

# 종합 설계 프로젝트 최종 보고서

과제명 : 자동화 회전형 화이트보드

(Automatic Rotary type White board)

(2013. 03. 08. ~ 2013. 11. 29.)

3팀 window 팀

수업담당교수: 남 진현 교수님

과제지도교수: 박 철재 교수님

2013. 11. 29

대 구 대 학 교 기계자동차공학부

# 제 출 문

기계자동차공학부 학부장 귀하

본 보고서를 대구대학교 기계자동차공학부 설계프로젝트 과제  
‘자동화 회전형 화이트보드’의 결과보고서로 제출합니다.

2013. 11. 28

연구기관 : 대구대학교 기계공학과

연구기간 : 2013. 3. 8 ~ 2013. 11. 29

수업담당교수 : 박 철재 교수님

과제지도교수 : 남 진현 교수님

대표 학생 : 대구대학교 기계공학과 박 지훈

참여 학생 : 대구대학교 기계공학과 정 현교  
대구대학교 기계공학과 김 상동  
대구대학교 기계공학과 김 재홍

# 목 차

<b>제1장 과제목표 및 내용</b> .....	
제1절 목적 및 배경 .....	1
제2절 과제의 목표 .....	2
제3절 기대효과 및 활용방안 .....	2
<b>제2장 개념설계 및 상세설계</b> .....	
제1절 개발방안 .....	4
제2절 개념설계 .....	13
제3절 요인실험 .....	17
제4절 시스템설계 .....	22
제5절 상세설계 .....	23
<b>제3장 제작</b> .....	
제1절 공정도 .....	34
제2절 제작 .....	35
<b>제4장 시험 및 평가</b> .....	
제1절 운용 및 시험 요구조건 .....	43
제2절 운용 및 시험결과 .....	46
<b>제5장 결론</b> .....	
제1절 문제점 분석 및 처리결과 .....	47
제2절 총평 .....	48
<b>참고문헌</b> .....	
	49
<b>부록</b> .....	
부록1 기술 동향 분석 .....	50

# 제1장 과제목표 및 내용

## 제 1절 목적 및 배경

### 1. 과제개발의 목적

현재 초, 중, 고등학교부터 일반 대학교들에 걸쳐서 거의 모든 학교들의 칠판들은 모두 분필을 사용하고 있다. 하지만 건강에 대해 관심이 커져가고 있는 시대에 인체에 해로움을 주는 분필가루를 아무런 대책없이 마시고 있는 건 어리석은 행동이다. 그리고 칠판에 많이 쓰고 지우는 수업이라면 수업진행시에 많은 불편함과 사용되는 불필요한 시간을 없애는 것 또한 반드시 생각해서 해소시켜야 할 것이며, 키가 작은 사람이나 장애인들이 칠판을 편리하게 사용하기 위한 방안도 생각해 봐야 할 것이다. 그래서 블랙보드가 아닌 회전형 화이트보드 칠판을 제작함으로써 위의 제반사항을 해결하는데 목적을 두고 있다.

### 2. 과제개발 필요성

분필은 탄산칼슘 칼슘의 아세틸리드. 공업적으로는 석회와 탄소를 전기로에서 가열하여만들며, 순수한 것은 칼슘시아나미드와 탄소를 진공속에서 가열하여 만들며 특히 분필에 들어있다는 생석회의 경우에는 소다 공업 등에서의 산성 폐가스 포집제, 해수(海水) 마그네시아의 제조, 소독 등에 사용 하는데 이것은 강한 알칼리성 물질이며 피부 · 점막을 상하게 하므로 흡입하면 기관지염, 기관지 확장증, 기관지 천식, 폐기종, 진폐증, 폐결핵, 폐암 등의 질환을 유발할 수 있다.

**여전히 분필가루 날리는 교육현장**  
 법적 의무화불구 "비싸고 질 떨어진다" 친환경제품 구매 외면  
 일선학교 9.5%만 사용 학생 건강 악영향 우려

이경진 | lkj@kyeongin.com

유해한 분필사용을 줄이고 친환경제품 사용권고 기사

### 3. 시장현황

년 도	개 교	구입개수
2009년	443개 교	660개
2010년	272개 교	656개
2011년	60개 교	210개

라이프스타일 중 성취도전 문항들의 요인분석



연도별 전자칠판 구입 현황

요즘은 시대에 따라 상황에 따라 여러 가지 형태의 칠판들이 개발 되고 있으며 예로 들면 총기 난사사건에 대비한 방탄용 칠판, 터치스크린을 이용한 전자 칠판 등 여러 가지의 칠판들이 있고 그중에서 전자칠판은 기능에 따라 손 터치·판서가 가능하고 컴퓨터와 연결해 동영상·인터넷 등의 화면을 볼 수 있는 것으로 수많은 기능이 탑재되어 있다. 하지만 정작 대도시나 큰 도시들에 큰 학교들이 그나마 그러한 칠판들을 사용한다. 도내 학교들은 1 대당 100만~3천만원에 구입하고 부수적으로 컴퓨터·방송시설 설치 등에 수천만 원을 들인 것으로 나타났기 때문에 일반 학교들은 아직까지 분필로 쓰는 칠판을 사용하는 곳이 많으며 표1, 그림2. 에 보면 최근 3년간 전자칠판을 구매하는 학교의 수가 점차 감소하는 것으로 나타났다. 그러므로 아직까지는 전자 칠판 같은 고가의 칠판은 보급하기엔 현실상으로 어려운 실정에 있다.

## 제 2절 과제의 목표

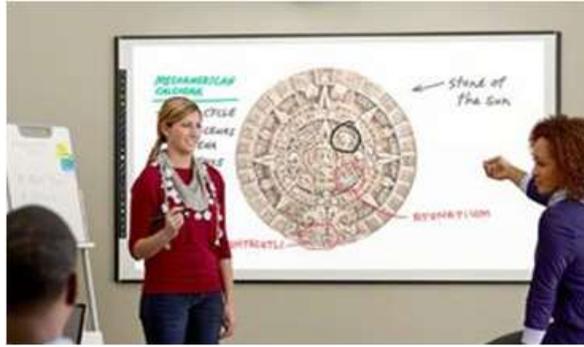
### 1. 과제의 목표

- 가. 쓰고 난 뒤에 지워야 하는 기존의 화이트보드 칠판에 비해 자동으로 지울 수 있도록 하여 보다 편리하게 지울 수 있도록 한다.
- 나. 칠판을 계속 오른쪽으로 움직이면서 빈 공간으로 써야 되는 불편함을 줄일 수 있도록 한다.
- 다. 특별한 사용 방법 없이 처음 사용하는 누구나 사용할 수 있도록 한다.
- 라. 한번 쓰고 버려야 하는 기존의 칠판지우개와는 달리 반영구적으로 지우개를 사용 할 수 있도록 한다.

## 제 3절 기대효과 및 활용방안

### 1. 과제의 기대효과

빔프로젝트와 연계 하여 사용할시 쓰고 지우는 불편함 없이, 옮기면서 써야 되는 불편함 없이 편하게 강의를 할 수 있으므로 좀 더 몰입도 높은 강의를 할 수 있는 데에 도움을 줄 것이다.



## 2. 과제의 실용성

가. 기존의 판형식인 화이트보드 판과는 달리 회전형으로 설계를 하여 칠판 면이 계속 회전하면서 지워질 수 있도록 하였다.

나. 3단 스위치를 사용하여 간단하게 사용할 수 있게 하였다

다. 그리고 지우개 롤의 천은 떼었다 붙였다 하기 쉬운 형태인 벨크로(찍찍이)를 사용해서 사용이 오래되었다 하더라도 교체가 용이 하도록 하였다.

## 제2장 개발 설계 및 상세 설계

### 제 1절 개발 방안

#### 1. 시장분석

##### 가. 양면 회전식 칠판

위와 같은 블랙 보드 자동칠판 지우개가 있으나 자동칠판 지우개는 물을 이용하여 닦으므로 물이 마를 때엔 사용하지 못한 불편함이 있으며 블랙보드에 물을 사용하여 닦음으로 인해서 분필의 흔적이 남으며 칠판의 수명이 단축되는 단점이 있다.



#### ③ 버튼 하나로 칠판 내용을 스마트하게 지운다…‘자동칠판지우개’

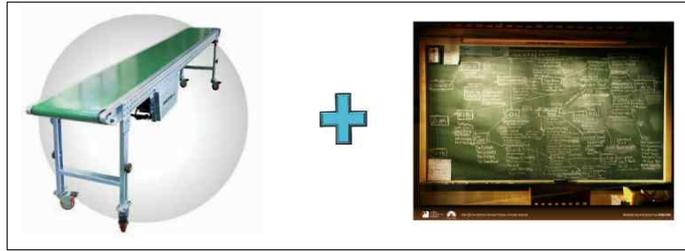
고교생들의 편안한 학교생활을 돕는 기발하고도 ‘스마트’한 아이템도 있다. 일명 ‘자동칠판지우개’가 그것. 자동칠판지우개는 버튼을 누르면 자동으로 좌우로 움직이며 칠판 위에 적힌 내용을 지우는 기기. 수업이 끝난 직후 칠판 한가득 적힌 필기내용을 힘들게 지울 필요가 없다. 그저 손끝으로 버튼 하나만 누르면 일사천리로 해결되는 것. 게다가 자동칠판지우개는 학생들의 건강에도 도움이 되는 일석이조 효과를 낸다. 수증기(물)를 분사해 필기 흔적을 닦아내는 방식이므로 분필가루가 교실에 날리지 않아 학생들의 ‘폐 건강’에 도움이 된다고.

하지만 이 신기한 기기에 단점이 하나 있다고 학생들은 귀뜸한다. 바로 학생들이 게을러진다는 것. 자동칠판지우개가 교실에 설치된 고교에 다니는 2학년 김모 군(17)은 “쉬는 시간에 칠판을 지우는 일이 없으니깐 학생들이 어느 순간부터 쉬는 시간에 아예 움직이려고 하질 않는다”면서 “하루에 한 번씩 자동칠판지우개 밑에 달린 조그마한 통에 물을 채워주기만 하면 되는데도 이마저도 귀찮아 물통이 빈 상태로 방치되는 경우가 더러 있다”고 전했다.

이승태 기자 stlee@donga.com

이영신 인턴기자 lys@donga.com

이런 단점을 보완하기 위하여 물을 이용하지 않고 닦으며 한 면만 사용하지 않고 양면을 사용하여 칠판사용범위를 확대 시키는 방향으로 개발한다.



#### 나. 프린터 스캐닝 방식(감열 방식)

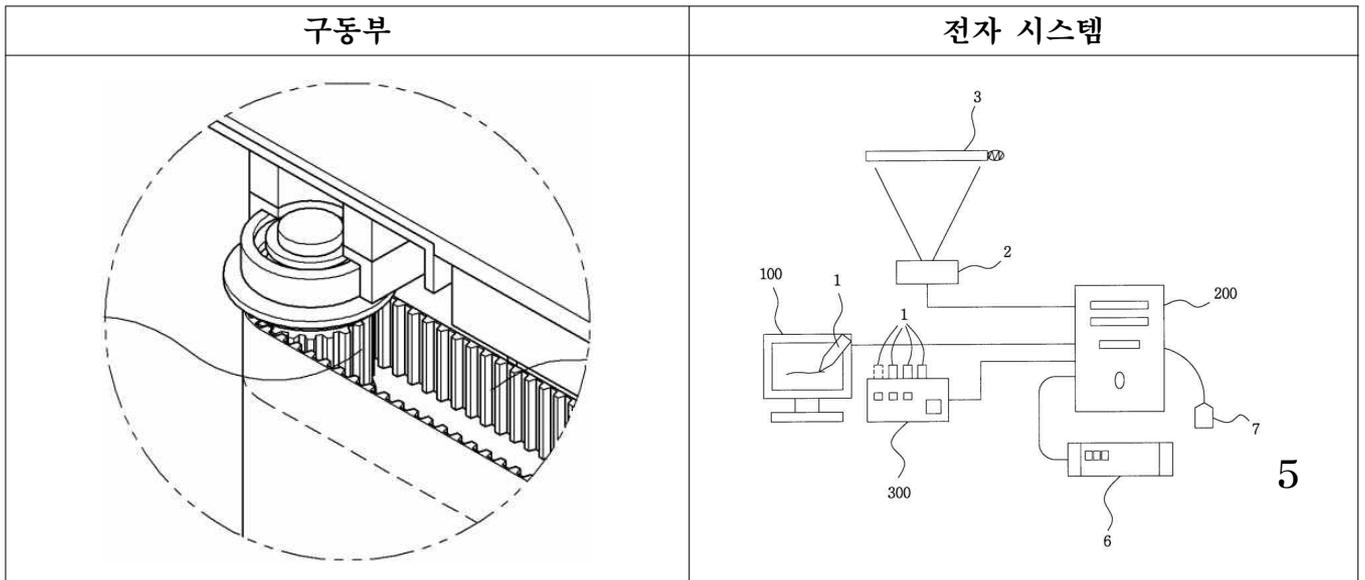
감열방식은 특수 처리된 열감응 용지의 표면에 인쇄기의 핀을 가열하여 부드럽게 접촉시키고, 가열된 부분이 변색하여 점으로 나타나게 하는 방법으로 문자 도형을 기록하는 방법으로, 일반적으로 롤형 용지를 사용한다.

- 형광등빛을 칠판에 비추면 화상에서 반사광이 나오는데 이것을 센서(sensor)가 전기 신호로 변환시킨다.
- 사용자의 PC와는 상관없이 기존의 아날로그 칠판처럼 사용자가 판서 또는 그림을 그린 것을 하단부의 프린터가 이를 스캐닝 하여 프린팅 또는 이미지 파일로 출력하는 방식을 사용
- USB를 이용하여 이미지 또는 PDF로 PC에 저장 할 수 있게 고안한다.

2. 특허 조사

그리고 기존의 컨베이어 장치 기술을 이용하여 철판이 돌아가면서 지워지는 방법을 접목시키기 위해 특허를 침해하지 않도록 특허 조사를 통해 특허가 등록된 것을 구분하여 철판을 고안한다.

