

床版の土砂化が危惧される PCT 桁の調査及び補修対策事例

東洋技研コンサルタント(株) 元木遼平

論文要旨

本橋は1964年に竣工した5径間単純PCT桁橋である。これまで部分的な舗装の打ち換え工事が実施されているものの、舗装のひび割れなど、再劣化が顕著に確認されている。本事例は過年度の調査・点検結果を踏まえ、橋面舗装を部分的に開削し、舗装下の状況を直接目視にて確認し橋面舗装の変状原因の推定と主桁の健全性の把握を行った。また調査結果を踏まえ架橋状況に配慮した対策工法の選定を行ったものである。

キーワード：PCT桁橋、舗装の再劣化、開削調査、補修設計、長寿命化

まえがき

対象橋梁は図-1 に示すとおり、支川が本川と合流する地点付近の支川上に架かる5径間単純PCT桁橋である。

本橋は、1964年に竣工されて現在まで59年が経過しており、近年、舗装のひびわれやポットホールなどの舗装の劣化が顕著である。これまで、部分的な舗装の打ち換え工事が実施されているものの、再度ひびわれ等の劣化が見られるような状況である。

この状況を踏まえて、橋面を開削し、舗装下を近接目視や打音により調査を行うことで、劣化状況の把握と原因を分析し、長寿命化に向けた対策を行った。



図-1 対象橋梁周辺状況¹⁾

1. 対象橋梁の概要

対象橋梁の側面写真を写真-1、橋面写真を写真-2、橋梁諸元を表-1、上部工標準断面図を図-2に示す。

舗装については、2014年の長寿命化修繕工事で全面アスファルト舗装の打換えが行われており、それ以前にも橋面の舗装を補修した記録が残っている。近年の舗装打換え工事では半たわみ性舗装が施工されており、その範囲を図-3の平面図に示す。



写真-1 橋梁側面状況

写真-2 橋面状況

表-1 橋梁諸元

橋長	117.40m
全幅員	9.00m
有効幅員	8.60m(歩道 0.80+車道 7.00+歩道 0.80)
斜角	50°
上部構造形式	5径間単純 ^ホ ステーションT桁橋
舗装	アスファルト舗装+半たわみ性舗装
伸縮装置	埋設型伸縮装置
下部構造形式	重力式橋台、柱式橋脚
基礎形式	RC杭基礎
交通量	11281台/昼間12時間(大型混入率31.9%) (2015年調査)
竣工年	1964年(竣工から59年経過)
適用示方書	昭和36年プレストレストコンクリート設計施工指針

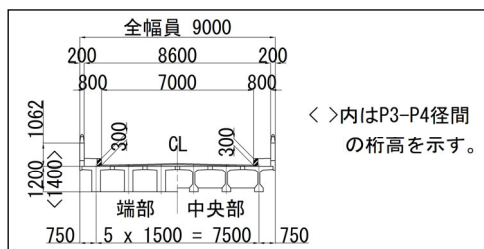


図-2 上部工断面図

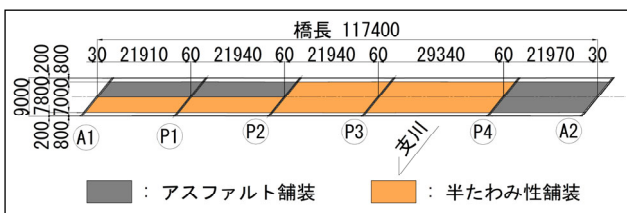


図-3 平面図(橋面)

2. 劣化状況の概要

令和2年に実施された定期点検では、橋単位の健全度がⅡ判定であり、早期措置が必要な状態ではないものの、舗装には、ひびわれやポットホール等の損傷が多くみられ、間詰床版の下面には、うきや桁端部を中心に多くの遊離石灰がみられた。

上部構造部位の点検結果を表-2、橋面と床版下面の損傷状況写真を写真-3および写真-4に示す。

表-2 令和2年に実施された定期点検結果

箇所	状況	対策区分	健全度
舗装	路面の凹凸、舗装の異常	M	Ⅱ
床版	うき	S1	—
	腐食、剥離・鉄筋露出、定着部の異常	C1	Ⅱ
	漏水・遊離石灰、床版ひびわれ	B	Ⅰ
主桁	剥離・鉄筋露出	C1	Ⅱ
	漏水・遊離石灰、うき、漏水・滞水等	B	Ⅰ
横桁	剥離・鉄筋露出、うき、定着部の異常等	C1	Ⅱ
	漏水・遊離石灰	B	Ⅰ
PC定着部	剥離・鉄筋露出、うき、定着部の異常等	C1	Ⅱ
伸縮装置	漏水・滞水、変形・欠損	B	Ⅰ
排水施設	土砂詰まり(排水柵)等	M	Ⅱ
橋単位の健全度			Ⅱ



