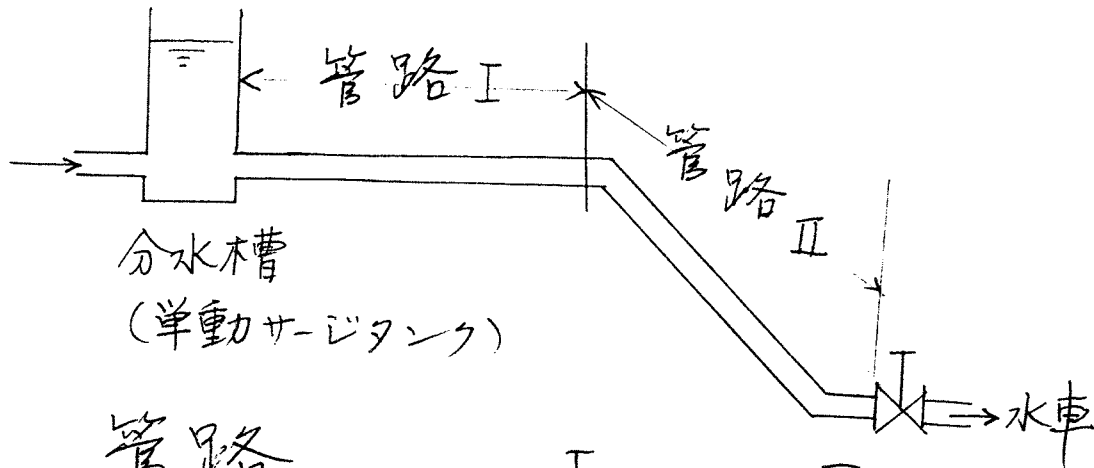


(5) 水圧管路関係

(イ) 圧力計算書

(1) 圧力計算書

(i) 水圧管路の定数



管路	I	II
管内径 mm D	499φ	489φ
管厚 mm t	21.4	9.5
管路長 m L	373	58.1
材質	硬質ビニール (VM)	鋼管 (STPY41)
弾性係数 E	10^5 t/m^2	$2 \times 10^7 \text{ t/m}^2$

(ii) 水撃波の伝播速度

$$a = \frac{1}{\sqrt{\frac{\omega}{g} \left(\frac{1}{k} + \frac{1}{E} \frac{D}{t} \right)}}$$

$$\omega = \text{水の単位重量} = 1 \text{ t/m}^3$$

$$g = \text{重力の加速度} = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$k = \text{水の体積弾性係数} = 2 \times 10^5 \text{ t/m}^2$$

管路 I および II の伝播速度

$$a_1 = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{9.8} \left(\frac{1}{2 \times 10^5} + \frac{1}{10^5} \frac{0.499}{0.0214} \right)}} = 203 \text{ m/s}$$

$$a_2 = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{9.8} \left(\frac{1}{2 \times 10^5} + \frac{1}{2 \times 10^7} \frac{0.489}{0.0095} \right)}} = 1138 \text{ m/s}$$

管路の等価伝播速度

$$a_m = \frac{373 + 58.1}{\frac{373}{203} + \frac{58.1}{1138}} = 228 \text{ m/s}$$

$$T' = 2L/a_m = 2(373 + 58.1)/228 \\ = 3.8 \text{ 秒}$$

水車 = "フィルバルフ" の閉塞時間 T を 15 秒に定めるので

$$T = 15 > \frac{2L}{a_m} = 3.8$$

とたゞ緩閉塞の場合の水撃圧として
圧力上昇を計算する。

(iii) 圧力上昇値

$$h = (\xi^2 - 1) H_0$$

H_0 : 閉塞器の位置の静水頭 = 71 m

$$\xi = \frac{\rho}{2\theta} + \sqrt{\left(\frac{\rho}{2\theta}\right)^2 + 1}$$

$$\rho = \frac{a_m v_0}{2gH_0} \quad \theta = \frac{T}{\frac{2L}{a_m}}$$

$$v_0 = Q / A_m$$

$$A_m: \text{管路の等価断面積} = \frac{L_1 + L_2}{\frac{L_1}{A_1} + \frac{L_2}{A_2}}$$

$$Q: \text{最大使用水量} = 0.22 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A_m = \frac{373 + 58.1}{\frac{373}{\frac{\pi}{4} \times 0.499^2} + \frac{58.1}{\frac{\pi}{4} \times 0.489^2}} = 0.194 \text{ m}^2$$

