

鉄筋コンクリート床版の 部分打換え施工について

内田 真之¹・福井 雄一²

¹近畿地方整備局 京都国道事務所 管理第二課

(〒600-8234 京都市下京区西洞院通塩小路下る南不動堂町808)

²京都府向日市 建設部 まちづくり推進課 (〒617-8665京都府向日市寺戸町中野20番地)

高度成長期前後に造られた大量のインフラ施設の急激な高齢化・老朽化の対策には、多大な費用が必要となっている。現場では、定期点検結果等から構造安全上の対策が優先される箇所を選択し対応している。今回は鋼橋のRC床版について健全性の判定結果から補修方法を検討した結果、一部打替えを選択したものである。これまでも鉄筋コンクリート床版の一部打替えは行われているが、どのような経緯で打替えが実施されたかについての事例報告・文献資料などが少ないことから、今後、同様の損傷が生じた場合の参考例として、今回実施する床版の一部打替え工事の事例について紹介するものである。なお、現在施工計画を検討中であり令和4年8月頃の施工を予定している。

キーワード RC床版の損傷、床版部分打替え、膨張コンクリート、ウォータージェット研り

1. はじめに

自動車交通量の増大と車両の大型化がみられた1965年(昭和40年)前後から、コンクリートの剥離、陥没あるいは抜け落ちといった損傷事例が顕著になり、それ以降、鉄筋コンクリート床版の損傷問題は道路橋の維持管理上の大きな課題となっている。新観月高架橋は1975年(昭和50年)に竣工した鋼単純RC床版合成鉄桁橋であり、経年劣化等で生じた床版の損傷に対して一部打替え(以降、部分打替えと称す。)を選択し実施したものであり、部分打替えの一事例として紹介するものである。

2. 新観月高架橋の概要

一般国道24号現道は宇治川渡河部に新旧2本の橋を有しており、旧橋である観月橋は1936年に完成した宇治川を渡る7径間ゲルバー非合成鉄桁橋である。

これに対して新観月高架橋は、観月橋北詰交差点(京都外環状線)、京阪電鉄および一級河川宇治川を一気に超えて、向島本丸町付近で現道に接続する高架橋として、1975年(昭和50年)に供用してから47年が経過した橋長536.9mの高架橋である。

床版の損傷は、宇治川左岸側の向島橋詰町付近のP6橋脚の第7径間側(鋼単純RC床版合成鉄桁橋)で、路下は一般国道24号現道の車道、歩道および自転車駐輪場となっており、京阪電鉄宇治線観月橋駅利用者など人や車の往来が多い場所である。

表-2.1に橋梁諸元を示す。

橋梁名	新観月高架橋
路線名	一般国道24号
供用開始日	1975年4月1日
適用示方書	昭和47年道路橋示方書
橋長・(総径間数)	536.9m(17径間)
上部工形式	2径間連続鋼非合成箱桁橋 3径間連続鋼非合成箱桁橋 単純合成鉄桁橋 9連 3径間連続RC中空床版橋
下部工形式	半重力式橋台2基 壁式橋脚(RC)3基 柱橋脚(RC)2基 柱橋脚(鋼製)1基 T型橋脚(RC)10基
基礎形式	オープンケーソン1基 場所打ち杭(深礎含む)17基
交通量	昼間12h 22,031台(2010年)

表-2.1 橋梁諸元

3. 床版の損傷状況

(1) 損傷状況と緊急診断

新観月高架橋の2014年橋梁定期点検では健全度IIで床版ひびわれ、剥離・鉄筋露出は対策区分C1判定であったが、2018年橋梁定期点検において第7径間G4-G5桁間のP6側端部床版下面に、剥離・鉄筋露出、床版ひびわれ、うきが局所的に進行して健全度IIIが確認された。