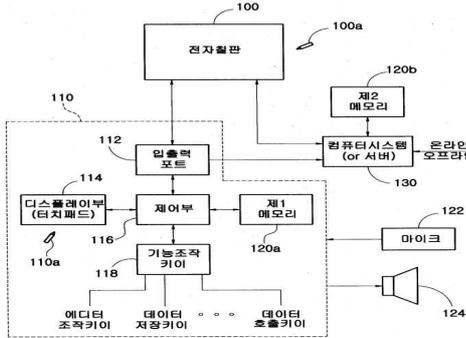
특허조사			
종류	특허이름	출원번호	최종처분
구동 시스템	다기능 자동화 철판	1020020015858	거절
	철판 자동 복사/청소 겸용 장치	2020010027804	소멸
	가동형 철판의 텐션장치	1009672530000	등록
	가동형 철판의 슬립방지장치	1020080038282	거절
	자동승강철판	1020090096533	거절
	오토크린 철판	1020000020958	등록
	워터크리닝 철판	1019980006688	거절
	크리닝 철판	1019980021198	취하
전자 시스템	전자철판 장치 및 그 제어방법	1020010058990	등록
	전자 철판과 전자노트를 가지는 학습시스템 및 그 이용방법	1020030016630	거절



# 특허조사

## 전자칠판과 전자노트를 가지는 학습시스템 및 그 이용방법

Teaching System having an Electronic blackboard and an Electronic Note and the using Method thereof

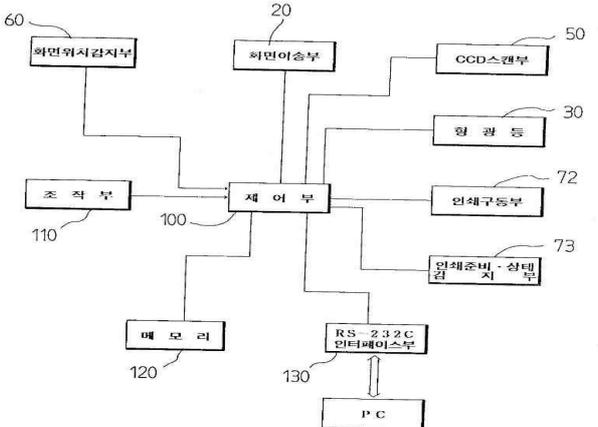


Int. CL	G06Q 50/20E0(2008.03) G06F 3/033(2006.01) G06F 9/44(2006.01)
출원번호(AN)/일자(AD)	1020030016630 (2003.03.17)
출원인	고재천
등록번호(GN)/일자(GD)	
공개번호(OPN)/일자(OPD)	1020040081998 (2004.09.23)
공고번호(PN)/일자(PD)	
국제출원번호(FN)/일자(FD)	
국제공개번호(FON)/일자(FOD)	
최종처분내용	거절결정(일반)
등록사항	거절

**요약** 본 발명은 전자칠판과 전자노트를 제공하고, 그 전자노트에 강의하고자 하는 내용을 입력하면 그 입력된 내용이 전자칠판에 실시간으로 디스플레이 되도록 한 전자칠판과 전자노트를 가지는 학습시스템 및 그 이용방법에 관한 것이다.

그러한 학습시스템은, 전자 칩의 필기 입력에 따라 상응하는 문자-도형 등의 데이터를 표시하며, 상기 데이터를 부호화하여 실시간으로 소형 컴퓨터 시스템에 전송하는 기능을 가지는 전자칠판과; 상기 전자칠판과 소정 전송프로토콜을 통한 유선/무선 매체를 매개로 상호 데이터 전송이 가능한 전자노트와; 상기 전자노트(전자칠판)와 연계되며 그 전자노트(전자칠판)로부터 발생된 기능선택 조작에 따라 기 저장된 데이터를 액세스하여 제공하는 메모리가 포함되어 구성되는 것에 의해 달성되며; 이에 따라 강의자가 수강생 방향의 전방을 주시하면서 강의를 할 수 있어 강의 효율의 향상을 기대할 수 있다.

## 카피보드



Int. CL	G09G 15/00(2006.01)
출원번호(AN)/일자(AD)	2019960021364 (1996.07.19)
출원인	한국에르나주식회사
등록번호(GN)/일자(GD)	2001387650000 (1998.12.08)
공개번호(OPN)/일자(OPD)	2019980009300 (1998.04.30)
공고번호(PN)/일자(PD)	(1999.04.01)
국제출원번호(FN)/일자(FD)	
국제공개번호(FON)/일자(FOD)	
최종처분내용	등록결정(일반)
등록사항	소명 (준속기간만료)(권리 변동 있음)

### [목적]

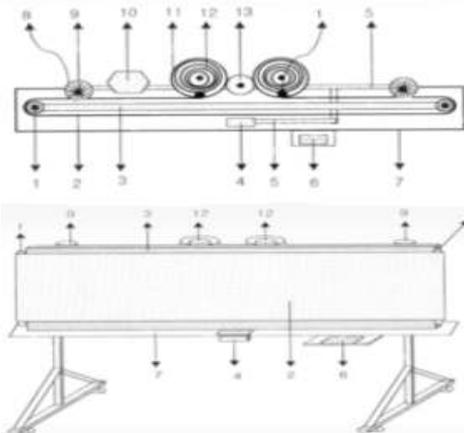
본 고안은 회의 또는 세미나 등에서 보드상에 기록한 내용을 간단히 인쇄시킬수 있는 카피보드를 제공하기 위한 것이다.

### [구성]

보드의 양측에 봉롤러(21,22)를 설치하여 화면을 이루는 화면필름(10)를 감아두고, 그 봉롤러를 회전시키는 모터를 설치하여 그 모터의 회전에 의해 화면을 이송시킬수 있도록 구성하며, 봉롤러의 일측에 조명용 형광등 및 반사경(40)을 세로로 설치하고, 그 반사경에서 반사된 화면정보를 읽어들이는 CCD 스캔장치를 설치하고, 그 스캔장치가 읽어들이는 내용을 열전사 인쇄방식으로 인쇄하는 인쇄장치를 설치하여 간단한 조작으로 화면의 내용을 A4용지로 인쇄할수 있도록 구성된다.

### 다기능 자동화 칠판

Multi Function Automatic Blackboard

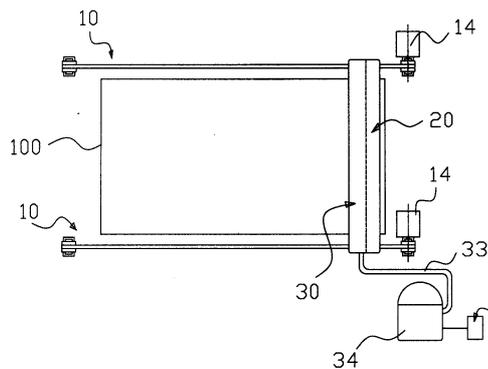


Int CL	B43L 1/08(2006,01)
출원번호(AN)/일자(AD)	1020020015858 (2002,03,23)
출원인	홍은희
등록번호(GN)/일자(GD)	
공개번호(OPN)/일자(OPD)	1020020033131 (2002,05,04)
공고번호(PN)/일자(PD)	
국제출원번호(FN)/일자(FD)	
국제공개번호(FON)/일자(FOD)	
최종저분내용	거절결정(일반)
등록사항	거절

**초록** 감을 수 있는 고정식 이동식 다기능 자동화 칠판이다. 분필가루의 날림을 방지하고 지우는 불필요한 시간을 줄이며 칠판면을 확장시켜 다양한 양식의 사용과 필기를 할 시간의 연장을 도모한다. 좌, 우로 이동하며 감을 수 있는 칠판의 면과, 각종 양식이 칠판에 인쇄되어 있고, 칠판에 기록한 부분의 특정위치를 찾을 수 있는 장치가 부착되고 리모콘을 사용할 수도 있으며, 자동화전지우개가 장착되고, 손지우개의 진동털이개가 부착되고 진공청소기가 달려 있다. 분필가루의 분진 방지와 칠판을 닦는 시간의 절약과 칠판면의 확장과 다양한 양식의 칠판 제공과 필기시간 연장의 효과. 자동화 칠판, 양식 칠판, 감는 칠판, 다기능 칠판, 지우개 진동 털이개, 자동 지우개, 리모트 콘트롤 칠판

### 칠판 자동 복사/청소 겸용장치

automatic board copying/cleaning apparatus

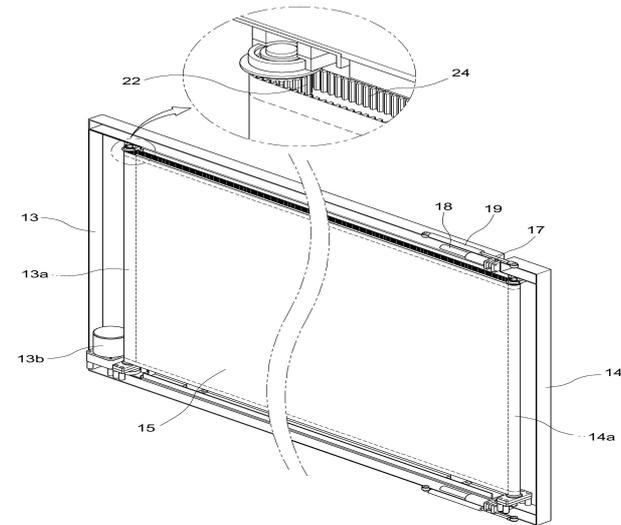


Int CL	B43L 1/00(2006,01)
출원번호(AN)/일자(AD)	2020010027804 (2001,09,11)
출원인	주식회사 하이브리드테크
등록번호(GN)/일자(GD)	2002577030000 (2001,12,04)
공개번호(OPN)/일자(OPD)	
공고번호(PN)/일자(PD)	(2001,12,24)
국제출원번호(FN)/일자(FD)	
국제공개번호(FON)/일자(FOD)	
최종저분내용	설정등록의뢰
등록사항	소명 (등록료불납) (권리 변동 있음)

**초록** 본 고안은 칠판 자동 복사/청소 겸용장치에 관한 것으로, 그 목적은 칠판에 기재된 사항을 실시간으로 스캔하여 컴퓨터로 전송/저장함으로써, 필기로 인한 번거로움을 제거하고, 수업집중력 및 학업열기를 향상시키며, 분필분진을 흡수하며 칠판에 기재된 사항을 자동으로 지워 강의실내의 환경을 쾌적하게 함과 동시에, 강의자 및 수강자의 건강을 보호할 수 있는 칠판 자동 복사/청소 겸용장치를 제공하는 것이다. 본 고안은 칠판의 상/하부 벽면에 칠판의 길이방향과 평행하게 각각 설치되는 레일부재; 상기 레일부재에 양단부가 각각 연결되고 레일부재를 따라 이동되는 마우스부와, 상기 마우스부내에 설치되고 칠판표면에 접촉되는 다수개의 지우개부와, 상기 마우스부의 일측과 일측단이 연결되는 연결통부와, 상기 연결통부의 또다른 일측단이 연결되는 흡입저장부를 구비하는 제거부재; 상기 마우스부의 일측에 일체형으로 형성되는 케이스부와, 상기 케이스부내에 설치되고 칠판에 기재된 사항을 반사하는 반사부와, 상기 케이스부내에 설치되고 반사부에 의해 반사된 칠판표면을 입력하는 디지털 카메라부와, 상기 디지털 카메라부의 신호를 전송받아 이를 디스플레이하는 컴퓨터 및 모니터를 구비하는 복사부재; 상기 칠판 일측의 벽면에 설치되고 레일부재, 제거부재, 복사부재를 작동하는 작동부재를 포함하여 구성되어 칠판의 기재사항을 자동으로 스캔 저장하고, 칠판표면을 자동으로 청소할 수 있는 칠판 자동 복사/청소 겸용장치를 제공함에 있다.

### 가동형 칠판의 슬립방지장치

Apparatus for preventing the slip of a movable board



Int CL	B43L 1/00(2006,01) B43L 1/02(2006,01)
출원번호(AN)/일자(AD)	1020080038282 (2008,04,24)
출원인	오성룡
등록번호(GN)/일자(GD)	
공개번호(OPN)/일자(OPD)	1020090112409 (2009,10,28)
공고번호(PN)/일자(PD)	
국제출원번호(FN)/일자(FD)	
국제공개번호(FON)/일자(FOD)	
최종저분내용	거절결정(일반)
등록사항	거절

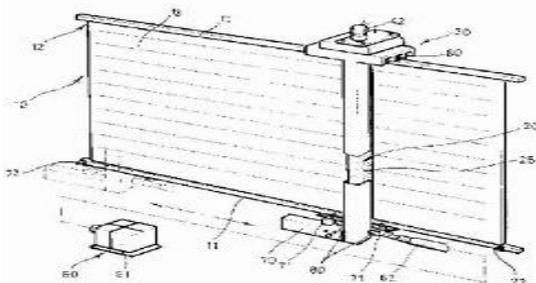
**요약** 본 발명은 무한궤도로 움직이는 가동형 칠판에 있어서 장력의 느슨함에 의해 로울러에 밀착되지 못하고 슬립되는 현상을 미연에 방지하기 위해 로울러와 칠판부재간의 권취구조를 개선한 가동형 칠판의 슬립방지장치에 관한 것이다.

이에 따른 본 발명은, 한 쌍의 로울러부재에 무한궤도형으로 권취되고, 모터의 회전동력에 의해 궤도상으로 가동되는 벨트식 판부재를 갖는 가동형 칠판에 있어서, 상기 한 쌍의 로울러부재의 상단 및 하단에 각각 고정 설치되는 타이밍 기어와; 상기 타이밍 기어와 대응하는 위치의 상기 벨트식 판부재의 상부 및 하부 끝단에 타이밍 기어와 치합하는 기어결합구조를 갖고, 벨트식 판부재와의 고정부착구조에 의해 벨트식 판부재를 고정하는 타이밍 벨트를 포함하여 구성된 것이다.

