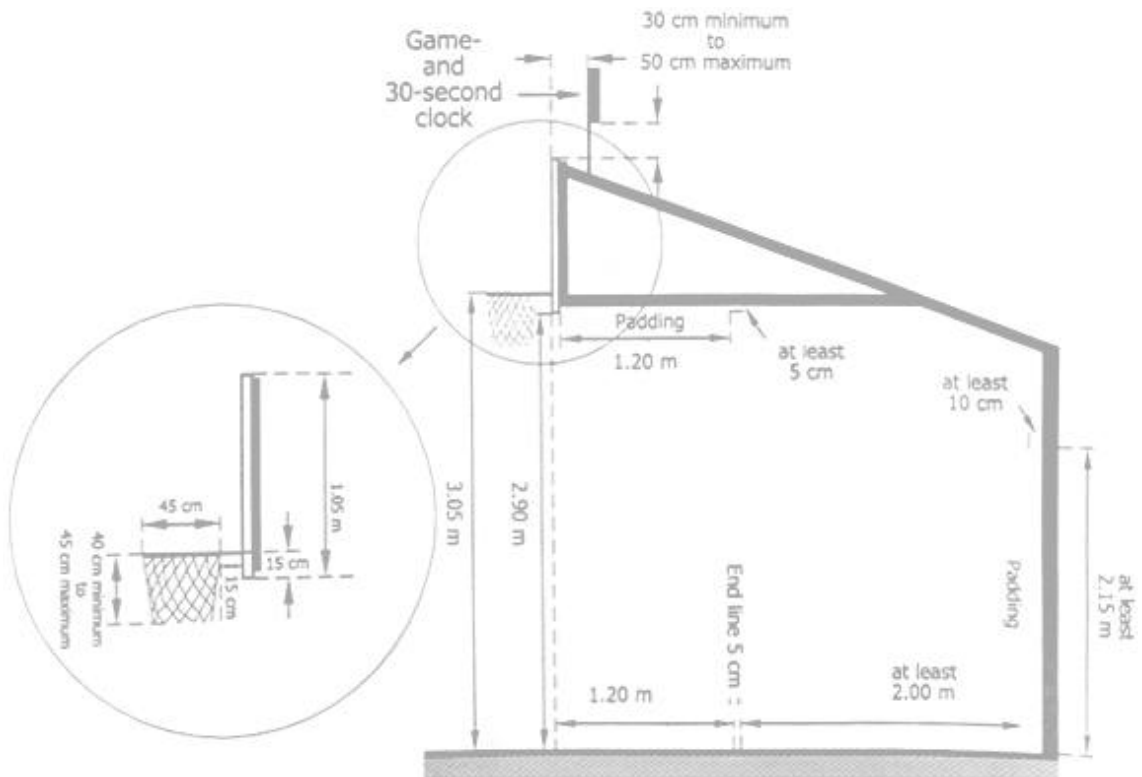


설계 최종 보고서

농구골대



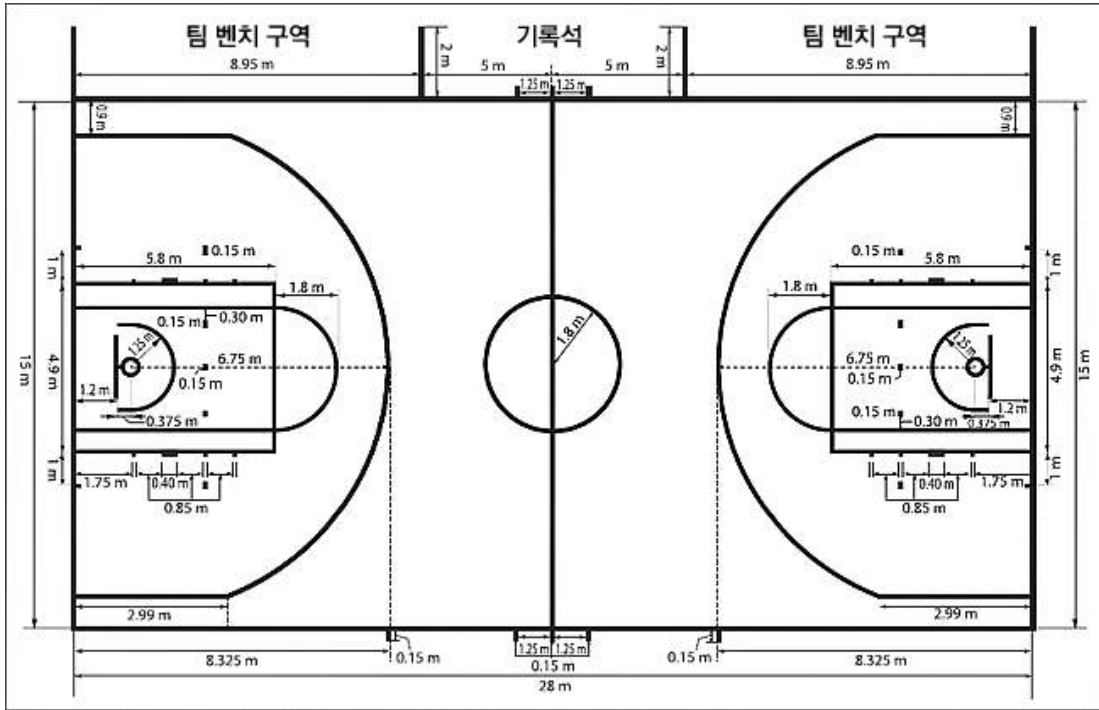
－ 목 차 －

1. 자 료 조 사
2. 설 계 도 작 성
3. 분 석
4. 평 가
5. 회 의 록
6. 고 찰
7. 참 고 자 료

1. 자료조사

● 국제규격

제 1 조 코트의 규격



제 2 조 시설 및 장비

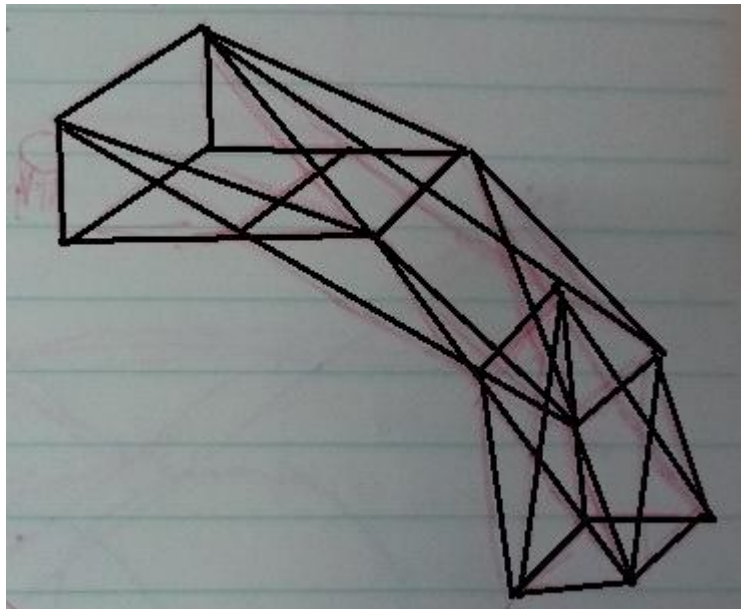
1. 백 보드는 가로 1.8m, 세로 1.05m의 직사각형이어야 하며 전면은 평면으로 투명하여야 한다.
2. 투명한 백 보드에는 림의 중앙을 중심으로 하여 가로 59cm, 세로 45cm의 직사각형을 너비 5cm의 흰색 선으로 그려야 한다.
3. 홈 팀 관리자는 비상시에 대비하여 여분의 백 보드와 받침대, 여분의 골대, 철제 자, 줄 자, 수평 측정기를 필요할 때 사용할 수 있도록 준비하여야 한다.
4. 각 바스켓은 KBL(한국농구협회)이 공인한 압력 방출식 철제 안전 림과(내부 지름이 45cm) 길이 40~45cm의 흰색 네트로 구성된다. 네트는 볼이 바스켓을 통과할 때 순간적으로 확인할 수 있는 것이어야 한다.
5. 각 림은 제일 윗부분이 플로어로부터 3.05m의 높이에 백 보드와 수직으로 안전하게 부착해야 한다. 림의 안쪽으로부터 백 보드의 앞면에 이르는 가장 가까운 길이는 15cm이어야 하며, 림은 오렌지색으로 칠해야 한다.
6. 모든 경기에 사용하는 볼은 다음과 같은 규격의 KBL 공인구이어야 한다.:
 - (1) 볼의 표면은 오렌지색의 가죽이나 합성 재질로 된 8~12조각으로 이어져 있어야 하며
 - (2) 볼의 아랫면을 1.8m의 높이에서 코트 플로어에 떨어뜨렸을 때 볼의 윗면이 1.2~1.4m의 높이까지 튀어 오르도록 공기를 넣어야 한다.
 - (3) 볼의 둘레는 75~76cm, 무게는 600~625g 이어야 한다.

