

一端固定他端支持バイブニーム形式水管橋構造計算書

1. 設計条件

1.1	形 式	一端固定他端支持バイブニーム形式				
1.2	支 間 長	10.233	m	橋長(橋台間距離)	11.500 m	
1.3	検 討 鋼 材	SUS304-TP : 配管用ステンレス鋼鋼管 (JIS G 3459) 梁管部				
		SUS304-TF : 配管用ステンレス鋼鋼管 (JIS G 3459) 固定部				
		SUS304-HF : 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯 (JIS G 4304) 金具				
1.4	呼 び 径	250	A	(OD = 267.4 mm t = 6.5 mm)		
		250	A	(OD = 267.4 mm t = 6.5 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				
		σ_{yk}	= 205	N/mm ²	SUS304-TP (JIS G 3459) 梁管部	
		曲げ圧縮応力度の局部座屈の上限 ($t \leq 40$) $\times = 75$				
		鋼材の強度特性値 せん断降伏 115 N/mm ²				
		σ_{yk}'	= 205	N/mm ²	SUS304-TF (JIS G 3459) 固定部	
		曲げ圧縮応力度の局部座屈の上限 ($t \leq 40$) $\times = 75$				
		鋼材の強度特性値 せん断降伏 115 N/mm ²				
		σ_{yk}''	= 205	N/mm ²	SUS304-HF (JIS G 4304) 金具	
		曲げ圧縮応力度の局部座屈の上限 ($t \leq 40$) $\times = 75$				
		鋼材の強度特性値 せん断降伏 115 N/mm ²				
1.7	溶接効率	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		
1.10	設計震度	レベル1地震動の設計水平震度 $K_h1 = 0.30$				
		レベル1地震動の設計鉛直震度 $K_v1 = 0.12$				
		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]		
		山梨県	レベル2地震動の設計水平震度 $K_h2(1) = 0.54$			
		甲府	バイブニーム橋台の場合			
		レベル2地震動の設計鉛直震度 $K_v2(1) = 0.20$				
設計鉛直震度は、支床部の設計にのみ考慮する。						
1.11	通行荷重	考慮しない	----	KN/m ²		
1.12	歩 路	設置しない	----	歩路幅	mm	
1.13	雪荷重	考慮しない	----	KN/m ²	降雪量 mm	
				積雪量	mm	
1.14	温度変化	一般地域 (管内空露 / 直射日光)				
		最低温度	-10 ℃	最高温度	61 ℃	
		基準温度	20 ℃			
1.15	数値表示	例 1.235 × 10 ⁻⁵ →	1.235E+05	7.896 × 10 ⁻⁷ →	7.896E-07	

⑨ 死荷重 + 地震の影響(レベル2地震動) :D+EQ2

$$\begin{aligned}
 \text{鉛直荷重 } W_v &= \gamma_p \cdot \gamma_q \cdot W_D \\
 W_v &= 1.00 \times 1.05 \times 936 = 983 \text{ N/m} \\
 \text{水平荷重 } W_h &= K_h2(1) \cdot \gamma_p \cdot \gamma_q \cdot W_v \\
 W_h &= 0.54 \times 1.00 \times 1.00 \times 983 = 531 \text{ N/m} \\
 \text{①} \sim \text{⑧共通 内圧 : P} \\
 \text{内圧 } P &= \gamma_p \cdot \gamma_q \cdot P_{IP} \\
 P &= 1.00 \times 1.00 \times 1.2 = 1.2 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

作用の組合せによる荷重

作用の組合せ	鉛直荷重 W_v (N/m)	水平荷重 W_h (N/m)	内圧 P (MPa)
① D	983	---	1.2
② D+L	---	---	
③ D+WS	983	513	
④ D+EQ1	983	295	
⑤ D+EQ2	983	531	

⑨ 死荷重 + 地震の影響(レベル2地震動) :D+EQ2

$$\begin{aligned}
 M_{va1} &= (983 \times 10.233 \times 3.837) / 8 \\
 &\times (3 - 4 \times 3.837 / 10.233) \\
 &= 7.238E+03 \text{ N} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

$$\text{最大曲げモーメント水平方向 } x1 = 3/8 \cdot L \quad M_{ha1} = (W_h \cdot L \cdot x1) / 8 \cdot (3 - 4 \cdot x1 / L)$$

⑩ 死荷重 + 風荷重 :D+WS

$$\begin{aligned}
 M_{va1} &= (513 \times 10.233 \times 3.837) / 8 \\
 &\times (3 - 4 \times 3.837 / 10.233) \\
 &= 3.777E+03 \text{ N} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

⑪ 死荷重 + 地震の影響(レベル1地震動) :D+EQ1

$$\begin{aligned}
 M_{va1} &= (295 \times 10.233 \times 3.837) / 8 \\
 &\times (3 - 4 \times 3.837 / 10.233) \\
 &= 2.172E+03 \text{ N} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

⑫ 死荷重 + 地震の影響(レベル2地震動) :D+EQ2

$$\begin{aligned}
 M_{va1} &= (531 \times 10.233 \times 3.837) / 8 \\
 &\times (3 - 4 \times 3.837 / 10.233) \\
 &= 3.910E+03 \text{ N} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

$$\text{現場溶接点鉛直方向 } x2 \quad M_{va2} = (W_v \cdot L \cdot x2) / 8 \cdot (3 - 4 \cdot x2 / L)$$

① 死荷重 :D

$$\begin{aligned}
 M_{va2} &= (983 \times 10.233 \times 5.117) / 8 \\
 &\times (3 - 4 \times 5.117 / 10.233) \\
 &= 6.433E+03 \text{ N} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