로울러, 가동형 칠판, 벨트식 판부재, 타이밍기어, 타이밍벨트, 벨크로테이프

### 크리닝 칠판

CLEANING BLACKBOARD



Int CL	B43L 1/04(2006,01)
출원번호(AN)/일자(AD)	1019980021198 (1998,06,09)
출원인	이종필
등록번호(GN)/일자(GD)	
공개번호(OPN)/일자(OPD)	1020000001128 (2000,01,15)
공고번호(PN)/일자(PD)	
국제출원번호(FN)/일자(FD)	
국제공개번호(FON)/일자(FOD)	
최종저분내용	취하(심사미청구)
등록사항	취하

**요약** 본 발명은 크리닝 칠판에 관한 것으로, 칠판보호틀체(11)에 소정의 전방을 향하여 개방부(12)가 트여져 판서면(13)이 노출되는 칠판(10)과, 상기 칠판(10)의 일측부에 위치되어 선택적으로 황으로 이동되며 판서면(13)을 닦을 수 있도록, 내측으로는 물체에 다수개의 흡입홀(22)이 형성된 지지관(21)이 구비되고, 상기 지지관(21)의 상부에는 고정축(23)에 의해 종동기어(24)가 축지되어지며, 상기 지지관(21)의 외측부로는 칠판(10)의 판서면(13)을 닦을 수 있도록 설치되는 크리닝 부재(20)와, 상기 크리닝 부재(20)가 칠판(10)의 일측부에 수직으로 위치되도록, 상부와 하부에 형성된 칠판보호틀체(11)에 설치되는 가이드부(30)와, 상기 가이드부(30)에 설치된 크리닝 부재(20)를 선택적으로 황으로 이동되면서 회전되어, 판서면(13)을 닦을 수 있도록, 상부에는 모터(42)가 위치되고, 상기 모터(42)의 하부에는 종동기어(24)와 치차결합되어 크리닝 부재(20)를 회전시키는 주동기어(41)가 모터축(43)에 축지되며, 상기 주동기어(41)의 하부에는 제 1 기어(44)가 설치된 회전부(40)와, 상기 회전부(40)에 의해 회전되는 크리닝 부재(20)가 회전되면서 황으로 이동될 수 있도록, 상기 주동기어(41)의 하측에 설치된 제 2 기어(45)의 일측에는 제 2 기어(52)가 구비되고, 상기 제 2 기어(52)의 일측에는 상부에 제 3 기어(52)가 위치되며, 하부에는 피니언 기어(53)가 형성되어, 상기 칠판보호틀체(11)의 후측에 황으로 설치되는 레크부(54)에 피니언 기어(53)가 치차 결합되어 크리닝 부재(20)를 이동시키는 이송부(50)와, 상기 크리닝 부재(20)가 칠판(10)의 판서면(13)을 닦으면서 발생하는 분필가루를 흡입한후 처리할 수 있도록, 상기 크리닝 부재(20)의 내측에 형성되는 지지관(21)의 하부에 설치되는 집진부(60)와, 상기 크리닝 부재(20)가 이송부(50) 및 회전부(40)의 구동에 의해 작동되도록 전원공급 및 전기적인 신호를 제어할 수 있도록 칠판(10)의 일측부에 설치되는 스위치부(70)로 구성되므로 짧은 시간에 판서면(13)을 닦을 수 있으며, 분필가루의 비산도 방지할 수 있는 것이다.

그러므로, 상품성 및 편의성을 향상시킬 수 있는 매우 유용한 발명인 것이다.

### 3. 기존 / 관련제품 조사

기존 / 관련제품 조사를 하여 동일한 기술을 이용하는 제품을 개발하지 않도록 고안한다.

제품명	삼색칠판		
품종	무반사유리 전자칠판	출시국	국내
생산자	(주)삼색OD	출시년도	2012년도
사진 및 요약	 <p>2012 KES] 스마트 교육 문화를 이끄는 차세대 칠판 스마트 시대를 맞아 전통적 교구의 대명사인 칠판이 진화하고 있다. PC와 연동해 디지털 교육 콘텐츠를 표시할 수 있는 전자칠판이 바로 그것으로, 학교나 학원, 그리고 각종 세미나 기관을 중심으로 보급이 확대되고 있다. (주)삼색OD가 출품한 무반사유리 전자칠판 (MAGIC BOARD)은 평상시에는 일반칠판, PC를 연결하면 전자칠판으로 쓸 수 있는 제품이다. 무반사유리 채용으로 뒷자리와 옆자리에서도 잘 보이며, 프로젝터 영상 위에 직접 판서도 가능하다. 투영되는 PC 영상 위에 손 또는 펜 등의 빛 차단 물체를 통해 실시간 터치가 가능하며, 클릭 및 드래그 동작으로 PC 자료를 손쉽게 활용, 다양한 방식의 강의가 가능하다. 또한, 학생들은 미리 작성된 교안, 강의진행, 판서, 동영상 등을 실시간으로 PC에 저장하고 인터넷을 통해 다운로드하여 가정에서도 복습이 가능한 점도 특징이다. 또한, 본 제품은 좌우에 보조칠판을 장착해야 판서를 할 수 있는 PDP/LCD형 전자칠판과 달리 넓은 공간 전체를 판서 공간으로 활용할 수 있으며, 상대적으로 구축비용도 저렴하다. (주)삼색OD는 일반 강의실 및 멀티미디어 학습실, 체험교육관 등의 교육기관뿐 아니라 기업, 관공서, 군부대 등 프레젠테이션이 필요한 기관 전반을 상대로 무반사유리 전자칠판의 보급을 진행하는 중이다.</p>		
키워드	무반사유리 전자칠판		
유사점	칠판의 전자동화 기술		
차별점	위의 제품은 스크린의 개선으로, 센서를 이용한 터치스크린 기술을 활용하였고 우리가 만들 제품은 외형의 자동화를 컨베이어 벨트 원리를 활용하여 자동으로 지워지도록 구상한 점이 다르다.		
출처	글 / IT동아 편집부(it.donga.com/11289)		

제품명	레이저 터치스크린		
품종	레이저 터치스크린	출시국	국내
생산자	(주)이디디홀딩스	출시년도	2013년
사진 및 요약	 <p>(주)이디디홀딩스와 코스닥 상장회사인 이디디컴퍼니(주)가 세계최초로 개발된 레이저 터치스크린 사업에 공동으로 진출한다. 이디디홀딩스와 이디디컴퍼니에 따르면 레이저 방식의 터치센서 기술은 (주)스마트센스테크놀러지가 이디디홀딩스의 지원을 받아 개발을 완료했으며 지난해 12월부터 1년여에 걸쳐 삼성전자(주) VD 사업부와 터치센서전자철판에 대한 제품시연회 등을 거쳐 제품상용화를 눈앞에 두고 있다.</p> <p>이 제품은 기존의 카메라 또는 자외선 어레이를 이용하는 광학식 터치 센서에 비해 정밀도 및 필기감이 뛰어나 일반 마커펜 정도의 가는 두께로도 필기가 가능하다. 또 기존의 광학식 터치 방식의 최대 단점으로 지적되고 있는 단일 모듈화에 성공해 화면 크기에 따른 제조 원가 상승률을 획기적으로 절감했다. 특히 제품에 사용되는 레이저 방식 터치 센서는 레이저 평면을 만드는 모듈(module)과 레이저를 효율적으로 반사시켜주는 재귀반사띠(reflection bar)로 구성된다. 이러한 레이저터치스크린 기술은 최근 출시된 터치스크린에 최적화된 운영체제인 WINDOWS 8에 적용이 가능하다. 또한 기존 모니터에 덧붙여 터치스크린으로 활용할 수 있는 오버레이(Overlay) 제품을 생산하는데 유리하기 때문에 향후 터치스크린 범용화에 큰 영향을 끼칠 것이다. 그리고 레이저방식의 터치센서 기술은 전자철판 뿐만 아니라 일반 PC 모니터와 스마트 TV에도 적용이 가능하다” 고 설명했다.</p>		
키워드	레이저 터치스크린, 터치센서 기술, 전자철판		
유사점	철판의 전자동화 기술		
차별점	위의 제품은 스크린의 개선으로, 센서를 이용한 터치스크린 기술을 활용하였고 우리가 만들 제품은 외형의 자동화를 컨베이어 벨트 원리를 활용하여 자동으로 지워지도록 구상한 점이 다르다.		
출처	머니투데이 생활뉴스 ( <a href="http://www.mt.co.kr/view/mtview.php?type=1&amp;no=2012121810530521926&amp;outlink=1">http://www.mt.co.kr/view/mtview.php?type=1&amp;no=2012121810530521926&amp;outlink=1</a> )		

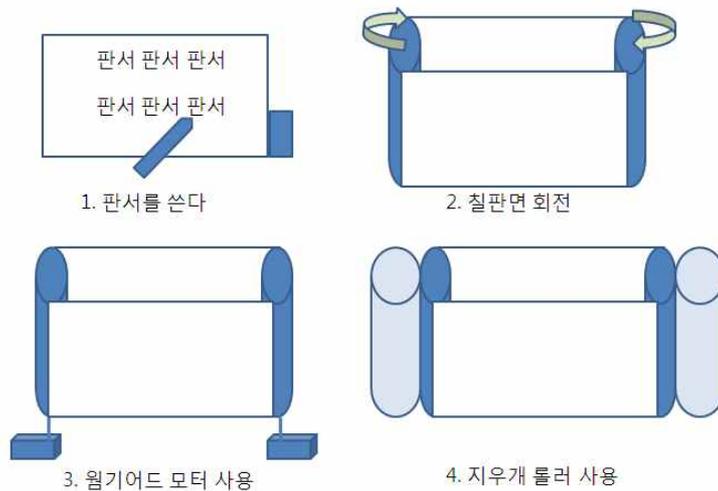
제품명	물 세척 칠판		
품종	물 세척 칠판	출시국	국내
생산자	한국흑판교재(주)	출시년도	2008.12.16
사진 및 요약	 <p>판면을 물로 자동 세척하기 때문에 분필가루가 전혀 날리지 않고, 칠판면의 미세 틈새까지 깨끗하게 지워지므로 글씨체가 선명하게 보인다. 무광의 녹색판면이 시력보호에 적합하고 빛을 흡수하므로 난반사가 없으며, 기존의 분필을 사용하여 판서하므로 비용이 절감되는 효과가 있다. 판서시 판면에 미끄럼이 없고 분필가루는 물통에 침전되므로 교실 내에서 발생하고 있는 분진, 미세먼지를 줄일 수 있는 친환경 제품이다.</p>		
키워드	물 세척 자동지우개		
유사점	칠판의 자동식 지움 기술.		
차별점	우리가 만들 제품은 칠판이 컨베이어형식으로 돌아가면서 자동으로 글씨가 지워질 수 있도록 고정 지우개를 양면에 설치했고, 칠판이 돌아가기 때문에 한정된 공간에서 더 넓게 판서 공간을 활용해서 좀 더 효율적인 수업진행이 가능토록 했다.		
출처	<a href="http://www.chalkboard.co.kr/func/pr1_int2.html">http://www.chalkboard.co.kr/func/pr1_int2.html</a> (한국흑판교재주식회사)		

## 제 2절 개념설계

### 1. 구현 시나리오

사람이 회전형 칠판에 글씨를 쓰고 난 후 필기 공간이 부족하면 컨베이어가 벨트를 이동시키는 방식을 활용하여 스위치로 모터를 좌우로 회전시켜 칠판 뒷면을 판서를 쓸 공간으로 당겨오게 한다. 회전할시 마찰이 큰 지우개 롤에 의해 판서 쓴 공간이 뒷면으로 넘어가기 전에 지워지게 된다.

축을 회전시키기 위해 양측에 모터를 구동시키며 공간을 축소하기 위해 워기어드 모터를 활용하여 밀 공간을 축소 시켰으며 기어비가 큰 워기어드 모터를 사용하여 출력을 높였다. 지우개 또한 롤러를 사용한 이유는 일반 면으로 지울시 지우개의 면적이 좁아 빠른 시간에 지우개가 닳아 지게 한다. 그리므로 롤러에 지우개를 부착시켜 마찰 면을 한정된 공간에서 효율적이게 증가시키게 하였다.

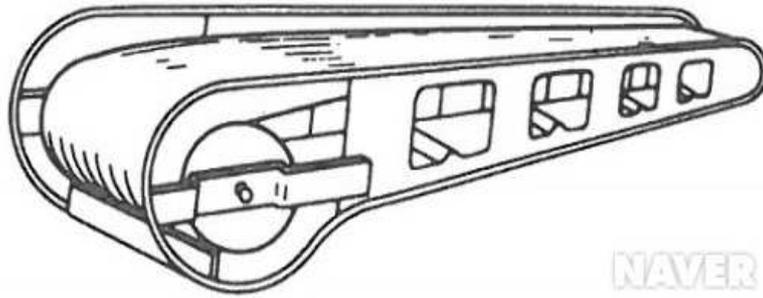


### 2. 이론적 배경

#### 가. 컨베이어 (Conveyor)

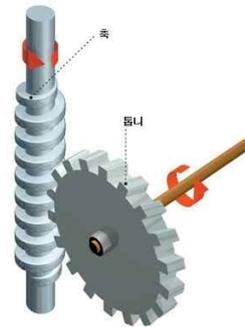
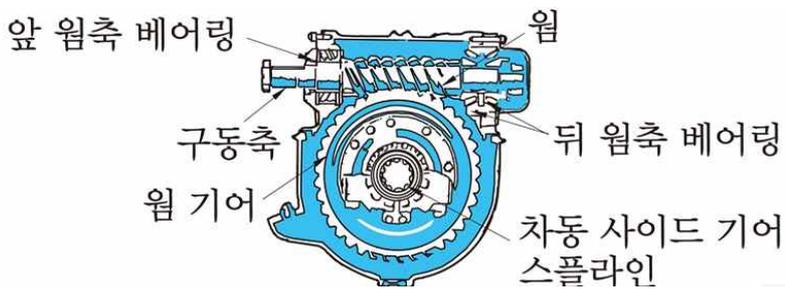
롤러를 순환시켜 수평으로 물건을 싣는 컨베이어<sup>1)</sup>이지만 세워 구동시킴. 컨베이어벨트를 세로로 세워 칠판에 접촉 시킨다. 필기공간도 늘어날 뿐 아니라 좌, 우 구동 및 정지할 수 있어 편리하다.

1) 벨트를 활차에 의해 순환시켜 벨트에 낮은 물품을 주로 수평으로 운반하는 연속 운반 장치, 공장, 상점, 백화점에서의 재료·물품의 상품 운반, 혹은 시공 현장에서의 토사, 골재, 콘크리트의 운반 등에 사용된다.



나. 웜 기어드 모터 (Worm geared motor)

일반 모터를 사용할시 모터로 축을 구동시켜야 하나 축을 구동시키려면 모터를 세워야한다. 서브 기어를 사용하여도 되나 불필요한 공간이 많이 생기므로 세로 부피가 작고 기어비가 큰 웜기어드 모터<sup>2)</sup> 를 사용하는 것이 바람직하다.



