

터널 단면 최적 설계



팀명 : 두더지

팀원 : 박비오 (2002008033)

우상희 (2004006992)

발표일시 : 08.10.14

발표장소 : 제2공업센터 207

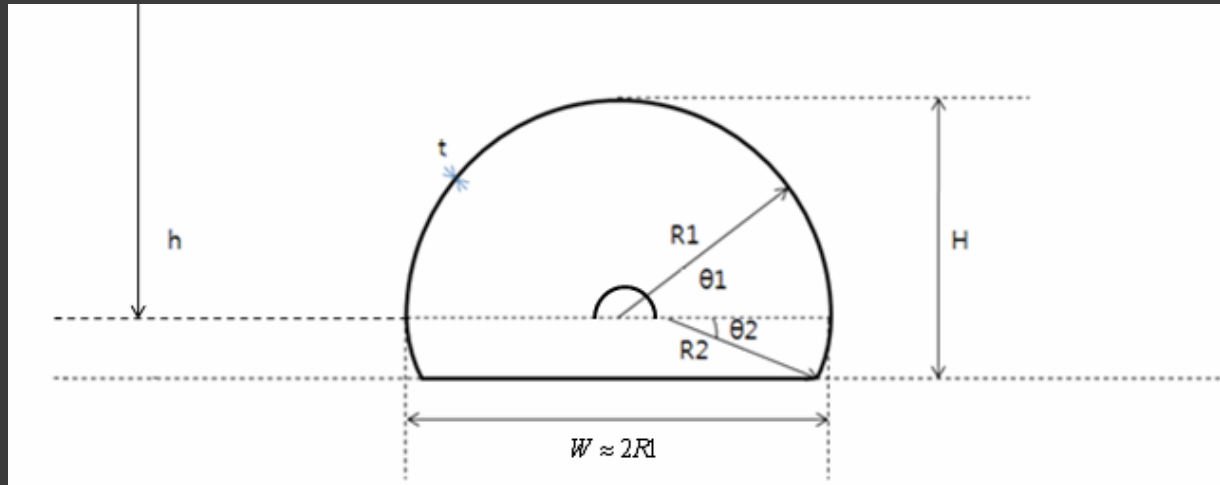
목차

1. Problem Statement
2. Data and Information
3. Design Variables
4. Objective Function
5. Constraints
6. Graphical Method
7. 한계점 및 향후 과제

Step1 : Problem Statement

- 터널 단면의 최적 설계
- 라이닝 콘크리트는 허용응력을 넘지 않도록 한다. (라이닝 : 터널 벽면을 이루는 부재)
- 도로 폭은 최소 8m.
- 라이닝 두께의 최소값은 0.1m
- 겉 표면 법선의 응력만을 고려.

