

横桁に損傷を受けたプレテン T 桁橋の健全度評価

正会員 (株)エイト日本技術開発 小野 和行 ○木村 真也
正会員 大阪大学名誉教授 松井 繁之
正会員 国土交通省 福知山河川国道事務所 松本 俊輔

1. はじめに 本橋は、日交通量が 20,000 台を超える直轄国道に架橋され供用後 53 年経過する 2 径間単純プレテン T 桁橋である。本橋は、半世紀以上経過しているにも関わらず主桁には顕著な損傷は見られないものの、端横桁については、伸縮部の漏水に起因する断面欠損及び PC 鋼棒の破断が確認できる(写真-1)。

本稿は、文献 1) にて報告したプレテン T 桁橋の実橋載荷試験結果に基づき、上部構造の健全性評価を行うとともに長寿命化に資する対策の提案を報告するものである。

2. 上部構造の健全性評価方法 文献 1) で示した実橋載荷試験結果によれば、本橋の通行車両により発生する応力度は、設計許容値内に収まっていることが確認されている。しかし、端横桁の損傷及び PC 鋼棒の破断により、主桁への分配効果が低下していることか懸念される。

そこで、本報告では既存上部構造に対して格子解析を実施し、横桁の損傷度合が主桁発生応力度に及ぼす影響を評価することを試みる。なお、解析では載荷試験をもとに横桁剛性をパラメータとし、現況の横桁損傷度合と主桁発生応力を比較することで分配効果が本橋構造にどの程度影響しているかを確認する。

3. 解析条件 再現解析は、文献 1) にて報告した静的載荷試験及び動的載荷試験に基づき実施し、試験結果と再現解析結果を対比することで健全性を評価する。図-2 に、再現解析における荷重入力位置を示す。荷重位置は、静的載荷試験時及び動的載荷試験で実際に 25t ラフタークレーンを

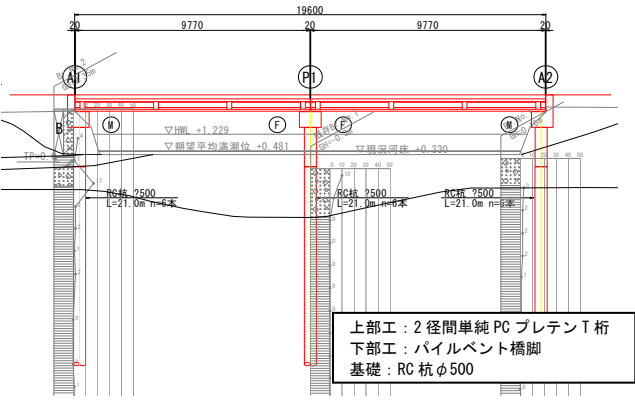


図-1 対象橋梁概要



写真-1 横桁の損傷状況

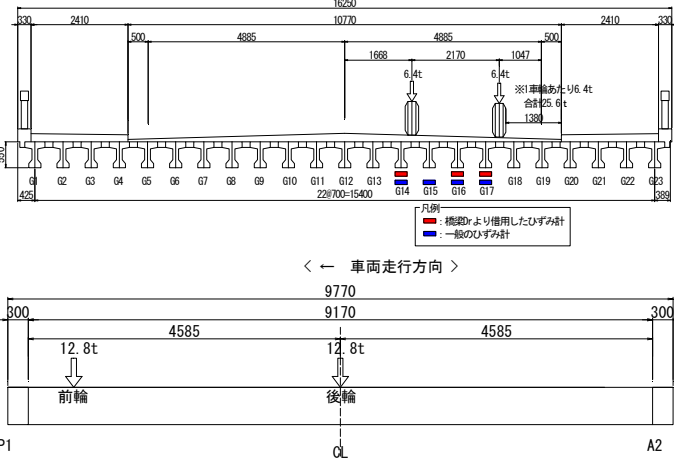


図-2 再現解析における荷重入力位置

また、解析詳細条件は以下のとおりである。

- ・主桁断面諸量：面積 $A_c=0.1464\text{m}^2$ ，断面 2 次モーメント $I=0.00481\text{m}^4$
- ・使用材料：コンクリート $\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$ (主桁)， 30N/mm^2 (横桁)、PC 鋼材呼称径 $\phi 2.9$ (主桁)， $12-\phi 5$ (横桁)

