

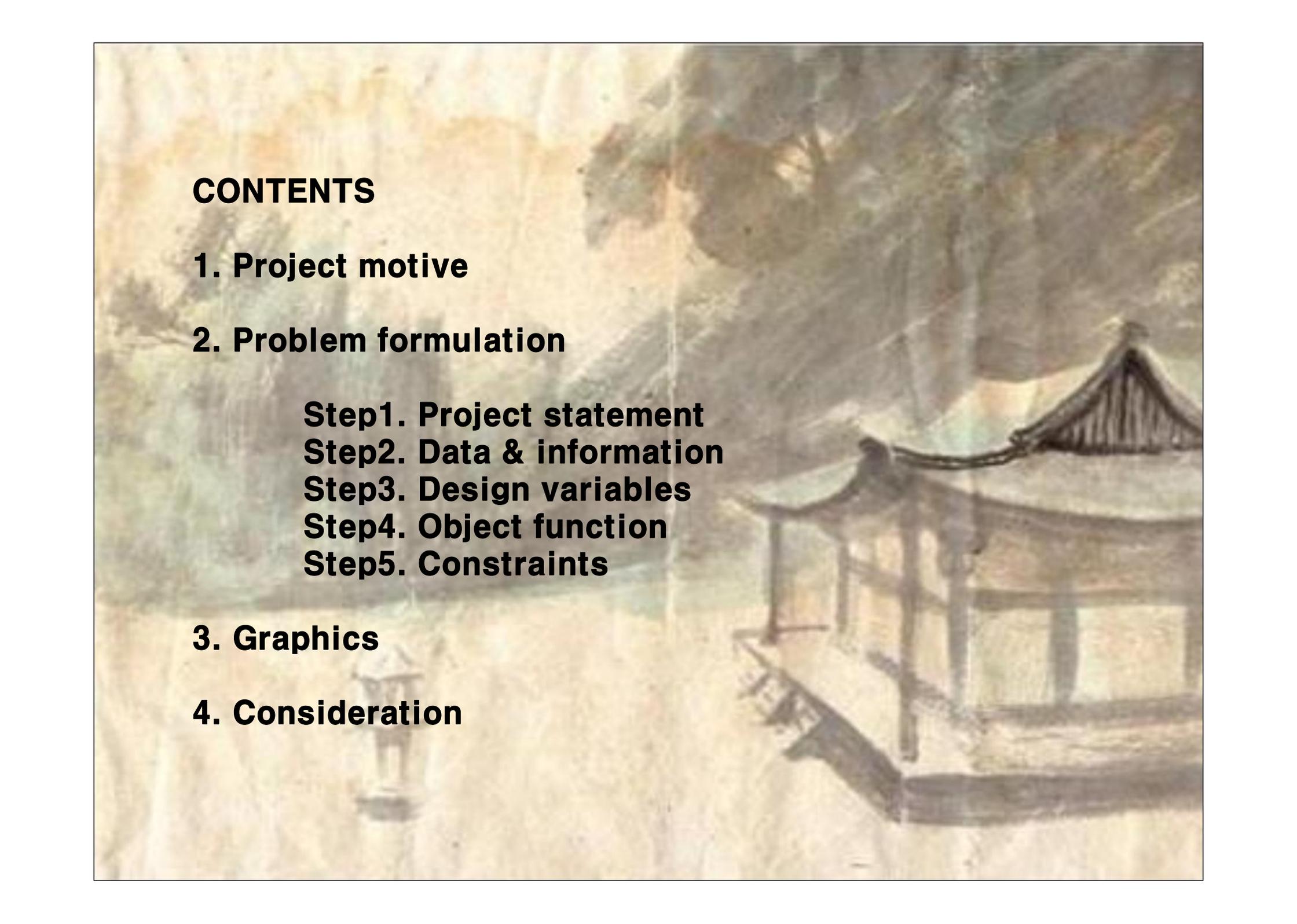
배흘림기둥에 기대서서

전통 건축양식 배흘림기둥을 설계해보자

최적신랑감

2004006129 김준호

2004007768 이홍익

The background of the slide is a traditional Chinese ink wash painting. It depicts a multi-tiered pavilion with a dark, curved roof and wooden railings, situated on a rocky outcrop. The surrounding landscape is rendered with soft, textured brushstrokes in shades of brown, grey, and green, suggesting misty mountains and trees. The overall style is classic and serene.