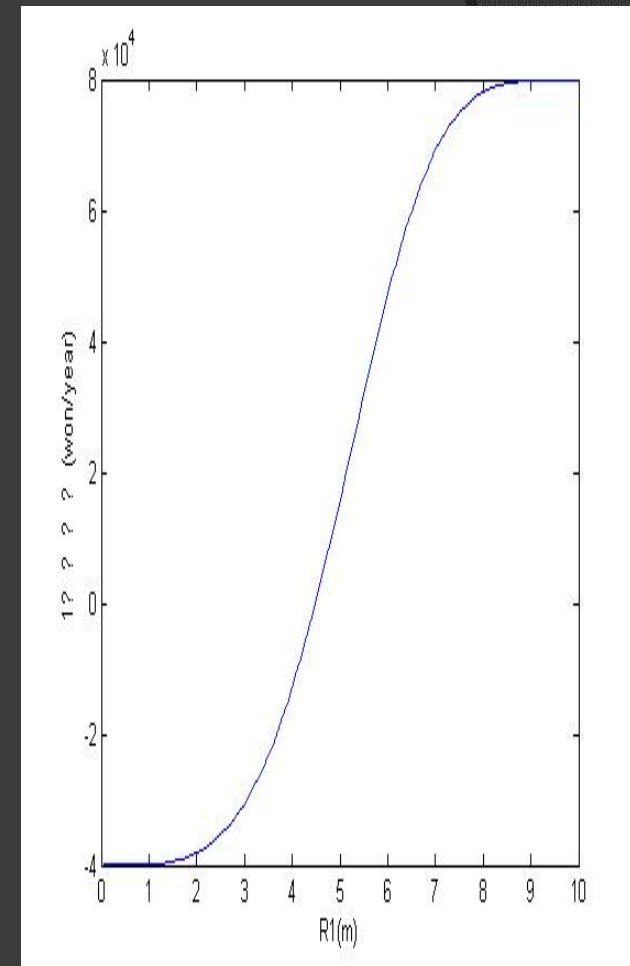
Step2 : Data and Information



- $h(\text{깊이}) = 22.6 \text{ m}$
- $\sigma_y = 23.5 \text{ Mpa}$
- S.F.(안전계수) = 5
- $\sigma_{al} = \sigma_y / \text{S.F.} = 4.708 \text{ Mpa}$
- 편평율 = $H/W = 0.7$
- $\lambda(\text{축압계수}) = 0.5$

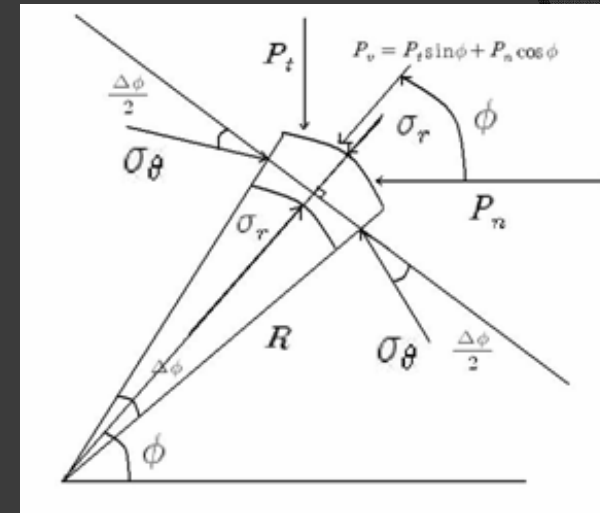
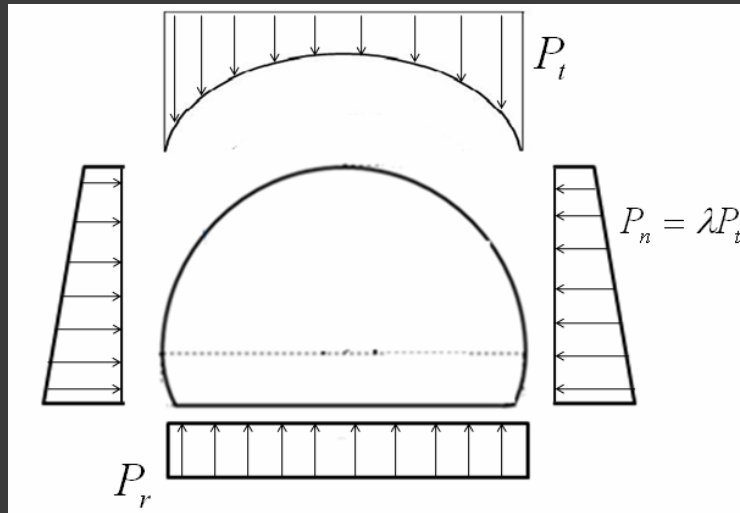
Step2 : Data and Information

- 흙의 비중 = 1.23
- 콘크리트 비중 = 2.32
- 콘크리트 m^2 당 재료비+인건비
= 30000 won/ m^2
- 철근 비용 = 70000 won/ m^2
- 레미콘 비 = 48000 won/ m^2
- 도로 폭당 이익비율(won/year)
= $80000 * (1 - 1.5 * \exp(-0.001 R_1^4))$