写真-3 舗装の亀甲状ひびわれ(3径間目)



写真-4 間詰床版のうき、遊離石灰(P3付近)

3. これまでの補修・調査経緯

(1) 橋面非破壊調査

舗装の劣化状況を踏まえて、令和3年には電磁波による橋面の非破壊調査が実施されている。

この調査は「橋面舗装・床版上部非破壊調査システム(床版キャッチャー)」(NETIS登録番号:CB-150004-VE)で、一般交通の中で測定車を走行させながら、路面に電磁波を発信し、舗装内部の電気的特性の異なる境界面で発生する反射信号の波形や強度により内部の劣化状況を推測するものである。

この調査により舗装内部が健全な箇所や内部で滞水している箇所、内部が劣化している箇所を推測された。

(2) 補修工事履歴

対象橋梁のこれまでの主な補修工事は表-3に示すとおりである。2014年にアスファルト舗装の全面打換えやスラブドレーンの設置、埋設型伸縮装置の取り換えなどの修繕工事が行われている。なお、近年は舗装の劣化により部分的な舗装の打換え工事が繰り返し実施されている。

しかし、打換えられた舗装についても、劣化がみられるような状況であった。

表-3 これまでの主な補修工事

工事実施年	工事内容
1982年	橋面舗装工事(詳細不明)
1987年	橋面舗装工事(詳細不明)
1991年	橋面舗装工事(詳細不明)
2014年	橋梁長寿命化修繕工事(舗装打換、埋設ジョイント設置、断面修復、表面被覆、スラブドレーン設置)
2019年	橋面舗装工事(第1~2径間上り車線)
2020年	橋面舗装工事(第3~4径間下り車線)
2021年	橋面舗装工事(第3~4径間上り車線)

4. 現地調査

(1) 舗装開削調査

1) 開削箇所の選定

開削箇所は、令和3年に実施された橋面の非破壊調査の結果を基に、特に劣化状況が著しいと推測できる箇所5箇所と健全部1箇所の計6箇所を選定した。なお、既設スラブドレーンの健全性の状態把握のため、開削箇所のうちの1箇所は、スラブドレーンの設置位置付近を開削するものとした。各開削位置を図-4の平面図、開削位置の損傷状況を表-4に示す。

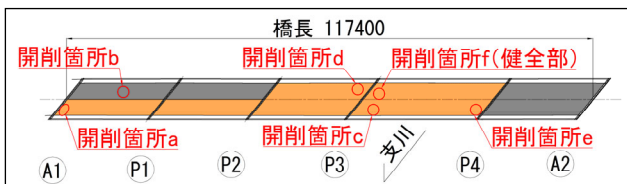


図-4 開削調査箇所

表-4 開削位置の損傷状況

開削箇所	損傷状況
a	調整コンクリート上の劣化が推測されている。
b	調整コンクリート上の劣化かつ滞水が推測されている。
c	調整コンクリート上の劣化が推測されている。
d	調整コンクリート上の劣化が推測されている。 2020年には無い舗装の異常が発生している。 床版下面に対策区分S1のうきが発生している。
e	調整コンクリート上の劣化が推測されている。
f	令和3年の非破壊調査で健全と判定。

2) 調査方法

開削調査は周辺状況に配慮し昼間に片側交互通行規制を行いながら実施した。

また、開削調査は以下のことに留意して実施した。

- ・開削範囲は非破壊調査結果にて舗装内の劣化を示した箇所を正確に捉えるため50×100cm程度/箇所とする。
- ・漏水・滞水状況が確認できるよう舗装版の切断は乾式の機械を使用する。
- ・舗装版は一度に破砕せずに、上から状況を確認しながら少しずつ掘り進める。
- ・舗装や防水層、調整コンクリート、床版上面の劣化状況や漏水・滞水状況、それぞれの層の接着性等について、近接目視および打音検査により調査する。
- ・スラブドレーンや導水パイプの設置箇所については、それらの機能状況についても確認する。
- ・同時に行う橋梁点検車による床版下面の近接目視調査作業を阻害しないよう計画的に実施する。
- ・開削箇所の復旧材料は、既設で使用されている材料と同等の材料とする。

