가장 중요한 역할을 할 수 있는 동력원(Power Unit)에 대한 연구가 필요하다. 동력원은 유압, 공압, 그리고 전기로 작동하는 모터 등이 선택될 수 있다. 장애자용 리프트가 철도차량 정차시간 내에 신속하게 작동하면서 안전하게 움직이려면 유압을 사용한 동력원이 가장 적절 할 것이다 공압의 경우는 장애인과 리프트두계를 건너지에는 충분한 힘과 안전성을 확보하기 힘들 뿐 아니라 공압 작동시에 발생할 수 있는 오차도 고려하여야 할 것이다. 전기로 제어되는 모터의 경우도 검토하여 보면 모터는 작은 작동반경에서 순간적인 큰 힘을 내기에는 적절한 동력원이 되기 힘들 것이다. 이러한 이유로 본 과정에서는 리프트의 동력원을 유압으로 설정하게 되었다. 그러나 아래의 스케치에서 알 수 있듯이 리프트는 약 1300 mm의 거리를 실질적으로 상승 또는 하강하게 되는데 유압장치가 이러한 상승하강 작업을 지원하여야 한다. 여기서 유압장치의 작동상의 문제가 발생하게된다. 만일 1300 mm의 행정을 가지는 유압장치를 차량내부에 설치한다면 측출입문 양쪽에 대칭구조로 휠체어 리프트를 설치하여야 한다는 설계의 특수성을 고려하였을 때 충분한 공간을 확보할 수가 없다. 따라서 본 설계에서는 행정의 길이가 전체 기기의 크기의 절반만으로도 작동이 가능한 간접식 유압장치를 설치하게 되었다. 또한 리프트가 플랫폼에서 차량의 바닥까지 상승하였을 때 리프트 바닥을 차량내부로 접기 위하여 인장 및 회전 작용을 함께 하면서 리프트바닥을 끌어올릴 수 있는 보조 유압 장치를 리프트의 측면에 설치하였다. 다음은 보조유압 장치와 주유압 장치로 구성된 철도차량용 리프트의 작동 방식을 기초 및 개념의 설계에 (Preliminary or Conceptual Design) 기초하여 AUTO CAD R-14으로 다음과 같이 스케치하게 되었다.

1. 리프트가 바닥에 놓인 상태

그림 3 은 리프트가 플랫폼 바닥에 놓인 상태를 다음과 같이 보여주는데 우선 주·보조 공기압축기의 로드는 압축되어 있고 이에 따라 Wire에 연결된 리프트는 자연적으로 플랫폼 바닥에 놓이게 된다. 따라서 보조공기압축기와 동력연결고리도 분리되어 있다.

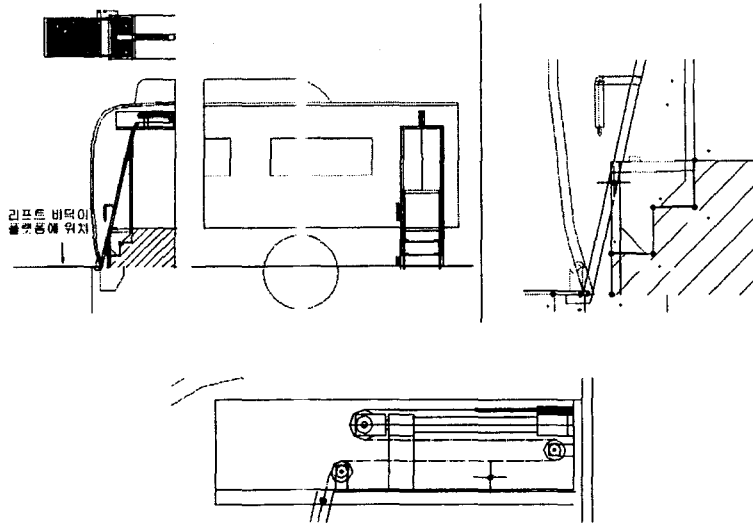


그림 3 리프트가 플랫폼 바닥에 놓인 상태

2. 리프트가 차량내부바닥에 도달한 상태 (작동 1단계)

장애자가 리프터에 오른 후 스위치를 작동시키면 리프터가 그림 4 에서 보여주듯이 간접식 주유압장치 로드가 확장되면서 로프(rope)를 밀어 리프터가 자연스럽게 플랫폼 바닥으로부터 상승하게 된다. 리프트의 상승으로 리프터에 장착되어있는 동력전달연결고리가 보조 유압기 로드 끝에 삽입되어 연결되게 된다.