도로 폭당 이익비율

Step2 : Data and Information



$$P_t = \rho g (h - R_1 \sin \phi)$$

$$P_v = P_t (\lambda \cos \phi + \sin \phi)$$

$$P_n = \lambda P_v$$

$$P_{n2} = \rho g (h + R_2 \sin \alpha)$$

$$P_{v2} = P_{n2} \cos \alpha$$

$$\sigma_r = -\frac{(R+t)^2 P_v}{(R+t)^2 - R^2} \left(1 - \frac{R^2}{(R+t^*)^2} \right)$$

$$\sigma_\theta = -\frac{(R+t)^2 P_v}{(R+t)^2 - R^2} \left(1 + \frac{R^2}{(R+t^*)^2} \right)$$

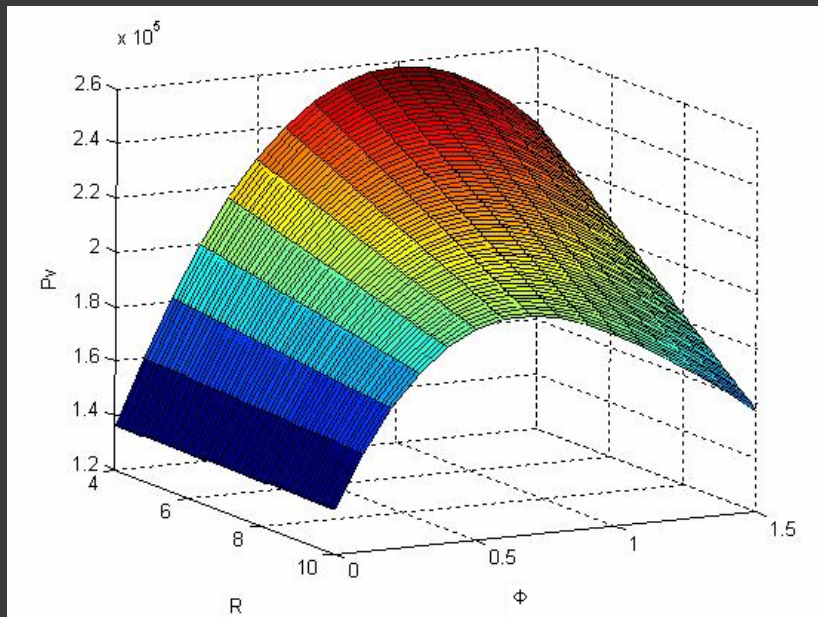
$$-P_v \leq \sigma_r \leq 0$$

$$-\frac{(R+t)^2 + R^2}{(R+t)^2 - R^2} \geq \sigma_\theta \geq -2 \frac{(R+t)^2 P_v}{(R+t)^2 - R^2}$$

