

U リブと横リブ交差部の疲労き裂に対するアングル材当て板補強効果の実橋検証

阪神高速技術株式会社 正会員 ○九鬼 智絵, 正会員 塚本 成昭, 正会員 岡本 亮二
阪神高速道路株式会社 正会員 青木 康素 内外構造株式会社 正会員 薄井 王尚

1. 目的

阪神高速道路の鋼床版において、U リブと横リブの交差部に発生するき裂が多く確認されている。このき裂に対する補強方法として、U リブ下面¹⁾またはU リブ側面と横リブウェブにアングル材の当て板補強を実施している。これらの補強方法は解析や実験結果を踏まえて設定しているものの、実橋においてその補強効果を検証した事例は少ない。そこで、本稿は実損傷でのアングル材当て板補強の前後で試験車試験荷試験を行うことにより、当て板補強による補強効果を確認することを目的としている。

2. 補強タイプと測定位置

2.1 補強タイプ 図-1(a)に示す U リブと横リブ交差部のき裂は、き裂の進展する方向によって補強タイプが区別される。U リブ溶接線から U リブ母材に進展するき裂には補強タイプ 4-1、スカラップ R 部から横リブ母材に進展するき裂には補強タイプ 4-2 が採用されている。

2.2 測定位置 本試験は、阪神高速道路 3 号神戸線の鋼単純鋼床版箱桁橋(神 S-54)を対象に実施した。

ひずみの計測は、補強タイプ別の効果を確認するために、疲労き裂の発生している断面に着目するとともに、そのき裂発生箇所周辺の健全部も対象として実施した。径間内での測定位置を図-2、各測定位置でのひずみゲージ設置位置を表-1 に示す。表-1 に示すように各測定位置には横リブの表裏に 3 軸ひずみゲージを設置した。

補強タイプ 4-1 の補強効果の確認には、測定位置その 2 とその 3 の発生応力を比較した。U リブと横リブウェブ交差部の疲労損傷は、横リブの拘束による応力集中が原因のひとつと考えられる。そのため、ダイヤフラムから等距離に位置する U リブ断面は、同じ挙動を示すとの考えから測定位置を決定した。

3. 試験車載荷試験

3.1 試験方法 載荷重量、載荷位置による鋼床版の発生応力の関係を把握するため、車両形式・車両重量・走行位置を規定した載荷試験を実施した。なお、鋼床版付近に発生する応力は、25t の試験車両(前軸重量 6,600kg, 後軸(前)重量 9,410kg, 後軸(後)重量 8,600kg)を着目断面位置の前後±5m 程度の範囲において低速(5~10km/h)で走行させ、試験走行位置のビデオ撮影およびひずみを計測することにより、応力発生状況を記録した。試験車載荷位置を図-3 に示す。

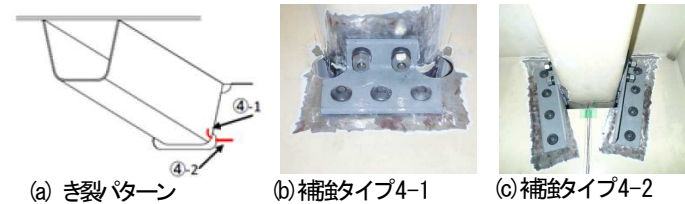


図-1 U リブと横リブ交差部のき裂と補強タイプ

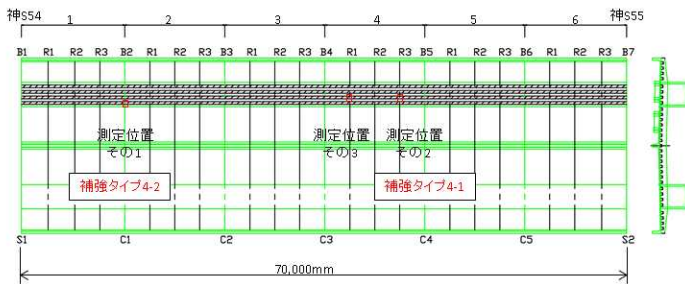


図-2 径間内での測定位置

表-1 測点位置 ⊗: 3 軸ひずみゲージ

測定位置	その1	その2	その3
径間断面位置	G1-B2-U4	G1-4-R3-U3	G1-4-R1-U3
ひずみゲージ設置位置			
補強タイプ	4-2	4-1	—

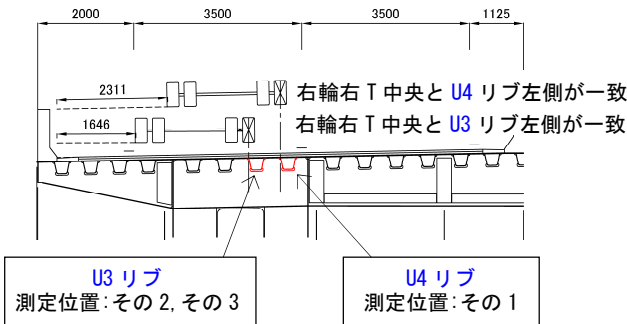


図-3 試験車載荷試験の後軸載荷位置

キーワード 鋼床版, 試験車載荷試験, U リブ, 廻し溶接, 当て板

連絡先 〒550-0005 大阪市西区西本町 1-4-1 オリックス本町ビル阪神高速技術株式会社 TEL 06-6110-7200

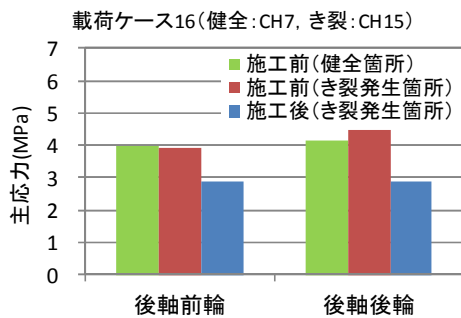


図-4 後軸通過時(Uリブ左側直上を通過)における補強前後の発生応力(補強タイプ4-1)

