

日本鋼管(株)	正会員	藤澤 伸光
本州四国連絡橋公団	同上	大橋 治一
日本鋼管(株)	同上	藤本 勝武

まえがき

橋梁の振動試験については多くの報告があるが、種々の制約から、ほとんどの試験は微小な振幅で行なわれている。このような微小振幅振動時の支承の挙動に関する報告は乏しいため、試験結果の解釈に曖昧さが残る場合もあるように思われる。本州四国連絡橋神戸ー鳴門ルート

の門崎高架橋（3径間部）では、舗装前後の2回にわたって振動試験が行なわれたが、舗装前の試験では、振動回数によって減衰率に有意な差が認められた。この原因がモード形による支承の挙動の差で説明されることを期待して、舗装後試験では桁振動と合せて支承変位の測定を行なった。結果的には、舗装後には回数による減衰率の相違が顕著に現れず、当初の目的は果し得なかったが、前述の事情に鑑みて、支承挙動の実測例としてここに報告し、今後の同種の試験の参考に供したい。

試験の概要

門崎高架橋（3径間部）の支承配置は図1に示す通りで、高さ約3.3mの橋脚上の2Pが固定支承、他の3個の支承は可動となっている。このうち、主たる測定対象としたのは1Aと2Pで、3P、4Pについてはダイヤル・ゲージによる補助的な測定を行なった。測定項目、方法を表1、図2に示す。桁上には不平衡重錘式起振機を設置して1～3次の固有振動数で加振し、加振力のレベルを4～5段階に変化させて定常振動時の支承の変位振幅と桁の鉛直振動加速度を同時に測定した。なお、桁振動と支承変位、各支承変位間の位相差は求められていない。

試験結果

図3に支承変位の測定波形例を示す。図は、起振機を急停止させて、その後の自由減衰振動を測定した時の波形であるが、振動波形は正弦的であり、また支承は充分小さな振幅に至るまで桁の運動に追従して作動しているものと認められる。

図4、5は測定された支承の変位振幅と桁振動の関係を示したものである。図の横軸の桁振幅は、桁上に配置した5個の加速度計から求めた振幅の測定値に、固有値解析から得たモード形を最小2乗法によってあてはめて求めたもので、当該モードにおいて振幅が最大となる位置での振幅、すなわち基準座標での振幅であり、近似的には1次および3次振動では中央径間中央、2次振動では側径間中央での振幅と考えて差し支えない。また、図中に計算値として示した値は、基準函数と上述の基準座標での振幅から計算した支承の変

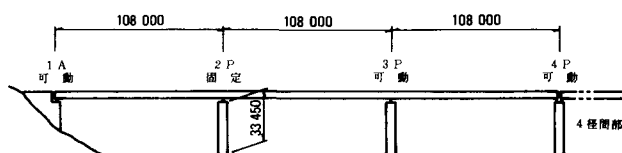


図1 門崎高架橋（3径間部）の支承配置

表1 計測項目と方法

支点番号	1 A	2 P	3 P	4 P
種類	可動	固定	可動	可動
測定項目	水平移動	—	〇	〇
	回転角	〇	—	—
測定方法	A	A	B	B

A: 変位計 B: ダイアル・ゲージ

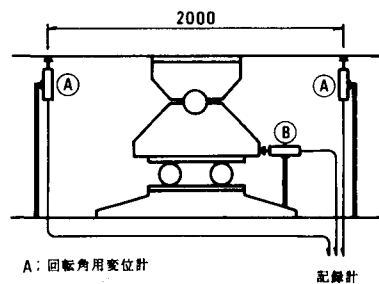


図2 変位計の配置

位振幅で、水平移動量については、支点での回転角に中立軸から支承ピンまでの鉛直距離を乗じて求めた。

図4によれば、回転角に関しては、実測値と計算値の一致は概して良好である。特に中間支承2 Pは計算通りの挙動を示すが、端支承1 Aでは実測値が計算値を5割ほど上回っている。端部では解析における諸仮定が満たされていないためかとも思われるが、3 P、4 Pの測定値がないこともあって詳細は明らかでない。