$$\tau = 0$$

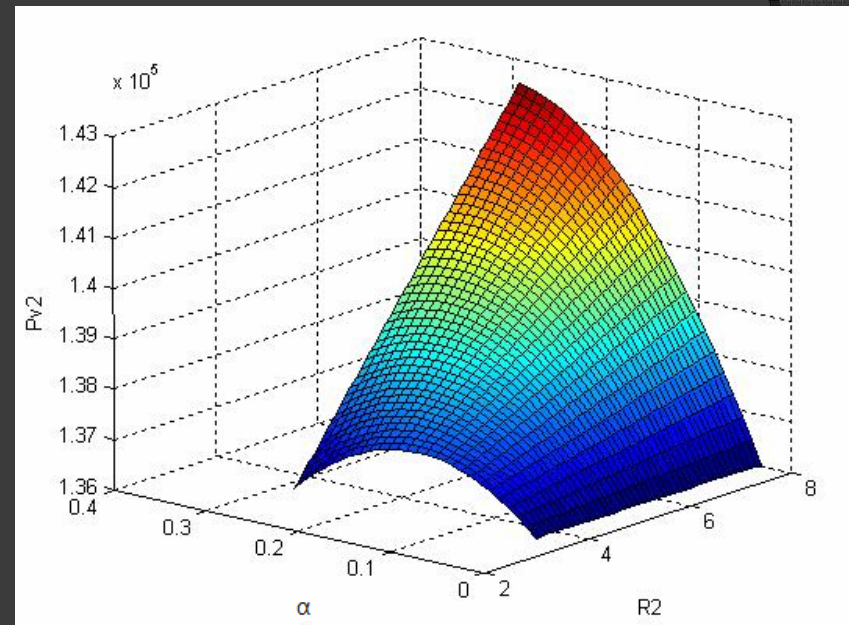
Step2 : Data and Information

- 최고 응력 각도 산출



$$P_v = \gamma (h - R_1 \sin \phi) [\lambda \cos \phi + \sin \phi]$$

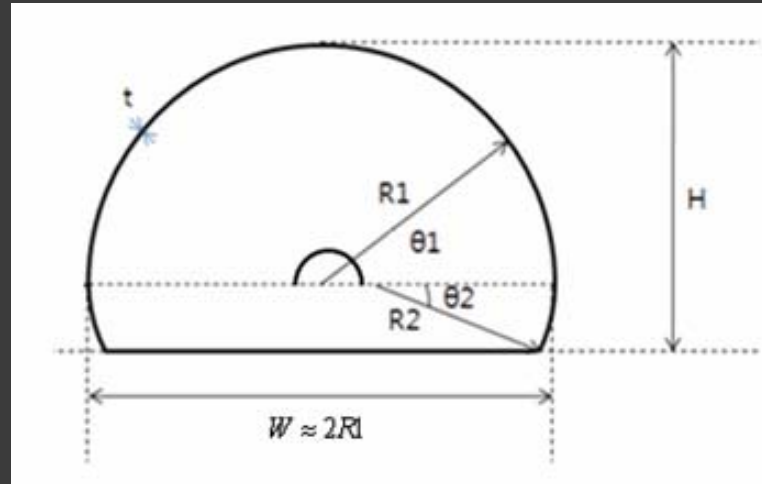
$$\text{Max } \phi = -0.05R_1 + 1.2$$



$$P_v = \gamma (h + R_2 \sin \alpha) [\lambda \cos \alpha]$$

$$\text{Max } \alpha = 0.02727R_2 + 0.0582$$

Step3 : Design Variables



- Design Variables : $R1, R2, \theta_1, \theta_2, t$
- $R2$ 는 편평률에 의해 $R1$ 에 구속
 $R2 = (0.7 - 0.5) \cdot R1 / \sin(\theta_2)$
- 2변수화를 위해 θ_1, θ_2 를 고정
 $\theta_1 = 180^\circ, \theta_2 = 15.491^\circ$
→ 최종 설계 변수 : $R1, t$

Step4 : Objective Function

- $f(R_1, t) = (\text{Lining Cost}) - (10\text{yrs Benefit})$

$$f(R_1, t) = \left\{ \frac{2\pi t \theta_2}{2\pi} \left(R_1 + \frac{t}{2} \right) + 2 \times \frac{2\pi t \theta_2}{2\pi} \left(R_2 + \frac{t}{2} \right) \right\} (30000 + 0.07 \times 10^6 + 0.6 \times 80000) \\ - 10 \times 80000 \left(1 - 1.5e^{-0.001R_1^4} \right)$$

- 목적함수 $f(R_1, t)$ 의 최소화.

