

## 実橋計測による鋼床版垂直補剛材上端部の局部応力の検討

日本橋梁建設協会 正会員 ○齊藤史朗 法政大学 正会員 内田大介  
 広島高速道路公社 正会員 中村進 日本橋梁建設協会 正会員 山内誉史 奥村学

### 1. はじめに

鋼床版橋梁のデッキプレートと垂直補剛材の溶接部における疲労損傷は1980年代から報告されている<sup>1)</sup>。この疲労損傷は大型車が垂直補剛材上部を通過する際のデッキプレートの変形を垂直補剛材が拘束することによる応力集中が原因とされている。このような応力集中を避ける方法として、垂直補剛材の上端カット構造がある<sup>2)~4)</sup>。しかし、この構造に対する解析的検討や実験的検討は実施されているが、実橋での応力性状の検討は十分とはいえない。本稿では、垂直補剛材上端カット構造とした際の応力性状を明らかにすることを目的とし、広島高速2号線の実橋にて荷重車を用いて実施した2度の動的載荷試験の結果を報告する。

### 2. 対象橋梁と試験方法

対象橋梁(図1)は、広島高速2号線の内、片側1車線の対面通行の区間で、諸元は以下のとおりである。

- ・構造形式：鋼5径間連続鋼床版箱桁橋(2箱桁) ・供用年：2010年(平成22年)
- ・橋長453.285m, 支間長69.100m+110.000m+110.285m+81.500m+80.600m ・デッキプレート厚：12mm
- ・Uリブ寸法：320×240×6 ・縦リブ支間：2500mm ・アスファルト舗装厚：80mm

アスファルト舗装の温度依存性が発生応力に及ぼす影響を確認するため、動的載荷試験は9月初旬と11月末の2度実施した。試験時のデッキプレート下面の温度は、9月が27.5~31.5℃, 11月が13.3~24.4℃であった。荷重車は橋軸直角方向(以下、橋直方向)の位置を変化させて、9月は14回, 11月は15回走行し、荷重車通過時のひずみを計測した。車両走行位置は荷重車に搭載した超音波距離計で計測した壁高欄からの距離より推定した。9月の荷重車走行位置は図2に示すとおりであり、11月の試験においても類似した位置を走行した。ひずみゲージ位置、荷重車の軸重は、それぞれ図3、表1に示すとおりである。

### 3. 試験結果

荷重車が通過した際の応力波形の一例を図4に示す。前輪1軸と後輪2軸が計測位置を通過した際に発生応力が極大となっている。後輪2軸通過時の発生応力の最大値は表2のとおりで、9月と11月の発生応力の差は小さかつ

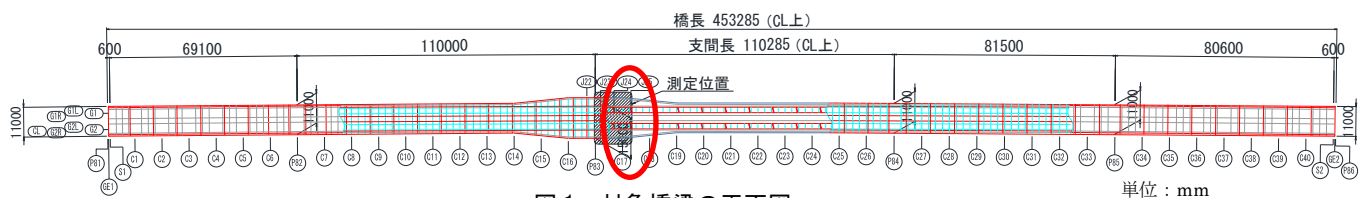


図1 対象橋梁の平面図

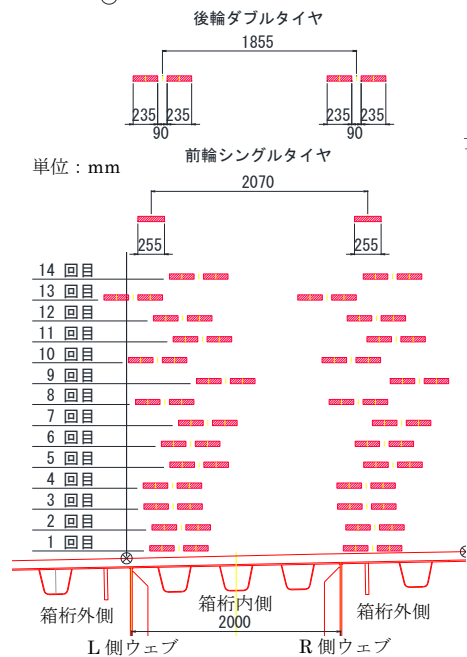


図2 荷重車走行位置(9月)

