

사장교의 최적 설계

2 Design variables



수, 목반 - 무사고 조

2002009100 흥동수

2004007810 정규선

2005006605 박삿별



목 차

- 1. 주제 선정 과정
- 2. Problem statement
- 3. Data and information
- 4. Design variables
- 5. Objective function
- 6. Constraints



주제 선정 과정

- 1. 2변수 최적 설계에 적합한 요소 구상
- 2. 문제의 간단화: 동적인 요소 배제
곡선 요소 배제
구속 조건 필요
- 3. 결과의 타당성:
비교=> 기존 설계가 있는 요소 고려

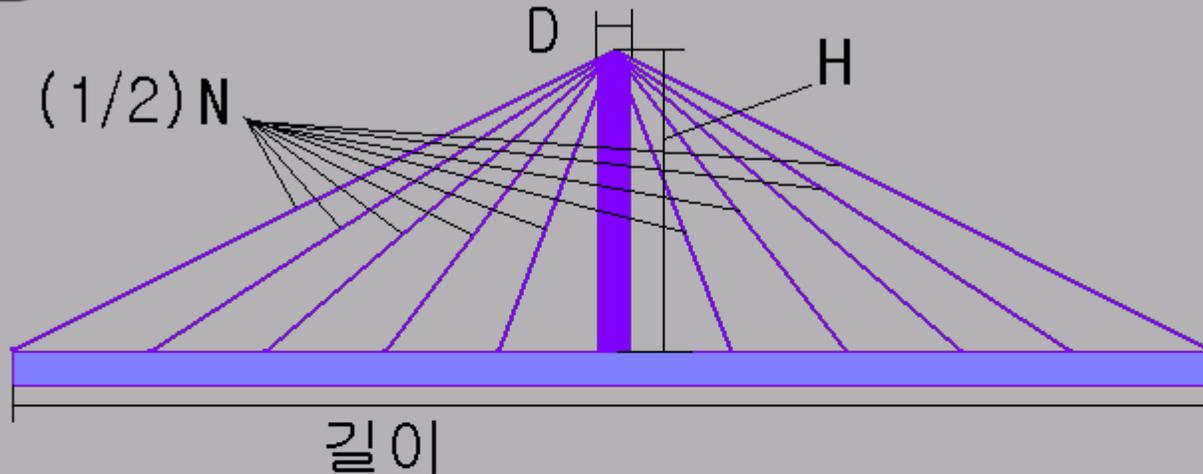


Step 1. Problem statement

- 사장교 (케이블에 의해 지탱되는 교량)
설계시 케이블과 주탑의 질량 최소화
- 주탑의 높이는 10m이상
- 케이블의 변형은 50mm 이하



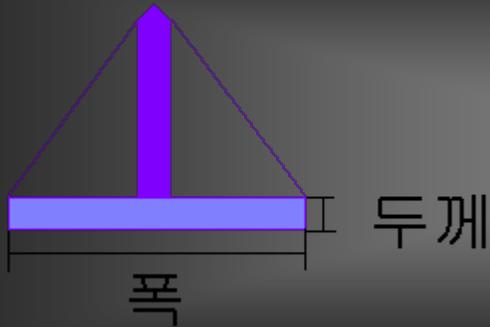
Step 2. Data and information



- l 길이: 300m
(올림픽 대교에서 사장교 구간)
- D 주탑의 지름: 2m
- N 케이블 수: 24
- g 중력: 9.81m/s^2



Step 2. Data and information



- w 폭: 30m (6차선 도로)
- t 두께: 3m
- F.S = 4
- 재료 일정: 케이블-Steel(ASTM-A36)
케이블 외의 요소-콘크리트
(Lightweight)

- $F_{max} = 73.575 \text{ MN}$
(길이 6m인 25t 트럭이 사장교 구간을 모두 채운 경우)
- $\Sigma L =$ 케이블 N개의 총 길이
- $\sigma_a = 250 \text{ MPa}$ $\rho_{st} = 7850 \text{ kg/m}^3$ $\rho_{\text{콘크리트}} = 1400 \text{ kg/m}^3$
- 가정: $m_{\text{케이블}} \ll m_{\text{교량-케이블}}$