Step5 : Constraints

$$\sigma_{1,2} \leq \sigma_{al}$$

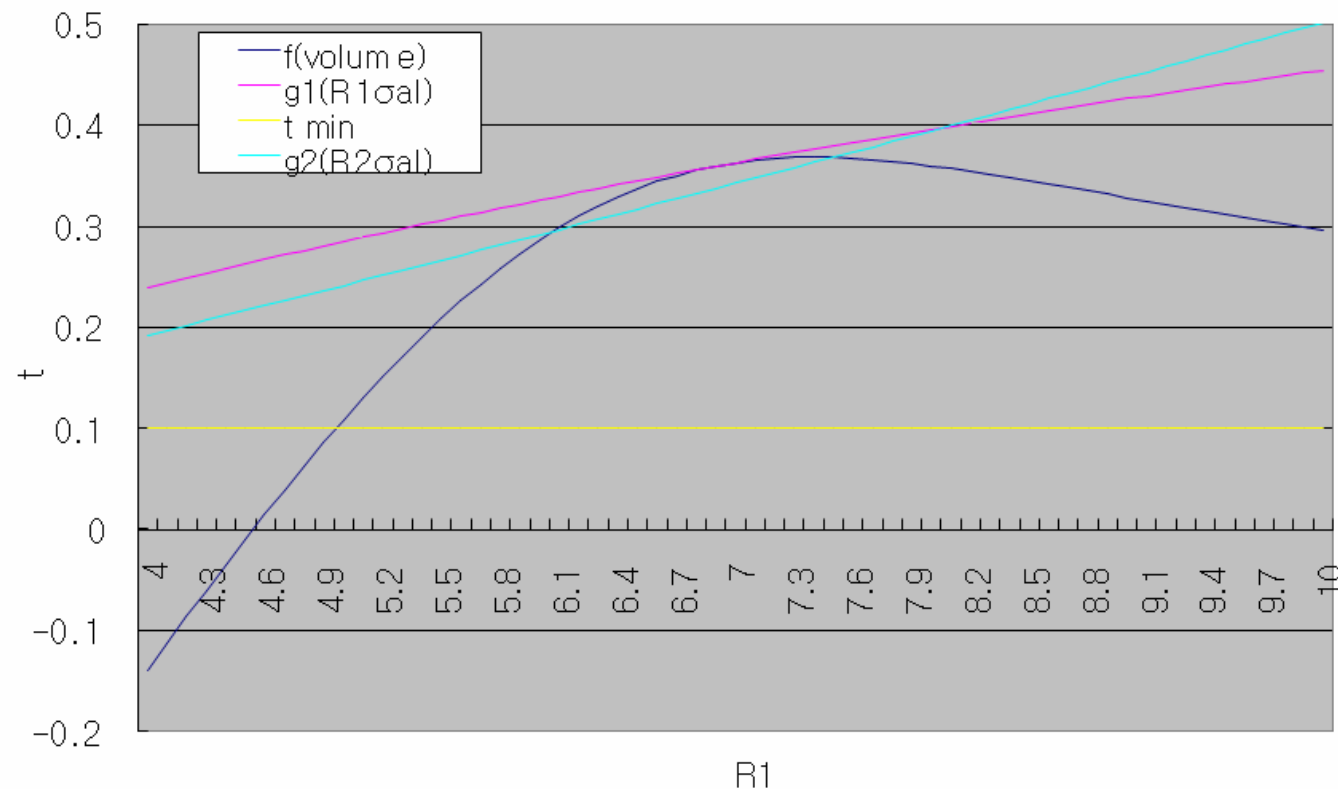
$$g1 = t \geq R_1 \left(\sqrt{\frac{\sigma_{al}}{\sigma_{al} - 2P_v}} - 1 \right)$$

$$g2 = t \geq R_2 \left(\sqrt{\frac{\sigma_{al}}{\sigma_{al} - 2P_{v2}}} - 1 \right)$$

$$g3 = t \geq 0.1$$

$$g4 = R_1 \geq 4$$

Solution : Graphical Method



f10년동안 의 이득	
-15000	won/m
Radius1	
7	m
thickness	
0.362762	m
mass	
22241.54	kg
재료비	
1.42E+06	won/m

결과 : $R_1=7$ m, $t=363$ mm

$f=-15000$ won/m, mass = 22.24 ton

재료비 = 1,420,000 won/m

한계점 및 향후 과제.

- 터널의 발파비용, 터널 바닥 부분 응력을 고려하지 않았음.
→ 새로운 목적함수 설정.
- 2변수 문제로 고치기 위해 각도를 임의로 설정하였음.
→ θ_1, θ_2 를 변수로 포함시켜 풀이.

Q & A