3) 開削調査結果

調査の結果、開削箇所 a~f について、以下のような状況が確認できた。

- ・防水層と調整コンクリートの接着性不足 (写真-5)
- ・調整コンクリートの劣化 (写真-6, 写真-7)
- ・調整コンクリートの著しい土砂化 (写真-8)

- ・半たわみ性舗装のセメントミルク注入不足 (写真-9)
- ・防水層の未設置 (2箇所)
- ・導水パイプの未設置 (1箇所)
- ・スラブドレーンの土砂詰まり (写真-10)
- ・導水パイプの土砂詰まり
- ・舗装下の湿潤状態
- ・床版上面の健全性 (いずれの箇所も健全だった)

なお、令和3年の非破壊調査により健全だと推測されていた開削箇所 f の舗装内部は健全だった。



写真-5 開削箇所 a



写真-6 開削箇所 b



写真-7 開削箇所 c-1



写真-8 開削箇所 c-2



写真-9 開削箇所 d



写真-10 開削箇所 e

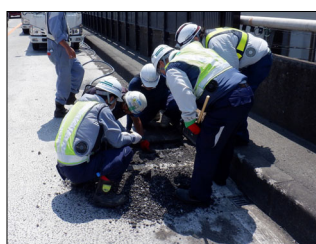


写真-11 調査状況写真

(2) 近接目視調査

橋面の開削調査と同時に床版下面の近接目視調査も実施した。調査方法を図-5に示す。

調査の結果、前回の定期点検より対策区分および健全度が下がるような損傷はみられず、直ちに対策が必要な損傷はみられなかった。

なお、床版下面にうき・遊離石灰がみられたものの、過年度点検時から進展はなく、緊急性は低いと判断し、舗装開削調査結果を踏まえて対策を行うものとした。損傷状況写真を写真-12 および写真-13 に示す。

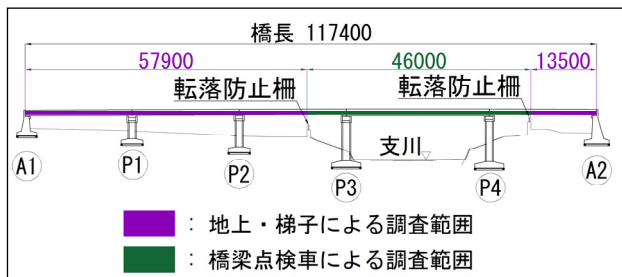


図-5 床版下面の近接目視調査方法



写真-12 床版のうき、
遊離石灰 (A1 部)



写真-13 床版のうき、
遊離石灰 (P3 付近)



写真-14 調査状況写真

5. 補修対策検討

(1) 劣化原因の推定

舗装開削、近接目視による調査結果より、調整コンクリートの土砂化に起因する可能性が高いと推定した。また、土砂化した調整コンクリートが、スラブドレーンや導水パイプの土砂詰まりを引き起こし、排水機能を阻害しているものと推定した。なお、床版防水層や導水パイプが設置されていない箇所があることが調査結果より判明した。

(2) 補修対策の検討

補修対策は床版防水機能の改善を目的として、短期的な応急対策、長期的な恒久対策の2つの補修対策案について検討を行った。

A 案：事後保全型補修対策 (応急対策 (部分的補修))

「スラブドレーンを各径間に新たに設けて、排水機能を確保する。また、舗装は損傷が表面化する毎に部分的な補修を繰り返し行う。」

- ・スラブドレーンを各径間に新設することで、排水機能を確保する。
- ・調整コンクリートの土砂化の原因と舗装下への漏水・滞水の原因が路肩部および伸縮装置部からの雨水の進入であると推定し、スラブドレーンを路肩側の間詰床版部に設置するものとした。なお、設置間隔は「道路橋床版防水便覧」²⁾を参考に5~10m間で配置した。(図-6 参照)
- ・既設スラブドレーンについては、取り換えなどの措置を行うことで新たな床版の劣化要因となり得るため、対策は行わないものとした。
- ・舗装に損傷が生じた際は、その度に部分的な舗装打換えを行うとともに、補修箇所が新たな劣化要因とならないよう防水層の設置や層間の接着性の確保などの止水対策を確実にを行うものとした。(図-7 参照)

B 案：予防保全型補修対策 (恒久対策 (橋面全面補修))

