

添架形式<二重管>水管橋構造計算書

1. 設計条件

1.1	形 式	添架形式	
1.2	延 長	7.800 m	最大支持間隔 1.800 m
1.3	検 討 鋼 材	SUS304-TP : 配管用ステンレス鋼鋼管 (JIS G 3459)	外装管
		SUS304-TF : 配管用ステンレス鋼鋼管 (JIS G 3459)	通水管
		SUS304-HF : 熱間成形ステンレス鋼形鋼 (JIS G 4317)	金具
1.4	呼 び 径	250 A (OD = 267.4 mm t = 4 mm)	
		150 A (OD = 165.2 mm t = 3.5 mm)	
1.5	設 計 内 圧	静水圧 0.7 MPa (水撃圧 0.5 MPa)	
		静水+水撃圧 1.2 MPa	
1.6	材料の特性値	鋼材の引張・圧縮降伏強度の特性値	
		$\sigma_{yk} = 205 \text{ N/mm}^2$ SUS304-TP (JIS G 3459)	外装管
		曲げ圧縮応力度の局部座屈の上限 ($t \leq 40$) $x = 75$	
		鋼材の強度特性値 せん断降伏 115 N/mm ²	
		$\sigma_{yk} = 205 \text{ N/mm}^2$ SUS304-TF (JIS G 3459)	通水管
		曲げ圧縮応力度の局部座屈の上限 ($t \leq 40$) $x = 75$	
		鋼材の強度特性値 せん断降伏 115 N/mm ²	
		$\sigma_{yk} = 205 \text{ N/mm}^2$ SUS304-HF (JIS G 4317)	
		曲げ圧縮応力度の局部座屈の上限 ($t \leq 40$) $x = 75$	
		鋼材の強度特性値 せん断降伏 115 N/mm ²	
1.7	溶接部率	工場溶接部 100 %	現場溶接部 90 %
1.8	たわみの制限値	L / 350	(L : 支間長)
1.9	風荷重	設計基準風速 40 m/s (標準) とする。	
		円 筒 1.5 KN/m ²	
		平 板 3.0 KN/m ²	
1.a	設計震度	レベル1地震動の設計水平震度 $Kh1 = 0.20$	
	1種地盤	レベル1地震動の設計鉛直震度 $Kv1 = 0.08$	
	A2	タイプ1 : レベル2地震動(タイプ1)[プレート境界型の大規模な地震を想定した地震動]	
	石川県	レベル2地震動の設計水平震度 $Kh2 = 0.63$	
	七尾市	水道施設耐震工法指針	
		レベル2地震動の設計鉛直震度 $Kv2(1) = 0.25$	
		設計鉛直震度は、支承部の設計にのみ考慮する。	
1.b	通行荷重	考慮しない	--- KN/m ²
1.c	歩 廊	設置しない	歩廊幅 --- mm
1.d	雪荷重	考慮する	3.5 KN/m ² 降雪量 1000 mm 積雪幅 267.4 mm
1.e	温度変化	寒冷地域 (管内空室 / 直射日光)	
		最低温度 -20 ℃	最高温度 61 ℃
		基準温度 10 ℃	
1.f	指数表示	例 $1.235 \times 10^{-5} \rightarrow 1.235\text{E}+05$	$7.895 \times 10^{-7} \rightarrow 7.895\text{E}-07$

1.h 検討管径の断面諸数

外装管	呼び径 250 A	外径 Do : 267.4 mm
	SUS304-TF	管厚 t : 4.0 mm
	自重 26.245176 kg/m	内径 id : 259.4 mm
	水重 52.848 kg/m	管厚中心半径 rm : 131.7 mm
		管内半径 ri : 120.7 mm
		断面積 A : 3.31E+05 mm ²
		断面2次モーメント I : 2.51E+07 mm ⁴
		断面係数 Z : 2.15E+05 mm ³
		断面2次半径 r : 53.1 mm
通水管	呼び径 150 A	外径 Do : 165.2 mm
	SUS304-TF	管厚 t : 3.5 mm
	自重 14.0978145 kg/m	内径 id : 158.2 mm
	水重 19.656 kg/m	管厚中心半径 rm : 80.85 mm
		管内半径 ri : 79.1 mm
		断面積 A : 1.78E+03 mm ²
		断面2次モーメント I : 5.81E+06 mm ⁴
		断面係数 Z : 7.04E+04 mm ³
		断面2次半径 r : 57.2 mm

⑤ 死荷重 + 地震の影響(レベル2地震動) :D+EQ2

鉛直荷重	$W_v = \gamma_p \cdot \gamma_R \cdot W_D$	
	$W_v = 1.00 \times 1.05 \times 1572 = 1651 \text{ N/m}$	
水平荷重	$W_h = Kh2 \cdot \gamma_p \cdot \gamma_R \cdot W_v$	
	$W_h = 0.63 \times 1.00 \times 1.00 \times 1651 = 1040 \text{ N/m}$	

①～④共通 内圧 : IP

内圧	$P = \gamma_p \cdot \gamma_R \cdot PIP$	
	$P = 1.00 \times 1.00 \times 1.2 = 1.2 \text{ MPa}$	

作用の組合せによる荷重

作用の組合せ	鉛直荷重 $W_v(\text{N/m})$	水平荷重 $W_h(\text{N/m})$	内圧 $P(\text{MPa})$
① D	1651	---	
⑥ D+WS	1651	515	
⑧ D+EQ1	1651	336	
⑨ D+EQ2	1651	1040	

3.2 管の座屈に対する検討

管内空室時の座屈限界荷重

補剛材のない場合

$$P_k = 2 \cdot E / (1 - \nu^2) \cdot (t / D_o)^3$$

ここに、

E : 鋼材の弾性係数 N/mm ²	1.95E+05 N/mm ²
ν : ポアソン比	0.3
D_o : 管の外径 mm	165.2 mm
t : 管厚 mm	3.5 mm
P_{ka} : 空室非の作用圧	0.02 N/mm ²

空室非の作用圧を上回る限界座屈荷重を有すること。

$$P_k = 2 \times 1.95E+05 / (1 - 0.3^2) \times (3.5 / 165.2)^3 = 4.08 \text{ N/mm}^2 > P_{ka} = 0.02 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$