

상수도 배관의 최적 설계

SPOT

2004007928 황규환

2006007009 이종영

Contents

1. Problem statement
2. Assumption
3. Data and Information Collection
4. Design Variable
5. Cost Function
6. Constraints
7. Optimization

Problem Statement

미금가압펌프장으로부터 48km 떨어진 저장탱크까지 물이 도달할 수 있도록 상수도관을 설치한다. 상수도관을 제작하는데 있어 수두 손실을 고려하여 재료의 부피가 최소가 되도록 설계하라.



$$P_{0, gauge} = 6.3 \text{ kgf/cm}^2, Q = 9000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Assumptions

1. KS D 3569에 의거해 P_{allow} 를 결정
2. 스테인리스 강관(SPLT 70)으로 가정
($P_{yield} = 53 \text{ kgf/mm}^2$)
3. 관은 일자관으로 낙차는 없다.
4. 비압축성 유동
5. 무디선도로부터 $f = 0.016$ (배관조도 0.045mm)

Data and Information Collection

1. 베르누이 방정식

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_L$$

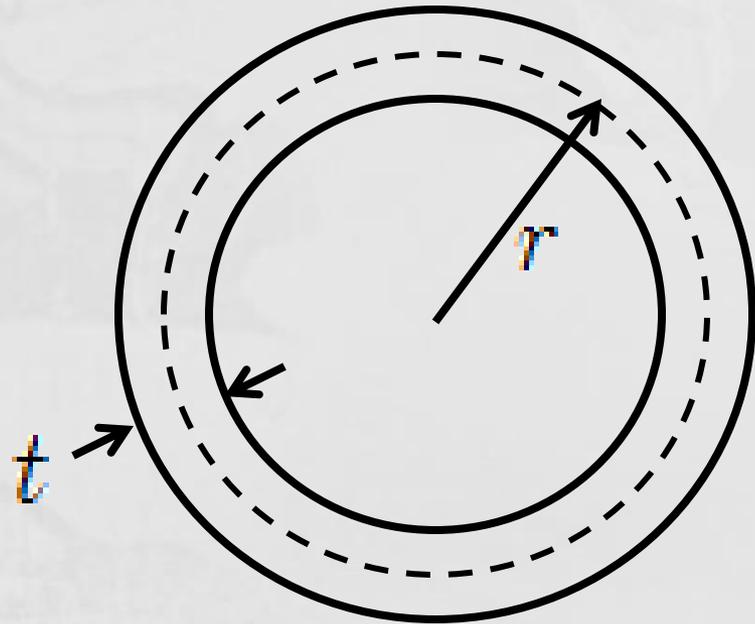
2. 원관에서 압력에 따른 응력

$$P_{allow} = \frac{PD}{2t}$$

Design Variable

r : 강관의 평균 반지름

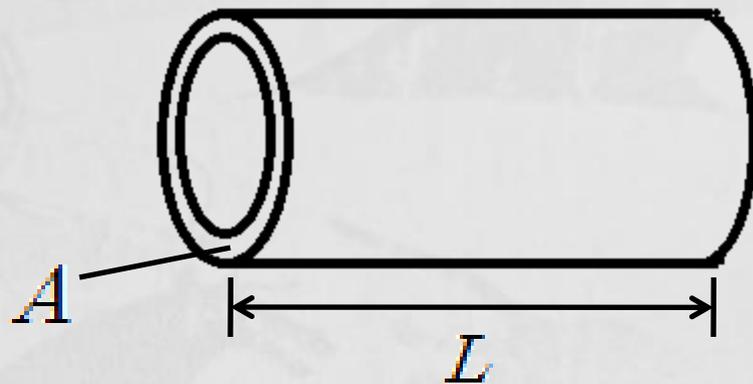
t : 강관의 두께



Cost Function

Material Volume :

$$f = L \times A = 2\pi r t \times L$$



Constraints

$$g_1: \frac{P_0}{\rho g} - \frac{P_{atm}}{\rho g} \geq h_L = f \frac{L}{D} \frac{Q^2}{2g \left[\left(\frac{\pi}{4} \right) D^2 \right]^2},$$

$$g_2: P_0 \leq \frac{200St}{D}, \quad (s = 0.3 P_{yield})$$

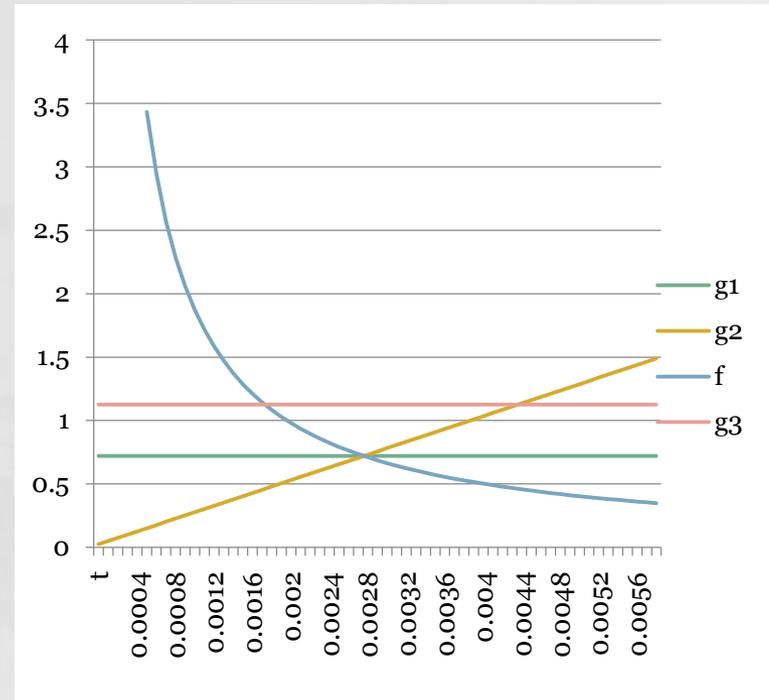
$$g_3: 0.0002 \leq \frac{e}{D} \leq 0.0004$$

$$g_4: t > 0$$

$$g_5: r > 0$$

Optimization

t	g1	g2	f	g3	g4
0.0001	0.722085	0.025238	21.48592	1.125	0.5625
0.0002	0.722085	0.050476	10.74296	1.125	0.5625
0.0003	0.722085	0.075714	7.161972	1.125	0.5625
0.0004	0.722085	0.100952	5.371479	1.125	0.5625
0.0005	0.722085	0.12619	4.297183	1.125	0.5625
0.0006	0.722085	0.151429	3.580986	1.125	0.5625
0.0007	0.722085	0.176667	3.069417	1.125	0.5625
0.0008	0.722085	0.201905	2.68574	1.125	0.5625



해찾기로 찾은 결과값

	initial	optimum
r	0.72	0.722085
t	0.028	0.002861

Hagen-William 식
$$D = \frac{QK_1^{0.54}}{C_{HW}S^{0.54}} = K_2 \left(\frac{Q}{C_{HW}S^{0.54}} \right)^{0.38}$$

Reference

- <http://e-pipe.co.kr/pipe-text/pipe/3576.html>
- Introduction to Water supply & Treatment -김동하 외, 사이텍미디어
- 상하수도 관망 해석, 설계 - 박한영, 김성한, 우형민, 이두진 공저 / 홍릉과학출판사
- 광역상수도 관련 취수장 및 가압장의 운영자료 조사 및 분석 - 노형문, 박종문, 이영범, 이영호