CONTENTS

1. Project motive

2. Problem formulation

Step1. Project statement

Step2. Data & information

Step3. Design variables

Step4. Object function

Step5. Constraints

3. Graphics

4. Consideration

1. Project motive



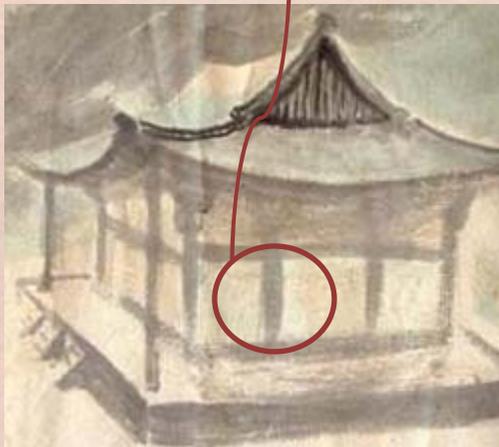
배흘림기둥이란?

건축물 기둥의 중간이 굽게 되고 위·아래로 가면서 점차 가늘게 된 주형

배흘림기둥의 장점은?

착시현상 교정
구조상의 안정

프로젝트 동기



기둥의 중간이 굽은 배흘림기둥은 원기둥보다 좌굴에 강할 것이다. 또한 위아래의 단면적이 작아지므로 질량이 감소할 수도 있다. 하지만 단면적이 줄어들면 허용응력에 대한 파손이 일어날 수 있기 때문에 한계가 있고, 기둥의 밑면으로 갈수록 자체의 무게에 의해 하중이 늘어나는 것도 고려를 해야 한다.

다리의 기둥(원)을 배흘림기둥으로 최적설계를 해보고 원기둥의 경우와 비교해보자.

2. Problem formulation



Step1. Project statement

일반적인 다리는 원통형 기둥으로 설계되어 있다.
이를 배흘림 기둥으로 설계하여 질량을 감소시켜보자.

특정 조건에서 질량을 최소화하는 배흘림 기둥을
설계한다.

Step2.Date & information

Assumption

기둥이 지탱해야 하는 하중 : 300 MPa

기둥의 재질 : 콘크리트+철심

$\rho = 3000 \text{ kg/m}^3$

$E = 25 \text{ GPa}$

$\sigma_a = 500 \text{ Mpa}$

기둥의 높이 : 10 m

2. Problem formulation



Step2. Data & information

Assumption

기둥은 오일러의 좌굴하중에서 buckling이 발생한다.
배흘림기둥의 기울기는 2차 포물선으로 가정한다.

$$I = \frac{\pi r^4}{4} \quad (\text{circular})$$

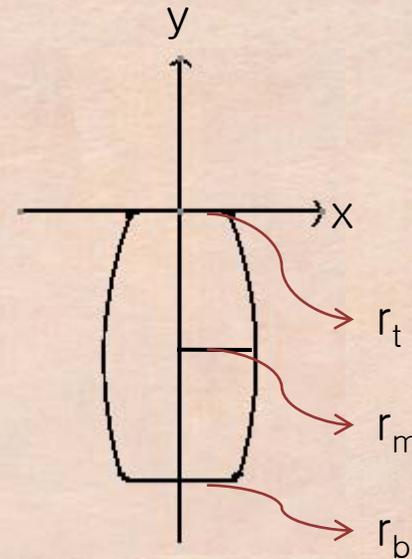
$$P_{cr} = \frac{4\pi EI}{L^2} \quad (\text{파손은 최대변위지점인 기둥의 중앙부에서 발생})$$

