

住金鋼管工事 正員 土堅 秀  
 住友金属 正員 山川純雄  
 住友金属 正員 飯田 毅

1. まえがき

アーチ型水管橋 (500 A×6t,  $\ell=24\text{ m}$ ) の振動が、地盤から周辺民家に伝わり振動公害をおよぼすという事例が発生したので、その振動性状と原因究明のため水管橋の振動実験とともにマトリックス法による解析および効果的かつ経済的な防振対策の検討を行なった。その結果を以下に報告する。

2. 実験概要

図1に示す水管橋について、i) 強制振動実験 (図1において水管橋のスパンセンターから右1 mにて740 kg 2軸4輪型起振機を設置し鉛直方向に強制加振)、ii) 排泥バルブ開閉実験、iii) 自然発生振動の測定、を行なった。

振動計として、水管橋に接着計、非接着計加速度計それぞれ2個計4個、変位計1台、また民家周辺地盤および民家測定用に可動線輪型水平成分速度計2台、同型鉛直成分速度計1台を用い、出力は増幅器を通して電磁オシログラフに記録した。なお水管橋の形状寸法、振動計、起振機取付け位置および排泥バルブの位置も図1に示す。

3. 実験結果と考察

i) 強制振動実験 加速度計及び速度計の記録より求めた水管橋の共振曲線、民家の応答曲線を図2,3に示す。図2より水管橋の固有振動数は表1の如く求まる。図3より民家が大きな振動応答を示すのは水管橋の2次共振点 ( $f_2=9.86\text{ Hz}$ ) に対応しており、この振動が振動公害となっていると考えられる。

ii) 排泥バルブ開閉実験 水管橋左端橋台部の排泥バルブを開放すると水管橋に振動が起こる。水管橋に取付けた加速度計の記録により、この振動は水管橋の1次振動であり振動数  $f=6.73\text{ Hz}$  であることがわかった。なお、これに対応した民家の振動応答は十分小さいことが確認された。

iii) 自然発生振動測定 今回の実験中、振動公害上問題となっている水管橋の自然発生振動を多数測定することができた。測定記録によると振動数は  $f=9.3\text{ Hz}$  で2次振動数近傍であり、この時の民家の振動応答は非常に大きく橋軸方向で最大速度全振幅  $12.4\text{ mm/sec}$  が記録された。なお、振動発生原因は管路内の

