

建設後50年以上を経た鋼ゲルバー桁橋梁（多摩川大橋）の載荷試験

○（財）海洋架橋・橋梁調査会 研究部 （正）酒井吉永 （独）土木研究所 上席研究員(橋梁構造)（正）村越 潤
八戸工業大学大学院 教授 （正）塩井幸武 海峡横断道路調査会 専務理事 （正）藤原 稔
国交省 関東地整 横浜国道事務所調査第二課長 深沢哲也 （財）海洋架橋・橋梁調査会 調査部長（正）吉田好孝

1. はじめに

本橋は昭和14年（1939年）の鋼道路橋設計製作示方書案により、当時の1等橋の自動車荷重13tfで設計されたゲルバー形式12径間鋼钣桁橋である。下部工は1942年に、上部工は1949年に完成した。1993年にはこれまでの床版が桁と非合成の構造からB活荷重に対応できるように、プレキャスト合成床版に打ち替えられた。その際、橋梁本体には特に補強を必要としなかったが、今後架け替えまでの10～20年間、安全に供用するには、現橋の耐力力を適切に評価し、健全性を確認する必要がある。そこで、応力頻度測定による実応力度を調べ、さらに、25t荷重車2台を用いた載荷試験とFEM解析により上部工の主な部位を評価した。

2. 応力頻度測定

(1) 測定内容

支間長最大のP1～P3間で、72時間の応力頻度測定を行った¹⁾。測定位置は図-1のように支間中央①、④、定着桁支点上②、ゲルバーヒンジの切り欠き部③の4断面とした。多摩川大橋の平成11年度の道路交通センサスによる交通量は上り27726台/日、大型車混入率は12.2%である。

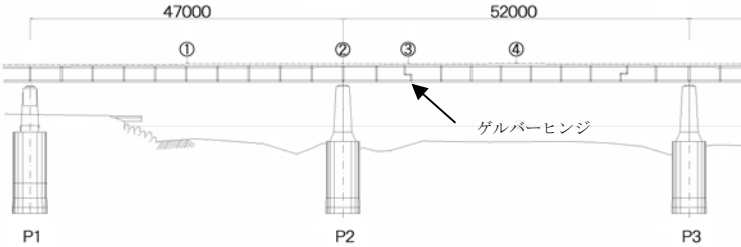


図-1 応力頻度測定位置

(2) 格子計算結果と測定結果の比較

非合成の格子計算で求めた設計応力度および応力頻度測定で得られた値を表-1に示す。応力頻度測定で得られた最大応力範囲と格子計算で求めたB活荷重応力度の比 σ_{max}/σ_B を比較すると、支間中央の照査断面①、④の主桁下フランジは0.18～0.39、上フランジはやや小さく0.09～0.20である。土木研究所で実施されたプレートガーダー橋57橋の実橋測定の結果²⁾によると、支間中央の主桁下フランジ下面で σ_{max}/σ_{20} （ σ_{20} :TL-20荷重）はおよそ0.4～0.7の範囲にあると報告されており、今回計測した応力範囲はこの範囲に近い。

$\sigma_D + \sigma_{max}$ （設計死荷重応力度+計測最大応力度）について、P2支点上の照査断面②でG1桁下フランジの計測位置がソールプレート端部から50mm離れた位置で許容応力度を少し超えた。計測値、計算値ともにG2桁よりG1桁の方が大きい傾向を示した。局部座屈に対して本橋はリベット集成構造で許容応力度の低減は小さいと考えられる。また、疲労については、この部分の継手形式をリベット継手と考えると $\sigma_{max}=42\text{MPa}$ は変動振幅応力の打ち切り限界値53MPaを下まわっている。これ以外の照査位置は許容応力度以下である。

3. 載荷試験

(1) 載荷試験の内容

応力頻度測定で最も応力範囲が大きい部位は支点付近の42MPaであり（表-1）、その要因とゲルバーヒンジ
キーワード： ゲルバー桁 走行試験 応力頻度測定 耐力力 立体FEM解析