図-3.1に損傷位置図、写真1, 2に周辺状況及び2018年当時の損傷状況を写真-3, 4に示す。

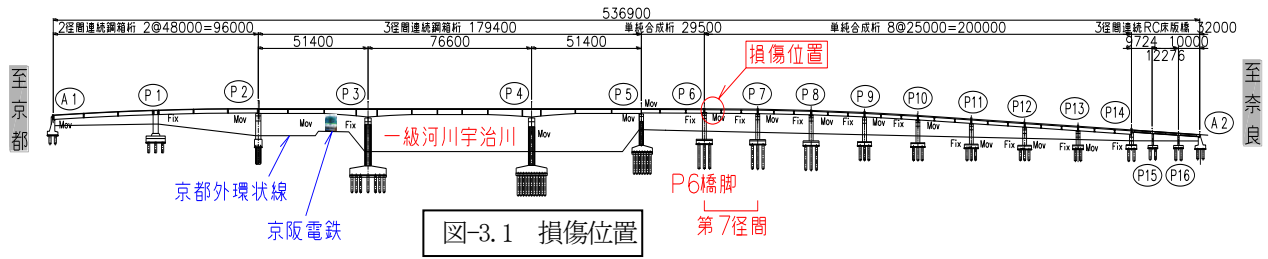


図-3.1 損傷位置



写真-1 周辺状況



写真-2 損傷箇所



写真-3 局所的な損傷全景



写真-4 ブロック状のひびわれ

2021年12月上旬に緊急点検を行った結果、写真-5の通り床版下面のコンクリートはひびわれの進行によりブロック化し、一部抜け落ちと段差が生じ始めていた。損傷は局所的(1パネル相当)で雨水の進入・滞水は見られなかった。しかしながら、この状態で水が進入すると一気に損傷が進行することが懸念された。



写真-5 ブロック化の進行

(2) 現地確認と緊急診断

緊急診断は、関係者である事務所、維持出張所、近畿道路メンテナンスセンター、橋梁検査業務会社、調査設計会社の各担当者が集まって2021年12月中旬に現地確認を行い、各々の意見を出し合い、今後の対応について協議した。

- 現地目視点検では、2018年点検と比較して大きな損傷の進展は見られない。
- コンクリートは粗骨材がなくモルタル状となっており、施工時に材料分離が生じたものと考えられる。
- 2018年の橋面舗装打ちかえ工事の際、局所的に品質不良がみられ、コンクリート表面には貫通クラックが確認されたが橋面防水工を設置しているため雨水の進入は防止できている。
- 前回点検から3年が経過しており、可及的速やかな対応が望まれる。

【協議結果】

路下が一般国道24号現道となっており、放置すると重大な第三者被害を引き起こす可能性があるため、これを

機に対策を実施する。

対策は、炭素繊維シート貼付け、鋼板接着などが提案されているが、コンクリートの品質不良やひびわれが大きくブロック状に進展しており、損傷程度が大きいため部分打替えを検討することになった。

(3) 詳細調査

詳細調査は、既存の床版コンクリートの強度、静弾性係数、中性化、塩化物イオン量などを把握するため、損傷箇所近傍でコアを採取して非破壊試験を実施した。

表解-4.7 静弾性係数の標準値¹²⁾

コアの圧縮強度(N/mm ²)	コアの静弾性係数の標準値(kN/mm ²)
15以上21未満	8.4～17.8
21以上27未満	13.1～21.3
27以上35未満	16.2～25.8
35以上45未満	19.7～29.8
45以上55未満	19.1～34.2

出典：非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物健全度診断マニュアル
2010年6月 独立行政法人土木研究所、日本構造物診断技術協会

表-3.1 床版コンクリート非破壊試験結果

コアNo	圧縮強度(N/mm ²)	静弾性係数(kN/mm ²)	中性化深さ(mm)	塩化物イオン量(kg/m ³) 0.3kg/m ³ 以下			
				深さ0-25mm	深さ25-50mm	深さ50-75mm	深さ75-100mm
No1	38.3	23.9	32.5	0.16	0.02	0.02	0.07
No2	28.7	21.9	31	0.11	0.02	0.07	0.02