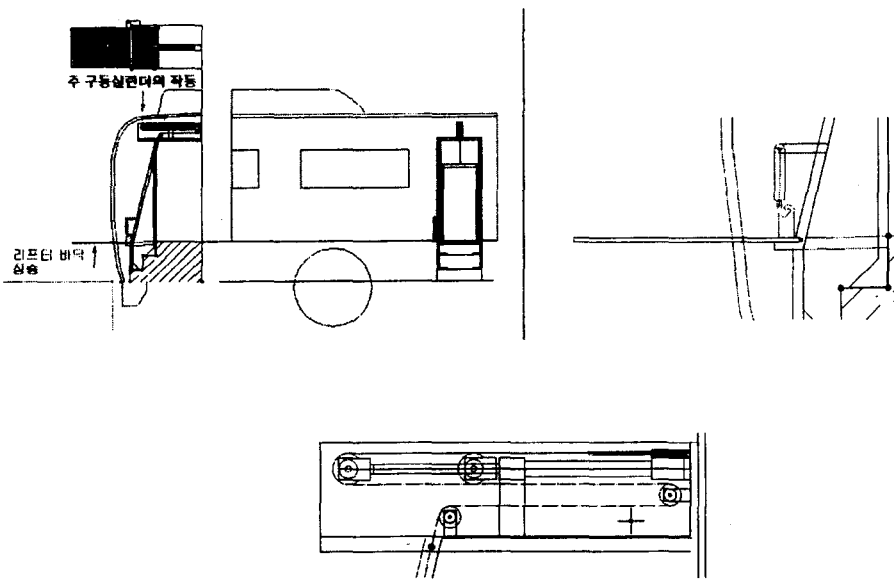


그림 4 리프트가 차량내부바닥에 도달한 상태

3 리프트바닥이 접히는 작동 (작동 2 단계)

그림 5 에서 보여주듯이 장애인이 차량바닥에 승차한 후 스위치를 작동시켜 리프터의 바닥이 접히도록 한다. 보조유압기기는 리프터 바닥의 유압연결고리를 밀어서 리프트 바닥이 회전하여 접히도록 한다.

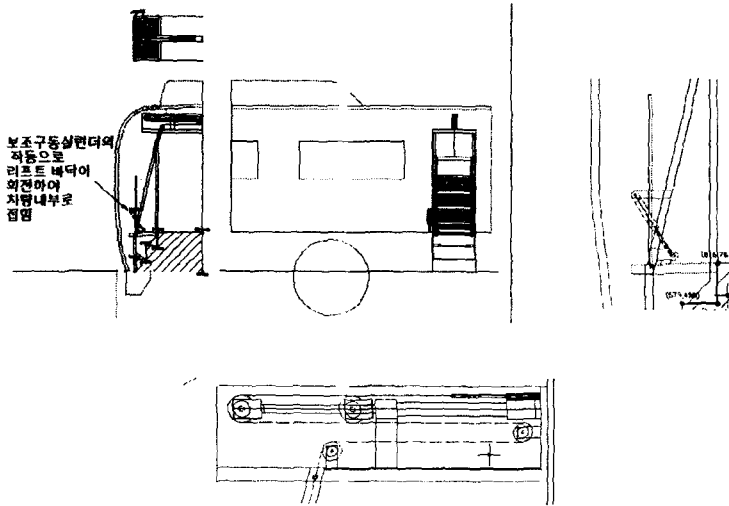


그림 5 리프트바닥이 접히는 동작

합성 (Synthesis)

합성은 부속을 도면 또는 3차원적 CAD상에서 불러와 실질적으로 설계한 내용을 검증하고 검사하는 단계이다. 예를 들어 기초 및 개념의 설계 (Preliminary or Conceptual Design)에서는 단순히 사용할 부속만을 선정 또는 설계하면은 되지만 합성단계에서는 각각의 부속과 이러한 부속들을 지지하는 장치와의 간섭을 면밀히 검토하여야 한다. 다른 측면에서 고려하여야 할 합성의 의미는 기술적 합성이라고 할 수 있다. 기계와 전기의 조합에 의하여 작동하는 기기가 기계적 지식만을 가지는 기술자에 의하여 설계하였다고 가정하였을 때 이러한 기기는 반듯이 전기적 지식을 가진 기술자로부터 검증 및 검토의 과정을 거쳐야 한다. 이렇게 서로 다른 분야의 기술적 조합에 의하여 작동하는 기기는 서로 다른 기술자로부터 기술적 합성을 통한 검증의 단계를 거쳐야 한다. 마지막으로 생산공정, 가격 등도 함께 고려된 최종적 기술적 합성에 의한 결과의 도출도 필요하리라 생각된다. 다음의 그림 6 은 전체적인 부속을 합성의 개념으로 열거한 후 조립하여 기기 간의 간섭 또는 조립상태를 확인하는 3차원적이면서 기계적인 기술적 합성을 펼쳐어 리프트의 설계를 통하여 보여주고 있다.

