

## 橋梁 2 次部材の実応力測定とその考察

開発局開発土木研究所	正員	谷本俊充
開発局開発土木研究所	正員	西村敦史
開発局開発土木研究所	正員	佐藤昌志
計測技販(株)	正員	佐藤良一

### 1. はじめに

平成5年11月に道路橋示方書に規定する活荷重が改訂されたことに伴い、今後、補修・補強の必要性を判断するための既設橋梁の耐荷力あるいは耐久性の評価が課題となってくることが予想される。

北海道開発局では、平成6年度よりTL-20未満で設計された既設橋梁の耐荷力判定を目的として、橋種構造別に橋梁の実応力測定を行ってきた。測定は載荷試験車を用いて、主に主桁等主構造の実測応力度より新活荷重対応に関する既設橋梁の耐荷力を判定するため行った。実測結果によると、試験車荷重により設計上応力の発生しない対傾構等橋梁 2 次部材に実応力の発生が認められる。このことから、今後の既設橋梁の維持・補修は、主要部材である主桁等橋梁 1 次部材と同様に 2 次部材の実応力特性把握も重要であるものと考えられる。

本論文は、現地橋梁耐荷力調査より得られた結果を基に、2 橋梁を例に挙げ、2 次部材の実応力測定結果について整理検討を行ったものである。

### 2. 調査橋梁 1

#### (1) 対象橋梁

橋梁 2 次部材の実応力測定を行った 1 例目の橋梁は、図-1 に示す橋梁である。橋梁の諸元を示すと以下の通りである。

橋梁形式：4 径間連続非合成板桁橋，上下線分離方式

橋 長：320m

支間割：4@40m×2

車線数：4

架設年次：昭和44年

適用示方書：昭和31年建示

設計活荷重：TL-20

床版厚：20cm

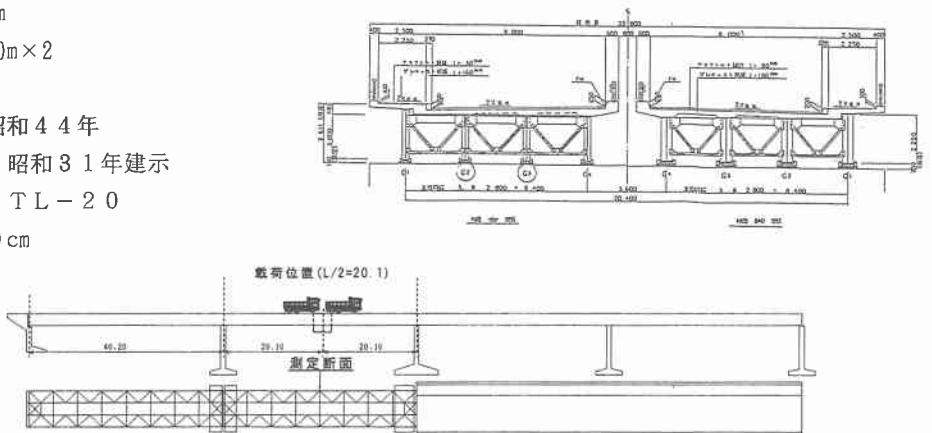


図-1 調査橋梁 1 側面図および平面図

The Study with Strain Measurements of Secondary Materials of a Bridge  
by Toshimitsu TANIMOTO, Atsushi NISIMURA, Masashi SATO and Ryoichi SATO

## (2) 測定概要

載荷試験は、対象橋梁が上下車線分離方式で供用されているため、深夜に調査橋梁を一時通行止めとし、片側車線通行に切替え実施した。試験車はダンプトラック4台である。試験車諸元を図-3に示す静的載荷試験は、中央側径間の支間中央付近の測定断面を用い、図-4に示す載荷ケースについて行った。

