

床版端部の劣化推定と補修方法に関する評価

(株)砂子組 ○正員 井元 俊介
(株)砂子組 非正員 山本 寛子
(株)砂子組 正員 古川 大輔
(株)砂子組 正員 長谷川 雅樹
(株)砂子組 正員 田尻 太郎

1. はじめに

道路橋の床版劣化の主要因は大型車両の輪荷重の繰り返し作用による疲労とされ、それに加えて床版に発生したひび割れに雨水が浸入すると疲労耐久性が著しく損なわれるとされている¹⁾。

特に床版端部は伸縮継手との間に滞水しやすく、車両の衝撃荷重を直接受けるため、上面が脆弱化する場合が見られ、一般的な補修方法としては脆弱部の断面補修となるが、補修材料によっては、再劣化する例も少なくない。

このような背景から、効率的な維持管理の手法を確立していくための基礎資料を得ることを目的に、過年度の橋梁点検で床版上面が砂利化しているとされた一般国道12号に架かる美唄橋について、平成28年に実施された床版端部打ち換えの際に、劣化要因を推定した上での補修に関する評価を行った。

2. 本橋の現状と劣化要因の推定

本橋は1967年に架橋された橋長71.10mの3径間連続非合成I桁橋で、床版は1985年にI型鋼格子床版へ打ち換えられた橋梁である。

過年度の橋梁点検²⁾では、橋面全体を電磁波レーダー法による非破壊試験を実施し、異常信号が確認された床版端部箇所を微破壊試験(写真-1)により、床版の状態と劣化深さを確認している。



写真-1 微破壊試験状況(砂利化)

床版の劣化要因は大別して初期欠陥・力学作用・環境作用が挙げられる。本橋の劣化箇所は床版端部であるという点から力学作用および、環境作用の可能性について測定、解析を実施した結果、1)橋梁固有の振動解析結果では2次モードで3.6Hzとなり、構造系に問題がないと判断できる。2)輪荷重による桁変位はA1側で最大0.85mm、A2側で最大0.44mmとなった。当該路線の大型車両交通量は1800台/日であることから、比較的影響が大きいと判断できる。3)架橋位置は凍害危険度の高い地域であり、劣化範囲は伸縮継手に隣接し、雨水など滞水しやすい箇所であった。

このことから、本橋の床版上面の劣化した要因は繰り返し輪荷重によって、床版上面にひび割れが発生し、その後、凍害による複合劣化と推定できる。

3. 補修方法

補修範囲は前述した劣化要因且つ、床版の剛度を均一にする目的から、図-2に示した劣化箇所を含めた床版端部全幅が適切であると考え、補修工法については、一般的な断面補修工法とし、断面補修材料は劣化要因を加味した上で再劣化を起こさせない材料と考え、後述する超緻密高強度繊維補強コンクリートを補修材料として選定した。

補修断面について図-3に示したとおり健全部では超緻密高強度繊維補強コンクリートでの施工厚さ2cmとし、劣化部では脆弱部である5cmを全て除去した上で、廉価な3cmの超速硬コンクリートとのハイブリット構造とした。

選定した補修材料の物性値を表-1に示す。これらから本橋の補修材料として適正である点を示す。1)早期に高強

度を発現ができ、即日交通解放が可能。2) 施工厚さ 2cm に対し凍害+輪荷重走行試験を実施済み。3) 薄層施工でも緻密性が高く鋼繊維の架橋効果が大きく初期拘束ひび割れを抑制可能。4) 極めて緻密な材料で酸素と水分を遮断するため、耐凍害性に極めて優れる。5) 供試体によるラベリング試験を実施した結果、極めて良好な値を示した。