- 「舗装全面の舗装打換えを行うことで、排水障害を除去し、長期的な耐久性を考慮した対策を行う。」
- ・橋面全面を舗装打換えすることにより、長期的な耐久性を考慮した対策を行う。また、既設の調整コンクリートは除去し、新たに横断勾配を形成し、排水性を確保する。(図-8 参照)
 - ・本橋上の路線は交通量が11281台/昼間12時間³⁾と非常に多く、交通規制時間を考慮すると、時間的な制約から調整コンクリートによる横断勾配の再形成は困難とし、横断勾配の形成はアスファルト合材を用いた防水性の機能を兼ね備えた舗装一体型の防水システムを使用するものとする。また、基層についても、時間的な制約を考慮し、温度低下時間が短く早期交通開放が期待できる中温化技術を用いる。
 - ・本路線は大型車両の混入率が31.9%(昼間)³⁾と非常に多いため、表層はわだち掘れの抵抗性に優れる重荷重用・高塑性変形抵抗性ポリマー改質アスファルト、基層は耐水性と耐流動性に優れるポリマー改質アスファルトⅢ型-Wを用いる。
 - ・防水層の設置やアスファルトフィニッシャのタイヤへの付着による層間の接着性低下を抑えたタックコートPKM-T-Qの使用、高い止水性能を有するL型止水テープの使用により確実に止水対策を行う。
 - ・本案の更なる耐久性向上を図る場合、舗装打換えと同時に損傷の対策区分がBであった伸縮装置の取り換えも行い、伸縮装置からの雨水の浸入を防止することが望ましい。

検討の結果、対象橋梁の長寿命化を考慮した場合、耐久性の高い「B案：予防保全型補修対策（恒久対策（橋面全面補修）」を実施することが望ましいものの、工事が大掛かりとなり、膨大な費用を要すること、開削調査、近接目視調査により緊急性を伴わないことから、応急対策をしながら経過観察を行う「A案：事後保全型補修対策（応急対策（部分的補修）」を採用した。

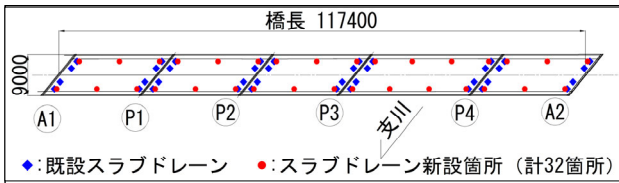


図-6 スラブドレーン新設箇所図 (A案)

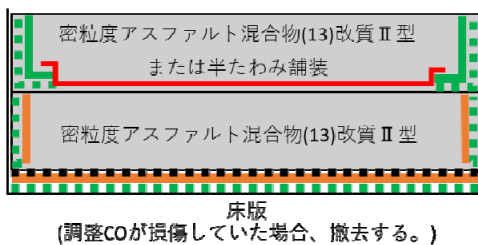


図-7 舗装構成 (A案)

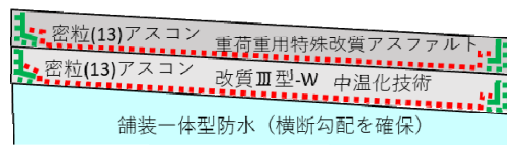


図-8 舗装構成 (B案)

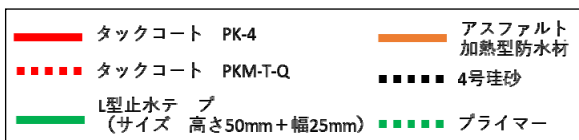


図-9 図-7,8の凡例

あ と が き

本事例では舗装を実際に開削して調査を行うことで、過年度の点検や非破壊調査では確認できない具体的な舗装下の状況を把握できた。また、橋面の補修対策を検討するにあたっては、経済性の問題以外に施工時の交通への影響等も考慮しなければならず、多くの課題があることを実感した。

本事例が今後の橋梁補修の一助になれば幸いである。

最後に、本論文を執筆するにあたりご協力いただいた方々へ御礼申し上げます。

参考文献 (または引用文献)

- 1) 国土地理院 地理院地図 (2022年撮影)
- 2) 道路橋床版防水便覧, 社団法人日本道路協会, H.19.3.20, P.45
- 3) 平成27年度 全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査 集計表
- 4) 橋梁定期点検要領, 国土交通省 道路局 国道・技術課, H.31.3
- 5) PCT 桁橋の間詰めコンクリート点検要領 (案), 国土交通省 道路局国道課, H15.1