

き裂を有する鋼床版のUリブ充填・縦桁補強工法の設計施工の検討

三菱重工橋梁エンジニアリング 正会員 ○岡俊蔵

(独) 土木研究所 正会員 村越潤 正会員 梁取直樹 正会員 宇井崇

住友重機械工業 正会員 佐々木靖彦 日本車輛製造 正会員 山田忠信

松尾橋梁 亀山隆志 宮地鐵工所 正会員 林暢彦

1. はじめに

近年、鋼床版を有する道路橋において厳しい大型車交通を背景として、鋼床版各部に疲労損傷が報告されている。

この様な中、著者らはデッキプレートーUリブ溶接部から発生し、デッキプレート（以下、デッキと呼ぶ）表面に貫通するき裂を対象に、デッキのUリブ内及びUリブ間のパネルを下面から施工可能なUリブ充填・縦桁補強工法に着目し、移動輪荷重走行試験による疲労耐久性の検証を行った¹⁾。

本工法は、走行位置のデッキの局部変形を抑制し、溶接部の応力を低減させるために、以下の2つの構造からなる（図1参照）。

①Uリブ内は高流動軽量モルタルを充填

②Uリブ間は補強縦桁を横リブに取付部材を介して取付

本研究では上記に引続き、実橋の設計施工を想定した高流動軽量モルタルのUリブ充填性検証、補強縦桁構造の改良について検討を行った。なお本研究は(独)土木研究所と民間8社による「鋼床版の疲労耐久性向上技術に関する共同研究(その1)」の一環として実施している。

2. 高流動軽量モルタルのUリブ充填性確認試験

Uリブの充填性に関しては、実物大の透明蓋を有する試験体を用いた充填試験によって確認している。試験体の長さは、実橋の施工ブロックの両端部にあるUリブ密閉ダイヤフラム間に充填する事を想定して、10mとした。Uリブ下面の一端に注入口、もう一端に排出口を設け、モルタルを排出口から排出されるまで充填した。実際の施工では、縦断勾配の低い方から高い方に向かって注入するが、本試験では、充填上最も不利と考えられる縦断勾配が無いケースを実施した。

高流動軽量モルタルは、軽量細骨材としてパーライトを用いて比重を約1.5と軽量化し、膨張材と高性能AE減水剤を配合して隙間なく充填可能として、交通開放迄の時間短縮を勘案し早強セメントを使用することで初期強度発現を10時間程度とした。

充填の状況は、図2に示すように、透明蓋の裏面に部分的に空隙が存在するものの、Uリブ全体に万遍なく充填される結果となった。本試験による最大の空隙幅はUリブの幅方向で85mmであったが、この程度の空隙幅であれば、本工法の補強効果に大きな影響がないことを、解析によって確認している。

3. 補強縦桁取付構造の改良

これまでの検討¹⁾において、(独)土木研究所の輪荷重走行試験機を使用し、補強前にデッキを貫通する予き裂（長さ364mm）を導入した後で本工法により補強した鋼床版について、耐久性の検証を行い、図3に示されたデッキおよびUリブのひずみの低減効果と、デッキき裂の進展抑止効果を確認できた。しかしながら、