連絡先： 〒112-0004 東京都文京区後楽2-2-23 海洋架橋・橋梁調査会 TEL：03-3814-8439 FAX：03-3814-8437

表-1 応力頻度計測結果

上：上フランジ 下：下フランジ 定着桁と吊り桁 ゲルバーヒンジ部		許容 応力度		計算応力度		計測最大 応力範囲	死荷重+ 活荷重(計測)	計測値と 設計値の比
		σ_a		死荷重 σ_D	B活荷重 σ_B			
		σ_a	σ_a	σ_D	σ_B	σ_{max}	$\sigma_D + \sigma_{max}$	$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_B}$
①	G1桁 上	-140	-50.5	-79.1	-7	-57.5	-57.5	0.09
	G1桁 下	140	60.8	95.2	17	77.8	77.8	0.18
	G2桁 上	-140	-28.7	-51.9	-10	-38.7	-38.7	0.19
	G2桁 下	140	35.8	64.7	17	52.8	52.8	0.26
②	G1桁 上	140	120.0	67.8	7	127.0	127.0	0.10
	G1桁 下	-129.4	-90.0	-50.9	-42	-132.0	-132.0	0.83
	G2桁 上	140	69.0	51.7	1	70.0	70.0	0.02
	G2桁 下	-134	-50.7	-38.0	-22	-72.7	-72.7	0.58
③	G1桁 定着桁	140			23			
	G1桁 吊り桁	140			22			
	G1桁 上	-140	-80.2	-54.0	-8	-88.2	-88.2	0.15
	G1桁 下	140	96.2	64.8	19	115.2	115.2	0.29
④	G1桁 上	-140	-48.1	-40.6	-8	-56.1	-56.1	0.20
	G1桁 下	140	57.9	48.9	19	76.9	76.9	0.39

ジ部の機能も調べるため、載荷試験（静的載荷試験、走行試験、衝撃加振試験）を行った。試験は図-2 のように G1 桁と G2 桁に着目し荷重車を載荷した。さらに、FEM 解析では A1～P2 部分を要素数 38 万とした FEM 解析モデルを用いた。解析モデルは主部材をシェル要素、2 次部材を梁要素、床版を 2 層シェル要素とし、床版との接合についてはスタッドジベルと結合部材を用いた（図-3）。

(2) 載荷試験結果と解析結果の比較

載荷試験および解析による主桁の応力分布を図-4 に示す。支間中央では、定着桁および吊り桁とも床版と主桁の合成を考慮した格子解析値

の中立軸の位置は G1 桁、G2 桁ともに実測値とほぼ一致した。さらに、詳細な FEM 解析の値は実測値と概略対応しており、床版が上部工の剛性に寄与していることが確かめられた。一方、P2 支点上の G2 桁では、FEM 解析の下フランジの応力度が実測値よりやや大きい、これはモデルと実橋で支点部の荷重伝達が若干異なると考えられる。次に、走行試験で得られた応力波形を図-5 に示す。ゲルバー部は、車両が A1～P2 間を走行している間は応力が発生せず、P2～P3 吊り桁部に進入してはじめて応力が発生しており、ゲルバー部のヒンジの固着や桁端部で接触等の影響を示すことはなく、ピン構造の応力波形であることが確認された。