$$v_0 = 0.22 / 0.194 = 1.134 \text{ m/s}$$

$$\rho = \frac{228 \times 1.134}{2 \times 9.8 \times 71} = 0.186$$

$$\theta = 15 / 3.8 = 3.95$$

$$\xi = \frac{0.186}{2 \times 3.95} + \sqrt{\left(\frac{0.186}{2 \times 3.95}\right)^2 + 1} = 1.024$$

$$h = (1.024^2 - 1) \times 71 = 3.42 \text{ m}$$

(iv) 最大水圧上昇率

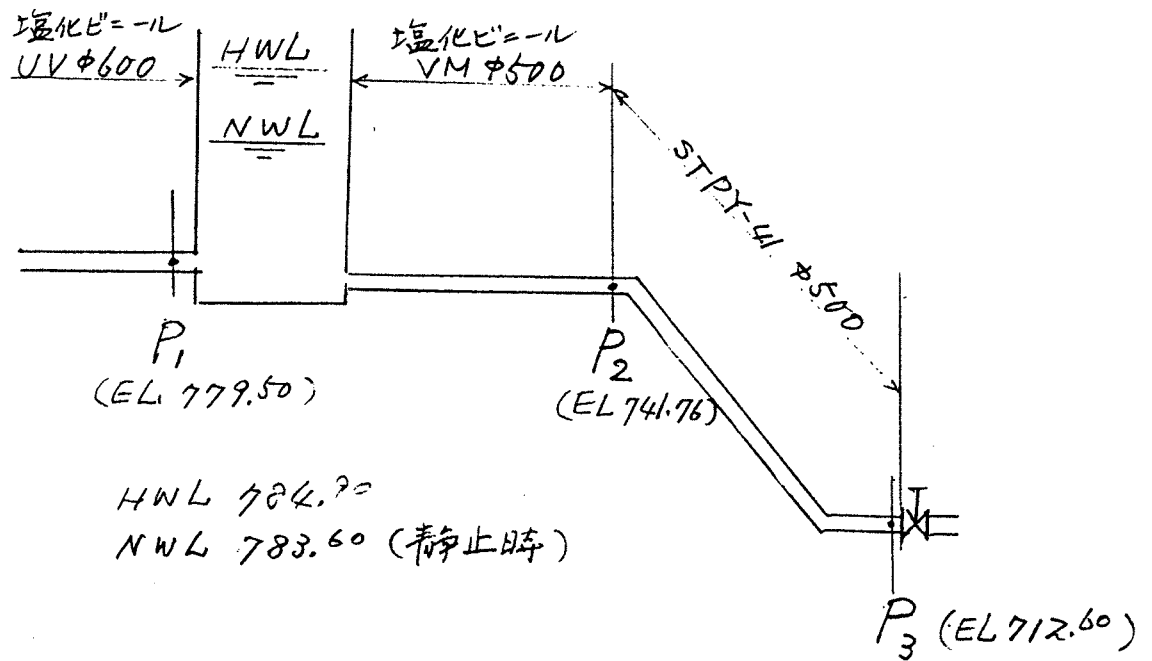
前記の上昇値にサージタンクの水圧上昇が、おくれで加えられるが、安全をとり両方を加えたものを最大水圧上昇値とするは

$$h' = 3.42 + 1.1 = 4.52 \text{ m}$$

$$\Delta h = \frac{h'}{H_0} \times 100 = \frac{4.52}{71} \times 100 = 6.4\%$$

となります。

(V) 圧力分布



位置		P_1	P_2	P_3
静水頭		4.1 m	41.8 m	71.0 m
水撃水頭		1.3 m	4.72 m	4.72 m
設計水頭		5.4 m	46.52 m	75.72
参考	管材	塩化ビニール	塩化ビニール	溶接鋼材
	許容応力	250 kg/cm ²	250 kg/cm ²	1400 kg/cm ²

注 P_2 の水撃水頭は安全のため P_3 位置と同様にす。

(vi) 内圧に對する管厚の計算

$$t = \frac{PD}{2\sigma_a \eta} + \epsilon$$

t: 管厚 (cm) P: 設計圧力 D: 管の内径
 η : 溶接効率 σ_a : 許容応力

名称	導水管	水圧管	水圧鉄管
位置	P ₁	P ₂	P ₃
管材質	塩化ビニル	塩化ビニル	STPY-41
内径	59.16cm	47.72cm	48.9cm
許容応力	250 kg/cm ²	250 kg/cm ²	1400 kg/cm ²
溶接効率	1	1	0.9
設計圧力	0.54 kg/cm ²	4.7 kg/cm ²	7.6 kg/cm ²
余裕	-	-	2mm
計算管厚	0.071cm	0.498cm	0.347cm
実管厚	1.92cm	2.0cm	0.95cm
倍率	27.0	4.0	2.7
判定	各管充分な厚さを有する。		