2. 설계도 작성

● 고려할 사항

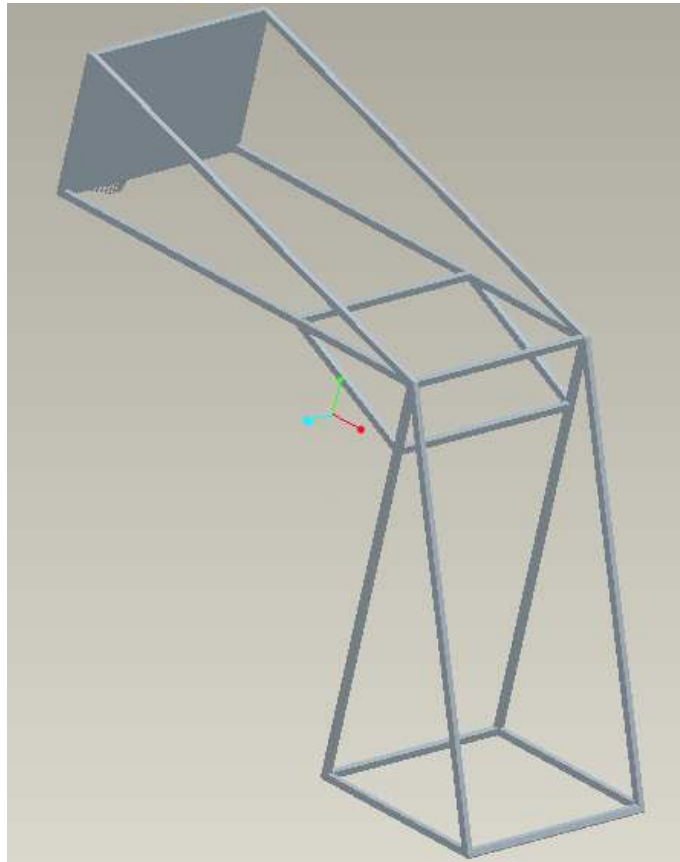
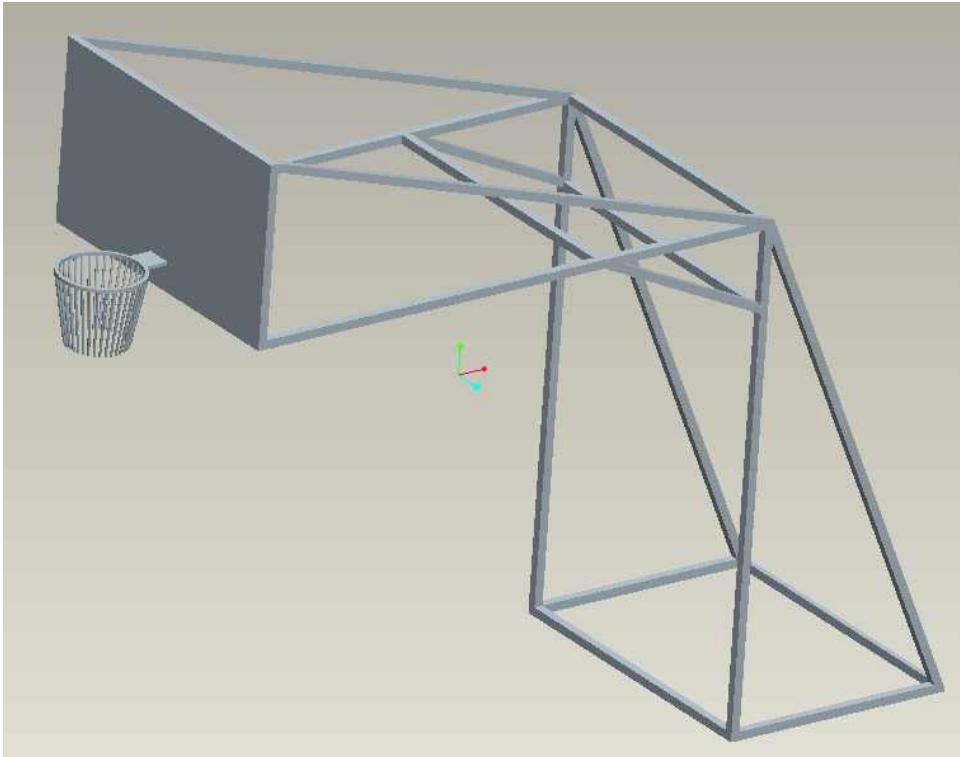
1. 정식 규격을 사용할 것
 - 농구골대는 앞으로 3.2m가 나와야 하며(선수 보호를 위하여) 링이 높이 3.05m의 위치에 있어야 한다. 따라서 무게중심이 뒤로 가게 하여 넘어지지 않도록 해야 한다.
2. 고정형/이동형의 유무
 - 경제적으로 저렴한 농구골대를 설계하고 안정적이기 위하여 고정형으로 설계하기로 하였다.
3. 기둥을 한 개의 구조로 할 것인지 복합적 구조로 할 것인지 결정
 - 우리가 흔히 접하는 운동장의 농구골대와 달리 정식 규격은 기둥과 농구골대가 꽤 먼 거리에 위치하고 있으므로 한 개의 구조로 하게 되면 굽힘이 발생하게 되므로 복합적 구조로하기로 하였다.

