

Optimize the Umbrella Rib Price with Enough hardness

TEAM NAME : OPTIMUMBRELLA

※TEAM MEMBERS:

곽 윤 환 (2003005941)

박 진 우 (2003006085)

김 원 욱 (2002006639)

STAR CRAFT™

B R O O D W A R™

박진우

곽윤환
loading

김원욱

Copyright © 1998 Blizzard Entertainment. All rights reserved.

Smacker Video Technology. Copyright © 1994-1998

RAD Game Tools, Inc.

BLIZZARD
ENTERTAINMENT

STEP1.

Project/ Problem statement(1)

◎ Assumptions

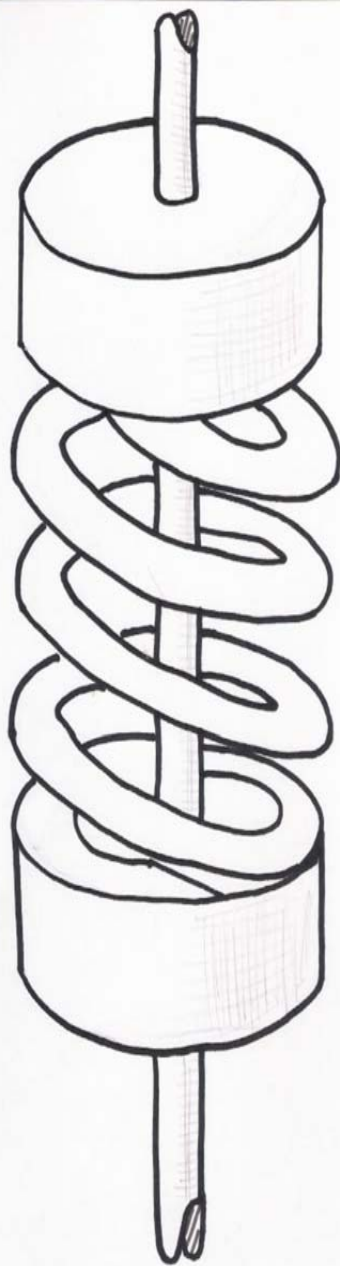
- 비 오는 각도: (θ)
- 스프링의 변형 길이: (δ)
- 스프링 모양과 강성
- 모든 마찰에 의한 손실 무시
- 사람의 위치 가정
- 우산의 펼쳐진 모양이 이등변 삼각형
- 우산의 살(RIB)의 재료는 동일
- 우산살 x_1 과 x_2 는 90° 로 배치
- 우산 천 및 비의 무게는 무시

Step1.

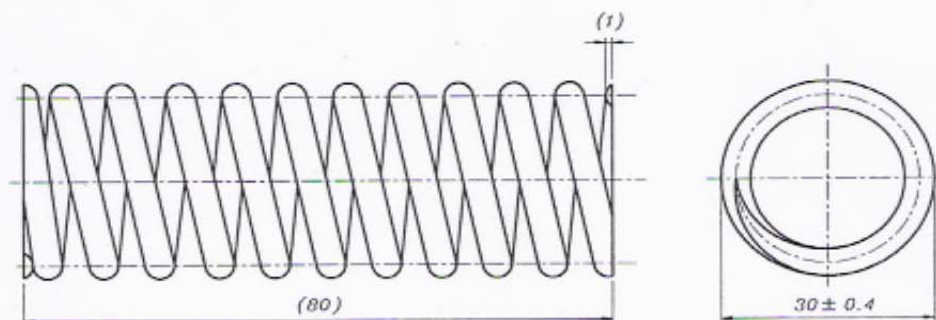
Project/ Problem statement(2)

◎ Design parameter

- 사람의 키: (H_p)
- 이마의 길이: (H_e)
- 우산의 전체 길이: (U_t)
- 우산 살(RIB)의 반지름 : (U_{r1})
- 우산 대의 반지름: (U_{r2})
- 스프링 받침대의 반지름: (U_{rd})
- 우산 끝 받침대의 길이: (U_{lu})
- 펼쳐진 우산의 반지름: (U_R)
- 눈에서 우산꼭대기까지 거리: (U_L)



냉간성형 압축코일 스프링(외관도)



