

# Spring Diving Board Design



**LAP (Lee&Park)**

2002006747 박정렬

2001001738 이현준

# 04 중간발표 시 선정된 진행방향

## 진행방향

앞으로 프로젝트 과정에서는

실제 다이빙 보드 재료의 정확한 물성치를 대입하고

끝점에 가해지는 정적하중이 아닌 충격량으로서의 외력과

하중이 변수로 작용될 때 최소하중과 최대하중에서 필요한 처짐을 얻기 위한 단면의 치수를 결정하고

또한 다양한 단면형상을 고려하여 재료의 양이 최소가 되는 단면을 찾을 수 있는 설계가 되도록 프로젝트를 진행할 계획입니다.

# 중간 발표 이후 진행방향

## 가정한 사실들 확인

재료의 정확한 물성치-> Aluminum Alloy 2014-T4

충격량->  $I=mv$  (초기속도 0이라고 했을 때)

자유낙하하는 등가속도 운동으로 생각하여  $v$ 를 계산하여 구해보면  $v=\sqrt{2gs}$ ,  $g$ : 중력가속도,  $s$ : 자유낙하 높이 이고, 점프하는 높이를 30cm~50cm 라 생각하고  $v$ 를 계산해보면 2.42~3.13 정도의 값을 가지는 것을 확인 할 수 있다. 따라서 초기에 충격량은 하중의 두배 정도가 된다는 가정은 무리가 아니라는 것을 확인할 수 있었다.

다양한 단면형상-> 사각형, 역삼각형, 반원

# 정식화(formulation)

## Step1. Problem Statement

재료의 최소화를 위해 최소 단면적을 갖도록 설계

1. 사각형 단면
2. 역삼각형 단면
3. 반원 단면

# 정식화(formulation)

## Step2. Data and Information

Aluminum Alloy 2014-T4

$$E = 75 \text{Gpa}$$

$$m = 75 \text{Kg}$$

$$\sigma_{allow} = 455 \text{Mpa}$$

$$W = 2 * m * 9.801 \text{N}$$

$$\delta_{max} = \frac{Wl^3}{3EI}$$

$$L = 6 \text{m}$$

$$M = W * L$$

# 정식화(formulation)

## Step2. Data and Information

	I	C
사각형	$bd^3/12$	$d/2$
역삼각형	$bd^3/36$	$d/3$
반원	$\pi \cdot r^4/8$	$4r/(3 \cdot \pi)$

# 정식화(formulation)

## Step3. Definition of Design Variables

b (width) (m)

d (depth) (m)