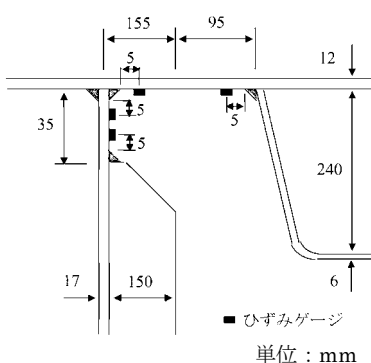


図3 ひずみゲージ位置

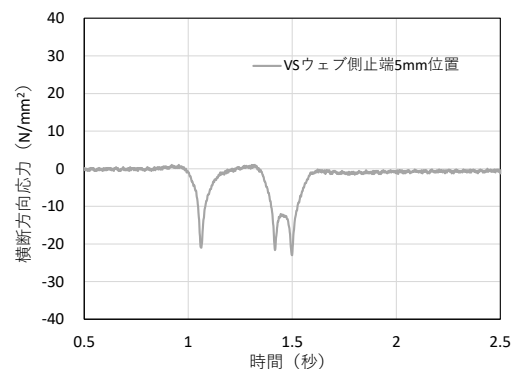


図4 応力波形の一例

表1 荷重車の軸重

単位：t

	前輪	後輪(前)	後輪(後)	合計
9月	6.340	7.080	7.300	20.720
11月	5.890	7.530	7.070	20.490

キーワード 鋼床版, 垂直補剛材, 疲労, 局部応力, 輪荷重

連絡先 日本橋梁建設協会 〒105-0003 東京都港区西新橋1-6-11 TEL: 03-3507-5225 FAX: 03-3507-5235

た。発生応力の差が小さかったのは、9月と11月の試験時の気温差が期待していたよりも小さく、舗装剛性の差異も小さかったためと考えられる。デッキプレートと主桁ウェブの溶接部（首溶接部）に発生する応力は、一般部（縦リブ支間1/4点）より大きくなっているが、垂直補剛材溶接部よりも小さい。デッキプレートと第一Uリブの溶接部（縦ビード）に発生する応力は、一般部とほぼ同じである。

後輪2軸通過時の垂直補剛材溶接部のウェブ側止端部5mm位置における発生応力の橋直方向の影響線を図5に示す。図5(a)の横軸は、左側のダブルタイヤ中心が主桁のL側ウェブ位置に荷重されるのを  $x=0\text{mm}$  としている。図5(b)の横軸は、右側のダブルタイヤ中心が主桁のR側ウェブ位置に荷重されるのを  $x=0\text{mm}$  としている。9月と11月で発生応力の傾向は似ており、着目ウェブに箱桁内側位置を走行する輪が近いと圧縮が卓越し、箱桁外側位置の輪が近いと引張が卓越している。垂直補剛材溶接部の応力に対する輪荷重の橋直方向の影響範囲は、概ね  $x=-1000\sim 1000\text{mm}$  の範囲内であった。また、後輪2軸（ダブルタイヤ）走行時の垂直補剛材ウェブ側止端5mm位置の応力は  $x=\pm 300\text{mm}$  付近で最大となっており、既往の研究<sup>4)</sup>と類似した結果が得られている。

次に、計測データから極大・極小となる応力の値をピックアップし、レインフロー法のプログラムを用いて等価応力範囲を算出し、荷重車が通過した際の疲労被害=応力繰り返し数×等価応力範囲の3乗と定義して整理した（図6）。図5と同様に、図6(a)、(b)の横軸は、それぞれ左側のダブルタイヤ中心が主桁のL側ウェブ位置、右側のダブルタイヤ中心が主桁のR側ウェブ位置に荷重されるのを  $x=0\text{mm}$  としている。疲労被害についても、上記の発生応力の影響線と同様に、L側ウェブの  $x=+300\text{mm}$  付近とR側ウェブの  $x=-300\text{mm}$  付近で最大となった。

図5と同様に、図6(a)、(b)の横軸は、それぞれ左側のダブルタイヤ中心が主桁のL側ウェブ位置、右側のダブルタイヤ中心が主桁のR側ウェブ位置に荷重されるのを  $x=0\text{mm}$  としている。疲労被害についても、上記の発生応力の影響線と同様に、L側ウェブの  $x=+300\text{mm}$  付近とR側ウェブの  $x=-300\text{mm}$  付近で最大となった。

4. おわりに

本研究では、実橋にて荷重車を用いた動的荷重試験を実施し、垂直補剛材上端カット構造の応力性状を確認した。橋直方向の影響線を作成した結果、垂直補剛材溶接部の応力に対する輪荷重の橋直方向の影響範囲は、概ね  $x=-1000\sim 1000\text{mm}$  の範囲内であり、垂直補剛材ウェブ側止端5mm位置の応力は  $x=\pm 300\text{mm}$  付近で最大となった。今後の課題としては、舗装の温度変化が発生応力に及ぼす影響、実測できない箇所での応力の解析的検討、疲労試験結果と実交通量を用いた余寿命評価が挙げられる。