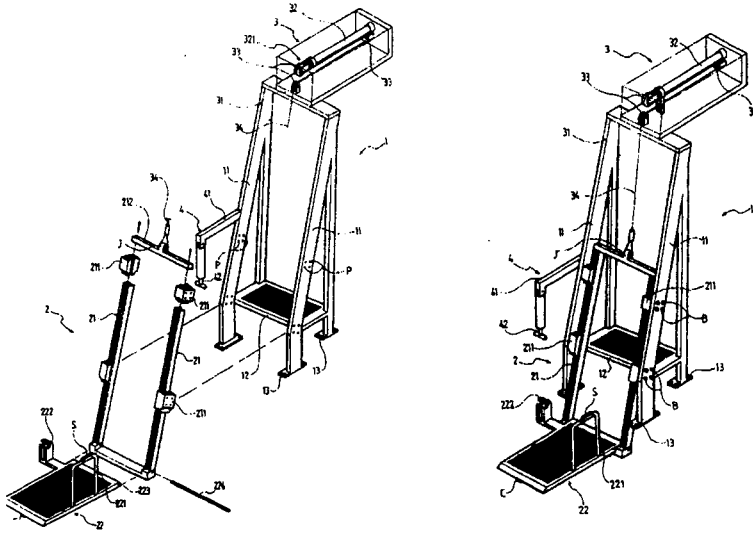


그림 6 휠체어리프트의 3차원적 합성

분석과 경험 (Analysis and Experiment)

분석의 난이도는 기기의 특성에 의거하여 기구학적인 문제, 동력학적인 문제, 강도, 강성, 유체의 흐름, 열전달과 같은 요소에 따라 결정된다. 만일 기기가 전기적으로 작동한다면 전류, 전압 및 Software에 대한 분석 및 검증이 요구 될 것이다. 일반적으로 기계적으로 행하여지는 Analysis 단계에서는 기기의 기구학적인 문제, 동력학적인 문제, 구조체 상의 문제등을 검증하게 되는데 이중 구조상의 문제를 해결하는 위해서는 기기의 주요한 부위에 스트레인 게이지를 부착하여 응력을 측정하는 방법. 기기의 표면을 합성수지로 포장하여 표면에 생기는 무늬차수로 응력을 계산하게되는 광탄성 방법 또는 CAD에서 구현하는 3차원적 모델링을 이용한 구조해석 방법등이 사용된다. 본 논문에서 소개하는 분석과 경험 (Analysis and Experiment)의 단계에서는 기기의 동력원과 전체적인 작동상에 필요한 동력학적인 문제와 제어방식에 관련된 문제를 해결하는데 중점을 두어 다음과 같이 전개하였다.

1. 주유압 기계관련 용량설계

1-1 주유압기계의 Power Unit 용량계산

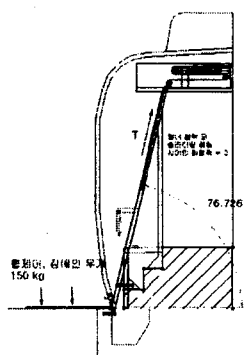


그림 8 리프트 주요 구성 단면도

주요적용사양

적재하중 = 150 kg (장애인 + 휠체어), 리프트 하중 = 150 kg, 총 하중 = 300 kg
 $\mu = 0.02$ (독일 Mannesmann사 런너 볼록 마찰계수), $\nu =$ 속도 m/sec = 3m/min = 0.05m/sec, P = power kw

$$\sum Fy = (300 \times 9.81 \times \cos 76.7) = 677 \text{ N}, \quad \sum Fx = 677 \mu + (300 \times 9.81 \times \sin 76.7) = T$$

$$P/\nu = T, \quad P = 2877.6 \times 0.05, \quad P = 143.88 \text{ W} = 0.14388 \text{ KW}$$

여기서 로프 (rope) 선상에서 리프트를 끌어올리는데 필요한 힘은 0.14388 kw 이지만 간접식 유압기기는 실질적으로 2배의 Power가 필요하므로 주유압기기에 작용하는 힘은 0.14388 의 두배인 0.28776 Kw 이다. 따라서 간접식 주유압기기에 필요한 힘

$$P = 0.28776 \text{ Kw}$$

1-2 주유압기계 ROD의 설계

① 재료: 기계 구조용 탄소강 강관(KS D3517), 기호 : STKM 13A, 인장강도 : 3800 kg/cm² 이상(KS D3517)

