

## 鋼部材の疲労き裂について（その3）－鋼床版－

### 1. はじめに

近年、大型車交通量の多い路線の鋼床版橋において、溶接部に疲労損傷が報告されています。特にU型の縦リブ（以下、Uリブ）を使用した鋼床版では、Uリブの溶接部からデッキプレートやUリブ内に進展し、供用性に影響を与えるおそれのあるき裂が発見されています。本文では、鋼床版橋の疲労損傷事例を取り上げ、き裂発見後の対応及び留意点について紹介します。

### 2. 損傷事例と対応

#### 2.1 概要

一般国道50号大平高架橋上り線（橋長987mのうち、Uリブ鋼床版構造の区間213m、1983年竣工（下り線は2005年完成））で、2004年の補修塗装工事の際にき裂が発見されました。直ちに塗装足場を利用して調査を実施したところ、デッキプレートとUリブの溶接部等に多数のき裂が確認されました（図-1）。Uリブ母材に進展したき裂には進展抑制のための応急対策として、き裂先端部にストップホールが施工され（写真-1）、併せて詳細調査と対策検討が行われました。

査することが必要です。一方で、構造的に疲労損傷が発生しやすい場合もあり、一旦き裂が確認された場合には、着目部位だけでなく橋全体の損傷状況を把握することもまた必要です。その場合には、調査対象部位が膨大となることが一般的なので、損傷が生じると致命的な影響を及ぼしかねない部位など、橋の構造的特徴なども考慮して優先順位をつけて確認していくことが重要です。

鋼床版の場合、輪荷重位置に対して橋軸方向の同一の構造部位に同種のき裂が発生する可能性が高いと考えられます。特にデッキプレートに進展するき裂は、進展状況によっては、舗装の損傷や陥没等を引き起こし車両の走行安全性に影響を与える可能性があります。本事例では、橋全体の疲労に着目した磁粉探傷試験や溶接状況等による調査を行いました。路面損傷のおそれのあるき裂も懸念されたことから、舗装の変状等が発生している箇所については、併せて舗装を除去した上でき裂の有無の調査を実施しました。

#### 2.3 補修補強対策の検討

既設鋼床版では、後述しますが、疲労への配慮が必ずしも適切でない構造及び溶接が存在します。例えば、図-1のUリブの溶接部では、溶接溶込み量の確保やデッキの増厚が、耐久性向上の観点から必要であることが確認されています。本事例の場合、そのような部位での局部変形・応力の集中により、疲労耐久性が著しく低下したものと考えられました。また、既にき裂が多数発生しており、他の同様の部位から今後き裂が発生する可能性が高いことから、鋼床版全体の応力軽減を図ることが必要と判断され、既存の舗装を剛性の高い鋼繊維補強コンクリート（SFRC）舗装に置き換え鋼床版と一体化を図る対策（図-2）が試行されました。SFRC舗装は、舗装と言っても舗装兼用の床版構造の一部として捉えるべきものです。これにより鋼床版の応力は大幅に軽減されることが既往の研究により確認されています。一方で、SFRC舗装はひび割れが発生しないものでは

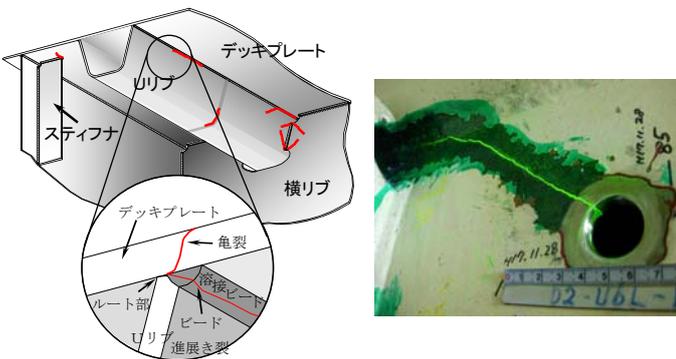


図-1 鋼床版の疲労き裂の発生部位  
写真-1 Uリブ溶接部から母材に進展したき裂

#### 2.2 調査

き裂が発見された場合、溶接継手を含めた構造が類似で、荷重に対して同様の応力変動が生じる部位では、同種のき裂が発生する可能性が高いと考えられ、これらの部位に着目しき裂の有無を調

現場に学ぶメンテナンス

なく、ひび割れ発生後の応力軽減効果の持続性、水浸入の影響も含めた SFRC の耐久性、デッキ面の腐食への耐久性等を確保する必要があります。これまでに各種の実験が行われていますが、長期耐久性の評価には不明な点もあり、適用にあたっては、材料選定、構造細目、施工方法、施工