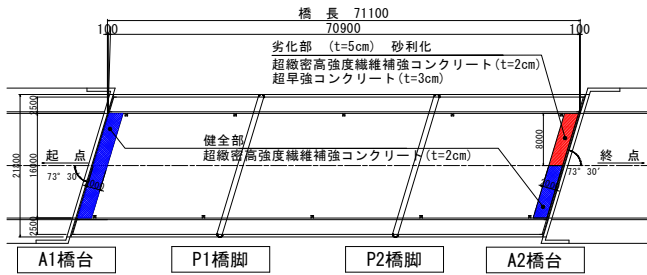


図-2 補修範囲平面図

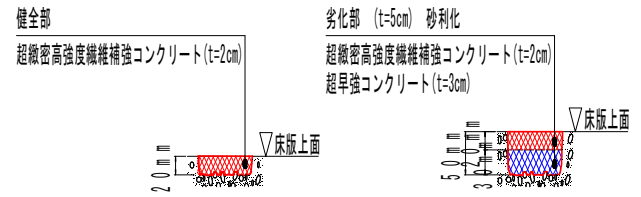


図-3 補修断面図

4. 補修事後の評価

事後の評価としては、供試体での一軸圧縮試験と打音試験による方法を採用した。

一軸圧縮試験結果はそれぞれ $\sigma 7=113\text{N/mm}^2$, $\sigma 28=155\text{N/mm}^2$ となり所定の基準値を満足するに至った。

打音試験は、過去の論文によれば、打音試験による打撃音をマイクロフォンで集録し FFT 解析で周波数特性を分析することにより定量的な評価の可能性があるとされている。その場合、劣化損傷を受けているコンクリート床版では、卓越した周波数が 2.0kHz 以下となることが示されている⁴⁾。

本橋の劣化箇所において補修事前、事後の打音試験による解析結果より、卓越した周波数は補修前では 1.6kHz、補修後では 2.2kHz となり、補修後は確実に健全になったと判断できる。

5. まとめ

- 1) 劣化要因は、力学的作用及び、環境作用の可能性について測定解析を実施した結果、繰り返し輪荷重による床版上面にひび割れが発生し、その後、凍害による複合劣化と推定できる。
- 2) 補修範囲は脆弱部を全て除去すると同時に床版剛度を均一にする目的で床版端部全幅とした。
- 3) 補修工法は断面補修工法とし、脆弱部深さが 5cm と比較的薄いことから、補修材料は緻密な材料を選定した。
- 4) 補修材料は劣化要因および、補修箇所を考慮すると超緻密高強度繊維補強コンクリートは適切であったと判断できる。

本橋は床版端部上面に劣化が確認された橋梁であり、その構造的な特徴や環境条件から劣化要因を推定した上での適切な補修工法および、補修材料を選定したことは妥当であったと考える。

しかし、今後も経過観察は必要であり、床版端部に着目した定期的な橋梁点検が必要である。

[参考文献]

- 1) 積雪寒冷地における RC 床版の疲労耐久性向上について 構造工学論文集, Vol. 55A, 2009
- 2) 平成 27 年度一般国道 12 号 美唄市 奔美唄橋補修外一連業務報告書, 平成 28 年 2 月 北海道開発局
- 3) 道路橋床版の長寿命化技術, 森北出版株式会社, 2016
- 4) 劣化模擬供試体の打音検査における音響データの基礎解析 土木学会北海道支部 論文報告集, 第 72 号

表-1 超緻密高強度繊維補強コンクリート材料物性値

項目	特性値	備考
圧縮強度 ※1	130 N/mm ² 以上	1日で100 N/mm ² 以上
引張強度 ※2	13N/mm ²	ひび割れ発生強度10N/mm ²
曲げ強度 ※2	35 N/mm ²	試験JISA 1171(材齢28日)
ヤング係数	3.5×10 ⁴ N/mm ²	材齢28日
フロー値 ※3	270mm~320mm	試験JIS R 5201 モルタルフロー
付着強度 ※4	2.1 N/mm ²	試験JISA 1171(材齢28日)
長さ変化率 ※5	収縮128×10 ⁻⁶	試験JISA A 6202(材齢28日)
塩化物イオン浸透深さ ※6	0mm	試験JISA 1171(材齢28日)
中性化深さ ※7	0mm	試験JISA A 1171(材齢28日)
透気係数 ※8	0.001×10 ⁻¹⁶ m ² 以下	透気係数試験(トレント法)