

大阪市立大学工学部 学生員 池田 祥宜
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 山口 隆司
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 松村 政秀

1. 研究背景および目的

高度経済成長時に多数の橋梁構造物が建設され、近年、その経年劣化や交通量の増加に伴う損傷のために、健全性が問題となっている。通常は、目視による調査が一般的に行われているが、トラックなど大型車の移動荷重による応答性状をモニタリングすることにより、橋梁の健全性を評価できれば、効率的かつ低コストに多くの橋梁を調査でき有益である。

本研究では、2008 年にも本研究と同様な方法で現地計測が実施された PC 橋梁を対象に、移動荷重および静的荷重の载荷による応答性状のモニタリングを行った。さらに、移動荷重を受ける PC 橋梁の応答性状を再現できる解析モデルの構築を試みた。将来的には構築した解析モデルを用いて損傷を模擬し、応答性状の変化を把握した上で、実橋の健全度評価を行うことが目標である。

2. 対象橋梁

対象とする橋梁は昭和 58 年に竣工された単純 PC ポステン T 桁の 7 主桁橋で、支承にはゴム支承が使用されている。橋長は 27.58m(桁長 L ; 27.5m), 幅員は 1.8m(車道部 ; 7.0m, 歩道部 ; 2.0m+2.0m)である。

3. 現地振動計測

3. 1 計測方法

図-1 に示すように試験車両を片側西行き車線を時速 20km で走行させ、10 回の動的計測を行った。なお、モニタリング時には、橋梁上に試験車両以外の車両が無い状態となるように心がけた。また、試験車両の前輪と後輪の中央をそれぞれ L/2 地点、L/4 地点に停止させて静的計測を行う。

試験車両は砂利等を積載し、前輪 60kN, 後輪 135kN, 総重量 195kN の大型ダンプである。

図-2 に示すように加速度センサを桁 G4 の L/2, L/4 地点、桁 G2 の L/2, L/2(橋面側)地点の主桁下に、変

位センサは桁 G4 の L/2 地点に設置した。

試験車両が橋上を通過した後の波形の自由振動部分に着目して、加速度データ波形から FFT 解析を行い、橋梁の固有振動数を、変位データから対数減衰率を求め減衰定数を算定する。

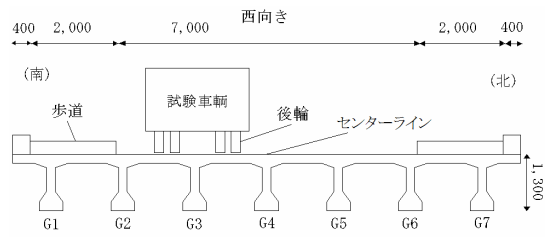


図-1 車両走行位置と断面構成(単位 : mm)

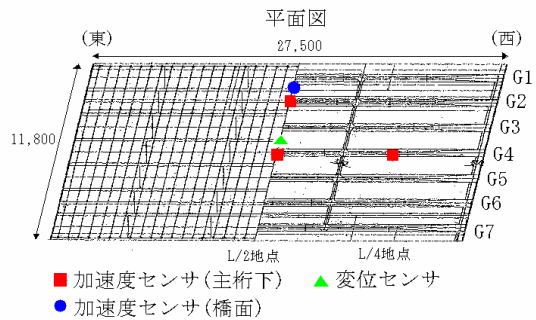


図-2 計測機器の設置位置(単位 : mm)

3. 2 計測結果

図-3 には FFT 解析結果を示す。10 回の計測とも 3.66Hz および 4.64Hz にピーク値が認められた。このうち、3.66Hz は桁 G2 および桁 G4 の両方で計測されており、曲げ 1 次の固有振動数に、4.64Hz は桁 G2 の両方で計測されたのでねじり 1 次の固有振動数に相当すると考えられる。

主桁下と橋面側に設置した加速度波形を FFT 解析し、計測結果と比較すると、最大(最小)加速度は橋面側が約 3gal 程度小さい値を示しているが FFT 解析結果は同じであった。すなわち、固有振動数の算出には計測の容易な橋面上への加速度計の設置が有効であることがわかる。

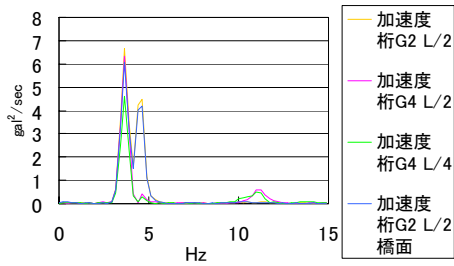


図-3 FFT 解析結果の例(1回目計測)

