

I-B 64

10径間連続鋼床版箱桁橋の起振実験

東京湾横断道路 正会員○時田 秀住
東京湾横断道路 正会員 吉田 好孝
三菱重工業 勝浦 啓

1. まえがき

東京湾横断道路の橋梁区間は、図-1に示す木更津人工島から木更津取付部までの約4.4 kmであり、木更津人工島からP₁₃までの沖合部橋梁と、P₁₃から木更津海岸までの浅瀬部橋梁からなる。上部工は、1ボックス3セル形式の多径間鋼床版箱桁であり、特に沖合い部は10径間連続で連続延長1630 mとなる。下部工および基礎工は沖合部橋梁が鋼製橋脚・鋼管杭基礎、浅瀬部橋梁が鉄筋コンクリート橋脚・鋼矢板井筒基礎である。沖合い部の10径間連続橋は、最大支間長が240mと長く固有周期が3.3secに及ぶ。また、大ブロック架設のためボルト継手の箇所が少なく、ピボット支承のため摩擦も小さいことから対数減衰率は比較的小さくなり、さらに、東京湾内であるため風の乱れも小さいと想定された。また、事前に実施した風洞試験でも、渦励振による振動発生の可能性があると考えられていた。そこで、制振装置を用いた対策と空力的方法による対策を採用することとした。本稿では、これらの制振対策の詳細設計に際して必要な、固有振動数および対数減衰率等の振動特性を把握するために実施した実橋起振実験について報告する。

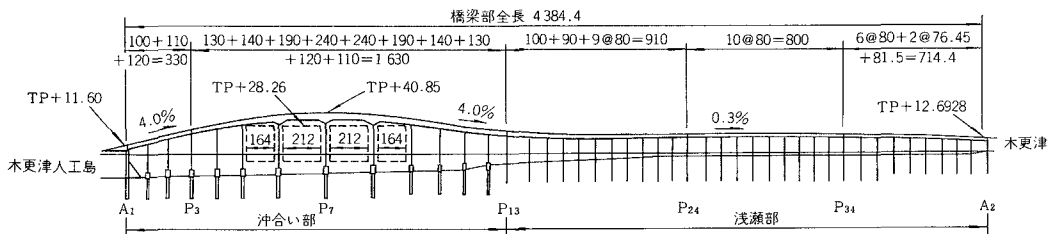


図-1 側面図

2. 実験方法

実験は、設計風速までに発現が想定された1次～10次モードまでを対象に実施した。試験方法は、各次数の固有振動数において十分に振動が成長するまで起振した後に起振機を急停止させる自由振動試験と起振振動数を変化させるスイープ試験を行った。起振機は建設省土木研究所の大型起振機2台(型式: EX-7500 BL)を使用した。加振位置は低次(1,2次)モードの振動特性把握に対してはP₇～P₈支間中央に、高次(3～10次)モードの振動特性把握に対してはP₁₂～P₁₃支間中央とした。計測は、サーボ型加速度計をP₃～P₁₃の各支間中央、および2台の起振機の同期運転誤差による振れ振動発生の有無を確認するために起振位置の主桁両端に設置し行った。また、P₈橋脚の支承回転変位およびP₁₃橋脚の支承橋軸方向変位も測定した。

3. 試験結果

1) 固有振動数

事前に実施した計算結果と、自由振動試験とスイープ試験から求めた固有振動数を表-1に示す。固有振動数は、3、4次に関しては3～4%、その他の次数においては1～2%以内の誤差で固有振動数の計算値と実測値の良好な一致がみられた。なお、事前に行った常時微

表-1 固有振動数の比較表

(単位: Hz)			
次数	計算値	自由振動	スイープ
1	0.345	0.351(1.02)	0.347(1.01)
2	0.494	0.500(1.01)	0.500(1.01)
3	0.643	0.665(1.03)	0.660(1.03)
4	0.686	0.716(1.04)	0.712(1.04)
5	0.754	0.765(1.01)	0.762(1.01)
6	橋軸方向の変形モード		
7	0.845	0.846(1.00)	0.846(1.00)
8	0.908	0.916(1.01)	0.917(1.01)
9	1.126	1.121(1.00)	1.121(1.00)
10	1.191	1.182(0.99)	1.178(0.99)