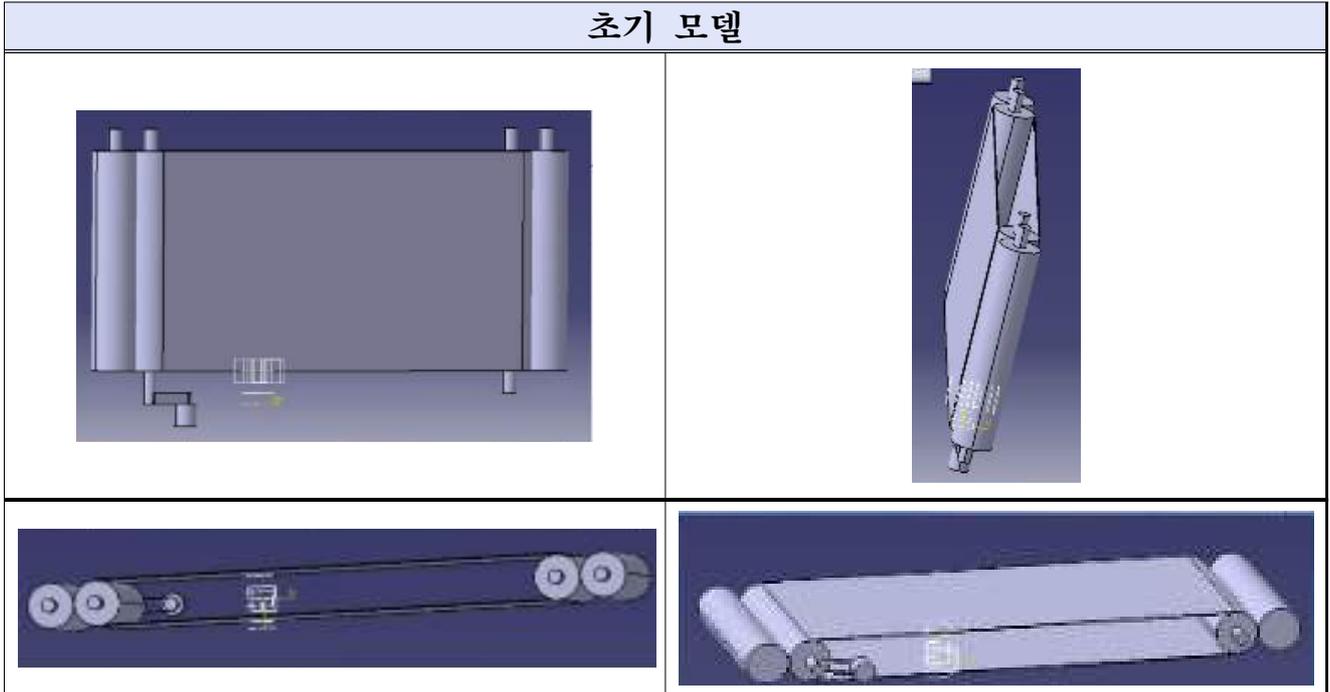
그림에서와 같이 구동축을 돌리면 웜기어로 인해 구동축이 돌아가게 하는 모터기술을 활용하였다.

2) 2개의 직교하는 축 사이에서 회전 속도를 낮추는 일방 기어 장치(오직 나사만 바퀴를 움직일 수 있다). 특히 자동차 산업에서 사용된다(토션 차등 장치).

### 3. 기존 제품 및 초기 모델의 실패 분석

#### 가. 초기 모델 고안

- 초기 모델 설계  
CATIA 사용



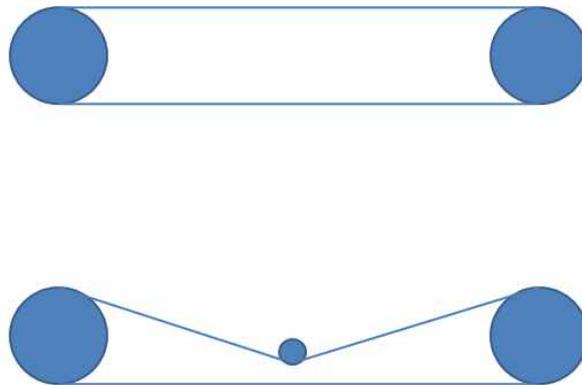
좌우의 롤에 벨트를 끼우고 롤 과 모터를 타이밍 벨트로 연결시켜서 모터가 동작하면 롤이 돌아 벨트가 움직이는 형상으로 고안 하며 좌우롤 옆에 지우개 롤이 1개씩 있는 모습으로 모델 설계

#### 나. 초기 모델 문제점 분석

- 모터가 동작하면 롤으로 연결 시켜주는 타이밍 벨트(timing belt)를 거쳐 롤과 롤 사이 롤 이동하는 벨트까지 가는데에 불필요한 과정이 많아서 힘이 많이 소실됨
- 벨트를 최대한 팽팽하게 하여 설치하면 칠판면을 잘 쓸수 있것이라 고안 했지만 팽팽하게 설치하여도 벨트위에 필서를 할때마다 흔들렸다
- 벨트를 팽팽하게 하여 설치를 하여도 모터를 작동시키면 벨트가 돌면서 아래로 흘러 내렸다
- 좌우에 롤이 2개씩 있으므로 칠판면이 상대적으로 작아진다
- 지우개를 하단 부분에 댐퍼(damper)를 설치하여 마찰력을 높여서 지우는 방식을 고안 했지만 잘 지워지지 않았다

다. 해결 방안

- 타이밍 벨트(timing belt)를 이용하지 않고 바로 축에 동력을 전달할 수 있도록 축과 모터를 커플러(coupler)를 이용해 연결
- 벨트위에 판서를 할 때에 뒤에서 받쳐줄 수 있는 판을 롤과 롤 사이에 설치
- 두 개의 롤을 이용하여 팽팽하게 되는 것에 벨트 뒷면에 보강 축을 설치하여 벨트의 장력을 높였다.



< 그림 I -16 > 벨트 뒤 고정 축

- 칠판면의 면적을 넓히기 위해 지우개 1개를 제거
- 벨트면과 지우개 롤이 닿는 부분이 더욱 잘 지워질 수 있도록 지우개를 하단 부분에 댐퍼가 아닌 모터를 설치

4. 전체 일정

개발 내용	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
주제 도출									
관련자료 조사									
프레임 제작									
부품 및 설치									
실 험									
평 가									
해 석									
보고서 작성									

	역할
박지훈	팀을 총괄함으로서 최종 시제품 제작 및 보고서 작성까지 리더의 역할을 수행
김재홍	CAD를 이용한 2D 도면화 작업
정현교	시제품 제작, 디자인 구상 및 제품의 CAE 해석/프레임 계산, 보고서 작성을 담당
김상동	시제품 제작, 특허 조사, 바인더 담당

### 제 3절 요인시험

#### 1. 재료 및 방법

##### 가. 아래판 분석 및 선택

	특성
AL-6049	표면 처리성, 내식성이 우수하며, 중간정도 강도, T6인것은 연강과 비슷하고 냉간 가공성은 양호하며 차량용재, 선박용재, 기계부품, 각종 구조재에 사용
AL-7075	가격은 AL6061보다 비싸지만, 좀더 높은 강도를 요구하는 곳에 사용 절삭성이 우수하며, 항공기 용재, 구조재, 운동기기, 고속회전체등에 사용

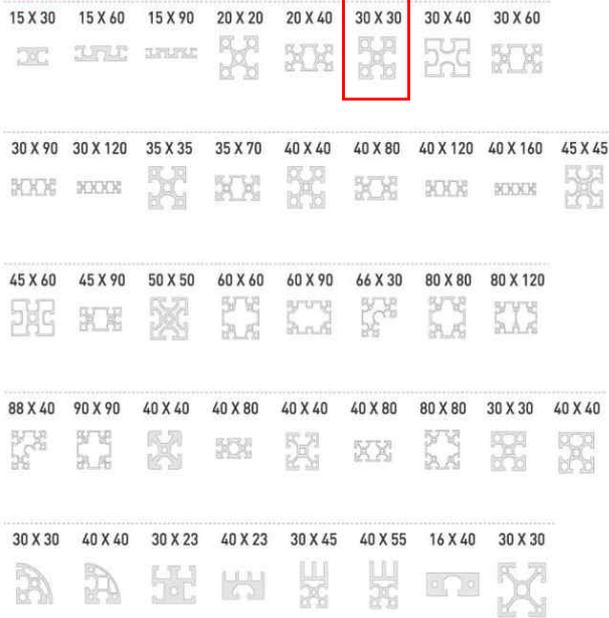
	AL-6049	AL-7075
인장강도(kg/m <sup>2</sup> )	열처리 T4: 21 이상 열처리 T6: 30 이상	열처리 T6: 54 이상
항복강도(kg/m <sup>2</sup> )	열처리 T4: 11 이상 열처리 T6: 25 이상	열처리 T6: 47 이상
신율(%)	열처리 T4: 18 이상 열처리 T6: 10 이상	열처리 T4: 7 이상 열처리 T6: 10 이상

둘 다 알루미늄의 재질이지만 내식성이 우수하며 가공성과 구조재에 사용하기 좋으면서 가격이 보다 저렴한 AL-6049를 사용하기로 선택하였다

나. 프레임

- 최대한 칠판의 두께는 얇고 가벼울 수 있도록 제작을 한다

- 시장조사



다. 롤

벨트를 팽팽하게 당겼을 때 벨트의 장력으로 인해 변형이 일어나지 않는 재질로 제작한다.



아크릴 파이프를 사용하기로 구상 하였으나 약한 강도를 가지고 있어 벨트의 강한 장력을 계속 하여 견딜 수 없을 것으로 예상 하여 좀더 강도가 높은 pvc 파이프를 사용하기로 결정하였다

라. 롤 뚜껑

- 롤 뚜껑도 아크릴을 가공하여 사용하고자 구상 하였지만 아크릴의 가공이 어려워 가공비가 많이 비쌌고 강도가 약하여 잘 깨질 우려가 있어 pvc 재질의 롤 뚜껑을 제작하기로 한다

■ PVC(VG1, VG2)



규격(D×t)	설계가(VG1)	규격(D×t)	설계가(VG2)	공급가
30×3.1	4,553	35×1.8	3,016	
40×3.6	6,644	40×1.8	3,469	
50×4.1	9,425	50×1.8	4,376	
65×4.1	12,138	65×2.2	6,930	
75×5.5	18,497	75×2.7	9,736	
100×6.6	28,636	100×3.1	14,591	
125×7.0	37,519	125×4.1	23,008	
150×8.9	56,288	150×5.1	33,104	
200×10.3	85,084	200×6.5	55,205	
250×12.7	130,040	250×7.8	81,967	
		300×9.2	115,088	

(4m=1본당 가격)

C-PVC PIPE & FITTINGS



파이프에서 가장 싼 2가지의 제품을 두고 고려한 결과 충격에 쉽게 손상될 수 있는 C-PVC (흔히 말하는 흑 파이프) 보다는 강한 충격을 견딜 수 있는 PVC파이프(백파이프)를 선정하였다.

마. 벨트

벨트의 사용으로는 컨베이어 벨트(conveyor belt)를 사용하고자 하였다. 컨베이어 벨트의 종류로는 지지벨트, 주루목 벨트, RT 벨트, 테프론 메쉬 벨트, PVC 컨베이어 벨트, 콘베이어 벨트, 갈매기 벨트, 고무판 등 여러 종류의 벨트가 있다.

우리는 이 수 많은 벨트 중에서 PVC 컨베이어 벨트를 선택하였다. 그 이유는 이 PVC 컨베이어 벨트는 가공성이 좋으며 높은 내마모성이 있어 반영구적으로 사용할 수 있으며 주로 소형 컨베이어 라인에서 사용하기 때문에 간단한 컨베이어 형식의 칠판 제작에 적합하기 때문이다

바. 앞판

앞판사용으로 알루미늄판과 PVC판을 생각하였다.

PVC판은 용접이 가능하고 제품의 완성도가 아크릴이나 PC보다 높으며 대형 기계장비에 들어간다. 또한 내식성, 내약품성, 내유성이 우수하고, 무독, 무취하는 특징이 있다. 하지만 PVC판을 세우고 위에 글씨를 쓰는 것처럼 눌렀을 경우 판이 울렁이므로 뒤에 보강을 해야 하는데 그럼 철판의 두께가 두꺼워 질뿐만 아니라 철판의 무게도 무거워질 우려가 있다.

그래서 중량이 가벼우면서 신축률도 적은 알루미늄판을 선택하였다.

사. 모터

모터를 한정된 프레임에서 일반 모터를 사용할 시 철판을 활용할 수 있는 면적이 비효율적으로 줄어들게 된다. 그 불필요한 면적을 줄이기 위해 선정된 모터가 워기어 모터와 워 감속기 기어를 사용하는 방법이다. 하지만 워 감속기 기어를 모터에 연결하여 설치할 경우 워기어 모터를 사용할 경우보다 불필요한 공간이 넓었다.

시중에서 값싸고 편하게 구할 수 있는 모터 2종을 비교하여 선정하여 분석하였다.

<p>워기어드 윈도우모터 DWL-UT404122</p>	<p>워기어드 와이퍼모터 DWG-RL4267-12V-P (플라스틱 기어형)</p>
	



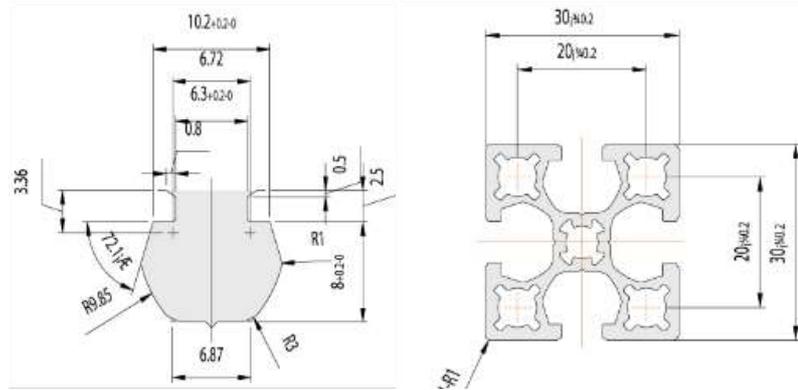
## 제 4절 시스템설계

### 1. 사양 및 요구조건

가. 전체적인 프레임은 프로파일 알루미늄 재질로 하고 두께는 30T로 정한다

나. 프레임의 외형 규격은 사각형 box 형태로 가로 1200×200(mm)으로 한다.

