

Optimize the Umbrella Rib Price with Enough hardness

TEAM NAME : OPTIMUMBRELLA

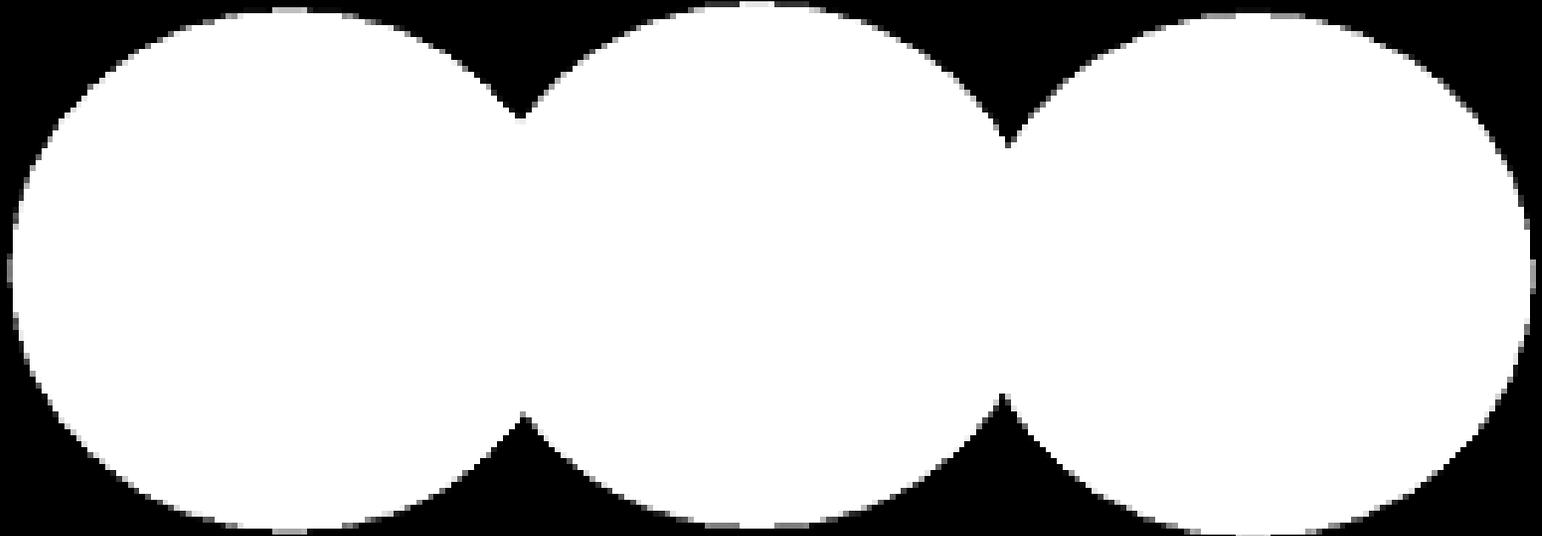
※TEAM MEMBERS:

곽윤환 (2003005941)

박진우 (2003006085)

김원욱 (2002006639)

곽윤환 박진우 김원욱



STEP1.

Project/ Problem statement(1)