● 처음으로 설계한 농구골대의 모형



- 구조가 지나치게 복잡하여 정확한 계산이 불가능, 따라서 정확한 치수를 바탕으로 좀 더 단순화 하여 캐드로 설계하기로 함.

● 보완하여 설계한 농구골대의 모형

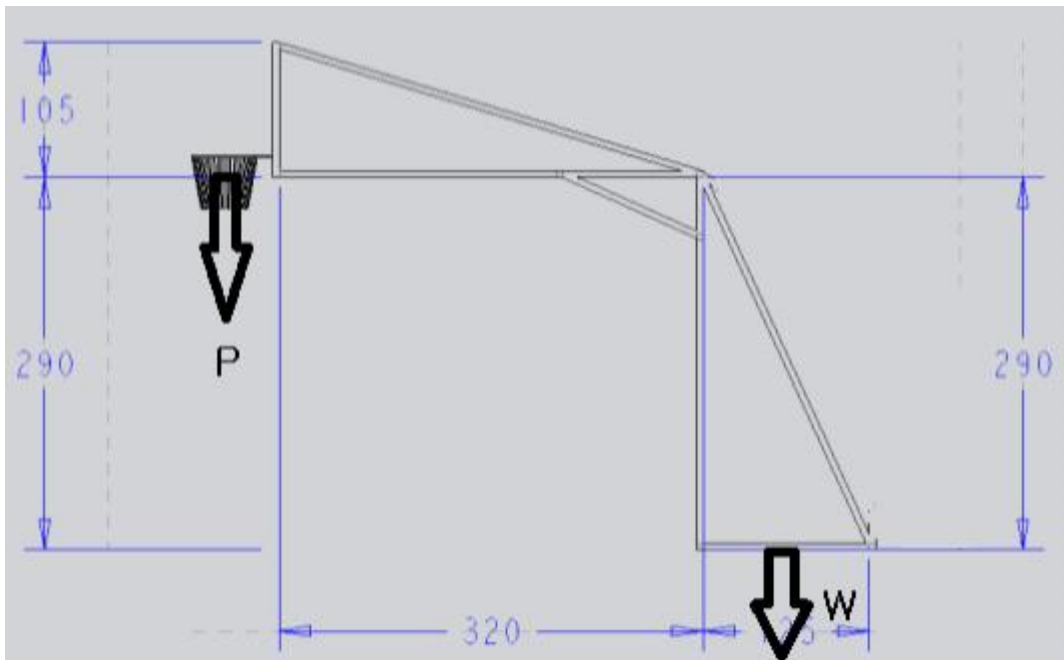


3. 분석

● 일반적인 농구장에서의 상황

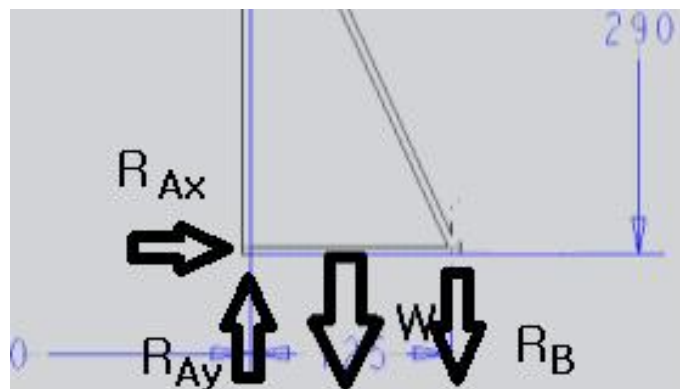
- 100kg의 농구선수가 덩크슛을 한다고 가정했을 때 실제 농구대 전면부에 가해지는 중량은 체중의 5~6배인 약 500~600kg이 된다고 한다.
- 하체대에는 55kg짜리 쇠추가 약 700~800kg(14개 정도)가 들어있어서(앞으로 쏠린 무게중심을 맞춰주기 위해 농구골대의 하체대에 추를 넣어준 것) 전체 중량이 약 1톤 가량 된다.

● 최대응력 계산



- 먼저 무게를 무시하고 최대 응력 계산

1. 전체 구조에서 $P=5886\text{N}(600 \times 9.81)$, $W=7554\text{N}(770 \times 9.81)$ 으로 두고, 하단부분에서 반력을 구한다.