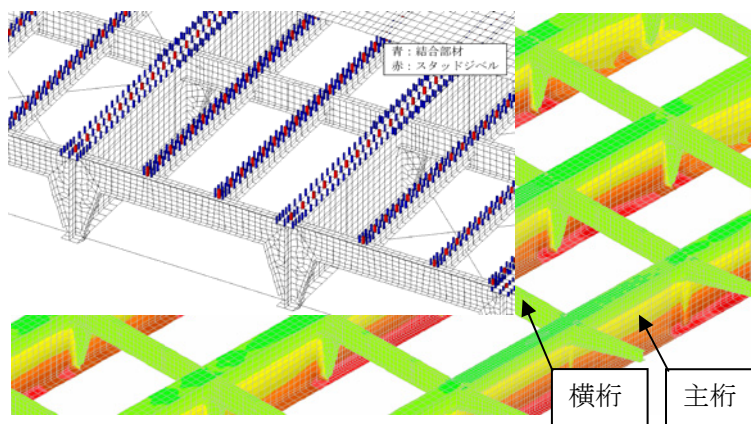


図-3 FEM解析モデル

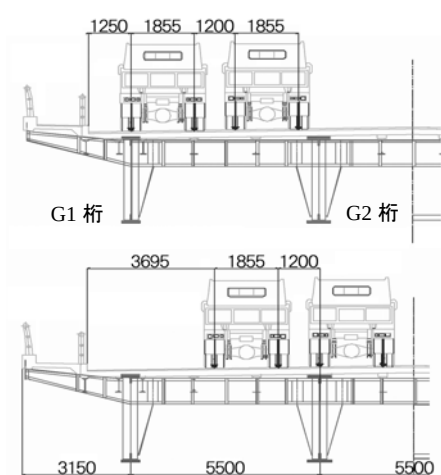


図-2 車両の載荷方法

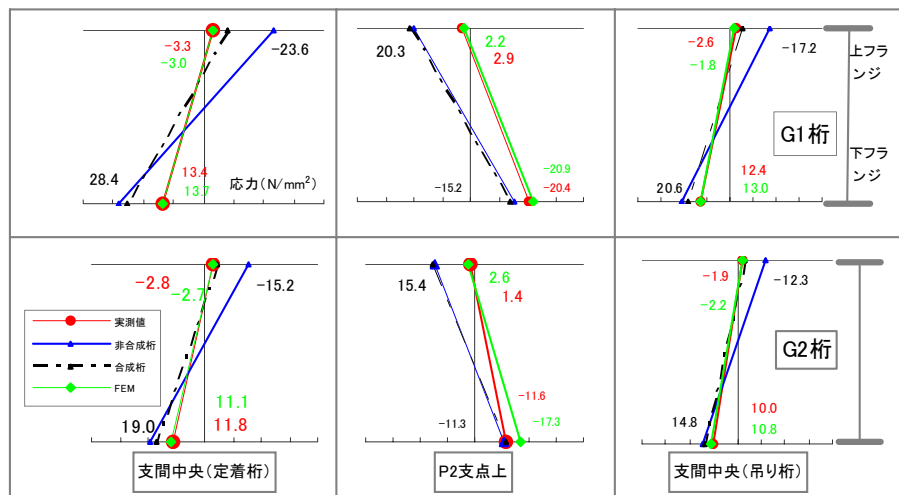


図-4 主桁断面の応力分布

4. まとめ

橋梁点検で腐食や亀裂等の顕著な損傷が認められず、応力頻度測定により G1 桁支承近傍下フランジの局部応力を除き、許容応力度以下であることが確認できた。さらに、静的載荷試験と FEM 解析の比較により本橋が合成桁に近い挙動することを把握した。また、桁中央の下フランジの応力波形等からゲルバー部のヒンジ機能に固着などの異常は認められなかった。以上の評価を総合的に考慮すると上部構造は健全であることが確認された。

参考文献

- 1) 応力頻度測定要領（案） 平成 8 年 3 月 （財）道路保全技術センター
- 2) 土木研究所資料 2682 号 既設橋梁の耐久性評価・向上技術に関する調査研究 III 昭和 63 年 12 月

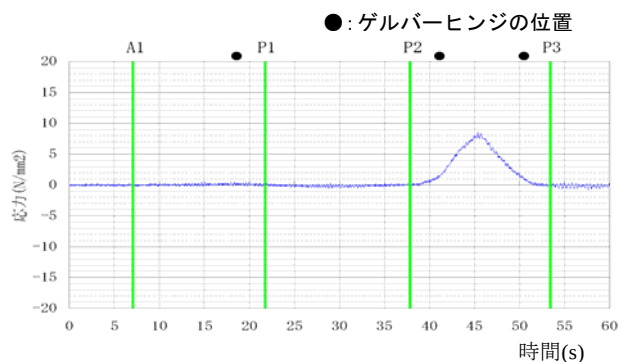


図-5 吊り桁の下フランジの応力波形測定結果