表-1 静的載荷試験及び動的載荷試験による発生応力度と解析により算出した設計応力度

25t吊ラフタークレーン(静的載荷(衝撃なし))による設計計算結果に基づく応力度照査										載荷試験結果に基づく応力度照査										25t吊ラフタークレーン(動的載荷(衝撃係数=1.3))による設計計算結果に基づく応力度照査										載荷試験結果に基づく応力度照査													
適用ゲージ	対象桁	許容引張 応力度 (N/mm ²) σ _a	許容圧縮 応力度 (N/mm ²) σ _c	設計死荷重 応力度 (N/mm ²) σ _D	設計活荷重 応力度 (N/mm ²) σ _L	設計合成応力 度 (N/mm ²) σ = σ _D + σ _L	設計活荷 重に対する 判定	発生最大引 張応力度 (N/mm ²) σ _{max}	発生合成応 力度 (N/mm ²) σ = σ _D + σ _{max}	発生活荷 重に対する 判定	適用ゲージ	対象桁	許容引張 応力度 (N/mm ²) σ _a	許容圧縮 応力度 (N/mm ²) σ _c	設計死荷重 応力度 (N/mm ²) σ _D	設計活荷重 応力度 (N/mm ²) σ _L	設計合成応力 度 (N/mm ²) σ = σ _D + σ _L	設計活荷 重に対する 判定	発生最大引 張応力度 (N/mm ²) σ _{max}	発生合成応 力度 (N/mm ²) σ = σ _D + σ _{max}	発生活荷 重に対する 判定	適用ゲージ	対象桁	許容引張 応力度 (N/mm ²) σ _a	許容圧縮 応力度 (N/mm ²) σ _c	設計死荷重 応力度 (N/mm ²) σ _D	設計活荷重 応力度 (N/mm ²) σ _L	設計合成応力 度 (N/mm ²) σ = σ _D + σ _L	設計活荷 重に対する 判定	発生最大引 張応力度 (N/mm ²) σ _{max}	発生合成応 力度 (N/mm ²) σ = σ _D + σ _{max}	発生活荷 重に対する 判定											
ひずみ計測器	G14	-1.8	16.0	6.11	-1.17	4.94	OK	-1.06	5.05	OK	ひずみ計測器	G14	-1.8	16.0	6.11	-1.52	4.59	OK	-1.58	4.53	OK	通常ひずみゲージ	G14	-1.8	16.0	6.11	-1.17	4.94	OK	-0.86	5.25	OK	通常ひずみゲージ	G14	-1.8	16.0	6.11	-1.52	4.59	OK	-1.39	4.72	OK
	G15	-1.8	16.0	6.08	-1.18	4.90	OK	-	-	OK		G15	-1.8	16.0	6.08	-1.53	4.55	OK	-	-	OK		G15	-1.8	16.0	6.08	-1.18	4.90	OK	-0.89	5.19	OK		G15	-1.8	16.0	6.08	-1.53	4.55	OK	-1.26	4.82	OK
	G16	-1.8	16.0	6.02	-1.21	4.81	OK	-1.12	4.90	OK		G16	-1.8	16.0	6.02	-1.57	4.45	OK	-2.21	3.81	OK		G16	-1.8	16.0	6.02	-1.21	4.81	OK	-0.89	5.13	OK		G16	-1.8	16.0	6.02	-1.57	4.45	OK	-1.75	4.27	OK
	G17	-1.8	16.0	5.94	-1.23	4.71	OK	-1.42	4.82	OK		G17	-1.8	16.0	5.94	-1.60	4.34	OK	-2.21	3.73	OK		G17	-1.8	16.0	5.94	-1.23	4.71	OK	-1.12	4.82	OK		G17	-1.8	16.0	5.94	-1.60	4.34	OK	-1.78	4.18	OK

キーワード 健全性評価, プレテン T 桁橋, 格子解析, 実橋載荷試験
連絡先 〒532-0034 大阪市淀川区野中北 1-12-39 TEL (06) 6397-3888

4. 再現解析による評価結果 表-1 に、静的載荷試験及び動的より得られた最大ひずみより発生応力度と解析により算出した設計応力度を示す。なお、本解析は 25t ラフタークレーン 1 台を載荷した結果であり、設計許容値に対して十分な余裕がある。また、解析値と計測値には大きな相違がなく、概ね解析値と合致している。なお、G17 桁のみはひずみ計測器及び通常ひずみゲージ計測値ともに大きな値となっていることが確認できる。

ここで、現橋の損傷状況として、主桁はひび割れ等の損傷がない一方で、横桁は、写真-1 に示すように、多くの箇所断面欠損や鋼材の腐食が生じている。横桁の断面欠損や鋼材の腐食は、構造上、横方向の剛性低下につながることから、損傷度が大きいほど主桁がたわみ易くなると考えられる。

