

## 実橋での鋼床版補強構造の適用と応力計測による疲労耐久性の検証

(一社) 日本非破壊検査工業会  
兵庫国道事務所  
関西大学

正会員 ○ Luiza H. Ichinose  
非会員 寺西 陽一郎  
正会員 坂野 昌弘

## 1. はじめに

鋼床版は、死荷重低減と工期短縮の観点から有利であるが、疲労耐久性が課題となっている。本稿は、「鋼床版の疲労耐久性向上に関する研究PJ」<sup>1)</sup>の一環として、実橋において鋼床版補強構造を適用し、補強工事前後の応力計測により疲労耐久性を検証した。

## 2. 対象橋梁

対象橋梁は、橋長 214.790m、標準幅員 9.000m (2 車線) の 3 径間連続鋼床版箱桁である。現地の状況から、応力測定は P36-P37 径間 (支間 62.790m) で、追越し車線の右側車輪直下に位置する箱桁の中の最も外側の U リブと横リブの交差部を対象に行った。計測位置の断面は図 1 に示す。

## 3. 補強構造

U リブ横リブ交差部に対して図 2 に示すように、U リブの橋軸および橋軸直角方向の水平の動きを抑えるために、アンゲル材を用いて U リブ下面と横リブウェブをボルトで接続する補強工法を採用した。この補強工法では、従来は U リブ下面とアンゲル材の接続に摩擦接合型ワン

サイドボルト (ハックボルト) が使用されるが<sup>2)</sup>、本研究では、U リブの密閉性を確保するために、支圧接合型のワンサイドボルト TRS を用いることにした。

## 4. 応力計測方法

試験車走行による動的載荷試験および供用荷重下での 72 時間連続の応力頻度測定を行った。

動的載荷試験には、図 3 に示す散水車を用いた。図 1 に示すように追越し車線を約 60km/h の速度で走行させ、右側車輪直下に位置する U リブの横リブ交差部を対象に応力測定を行った。補強前後の測定点は同じで、図 4 に示す 7 点とした。

応力頻度測定は応力頻度測定要領 (案)<sup>3)</sup>に基づいて行った。

## 5. 応力測定結果と考察

### 5.1 動的載荷試験の結果

試験車走行による動的載荷試験では、補強前の横桁下フランジの測定点⑦の最大応力 4.7MPa が、補強後は、4.6MPa とほとんど変化せず、補強の影響を受けていないことを確認した。

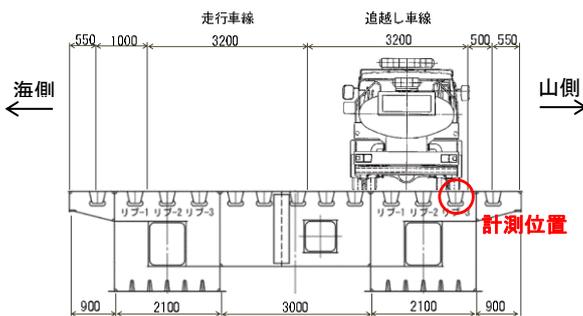


図 1 計測位置 (断面図)



図 3 試験車 (散水車)

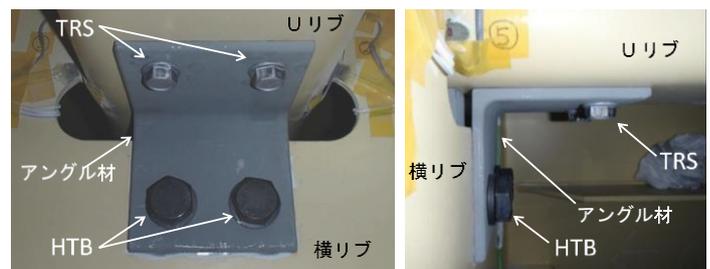


図 2 U リブ・横リブ交差部の補強構造

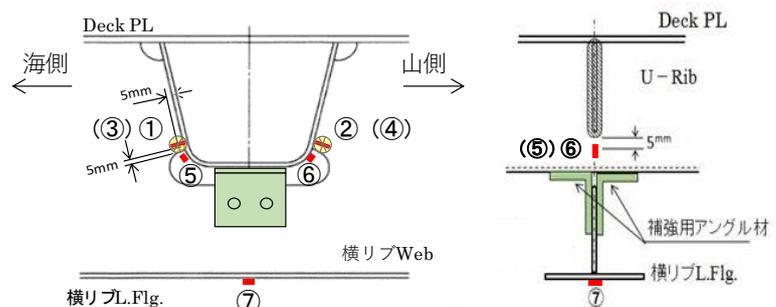


図 4 ひずみゲージ貼付け位置

キーワード 鋼床版, U リブ横リブ交差部, 応力測定, 疲労対策, TRS

連絡先 〒101-0047 東京都千代田区内神田 2-8-1 富高ビル 3F (一社)日本非破壊検査工業会 TEL. 03-5207-5961

## 5.2 応力頻度測定の結果

### (1) 発生応力について

図5に補強前後それぞれ3日間の最大・最小応力（ピークバレー法）を示す。補強前は①と②、⑤と⑥の左右と、①と③の表裏で正負逆方向の応力が生じていたが、補強後はそれぞれ同符号になった。補強前の発生応力の最大値は、Uリブの左側⑤の58MPaであったが、補強後は28MPaと48%に半減した。

図6に測定点①が最大値を示した時のそれぞれの測定点での応力波形を示す。補強前は①と②、①と③、⑤と⑥で正負逆方向の応力が生じていたが、補強後は、それぞれ同じ方向となり全体的に減少した。

