

I - 580

4 径間連続鋼床版曲線箱桁ラーメン橋（有明西運河橋）の実橋振動実験

首都高速道路公団 正会員 小田桐 直幸 首都高速道路公団 正会員 荻原 充信
 首都高速道路公団 正会員 ○ 渡辺 恵志 川田・川重・駒井 J V 正会員 米田 昌弘
 川田・川重・駒井 J V 正会員 町田 文孝 オリエンタルコンサルタンツ ㈱ 正会員 葛西 俊二

1. まえがき

首都高速11号台場線は、高速1号線と高速湾岸線を結ぶ延長約5kmの路線である。本橋は、11号台場線の湾岸線側に位置し、有明西運河航路を斜めに跨ぐ4径間連続鋼床版曲線箱桁ラーメン橋である。また、橋脚の位置を運河の航路制限などを考慮して決定したため、最大支間長が230mにも及ぶわが国有数の鋼床版箱桁橋となっている。図-1に本橋の一般図を示す。

本橋は、総幅員が18.2mと一定であるが、桁高（3.5～10m）が非常に高く、最低次（鉛直たわみ1次）の固有振動数も0.5Hz程度ときわめて低い値となっている。また、主桁は海上から約40mの位置に架設され、当初は乱れの小さな強い風が作用すると予想されたことから、一連の風洞試験を実施して耐風安定性について詳細な検討を行っている。

その結果、制振対策を施さない桁断面では、30m/s程度以上の風速域でギャロッピング（発散振動）が発現すると予想され、実橋では主径間部に下部スカートを設置する耐風対策が採用された。また、15～20m/s付近の低風速域では鉛直たわみ1次の渦励振（限定振動）が発現する可能性も指摘されたが、その振動振幅は図-2に示すように構造減衰の大きさに依存し、構造対数減衰率 δ が $\delta=0.05$ 程度以上あれば、たとえ渦励振の発現が認められた場合でも許容振幅程度以上には発達することは少ないと考えられた。そこで、実橋において振動実験を実施することにより低次モードの構造対数減衰率を測定し、本橋の渦励振特性を検討することとなった。

2. 実験方法

写真-1に示すように約5tfのウェイトを吊下げた45tfラフタークレーン2台を橋面に配置し、橋体の固有振動数に合わせて周期的にウェイトを下降させて加振を行い、橋面上に設置したサーボ型加速度計により振動加速度を測定した。なお、加振は最も重要な1次モードを基本としたが、2次および3次モードについても加振を試みた。

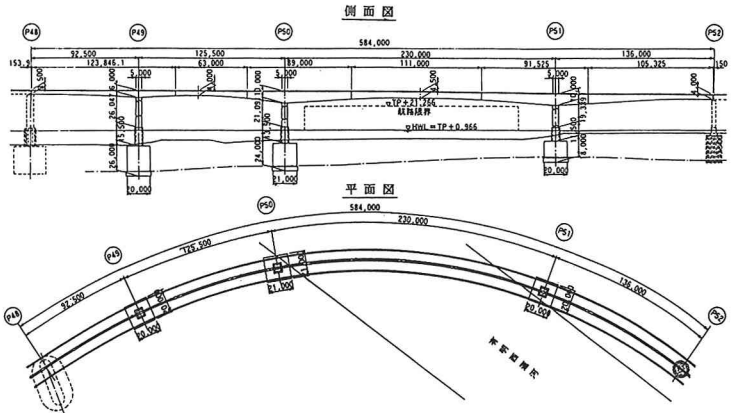


図-1 一般図

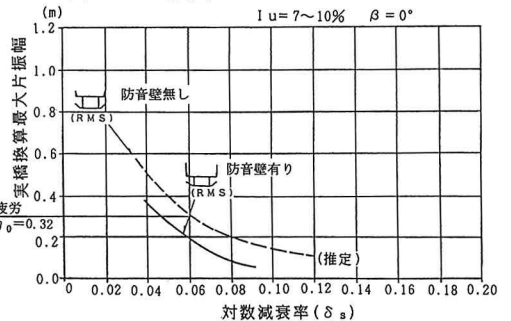


図-2 渦励振特性に及ぼす構造減衰の影響



写真-1 実験方法

表－1 固有振動数

振動 次数	固有振動数 (Hz)			(B)	(C)
	計算値 (A)	常時微動 (B)	加振実験 (C)	(A)	(A)
1	0.4929	0.5584	0.5604	1.1329	1.1369
2	0.6975	0.7875	0.7792	1.1290	1.1171
3	0.7455	0.8584	0.8583	1.1514	1.1513