② 설계: $-\lambda > m\sqrt{n}$ (m은 표1을 참고함)

재료	주철	연철	연강	경강
f	5600	2500	3400	4900
a	1/1600	1/9000	1/7500	1/5000
m	80	110	90	85

$$-\lambda \text{ (세장비)} = \frac{l \text{ (로드길이)}}{K \text{ (최소회전반경)}}, \quad -K = \sqrt{\frac{I \text{ (최소단면적2차모멘트)}}{A \text{ (로드단면적)}}}$$

$$-I = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) = 0.049 \times (81.) = 0.049 \times 81. = 3.969$$

$$-A = 7.065 \text{ cm}^2 - K = \sqrt{\frac{3.969}{7.065}} = 0.7495 \text{ cm}^2 - \lambda = \frac{67}{0.7495} = 89.393$$

$$- \text{오일러 공식적용 } P = n\pi^2 \frac{E \text{ (중탄성계수)} \times I \text{ (2차모멘트)}}{l^2}$$

$$n = \text{기둥양끝의 지수상태에 대한 계수}, \quad E = \text{중탄성계수} = 2.1 \times 10^6$$

$$I = \text{최소단면 2차모멘트} = 3.969 \text{ cm}^4, \quad l = \text{로드의 최대 자유장} = 67 \text{ cm}$$

$$P = \frac{1 \times 3.14^2 \times 2.1 \times 10^6 \times 3.969}{67^2} = \frac{82178780}{4489} = 18306.7, \quad \text{안전율} = \frac{18306.7}{300} = 61 > 4$$

따라서 지름 3 cm 최대 자유장 길이 67 cm의 로드를 선정하였다.

1-3 튜브의 설계

① 재료: - 기계 구조용 탄소용 강관 (KSD 3517), - 기호 : STKM13A, - 인장강도 : 3800 kg/cm² (KSD 3517)

② 설계: 압력을 받는 원통의 강도계산식에서 내압을 받는 원통일 때

$$FT = \frac{p \times d}{2 \times t}$$

$$- Ft = \text{원통방향의 응력 (kg/cm}^2 \text{)} - P = \text{호칭압력 (kg/cm}^2 \text{)} = 70$$

$$- d = \text{튜브의 내경 (cm)} = 4 - t = \text{튜브의 두께 (cm)} = 0.5$$

$$FT = \frac{70 \times 4}{2 \times 0.5} * \text{안전율은} = \frac{3800 \text{ kg/cm}^2}{280} = 13.5 > 4$$

2. 제어방식

막대형 감지 스위치는 리프트가 플랫폼쪽으로 하강하거나 차량내부로 상승시 이를 감지하여 작동을 멈추게하는 장치로서 이러한 스위치를 제외하고 는; 안정상의 이유로 장애인이 스스로 작동하도록 제어방식을 설계하였다.

스위치의 분류

스위치의 분류	장착위치	작동의 수
스위치 # 1	차량내부	2 (승차용, 하차용)
스위치 # 2	리프트	2 (승차용, 하차용)
스위치 # 3	차량의 외부	2 (승차용, 하차용)

기능이 분류

기능의 분류	동력원 작동 내용	리프트 작동	작동시간
기능 1	주 유압 장치의 유압 방출	리프트 하강	3초
기능 2	주유압 장치 작동	리프트 상승	3초
기능 3	보조유압장치의 유압방출	리프트 바닥 펼침	3초
기능 4	보조유압 장치 작동	리프트 바닥 잡힘	3초
기능 5	차량 출입문 열기		2초
기능 6	차량 출입문 닫기		2초

(승차시)

순서	장애인 동작	스위치 분류	리프트 작동 내용 및 순서
1	차량외부 스위치 작동	스위치 # 3 (승차용)	기능5 →기능3 →기능1
2	장애인 리프트 탑승	스위치 # 2 (승차용)	기능2
3	장애인 차량 탑승	스위치 # 1 (승차용)	기능2→기능4→기능6

(하차시)

순서	장애인 동작	스위치 분류	리프트 작동 내용 및 순서
1	차량내부 스위치 작동	스위치 # 1 (하차용)	기능5 →기능3
2	장애인 리프트 탑승	스위치 # 2 (하차용)	기능3
3	장애인 리프트에서 내림	스위치 # 3 (하차용)	기능4

최적화 (Optimization)