図7に測定点⑤および⑥の応力頻度分布を示す。補強前に測定点⑤で発生していた20MPa～60MPaの引張側の成分と測定点⑥の圧縮側の成分が、補強後は消失して両方も同様な頻度分布になった。

また、図5では、横リブ下フランジでの発生応力の最大値（補強前14MPa、補強後16MPa）は動的載荷試験の最大値（補強前4.7MPa、補強後4.6MPa）の3.0倍（補強前）と3.5倍（補強後）であった。試験車の後軸重が補強前は9.5t、補強後は9.3tであったので、補強前に29t、補強後に33t程度の軸重が橋梁上を走行したと推定される。

### (2) 応力範囲と疲労寿命について

表1に応力範囲と「鋼道路橋の疲労設計指針」<sup>4)</sup>に従い、算出した疲労寿命を示す。応力範囲の最大値は、Uリブの左側⑤が補強前で60MPaを超えていたが、補強後は40MPa以下となり、約40%減少した。

補強前に疲労寿命の最も短いものはUリブ左側の測定点⑤の55年（G等級）であったが、補強後は3万年以上となり、大幅に改善された。それ以外の部位についても、補強前も1万年以上であったが、補強後は全て3万年以上となり、疲労耐久性が大幅に向上したことが検証された。

## 6. まとめ

実橋において、鋼床版のUリブ横リブ交差に対して補強を行うことによってUリブの橋軸および橋軸直角方向の水平の動きが抑制され、補強前の最大応力は補強後に約1/2に減少し、推定寿命も大幅に改善された。

### 参考文献

- 坂野昌弘：鋼床版の疲労耐久性向上に関する研究プロジェクト，土木学会第73回年次学術講演会講演概要集，CS3-001，2018.8.
- (財)阪神高速道路管理技術センター：阪神高速道路における鋼橋の疲労対策【三訂版】，2012.3.
- (財)道路保全技術センター：応力頻度測定要領（案），1996.
- (社)日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針，2002.

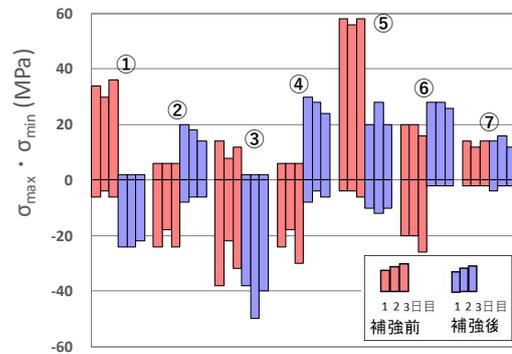


図5 ピークバレー法による発生応力の最大・最小値

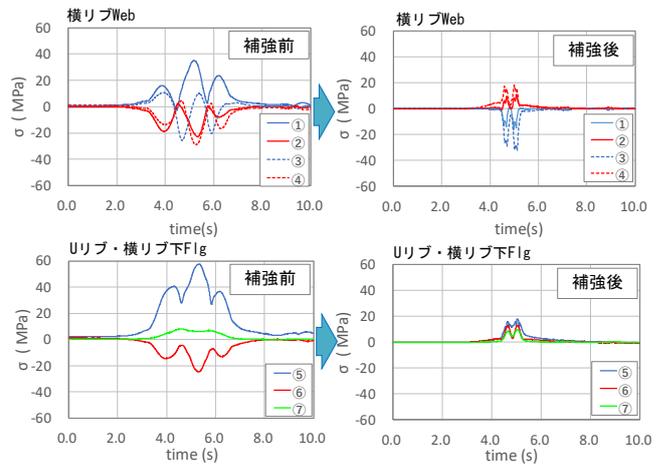


図6 応力波形一例（測定点①での発生応力最大時）

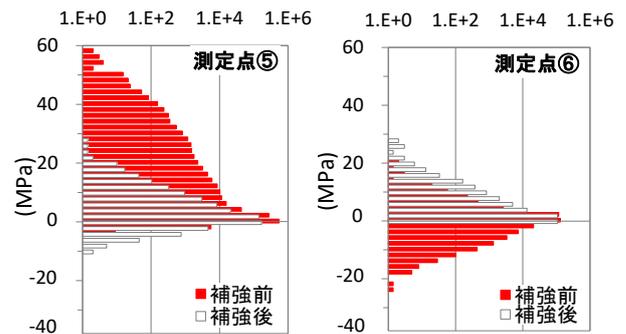


図7 ピークバレー法による応力頻度分布（測定⑤、⑥）

表1 補強前後の推定疲労寿命

対象部材	測定点	強度等級	許容応力範囲 (MPa)	応力打切限界 (MPa)	最大応力範囲 (MPa)	等価応力範囲 (MPa)	有効繰返回数 (cycles)	D累計 ( / 日)	寿命 (年)
補強前	①	F	65	46	40	-	-	∞	∞
	②	F	65	46	30	-	-	∞	∞
	③	F	65	46	50	49	2	0	20000
	④	F	65	46	36	-	-	∞	∞
	⑤	G	50	32	64	39	608	0	55
	⑥	G	50	32	44	41	2	0	15000
	⑦	D	100	84	16	-	-	∞	∞
補強後	①	F	65	46	26	-	-	∞	∞
	②	F	65	46	28	-	-	∞	∞
	③	F	65	46	52	51	1	0	34000
	④	F	65	46	38	-	-	∞	∞
	⑤	G	50	32	40	38	1	0	37000
	⑥	G	50	32	30	-	-	∞	∞
	⑦	D	100	84	18	-	-	∞	∞