◎ Assumptions

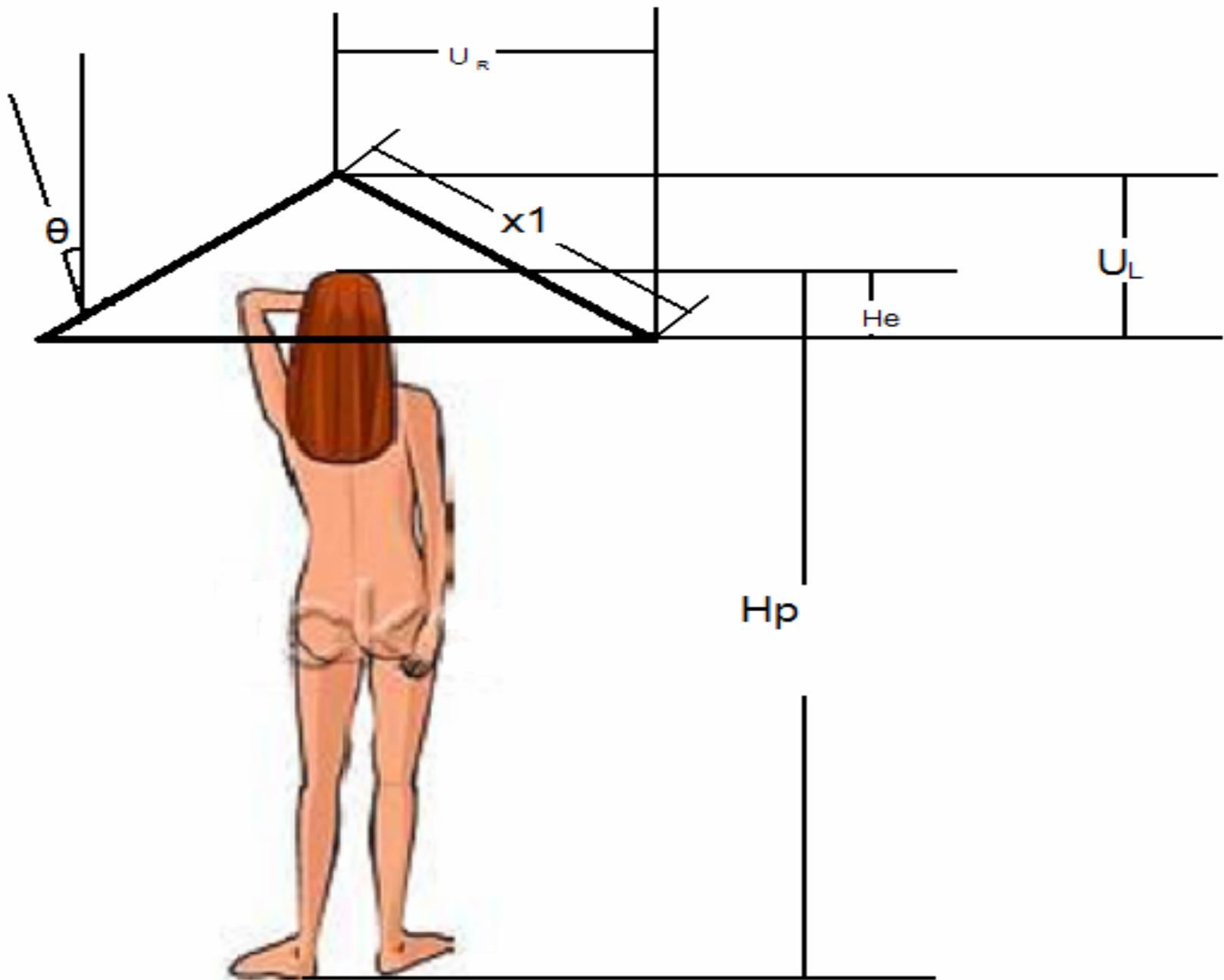
- 비 오는 각도: (θ)
- 스프링의 변형 길이: (δ)
- 스프링 모양과 강성
- 모든 마찰에 의한 손실 무시
- 사람의 위치 가정
- 우산의 펼쳐진 모양이 이등변 삼각형
- 우산의 살(RIB)의 재료는 동일
- 우산살의 개수는 등 간격으로 8개
- 우산살 x_1 과 x_2 는 90° 로 배치
- 우산 천 및 비의 무게는 무시

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)

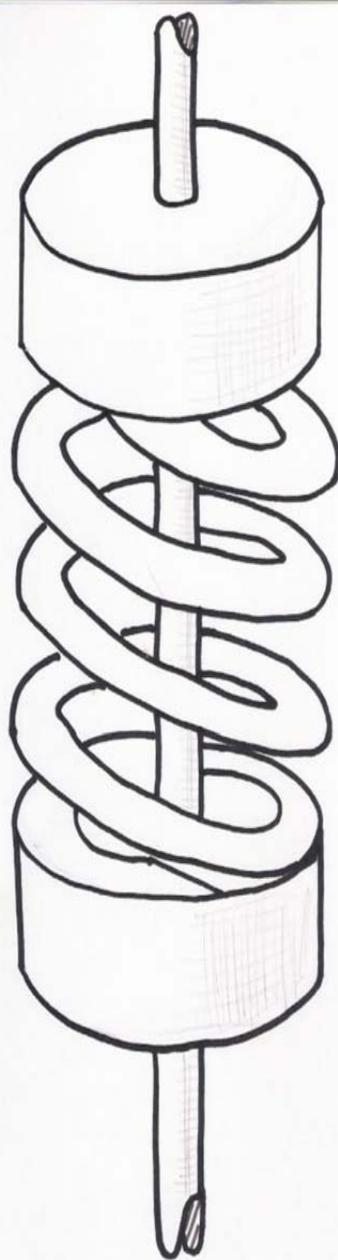


Step2.