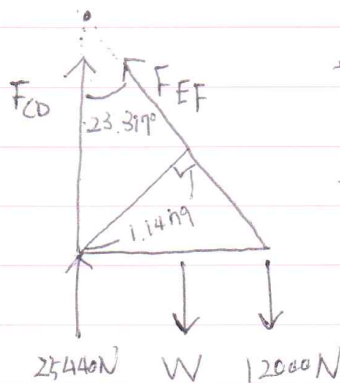
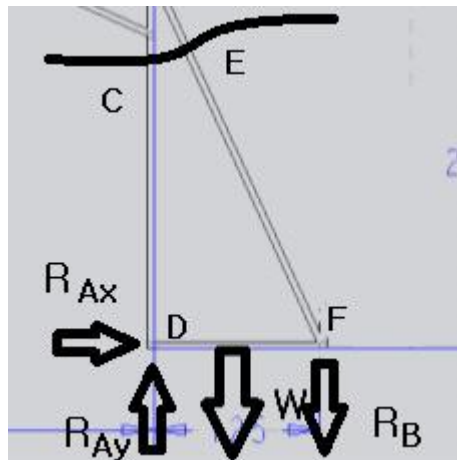
$$\begin{aligned} \uparrow M_A &= 3.35 P - 0.625 W - 1.25 R_B = 0 \\ &= 3.35(5886) - 0.625(11554) - 1.25 R_B = 0 \end{aligned}$$

$$R_B = 12000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \uparrow M_B &= 0.625 W - 1.25 R_{Ay} + 3.35 P = 0 \\ &= 0.625(11554) - 1.25 R_{Ay} + 3.35(5886) = 0 \end{aligned}$$

$$R_{Ay} = 25440 \text{ N}$$

2. 하단 부분의 구조물을 섹션법으로 계산한다.



