

RC ゲルバー桁の載荷試験および耐荷力評価

大日本コンサルタント 正会員 ○牧 祐之, 石井 喜代志, 横山 広
埼玉県川越県土整備事務所 非会員 花井 正直

1. はじめに

RC ゲルバー桁のヒンジ部は点検による損傷の早期発見や抜本的な対策が困難であるため、多くの異常発生事例が報告されている¹⁾。ゲルバー構造は設計を単純化できる反面、ヒンジ部の回転拘束や可動支承の固結化等の異常が生じた場合は設計で仮定した前提条件が崩れるため、予期せぬ応力状態となることが懸念される。本研究では、供用後 60 年以上経過し、各種補強対策がなされている RC ゲルバー桁に対して載荷試験を行い、主桁たわみ性状やヒンジ部の挙動を確認するとともに、載荷試験結果を解析モデルにフィードバックし、耐荷力評価を実施したので、その結果を報告する。

2. 橋梁概要

対象橋梁は、昭和 31 年（1956 年）に架設された橋長 180.7m の 7 径間 RC ゲルバーT 桁橋で、支持桁支間長 28.0m、吊桁支間長 16.0m である。これまでに、TL-20 対応として主桁および床版下面に鋼板接着補強、B 活荷重対応として外ケーブル補強が実施されている。ヒンジ部は、落橋防止構造として PC ケーブルが設置されているが、補強対策はなされていない。既往橋梁カルテによると、伸縮装置取替えや断面修復等の維持・補修対策は適宜実施されており、上部構造の耐荷性能を著しく脅かすような損傷はないものの、主桁たわみが大きく、主桁剛性の低下が懸念されていた。対象橋梁の側面図を図-1、ヒンジ部の状況写真を図-2 に示す。

3. 載荷試験概要

総重量 20t の車両を用いて静的および動的載荷試験を実施し、P1-P2 間の吊桁支間中央と P2-P3 間の支持桁支間中央の変位とひずみ、および、ヒンジ部の水平変位と隅角部に発生していたひび割れ挙動を計測した。また、振動特性評価のため、P1-P3 間の主要点の加速度を計測した。図-3 に静的載荷と主桁変位計測位置を示す。

載荷試験結果の例として、図-4 に動的載荷から得られた P1-P2 間の変位波形を示すが、懸念されていた過度な主桁たわみや隅角部ひび割れの開閉は認められなかった。一方、ヒンジ部の水平方向移動量は 1/100mm 以下と小さく、固定に近い状況であると考えられた。また、加速度データから FFT により卓越する振動数を抽出し、各センサの加速度波形をバンドパスフィルタ処理により分解波を求め、同時刻の振幅を抽出することで振動モード形状を作成した。振動モード形状からは、ヒンジ部の回転性能は機能していることを確認した。

4. 解析モデルへのフィードバック

載荷試験結果を骨組解析にフィードバックし、耐荷力評価を行うための解析モデルを検討する。本研究では、上部構造の剛性と境界条件の異なる 4 つのモデル（モデル①：設計条件の復元モデル／モデル②：断面剛性変更モデル／モデル③：②＋ヒンジ部の水平成分を固定／モデル④：③＋可動支承の水平成分をバネ支持）を作成し、検証を行った。なお、モデル④では、可動支承の摩擦による抵抗特性を線形バネ要素としている。

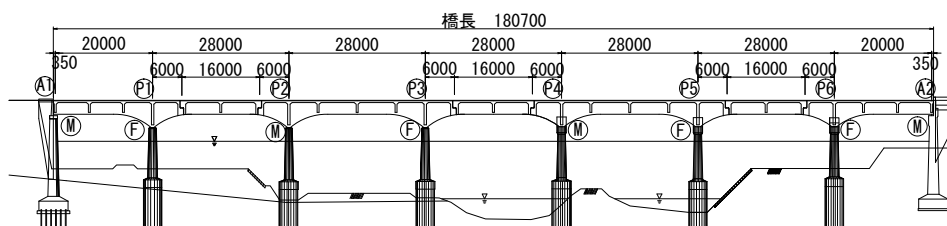


図-1 対象橋梁側面図



図-2 ゲルバーヒンジ部

キーワード RC ゲルバー桁, 載荷試験, 耐荷力評価

連絡先 〒330-6011 さいたま市中央区新都心 11-2 大日本コンサルタント(株) TEL : 048-615-2224

表-1 卓越振動数の比較(Hz)

	1次モード	2次モード	3次モード
復元設計(モデル①)	1.875	1.974	3.389
(1)骨組解析(モデル④)	2.638	3.458	5.104
(2)計測結果(3回平均)	2.604	3.303	4.720
比率((1)/(2))	1.013	1.047	1.081