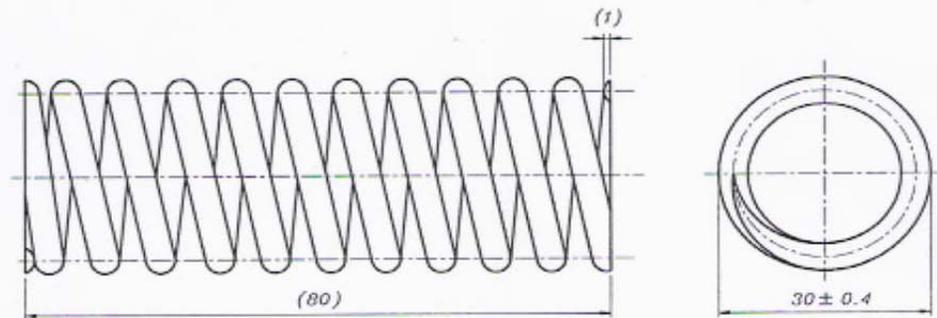
Data & Information collection

- 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



냉간성형 압축코일 스프링(외관도)



요 목 표

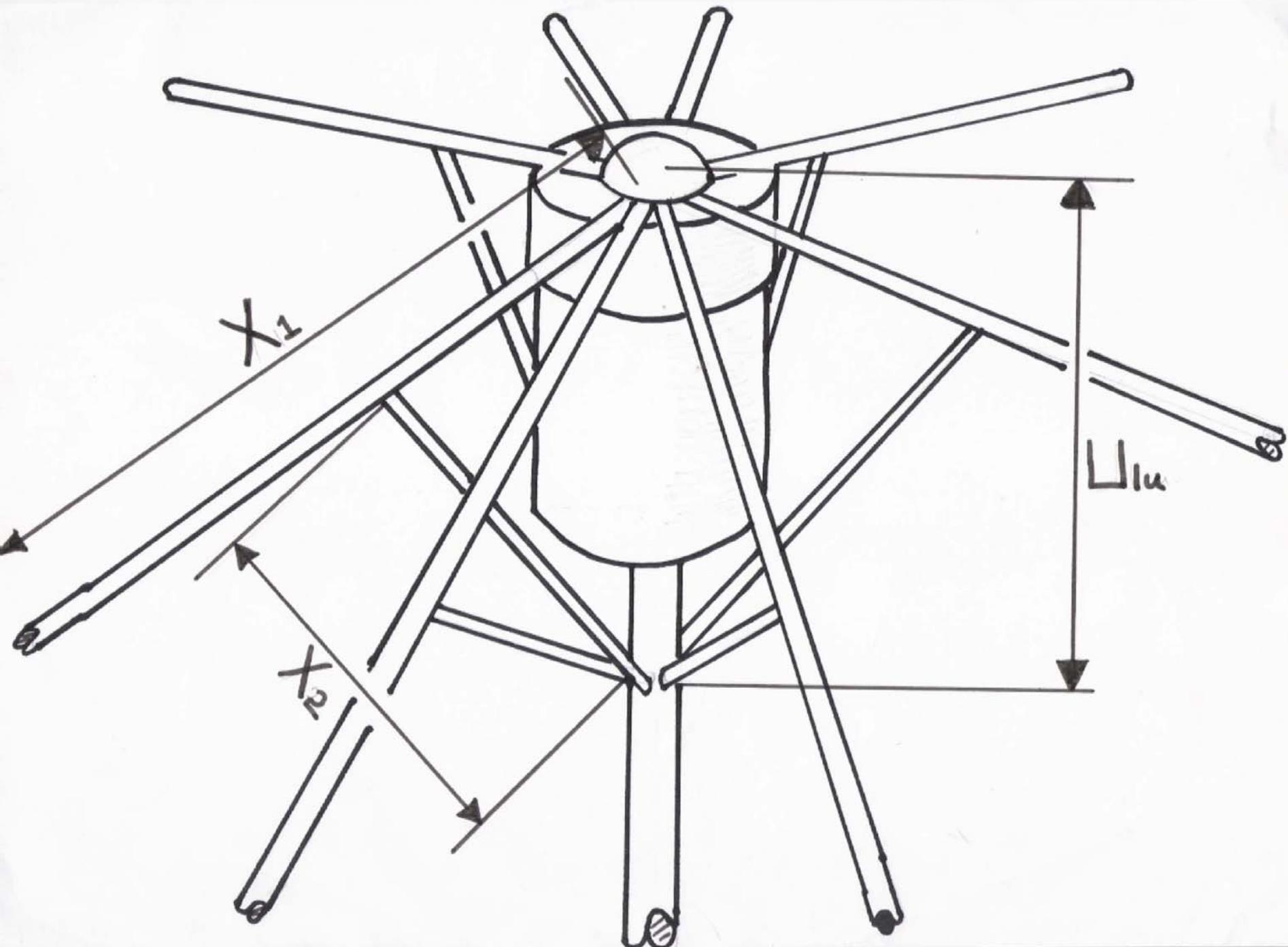
재 료		SWOSC-V
재료의 지름 (mm)		4
코일 평균지름 (mm)		26
코일 바깥지름 (mm)		30 ± 0.4
총 감김수		11.5
자리 감김수		각 1
유효 감김수		9.5
감김방향		오른쪽
자유높이 (mm)		(80)
스프링 상수 (N/mm)		15.3
지 정	하중 (N)	-
	하중시의 높이 (mm)	-
	높이(1) (mm)	70
	높이시의 하중 (N)	153 ± 10%
	용력 (N/mm ²)	190
최 대 압 축	하중 (N)	-
	하중시의 높이 (mm)	-
	높이(1) (mm)	55
	높이시의 하중 (N)	382
	용력 (N/mm ²)	476
밀착 높이 (mm)		(44)
코일 바깥쪽면의 경사 (mm)		4 이하
코일 끝부분의 모양		클로즈드 엔드 (연식)
표 면 처 리	성형 후의 표면 가공	쇼트 피닝