## Step4. Objected Function

Minimize the volume of spring diving board

사각형 :  $f(b,d) = b*d*l \text{ m}^3$

역삼각형 :  $f(b,d) = 0.5*b*d*l \text{ m}^3$

반원 :  $f(r) = \pi*r^2*l \text{ m}^3$

# 정식화(formulation)

## Step5. Identification of Constrains

$$\sigma = \frac{6M}{bd^2} \leq \sigma_{allow}$$

$$0.3m \leq \delta_{max} \leq 0.5m$$

$$0.48m \leq b \leq 0.68$$

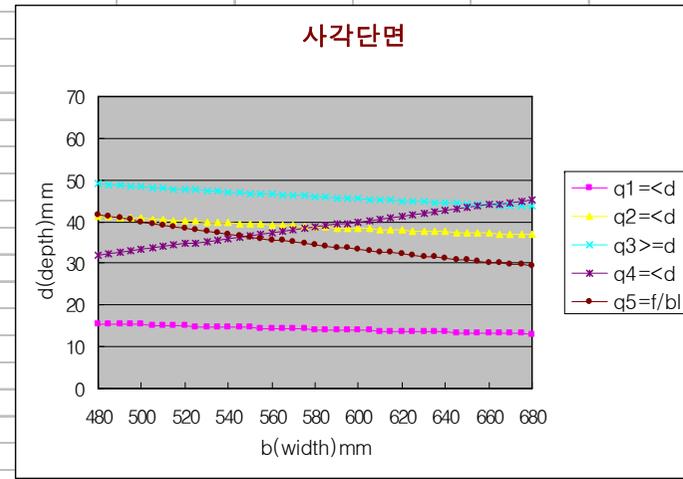
$$b \leq 15d$$

# 사각단면

V	M	g=9.810m/s <sup>2</sup>	stress allowable									
1471.5	8829		4.55E+08	N/m <sup>2</sup>					처짐을 고려한 스프링 다이빙보드설계			
			7.5E+10	N/m <sup>2</sup>					1~3미터 보드높이			
									충분한 탄성			
		b(mm)	q1=<d	q2=<d	q3>=d	q4=<d	q5=f/bl	1.2E+08	mm <sup>3</sup>	단면형상 변화-재료 최소화		
		480	15.57418	41.33651	49.00986	32	41.66667			중간발표-사각형만		
		485	15.49369	41.19397	48.84085	32.33333	41.23711					
		490	15.41444	41.05338	48.67416	32.66667	40.81633					
		495	15.33639	40.91468	48.50972	33	40.40404					
		500	15.25951	40.77784	48.34748	33.33333	40					
		505	15.18378	40.64282	48.18739	33.66667	39.60396					
		510	15.10917	40.50956	48.02939	34	39.21569					
		515	15.03565	40.37803	47.87345	34.33333	38.83495					
		520	14.96318	40.2482	47.71952	34.66667	38.46154					
		525	14.89176	40.12002	47.56754	35	38.09524					
		530	14.82135	39.99346	47.41749	35.33333	37.73585					
		535	14.75193	39.86848	47.26931	35.66667	37.38318					
		540	14.68347	39.74505	47.12296	36	37.03704					
		545	14.61596	39.62313	46.97841	36.33333	36.69725					
		550	14.54938	39.50269	46.83562	36.66667	36.36364					
		555	14.48369	39.38371	46.69455	37	36.03604					
		560	14.41888	39.26614	46.55516	37.33333	35.71429					
		565	14.35494	39.14997	46.41742	37.66667	35.39823					
		570	14.29184	39.03516	46.2813	38	35.08772					
		575	14.22957	38.92168	46.14676	38.33333	34.78261					
		580	14.1681	38.80952	46.01377	38.66667	34.48276					
		585	14.10743	38.69863	45.8823	39	34.18803					
		590	14.04752	38.589	45.75232	39.33333	33.89831					
		595	13.98837	38.48061	45.62381	39.66667	33.61345					
		600	13.92997	38.37342	45.49672	40	33.33333					
		605	13.87228	38.26741	45.37104	40.33333	33.05785					
		610	13.81531	38.16257	45.24673	40.66667	32.78689					
		615	13.75904	38.05887	45.12378	41	32.52033					
		620	13.70345	37.95628	45.00215	41.33333	32.25806					
		625	13.64852	37.8548	44.88182	41.66667	32					
		630	13.59425	37.75438	44.76277	42	31.74603					
		635	13.54063	37.65503	44.64498	42.33333	31.49606					
		640	13.48763	37.55671	44.52841	42.66667	31.25					
		645	13.43525	37.45942	44.41305	43	31.00775					
		650	13.38348	37.36312	44.29888	43.33333	30.76923					
		655	13.3323	37.2678	44.18587	43.66667	30.53435					
		660	13.2817	37.17346	44.07401	44	30.30303					
		665	13.23168	37.08005	43.96327	44.33333	30.07519					

처짐을 고려한 스프링 다이빙보드설계  
1~3미터 보드높이  
충분한 탄성  
단면형상 변화-재료 최소화  
중간발표-사각형만

초기치	해 찾기	
l	6	6 m
b	0.5	0.48 m
d	0.3	0.04134 m
f	0.9	0.11905 m
g1	-4.5E+08	-3.9E+08
g2	-0.49874	2.34E-07
g3	0.298744	-0.2
g4	-0.02	0
g5	-0.18	-0.2
g6	-2.5	-0.14005