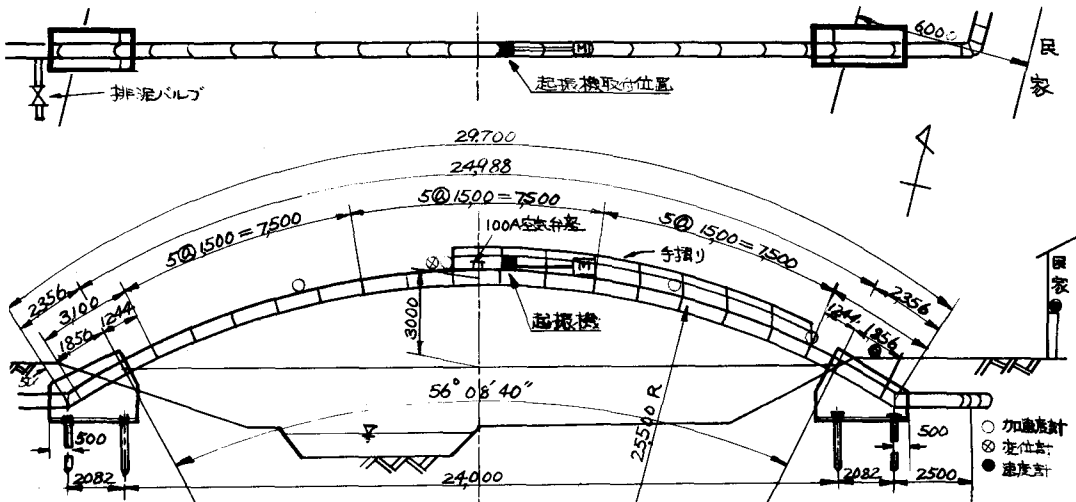


図1. 水管橋の形状寸法および振動計、起振機取付け位置

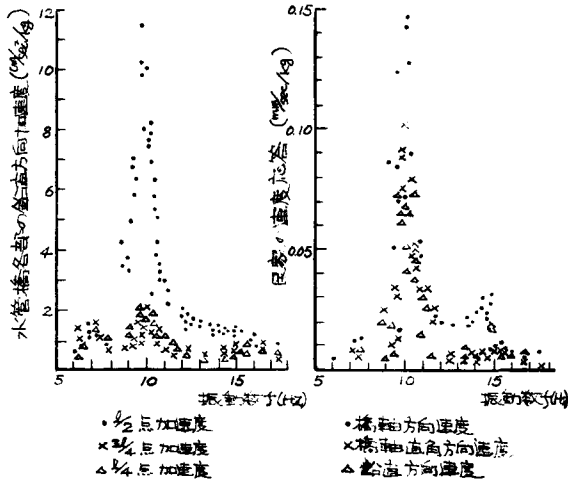


図2. 水管橋の共振曲線 図3. 民家の応答曲線

表1. 水管橋固有振動数 (単位: Hz)

	区分	次数		
		1次	2次	3次
対策前	実験値	6.78	9.86	15~17
	計算値	6.24	9.32	14.92
対策後	中間支点ヒンジ固定	6.79	14.91	20.00
	中間支点完全固定	14.91	23.20	40.65

圧力変動が主因で図7のような不平衡力が発生するためと考えられる。

4. マトリックス法による計算結果

水管橋を図4のように Lumped Mass系として種々の両端支持条件に対し固有値解析し固有振動数, 固有振動モードを求め実験値と対比したところ両端固定の条件が最もよい一致を示した。その結果を表1, 図5に示す。

5. 振動防止対策と対策後の効果

実験により振動公害を起している水管橋の振動は, 2次振動であることがわかった。これに対して考えられる種々の対策を効果と経済性の面より検討した結果, 中間支点方式が最も優れていることが判明した。

対策後に予想される水管橋固有振動数, 固有振動モード計算結果を表1, 図6に示す。なお, 図6では中間点をヒンジ支点とした場合である。対策後問題となるのは  $f = 15\text{Hz}$  の振動数であろうが振動伝達特性より圧力変動  $0.53\text{kg/cm}^2$  以内であれば民家の振動を公害基準  $0.3\text{mm/sec}$  内に落とすことができると推定された。

6. 結論

i) 水管橋は2次振動数で共振し民家に振動公害を起していた。ii) 原因は圧力変動と考えられる。iii) 対策としてスパンセンターに中間支点を設ける。iv) 対策実施後, 民家の振動が公害基準  $0.3\text{mm/sec}$  以下になると推定された。なお, 本実験を行なうに当たり静岡県西遠水道事務所二股所長を始め関係者各位より多大の協力をいただいたことをここに付記し謝意を表します。

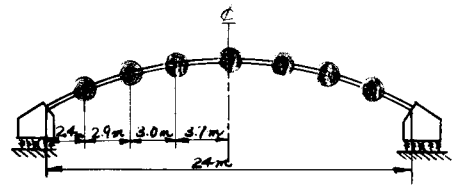


図4. 水管橋両端モデル

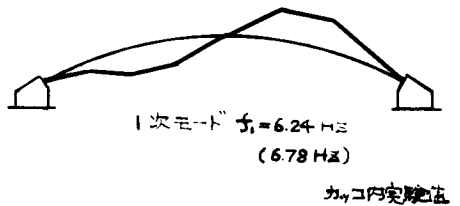


図5. 水管橋振動モード計算結果

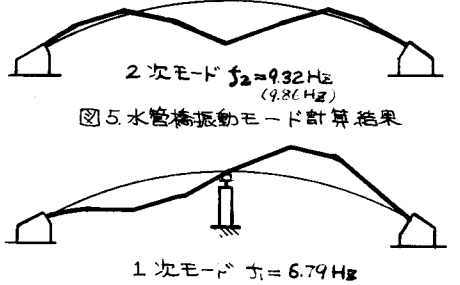


図6. 対策後水管橋振動モード計算結果

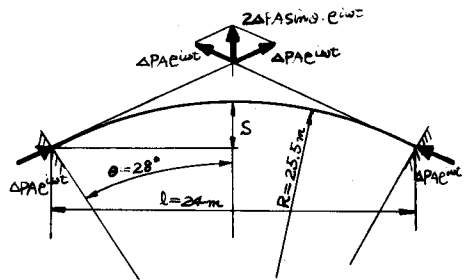


図7. 圧力変動による振動発生機構