測定は支間中央付近の主桁および2次部材である中間対傾構、垂直補剛材の応力をひずみゲージを用いて測定した。図-5に測定位置を示す。

## (3) 実測結果および考察

### 1) 対傾構、垂直補剛材の応力度

図-6にG2主桁とG3主桁間の中間対傾構および垂直補剛材の応力図を示す。対傾構応力度に着目すると、下横構は $466\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、 $546\text{kgf}/\text{cm}^2$ と大きな値を示している。次に、垂直補剛材の応力度は最大 $159\text{kgf}/\text{cm}^2$ と比較的小さい応力度であるが、主桁を挟んだ補剛材はウェブ中央で正負の応力度となっており橋軸直角方向に断面変形していることが分かる。この断面変形により、G2主桁とG3主桁の下フランジ間は外桁側に変形しようとするため下横構には主桁下フランジ応力を越える引張応力が発生していることが考えられる。また、本橋は4主桁形式であるが、中桁間に横構が無いことも、対傾構下横構に応力集中する原因とも考えられる。

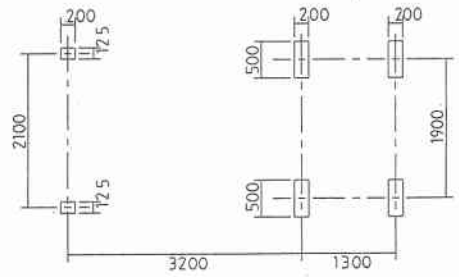
本橋の対傾構や横構は主要部材としての機能を持たせないで設計されており、2次部材として風荷重の照査または部材の細長比の検討により決定されている。このことから、B活荷重の外、各種の荷重により許容応力度を超過することも考えられる。

### 2) 主桁の応力度

各主桁内の軸方向応力分布性状、中立軸の位置等を検証するために、主桁の上下流面腹板に2軸直交歪ゲージ、上下フランジに単軸歪ゲージを貼付して実測を行った。図-7に各載荷ケースにおける主桁ウェブおよび下フランジの軸方向応力分布を示す。なお、中立軸位置を調べるため応力の乱れによるばらつきを考慮して、1断面当たりの実測点は8点とした。

実測結果によると、主桁の応力分布は上フランジ側が特に小さく、合成桁の挙動を示している。本橋は非合成連続桁として設計されているが、本橋床版は主桁と応力を分担している。

図-3 試験車諸元



車両番号 (ワゴン)	輪重 (t)			総重量 (t)	輪間距離 (mm)	
	F	R1	R2		L1	L2
A (3233)	5.90	9.30	9.25	24.45	1300	3200
B (3237)	5.25	9.45	9.70	24.40	1300	3200
C (3234)	5.65	8.80	8.65	23.10	1300	3200
D (3235)	5.60	8.85	8.30	22.75	1300	3200

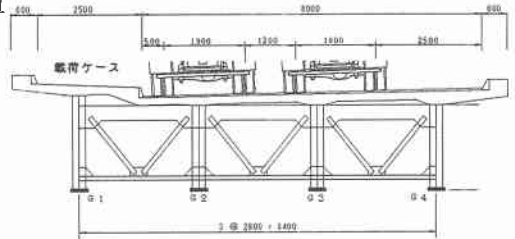


図-4 載荷ケース

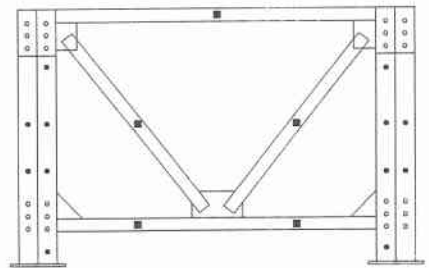


図-5 対傾構、垂直補剛材測定位置

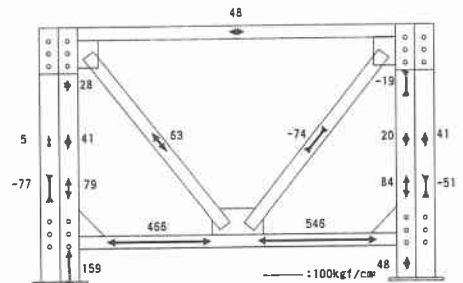


図-6 対傾構、垂直補剛材応力図

主桁ウェブプレートの実測位置では応力の発生が殆ど認められない測点があり、応力は上下フランジが主に分担していることが分かった。この原因としては、桁制作時の溶接による熱応力等により、ウェブプレートが面外方向へわずかにはらみだしていることが考えられる。