**参考文献** 1) 土木学会：鋼床版の疲労，2010。 2) 志賀弘明，津野和宏，山本泰幹：鋼床版の垂直補剛材形状が疲労強度に与える影響に関する疲労試験，I-152，2009。9。 3) 内田大介，齊藤史朗，井口進，村越潤：鋼床版垂直補剛材溶接部の局部応力に関する解析的検討，構造工学論文集，Vol.66A，pp.562-575，2020，3。 4) 齊藤史朗，内田大介，小野秀一，井上一磨，村越潤：鋼床版垂直補剛材上端部の応力性状と疲労寿命に関する検討，鋼構造年次論文報告集。第29巻，2021.11

表2 後輪2軸通過時の発生応力の最大値

		橋軸方向位置	首溶接デッキ	首溶接ウェブ	VSウェブ側止	縦ビード止端
			側止端5mm位置 (N/mm <sup>2</sup> )	側止端5mm位置 (N/mm <sup>2</sup> )	端5mm位置 (N/mm <sup>2</sup> )	5mm位置 (N/mm <sup>2</sup> )
9月	L側ウェブ	垂直補剛材位置	-21.8	-13.4	-22.2	---
		一般部	-17.0	-7.6	---	---
	R側ウェブ	垂直補剛材位置	-17.0	-9.0	-12.2	---
		一般部	-14.0	-5.0	---	---
11月	L側ウェブ	垂直補剛材位置	-15.6	-12.6	-22.4	5.6
		一般部	-11.4	-8.2	---	5.4
	R側ウェブ	垂直補剛材位置	-19.0	-14.8	-23.0	6.4
		一般部	-14.0	-7.2	---	5.2

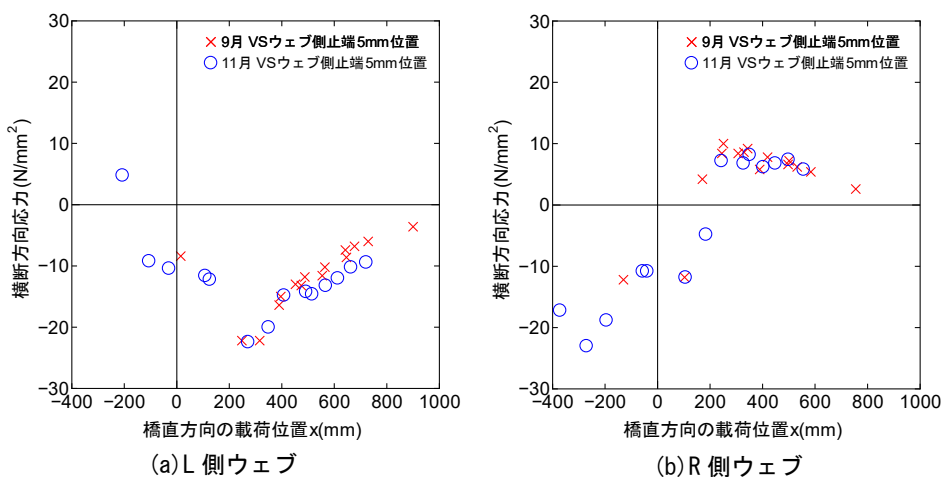


図5 後輪2軸通過時の発生応力の橋直方向影響線

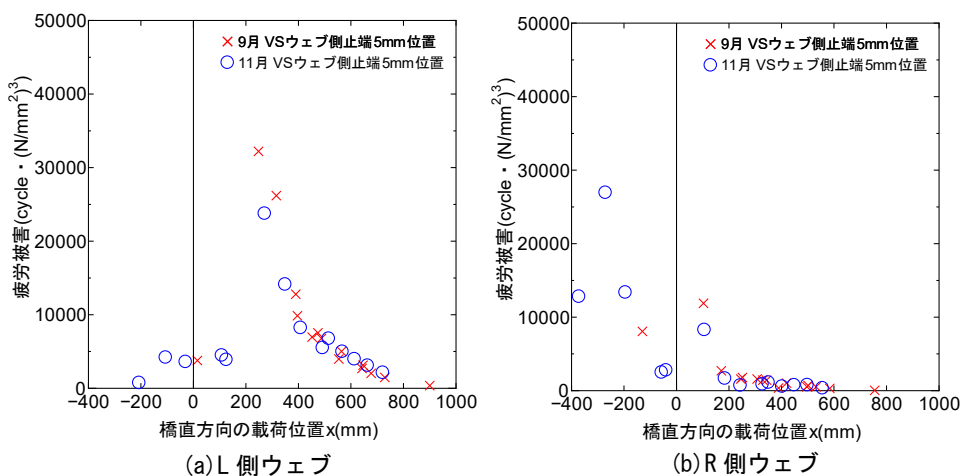


図6 荷重車通過時の疲労被害の橋直方向影響線