# 역삼각형

		7.5E+10							
						부피			
b		q1=<d	q2=<d	q3>=d	q4=<d	q5=0.5*dbl			
480		20.10617	59.61757	70.68444	32	0.085849			
485		20.00227	59.41199	70.4407	32.333333	0.086444			
490		19.89995	59.20922	70.20029	32.66667	0.087038			
495		19.79919	59.00918	69.96312	33	0.087629			
500		19.69995	58.81183	69.72913	33.333333	0.088218	l	6	6
505		19.60218	58.61708	69.49824	33.66667	0.088805	b	0.5	0.48
510		19.50585	58.42489	69.27037	34	0.08939	d	0.3	0.059618
515		19.41093	58.2352	69.04547	34.333333	0.089973	f	0.45	0.085849
520		19.31739	58.04795	68.82345	34.66667	0.090555	g1	-4.5E+08	-4E+08
525		19.22518	57.86308	68.60427	35	0.091134	g2	-0.49623	3.95E-07
530		19.13428	57.68055	68.38785	35.333333	0.091712	g3	0.296233	-0.2
535		19.04466	57.50029	68.17414	35.66667	0.092288	g4	-0.02	0
540		18.95628	57.32227	67.96307	36	0.092862	g5	-0.18	-0.2
545		18.86913	57.14644	67.75459	36.333333	0.093434	g6	-4	-0.41426
550		18.78316	56.97274	67.54865	36.66667	0.094005			
555		18.69836	56.80113	67.34519	37	0.094574			
560		18.6147	56.63158	67.14416	37.333333	0.095141			
565		18.53215	56.46403	66.94551	37.66667	0.095707			
570		18.45069	56.29844	66.74918	38	0.09627			0
575		18.3703	56.13478	66.55514	38.333333	0.096833			
580		18.29094	55.97301	66.36334	38.66667	0.097393			
585		18.21261	55.81309	66.17373	39	0.097952			
590		18.13527	55.65498	65.98627	39.333333	0.098509			
595		18.05891	55.49864	65.80091	39.66667	0.099065			
600		17.98351	55.34405	65.61762	40	0.099619			
605		17.90904	55.19116	65.43636	40.333333	0.100172			
610		17.83549	55.03995	65.25708	40.66667	0.100723			
615		17.76284	54.89039	65.07975	41	0.101273			
620		17.69107	54.74243	64.90433	41.333333	0.101821			
625		17.62017	54.59606	64.73079	41.66667	0.102368			
630		17.55011	54.45125	64.55909	42	0.102913			
635		17.48088	54.30795	64.3892	42.333333	0.103457			
640		17.41246	54.16615	64.22108	42.66667	0.103999			
645		17.34484	54.02583	64.0547	43	0.10454			
650		17.278	53.88694	63.89004	43.333333	0.10508			
655		17.21192	53.74948	63.72705	43.66667	0.105618			
660		17.1466	53.6134	63.56572	44	0.106155			
665		17.08202	53.47869	63.406	44.333333	0.10669			
670		17.01816	53.34533	63.24788	44.66667	0.107224			
675		16.95501	53.21329	63.09133	45	0.107757			
680		16.89257	53.08254	62.93631	45.333333	0.108288			

# 결과

b		$q1 \leq d$	$q2 \leq d$	$q3 \geq d$	$q5 = 0.5 * \pi * d^2 * l$
114.7627		53.99791	51.7971	58.85287	0.0310

# 형상 변화 시 결과

사각형  $b=0.48\text{m}$ ,  $d=0.04134\text{m}$ ,  $f=0.11905\text{m}^3$

삼각형  $b=0.48\text{m}$ ,  $d=0.059618\text{m}$ ,  $f=0.085849\text{m}^3$

반원  $b=0.114\text{m}$ ,  $d=0.105\text{m}$ ,  $f=0.0310\text{m}^3$

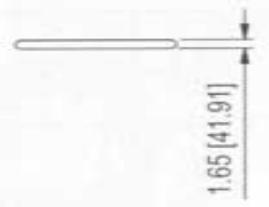
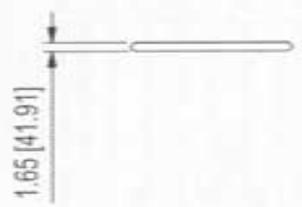
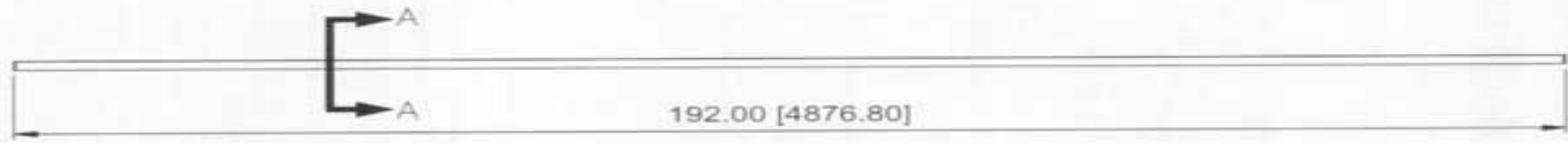
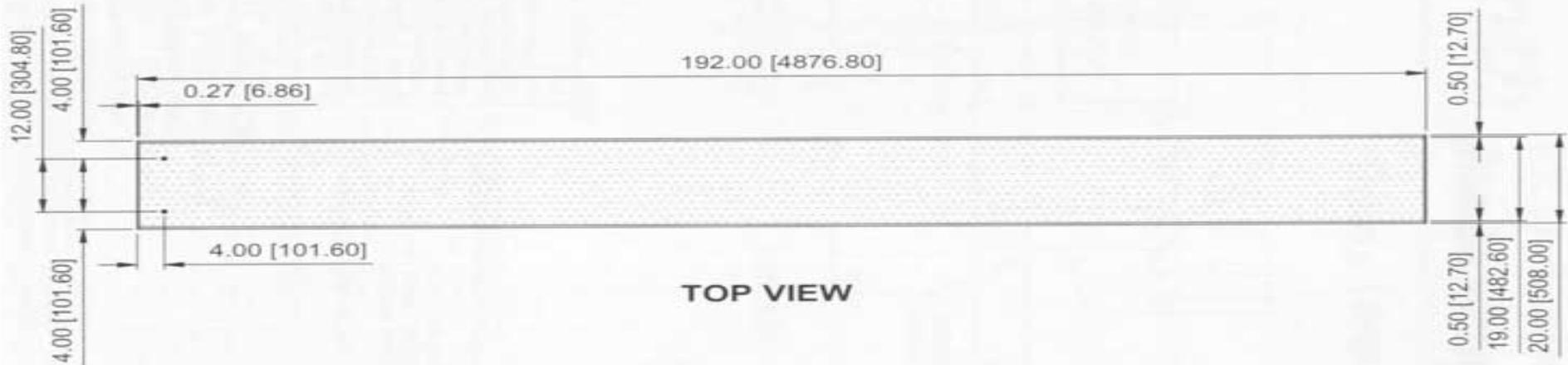
반원의 경우가 목적함수 값이 가장 작았지만, 설계형상에서 직경이 **11.4cm** 정도가 나와서 사용하기 불가능하였고, 삼각형의 경우가  $d$ 는 **0.018m(1.8cm)** 정도 증가하지만 전체적인 재료의 부피는 **0.03056m<sup>3</sup>** 감소하는 것을 확인 할 수 있어서 보드의 형상을 삼각형으로 하였을 때가 더 재료비용을 절약 할 수 있다는 것을 확인하였다.