コアNo1:G4-G5間損傷箇所付近、コアNo2:G2-G3間ひびわれ損傷ランクⅢ

非破壊試験の結果、圧縮強度・静弾性係数については表解4.7 静弾性係数の標準値に示す値となっており材料特性としては問題なかった。

中性化試験では、鉄筋の純被り30mmに対して中性化深さは最大32.5mm超となっており、既に鉄筋位置まで中性化が進行している。

塩化物イオン量は、0.3kg/m³以下となっており塩分量による塩害影響はない。

【非破壊試験結果のまとめ】

床版コンクリートの圧縮強度、静弾性係数については標準値内に収まっている。また、凍結防止剤散布による塩化物イオン量についても問題なかった。しかしながら、中性化の進行は既に鉄筋位置に達しており、目視による床版ひびわれの損傷状況と合致し、ひびわれの幅の進行がみられる。第7径間端部床版(G4-G5間)は、局所的に材料分離や中性化の進行は加水などによる施工不良や初期乾燥収縮ひびわれが損傷の要因になっていると考えられる。

4. 床版補修対策方針

(1) 緊急診断パネルの対策

第7径間で確認された床版パネルについては、写真-3で示すように損傷が著しく、母材の健全性に課題があるため、部分打替えを選択した。

(2) 緊急診断パネル以外の対策

緊急診断を実施した床版パネル以外については、写真-6の通り、ひびわれ幅0.1~0.2mmで亀甲状に進展してお

り(C1判定)、中性化が鉄筋位置まで達していることから、ひびわれ損傷の進展抑止と第三者被害予防の観点から炭素繊維シートによる剥落防止対策を選択している。



写真-6 第7径間以外の床版ひびわれの状況

5. 床版部分打替え

(1) 床版部分打替え時の留意点と対策

床版部分打替えに際して以下に示す点に配慮して実施した。

a) 部分打替え構造

部分打替え構造は、新旧コンクリートの打継部が支持桁で支持されるよう図-4.1に示す構造とした。

- 打継部は主桁上とした。
- 使用コンクリート材料は早強膨張コンクリートとした。(超速硬コンクリートは高強度となり乾燥収縮や新旧コンクリートとの強度差により、旧コンクリート打継に損傷が発生しやすい為。)
- 鋼板は、旧床版の鉄筋をそのまま活用するためウォータージェット研り時の防護、型枠、合成床版として活用する。

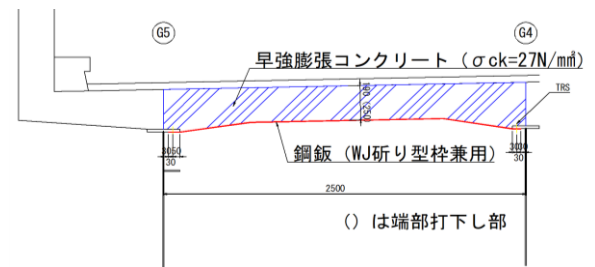


図-4.1 部分打替え構造

b) 支持桁のない中間打継部

支持桁のない中間継ぎ手部の構造を図-4.2に示す。

- 支持桁で受けられない中間継ぎ手部は、底鋼板を既設床版下面まで延長して擦り付けを行う。
- 新旧コンクリートの打継部は、応力緩和区間200mmとし材料強度差による衝撃緩和を考慮したものである。

