

鋼 I 桁橋の横部材による拘束条件の違いが橋梁全体挙動及び局部応力へ与える影響

(国研) 土木研究所 正会員 ○大西 達也, 上仙 靖, 澤田 守
 (国研) 土木研究所 (現首都高速道路株) 正会員 大西 孝典
 東京都立大学大学院 正会員 村越 潤

1. はじめに

鋼 I 桁橋に生じる疲労亀裂のうち、特に発生数の多い亀裂は主桁に横部材（横桁又は対傾構）が取り付く垂直補剛材又はウェブギャップ板の主桁上フランジ側溶接部に発生するものである¹⁾。図-1 に示すように、亀裂の発生原因は横桁の荷重分配作用に伴う二次応力や輪荷重による床版のたわみを主桁系の格子構造が拘束することで生じる局部的な応力集中とされている²⁾。また、亀裂が進展し溶接線が破断すると応力集中位置が転化し、主桁の首溶接部に亀裂が生じた事例も報告されている。このような亀裂は、適切な時期に対策することが求められるが、亀裂の進展性や効果的な対策は必ずしも明らかにされていない。

そこで本検討では、効果的な対策選定に資する基礎検討として、横部材による拘束条件の違いが橋梁全体挙動及び局部応力に与える影響を明らかにすることを目的に、実橋梁での静的載荷試験を実施した。

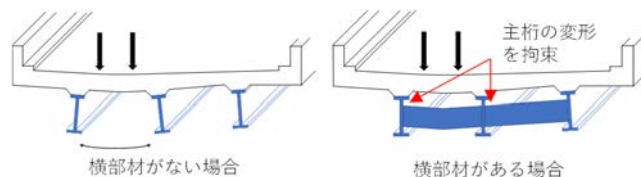


図-1 横部材の有無による挙動イメージ

2. 試験概要

対象橋梁は土木研究所内の試験橋（表-1）である。載荷は 20t ダンプトラックを用いることとし、その軸重は 3 軸（前軸 72.7kN, 後軸 118.2kN）である。載荷位置（図-2）は、後輪を基準として橋軸方向に 2 箇所（図中載荷 1,2）、橋軸直角方向にそれぞれ 5 箇所（図中載荷レーン 1~5）とした。表-2 に試験ケースを示す。CaseA は現状の構造を対象としたケースである。CaseB,C は拘束条件を変化させたケースであり、図-3 に示す位置の横桁または対傾構のボルトを撤去するとともに横構を撤去した。計測項目及び計測位置を図-4 に示す。全体挙動を把握するため、主桁下フランジのひずみ及び鉛直変位、床版下面の鉛直変位、G4 桁の水平変位を計測した。局部応力を把握するため、垂直補剛材及びウェブギャップ板の溶接止端近傍のひずみを計測した。

表-1 試験橋梁構造諸元

適用基準	昭和55年 道路橋示方書	
形式	鋼単純合成鉄桁橋	
支間長	30.0m	
有効幅員	8.5m	
主桁間隔	2.6m	
設計活荷重	T-20, L-20	
支承条件	可動	ゴム支承
	固定	鋼製支承

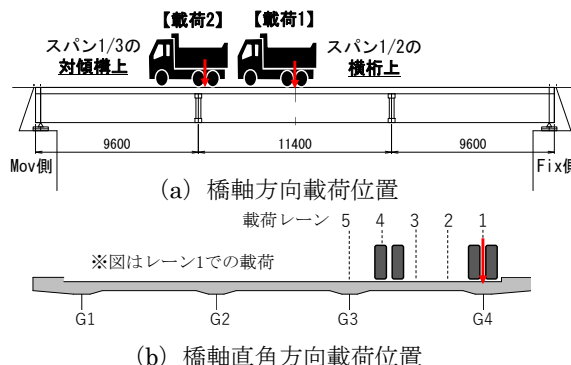


図-2 載荷位置

表-2 試験ケース

ケース名	概要
CaseA	現状の構造（拘束緩和なし）
CaseB	G4横桁（スパン1/2）の上段3本・桁対傾構（スパン1/3）の上段4本のボルト撤去
CaseC	G4と横桁・対傾構の接続ボルト全撤去、全横構撤去