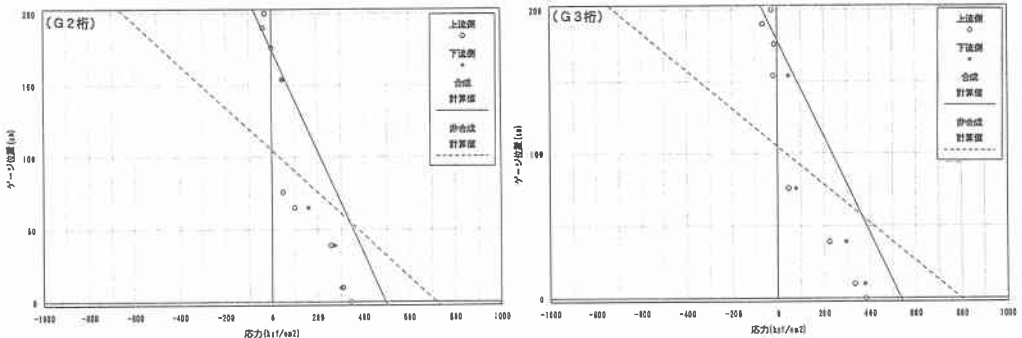


図-7 主桁応力分布

### 3. 調査橋梁 2

#### (1) 対象橋梁

橋梁 2 次部材の実応力測定を行った 2 例目の橋梁は、図-8 に示す単純合成鉄桁橋である。橋梁の諸元を示すと以下の通りである。

橋梁形式：単純合成鉄桁橋  
 橋長：338.2m  
 支間：5@30.0+(2@24.5+58.5)m  
 車線数：2  
 架設年次：昭和44年  
 適用示方書：昭和31年建示  
 設計活荷重：TL-14  
 床版厚：17cm

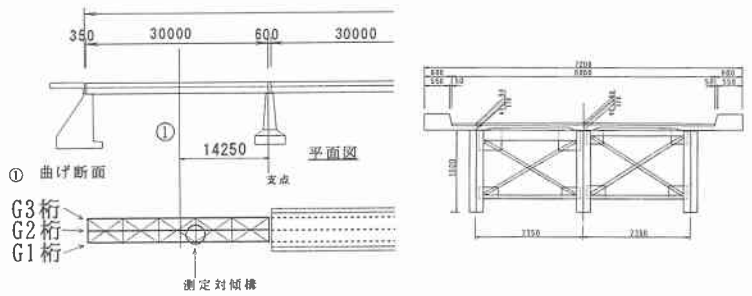


図-8 対象橋梁 2 側面図、平面図および断面図

#### (2) 測定概要

載荷試験は、対象橋梁が上下各 1 車線で供用されているため深夜に短時間の通行止めを行い実施した。試験車は 20tf に調整したダンプトラック 2 台である。ダンプトラック軸重測定結果を表-1 に示す。静的載荷試験は、単純径間中央付近の主桁測定断面を用い、主桁に最大断面力を発生させるようダンプトラック後輪の前後輪軸中心を主桁計測断面に合わせ試験を行った。また、主桁の荷重分担性状を確認することを目的として、各試験車単独での測定も行った。測定は主桁および 2 次部材である中間対傾構、横構の応力をひずみゲージを用い測定した。測定位置は図-8 に示した通りである。

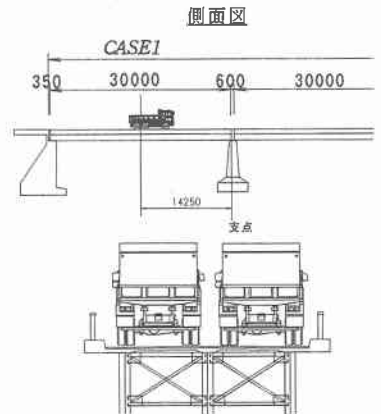


表-1 載荷用試験車の諸元

#### (3) 実測結果および考察

##### 1) 2 次部材の応力度

図-9 に載荷ケース 1~3 における G1~G2 主桁間の対傾構構応力図、図-10 に各主桁間の横構構応力図を示す。対傾構応

車種	輪重 (t)			総重量 (tf)	輸出距離 (mm)	
	F	R1	R2		L1	L2
A車	4.80	7.40	7.70	19.90	1,300	3,200
B車	4.60	7.60	8.10	20.30	1,300	3,200