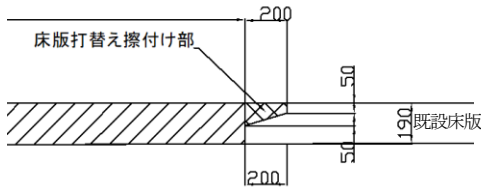


図-4.2 中間継ぎ手部の構造

c) 部分打替え目地部と舗装復旧範囲

図-4.3に示すよう床版打替え範囲と舗装復旧範囲は、床版打継部を包括するよう広めに復旧を行い打継部をずらして弱点とならないよう配慮した。

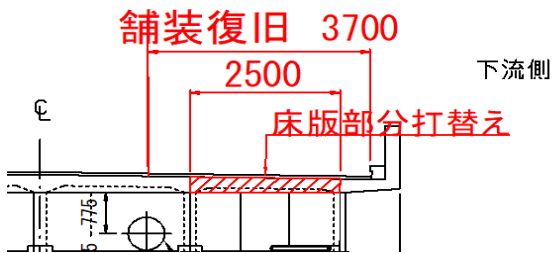


図-4.3 部分打替え目的と舗装復旧範囲

6. 施工方法

(1) 施工手順

図-6.1に施工手順図を示す。

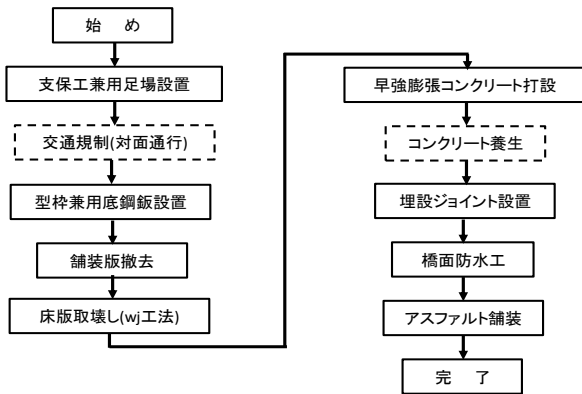


図-6.1 施工手順

(2) 交通規制

部分打替えは、図-6.2に示すように対面通行で一般通行帯を確保し、床版の取壊し、コンクリート打設養生、路面復旧完了までの期間で実施する。

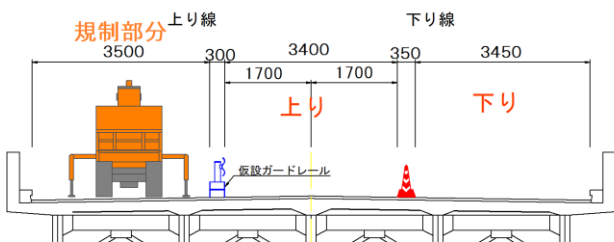


図-6.2 一般通行帯の確保

(3) 床版コンクリートの取壊し

床版の取壊しは、既設鉄筋をそのまま活用するため、ウォータージェット研りを行う。

写真-5, 6に施工のイメージ写真を示す。



写真-5 ウォータージェット研り状況



写真-6 取り壊し後

ウォータージェット研り時の汚濁水は吸引車で回収させる。研りガラ・汚水の回収用ベッセルを設置し、汚水を水中ポンプで回収しながら、研りガラは特殊吸引機で回収する。

(4) 早強膨張コンクリート

早強膨張コンクリート(27-12-20H)は、膨張剤入りのため試験練りを行い、材料の性能を確認して使用する。

膨張剤は、乾燥収縮ひびわれ抑制と新旧コンクリート打継部のひびわれ抑止対策として採用している。

養生は、湿潤養生とし標準的な養生期間として、表-6.1に示す日平均気温から決定する。

表-6.1 湿潤養生期間の標準

日平均気温	普通ポルトランドセメント	混合セメントB種	早強ポルトランドセメント
15℃以上	5日	7日	3日
10℃以上	7日	9日	4日
5℃以上	9日	12日	5日

7. おわりに

床版の部分打替えは、これまで超速硬コンクリートを使用した事例で、新旧コンクリートと打継部において、旧コンクリート部に損傷が発生することが報告されている。これは、超速硬コンクリートの終局強度が高く、強度が低い旧コンクリート側の荷重負担が大きくなることやコンクリートの収縮により打継部にひびわれが発生し、雨水などが進入しやすいことなどがあげられる。今回は、旧コンクリートの強度バランスを考慮して以下の対策を行っている。

- 既設鉄筋を活用し、打替え床版と旧床版の剛度バランスを均衡させた。
- 早強膨張コンクリートを採用し、打継部の乾燥収縮影響に配慮した。
- 打継部を支持桁上に設けることにより、打継部への活荷重影響が低くなるよう配慮した。

今回の部分打替えは、一般交通を対面通行で処理することで橋面の施工ヤードを確保でき、早強コンクリート使用することで打替え床版の品質面に配慮できると

考える。

また、今回の床版打換えは、施工不良に加えひびわれ損傷が大きく進展していたことから、部分打替えを行ったもので、本来であれば炭素繊維シート貼り付けや鋼板接着工法など補修工法が選択できる早い段階で補修を実施すべきであったと考える。

今回の現地緊急診断、部分打換えに際してご協力頂いた
(一財)橋梁調査会、ショーボンド建設(株)京都支店、
(株)復建技術コンサルタントに深く感謝をいたします。