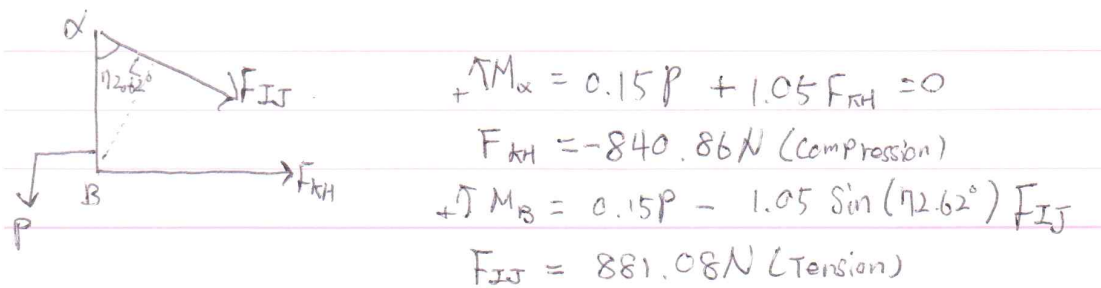
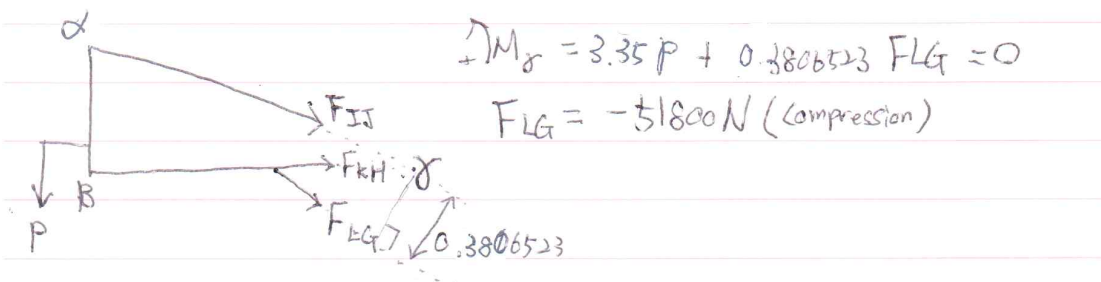
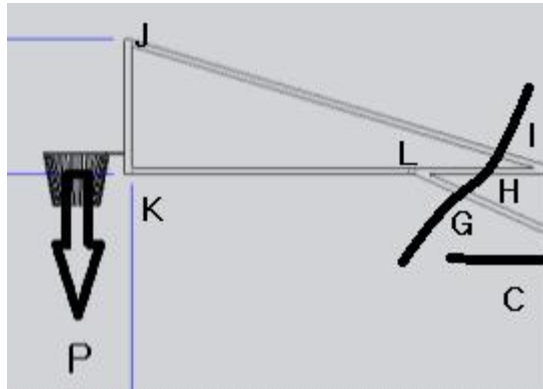
$$\uparrow M_A = -0.625 W - 1.25(12000) + 1.1479(F_{EF}) = 0$$

$$F_{EF} = 17180.29 \text{ N (Tension)}$$

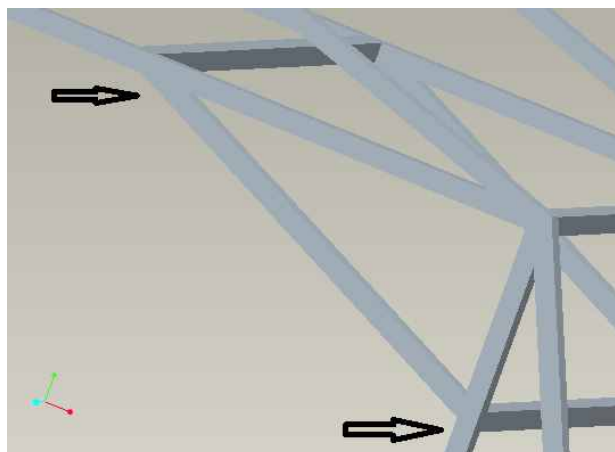
$$\uparrow M_B = 0.625 W - 1.25(25440) - 1.25(F_{CD}) = 0$$

$$F_{CD} = -21663 \text{ N (Compression)}$$

3. 상단 부분의 구조물을 섹션법으로 계산한다.



4. 중간부분에 최대 힘을 받으므로 버틸 수 있는 재료를 선택한다.



$F = 51800 \text{ N (Compression)}$

일반적으로 사각형 구조보다는 원형이 효율적이고, 임의로 약 2cm의 지름을 사용한다고 가정하면 면적 $A = \frac{\pi}{4} \times (0.02)^2 = 0.0003142m^2$ 이다. 따라서 최대응력은 $51800N/0.0003142m^2$ 으로 $164.86MPa$ 이다. 따라서 몇 가지 경제적으로 저렴한 공업 재료를 선택해 보면 다음과 같다.

Material	Yield Strength(MPa)	Cost(US/kg)
Steel alloy 4140	655	1.75~1.95
Steel alloy 4340	472	2.45
Ductile irons	276~379	1.45~1.85

가격 대비 인장강도가 강한 Steel alloy 4140을 사용하기로 하였다. $655/164.86 = 3.97$ 으로 비교적 안전하다고 할 수 있다.