요 목 표

재 료		SWOSC-V
재료의 지름 (mm)		4
코일 평균지름 (mm)		26
코일 바깥지름 (mm)		30 ± 0.4
총 감김수		11.5
자력 감김수		각 1
유효 감김수		9.5
감김방향		오른쪽
자유높이 (mm)		(80)
스프링 상수 (N/mm)		15.3
지 정	하중 (N)	-
	하중시의 높이 (mm)	-
	높이 ⁽¹⁾ (mm)	70
	높이시의 하중 (N)	153 ± 10%
	용력 (N/mm²)	190
최 대 압 축	하중 (N)	-
	하중시의 높이 (mm)	-
	높이 ⁽¹⁾ (mm)	55
	높이시의 하중 (N)	382
	용력 (N/mm²)	476
밀착 높이 (mm)		(44)
코일 바깥쪽면의 경사 (mm)		4 이하
코일 끝부분의 모양		클로즈드 엔드 (연삭)
표 면	성형 후의 표면 가공	쇼트 피닝
처 리	방청처리	방청유 도포

주⁽¹⁾: 수치 보기는 높이를 기준으로 하였다.

비 고: 1. 기타 항목 - 세팅한다.

2. 용도 또는 사용조건 - 상온, 반복하중

3. 1 N/mm² = 1MPa

Step2.

Data & Information collection

- 이마의 길이: 15cm
- 살의 단면적: $A = \pi \times R_d^2$ (m²)
- $F = -k \times \delta$ (N)
- $\sigma_{s1} = F/A$ (N/ m²)
- $\sigma_{s2} = My/I$
- C : 단위 질량당 재료 가격

품목	거래소	인도월	단위	가격
납	LME	3개월 (o)	\$/톤	3,630
니켈	LME	3개월 (o)	\$/톤	30,000
아연	LME	3개월 (o)	\$/톤	2,946
주석	LME	3개월 (o)	\$/톤	16,000
알루미늄	LME	3개월 (o)	\$/톤	2,391
알루미늄 ALLOY	LME	3개월 (o)	\$/톤	2,225
NASAAC	LME	3개월 (o)	\$/톤	2,185
전기동	LME	3개월 (o)	\$/톤	7,955

Step3.

Definition of Design variables:

- 우산 살(RIB)의 길이: x_1, x_2
- 우산 살의 재료: σ_s
- 우산살의 개수 : n

Step4. Identification of a Criterion to be Optimized

$$f = n \times C \times \rho \times A \times (x_1 + x_2)$$

Step5. Identification of Constraints

$$15^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$$

175_{cm} ≤ Hp ≤ 185_{cm}

$$U_R = (H_p - H_e) \times \tan \Theta \quad \text{--- (1)}$$

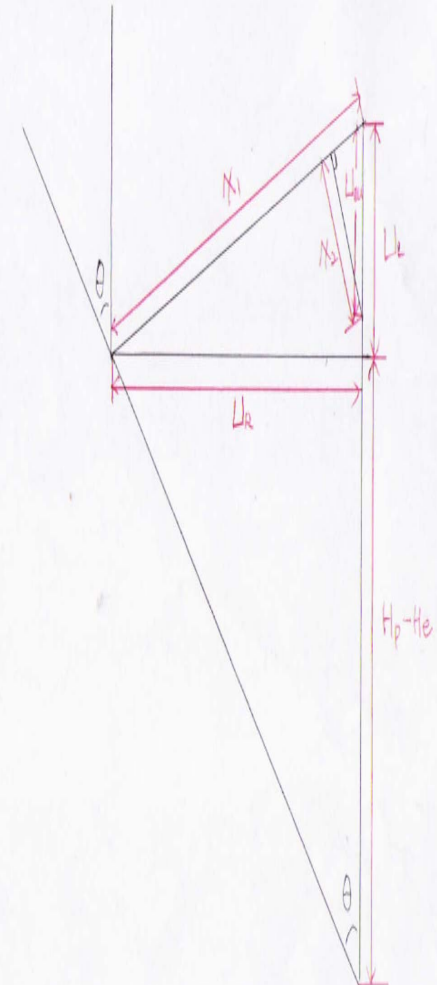
$$U_L : x_2 = x_1 : U_R \text{ (뿔은꼴 삼각형)} \quad \text{--- (2)}$$

