

常時微動による下端ピン構造連続ラーメン橋の振動特性(その1)

(株)東光コンサルタンツ 正会員 東 由美子* 新東京国際空港公団 天田 和男**
 同 正会員 渡辺 貞之* 同 勝尾 勝**
 同 フェロー 高久 達将*

1. はじめに

近年、下端剛のラーメン橋脚は、阪神大震災後に耐震実験、耐震性能照査等が精力的に行なわれ、データもかなり蓄積されているため解析値を用いた設計が行なわれている。一方、下端ピンのラーメン橋脚はそのデータがあまりない。そこで橋梁の耐震性能の重要な要因となる振動特性を正しく把握することを目的として、常時微動測定手法を用いて当該橋梁の固有振動数と減衰を測り、解析法の妥当性を検証したものである。

2. 常時微動計測

計測対象とした橋梁は、平成3年に完成した成田空港第2ターミナルビルに連絡する鋼5径間連続ラーメン橋(A橋)と鋼6径間連続ラーメン橋(B橋)で、中央部橋脚でB橋がA橋にゲルバー構造で連結されている。橋長はA橋210.4m、B橋249.5m、幅員36.75m、上部工はRC床版とした6主桁桁構造、橋脚は高さ8mの下端ピン構造で矩形変断面の鋼製門型ラーメン橋脚である。主桁と橋脚横梁は、剛結された構造となっている。基礎部は片方が杭基礎、他方が鉄道の地下駅舎に乗っている構造である。

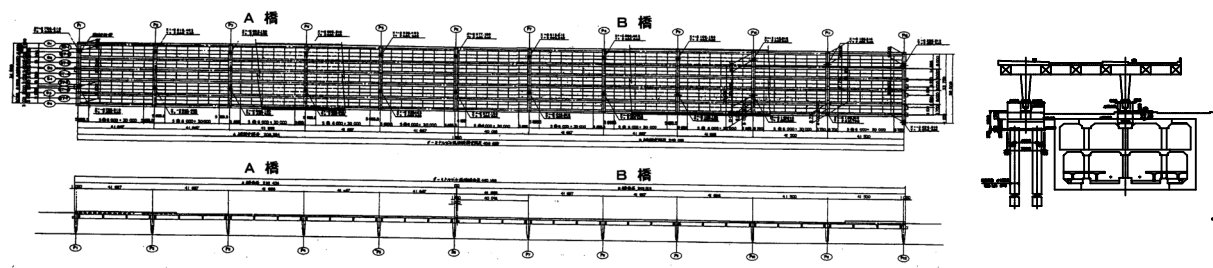


図-1 橋梁概要図

計測地点は、A橋P3橋脚上とB橋P9橋脚上で行った。計測項目は、計測地点における水平2軸（橋軸方向、橋軸直角方向）の加速度とした。P3橋脚では桁の上下振動を確認するため、鉛直方向も測定した。

計測は空港業務終了後の23時半から翌朝の7時まで行った。気象は気温26度、風速約1m/s、曇りで、計測時間は1ヶ所につき20分間とし、加速度計からアンプ、データレコーダ、アナログデータとして記録した。またスペクトルアナライザとペン書きオシログラフを使用して固有振動数と波形のモニターを行った。

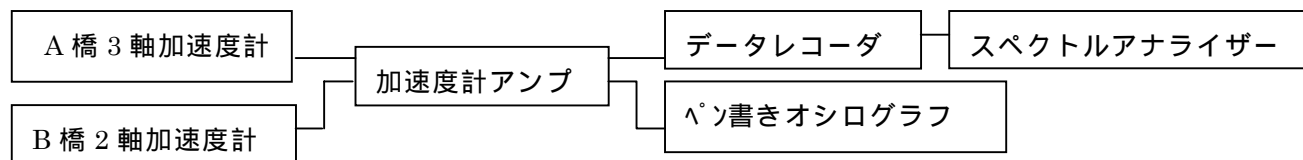


図-2 計測フロー

3. 計測結果と解析値の比較

常時微動計測で得られた加速度波形データはFFT法によってスペクトル解析を行った。スペクトル計算の条件は、サンプリング周期を0.05sec、解析データ個数8192個、データウィンドHanning、スペクトルウィンドHamming10回とした。なお、A/D変換時DC成分を除去するため0.1Hzでハイパスフィルタ処理を施した。

キーワード：振動計測、常時微動、固有振動数、減衰定数、ハーフパワー法

連絡先：*〒170-0005 東京都豊島区南大塚 3-32-1 大塚 S&S ビル Tel 03-5950-7210 Fax 03-5950-3647

**〒282-8601 千葉県成田市成田空港内 NAA ビル

Tel 0476-34-5510 Fax 03-5950-3647

常時微動加速度波形をスペクトル解析した結果を図-3に示す。また減衰定数を図-4に示すハーフパワー法¹⁾によって求めた。結果は表-1に示す固有振動数は、A橋、B橋ともに橋軸方向、直角方向の差がなく1.6Hz~1.7Hzの値

