

## Uリブ鋼床版のスタッドボルトを用いた補強方法の提案

阪神高速道路(株) 正会員 ○田畑 晶子, 青木 康素  
 (一社) 施工技術総合研究所 正会員 小野 秀一  
 大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司

### 1. 研究背景および目的

重交通路線のUリブ鋼床版では疲労き裂が顕在化し<sup>1)</sup>, 阪神高速道路(株)では鋼床版の維持管理マニュアルをまとめ対応している. このうち, デッキプレートとUリブ溶接ビードの貫通き裂に対しては溶接による補修を, デッキプレート貫通き裂に対してはSFRC舗装による補強を主として実施している. しかし前者は補修後の疲労耐久性が既存の溶接部相当と考えられ, より耐久性の高い補強方法が望ましい. また, 後者は交通規制が必要な上, 施工が天候に左右されるため, 鋼床版下面で完結する対策工法の開発が望まれている. さらに, 下面からの補強法として, 当社では「Uリブ内面モルタル充填」<sup>2)</sup>を開発したが, モルタル充填の施工確認が困難な上, 接着接合の長期耐久性に課題がある. これらを評価したものを表-1に示す.

以上を踏まえ, 著者らは, ビードき裂に対する高耐久な補強方法として, 片面から施工可能な「スタッドボルト」に着目し, これを用いたあて板摩擦接合法を提案する. さらに, 予防保全として, 交通規制を必要とせず, 下面から施工可能な工法として, デッキプレートとUリブの「溶接接合」を「ボルト接合」へ変更するコンセプトのもと, 既存の溶接ビードを切除し, スタッドボルトを用いてあて板によって締結する方法(図-1)を考案した. 本稿は, 提案構造のコンセプトと開発の取り組みを紹介する.

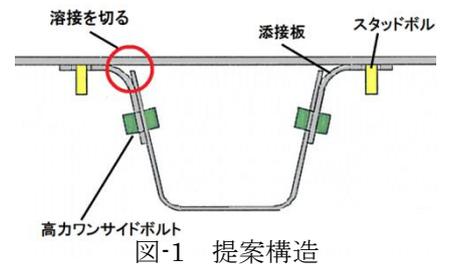
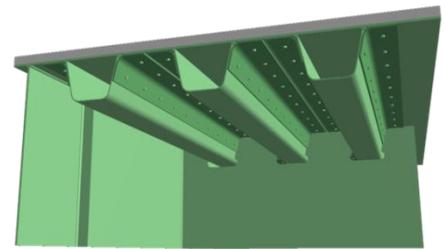


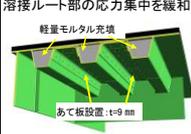
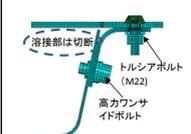
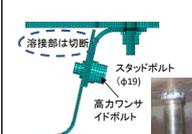
図-1 提案構造

### 2. 提案構造のコンセプト

#### (1) スタッドボルトを用いた摩擦接合

スタッドは従来, 合成桁や合成床版のずれ止めとして用いられてきた. 本提案方法ではデッキプレート底面に上向きで溶接し, 摩擦接合用ボルトとして用いる. そのため, あて板とデッキプレートを締め付ける程度の軸力導入が可能な強度と, 輪荷重を直接受けるデッキプレートの床組作用に対して十分な疲労耐久性を有することが条件となる.

表-1 対策工法と評価

工法	(1)SFRC補強	(2)上面あて板	(3)Uリブ内面充填	(4)補修溶接	(5)提案構造①	(6)提案構造②
概要	鋼床版上ゲース舗装(45mm)をSFRCに置換, 接着剤で接合. デッキの曲げ剛性を改善 	鋼床版上に鋼板をHTBで接合. デッキの曲げ剛性を改善 	Uリブ内面にモルタル充填及びUリブ間に折り曲げ鋼板を接着剤で設置. デッキの曲げ剛性を改善し, 溶接ルート部の応力集中を緩和 	き裂部はガウジングでビードを切除し開先を形成し, 溶接によって補修 	溶接ビードを切除しあて板によるボルト接合に改良. デッキとの接合は高カワンスайдボルト(上面から施工) 	溶接ビードを切除しあて板によるボルト接合に改良. デッキとの接合はスタッドボルト(下面施工) 
補強効果	デッキ貫通 ○ ビード貫通 -	○	○	×	○	○
実用性	○ (首都高他施工実績多)	○ (デッキ貫通き裂補修の実績あり)	△ (モルタル充填施工確認困難)	○ (施工実績多)	○ (ビードき裂補修工で実績あり)	(検討中)
耐久性	△ (定期的な打ち替えの可能性)	△ (舗装耐久性低下の可能性)	△ (接着剤の長期耐久性が不明)	×	○	(確認中)
交通規制	必要	必要	不要	場合により必要	必要	不要
総合評価	△	△	△	△	△	○