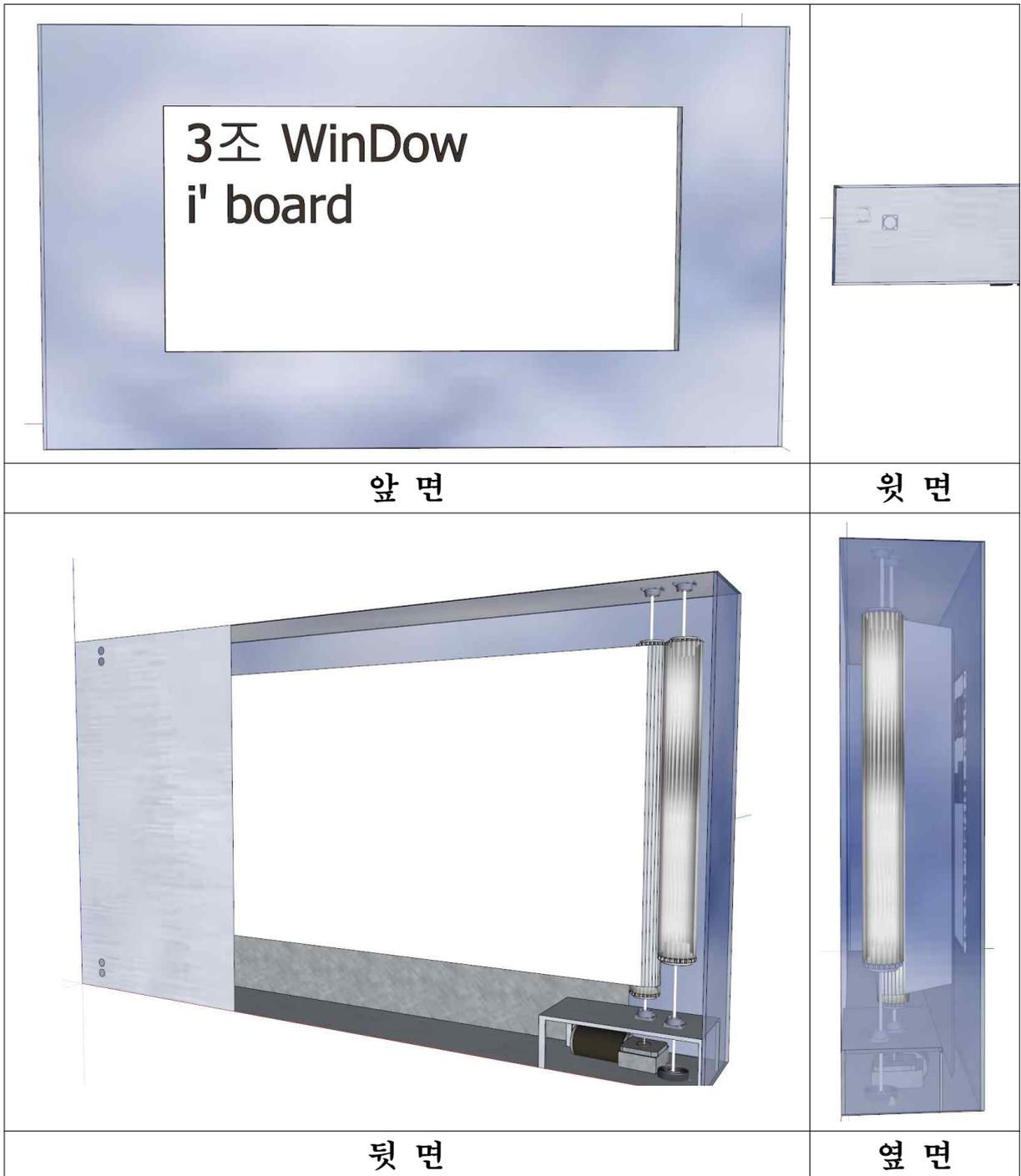
다. 밑면부터 윗면까지는 높이 800(mm) 로 한다.

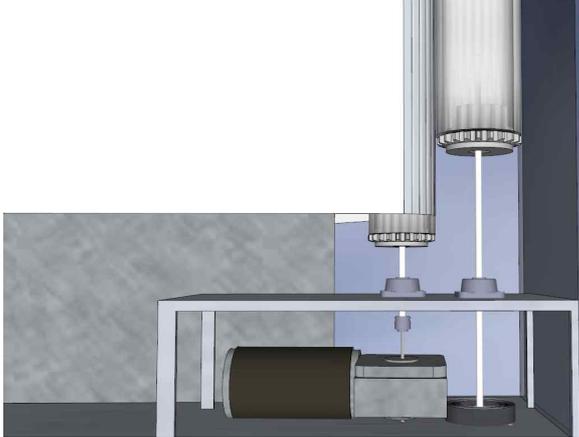
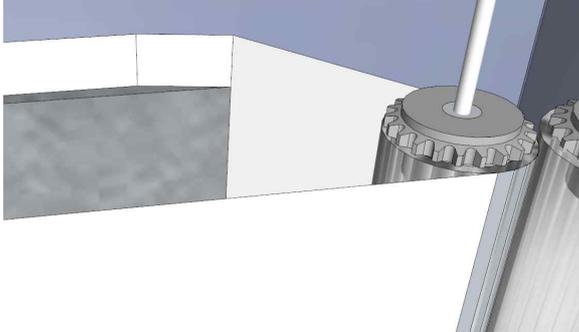


라. 철판 면은 가로 950×630(mm)으로 한다.

제5절 상세설계

1. 형상 모델링 (3D)



	<p>위, 아래 구멍이 있어 벽에 걸 수 있도록 제작</p>
	<p>윗판에 베어링 설치</p>
	<p>모터와 축이 커플러에 연결</p>
	<p>벨트뒤 앞판설치</p>

## 2. 설계 및 구조해석

### 가. 아래판

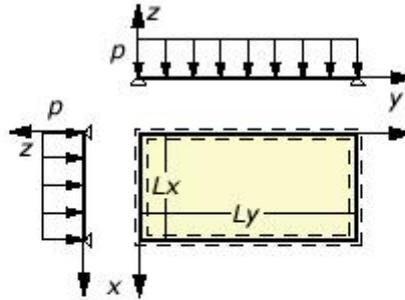
#### 1) 설계

가로  $1200 \times 200(\text{mm})$ , 2T 알루미늄판으로 제작

#### 2) 평판 처짐 및 응력 계산

분포하중 30Kgf가 밑 알루미늄 평판에 작용할 때 견딜 최대 하중과 처짐

##### ① 30Kgf가 $1200 \times 200(\text{mm})$ 에 작용할 때



#### Inputs

Loading:	Uniform loading $p =$ <input type="text" value="0.0125"/> <input type="text" value="kgf/cm^2"/>
Geometry:	Width $L_x =$ <input type="text" value="200"/> <input type="text" value="mm"/>
	Length $L_y =$ <input type="text" value="1200"/>
	Thickness $h =$ <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="mm"/>
Material:	Young's modulus $E =$ <input type="text" value="703604.187"/> <input type="text" value="kgf/cm^2"/>
	Poisson's ratio $\nu =$ <input type="text" value="0.33"/>
Output:	Unit of displacement $w =$ <input type="text" value="mm"/>
	Unit of stress $\sigma =$ <input type="text" value="MPa"/>
	Terms in x direction ( $m$ ) = <input type="text" value="2"/>
	Terms in y direction ( $n$ ) = <input type="text" value="2"/>

계산식을 나열하면

### A) 처짐

#### Displacement

$$w(x,y) = \frac{16p}{\pi^6 D} \sum_{m=1,3,5,\dots}^{\infty} \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{\sin\left(\frac{m\pi x}{L_x}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{L_y}\right)}{mn \left[ \left(\frac{m}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{n}{L_y}\right)^2 \right]^2}$$

$$w_{max} = w(l_x/2, l_y/2) = 0.136872823039 \text{ mm} \approx 0.137 \text{ mm}$$

The above displacement is based on the first  $2 \times 2 = 4$  terms of the series solution.

처짐이 0.137mm이다.

### B) 응력

#### Stress

$$M_x(x,y) = \frac{16p}{\pi^4} \sum_{m=1,3,5,\dots}^{\infty} \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \left[ \left(\frac{m}{L_x}\right)^2 + \nu \left(\frac{n}{L_y}\right)^2 \right] \frac{\sin\left(\frac{m\pi x}{L_x}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{L_y}\right)}{mn \left[ \left(\frac{m}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{n}{L_y}\right)^2 \right]^2}$$

$$M_y(x,y) = \frac{16p}{\pi^4} \sum_{m=1,3,5,\dots}^{\infty} \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \left[ \nu \left(\frac{m}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{n}{L_y}\right)^2 \right] \frac{\sin\left(\frac{m\pi x}{L_x}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{L_y}\right)}{mn \left[ \left(\frac{m}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{n}{L_y}\right)^2 \right]^2}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{Max} &= \text{Max} \left[ \sigma_x \left( \frac{L_x}{2}, \frac{L_y}{2}, \pm \frac{h}{2} \right), \sigma_y \left( \frac{L_x}{2}, \frac{L_y}{2}, \pm \frac{h}{2} \right) \right] \\ &= \frac{6}{h^2} \text{Max} \left[ M_x \left( \frac{L_x}{2}, \frac{L_y}{2} \right), M_y \left( \frac{L_x}{2}, \frac{L_y}{2} \right) \right] \end{aligned}$$

$$\sigma_{max} = \sigma_x(x = l_x/2, y = l_y/2, z = \pm h/2) = 3.75513856276 \text{ MPa} \approx 3.76 \text{ MPa}$$

3.76MPa의 응력이 주어진다.

### 3) Ansys 해석

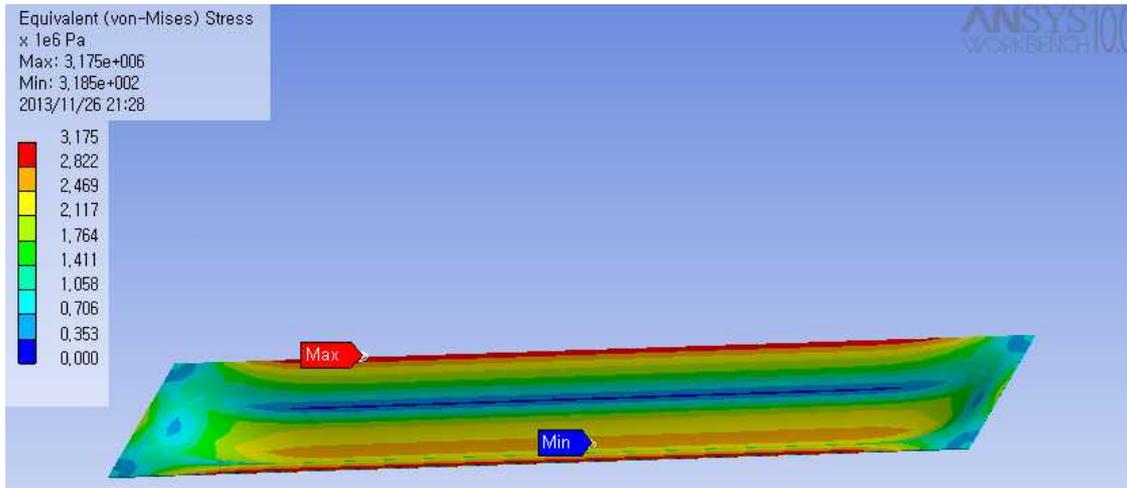
#### ① environment

옆면이 프레임에 고정되었다고 가정한 후 아래 방향으로 300N의 힘을 주었다.

② 기계적 물성치 (Aluminum)

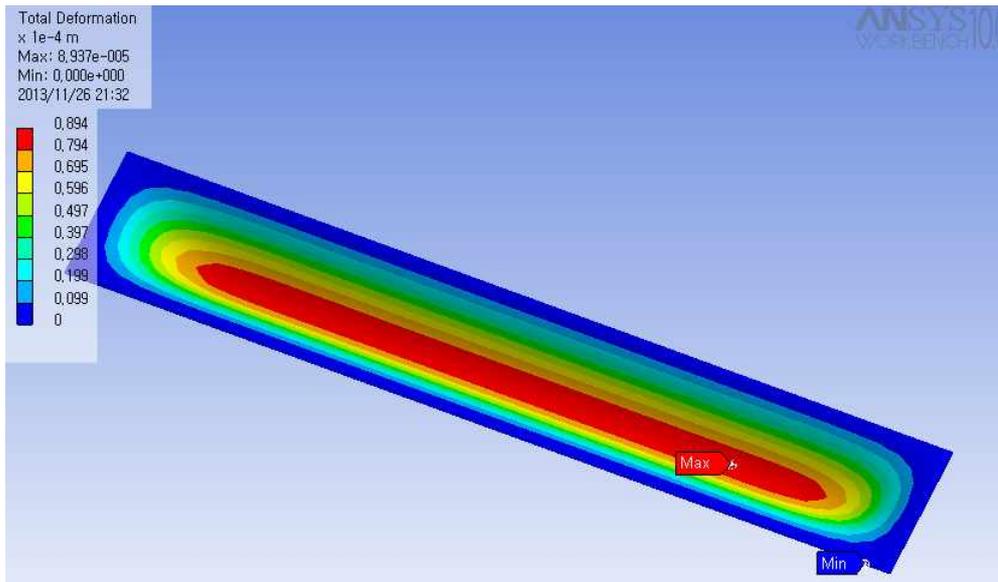
항복응력	2814.41675kgf/cm <sup>2</sup>
탄성계수	703604.187kgf/cm <sup>2</sup>
포아송 비	0.33

③ 응력



최대로 많은 압력이 가해지는 곳은 가로 방향 끝 부분이었으며 2175000Pa의 압력이 나타났다.(21.75kgf/cm<sup>2</sup>)

④ 처짐량



밀면 중앙부분에 가장 많이 처졌으며 0.89mm가 처짐을 알 수 있다.

위 알루미늄 물성 값에 의해 응력은 항복응력의 0.5%로도 도달하지 못하였으며 처진 량 또한 크지 않았다.

나. 프레임

1) 설계

가로 1200×200×800(mm), 30T 알루미늄 프로파일로 제작

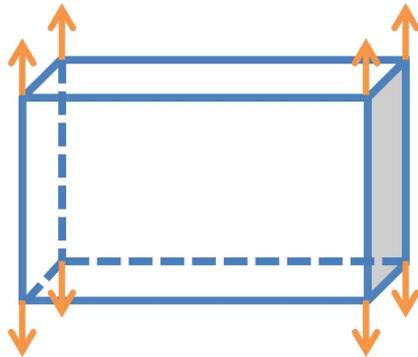
2) 프로파일 처짐 및 응력 계산

- 기계적 물성치 (Aluminum)

항복응력	2814.41675kgf/cm <sup>2</sup>
탄성계수	703604.187kgf/cm <sup>2</sup>
포아송 비	0.33

이 알루미늄 프로파일 및 평판에 대해 기계적 물성을 다음과 같이 정의하고 먼저 계산 해 보았다. 또한 계산의 편의를 위해 선정된 20mm×20mm의 프로파일과 비슷한 물성 값을 가지는 15mm×15mm의 알루미늄 봉이라 가정하였다.

A. 그림과 같이 하중P가 세로 프레임 작용하였을 때



하중 P를 각 4개의 프레임에서 하중을 골고루 받는다고 가정할 시 한 축에 대하여 P/4의 하중의 인장력을 가지게 된다.