# 기존의 설계/제품과 비교

## (Olympian Aluminum diving board)

- Provides the highest levels of performance and response required for commercial use
- Heavy-duty aluminum commercial board
- Aluminum provides exceptional durability for long life
- Epoxy and welded beam extrusion construction with welded ends
- Lengths: 8', 10', 12', 14' or 16'
- Widths: 18" or 20"
- Colors: Tile Blue, Radiant White, Marine Blue Non-slip
- Tread: Radiant White
- [8 Feet Product Specification Drawing.](#)
- [10 Feet Product Specification Drawing.](#)
- [12 Feet Product Specification Drawing.](#)
- [14 Feet Product Specification Drawing.](#)
- [16 Feet Product Specification Drawing.](#)

### 16 ft Olympian Aluminum Diving Board



**NOTE:** Diving boards shall be installed only on pools meeting or exceeding minimum requirements for the various pool types as outlined in the current edition of ANSI/NSPI-1. In addition, all installations must meet or exceed applicable local codes in accordance with S.R. Smith written instructions.

# 기존의 설계/제품과 비교

(16ft Olympian Aluminum diving board)

Length : 192in(4.876m)

Width : 19in(0.482m)

Depth : 1.65in(0.04191m)

vs

사각형

$b=0.48\text{m}$ ,  $d=0.04134\text{m}$ ,

삼각형

$b=0.48\text{m}$ ,  $d=0.059618\text{m}$ ,





# 기존의 다양한 제품



## 기존의 설계/제품과 비교



프로젝트 설계 중, 중요하게 생각한 점이 충분한 탄력성 제공이었고 그 조건을 만족시키기 위해 제공한 것이 다이빙 보드의 길이와 두께였다.

하지만 실제 제품들은 길이와 두께는 일정하게 규격화 되어있고 탄력성을 제공하는 방식으로 지지대의 형식에 여러가지 변화를 주는 것을 알 수 있었다.

# 프로젝트 고찰

심플한 문제를 만들기 위해 설계변수를 간략히 하여 외팔보형식으로 정식화를 진행하여 실제 다이빙 보드의 형식이나 지지대같은 사양을 고려하지 못한 것이 아쉬움이 남는다.

알루미늄 합금 재료를 사용하여 최적치수를 계산하여 본 결과값이 실제 제품들과 근사한 값을 얻을 수 있었고, 프로젝트를 진행하며 어떤 한 제품을 설계하는 데 고려해야 하는 많은 변인들과 조건들이 있다는 것을 경험할 수 있었다.

기존의 제품들은 지지대의 영향인지 모두 사각단면 형상인데, 프로젝트 시 살펴본 결과처럼 재료를 더 절약하며 같은 효과를 얻을 수 있는 역삼각형 단면등의 새로운 다이빙 보드의 실현 가능성을 찾아 볼 수 있었다.

Thank you!





크리스마스에  
가장 선물 하고  
싶은 책은 역시~

**“Introduction  
to  
Optimum  
Design~”**

쿨..럭...ㅋㅋ

조금만 더  
힘내서~

남은 시험  
잘 보삼 >.<

"Merry Christmas and Happy New Year!"

TBJ nearby

Lee & Park (LAP)