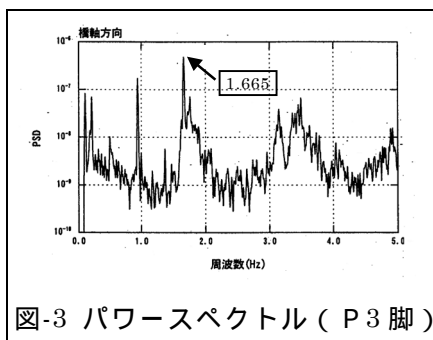


図-3 パワースペクトル (P3 脚)

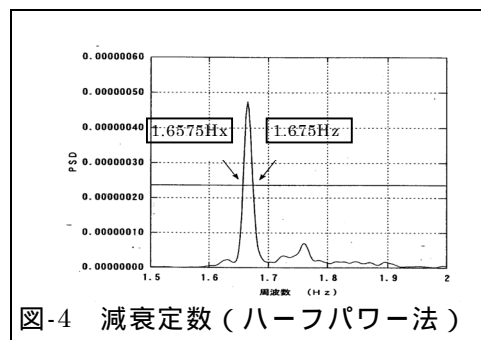


図-4 減衰定数 (ハーフパワー法)

を示した。減衰定数は、0.5%~1.0%程度を得た。

表-1 実測した固有振動数と減衰定数

計測位置		固有振動数(Hz)	減衰定数(%)
P 3 橋脚上部 (A橋)	橋軸直角方向	1.616	0.54
	橋軸方向	1.665	0.52
P 9 橋脚上部 (B橋)	橋軸直角方向	1.675	0.82
	橋軸方向	1.672	0.97

一般に常時微動計測結果から求めた減衰定数は小さめで、強制振動時や地震時には大きくなると言われている。一方、道路橋示方書耐震設計編では、鋼構造では1%で設計してよいとなっており、その点、計測値は妥当である。

表-2 支承条件の違いによる固有振動数の解析値

解析値		固有振動数(Hz)	
		支承ピン構造	支承完全固定
A 橋	橋軸直角方向	1.095	1.578
	橋軸方向	0.962	1.612
	鉛直方向	1.697	1.754
B 橋	橋軸直角方向	1.079	1.502
	橋軸方向	0.947	1.594
	鉛直方向	1.658	1.697

次に上・下部工ともに、材料の応力-ひずみ関係を直接使用し鋼部材の断面を16分割して積分するファイバーモデルをもちいて、固有値解析を行った。構造形は橋脚下端がピン構造であるが、常時微動観測であるため完全固定条件の固有振動数も求めた。結果を表-2に示す。

解析値と計測値を比較すると、計測値は支承完全固定の条件とほぼ一致した。対象となった橋梁は自重が重く、常時微動ではピボット支承の回転が起こらなかったと考えられる。

振動が大きくなると橋脚下端のピンが回転を起こし、ピンモデルでの解析結果に近くなると予想されるため、大規模地震を対象とするような場合は支承ピン構造として検討すべきであろう。

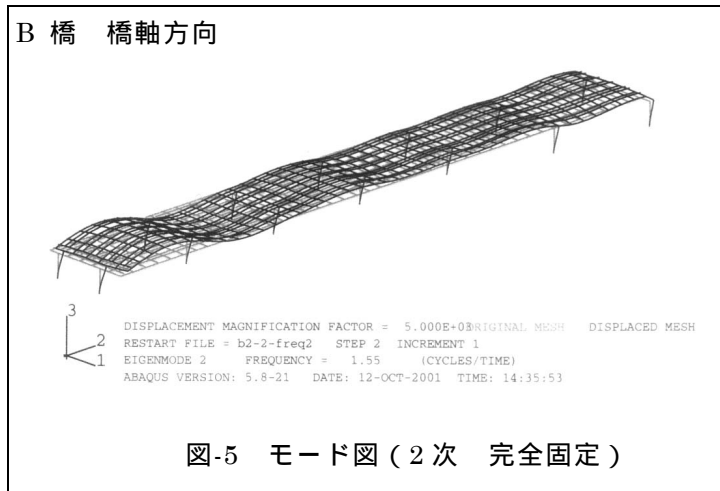


図-5 モード図 (2次 完全固定)

4. まとめ

- (1) 対象橋梁は、自重2万トン以上の巨大構造物であり常時揺れ難いため、振動は微小であった。
- (2) 微小振動の場合は下端ピンの回転がほぼゼロ。また減衰値は振幅依存性が大きく、摩擦等のエネルギー消費が小さい。
- (3) 下端ピンの回転がないため下端固定の周期に近いが、振動が大きくなるとピンモデルに近くなるとおもわれる。
- (4) 実測値は、隣接したアプローチ橋とA橋とB橋のゲルバーヒンジ連結等の拘束効果により、橋軸方向、橋軸直角方向ともに解析モデルの振動数よりも大きめの測定値であった。

参考文献

- 1) 橋土木学会：梁振動モニタリングのガイドライン 平成12年10月 他