

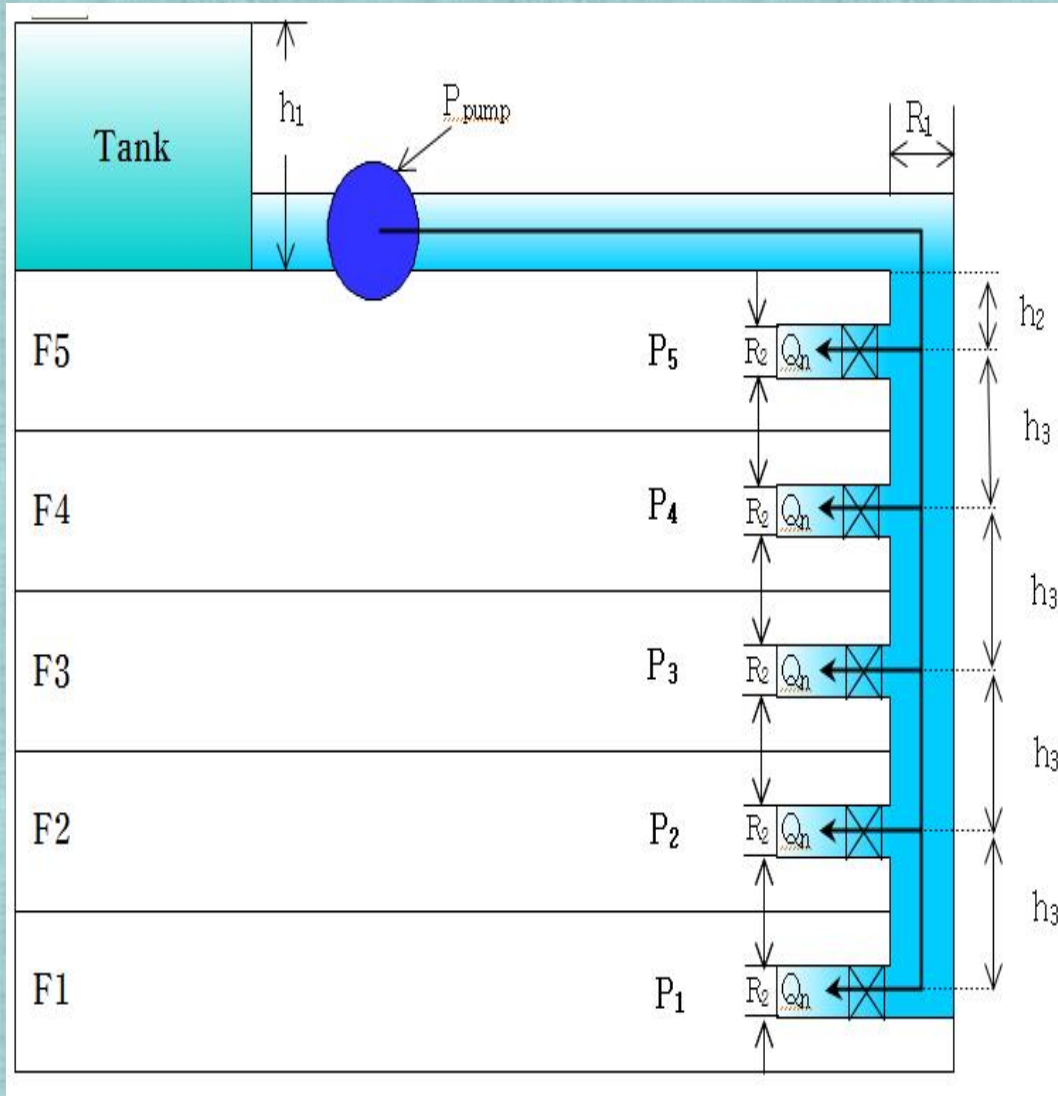
수도관 설계의 최소비용

김휘수 2005005981

노정훈 2005057670

장지웅 2003006353

Step.1 Problem Statement



- 각 층에 필요한 유량과 만족할 만한 수압을 내기 위한 최저비용의 수도관을 설계한다.
- 본 건물의 급수방식은 가장 일반적인 고가수조방식을 기본으로 하고 한 층에 4인기준 2가구가 거주한다고 가정하고 설계한다.
- 펌프와 압력조절 밸브는 필요에 따라 사용하고 불필요한 경우에는 사용하지 않는다.
- 관료손실은 계산된 펌프압력에 1.2배를 해주므로, 무시한다.
- 관은 동관(KSD5310)을 사용

Step.2 Data and Information collection

- 수조의 수위 : $h_1=2\text{m}$
- 각 층에서 천정과 수도관의 거리: $h_2=2\text{m}$
- 한 층의 높이 : $h_3=3\text{m}$
- 한 층에 필요한 유량 :

<아파트의 경우> 1인 사용하는 물의양 : 200l (10시간)

$$Q_d = 200\text{l} \times 4\text{인} \times 2\text{가구} = 1600\text{l} : 1\text{일 급수량}$$

$$Q_p = \frac{4}{60} \times \frac{1600}{10} = 106.7\text{l} / \text{min} : \text{순간 최대 급수량}$$

$$Q = VA = \sqrt{2gh} A \quad A_1 = \pi R_1^2, A_2 = \pi R_2^2$$

$$P_{(5-k)} = P_{\text{pump}} + \gamma(h_1 + h_2 + kh_3)$$

Step 3. Identification / Define of design Variable

- P_{pump} : 펌프의 압력
- R_1 : 중앙 수도관의 반지름.
- R_2 : 각 층의 수도관의 반지름.

Step 4. Identification of a Criterion to be optimaized

$$\blacklozenge \text{Cost} = Q_1(P) + Q_2(r_1, P) + Q_3(r_2, P) + Q_4(P)$$

- $Q_1(P)$: 펌프의 가격 - 압력에 비례
- $Q_2(r_1, P)$: 관의 가격 - 지름과 압력에 비례
- $Q_3(r_2, P)$: 관의 가격 - 지름과 압력에 비례
- $Q_4(P)$: 밸프의 가격 - 각 층의 압력과 연관

Step 5. Identification of Constraint

$$P_{\min} (0.8 \text{ kg} / \text{cm}^2) \leq P_{\text{pump}} + (h_1 + h_2 + kh_3)\gamma - P_{k\text{-valve}} \leq P_{\max} (3 \text{ kg} / \text{cm}^2)$$

$$\sqrt{2g(h_1 + h_2 + kh_3) + 2 \frac{P_{\text{pump}} - P_{k\text{-valve}}}{\rho}} \geq Q_{\text{need}} (1.778 \text{ l} / \text{s})$$

$$R_1 \leq R_{\max 1} (20 \text{ cm})$$

$$R_2 \leq R_{\max 2} (15 \text{ cm})$$

$$Q_{\text{총양}} \geq \sum_{k=0}^4 \sqrt{2g(h_1 + h_2 + kh_3) + 2 \frac{P_{\text{pump}} - P_{k\text{-valve}}}{\rho}} A_2$$

$$(k = 0, 1, 2, 3, 4)$$