② 死荷重 + 通行荷重 :D+L

$$\begin{aligned}
 M_{va2} &= (--- \times --- \times ---) / 8 \\
 &\times (3 - 4 \times --- / ---) \\
 &= --- \text{ N} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

③ 死荷重 + 風荷重 :D+WS

$$\begin{aligned}
 M_{va2} &= (983 \times 10.233 \times 5.117) / 8 \\
 &\times (3 - 4 \times 5.117 / 10.233) \\
 &= 6.433E+03 \text{ N} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

④ 死荷重 + 地震の影響(レベル1地震動) :D+EQ1

$$\begin{aligned}
 M_{va2} &= (983 \times 10.233 \times 5.117) / 8 \\
 &\times (3 - 4 \times 5.117 / 10.233) \\
 &= 6.433E+03 \text{ N} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

⑤ 死荷重 + 地震の影響(レベル2地震動) :D+EQ2

$$\begin{aligned}
 M_{va2} &= (983 \times 10.233 \times 5.117) / 8 \\
 &\times (3 - 4 \times 5.117 / 10.233) \\
 &= 6.433E+03 \text{ N} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

$$\text{現場溶接点水平方向 } x2 \quad M_{ha2} = (W_h \cdot L \cdot x2) / 8 \cdot (3 - 4 \cdot x2 / L)$$

① 死荷重 + 風荷重 :D+WS

$$\begin{aligned}
 M_{ha2} &= (513 \times 10.233 \times 5.117) / 8 \\
 &\times (3 - 4 \times 5.117 / 10.233) \\
 &= 3.357E+03 \text{ N} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

② 死荷重 + 地震の影響(レベル1地震動) :D+EQ1

$$\begin{aligned}
 M_{ha2} &= (295 \times 10.233 \times 5.117) / 8 \\
 &\times (3 - 4 \times 5.117 / 10.233) \\
 &= 1.931E+03 \text{ N} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

5) 曲げ応力度および照査

限界状態I、限界状態3に対する曲げ応力度の照査を行う。
 なお、限界状態3に対する曲げ応力度の照査は、曲げ圧縮応力度の制限値にて照査する。

・ 支床部 (最大値①D)

$$\sigma_b = \sigma_{pr} = 22.0 \text{ N/mm}^2$$

・ 固定部鉛直方向 : R点

$$\text{鉛直方向 } \sigma_{bb} = M_{vb} / Z$$

① 死荷重 :D

$$\sigma_{bb} = 1.287E+07 / 3.39E+05 = 37.9 \text{ N/mm}^2$$

② 死荷重 + 通行荷重 :D+L

$$\sigma_{bb} = --- / --- = --- \text{ N/mm}^2$$

③ 死荷重 + 風荷重 :D+WS

$$\sigma_{bb} = 1.287E+07 / 3.39E+05 = 37.9 \text{ N/mm}^2$$

④ 死荷重 + 地震の影響(レベル1地震動) :D+EQ1

$$\sigma_{bb} = 1.287E+07 / 3.39E+05 = 37.9 \text{ N/mm}^2$$

⑤ 死荷重 + 地震の影響(レベル2地震動) :D+EQ2

$$\sigma_{bb} = 1.287E+07 / 3.39E+05 = 37.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{鉛直+水平方向 } \sigma_{bb} = \sqrt{ (M_{va2}^2 + M_{ha2}^2) } / Z$$

① 死荷重 :D

$$\begin{aligned}
 \sigma_{bb} &= \sqrt{ (1.287E+07^2 + ---^2) } / 3.39E+05 \\
 &= 37.9 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

② 死荷重 + 通行荷重 :D+L

$$\begin{aligned}
 \sigma_{bb} &= \sqrt{ (---^2 + ---^2) } / --- \\
 &= --- \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

③ 死荷重 + 風荷重 :D+WS

$$\begin{aligned}
 \sigma_{bb} &= \sqrt{ (1.287E+07^2 + 6.715E+06^2) } / 3.39E+05 \\
 &= 42.8 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

④ 死荷重 + 地震の影響(レベル1地震動) :D+EQ1

$$\begin{aligned}
 \sigma_{bb} &= \sqrt{ (1.287E+07^2 + 3.861E+06^2) } / 3.39E+05 \\
 &= 39.6 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

⑤ 死荷重 + 地震の影響(レベル2地震動) :D+EQ2

$$\begin{aligned}
 \sigma_{bb} &= \sqrt{ (1.287E+07^2 + 6.950E+06^2) } / 3.39E+05 \\
 &= 43.1 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

・ 最大曲げモーメント鉛直方向 $x1 = 3/8 \cdot L$

$$\text{鉛直方向 } \sigma_{bl} = M_{vl} / Z$$

① 死荷重 :D

$$\sigma_{bl} = 7.238E+06 / 3.39E+05 = 21.3 \text{ N/mm}^2$$

② 死荷重 + 通行荷重 :D+L

$$\sigma_{bl} = --- / --- = --- \text{ N/mm}^2$$

③ 死荷重 + 風荷重 :D+WS

$$\sigma_{bl} = 7.238E+06 / 3.39E+05 = 21.3 \text{ N/mm}^2$$

④ 死荷重 + 地震の影響(レベル1地震動) :D+EQ1

$$\sigma_{bl} = 7.238E+06 / 3.39E+05 = 21.3 \text{ N/mm}^2$$

⑤ 死荷重 + 地震の影響(レベル2地震動) :D+EQ2

$$\sigma_{bl} = 7.238E+06 / 3.39E+05 = 21.3 \text{ N/mm}^2$$