() 内は計算値に対する実測値の比率

動観測結果より得られた固有振動数の値も計算値と1～3%の範囲で一致した。

2) 減衰率

自由振動試験での減衰率は、試験で得られた図-2の自由振動波形を整理した図-3の波数～加速度振幅関係図から算出した。なお、自由振動試験においては、特に高次モードにおいて狭い振動数範囲に多数のモードが近接しており、自由振動波形にうなりが生じたため、フィルター処理を施した。スウィープ試験では、試験で得られた図-4の応答曲線に対してモーダルパラメータを同定して算定した。試験結果のまとめを表-2に示す。自由振動試験で得られた減衰率はある幅を持たせているが、その理由はいり振動波形から算出した際の誤差と若干の振幅依存性が存在したことによるものである。1、2次モードの対数減衰率は0.03～0.05となり、当初想定していた設計基準の最低減衰率0.02より高めの値となった。なお、制振対策の検討に際しては、安全側の見地から各次数ともに下限値を採用した。

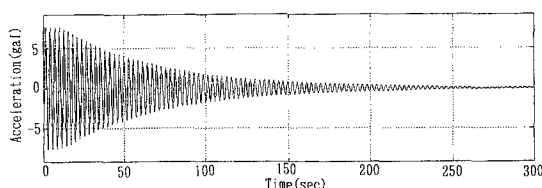


図-2 自由振動波形 (P₇ - P₈)

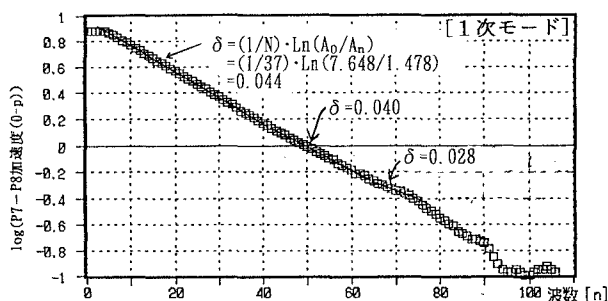


図-3 波数～加速度振幅関係図

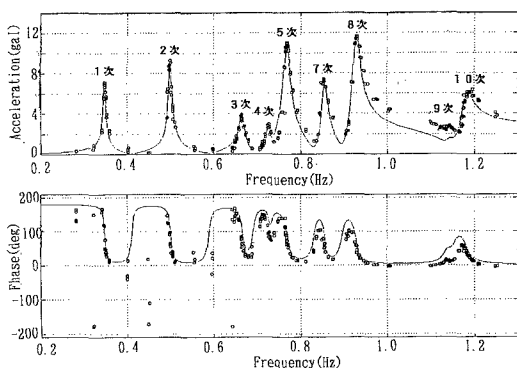


図-4 加速度応答振幅と位相の実測値

表-2 対数減衰率

次数	自由振動	スウィープ
1	0.028～0.044	0.049
2	0.031～0.047	0.045
3	0.041～0.048	0.043
4	0.048～0.072	0.040
5	0.053～0.062	0.062
6	橋軸方向の変形モード	
7	0.047～0.075	0.040
8	0.061～0.085	0.059
9	0.052～0.056	0.050
10	0.058～0.063	0.083

3) 振動モード

各次数のモードに関してスウィープ試験結果から算定した値と計算値を比較した。その結果、図-5に示す1次モードの例の様に、1次、2次モードに関しては実測値と解析値は良く一致したが、3次以上の高次モードでは若干の相違が見られる部分もあるが、概ね一致する結果が得られた。

4. まとめ

制振対策に必要な固有振動数および振動モードは、実測値と計算値がほぼ一致した。対数減衰率は各次数ともにある幅を持った値となったが、1、2次モードで0.03～0.05となり当初想定していた設計基準の最低減衰率0.02より高めの値であった。

参考文献

飯田、吉田、佐賀：東京湾横断道路・多径間連続鋼床版箱桁橋上部工の設計・施工(上) 橋梁と基礎

VOL. 29, No. 3, pp2～9, 1995年3月

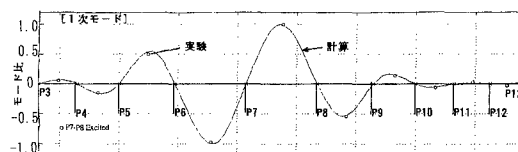


図-5 振動モード