① 소성 변형 없이 사용되는 최대 허용 하중

$$\begin{aligned} \text{허용 하중} &= 2814.41675 = \frac{\text{총 하중 } P}{4 \times \text{축 단면적}} \\ &= \frac{30Kg}{4 \times 1.5cm \times 1.5cm} \end{aligned}$$

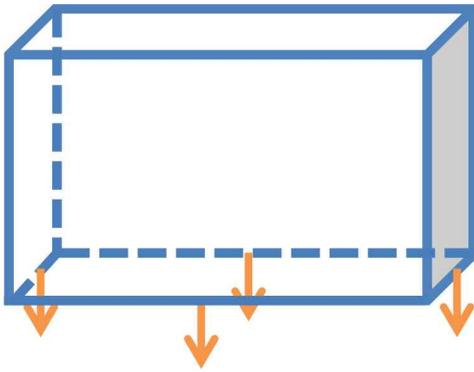
이므로 최대허용하중은 5003.407Kg를 견딜 수 있다.

② 기준하중조건에서의 변형량 결정

$$\delta = \frac{\frac{P}{4} \times \ell}{E \times A} = \frac{\frac{30kg}{4} \times 80cm}{703604Kgf/cm^2 \times 1.5cm \times 1.5cm}$$

= 0.000379cm 의 변형량을 갖는다

B. 그림과 같이 하중P가 가로 프레임에 수직으로 작용했을 때



(짧은 프레임은 긴 프레임보다 많이 처지지 않으므로 고려하지 않는다.)

A 최대허용하중

$$\sigma = \frac{M}{S} = \frac{h^2}{b} = 0.5625cm^2$$

$$M = Pl = 60cm * p/4 \text{ kgf/cm}$$

$$\sigma = 2814.41675 \text{ kgf/cm}^2 = \frac{Fl}{h^3/b}$$

$$= \frac{P/4 * 60}{0.5625} \quad P = 105.54kgf$$

B. 변형량 결정

$$\delta_{max} = \frac{FL^3}{48EI}$$

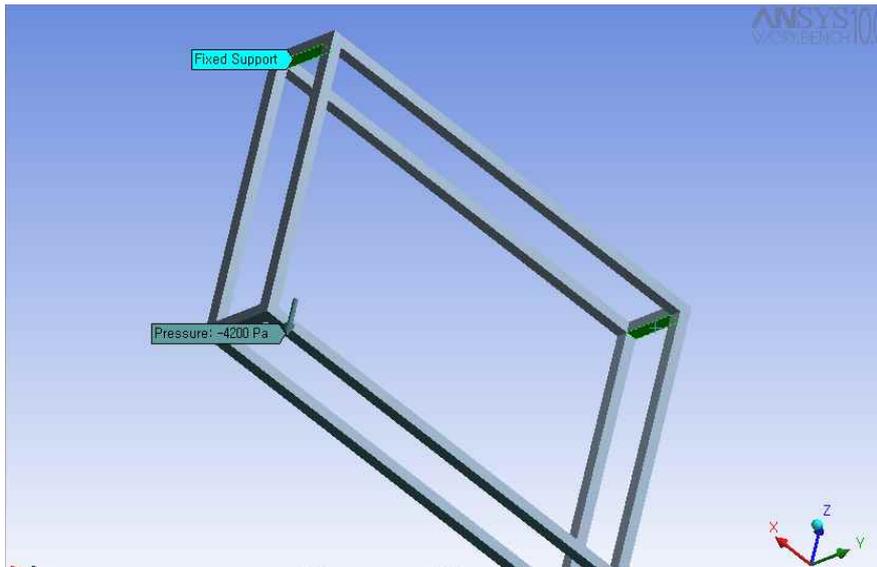
$$= \frac{p/4 * 12^3}{48 * 703604.187 * I}$$

$$= 0.00136cm$$

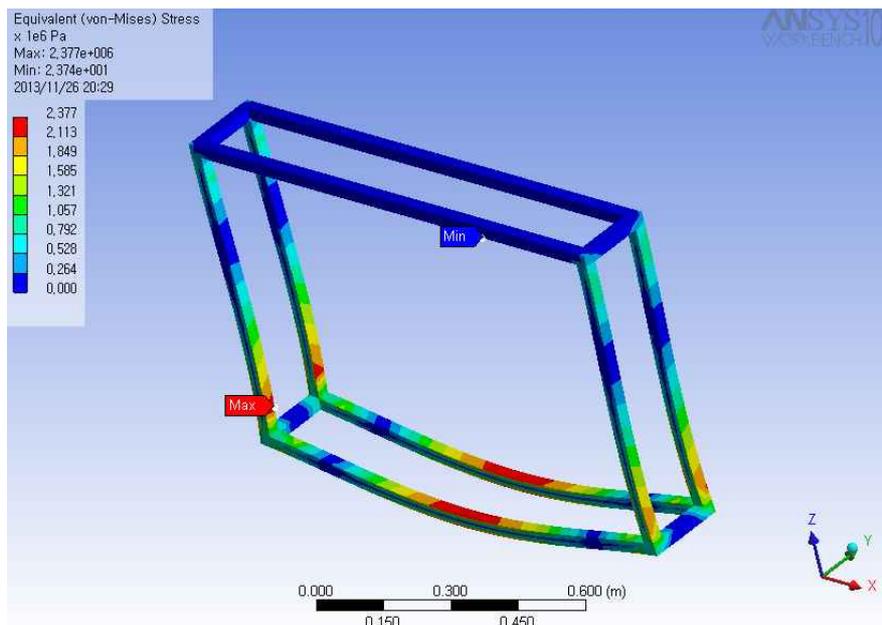
### 3) Ansys 해석

#### ① environment

Fix를 제일 휘지 않을 위판의 가로 프레임에 주고 밀면에 4200Pa으로 밀 방향으로 압력을 가하였다.

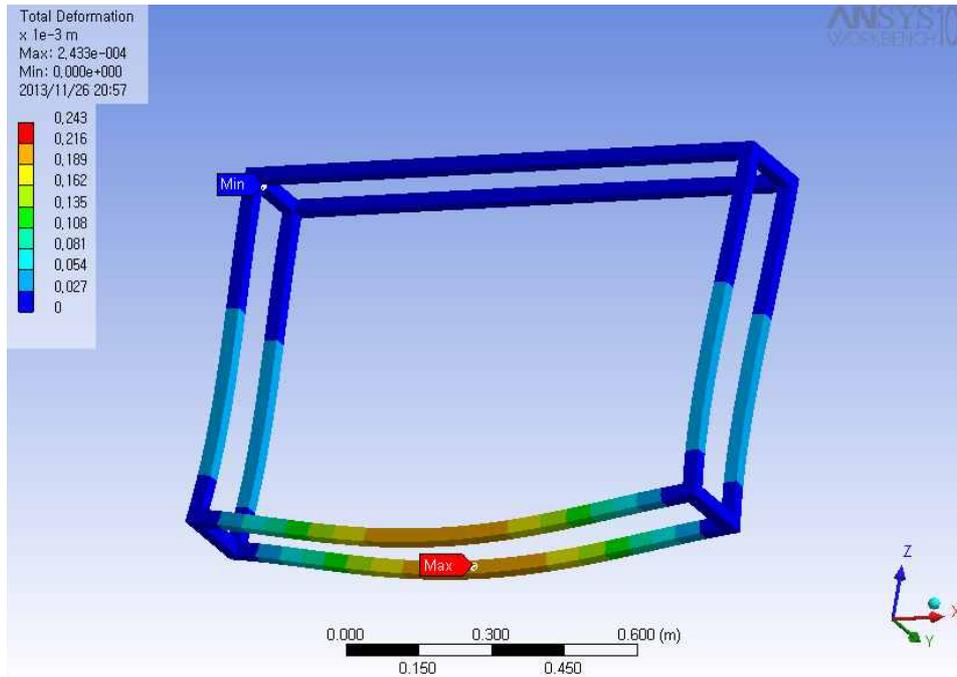


#### ② 응력



최댓값이 2377000Pa이 옆면에 작용하였다. ( $23.77\text{kgf}/\text{cm}^2$ )

### ③ 처짐량



최대 처진 부분은 밑 프레임의 중간 부분이고 0.2mm정도 처지는 결과가 나왔다.

#### 다. 롤

- 롤의 최대 외경은 114(mm) 내경은 100(mm) 으로 한다.
- 롤 몸체의 밑면부터 윗면까지는 높이 최대 650(mm) 이하로 한다.  
(롤과 프로파일의 위에 설치된 부분에서 서로 닿지 않도록 한다)
- 총 3개의 롤을 제작한다.  
(지우개롤 1EA, 벨트 구동 롤 2EA)

라. 롤 뚜껑



마. 롤 뚜껑

- 외경 114(mm) 내경은 100(mm) 축이 들어갈 직경 10(mm) 으로 제작한다
- 롤과 뚜껑에 각각 6각 렌치의 구멍을 뚫어 축과 뚜껑을 고정시키고 뚜껑과 롤을 고정 시킬 수 있도록 제작

바. 벨트

벨트의 가로 둘레 길이는 2200(mm) 으로 롤의 반지름이 100(mm) 이므로 둘레가 31.4 (mm)가 된다. 그러면 2168(mm)가 되므로 벨트 한면이 약 1000(mm) 정도로 한다

사. 모터

- 먼저 모터에 요구되어지는 토크 = 주요부하토크(마찰) + 베어링 손실토크 + 필요가속토크

<주요부하토크>

$$\begin{aligned}
 F(\text{마찰에 의해 요구되어지는 힘}) &= \mu Mg = \text{마찰계수} * \text{무게} * \text{중력가속도} \\
 &= \text{지우개 마찰} + \text{면 마찰(앞 판과 시트지의 마찰)} \\
 &= 2\text{kgf로 가정} = 19.6\text{N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{그러므로 } T(\text{마찰에 의해 요구되어지는 토크}) &= F * R \\
 &= \text{마찰에 의해 요구되어지는 힘} * \text{롤러의 반지름} \\
 &= 19.6\text{N} * 0.057\text{m} = 1.1172\text{Nm}
 \end{aligned}$$

마찰에 의한 요구 토크는 1.1172Nm로 가정에 의해 구해진다.

<베어링 손실 토크>

베어링의 마찰토크 $\mu$		0.002	
베어링의 반지름 R		0.005m	
축 하중	0.5Kg	총 하중	4.5Kg = 44.1N
롤 하중	2Kg		
시트지 하중	2Kg		

$$\begin{aligned}
 T(\text{베어링에 의해 손실되는 토크}) &= \mu PR \\
 &= \text{베어링 마찰 계수} * \text{하중} * \text{베어링 반지름} \\
 &= 0.000441\text{Nm}
 \end{aligned}$$

<필요가속토크>

$$T_a = \text{부하관성 모멘트} \times 2\pi \times \frac{\text{동속운전속도}}{\text{가속시간}}$$

$$\text{부하관성 모멘트(원통일때)} = \frac{1}{2} \times \text{원통무게} \times (r_2^2 - r_1^2)$$

$$T_a(\text{필요가속토크}) = 0.00293\text{Nm}$$

그러므로 모터의 총 요구토크는

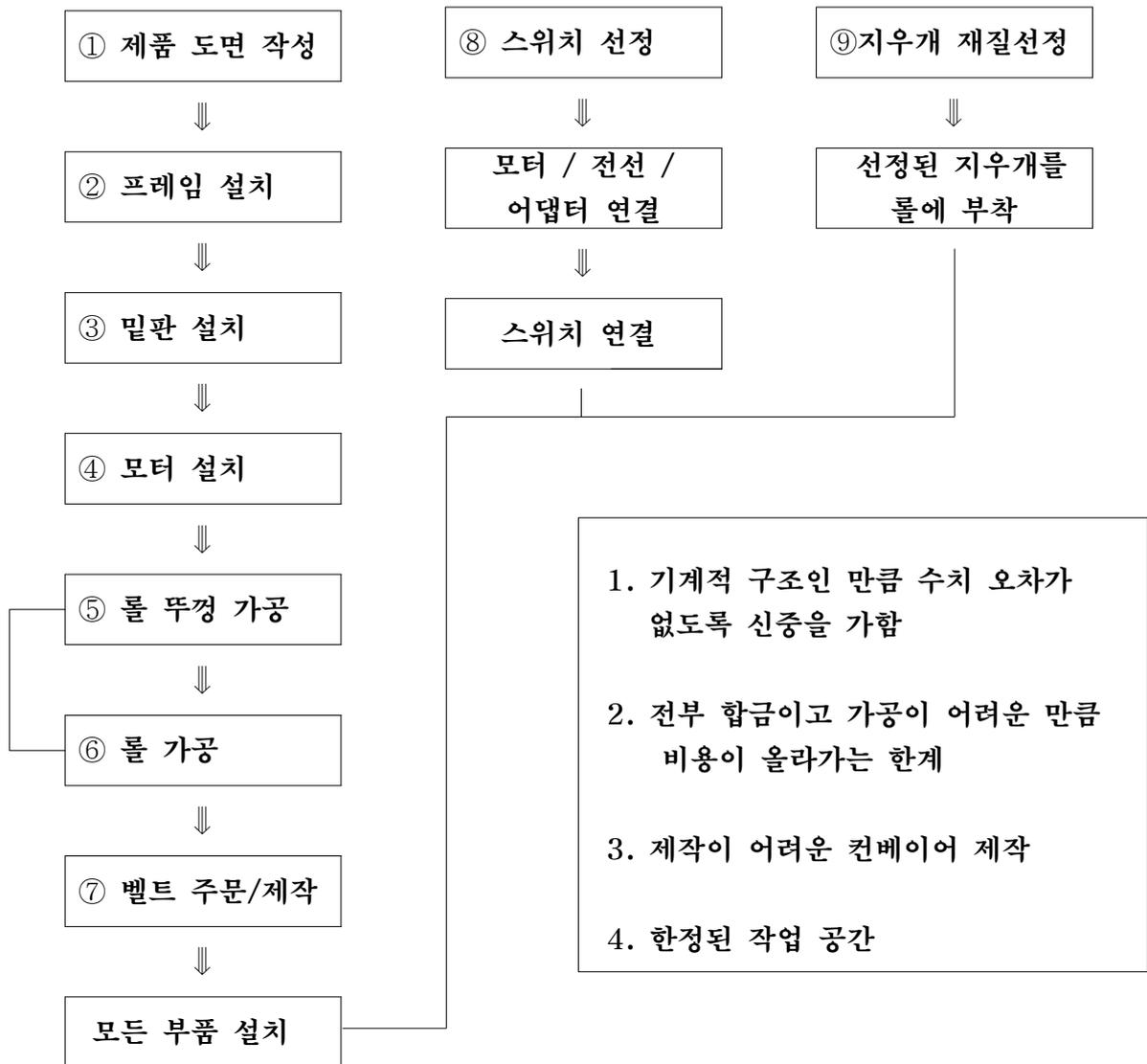
$$1.1172\text{Nm} + 0.000441\text{Nm} + 0.00293\text{Nm} = \text{약 } 1.126\text{Nm} \text{의 토크가 필요하다.}$$