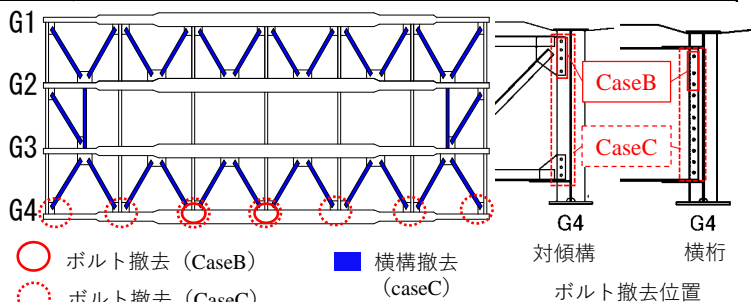


図-3 拘束条件変更位置

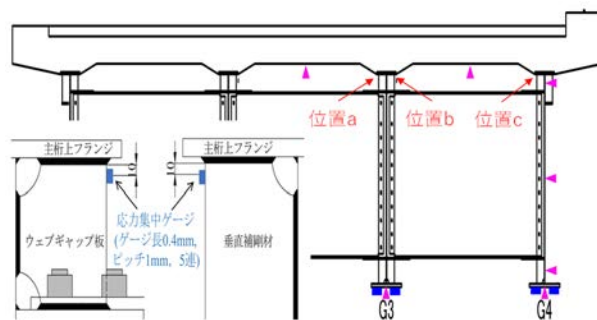


図-4 計測項目及び計測位置

キーワード 鋼 I 桁橋, 主桁-横桁接続部, 疲労, 二次応力, 荷重車計測

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国研) 土木研究所 TEL : 029-879-6773 E-mail : oonishi-t5273cl@pwri.go.jp

3. 試験結果

3. 1 拘束条件の違いが全体挙動へ与える影響

代表値として荷重 1 でのスパン 1/2 位置 (横構) の計測結果を示す。図-5 に G3 及び G4 下フランジの鉛直変位を示す。CaseA と CaseB では G3, G4 共にいずれの荷重レーンでもほとんど変化がない。CaseA と CaseC を比較すると、G4 の荷重レーン 1 (G4 直上) において最大で約 16% 増加した。これは、横部材の拘束なくなり、荷重分配効果が失われた影響が最も顕著に表れたものと考えられる。また、図-6 に荷重レーン 1 の G4 桁の水平変位を示す。鉛直変位と同様に、CaseA と CaseB の水平変位は大きく変わらなかったものの CaseB の方がやや小さくなった。CaseC では、CaseA に対して主桁上段・下段ともに増加している。このことから、鉛直方向の荷重であっても主桁に回転が生じ、横部材がそれを拘束していることが確認された。

3. 2 拘束条件の違いが局部応力へ与える影響

図-7 に、荷重レーン 1,3,5 (いずれも荷重 1) における位置 a~c (図-4 参照) の垂直補剛材およびウェブギャップ板上端の鉛直方向応力分布を示す。位置 b と c での計測値は、位置 a と比べ絶対値が小さいことから、まず位置 a の計測結果 (図-7 (a)) について述べる。荷重レーン 1 では、引張応力が CaseA に対して CaseB で約 35% 低減し、CaseC で約 23% 低減した。荷重レーン 5 では、CaseB,C とも圧縮応力が CaseA に対して増加しており、CaseC で約 65% 増加した。このように、横部材による拘束緩和の影響は、着目する位置によって異なる。CaseC では、荷重分配効果が変化したことが局部応力にも影響していると考えられる。CaseB では、荷重分配効果の変化がないにもかかわらず、局部応力に変化が生じた。これは、荷重位置によっては部分的な拘束の緩和であっても局部応力を低減させる効果があることを示唆している。このような傾向は位置 b でも確認できるが、上述したように位置 b と c の計測結果 (図-7 (b) (c)) は位置 a の計測結果と比べ絶対値が小さく拘束緩和による変化量も相対的に小さい。そのため、本報告では参考値として示す。この原因は調査中であるが、試験後に該当部の上フランジのたたき調査を実施したところ、上フランジと床版ハンチとの間に部分的な空洞音を確認された。そのため、鉛直荷重が十分に伝達しなかった可能性があると考えている。