$$r(y) = \left(\frac{2r_m - r_b - r_t}{50} \right) y^2 + \left(\frac{4r_m - r_b - 3r_t}{10} \right) y - r_t$$

$$V(y) = \int_0^y A dy = \int_0^y \pi r^2 dy = \pi \int_0^y \left\{ \left(\frac{2r_m - r_b - r_t}{50} \right) y^2 + \left(\frac{4r_m - r_b - 3r_t}{10} \right) y - r_t \right\}^2 dy$$

$$F(y) = P + \rho g V(y) = P + \rho \pi \int_0^y \left\{ \left(\frac{2r_m - r_b - r_t}{50} \right) y^2 + \left(\frac{4r_m - r_b - 3r_t}{10} \right) y - r_t \right\}^2 dy$$

$$\sigma(y) = \frac{F(y)}{A(y)}$$



2. Problem formulation



Step3. Design variables

배흘림기둥의

윗단면적 반지름 : r_{top}
밑단면적 반지름 : r_{bottom}

(중간단면적 반지름 r_{mid} 은 구속조건으로 구함)

Step4. Object function

$$M = -\pi\rho(23.67r_m^2 + 2.488r_b^2 + 6.221r_t^2 - 14.525r_m r_b + 6.9358r_b r_t - 17.792r_m r_t)$$

