

第VI部門

2026年9月3日(木) 14:40 ~ 16:00 | 3号館2階29 (北海学園大学)

補修・補強(5)

座長：石川 義樹 (八千代エンジニアリング株式会社)

15:30 ~ 15:40

[VI-711] 積雪寒冷地での鋼床版疲労き裂に対する当て板補強の施工と今後の維持管理

*大友 直之¹、長坂 康史¹、湯川 善晴³、竹淵 敏郎²、米道 功貴² (1. 川田工業株式会社、2. MKエンジニアリング株式会社、3. 株式会社手塚組)

キーワード：疲労き裂、鋼床版、垂直補剛材、当て板補強、支圧接合ボルト

積雪寒冷地では舗装内部の凍結融解により劣化が進み、段差が鋼床版橋の活荷重応力を増大させ、特に大型車通行時には桁振動が増幅して疲労き裂の進展を促す。本橋でも供用26年でデッキと垂直補剛材の廻し溶接部に疲労き裂が確認された。対策として、貫通き裂には高力ボルト添接工法、止端き裂には当て板支圧ボルト工法を適用した。本報告では当て板支圧ボルト工法の施工事例、効率化の工夫、維持管理上の補足を示す。

積雪寒冷地での鋼床版疲労き裂に対する当て板補強の施工と今後の維持管理

川田工業(株) 正会員 ○大友直之, 長坂康史 (株)手塚組 湯川善晴

MK エンジニアリング(株) 正会員 竹淵敏郎, 米道功貴

1. はじめに

積雪寒冷地では、舗装内部における雨水の凍結融解作用により、舗装劣化の進展が助長される傾向にある¹⁾。よって、舗装劣化による段差は鋼床版橋の疲労損傷を助長する活荷重応力を与え、特に大型車の進入時には桁の振動が増幅され、疲労き裂の進展が加速される。図-1に供用から26年経過した積雪寒冷地に位置する3径間連続鋼床版箱桁橋の舗装面の劣化状況、および鋼床版橋のデッキプレート（以下、デッキ）と垂直補剛材との廻し溶接部に生じた疲労き裂の事例を示す。該当部位における疲労き裂の発生は本橋梁の建設時期よりも以前の高度経済成長期に製作された事例が多く、前述する舗装劣化の進展速度が影響しているものと考えられる。

発生した疲労き裂の対策工法として、舗装を撤去してデッキき裂部分を高力ボルトと当て板で覆う当て板高力ボルト添接工法（以下、高力ボルト添接工法、図-2 a）参照）や狭い箱桁内の作業においても比較的施工が簡便な支圧接合用高力ボルト（以下、支圧ボルト）を用いた当て板補強工法（以下、当て板支圧ボルト工法、図-2 b）参照）がある。別途報告の現地調査結果に基づき応力の伝達機構を考慮して、デッキ貫通き裂には高力ボルト添接工法を、貫通していない止端き裂には当て板支圧ボルト工法を用いることとした。本報告では、主に当て板支圧ボルト工法の施工事例と施工効率化に向けた改善点を示し、今後の維持管理についての補足をを行うものである。

2. 当て板支圧ボルト工法の施工概要

図-3に当て板支圧ボルト工法（以下、本工法）の構造概要を示す。本工法は、補強部材と垂直補剛材に設けたわずかなオフセット孔に支圧ボルトを打込むことで、補強部材を自動的にリフトアップして密着させ、垂直補剛材の廻し溶接部に生じる局所的な応力を低減させる工法である。本工法を用いた場合、溶接止端部に発生する活荷重応力は補強部材によるバイパス効果により、80%以上の低減効果が期待できると示されている²⁾。本報告では施工時に配慮した効果的な対応方法を中心に述べる。

1) 計測システムの効率化

本工法において最も重要なプロセスは、補強部材と孔明け専用治具のオフセット孔に対する寸法精度の確保である。これを実現するためには、補強部材の垂直補剛材面およびデッキ面を0.1mm単位で切削加工し、孔位置の精度