최적화는 분석과 경험의 단계에서 얻은 자료를 기초로 하여 최적의 효과를 가지는 제품을 생산하는 과정을 의미한다. 최적화의 대상은 프로젝트에 따라 달라지게 되는데 제품의 가격은 일반적으로 생산자와 소비자의 최적화의 기본 요구조건 이겠지만 본 논문에서는 기술적 측면의 최적화에 대하여 논하겠다. 최적화는 항상 여러 가지변수를 고려하여야 하는데 만일 자동차 설계시 안전성에 지나치게 치중하여 차량을 설계하고 제작하게 된다면 차량의 무게는 증가 할 것이고 이에 따라 불필요한 연료의 소비가 증가하고 주요 부품의 잦은 고장이 발생할 수 있을 것이다. 최적화는 앞에서의 예를 보면 알 수 있듯이 단순히 하나의 설계 목적에 지나치게 치중하게 되면 다른 문제가 발생할 수 있으므로 기술자는 기기 전체의 시스템을 이해하고 상호작용관계를 면밀히 검토하여야 할 것이다. 최적화 설계는 크게

Conventional Design Process 와 Optimum Design Process로 나누게 되는데 Conventional Design Process는 기술자의 경험과 기술에 기초하여 진행되게 된다. 이와 반대로 Optimum Design Process는 설계의 수정을 컴퓨터의 지원을 받는 Optimum method의 변경으로 수정이 가능하게 되어있어 보다 안전하고 정확한 결과를 기대할 수 있을 것이다. 기술자의 경험에 의존한 Conventional Design Process방법과 수학적 공식에 의존한 Optimum 설계 중 어느 방법이 좋다고는 말을 할 수는 없지만 Conventional Design Process가 풍부한 경험과 기술적 지식을 가지는 기술자로부터 지원되어 Optimum Design Process에서 해결할 수 없는 문제도 접근할 수 있는 장점도 있는 반면 부족한 경험과 지식을 가진 기술자에 의하여 최적화 된 기기는 위험한 결과를 초래할 수도 있다. Optimum Design Process는 주어진 테두리 안에서 최적의 값을 정확하고 빠르게 구할 수는 있지만 돌발적으로 발생하는 문제에 대처하는 능력은 Conventional Design Process 방법보다는 뒤떨어질 것이다.

상세설계 (Detailed design)

상세 설계는 새롭게 제작된 부속을 포함하여 상용화가 되어 특별한 구조적 검증이나 설계를 하지 않고도 적용 가능한 부속들에 대하여 다루어진다. 최적화 이후에 이루어지는 단계이므로 설계 과정상 상당히 중요한 부분을 차지한다고 볼 수 있다. 상세 설계에서 일반적으로 고려해야 하는 세가지 요소는 다음과 같이 같은데 첫째는, 모든 기기의 설계가 인간이 안전하고 편리하게 사용할 수 있도록 진행되어야 한다. 기기의 날카로운 부위는 라운드로 처리하여 기기가 사람에게 손상을 주어서는 안되며, 사람에 의한 작동이 쉬워야 하고, 작동방식을 표기 또는 설명이 있어야 한다는 것이다. 만일 기기가 작동 중에 사람에게 위험을 안겨 줄 수 있는 부위가 있다면 이러한 내용에 관하여 충분한 경고문구를 만들어야 한다는 것이다. 둘째로 고려하여야 할 사항은 기존의 상용화 되어있는 부속을 가능한 한 많이 사용해야 할 것이다. 기존에 상용화 되어있는 부속은 새로 설계하여 개발되는 부속보다는 가격이 저렴하고 안전성과 성능이 검증 되어있어 불필요한 해석이나 최적화의 작업을 설계과정에서 줄여 나갈 수 있을 것이다. 본 논문에서 소개된 휠체어 리프트 설계과정에서는 런너블록, 유압장치, 망사형 구조, 각종연결장치와 같은 현재 상용화 되어있는 부속을 사용하고 있어 실질적으로 리프트 골조를 제외한 대다수의 부속에 대한 특별한 설계 및 검증작업이 불필요할 것으로 본다. 마지막으로 고려하여야 하는 것은 오차의 결정인데 오차는 최종으로 생산된 부품의 조립 및 작동에서 상당히 중요한 의미를 가지게 된다. 상업화 되어있는 부속을 사용한다면 오차에 관한 정보도 함께 얻을 수 있을 것이다. 다음은 휠체어 리프트 주요부속의 성능에 대하여 그림과 함께 설명하고 있으나 실질적인 상세 설계 단계에서는 생산공정에 적용이 가능한 제작도면이 제공되어야 할 것이다.