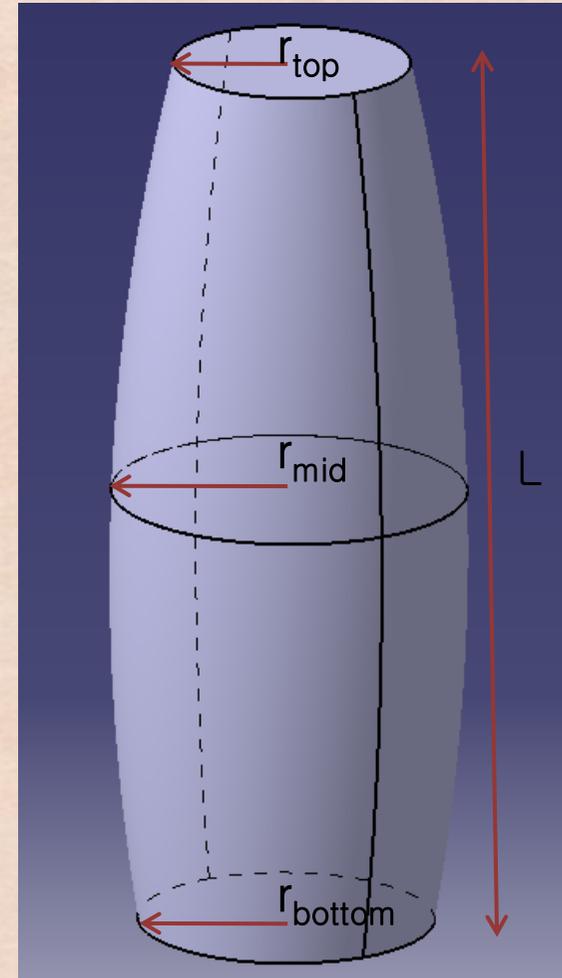
ρ : density

L : length of column

r_t : radius of top area

r_m : radius of mid area

r_b : radius of bottom area



Concept by
using catia

2. Problem formulation

Step5. Constraints

$$g1 = \frac{P}{\sigma_a \pi} - r_t \leq 0$$

$$g2 = \frac{L^2 P}{\pi^2 E} - r_m^4 \leq 0 \quad (r_m \text{의 최소값을 사용})$$

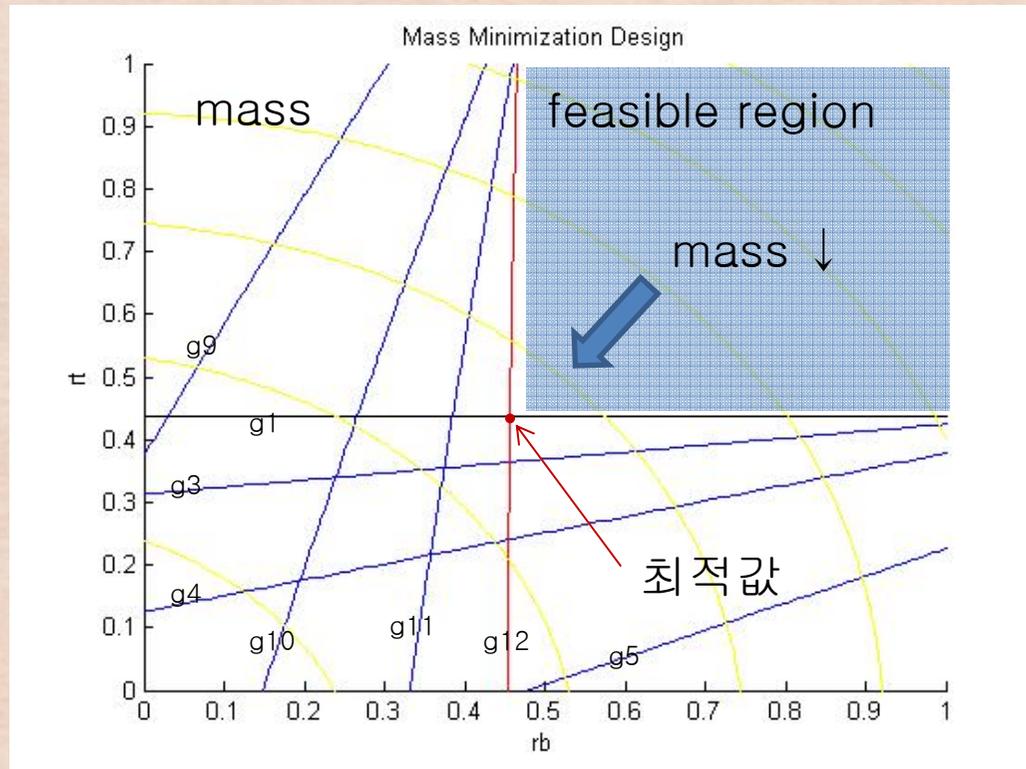
$$g3 \sim g12 : \frac{P + \rho g V(y)}{A(y)} - \sigma_a \leq 0 \quad (y = -1, -2, \dots, -10)$$

$$g13 = -r_t \leq 0$$

$$g14 = -r_m \leq 0$$

$$g15 = -r_b \leq 0$$

3. Graphics



$r_t = 0.4371$ m, $r_m = 0.5905$ m, $r_b = 0.4536$ m
Minimum mass = 27877 kg
반지름 r_m 원기둥 대비 질량감소효과 : 4986.28 kg

4. Consideration

1. 문제가 직관적으로도 손쉽게 최적점을 찾아낼 수 있는 형태
 - 기존의 설계에서 새로운 구속조건을 추가하거나, 같은 주제이되 문제의 접근방식을 새로이 하여 적합한 문제로 재구성
2. 기둥 자체의 중량에 의한 영향을 미비
3. Pcr에 의한 좌굴을 고려해야 하는 경우 배흘림기둥으로 제작하면 원기둥보다 적은 재료를 사용할 수 있다.
 - cost ↓
4. 유선형으로 제작해야 하는 배흘림기둥의 제작비가 더 높을 것으로 생각되며, 따라서 실제 상황에서는 이를 고려해야 함
 - cost ?

Q&A



감사합니다!

結