表-2 1次モード形状の比較

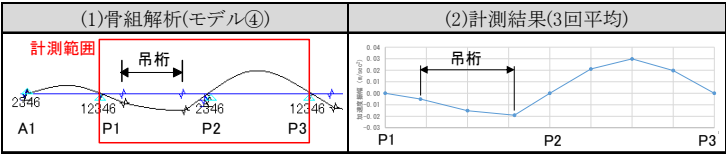


表-3 B活荷重に対する耐荷力評価 ※鋼板接着補強および外ケーブル補強を考慮

		単位	側径間中央(A1-P1)		第1支点(P1)		吊桁中央(P1-P2)		第2支点(P2)		支持桁中央(P2-P3)	
			モデル①	モデル④	モデル①	モデル④	モデル①	モデル④	モデル①	モデル④	モデル①	モデル④
コンクリート	設計値	N/mm ²	3.08	2.42	4.90	5.38	3.79	3.35	4.49	4.74	4.96	3.58
	許容値	N/mm ²	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
鉄筋	設計値	N/mm ²	53.3	20.0	77.2	83.4	90.7	92.9	74.3	86.0	86.5	56.4
	許容値	N/mm ²	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0

骨組解析と計測結果の卓越振動数の比較を表-1に示す。ここで、骨組解析の結果はモデル④、計測結果は3回の計測結果の平均値を示し、参考として解析モデル①の振動数も併記している。表-1および表-2より、解析値(モデル④)と計測値の主要モードの卓越振動数は概ね近似しており、また、モード形状も概ね同様の形状となっていることから、両者は同様の振動モードであると考えた。なお、本橋では一般車に対する遠隔モニタリング²⁾による振動計測も実施しているが、同様の結果が得られている。

静的載荷試験の計測値と各検討モデル骨組解析値の比較を図-5に示す。解析モデル①,②では計測値と乖離が大きい、解析モデル④では計測値と同様の結果が得られている。以上を踏まえ、解析モデル④を用いて耐荷力評価を行うこととした。

5. 耐荷力評価

耐荷力はB活荷重に対する発生応力で評価した。解析モデル①と④の主要点における応力一覧を表-3に示す。

解析モデル④の応力は、①と比較して、中間支点上では若干増加する傾向にあるものの、吊桁中央では同程度、側径間および支持桁中央では低減されており、許容応力度を満足しているため、耐荷力は確保されていると判断した。なお、解析モデル①と④の応力値の差は、ヒンジ部の水平成分を拘束することによる曲げ応力の低減、および、吊桁に軸力が作用するためと考えた。

6. まとめ

老朽化したRCゲルバー桁に対して、主桁やヒンジ部の挙動を現地載荷試験で確認し、試験結果を解析モデルに反映することで適切に耐荷力を評価した。復元設計と比較して応力変動が生じるものの、耐荷力には問題がないことを確認した。また、別途、ヒンジ部の応力評価も実施しており、許容ひび割れ内に収まることを確認している。以上より、当面の供用には問題ないと考えられるが、建設から60年以上が経過している橋梁であることから、引き続き注意深く維持管理をしていくことが望ましい。今後は、解析モデルの適合性を高めるために、主桁断面剛性や境界条件等のパラメータを精度良く同定する手法も検討していきたい。

参考文献

1) 玉越, 澤崎, 木村, 本間: ゲルバーヒンジ部補強吊り部材脱落の対応事例, 土木技術資料 55-1, 2013.
2) 佐々木ら: 920MHz ワイヤレスシステムによる沖縄離島橋梁の遠隔モニタリング, 土木学会第 69 回年次学術講演集, 2014.

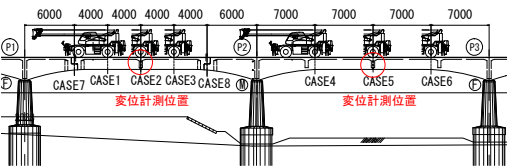


図-3 静的載荷および変位計測位置

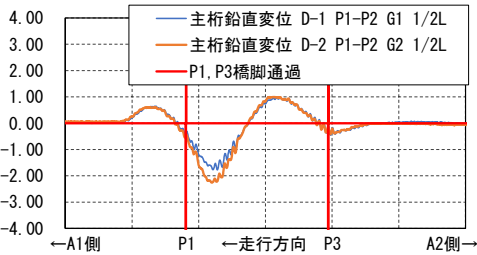


図-4 動的載荷鉛直変位(P1-P2 間)

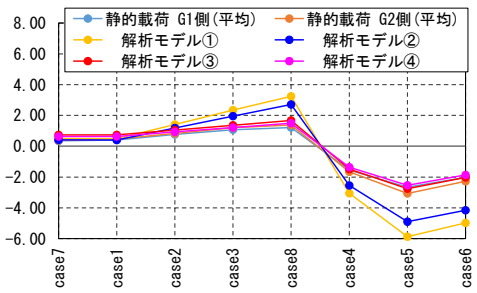


図-5 主桁鉛直変位(P2-P3 間)