

コンパクト断面を採用した鋼道路橋（金谷郷高架橋）の実挙動計測

東日本高速道路(株) 正会員 ○中村雅範
長岡技術科学大学 正会員 宮下 剛

1. はじめに

金谷郷高架橋は、国内道路橋で初めてコンパクト断面設計が適用された橋梁である（図 1，図 2）。本橋梁は、合理化設計により従来の 2 主 I 桁橋と比較して桁高を低く構成したことから、活荷重たわみや振動特性の特殊性が懸念される。構造の安全性は、供用開始前に実施した既往の振動実験¹⁾により確認できているが、2015 年 10 月に舗装面も完成した実橋梁にて動的載荷実験も含め実挙動計測を実施した。

2. 計測概要

2. 1. 対象橋梁

金谷郷高架橋は、首都圏中央自動車道の東金 IC～茂原北 IC 間の千葉県大網白里市に位置する鋼 5 径間連続合成 2 主 I 桁橋である。供用開始は 2013 年 4 月である。

2. 2. 計測項目

各径間における鉛直方向のたわみ応答と加速度応答を計測する。サンプリング周波数はたわみ応答と加速度応答のそれぞれで 100 Hz, 200 Hz とする。

2. 3. 計測位置

各径間の各桁に、接触式変位計とサーボ型加速度計を設置した（図 3）。センサの設置位置は、支間中央となることを原則としたが、P4-A2 間は桁下を市道が通ることから、図に示す位置とした。

2. 4. 計測ケース

載荷試験には、積載後の総重量を 20 tf とした散水車 2 台を使用した。試験車両を用いて、静的載荷試験（1 台あるいは 2 台）、動的載荷試験（車速：30, 60, 80 km/h）、衝撃載荷試験を実施する。衝撃載荷試験は試験車両を停止した後に、ハンパを用いて、試験車両の前後輪を乗り上げることで実施した。

3. 計測結果

3. 1. たわみ応答

表 1 に、静的載荷試験ならびに動的載荷試験から得られた鉛直たわみの一覧を示す。ここで示す値は、各ケースにおける絶対値の最大値の平均値である。

(a) 静的載荷試験



図 1 対象橋梁（金谷郷高架橋）

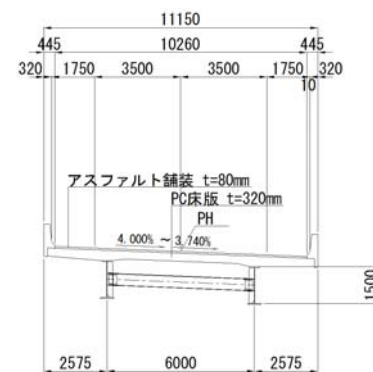


図 2 断面図

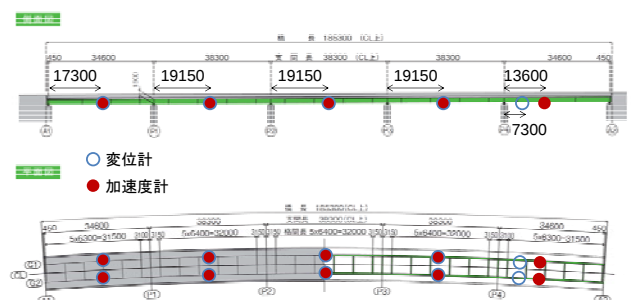


図 3 計測位置

図 4 に、静的載荷試験のたわみ応答を各桁について示す。第 5 径間の値が他の径間と比較して小さいのは、たわみの計測点が P4-A2 間の径間中央ではなく、P4 から径間の約 1/5 の位置にあるためである。また、第 1 径間はたわみの計測点は径間中央であるものの、径間長が第 2～4 径間と比して短い。図 4 から、1 台外回りの静的載荷試験の結果と 1 台内回りの静的載荷試験の結果を足し合わせた値は、2 台並列の静的載荷試験の値と概ね一致しており、弾性挙動が確認される。また、第 2～4 径間の相違も小さい。

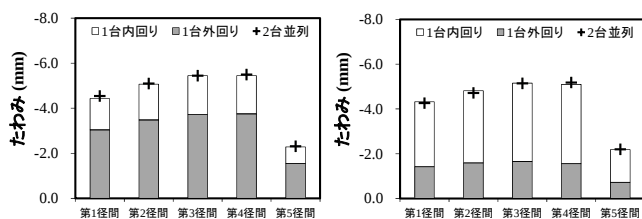
キーワード コンパクト断面、少数主桁橋、載荷試験、たわみ、加速度

連絡先 〒330-0854 埼玉県さいたま市大宮区桜木町 1-11-20 東日本高速道路(株)関東支社 TEL 048-631-0001

表 1 計測結果 (鉛直たわみ)