キーワード: 鋼床版, スタッドボルト, 摩擦接合, あて板, 溶接ビード

連絡先: 〒541-0056 大阪府中央区久太郎町4-1-3 阪神高速道路(株) 技術部 TEL06-4963-5606

(2) 溶接接合からボルト接合への変更

多くの既報<sup>1)</sup>において、デッキプレート貫通き裂の原因はデッキプレートの橋軸直角方向の局所的な変形とそれにより生じる溶接ルート部の応力集中であると示されている。すなわち、デッキプレートとUリブが溶接で繋がったまま上述のあて板を実施しても図-2のようにシングルタイヤがUリブ内側に作用した場合、デッキプレートの局所的な変形による溶接ルート部の応力集中は改善しないと考えられる。さらに、あて板を設置した場合、溶接部の点検が困難となり、維持管理性を考慮すると、き裂発生リスクを排除しておくことが望ましい。そのため、デッキプレートとUリブの溶接部は切断機を用いて構造的に切り離した上で、あて板を固定することにした。

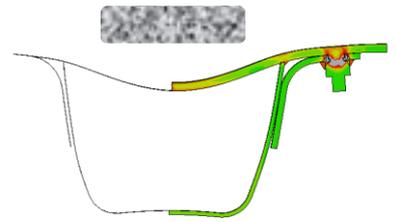


図-2 シングルタイヤ通過時の変形イメージ

3. 開発の取り組み

上記提案構造の開発に向けた研究テーマ及び検討概要を表-2に示す。また、想定する施工手順及び施工イメージを図-3に示す。実橋適用に向けては供用下での鋼床版下面からのスタッド溶接に関する施工・品質管理方法や、熱影響の少ない溶接部の切断方法なども合わせて検討していく。

謝辞：松井繁之大阪大学名誉教授には、本提案工法の開発および実用化に向けた一連の取り組みに対して、ご指導賜りました。ここに記して感謝の意を表します。

表-2 研究テーマ及び検討概要 (①～⑤は第69回年次学術講演会で報告予定)

研究分野	研究テーマ	検討概要
要素実験	① 上向きに溶接可能な高強度スタッドボルトの開発	・高強度ネジスタッド及び上向き溶接専用フェールを開発(済) ・引張強度及びトルク係数値を実験より確認(済)
	② 軸力を導入したスタッドボルト溶接鋼板の疲労強度	・軸力導入したスタッド溶接鋼板の疲労強度(E等級以上)を引張疲労試験より確認(済)
	③ スタッドボルトを用いた摩擦接合継手特性	・すべり荷重及びすべり係数(0.45以上)をすべり試験より確認(済) ・軸力低下の影響が小さいことをリラクセーション試験より確認(済)
FEM解析	④ スタッドボルトを用いてあて板したUリブ鋼床版の応力性状	・提案構造の変位、応力性状をFEM解析より評価(済) ・ボルトピッチの妥当性を接合面に働く摩擦せん断力より確認(済)
応用実験	⑤ スタッドボルトを用いてあて板したUリブ鋼床版の変形特性(小型梁試験)	・提案構造の安定した一体挙動を曲げ試験より確認(済) ・曲げ疲労試験より提案構造の形状保持性能を確認(済)
	⑥ スタッドボルトを用いてあて板したUリブ鋼床版の終局特性(小型梁試験)	・提案構造の終局特性(ボルト破断なし、十分な終局荷重で耐力として問題なし)を破壊試験より確認(済)
	⑦ スタッドボルトを用いてあて板したUリブ鋼床版の疲労耐久性(鋼床版試験体を用いた輪荷重試験)	・トラックによる静的載荷試験より提案構造の応力性状を確認(済) ・輪荷重疲労試験による疲労耐久性の検証(実施中)

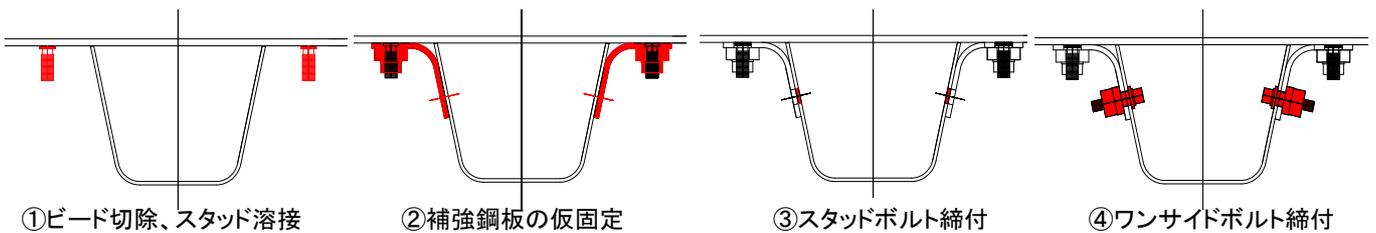


図-3 施工手順及び施工イメージ

参考文献：1)土木学会：鋼床版の疲労 2010 改訂版, 2) 田畑晶子, 青木康素, 服部雅史, 大西弘志, 松井繁之：Uリブ内面モルタル充填による既設鋼床版の疲労耐久性向上検討, 構造工学論文集 Vol.56A,2010