	방청처리	방청유 도포

주(1): 수치 보기는 높이를 기준으로 하였다.
 비교: 1. 기타 항목 - 세팅한다.
 2. 용도 또는 사용조건 - 상온, 반복하중
 3. 1 N/mm² = 1MPa

Step3.

Definition of Design variables:

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



Step 4. Identification of a Criterion to be Optimized

$$f = 8 \times C \times \rho \times A \times (x_1 + x_2)$$

Step5.

Identification of Constraints

$$10^\circ \leq \theta \leq 15^\circ$$

$$155\text{cm} \leq H_p \leq 185\text{cm}$$

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

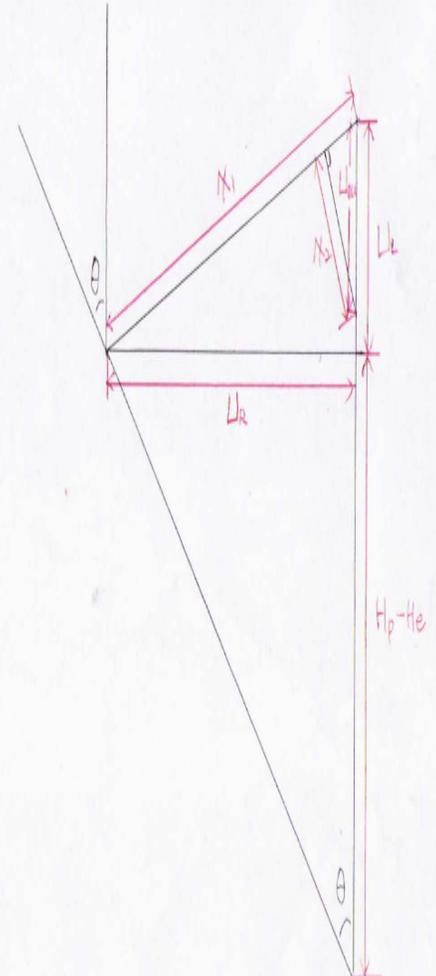
$$U_{lu} : x_2 = x_1 : U_R \quad (\text{닦은꼴 삼각형}) \quad \text{--- (2)}$$