1. 휠체어 리프트의 주요 구성품

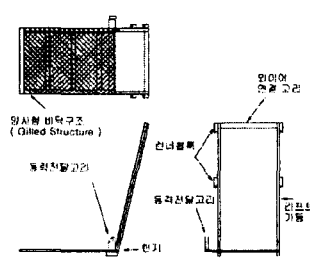


그림 8 리프트

1 리프트

승객을 직접 싣고 올리는 장치로 전체적인 구조는 승객이 탑승하는 리프트바닥과 리프터골조와 연결되는 2개의 리프트기둥 그리고 리프트기둥과 리프트골조를 연결하는 4개의 런너블럭, 리프트가 보조유압장치로 접히도록 리프트 바닥을 연결하여주는 리프트 동력전달고리 등으로 구성되며 리프트 바닥과 2개의 리프트 기둥은 힌지 형태로 연결되어 보조유압장치 작동시 접힐 수 있도록 설계되었다.

① 리프트 바닥 : 리프트바닥은 무게의 경량화를 위하여 4각 파이프형 골조로 만들고 그 위를 망사형 구조(Grilled Structure)로 마무리하였다. 그림 8 에서 보여주듯이 리프트 바닥의 좌측에는 2개의 동력전달고리가 장착된다.

② 리프트 기둥 : 리프트 기둥에는 슬라이딩 레일과 연결되는 4개의 런너블럭이 있다. 2개의 리프트 기둥을 연결하는 Bar 가운데에는 주유압장치의 와이어(Wire)가 연결되어 리프트를 하강 또는 상승시킨다.

③ 동력전달고리 : 리프트 바닥에 장착된 동력전달고리는 리프트가 상승한 후 보조유압장치로부터 힘을 전달받아 리프트바닥이 접히도록 하는 장치로서 리프트바닥이 상승하면서 보조유압장치의 힌지 끝에 삽입 연결되어 동력을 전달받도록 설계되었다

④ 런너블럭 : Deutsche Star 1621- Slimline high형 크기 15 최대허용하중 (동 6000N, 정 13500N) 견디도록 설계된 그림 9 의 런너블럭 사용.

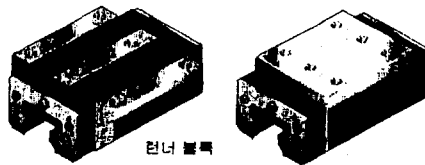


그림 9 런너블럭

2 리프터 골조

리프터골조는 리프트 작동시 전체적인 하중을 받으며 리프트의 두 개의 작동 단계를 지원하는 주· 보조유압기계가 장착되어 있고 다음과 같이 크게 3가지로 부속으로 분리된다.

① 슬라이더 레일(볼 레일 시스템): 리프터의 런너블럭을 연결하여 상승 하강시 슬라이딩 작업을 원활히 할 수 있는 슬라이더 레일이 리프터 골조 양쪽에 부착된다. 슬라이더 레일은 그림 10 에서 보여주듯이 런너블럭과 결합하여 작동하게 된다.

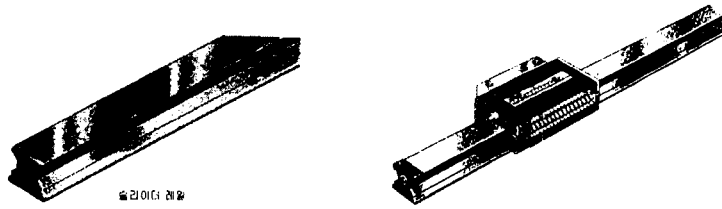


그림 10 슬라이더 레일(좌측), 슬라이더 레일 조립상태

② 주유압장치 (단동식)

주유압장치는 실린더행정에 필요한 차내의 공간이 확보되지 못한 이유로 간접식을 선택하였다. 리프터의 상승과 하강을 위한 동력을 공급하며 리프터가 플랫폼에 도달하면 리프터 바닥에 장착된 감지용 스위치로 그 작동이 중단된다. 리프터 상승은 리프터에 장착된 스위치로 작동하게 된다.

③ 보조유압장치 (단동식)

보조유압장치는 장애인이 완전히 승차한 후 차내의 설치된 스위치를 장애인이 작동시키게 된다. 아래의 그림에서 보여주듯이 보조유압장치는 보조유압장치 연결지시대와 힌지로 연결되어있고 이 힌지는 보조유압장치가 반시계방향으로만 회전하도록 설계되어있어 보조유압장치가 동력전달고리에 힘을 가 할 때에 리프트바닥은 차량의 내부로만 회전하여 접히게 된다.