力度に着目すると、ケース1（A車）載荷の場合は後輪ダブルタイヤが主桁G1～G2間に載荷される場合であるが、対傾構の応力度はほとんど発生していない。ケース2載荷は測定対象対傾構の対向側にダンプトラック1台が載荷される場合であるが、これらのケースでは最大応力を示し、中桁（G2）ウェブ上方から外桁（G1）ウェブ下方の対傾構応力度は最大-95kgf/cm<sup>2</sup>（圧縮）、中桁ウェブ下方から外桁上方の対傾構応力度は最大63kgf/cm<sup>2</sup>（引張）であった。ケース3はダンプトラック2台が載荷された場合であるが、ケース2のダンプトラック1台載荷時よりも応力度は小さい。各載荷ケース結果によると、対傾構はトラス構造として挙動しており、主桁応力の分散に大きく関わっているものと考えられる。

横構応力度に着目すると、ケース1、2載荷の場合の各部材応力度は50～57kgf/cm<sup>2</sup>と応力度にほとんど大差がない。ケース3載荷の場合は105、99kgf/cm<sup>2</sup>である。これらの結果より、横構の応力度は荷重比により応力度が発生していると考えられる。試験車荷重により横構に引張応力が発生している理由としては、輪荷重が載荷されることにより床版が相対変位し、橋軸直角方向に対し外桁が面外方向に変形しようとするため、横構には拘束力が作用するためと考えられる。

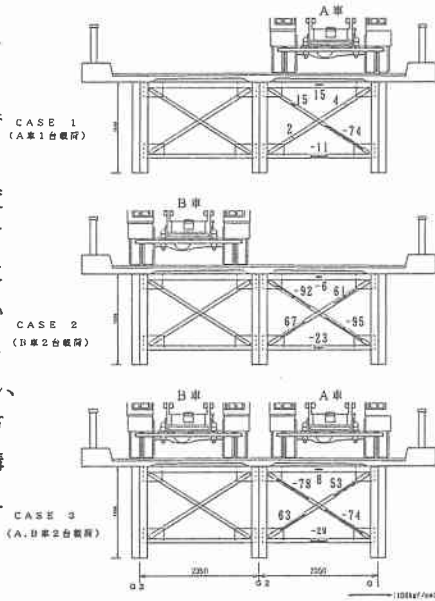


図-9 対傾構応力図

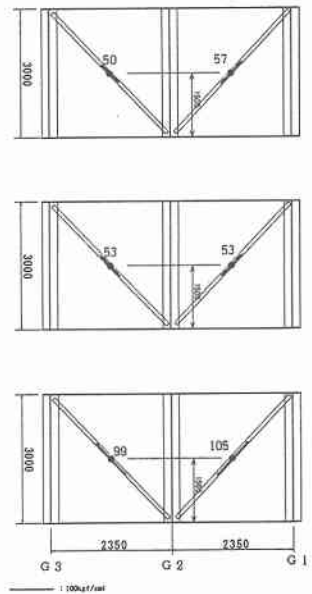


図-10 横構応力図

#### 4. まとめ

既設橋梁の耐荷力判定に関する実橋載荷試験結果によると、設計上応力の発生しない橋梁2次部材に実応力の発生が認められる。これは、主桁が非合成で設計されていても床版は主桁との合成効果を有すること、床版や橋梁2次部材である対傾構や横構が隣接主桁に応力を伝達して格子桁として挙動していること、試験車載荷時に主桁間をスパンとして床版にたわみを生じ、横桁や対傾構は主桁の面外方向への変位を拘束することになり、特に下横構では大きな応力度が発生しているものと考えられる。

本橋の主桁と対傾構の接合部には損傷が認められないが、今後の交通量や重車両交通量の増大によりガセット溶接部にひび割れが発生することも予想される。これらのことから、橋梁点検では2次部材の調査も重要であるものと考えられる。

本論文は、静的載荷試験結果より橋梁2次部材の特性把握を行ったものであるが、今後、さらに現場実測を重ね、橋梁2次部材に関する定性的・定量的特性を明らかにしたいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会：道路橋示方書・同解説, 1994. 2
- 2) 大倉一郎：鋼橋の疲労, 1994