図5の水平移動量の場合、2次振動以外では実測値と計算値にかなりの差が認められるが、信頼性に乏しい3次での3 P、4 Pの測定値を除けば、移動量と桁振幅はほぼ線型関係にあるので、支承自体は正常に作動していたものと考えられる。1次振動について計算値と実測値の差を求めてみた結果、この値は全可動支承についてはほぼ同じ大きさで、かつ桁振幅に比例しているようであった。そこで、この差は脚のたわみによる固定支承2 Pの移動、すなわち橋桁全体の水平移動によるものと考えれば一応合理的に説明されるように思われるが、試みに脚の質量、剛性を考慮して解析したところでは、納得できる値は得られなかった。

以上から、回転角については上部工だけを対象とした比較の簡単な解析から支承挙動の推定がある程度可能であるのに対して、水平移動量の推定には、相当厳密な解析が必要なものと考えられる。

支承の摩擦による減衰

支承の移動量が実測されたので、ローラーのころがり摩擦をクーロン摩擦と仮定して支承の摩擦による減衰を試算した。1次振動で振幅が最大（中央径間中央で約1.3 mm）の場合、ころがり摩擦係数を0.001とすると対数減衰率は0.023となり、実測結果に見合うオーダーの値が得られた。一般性のある結論を得るには今後のデータの蓄積を待たねばならないが、構造減衰率を定量的に把握するための1つのアプローチとして報告する次第である。

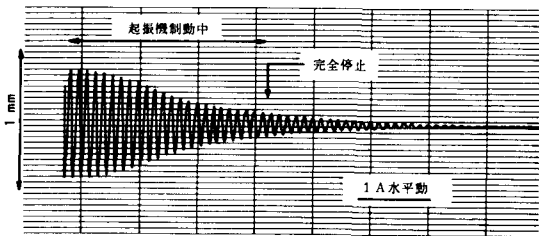


図3 支承変位測定波形例

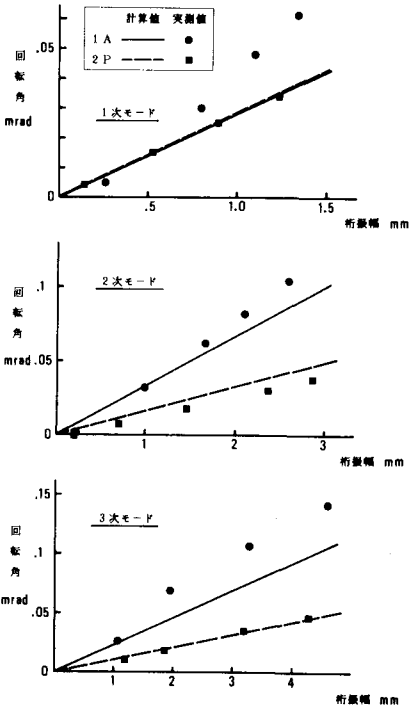


図4 支承回転角

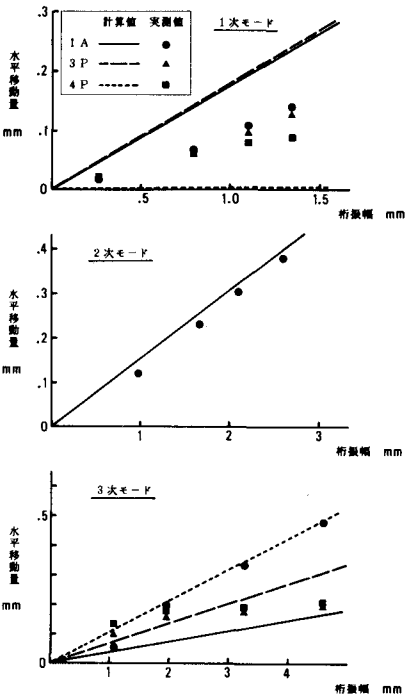


図5 支承水平移動量