위 나온 값을 이용하여 동력을 구하면 약 2.23W 이다

# 제3장 제 작

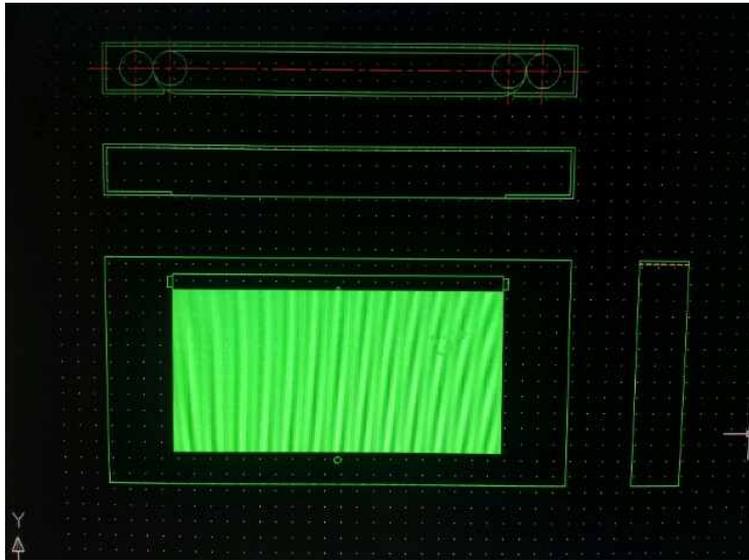
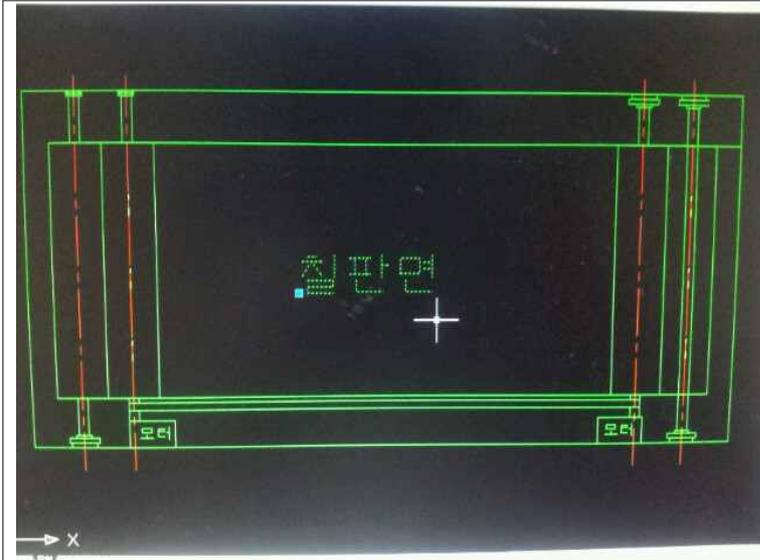
## 제1절 공정도

### 1. 제작과정 개요



## 2. 제작과정

### 가. 제품 도면 작성



제작하기에 앞서 CAD를 이용하여 도면을 제작.

문제점 : 예상된 치수와 시제품의 치수의 차이로 인해 도면의 문제점이 있을 때마다 수정함.

#### 나. 프레임 설치



가로 1200mm, 세로 200mm, 높이 800mm의 프레임을 프로파일로 설치.  
문제점 : 예상외로 커진 룰에 의해 접하는 부분이 있지만 접하는 부분을 톱으로 제거.

#### 다. 밀판 설치

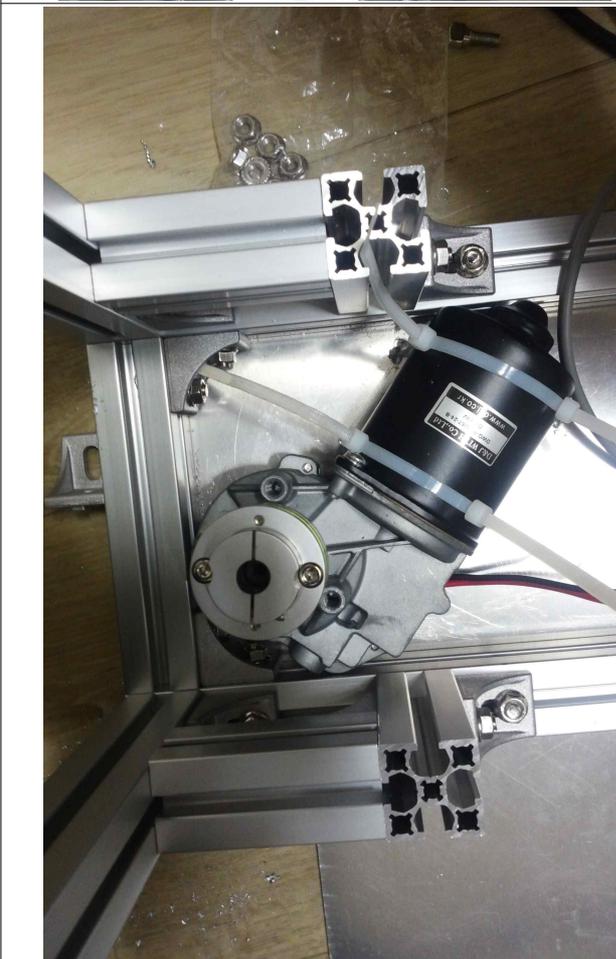
가로 1200mm, 세로 200mm, 두께 2t 알루미늄 밀판을 완성된 프로파일 틀에 전동 드릴을 이용하여 피스로 설치.

문제점 : 無

## 라. 모터 설치



모터의 설치 전 위치를 확인 후 밑판에 구멍을 뚫은 후 케이블타이 2개를 사용하여 모터를 고정시킨다.



커플러와 모터 축 위에 유닛 베어링을 설치 하기위해 추가로 프레임을 설치한 후 케이블타이로 모터를 고정시킨 모습.

문제점 : 모터를 고정시키기 위해 케이블타이를 사용하는 방법을 선택하였지만 모터의 형상상 좌우로 움직이는 문제가 발생.

해결을 위해 보형물을 모터 아래에 부착하여 고정시켜 흔들리는 문제를 해결.

마. 롤 뚜껑 주문 제작



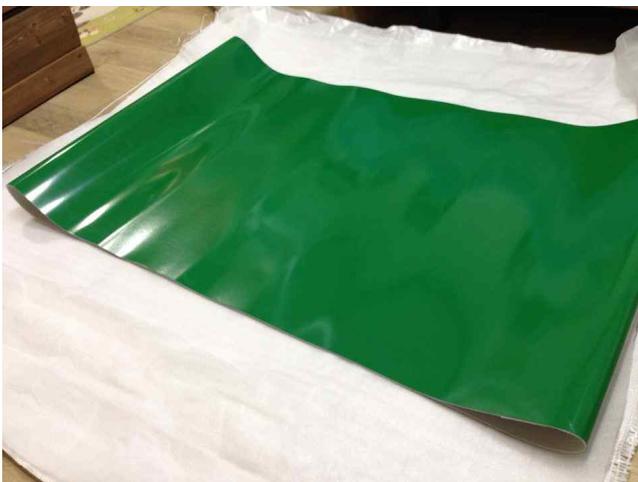
가공업체에 의뢰하여 롤 뚜껑을 제작한 모습. 롤 뚜껑과 축을 고정시키기 위해 렌치로 고정할 수 있도록 제작.

바. 롤(파이프) 가공



파이프 또한 가공업체에 의뢰하여 롤 뚜껑과 파이프를 고정하기 위해 롤 뚜껑과 마찬가지로 렌치로 고정 가능하도록 함.

사. 벨트 주문 / 제작



가로 2200mm, 넓이 650mm의 PVC수지 벨트를 주문하여 화이트보드 시트지를 부착하여 설치함.

## 아. 스위치 제작



모터 2개를 스위치에 연결하기 위해 전선을 결합하였으며, +방향, -방향 조절을 위해 6핀 토글스위치를 사용하여 연결.



6핀 토글 스위치 작동방법으로는 1번, 6번을 -방향, 3번, 4번을 +로 연결 하며 2번, 5번에 전류가 향하도록 연결한다면 스위치를 아래, 위로 움직인다면 +, -방향으로 전류가 바뀌게 된다.

문제점 : 위 사진을 보면 작은 핀에 복잡한 전선 연결을 하게 된다. 닿게 된다면 합선이 되어 모터가 구동되지 않는 문제점이 있다.

문제를 해결하기 위하여 절연 테이프를 사용하여 견고하게 전선을 감싼다.

자. 지우개 롤

	<p>이불 속을 구입하여 칠판 시트지에 있는 글씨를 지우지 못하였다. 두툼한 지우개가 필요한 문제는 해결하였지만 지우지 못하는 문제가 발생하였다.</p> <p>문제해결을 위해 칠판지우개와 가장 비슷한 재질을 가진 섬유를 섬유시장에서 구매하여 2중으로 채결함.</p>
	<p>두툼한 이불 속을 채결하여 롤을 돌렸다.</p> <p>문제점 : 벨크로를 사용하여 좌측 사진 같이 부착하자 벨크로를 감싼 부분이 칠판면과 접촉하지 않았다.</p> <p>해결을 위해 벨크로를 사선으로 하여 모두 접촉하도록 하였다.</p>
	<p>사선으로 이불 속을 벨크로로 채결한 형상.</p>

## 차. 부품 설치



- 1, 2. 모터와 커플러 설치 후 프레임 제작, 판을 덧대어 베어링을 설치
3. 윗판에 베어링 설치
4. 시트지 채결
5. 철판면을 지지해줄 판을 설치
6. 앞 판을 제외한 모든 부품을 결합한 모습



< 완성된 모습 >

#### 제작 시 문제점

- 1) 처음 계획에 맞지 않게 제작비를 줄이려 100mm의 외경을 가진 제작 아크릴 롤이 아니라 외경 114mm의 롤을 사용하여 프로파일과 겹쳐 롤이 잘 돌아가지 않는 현상을 보여 왔다.
  - 문제를 해결하기 위해 프로파일의 겹치는 부분을 실패로 잘라 내었다.
- 2) 칠판면의 펼기를 하기 위해 판을 안정감 있게 지지하였다. 그러자 거친 끝 부분에 의해 마찰이 커져 이상한 소음과 롤이 돌아가지 않는 문제를 보였다.
  - 문제를 해결하기 위해 거친 끝 부분을 사포로 다듬어 부드럽게 시트지가 지나가도록 하였다.
- 3) 시트지가 양 쪽의 롤에 의해 팽팽하여 지지 않아 밑으로 흘러내렸다.
  - 문제를 해결하기 위해 보강 축을 설치하여 시트지를 팽팽하여지도록 하였으며 또한 돌아가지 않을 수 있는 문제를 해결하기 위해 아래 위에 베어링을 설치하여 시트지가 돌아가면 축이 돌아갈 수 있도록 하였다.
- 4) 잘 지워 지리라는 기대와는 달리 조금 미흡하게 지워지는 문제점이 생겨났다.
  - 이 문제는 지우개의 롤이 칠판 시트지의 롤의 속도와 같기 때문이므로 지우개의 롤 속도를 높일 필요가 있었지만 프레임의 협소한 공간과 부족한 시간으로 인해 이 문제를 해결하지 못하였다.

## 제 4장 운용 및 시험

### 제 1절 운용 및 시험 요구조건

#### 1. 적정 부품 선정

- 우리가 설계한 시스템을 구현할 수 있고 설계목표를 만족하는 최적의 부품들을 선정

##### (1) 모터

[모터계산]

모터의 요구토크 = 주요부하토크 + 베어링손실 토크 + 필요가속토크

##### 1. 주요부하토크

$F = \mu Mg = \text{지우개마찰} + (\text{칠판시트 앞판})\text{면마찰} \approx 19.6N$ 의 최대 마찰  
(2kgf로 설정)

$T = F \times R = 19.6N \times 0.057m = 1.1172Nm$ 의 토크

##### 2. 베어링 손실 토크

$u = 0.002$  베어링  $R = 0.005m$

축무게  $\approx 0.5kg$

롤무게  $\approx 2kg$

시트지  $\approx 2kg$

베어링이 받는 총 하중  $\approx 4.5kg$

$T = uPR = uWR = 0.002 \times 4.5 \times 0.005$   
 $\approx 0.00045Nm$

##### 3. 필요가속 토크

$T = I\alpha = Idw/dt = I \times W_{rated} / \Delta t$

$I = \frac{1}{2}mr^2 \rightarrow \text{원통일 때 } I = \frac{1}{2}m(r_2^2 - r_1^2)$

$T = \frac{1}{2}m(r_2^2 - r_1^2) \times 0.318 \times 2\pi / 1(\text{초}) = 0.0002991672$

모터의 요구토크

$= 1.1172 + 0.00045 + 0.000299167 \approx 1.117544Nm$

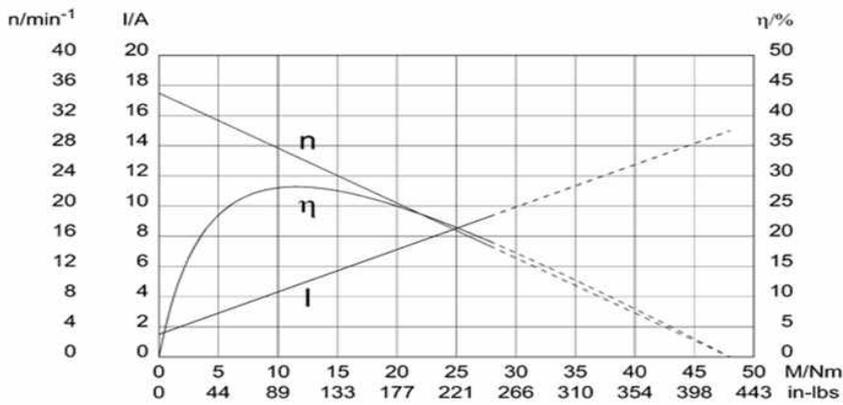
요구토크와 요구동력을 충족하며 프레임 밑판의 공간을 활용하고 세로로 축을 연결하여  
롤을 돌릴 수 있는 워 기어드 모터 선정.