キーワード 疲労き裂, 鋼床板, 垂直補剛材, 当て板補強, 支圧接合用ボルト

連絡先 〒170-6026 東京都豊島区東池袋 3-1-1 サンシャイン 60 26F

川田工業株式会社 橋梁事業部工事統括部 保全工事課 (TEL)03-3915-4321



図-1 舗装面劣化状況と溶接止端部の疲労き裂



図-2 補強方法の事例

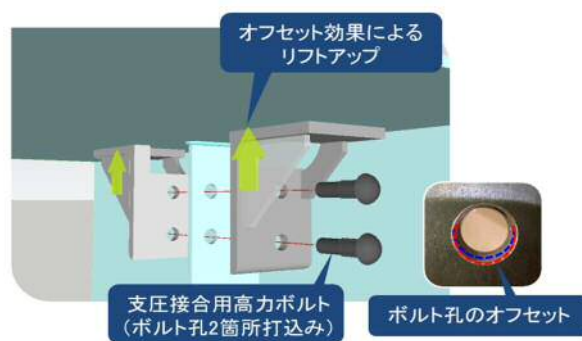


図-3 当て板支圧ボルト工法の構造概要

を担保する必要がある。従って、現地計測においてはデッキの縦断勾配を適切に把握し、その値を基にデッキ面の切削勾配を設定することを標準としている。従来は、垂直補剛材面に三角定規を当て、隙間ゲージを用いてデッキの勾配計測を行い、補強部材の切削量を決定していた。しかし、この方法では垂直補剛材面の捻じれやデッキの局部変形に追従できず、補強金具が取り付けられる面同士の正確な位置関係を判定することが困難であった。そこで、図-4に示すように、切削仕上げ加工を施した高精度の専用計測治具（アルミ製）を考案し、9 点の計測ポイントをデジタルノギスにより計測する方法を採用した。この手法により、垂直補剛材面とデッキ面の相対関係を 0.1mm 精度で把握でき、この結果に基づいて補強部材の出来形精度を向上させることが可能となった。



図-4 縦断勾配の計測方法の改善

2) 寒冷地施工での留意点

現地施工のタイミングは 2 月下旬となり、気温も比較的低く積雪が想定される時期となった。当て板支圧ボルト工法の補強部材とデッキ面の接触部には、不陸調整用のアクリル系接着剤（接触性向上剤）を施すことが標準であり、また、補強部材間の垂直補剛材板厚分の隙間には間詰用のシール材を施す仕様としている。施工時は箱桁内であっても 5℃程度しか気温上昇が望めず、樹脂系の材料硬化には低い気温であった。従って、施工後は素早く赤外線ヒーターによる保温を 1 時間程度実施し、材料の硬化を補助する対策を実施した。図-5に赤外線ヒーターを用いた保温対策状況を示す。これにより、翌日には材料硬化が確認でき、施工性の配慮により良い結果が得られた。



図-5 赤外線ヒーターでの保温対策

3. 維持管理に対する補足

施工完了の状況写真を図-6に示す。本施工は、これまでの経験と施工時の配慮により、比較的スムーズな対応ができた。また、本施工法ではき裂の修繕を必要とせず、そのままの状態を保持している。万一、き裂が進展していた場合でも、図-7に示す補強部材に設けた開口部からその状況は確認することができるため、定期点検時には塗装の割れやき裂の進展状況を容易に把握できる。以上より、本施工法は今後の維持管理にも十分に対応可能な構造的特徴を有している。



図-6 施工完了状況



図-7 き裂確認用開口

4. まとめと今後の課題

当て板支圧ボルト工法は、今回の施工により実績を積み上げることができ、今後も改良を重ねることで、より効率的な補強工法の確立を目指す。本施工にあたり協力頂きました関係者の皆様に、深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 国立研究開発法人土木研究所：寒冷地の舗装を守る～凍結融解・凍上損傷への対応技術の最前線～，令和7年度土木研究所講演会，2025.10，
- 2) 穴見ら：支圧接合用高力ボルトを用いた鋼床版垂直補剛材上端の当て板補修，構造工学論文集 Vol.65A，2019.3