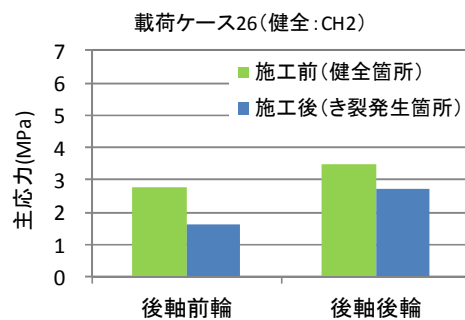


図-6 後軸通過時(Uリブ左側直上を通過)における補強前後の発生応力(補強タイプ4-2)

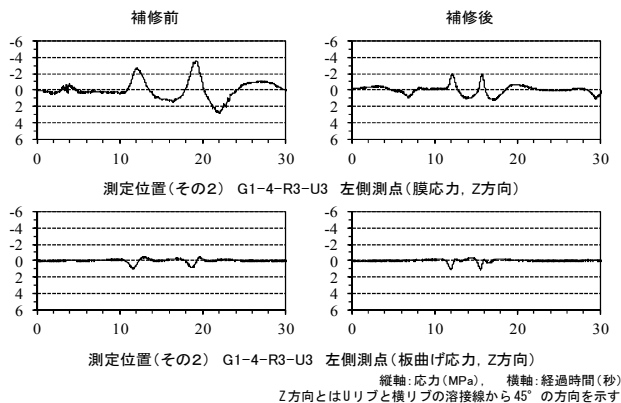


図-5 補強前後の膜応力と板曲げ応力の比較(補強タイプ4-1)

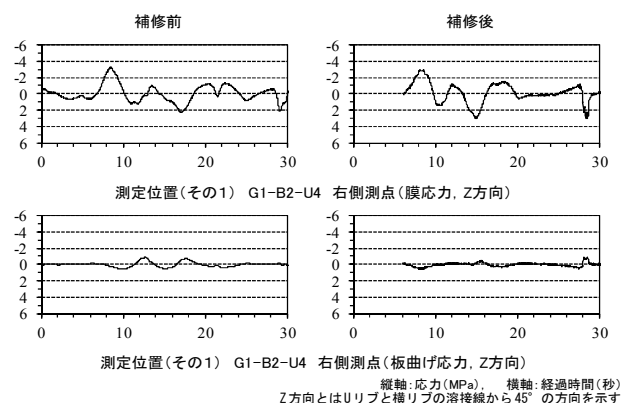


図-7 補強前後の膜応力と板曲げ応力の比較(補強タイプ4-2)

3.2 試験結果

(1) **タイプ4-1の補強効果** タイプ4-1の補強効果は、横リブ止端側のひずみ値を用いて評価した。

図-4は、測定位置その2およびその3において後輪がUリブ左側ウェブの直上を通過した際の発生応力を示している。図-4より、補強後の発生応力は、補強前と比べて低下している。また、Uリブ止端側のひずみ値を用いた実験¹⁾では、応力低減率が20%という結果が示されており、本測定と同様の傾向を示している。

図-5は、横リブの表裏に設置したひずみゲージの測定結果から、膜応力、板曲げ応力を算出した結果を示している。図-5では、板曲げ応力に大きな変化が認められないことから、Uリブを下から支えるタイプ4-1の補強方法では、横リブの板曲げを低減させる効果は小さいことがわかった。しかし、膜応力は小さくなっており、全体として補強効果はあると判断した。

(2) **タイプ4-2の補強効果** タイプ4-2の補強効果については、測定位置その1のひずみゲージが補強工事の際に一部破断されたため、き裂発生箇所の一部で補強後のひずみ値を測定できなかった。そこで、補強タイプ4-2の補強効果は、同スカラップ内の健全側溶接部のひずみ値によって評価した。補強前後の発生応力の結果を図-6に示す。補強後の発生応力の低下から、補強効果が確認できる。今回、き裂発生側の測定データは得られていないが、発生応力は同程度に小さくなっているものと考えられる。

図-7に示す膜応力、板曲げ応力では、膜応力の変化は小さいが、板曲げ応力は小さくなっており、Uリブ側面と横リブウェブを補強したタイプ4-2では、横リブの板曲げ応力を低減させる効果があることがわかる。膜応力の変化が小さいことは、着目した測点がタイヤ直下でないことが影響していると考えられる。

4. まとめ

本稿では、Uリブと横リブの交差部に発生する2タイプのき裂(タイプ4-1,4-2)において、各々に対応する補強方法の効果を実証するため、補強前後に試験車載荷試験を実施した。その結果、両補強方法においても補強後の発生応力に低下が認められ、補強効果を確認することができた。

参考文献 1) 服部雅史, 大西弘志, 高田佳彦, 青木康素, 松井繁之: 鋼床版のUリブと横リブ交差部の疲労損傷対策の検討と輪荷重走行試験, 鋼構造年次論文報告集, 第15巻, pp.431-438, 2007年11月