

## 技術紹介 9 土砂化した床版の非破壊調査と疲労耐久性向上のための補修設計

寺川 睦希

TERAKAWA Mutsuki

道路・橋梁事業部 構造第三部

電話 052-953-1062

FAX 052-953-1067



本稿では、前回点検時と比べて急速に損傷が進んだ床版に対する調査及び補修設計について報告するものである。電磁波を用いた非破壊調査を行い、床版土砂化範囲を特定した上で、超緻密高強度繊維補強コンクリートによる補修設計を行った事例を紹介する。

キーワード：床版非破壊調査、AI 予測処理、超緻密高強度繊維補強コンクリート

### 1.はじめに

我が国では、高度成長期以降に整備したインフラが今後一斉に老朽化することが見込まれる。このうち床版の損傷は通過交通の安全に直接影響を与える重大なものである。ここで重交通路線においては、調査や補修の際に大規模な交通規制の実施が困難である。本稿では、重交通路線の国道の橋梁の床版疲労損傷に対して、交通規制を回避、軽減した調査方法と補修工法を提案し、大幅な疲労耐久性の回復を図った事例を報告する。

### 2.存在した課題

#### 2-1.損傷状況

対象は供用開始から 44 年の橋梁である。舗装の補修痕、土砂化が推定される析出物が顕在化しており、土砂化懸念箇所の床版下面側に遊離石灰を伴う 2 方向びわれが発生している(図-1)。これらは前回点検(5 年前)では見られなかった損傷であり、急速に損傷が進行したものと考えられる。補修履歴を調べたところ、橋面防水層の施工が行われておらず、床版内に水が浸入していることが原因と推定された。

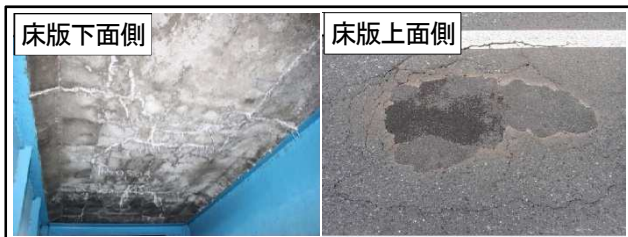


図-1 損傷写真

#### 2-2.土砂化調査方法

対象橋梁は重交通路線の国道にあり、橋面は調査における交通規制が困難である。しかし、補修範囲や工法検討のためには、土砂化の有無だけでなく土砂化範囲の把握が重要となる。このため交通規制を回避した土砂化範囲の調査が求められた。

#### 2-3.補修方法

床版の疲労損傷度合から床版の部分打換が一般的な工法となる。しかし、床版パネル配置と車線の関係(図-

2)から床版部分打換は 2 車線以上の通行止めが必要であるが、夜間 22 : 00 ~ 6 : 00 の一車線規制しか認められておらず施工不可能である。そのため、大規模な交通規制を行わない補修工法が求められた。

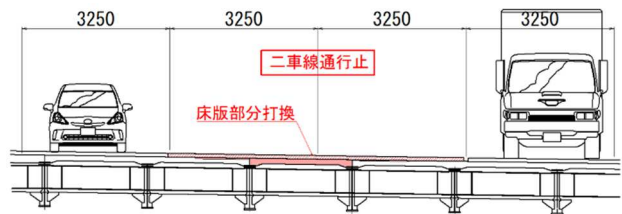


図-2 床版パネルと車線の位置関係

### 3.解決する技術

#### 3-1.床版上面非破壊調査

床版上面の非破壊調査としては、電磁波を用いた損傷個所判定システムを積んだ車両による調査を行うことで、交通規制を行うことなく土砂化範囲を推定した(図-3)。これは、電磁波に対する反射波を解析して土砂化範囲を推定するものである。反射波の解析には、AI 予測処

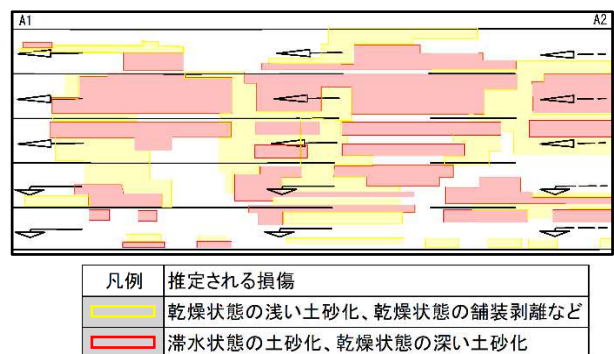


図-3 土砂化推定結果



図-4 試掘結果

理も実用化しつつあり、今回も一次スクリーニングで活用した。道路管理者の協力を得て、土曜に短時間の一車線規制を行い、土砂化推定範囲の一部を試掘して整合性を確認した(図-4)。その結果、土砂化が進行しており水の影響により床版の疲労損傷が顕在化していることが判明した。