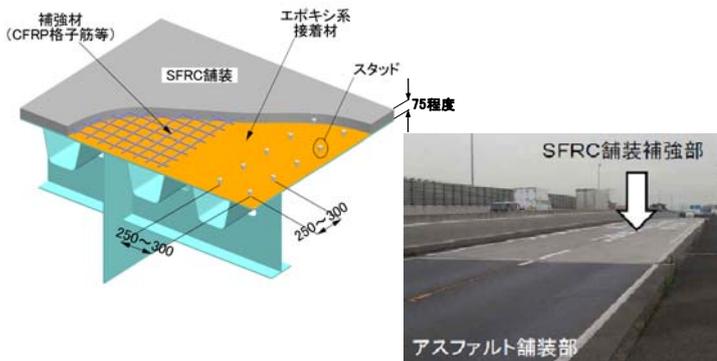


図-2 鋼床版上 SFRC 舗装の施工状況

管理方法等、設計施工上の十分な配慮が必要です。本事例では、一般部と比較して耐久性の面で差が生じる可能性のある部位では構造上の配慮がなされました。具体的には舗装端部等では乾燥収縮による反り上がりや水の浸入に伴う劣化抑制のためにスタッドを設置し、輪荷重により負曲げ域となる主桁上ではひび割れ後の劣化抑制のために舗装内に補強材(CFRP 格子筋)を設置しました。

SFRC 舗装により十分に応力軽減を図った上で、個々のき裂に対して発生部位や損傷状況に応じて、き裂先端の応力集中の緩和対策及び必要に応じて断面補強対策(写真-2)を実施しました。特に長く進展しているき裂は、わずかな応力変動でもき裂が進展する場合があること、また断面欠損部の応力伝達の確保が必要であることから、き裂の進展状況に応じて、これらの対策を適切に実施することが重要です。なお、き裂部の溶接補修は、既設部材への悪影響、溶接品質や耐久性の確保の点で課題があり、一般には適用は難しいと考えるべきです。



写真-2 き裂部の当て板補強の施工状況

2.4 対策効果の確認

SFRC舗装施工前後に荷重車載荷試験を行い、き裂発生が懸念される溶接部の応力が十分軽減されていること、舗装とデッキプレートの一体化が鋼床版以外の主桁等に悪影響を与えないことを確認しました。一方、供用後約7ヶ月経過時点の調査で、主桁に沿って舗装表面のひびわれが確認されました。版としての一体的挙動はひび割れが拡大しなければ確保され、その間、応力低減効果は持続されると考えています。ただし、ひび割れ発生部と一般部で耐久性に差が生じるかどうか注視が必要です。特にひび割れからの水の浸入については、SFRCの劣化や鋼床版の腐食に至るかどうか等データがなく、施工後の経過観察を定期的に行うことが重要です。

3. おわりに

道路橋の疲労設計は平成14年改訂の道路橋示方書に位置付けられ、鋼床版に関しては、同時期に発行された「鋼道路橋の疲労設計指針」((社)日本道路協会)の中で、当時の知見に基づいて疲労に配慮した細部構造等が示されました。また、最近のデッキプレート貫通き裂の発生事例に鑑み、平成21年12月の本省事務連絡により、耐久性向上策として、輪荷重位置のデッキ最小板厚を従来の12mmから16mmに見直されました。これ以前の鋼床版橋では、同種のき裂が発生する可能性があり、点検時にき裂の発見に努めるとともに、最新の疲労に関する知見を踏まえて調査や対策の検討を行うことが重要と考えられます。

参考文献

- 1) 国土技術政策総合研究所、(社)日本橋梁建設協会：鋼部材の耐久性向上策に関する共同研究－実態調査に基づく鋼床版の点検手法に関する検討－、国総研資料第471号、2008。  
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoutnn/tnn0471.htm>
- 2) 土木研究所：鋼床版橋梁の疲労耐久性向上技術に関する共同研究(その2・3・4)報告書－SFRC舗装による既設鋼床版の補強に関する設計・施工マニュアル(案)一、共同研究報告書第395号、2009。

国土交通省国土技術政策総合研究所  
道路部道路構造物管理研究室長 玉越隆史  
国土交通省関東地方整備局宇都宮国道事務所  
管理第二課長 高橋 進  
独立行政法人土木研究所構造物メンテナンス研究センター  
橋梁構造研究グループ 上席研究員 村越 潤