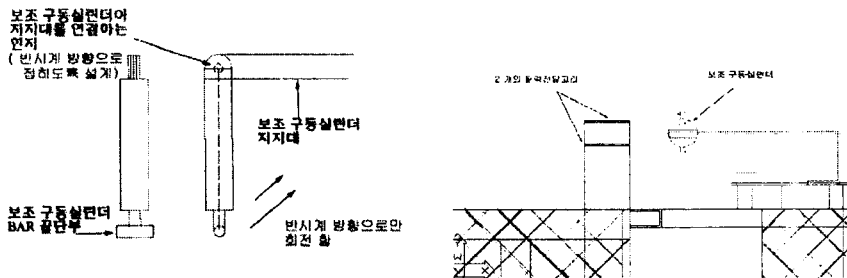


그림 11 보조유압장치

공정 설계 (Process Design)

공정 설계 (Process Design)는 일반적으로 품질설계(Product Design) 공정계획(Process Planning or Design) 생산(Manufacturing)으로 크게 나누어지게 된다. 현재는 이러한 공정 설계를 통틀어 컨커런트 엔지니어링(Concurrent Engineering) 이라고 한다. 공정설계는 천연 자료를 설계 요구조건에 만족하도록 가동하여 최종의 생산품을 만드는 단계로 Universal level, Shop level, Machine level으로 나누어진다. Universal Level은 Shop와 Machine level 을 배제한 단순한 수준으로 볼 수 있는데 드릴(Drill)을 예로 들어 설명하면 드릴이 회전하여 구멍을 뚫는 단순한 기능이 Universal Level에 속한다고 볼 수 있다. 이 단계에서는 공정이 어떤 회사에 의하여 진행되는지 여부는 중요하지 않다. Shop Level은 속도, 크기, 힘과 같은 드릴의 상세한 성능이 고려되어야 한다. Shop level이 일반적인 기기의 성능을 논하게 된다면 Machine level에서는 작업의 특수성에 따라 기계의 성능을 한정하게 된다. 공장

안에 있는 많은 기계는 각각의 기계마다 한정된 다른 작업에 따라 적절한 성능을 가지고 생산공정을 진행시키게 된다는 것이다. 공정설계는 주요 요소는 다음과 같다. 1. 제품의 크기와 형상 2. 치수와 오차 3. 제품의 제질 4. 가격 5. 그 밖의 가공에 필요한 요소

발표 (Presentation)

발표는 설계과정 (Design Process)의 가장 마지막으로 행하여지며 지금까지 설계된 내용을 소비자 또는 사용자에게 발표하는 단계이다. 이 단계에서는 각종부속의 상세한 설계도면(정면도, 측면도, 상세도)과 사진이 첨가 되어야하고 각 부속이 조립된 상태에서 작동방법에 대한 설명과 재질의 성분에 대한 자료도 준비되어야 한다. 만일 설계자가 기존에 상용화 되어 있는 부속을 사용한다면 이러한 부속에 관한 자세한 정보(제작사, 시장점유율, 신뢰도)도 제공되어야 할 것이다. 발표는 지금까지 앞에서 소개되었던 모든 단계의 상세한 정보와 설계자의 의견 그리고 설계의 장점에 대하여 소비자 또는 사용자에게 이해시키는 설계공정상에 아주 중요한 단계인 것이다.

결론 (Conclusion) 및 향후 과제

과거에는 기계의 성능에 중점을 두어 설계 및 제작이 이루어 졌으나 최근에는 기계에 외관상의 이름다움이 고려되었고 더 나아가 인간 공학적 설계에 중점을 두게되었다. 기계설계시 기술자는 기계의 기능적인 면, 구조적인 문제, 강도 강성의 문제, 생산설계 및 보수유지 차원의 문제 등을 고려하여야 할 것이다. 본 논문에서는 그림 12 보여주는 설계과정을 철도차량 장애자용 리프트 설계에 다음과 같이 적용하였다. 우선 철도차량 장애자용 리프트의 필요를 인식하고 기존에 사용되는 기기를 조사하여 문제를 정의한 후 스케치를 통한 기초 및 개념설계를 하게 되었다. 그후 3차원적인 모델링을 이용하여 기기에 사용된 부속을 합성한 후 간섭여부를 확인하게 된다. 경험과 분석을 통한 최적화의 과정과 상세 설계 과정은 특허출원용으로 설계된 본 설계의 초기 목적에 따라 실질적으로 다루고 있지는 않고 있으나 향후에 예상되는 제작 과정에서 공정설계부분과 함께 논하여 져야 할 것이다. 아울러 설계의 과정은 최종적으로 정리하고 마무리하여 사용자에게 알리는 발표의 단계에서도 최적화의 과정을 거친 부속에 관한 모든 정보가 명시된 상세 도면도 함께 첨가되어야 한다. 본 논문에서 소개하고 적용된 설계공정은 효과적이고 합리적이면서 사용목적에 먼저 부합하고 작동과 조장이 쉽고 적은 제작비에 높은 성능을 낼 수 있는 철도차량 관련 부속 및 주변기기의 제작에 주목적이 있다. 각 기기 설계시 발생할 수 있는 문제 및 해결방안을 기술적 자료에 의거하여 Data base화하여 관리한다면 보다 효과적이고 전문화된 철도차량 관련 정보를 문제의 정의 단계로부터 설계자에게 제공할 수 있을 것이고 설계자는 이를 근거로 불필요한 시간의 낭비 없이 보다 많은 가능성을 검토하면서 경제성이 높은 기기 및 제품을 효율적으로 제작할 수 있을 것이다.