Step 2. Data and information

$$nT_y = F_{\max} + W_b + W_T$$

$$W_b = \rho_{\text{콘크리트}} lwtg$$

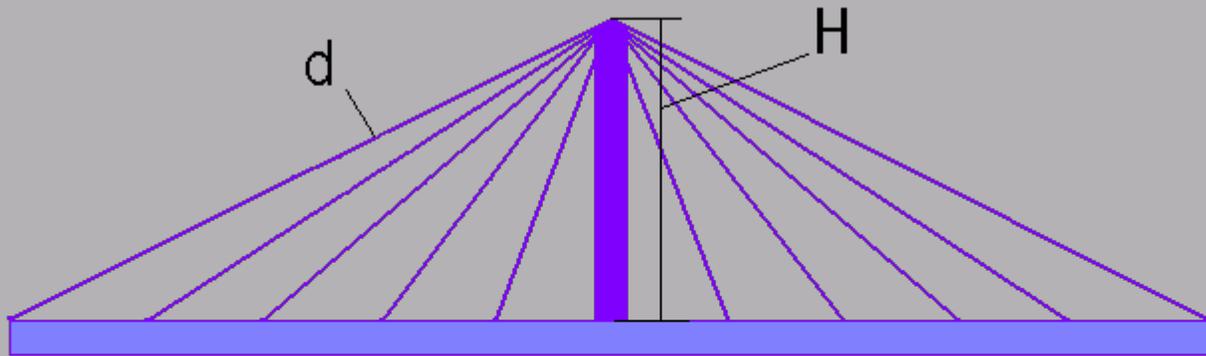
$$W_T = \rho_{\text{콘크리트}} \frac{D^2 \pi}{4} Hg$$

$$E_{st} \text{ (Young's modulus)} = 210\text{GPa}$$

$$\Delta L = \frac{\sigma L}{E}$$



Step 3. Design variables



- Variable 1
H = 주탑의 높이 m
- Variable 2
d = 케이블의 지름



Step 4. Objective function

- 목적 함수에서 고려되어야 할 점

재료의 최소화 => 건축비 절감

$$C = \underbrace{C_o}_{\text{overhead}} + \underbrace{C_t}_{\text{tooling}} + \underbrace{C_l}_{\text{labor}} + \underbrace{C_m}_{\text{material}}$$

C_o, C_l, C_t : 고려하지 않음



Step 4. Objective function

$$f = \rho_{st} \left(\frac{d^2 \pi}{4} \right) \Sigma L + \rho_c \left(\frac{D^2 \pi}{4} \right) H$$

= 케이블의 질량 + 주탑의 질량



Step 5. Constraints

$$F.S\sigma = F.S \left(\frac{F_{\max} + \rho_{\text{콘크리트}} \left(\frac{l}{2} \right) wtg + \rho_{\text{콘크리트}} \frac{D^2 \pi}{4} Hg}{\frac{d^2 \pi}{4}} \right) / n \leq \sigma_a$$

$$\Delta L = \frac{\sqrt{(l/2)^2 + H^2}}{E} \cdot \frac{\left(F_{\max} + \rho_{\text{콘크리트}} \left(\frac{l}{2} \right) wtg + \rho_{\text{콘크리트}} \frac{D^2 \pi}{4} Hg \right) / n}{\frac{d^2 \pi}{4}} \leq 0.05$$

$$H \geq 10$$

$$d > 0$$



Step 5. Constraints

$$g_1 = \text{F.S} \left(\frac{F_{\max} + \rho_{\text{콘크리트}} \left(\frac{l}{2} \right) wtg + \rho_{\text{콘크리트}} \frac{D^2 \pi}{4} Hg}{\frac{d^2 \pi}{4}} \right) / n - \sigma_a \leq 0$$

$$g_2 = \frac{\sqrt{(l/2)^2 + H^2}}{E} \cdot \frac{\left(F_{\max} + \rho_{\text{콘크리트}} \left(\frac{l}{2} \right) wtg + \rho_{\text{콘크리트}} \frac{D^2 \pi}{4} Hg \right) / n}{\frac{d^2 \pi}{4}} - 0.05 \leq 0$$

$$g_3 = -H + 10 \leq 0$$

$$g_4 = -d < 0$$