表－2 構造対数減衰率

振動 次数	対数減衰率 δ 加振実験（自由振動波形）
1	0.063 (0.058～0.068)
2	0.088 (0.078～0.095)
3	0.067 (0.061～0.073)

3. 実験試験結果と考察

1) 固有振動数と振動モード

クレーンによる加振試験より算出した1次振動モードを固有振動解析結果と比較して図－3に示す。また、クレーンによる加振試験と補足的に実施した常時微動測定から算出された振動数を固有振動解析結果と比較して表－1に示す。表からもわかるように加振試験と常時微動測定から算出した1次～3次までの振動数はそれぞれほぼ等しいものの、固有振動解析結果と比較すると12～15%程度大きくっており、設計時における仮定剛度はほぼ妥当であると言えた。

2) 減衰特性

クレーンによる加振試験で得られた減衰自由振動波形の一例を図－4に示す。また、減衰自由振動波形から算定した構造対数減衰率を表－2にまとめる。表からもわかるように1次～3次までの構造対数減衰率は、中間支点が剛結構造であるにもかかわらず、いずれも0.05以上であり従来の中間支点が可動支承の箱桁橋とほぼ同程度の構造減衰が得られた。この原因としては、壁高欄、中央分離帯、舗装材などの寄与が考えられる。

4. まとめ

振動実験の結果、以下のことが確認された。

- ① 固有振動数の実測値は計算値より12～15%程度大きくなっていた。
- ② 剛結ラーメン橋であるため、当初、同規模の箱桁橋に比べ対数減衰率が小さいことが予想されたが、実測結果では $\delta = 0.063$ と比較的大きな値であった。
- ③ 対数減衰率が比較的大きく、また、本橋架設付近における全風向の乱れ強さ(平均値)が17%程度と予想以上に大きかったこともあり、実橋において渦励振が発生する可能性は少ないものと推察された。したがって、渦励振に対する対策は不要と判断された。

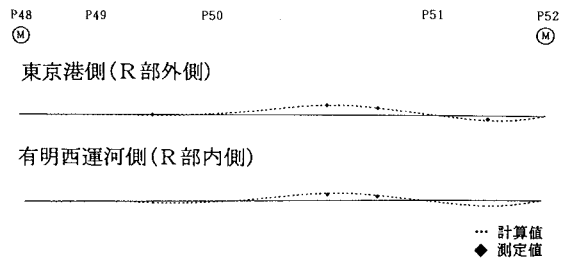
最後に、本実験の実施にあたり貴重なご助言をいただきました、横浜国立大学・宮田 利雄教授ならびに山田 均助教授にお礼を申し上げます。

<参考文献>

- 1) 宮下他：門崎高架橋の耐風安定性、橋梁と基礎、Vol. 18、No. 2、pp35～42、1948年2月。
- 2) 椎名他：有明西運河橋（仮称）の風洞実験、土木学会第47回年次学術講演会講演概要集、1992年9月。

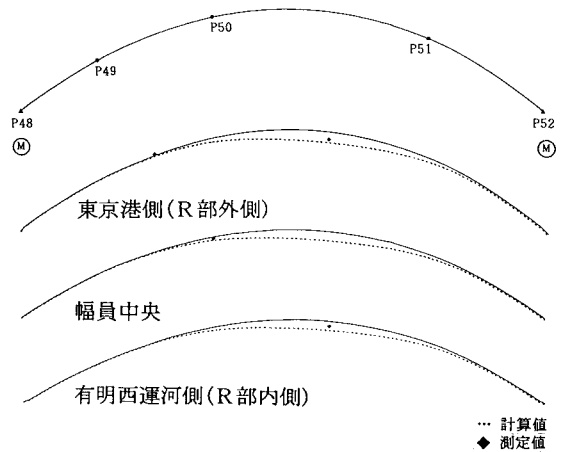
面内鉛直成分表示

1次モード

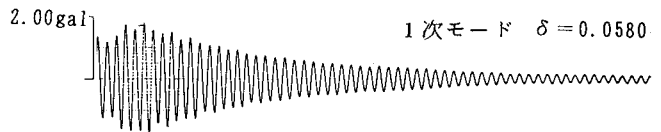


面外水平成分表示

1次モード



図－3 振動モード



図－4 減衰自由振動波形