(1),(2) 식에서 $\therefore X_2 = U_L \times U_R / x_1$

$$\sigma_{s1} \leq \sigma_{allow}$$

$$\sigma_{s2} \leq \sigma_{allow}$$

$$x_i \geq 0$$



Excel Macro

[일반]

Option Explicit

Function selectc(stress, n)

```
Dim a, mat_s As Double
Dim mat(10) As Double
Dim cost(10) As Double
Dim i, j As Integer
```

```
mat(1) = 3 * 10 ^ 6
mat(2) = 4 * 10 ^ 6
mat(3) = 7 * 10 ^ 6
mat(5) = 10 * 10 ^ 6
mat(6) = 12 * 10 ^ 6
mat(7) = 15 * 10 ^ 6
mat(8) = 20 * 10 ^ 6
mat(9) = 28 * 10 ^ 6
mat(10) = 30 * 10 ^ 6
```

```
cost(1) = 2.18
cost(2) = 2.225
cost(3) = 2.391
cost(4) = 2.946
cost(5) = 3.4
cost(6) = 3.63
cost(7) = 7.55
cost(8) = 16
cost(9) = 30
cost(10) = 400
```

a = stress / n

```
For i = 10 To 1 Step -1
    If (a < mat(i) And a > mat(i - 1)) Then
        mat_s = i
    End If
Next
```

```
selectc = cost(mat_s)
End Function
```

Function selectd(stress, n)

```
Dim a, mat_s As Double
Dim mat(10) As Double
Dim den(10) As Double
Dim i, j As Integer
```

```
mat(1) = 3 * 10 ^ 6
mat(2) = 4 * 10 ^ 6
mat(3) = 7 * 10 ^ 6
mat(5) = 10 * 10 ^ 6
mat(6) = 12 * 10 ^ 6
mat(7) = 15 * 10 ^ 6
mat(8) = 20 * 10 ^ 6
mat(9) = 28 * 10 ^ 6
mat(10) = 30 * 10 ^ 6
```

```
den(1) = 1000
den(2) = 2000
den(3) = 3000
den(4) = 4000
den(5) = 5000
den(6) = 6000
den(7) = 7000
den(8) = 8000
den(9) = 9000
den(10) = 10000
a = stress / n
```

```
For i = 10 To 1 Step -1
    If (a < mat(i) And a > mat(i - 1)) Then
        mat_s = i
    End If
Next
```

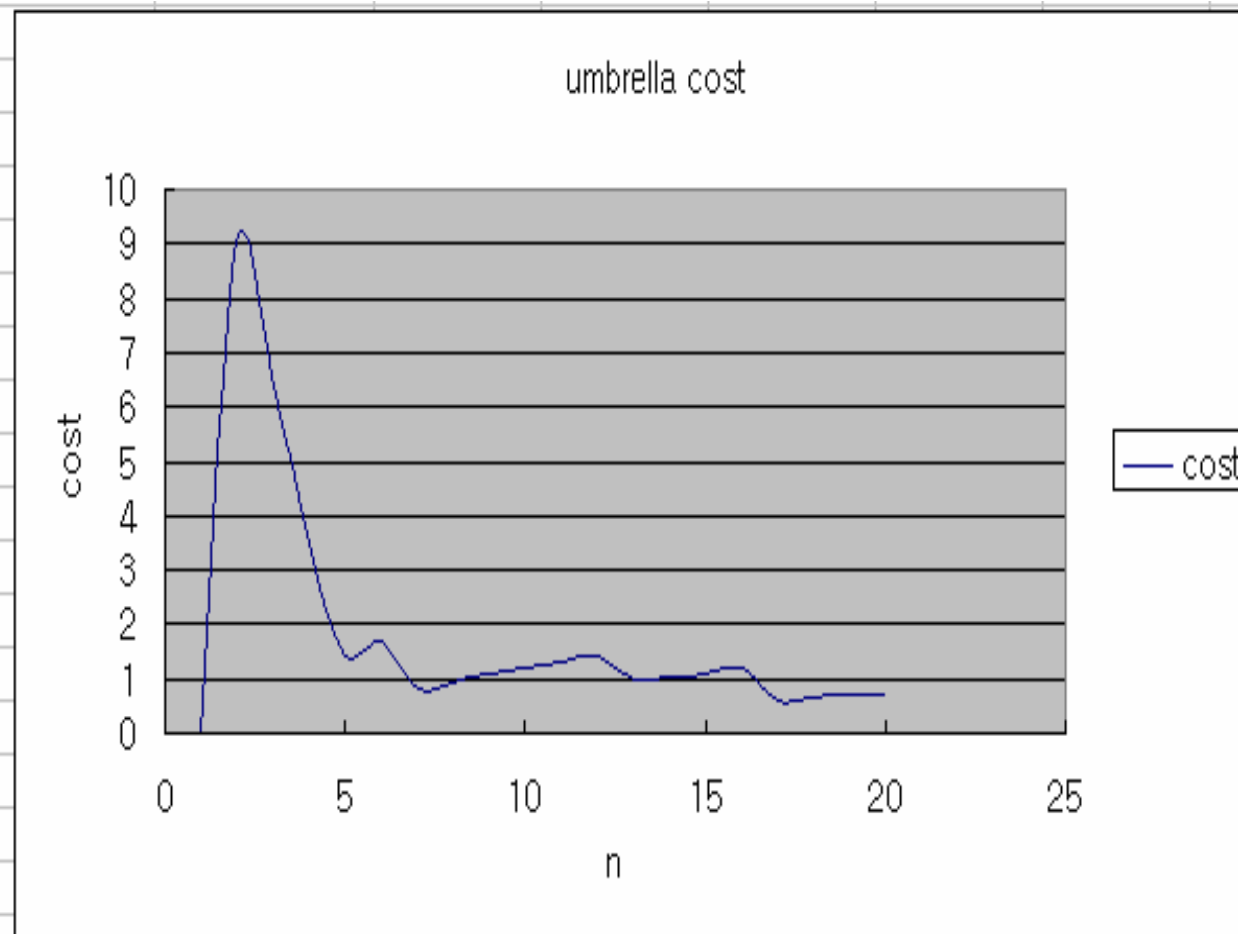
```
selectd = den(mat_s)
End Function
```