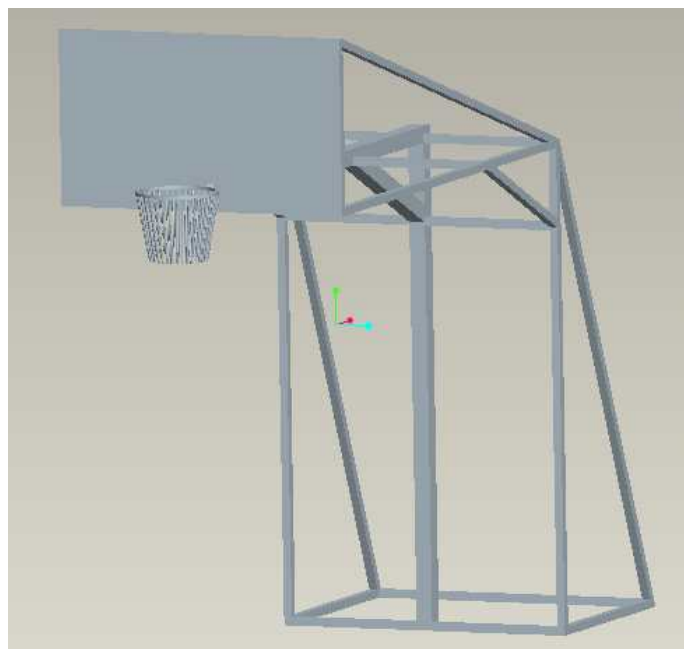
- 다음으로 굽힘응력을 계산한다.

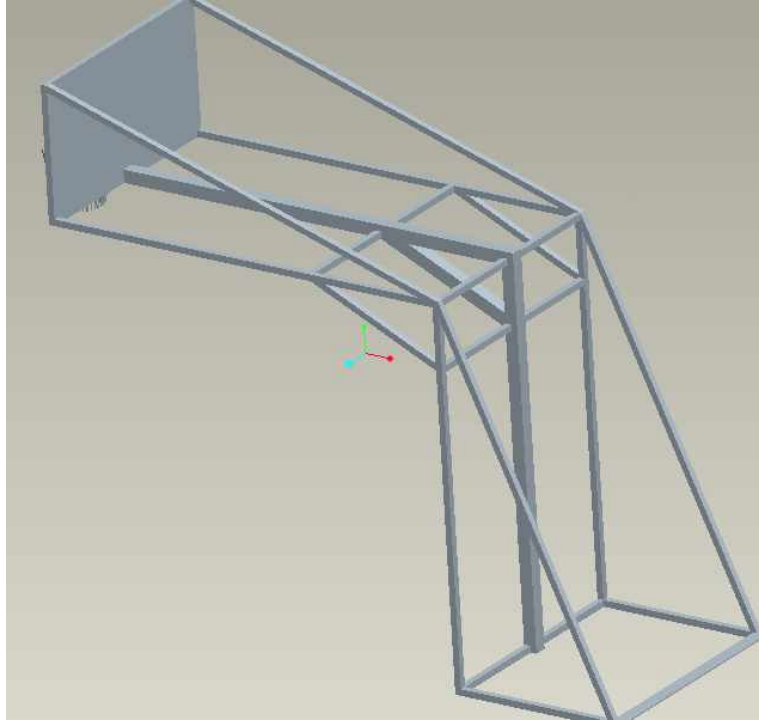
앞서 계산한 부분에서의 좌측부분의 모멘트를 계산하면,
 $M = (3.35 - 0.9) \times 5886 + (1.6 - 0.9) \times (3.51 + 3.2) \times 2 \times xg$ (x 는 kg/m, g 는 중력가속도)
 무게에 의한 모멘트는 P에 의한 모멘트에 비해 작으므로 무시하고, $M = 15000N \cdot m$

$S = \frac{\pi}{32} d^3$ 이므로 최대응력은 $\frac{0.152788745}{2d^3} MPa$ 이 된다. 이때 지름이 2cm일 경우 최대응력은 $9549MPa$ 로 파손되게 된다. 따라서 이를 버틸 수 있는 지름으로 재 선정한다. 5.5cm의 지름을 사용하였을 경우 $459.17MPa$ 를 받게되며, 이 경우 인장강도 내에 있기 때문에 부서지지 않는다. 안전하게 6cm의 지름을 사용하기로 하였다.