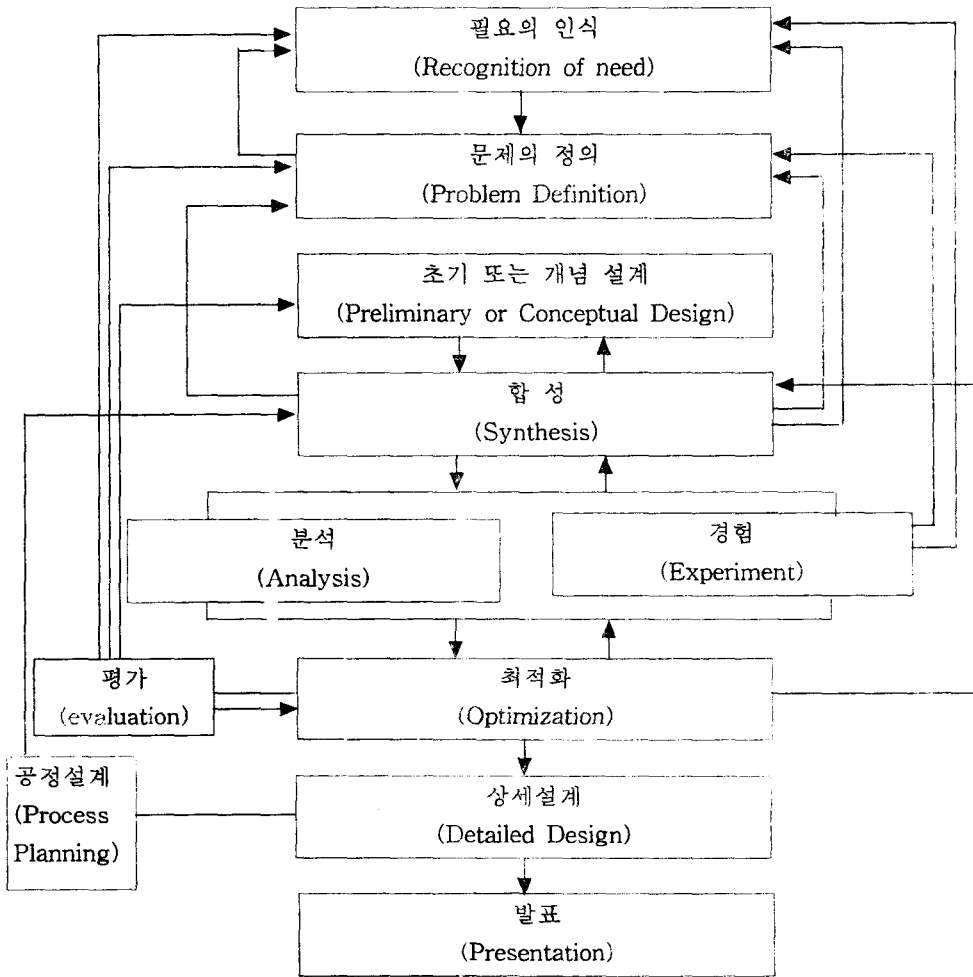


그림 12 Design Process

참고문헌

1. Douglas L Jones, "Introduction and Review of the design process" PP 1-27
2. Tien-Chien Chang, Richard A Wysk, Hsu-pin Wang " Computer-Aided Manufacturing" Prentice Hall
3. Donald T. Greenwood, " Principles of Dynamics" Prentice Hall
4. Jasbir S. Aror "Introduction to Optimum Design" McGraw-Hill, Inc.
5. 김재정, " CAD/CAM " 반도출판사
6. J.L. Meriam " Dynamics" Meriam