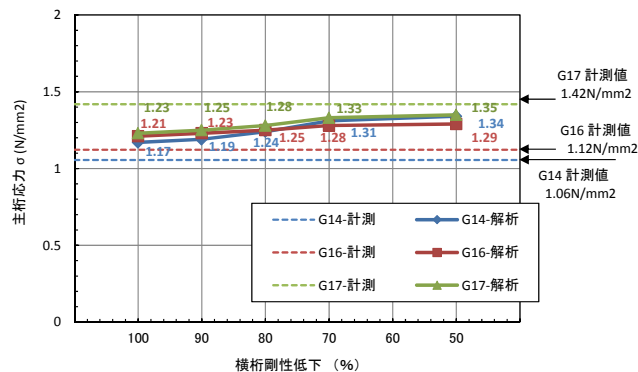
そこで、横桁剛性をパラメータとして、剛性低下させたときに、解析による応力度がどのように変化するかを検証する。図-3 に解析結果を示す。これより、横桁の剛性を低下させるほど、主桁に生じる応力が大きくなることが確認できる。なお、計測結果は、G17 以外は横桁剛性を 50%まで低下させた場合でも解析値を下回っている。G17 においては、横桁剛性に係らず解析値を上回った応力度が発生している。しかし、その値は小さく 15%程度の相違である。仮に、横桁損傷が橋梁全体の安全性に大きく影響を与えているのであれば、計測結果は、解析結果よりも全体的に応力度が大きくなる傾向を示すが、各桁ともに概ね同等の結果となっている。

図-3 より、現橋の横桁の損傷状況に対して、横桁の影響を殆ど受けない結果が確認できるが、この要因は、本橋の構造的特徴によるものが大きいと考えられる。本橋は橋長に比べ、幅員方向の幅が大きく荷重の伝達方向が橋軸方向に卓越することから、横桁分配効果が小さくなっていることが考えられる。また、本橋の桁高は $h=0.55\text{m}$ と低く版構造に極めて近い構造であり、横桁による荷重分配によらず主桁自体の剛性による抵抗が卓越しているものと考えられる。そこで、本橋の桁高を $h=1.3\text{m}$ (BG-24 の桁高相当) とするケースにて同様に横桁剛性を変化させた場合の解析を実施する。図-4 に結果を示す。この結果からも確認できるように、桁高がある程度高くなれば横桁の荷重分配効果は顕著となることが分かる。

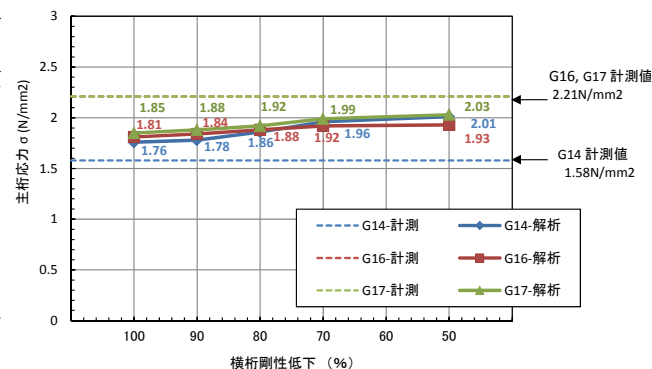
4. おわりに

横桁に損傷を受けたプレテン T 桁橋の健全度評価を解析及び実橋載荷試験をもとに実施した。その結果、本橋の場合、横桁損傷の影響は主桁発生応力度に顕著な影響を及ぼしておらず、主桁補強等の必要性が低いことが解析及び試験結果より確認できた。

なお、損傷を受けている横桁については断面修復による補修工事とし、伸縮装置の取り替えによる漏水を防ぐ対策を行った。

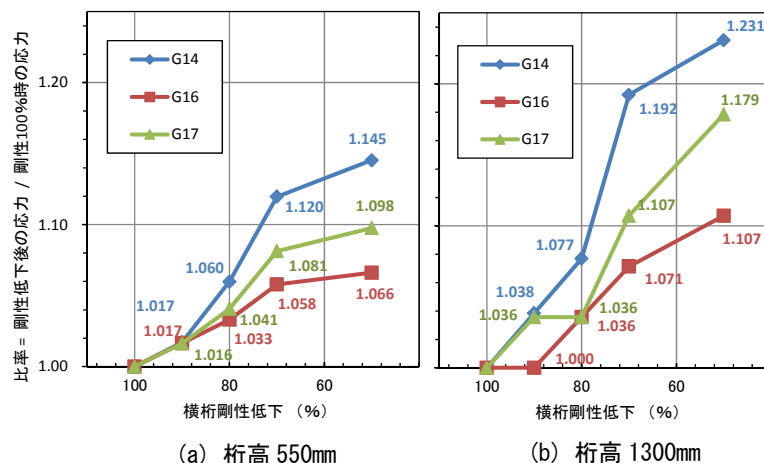


(a) 静的試験の再現解析結果



(b) 動的試験の再現解析結果

図-3 横桁剛性と主桁応力の関係



(a) 桁高 550mm

(b) 桁高 1300mm

図-4 横桁剛性低下の影響評価