- 문제 발생 및 보완

하지만 6cm의 지름을 사용하게 되면 전체적으로 무게와 가격이 비싸지게 되어 실현 불가능 하다고 판단하게 되었다. 따라서 보완하고 부분별로 다른 지름의 강재를 사용하기로 하였다.





굽힘 응력에 대해 보완한 최종 설계도

4. 평가

- 정식 규격 농구골대의 판매가격은 동급기준 5,000,000원 이다.
- 우리가 설계한 농구골대의 순 재료비는
 - 2cm지름의 전체 프레임
 - $2.47\text{kg/m}(\text{단위 길이 당 중량}) * 178.34\text{m}(\text{총길이}) * 1.85(\text{가격평균})$
 - $= 814.92\$$
 - 6cm지름의 기둥 프레임
 - $22.2\text{kg/m}(\text{단위 길이 당 중량}) * 7.09\text{m}(\text{총길이}) * 1.85(\text{가격평균})$
 - $= 291.31\$$
 - 재료비용
 - $1090\text{원}/\$(\text{환율}) * (814.92+291.31) \$ = 1,205,000\text{원}$

따라서 모든 제작을 직접 한다고 가정 하였을 때 약 4.15배 저렴하다.
 이는 제작과정에 기타 비용이 든다고 가정해도 훨씬 저렴하다.

5. 회의록

응용고체 및 설계(A조) 회의록	
프로젝트	농구골대 설계
회의명	자료 조사
일시	2011. 03. 16(수) 15:00
장소	학생회관 1층 식당
<p>1. 가장 먼저 무엇을 조사하여야 하는가?</p> <p>① 농구골대의 국제 규격은 어떠한가? ② 백보드의 국제 규격은 어떠한가? ③ 농구골대에 사용할 수 있는 강재는 어떤 것이 있는가? ⇨ 각자 역할을 분담하여 다음 회의까지 조사하여 오기로 함.</p> <p>2. 설계도 작성</p> <p>① 각자 조사한 자료를 바탕으로 규격만 준수하여 다음 회의까지 어떤 구조든지 상관없이 마음껏 설계도를 작성하여 오기로 함. ② 각자 작성해 온 설계도를 바탕으로 수정 및 보완하여 응력 계산을 해보기로함.</p>	

응용고체 및 설계(A조) 회의록	
프로젝트	농구골대 설계
회의명	설계도 작성 및 분석
일시	2011. 03. 23(수) 15:00
장소	뽕스트홀 2층 기계공학부 학생회실
<p>1. 설계도 작성</p> <p>① 각자 작성해온 설계도를 비교 분석하여 최초의 모형을 설계 ② 분석하기 편하게 규격에 맞추어 ProE를 사용하여 설계 ③ 어떤 응력들을 고려하여 분석하여야 하는가? ⇨ 인장응력, 굽힘 응력 등</p> <p>2. 분석</p> <p>① 정역학적, 고체 역학적으로 나누어 분석하기로 함. ② 항상 책에 나오던 구조에 익숙해져 있어, 계산하는데 어려움이 따름. 각자 공부를 더 해 온 뒤에 다시 모여서 계산해 보기로 함.</p>	

응용고체 및 설계(A조) 회의록	
프로젝트	농구골대 설계
회의명	분석 및 평가
일시	2011. 04. 06(수) 09:00
장소	학생회관 5층 멜로스
<p>1. 분석</p> <p>① 우리 조에서 설계한 구조는 섹션법이 가장 적합하다고 판단.</p> <p>② 섹션법으로 계산하여 어느 부분이 최대 인장 또는 최대 압축을 받는지 계산</p> <p>③ 중간 부분에서 가장 큰 힘 51800N을 받는 것으로 계산됨</p> <p>④ 인장 응력, 굽힘 응력에 따른 지름 선정</p> <p>2. 평가</p> <p>① 길이 당 질량, 질량 당 가격을 기준으로 재료비를 계산함.</p> <p>② 실제 농구대와 비교.</p>	

응용고체 및 설계(A조) 회의록	
프로젝트	농구골대 설계
회의명	분석 및 평가
일시	2011. 04. 13(수) 09:00
장소	뽀스트홀 1층 NStopO
<p>1. 최종 보고서 작성</p> <p>① 보고서 양식 결정.</p> <p>② 보고서 작성.</p>	