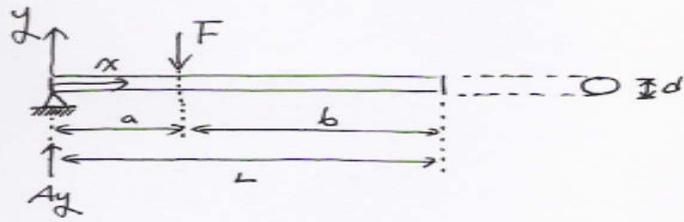
$$(1), (2) \text{ 식에서 } \therefore x_2 = U_{lu} \times U_R / x_1$$

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

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

$$x_i \geq 0$$





$$w(x) = -F \langle x-a \rangle^{-1}$$

$$\frac{d^2}{dx^2} (EI \frac{d^2 v}{dx^2}) = w(x) = -F \langle x-a \rangle^{-1}$$

$$\rightarrow \frac{d}{dx} (EI \frac{d^2 v}{dx^2}) = -F \langle x-a \rangle^0 + C_1$$

$$\rightarrow EI (\frac{d^2 v}{dx^2}) = -F \langle x-a \rangle' + C_1 x + C_2$$

$$\rightarrow EI (\frac{dv}{dx}) = -\frac{1}{2} F \langle x-a \rangle^2 + \frac{1}{2} C_1 x^2 + C_2 x + C_3$$

$$\rightarrow EI v = -\frac{1}{6} F \langle x-a \rangle^3 + \frac{1}{6} C_1 x^3 + \frac{1}{2} C_2 x^2 + C_3 x + C_4$$

Boundary Conditions

$$\textcircled{1} V|_{x=0} = 0 \quad : \quad EI V'|_{x=0} = C_3 = 0$$

$$\textcircled{2} M|_{x=0} = 0 \quad : \quad EI \frac{d^2 v}{dx^2} |_{x=0} = -F \langle 0-a \rangle' + 0 + C_2 = 0$$

$$\therefore C_2 = 0$$

$$\textcircled{3} M|_{x=L} = 0 \quad : \quad EI \frac{d^2 v}{dx^2} |_{x=L}$$

$$= -F \langle L-a \rangle' + C_1 L = 0$$

$$= -F \cdot b + C_1 L = 0$$

$$\rightarrow F \cdot b = C_1 L$$

$$\therefore C_1 = \frac{F \cdot b}{L}$$

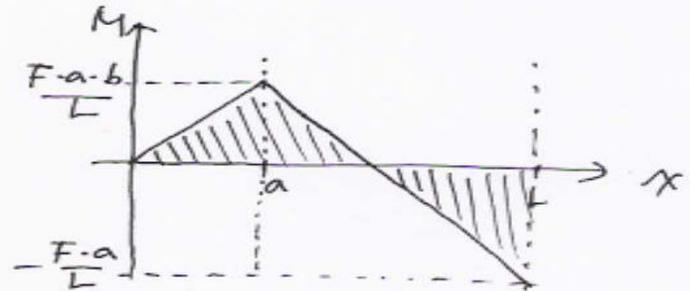
$$\textcircled{4} P|_{x=0} = \frac{d}{dx} (EI \frac{d^3 v}{dx^3})$$

$$= -F \langle 0-a \rangle^0 + C_1 = A_y$$

$$\therefore C_1 = A_y = \frac{F \cdot b}{L}$$

$$\therefore M = EI \frac{d^2 v}{dx^2}$$

$$= -F \langle x-a \rangle' + \frac{F \cdot b}{L} \cdot x$$



$$\therefore \sigma_s = \frac{M y}{I}$$

$$= \frac{M_{\max} \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi d^4}{64}} = \frac{32 \cdot M_{\max}}{\pi d^3}$$