양 쪽 두 개의 모터 전선을 3단 스위치에 연결시키고 24V 어댑터를 병렬 연결시켜  
전류를 공급할 수 있도록 한다.



**MODEL DWL-RL4267-12V-B**

- Gear material / BRONZE
- Voltage / 12v
- Power / 50w
- Unload speed / 35rpm
- Starting torque / 24Nm



**(2) 커플러와 베어링**



커플러



베어링



커플러와 베어링을 설치함으로써 축이 흔들리지 않고 원활하게 돌아갈 수 있도록 한다.

## 2. 시트지의 마찰력 및 장력 고려



시트지와 롤 지우개 사이의 마찰에 의해 설계 시스템의 구현이 크게 좌우된다.  
먼저 롤 파이프와 알루미늄 축을 최대한 수직으로 세우고 롤 지우개의 천 안에 있는 벨크로  
찍찍이를 나선형 구조로 감음으로써 회전했을 시 시트지의 모든 면이 닿일 수 있도록 한다.  
또한 시트지의 알루미늄 앞판 양쪽 면을 시트지와의 마찰을 줄이기 위해 사포로 손질한다.

시트지의 뒷부분에는 알루미늄 축을 설치하여 장력조절이 가능하게 한다.  
그렇지 않으면 판서를 할 때 앞판이 설치되어 있음에도 불구하고 헐거워져 앞으로  
뜨게 되어 판서의 어려움을 겪게 한다.

## 제 2절 운용 및 시험 결과

- 1) 형식명 : 회전형 화이트보드 칠판
- 2) 중량: (전체하중) 25kgf
- 3) 시트지 이동속도: 초당 18cm/s
- 4) 마찰력:  $F = \mu Mg = \text{지우개마찰} + (\text{칠판시트 앞판})\text{면마찰} \approx 19.6N$ 의 최대마찰  
(2kgf로 설정)

칠판 면은 잘 돌아갔으나 시트지와 롤 지우개가 1:1의 속도비율로 돌아가기 때문에 한 번 돌아갈 때 완벽히 깔끔하게 지워지기란 불가능했다.

해결방안으로는 롤 지우개 쪽의 모터를 감속기어 장치를 이용해 속도조절을 해서 지우개 쪽만 더 빨리 돌아가게 하거나 지우개 반대쪽 롤 파이프의 외경을 더 줄인다면 롤 지우개가 상대적으로 더 많은 속도비율로 돌아가기 때문에 한 번에 지워질 수 있을 것이고 처음 설계목표치에 성공적으로 도달할 것으로 예상된다.



## 제 5장 결론

### 제 1절 문제점 분석 및 처리결과

#### 1. 문제점

설계를 함에 있어서 처음에는 프로젝트의 주제가 있어야 했다. 처음에 조원들끼리 모여서 각자 주제를 정하고 오기로 해서 선별한 것이 자동 우산 빗물 털이, 팽이형 소화기, 자동 신발 세척기, 이동식 물 정화기 등이 있었다. 그 중 팽이형 소화기와 자동 신발 세척기를 조사 해보았지만 시장에 제품이 개발되어 있었고 또 다시 자동 우산 빗물 털이와 이동식 물 정화기를 개발하기로 하였지만 시장조사할 때에 제품 전부 시장에 있었다. 그래서 다시 주제선정으로 고민한 끝에 3주가 넘어서야 아직 제품이 나와 있지 않은 스포트라이트 가로등과 자동 회전형 칠판을 주제로 찾을 수 있게 되었고, 그 중 스포트라이트 가로등은 센서와 프로그램을 짜야 되는 거였고 자동 회전형 컨베이어 칠판은 설계 외엔 큰 기술이 필요하지 않는 주제였는데 메카 수업을 듣지 않은 사람이 많아 프로그램을 짤 수 있는 사람이 부족하여 회전형 칠판을 선정하게 되었다.

두 번째로 3월에서 6월 까지 주제에 대해 시장조사 및 특허조사, 도면제작, 부품선정 등 제작을 하기에 앞서서 많은 조사가 필요했지만 학교 일과 시간이 끝난 뒤에 대외 활동과 스쿨버스 시간으로 인해 모여서 의논 할 시간이 부족했다.

세 번째로 컨베이어가 제작하기 어려운 기술이라 제작하는 곳이 많이 있지 않아 가공 업체를 찾는 것이 힘들었으며 컨베이어 벨트와 롤을 가공을 잘 해주지 않으려고 하였고 배송시간 또한 너무 지연이 되는 경우가 많았다.

네 번째로 롤, 롤 뚜껑, 축, 베어링 그리고 커플러 등 가공해야 되는 품목들이 많았는데 조그마한 치수라도 하나가 틀리면 안 맞거나 헛돌아 버리는 경우가 있어 다시 가공해야 하는 부분이 많이 있었고 그만큼 제작비용과 제작시간이 많이 소비가 되었다.

다섯 번째로 칠판이 지나가면서 지워지기 전에 스캔을 해서 화면에 비춰줄 수 있는 방식을 고안 했지만 시간과 예산의 부족으로 인해서 스캔 방식을 함께 설계하지 못하게 되었다

여섯 번째로 지우개 롤의 모터와 칠판 롤의 모터를 같은 것을 써서 서로 같은 속도를 내서 칠판이 잘 안지워 지는 경우가 있었다.

#### 2. 처리결과

가공을 하기 위해 전화를 해보는 것보다 직접 찾아가 도면을 보여주면서 설명하는 것이 더욱 우리가 원하는 방향으로 가공을 하며 좀 더 향상된 방법의 조언을 구할 수 있었다. 그리고 재료를 인터넷에서 구매하고 가공을 했을 때 보다 직접 찾아서 재료를 구하고 가공을 하는 게 가격이 훨씬 더 저렴하였고 가공에 소요되는 시간이 단축되었으며  $\pm 1(\text{mm})$  오차로 인해 부품이 잘 안맞은 부분을 정밀가공을 통해 이용 가능하게 되었다.

칠판 면이 잘 안 지워 지는 현상을 보완하기 위해 칠판 롤쪽에 있는 모터의 속도를 줄이거나 지우개 롤쪽에 있는 모터의 속도를 올려 쓰여 있는 칠판면 부분이 지우개 롤 쪽과 닿을 때 지우개 롤이 쓰여 있는 부분이 보다 많이 닿게 하여 잘 지워 지게 하는 방법으로 하였다

## 제 2절 총평

### 1. 자동 회전형 칠판의 발전방향

일반적인 칠판 보드에서는 비어있는 공간으로 이동하면서 쓰고 지우는데 칠판 보드에 프레젠테이션을 이용한 강의를 하면 일정 화면 내에서만 강의를 해야 하기 때문에 이동하면서 쓰는 게 아니라 칠판 면에 쓰고 난 뒤에는 바로 지워야 되는 단점이 있다.

하지만 회전형 칠판의 경우에는 보드에 쓰고 난 뒤 바로 칠판면을 옆으로 이동시키고 바로 쓸 수 있으며 이동시킨 칠판을 따로 지우는게 아닌 자동으로 칠판면이 지워지기 때문에 보다 집중력있는 강의가 될 수 있을 것이다.

### 2. 느낀점

학교를 다니면서 들었던 생각은 취직을 하면 ‘4년 동안 배운 지식으로 가서 내가 무엇이라도 할 수 있을까?’ 라는 생각이었다.

하지만 종합설계를 끝내면서 많은 것을 배울 수 있었고 다시 공부할 수 있게 되었다.

처음 주제선정을 하면서 많은 특허제품과 각종 아이디어 제품을 보면서 불편함에 익숙해져 있는 나 자신을 느꼈고 이런 불편함을 이런 아이디어로 해결할 수 있구나 라는 생각의 놀라움을 느낄 수 있게 되었다. 그리고 주제 선정 후 도면을 그리면서 저 학년 때 배운 CAD와 CATIA를 다시 써볼 수 있는 계기가 되었고 계산을 하기 위해 책을 다시 찾아 공부하게 되었으며 해석을 하기 위해 CAE에서 배운 Ansys 프로그램을 이번 기회에 다시 한 번 더 이용해 볼 수 있게 되는 등 학년 전체의 거의 모든 내용을 한 번 더 복습하는 계기가 되었던 것 같다.

제작을 할 때엔 어디서 무엇부터 시작을 해야 하는지 어려움이 있었지만 교수님의 조언을 통해 극복해 나갈 수 있었다. 그리고 모든 부품들을 인터넷으로만 이용해서 주문하고 가공을 하려고 하였지만 인터넷으로 주문한 각 부품의 치수가 정확하게 가공이 되지 않아 서로 안 맞는 부품들이 많이 있었다. 정밀 가공을 위해 동대구에 있는 가공업체를 찾아가 물어보니 머리카락 굵기보다 얇은 오차가 나도 안 맞을 수 있다는 말을 듣게 되면서 조그마한 부품 하나하나 까지 신경 써서 가공을 해야 한다는 것과 처음에는 간단한 제작 이라 생각을 하였지만 센서나 프로그램소스를 이용한 것만이 어려운 제작이 아니라 기계설계 또한 어려운 제작이라는 것을 느끼게 되었다.

문제 해결을 위해 교수님 또는 현지 종사자 분들께 물어 보는 것이 문제 해결에 효과적인 방법이라는 것을 배웠고 팀원들이 모여 임무 분담을 통해 업무의 효율성을 높여야 했지만 적절한 임무 분배가 미흡하여 많은 시간과 노력이 더 들여야 했었던 것이 아쉬움으로 남았다

단순한 회전형 칠판이 아닌 더 향상되는 칠판을 생각 하였고 카메라나 센서로 칠판 면에 쓰인 글씨를 지워지기 전에 스캔이 되어 프린터 출력이 되거나 모니터로 출력되는 방식 등 많은 것을 고안해 내었지만 아직 배웠던 지식으로 우리가 목표하고 있는 방식을 제작하기엔 많이 부족했었고 많은 것을 시도해 보기엔 너무 부족한 예산이었다.

앞으로 제대로 된 칠판을 제작하게 된다면 지금 당장이라도 실현가능한 제품이 될 것이다.

끝으로 설계 프로젝트를 끝내면서 ‘나도 무엇인가를 설계하고 제작할 수 있구나’ 라는 자신감을 얻게 되었고 무엇인가를 만들었다는 것에 뿌듯함과 보람을 느꼈다. 그리고 많은 조언을 해준 교수님과 현지 종사자 분들께 고마움을 전하며 이 보고서를 끝낸다.

## [참고문헌]

- 여전히 분필가루 날리는 교육현장 - 경인일보 (2012.06.06)
- 버튼 하나로 칠판 내용을 스마트하게 지운다. - 동아일보 (2012.07.17)
- 무반사 유리 전자칠판 - IT동아 편집부-it.donga.com/11289 (2012)
- 레이저 터치스크린 -  
머니투데이생활뉴스(<http://www.mt.co.kr/view/mtview.php?type=1&no=2012121810530521926&outlink=1>)
- 물 세척칠판 - 한국흑판교재주식회사 -  
[http://www.chalkboard.co.kr/func/pr1\\_int2.html](http://www.chalkboard.co.kr/func/pr1_int2.html)
- 컨베이어 [conveyor] - 토목용어사전, 토목관련용어편찬위원회, 1997.2.1,
- 웜기어 [worm gear] (두산백과)
- 윈도우 모터, 와이퍼 모터 - 모터플러스
- 프로파일 - 경인프로파일 - [www.kiprofile.com](http://www.kiprofile.com)
- 고체역학(ENGINEERING MECHANIC OF SOLIDS) - EGOR P.POPOV 저 -  
인터비전, 2000.02.25
- 대학물리학 - Raymond A. Serway 저 - 북스힐, 1999

[부 록]

설계프로젝트 개념설계 스펙정리표 (Full-scale 제품 기준)

팀 명 : 3조 WINDOW.

주 제 : WINDOW BOARD .

제품명	WINDOW BOARD
개념 설계안 및 기능 요약	칠판의 판서 내용을 지울 때 컨베이어 조작스위치를 이용하여 원하는 방향으로 움직일 수 있게 한다. 컨베이어가 움직이면 양 끝단 롤 지우개가 토크가 크기 때문에 마찰력이 커져서 그런 다음 고정 지우개를 통해 칠판에 쓰인 글씨가 지워진다.
필수스펙 # 1.	모터(칠판 양끝 롤러에 연결하여 동력 전달)
필수스펙 # 2.	컨베이어 벨트( 조작스위치를 이용한 좌우이동식 기능 )
필수스펙 # 3.	PVC 시트지
필수스펙 # 4.	지우개(컨베이어의 속도와 시트지와의 마찰력을 고려하여 깔끔하게 지워질 수 있도록 양쪽 끝에 설치된 롤 지우개)
필수스펙 # 5.	컨베이어 벨트 속도: 5cm/s
필수스펙 # 6.	시트지와 고정 지우개 마찰력(F): 0.6N (마찰계수 $\mu = 0.002$ , 수직항력N= 300N)
필수스펙 # 7.	

## 설계프로젝트 개념설계 스펙정리표 (시연용 제작품 기준)

팀 명 : 3조 WINDOW.

주 제 : WINDOW BOARD .

제품명	WINDOW 보드	Full-scale 대비 차이점/변경점
개념 설계안 및 기능 요약	칠판의 판서 내용을 지울 때 컨베이어 조작스위치를 이용하여 원하는 방향으로 움직일 수 있게 한다. 컨베이어가 움직이면 양 끝단 롤 지우개가 토크가 크기 때문에 마찰력이 커져서 그런 다음 고정 지우개를 통해 칠판에 쓰인 글씨가 지워진다.	칠판의 사이즈가 크게 줄어들어 제작비용의 절감.
시연스펙 # 1.	모터(칠판 양끝 롤러에 연결하여 동력 전달)	모터의 RPM이 줄어듬.
시연스펙 # 2.	컨베이어 벨트( 조작스위치를 이용한 좌우이동식 기능 )	사이즈가 줄어들면서 제작비용 절감.
시연스펙 # 3.	PVC 시트지	사이즈가 줄어들면서 제작비용 절감.
시연스펙 # 4.	지우개(컨베이어의 속도와 시트지와의 마찰력을 고려하여 깔끔하게 지워질 수 있도록 설치된 롤 지우개)	사이즈가 줄어들면서 제작비용 절감.
시연스펙 # 5.	컨베이어 벨트 속도: 5cm/s	
시연스펙 # 6.	시트지와 고정 지우개 마찰력(F): 0.6N (마찰계수 $\mu = 0.002$ , 수직항력N= 300N)	
시연스펙 # 7.		
시연스펙 # 8.		