表-1 には本計測と 2008 年の計測結果とを比較している。両計測で試験車輛の軸重(総重量はどちらも約 195kN)や走行速度, 走行位置は若干異なるが, L/2 地点における動的たわみは 21%大きくなり, 曲げ 1 次固有振動数は 6%小さくなった。

表-1 計測結果(桁 G4, L/2 地点)

	最大静的たわみ (mm)	最大動的たわみ (mm)	曲げ1次固有振動数(Hz)
2009年(本計測)	1.88	2.15	3.66
2008年計測	1.66	1.77	3.91
対前年変化率(%)	13.0	21.0	-6.0

4. 振動解析

4. 1 解析モデル

解析モデルの構築にあたって, 床版は板要素, 主桁, 横桁, PC ケーブルは, 梁要素としてモデル化している。PC ケーブルには設計プレストレスを導入している。解析モデルの概要を図-4 に示す。

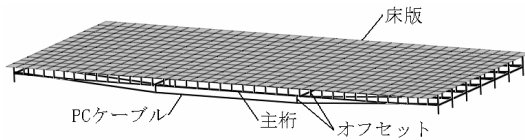


図-4 解析モデル

車両モデルには, 既往の研究¹⁾を参考に, 図-5 に示す 3 次元 8 自由度系のモデルを用いて 3.1 で述べた試験車輛をモデル化する。計測時の試験車輛の重量を用い, バネ定数, 粘性低減係数は同じような大型ダンブをモデル化している文献²⁾を参考にした。

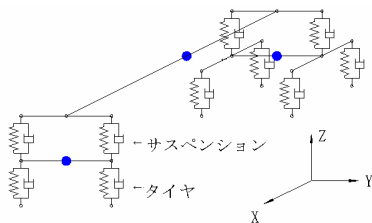


図-5 車両モデル

4. 2 静的解析

195kN を静的に載荷する場合の桁 G4 の L/2 地点のたわみに着目すると, 解析結果は 2.23mm, 計測結果は 1.88mm となり解析結果のほうが大きい値と

なった。これは実橋と解析モデルに導入したプレストレス力の違いが大きく関係していると考えられる。

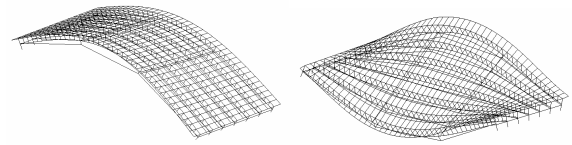


図-6 モード図(左: 曲げ1次, 右: ねじり1次)

4. 3 車輛走行解析

車輛走行解析では計測結果との比較を行うために, 走行位置や車輛重量などを同じ条件で走行させた。解析で得られた加速度の FFT 解析結果は, 曲げ 1 次固有振動数は 3.66Hz となり計測値と同じ値であった。しかし, ねじり 1 次については 8.3Hz と計測値の 4.64Hz と異なる結果が得られた(図-6)。これは解析における主桁同士の結合部分のモデル化に原因があると考えられる。

5. 結論および今後の課題

- (1)本計測と 2008 年の計測との比較から, 動的, 静的たわみが増加し, 固有振動数が減少していた。
 - (2)主桁下と橋面側に設置した加速度波形の比較から, 橋面側に加速度計を設置しても固有振動数を算出できることがわかった。
 - (3)車両走行解析の結果, 本研究で構築した解析モデルでは, 曲げ 1 次固有振動数は計測結果と一致したが, ねじり 1 次固有振動数に違いが出た。PC 桁同士の結合に関しての検討が必要であることがわかった。
- 今後も定期的にモニタリングを続けていき, 精度のよい解析モデルを構築し, 解析上で損傷を模擬することで橋梁の応答性状を把握し, 橋梁の健全度評価のための基礎資料の蓄積をはかる必要がある。

・謝辞

大阪府都市整備部の北山明生氏, 枚方土木事務所の楠村幸正氏には, 本研究の実施に際し, 多大なご協力をいただきました。ここに記して, 感謝の意を述べさせていただきます。

参考文献

- 1) 川谷充郎, 山田靖則, 獄下祐一: 三次元車両モデルによる桁橋の動的応答解析, 土木学会論文集, No.584/I-42, pp.79-86, 1998.1.
- 2) 北垣啓: 走行車両の振動応答を利用した橋梁の健全度評価に関する基礎的研究, 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻, 2009.2