Excel Solver

		height	1,75	force	612		
		rain	30				
	Design variables	rib_r	0,002			Rib_number	16,24204
	Given data	forehead	0,15				
	calculation	spring del	0,04				
	constraints	spring cons	15300				
	Cost function	Rib area	0,00001256				
		sigma_s1*n	48726114,6				
nassac	2,185	sigma_s2	1912395,63	-3373449		1,75	1,85
al_alloy	2,225	x1	1,06666633	x2	0,259847	15	30
Al	2,391	moment_1	-5,29631525			1	20
Zn	2,946	moment_2	3,00246114				
Fe	3,4						
Pb	3,63						
Cu	7,55	cost/kg	2,18				
Sn	16	density	1000				
Ni	30	cost_f	0,58992721	530,9345			
Ag	400		\$	¥			

Excel Graph

n	cost/kg	density	cost_f
1	0	0	0
2	30	9000	8,996947
3	16	8000	6,397829
4	7,55	7000	3,522138
5	3,4	5000	1,416186
6	3,4	5000	1,699423
7	2,391	3000	0,836566
8	2,391	3000	0,956076
9	2,391	3000	1,075585
10	2,391	3000	1,195094
11	2,391	3000	1,314604
12	2,391	3000	1,434113
13	2,225	2000	0,96384
14	2,225	2000	1,037981
15	2,225	2000	1,112123
16	2,225	2000	1,186264
17	2,18	1000	0,617457
18	2,18	1000	0,653778
19	2,18	1000	0,690099
20	2,18	1000	0,72642



Comments(1)

Solver 결과 $\rightarrow n = 16.24$

1. Optimum Solution $\rightarrow n = 17$

2. Materials $\rightarrow$ NASAAC(cost-2.185\$/kg)

3. Cost : \$0.59(W531) $\rightarrow$ \$0.62(W558)

실제 모델

1. Materials $\rightarrow$ stainless steel ($n=8$)

2. Cost $\rightarrow$ 약 W712

Comments(2)

- 우리가 고려한 상황 하에서는 살의 원가가 더 싸짐.
- 살의 개수가 늘어서 바람에 뒤집히지 않음
- 안전계수나 바람의 영향을 고려하지 않았기 때문에 외부 영향에 의한 파손이 일어날 수 있음.

우리가 만든우산 김정일도 쓴다!