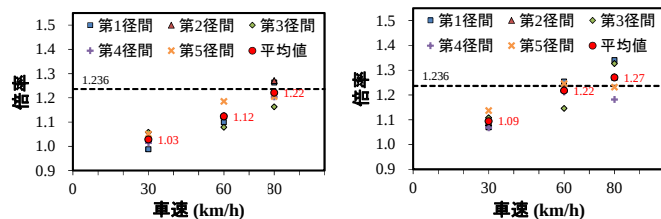
単位: mm

		1台外回り				1台内回り				2台並列
		静的 載荷	動的載荷			静的 載荷	動的載荷			静的載荷
			車速 30km/h	車速 60km/h	車速 80km/h		車速 30km/h	車速 60km/h	車速 80km/h	
第1径間	G1桁	-3.042	-2.985	-3.354	-3.581	-1.387	-1.503	-1.641	-2.158	-4.544
	G2桁	-1.415	-1.508	-1.672	-1.999	-2.904	-3.046	-3.668	-3.712	-4.260
第2径間	G1桁	-3.481	-3.516	-3.781	-3.806	-1.589	-1.739	-1.958	-2.673	-5.097
	G2桁	-1.591	-1.752	-1.855	-1.865	-3.222	-3.375	-3.944	-4.131	-4.712
第3径間	G1桁	-3.719	-3.708	-3.927	-3.952	-1.725	-2.054	-1.948	-2.381	-5.447
	G2桁	-1.653	-1.843	-1.885	-1.948	-3.498	-3.854	-4.005	-4.871	-5.141
第4径間	G1桁	-3.752	-3.680	-4.068	-4.098	-1.692	-1.895	-2.124	-2.520	-5.496
	G2桁	-1.554	-1.858	-1.999	-2.011	-3.539	-3.670	-4.279	-4.110	-5.178
第5径間	G1桁	-1.554	-1.595	-1.736	-1.708	-0.732	-0.832	-1.004	-1.078	-2.311
	G2桁	-0.726	-0.829	-0.835	-0.888	-1.458	-1.669	-1.902	-1.818	-2.197



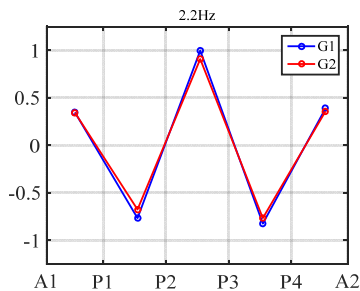
(a) G1 桁 (b) G2 桁

図 4 静的載荷のたわみ応答

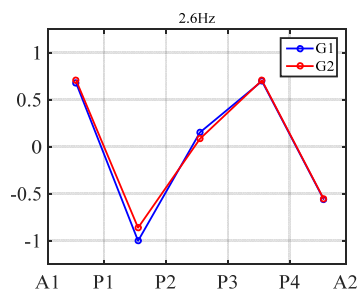


(a) G1 桁 (b) G2 桁

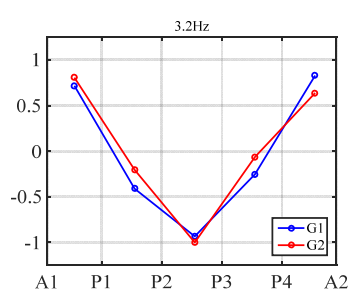
図 5 動的増幅率



(a) 1 次モード



(b) 2 次モード



(c) 3 次モード

図 6 同定された振動モード形

(b) 動的載荷試験

図 5 に、動的載荷試験から得られた鉛直たわみの動的増幅率を各車速について示す。衝撃係数 i は、道路橋示方書（以下、道示）にもとづいて計算した。図 5 には、各車速の平均値ならびに最大の $i+1$ の値を黒点線で示している。車速の増加とともに、動的増幅率も増加し、車速 80 km/h で各桁の動的増幅率は最大の $i+1$ の値 (1.236) と概ね等しい。

3. 2. 加速度応答 (固有振動数と振動モード形)

今回の現地計測から、対象橋梁の固有振動数は 2.2 Hz, 2.6 Hz, 3.2 Hz と同定された (図 6)。これらの振動モードは固有値解析の全体 1 次モード (鉛直たわみ 1 次モード)、全体 2 次モード、全体 4 次モード (鉛直たわみ 2 次モード) に対応する。鉛直 1 次モードの固有振動数は、解析値と概ね一致していることが確認できた。なお、2015 年 10 月の現地計測では、ねじれ 1 次モードは同定されなかった。

4. まとめ

本研究では、コンパクト断面設計が適用された金谷郷高架橋において、現地載荷試験による実挙動計測を実施した。その結果、鉛直たわみの大きさの評価には解析的検討が必要であるものの、2 台の 20 tf の試験車両のもとでは弾性挙動を示した。また、車両走行による動的増幅率は道示の算定値と同程度であることも確認することができた。自由交通流下における振動特性把握を 2015 年 10 月より継続して実施している。継続的な計測によるデータ蓄積より、温度に対する固有振動数の変化も含めて、構造特性を把握し、今後の維持管理に活用していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 佐々木他: コンパクト断面を導入した金谷郷高架橋の実橋振動実験, 土木学会第 67 回年次学術講演会概要集, 2012.