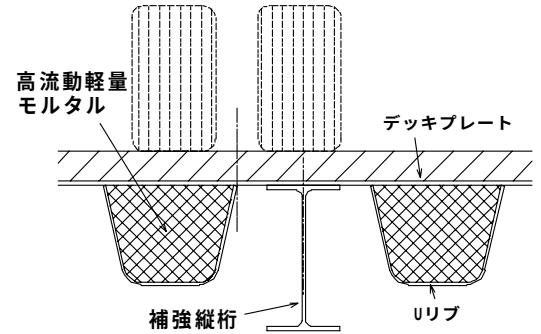


図1 Uリブ充填・縦桁補強構造

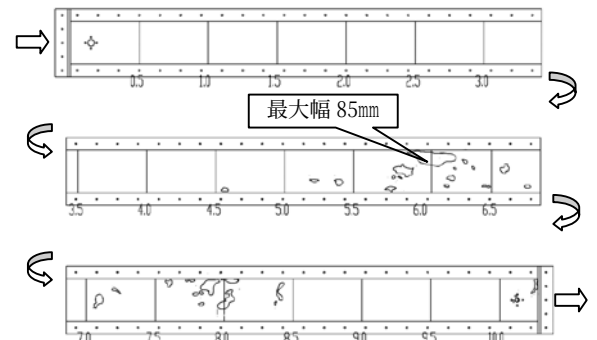


図2 高流動軽量モルタル充填試験結果

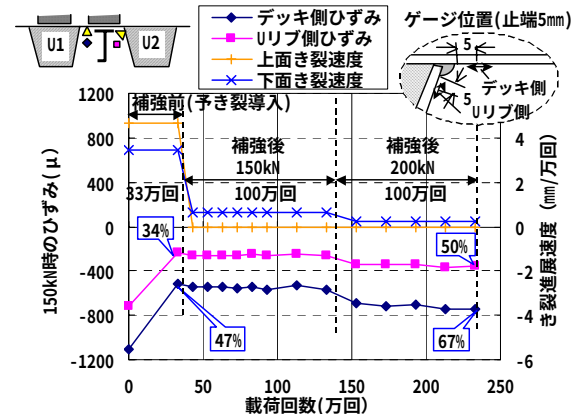


図3 輪荷重試験ひずみ推移とき裂進展速度



図4 補強縦桁グラウトの状況

連絡先 〒108-8215 東京都港区港南 2-16-5 橋梁技術部技術グループ TEL 03-6716-5077

キーワード 鋼床版、疲労、き裂、充填、桁補強

載荷荷重を 200kN に増加した 100 万回以降にひずみ低減効果が低下した。これは、補強縦桁（一体型）設置後、図 4 に示すようにシール部に注入されたグラウト（以下、グラウト注入工法と呼ぶ）のうち、補強縦桁の支間中央部付近の一部が粉末化して、載荷荷重が伝達しにくくなったのが原因として推定された。そのため以下では、デッキと補強縦桁の隙間を小さくするために、補強縦桁を 3 分割してジャッキで押付け、デッキに不陸があった場合にもグラウト注入なしで載荷荷重を支持できるかの確認を行った。

1) 分割補強縦桁工法の概要

補強縦桁を 3 分割して支持桁上で仮組し、ジャッキアップ後に高力ボルトで補強縦桁を連結、横リブに取付し、ジャッキダウン後に支持桁を撤去する方法（以下、分割補強縦桁工法と呼ぶ）を検討した。図 5 に示すように、横リブ間 2750mm で不陸を最大で 1/1000 の 2.75mm と想定した場合、3 分割することで隙間 δ をその約 1/10 の 0.3mm にできる。

2) FEM 解析結果

解析により、Uリブ充填と縦桁を 3 分割 ($L=850\text{mm}$)、残存隙間 $\delta=0.3\text{mm}$ とした場合の補強効果を確認した。結果を以下に示す。

- ・分割補強縦桁の両端がデッキと接触していることで載荷荷重の伝達が期待できるため、載荷荷重が低い場合でも図 6 に示す位置でのデッキ応力が 50% に低減可能である。
- ・載荷荷重 45kN 以上では載荷位置のデッキと補強縦桁が接触することで、更に効果が得られる。

3) 静的載荷試験結果

静的載荷試験によって、分割補強縦桁工法の施工性とその効果の確認を行った。得られた結果は以下のとおりである。

- ・試験は 0.3mm の隙間をシムにより人工的に設けて実施したが、これまでのグラウト注入工法の場合（輪荷重試験後）と比較して、輪荷重 40kN でも良好な応力低減効果（載荷直下 76%→16%、隣接リブ上 69%→59%）が得られた（図 7 参照）。
- ・載荷試験前に実施したデッキ下での補強縦桁の吊上げ、ジャッキアップ、ボルト結合の一連の施工が可能なが確認できた。
- ・個々の補強縦桁を 30kN でジャッキアップすることで、ジャッキダウン後にも押しつけ力が残留し、隙間は 0.3mm から 0.2mm に低下した。この結果は解析とほぼ一致していた。