本研究は、東京都立大学・名古屋大学・施工技術総合研究所との共同研究「鋼橋の疲労耐久性向上技術に関する共同研究」の一環として実施したものであり、関係各位に謝意を表す。

参考文献

- 山本亨介, 村越潤, 上仙靖: 橋梁点検データに基づく鋼 I 桁橋における主桁-横部材取合い部の疲労損傷事例の分析, 鋼構造論文集, 第 28 巻, 第 112 号, pp.89-100, 2021.12.
- 日本道路協会: 鋼道路橋疲労設計便覧, 2020.9.

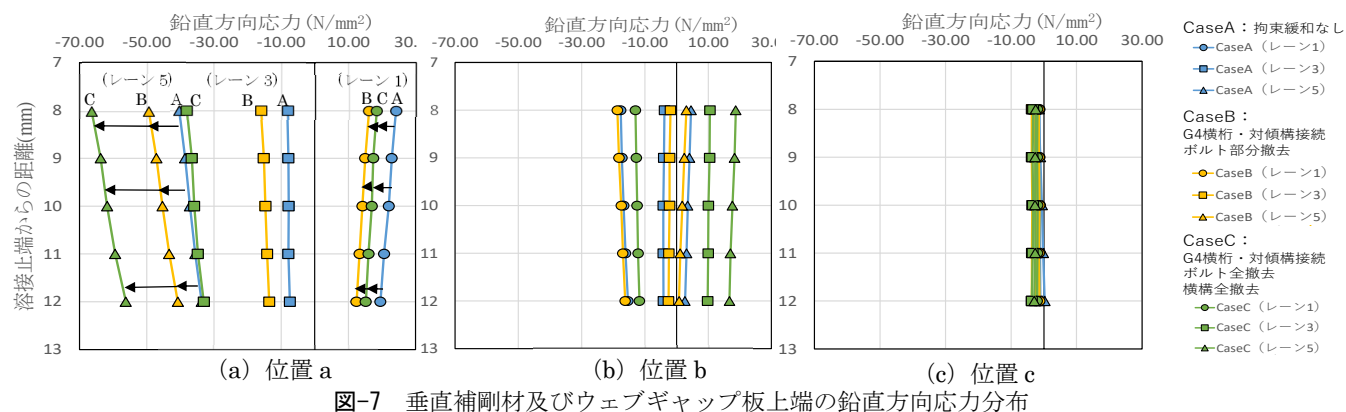


図-7 垂直補剛材及びウェブギャップ板上端の鉛直方向応力分布

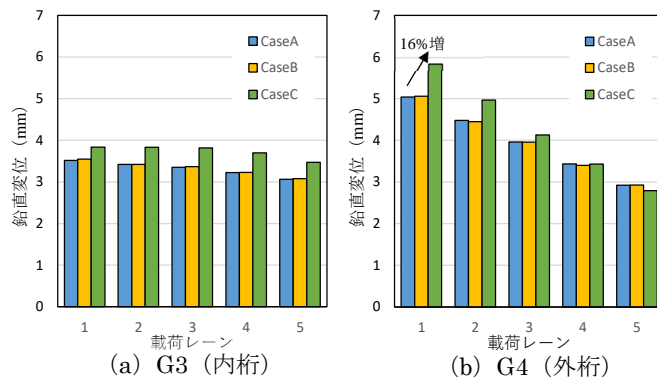


図-5 スパン 1/2 位置の主桁下フランジ鉛直変位

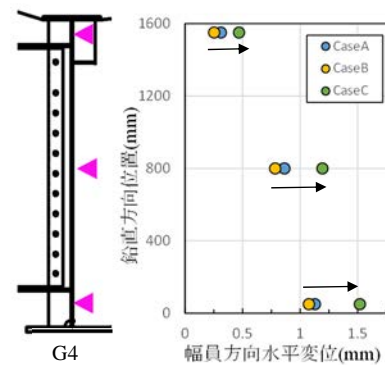


図-6 G4 桁水平変位 (レーン 1)