### 3-2. 床版下面非破壊調査

床版下面の非破壊調査としては、はつり調査による鉄筋腐食確認、コンクリートテストハンマーによる圧縮強度推定、中性化試験、塩化物イオン含有量試験を実施した。床版の損傷状況に配慮しコア抜きは行わず、テストハンマーとドリル法のみ実施した。その結果、圧縮強度は平均 40N/mm<sup>2</sup>を上回り、十分な強度が確認された。鉄筋は腐食が見られ、中性化深さは平均 31mm(最小かぶり厚 35mm)と鉄筋に限りなく近い位置まで進行していた。塩化物イオン含有量試験は健全部が 0.56kg/m<sup>3</sup>(0-20mm)に対し、劣化部が 1.43 kg/m<sup>3</sup>(0-20mm)と一部腐食限界を超えているが、凍結防止剤からの塩化物供給と推定され、現状、塩害の懸念はないと判断した。詳細調査結果から、材料もしくは劣化因子に基づく損傷は鉄筋腐食のみであり、二方向ひびわれは疲労損傷と考えられることから、路面からの水の供給により急速に進行している可能性が高い。

### 3-3. 補修工法の検討

補修方法としては床版打換が望ましいが、交通条件から採用は困難であり、一車線規制による補修方法を求められた。床版土砂化の補修は通常、ポリマーセメントモルタル等による断面修復が行われる。これは床版を既設の状態に戻すのみであり、非土砂化部分の累積的な疲労損傷に対して改善効果は得られない。既設床版厚は 18cm であるが、現行の道路橋示方書基準における必要床版厚は 23cm であり根本的に部材厚が不足しており、防水層の施工も必要となる。これに対して、防水機能を持ち、防水層を省略可能で疲労耐久性も大幅に改善できる超緻密高強度繊維補強コンクリートによる補修を提案した(図-5)。既設床版上面を超緻密高強度繊維補強コンクリートにて 2cm 打換えることで飛躍的に疲労耐久性が向上することが、複数の実験で確認されている。施工は一車線ずつ夜間に実施し、昼間は解放する(図-6)。



図-5 補修案比較

補強が可能な損傷進行状況(表-1,図-7)と判断し、炭素繊維二方向格子貼りを採用した。

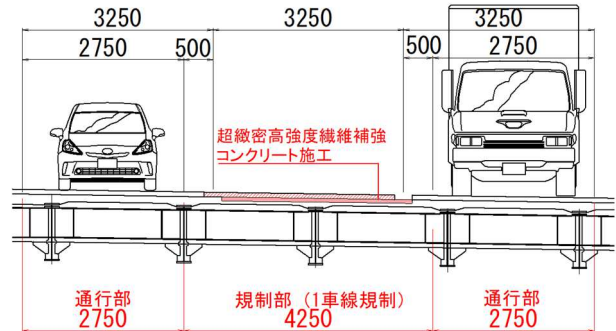


図-6 床版補修施工方法図

表-1 損傷進行状況一覧表

損傷過程	損傷進行状況	備考
①	1方向ひびわれ(主として主鉄筋方向)が生じる。	炭素繊維補強の適用可能
②	主鉄筋方向にある程度のひびわれ(約1m/m <sup>2</sup> )が生じたのちに、配力鉄筋方向にもひびわれ(2方向ひびわれ)が生じる。	
③	2方向ひびわれが床版全面に拡大する。	
④	ひびわれの開口部の過度の欠け落ちや、ひびわれ面のすりへりを伴って、ひびわれの幅と深さが拡大する。	
⑤	ひびわれは拡大し、床版上下面のひびわれが貫通し、漏水や遊離石灰が発生する。	④,⑤が該当
⑥	200mm~300mm角程度の亀裂状ひびわれになるとひびわれ密度は底流するが、すり磨きが生じ、ひびわれ幅が拡大し、漏水や遊離石灰が著しくなる。	炭素繊維補強の適用不可 別途検討
⑦	鉄筋と分離したコンクリートが、部分的に剥離、抜け落ちを起こす。	

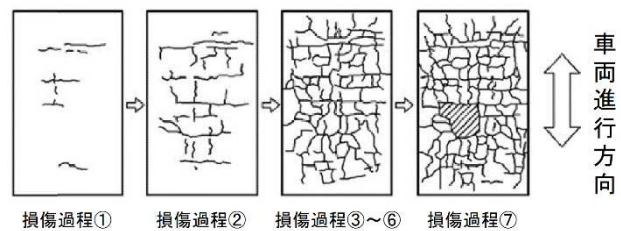


図-7 損傷進行過程

## 4.まとめ

重交通路線の国道の橋梁の床版疲労損傷に対して、交通規制を回避、軽減した調査方法と補修工法の提案を行った。今後は超緻密高強度繊維補強コンクリート施工前後の床版剛性をFWD(Falling Weight Deflectometer)などを応用して計測を行い、補強効果の定量評価を実施したいと考えている。

## 参考文献

- 1)超緻密高強度繊維補強コンクリートの設計施工マニュアル：  
(一財)災害科学研究所・J-ティフコム研究会
- 2)道路橋床版の長寿命化技術：松井繁之
- 3)道路橋床版の長寿命化を目的とした橋面コンクリート舗装ガイドライン 2020：(公社)土木学会
- 4)超緻密高強度繊維補強コンクリートで上面増厚した鋼床版の疲労耐久性向上効果：橋梁と基礎 2021年5月号
- 5)コンクリート床版補強設計施工要領：首都高速道路(株)