4) 塗布型間詰材の検討

上記では補強縦桁を 3 分割した隙間がある状態で、補強効果を確認できたが、以下ではその隙間が大きい場合の対策として、図 8 に示す塗布型間詰材を補強縦桁の上フランジに塗布後、ジャッキで押し当てて取り付けた結果を以下に示す。

- ・塗布型間詰材は、耐久性、耐熱性 (150°C)、可使時間 (30 分)、速硬性 (6H) からエポキシ系金属パテを選定し、可使時間内での施工が可能であることを確認した。
- ・載荷試験より、金属パテを塗布しても十分な応力低減効果が得られることを確認できた（図 7 参照）。

4. おわりに

本研究では、Uリブ充填・縦桁補強工法における、分割補強縦桁の補強効果、Uリブへの高流動軽量モルタルの充填性の検証をおこなった。本工法では、下面から施工が可能ながことや、き裂の進展抑止補強効果が期待できるが、適用に際しては、補強部材による重量増による応力増加の影響を確認する必要がある。現在、本工法の実橋への適用を想定して、設計施工マニュアルを取纏中であり、後日報告したい。

参考文献

岡, 相場, 村越他: き裂を有する鋼床版の Uリブ充填・桁補強工法の移動輪荷重走行試験, 第 61 回土木学会年次講演会, 2006.9

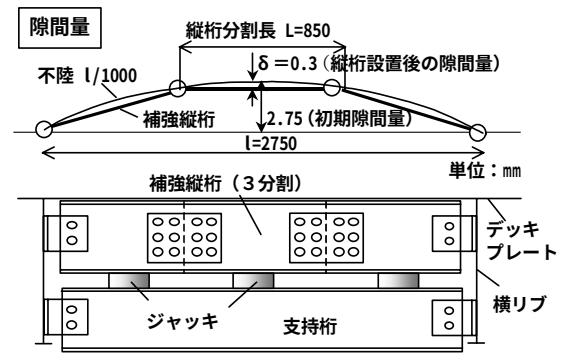


図 5 分割補強縦桁の設置方法

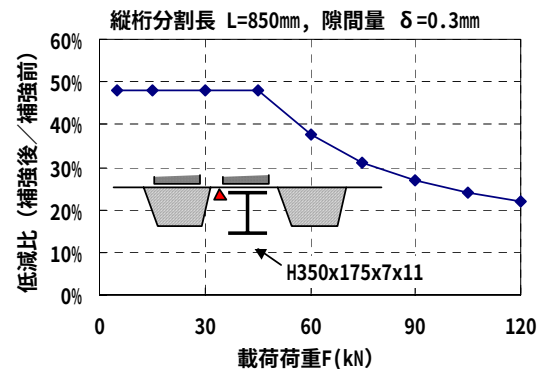


図 6 FEM 解析による荷重毎の応力低減比

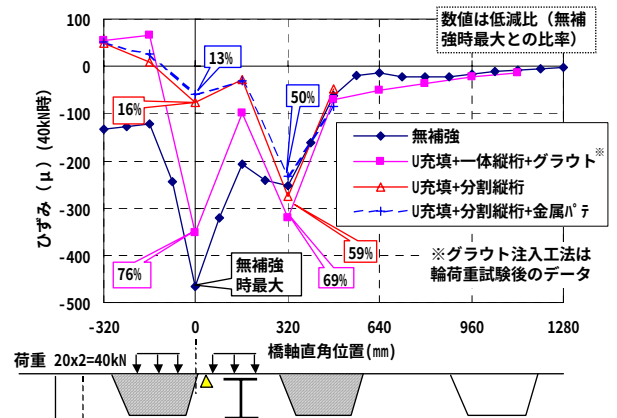


図 7 載荷試験による応力低減（橋軸直角方向影響線）

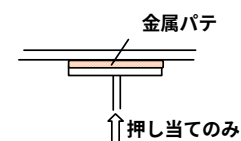


図 8 金属パテ方式塗布型間詰材施工方法