

現地レポート

東北地方におけるRC床版の土砂化の現状

田口秀美

1. はじめに

近年、橋梁の高齢化と共に鉄筋コンクリート床版（以下「床版」という。）の損傷が増加してきている。また、その補修を行ったにもかかわらず、数年で再劣化（土砂化）した事例、あるいは床版の抜け落ちの事象も発生している。

床版の劣化については、疲労や水分・塩分の供給等複合的な要因により劣化することが報告されているが、床版上面の土砂化のメカニズムについては、未だ解明されていない部分が多く、床版の補修にあたっては効果的な手法がまだ確立されていない状況である。

現在、東北地方整備局では床版の適切な保全を目的に、指針類を整備し床版土砂化対策に取り組んでいるところである。

2. 床版管理・設計方針

2.1 床版抜け落ちからの教訓

床版上面の土砂化についてはこれまでも多数確認されていたが、効果的な補修ルールが確立されていない状況で、平成25年4月に国道7号「きみまち大橋」の床版抜け落ちが発生。同時期に複数橋梁で床版上面の土砂化が確認されたため、床版の緊急点検を実施している。その後、事故未然防止ルールが定められるなど、この年が東北地方整備局の本格的な床版保全の取り組みの始まりとなっている。

国道7号「きみまち大橋」は、床版抜け落ちの約1年前から舗装ひびわれが発生しパッチングを実施している。その後再度舗装ひびわれが発生したため床版表面の断面修復を実施。しかし早期の再劣化により再度舗装ひびわれが発生するなど、何度も「舗装の異常」が出現していたが、抜け落ちに至っている。

この教訓は、その後の「東北地方における道路橋の維持・補修の手引き（案）H29.8版」（以下

「手引き」という。）に反映され、路面から土砂の噴き出しや舗装ひびわれが発生した場合、早期に舗装開削調査をするなどの初期対応ルールや補修方針が確立した（図-1）。

2.2 管理・補修方針

舗装に異常が見られた床版では、床版下面でも漏水・遊離石灰等の変状が見られることが多く、上下両面の異常は床版抜け落ちの可能性が極めて高いことから、必ず床版下面の状態も確認することを基本にしている。



写真-1 路面からの土砂噴き出しと舗装開削前後の状態

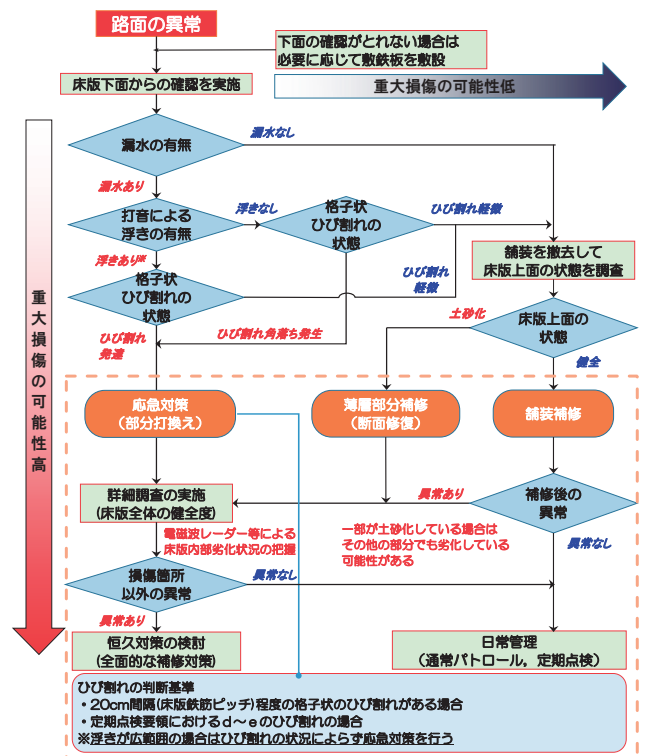


図-1 路面異常確認時フロー



(a) 粘性のある泥状化 (b) 細かく破碎された碎石状 (c) 水平ひびわれ上のブロック状剥離 (d) 健全であるが薄い剥離・肌荒れ状

写真-2 床版上面の脆弱状態の種類 (上段：路面、下段：床版上面)

また舗装開削調査で土砂化が確認された場合の復旧は、これまで脆弱部分を除去して断面修復する方法が多く取り入れられていたが、この方法では十分な効果が得られていなかったことから、床版補修の基本方針は当該範囲を「全厚打換」としている(図-2)。そのため、舗装開削調査後に実施する表面の断面修復は、あくまで「全厚打換」を行うまでの応急復旧の位置づけである。ただし、「全厚打換」を行うまでの期間が長期化することも考慮し、可能な限り再劣化を防ぐための施工方法が取り入れられている。

2.3 新設橋梁設計の方針

「きみまち大橋」の床版が抜け落ちに至ったと考えられる主な原因は、雨水・融雪水の滞水・侵入が床版の劣化の進行を早めたこと。剛性差のある桁配置上での車輪走行位置の固定化などである。

平成25年度に実施した床版緊急点検の傾向では、主桁間隔が広い橋梁、バチ形や斜橋、曲線橋などのたわみ差が生じやすい橋梁で、主桁配置と大型車両の車輪走行軌跡が一致していない場合に床版の損傷が多く確認されている。

そのため現在の鋼橋の設計では、新設時から床版の耐久性を念頭に置き、斜角制限や桁配置等がルール化されている。

3. 床版土砂化対策の実態と課題

3.1 床版土砂化の実態

路面に異常が現れた場合は、舗装開削調査により床版上面の状態を確認することが原則となった

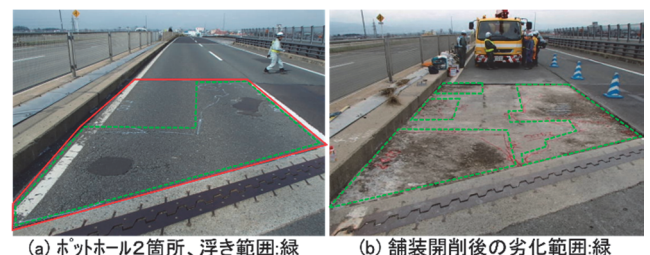
が、開削すると脆弱部の状態は様々である。

脆弱状態を分類(写真-2)すると、粘性のある泥状化(a)、細かく破碎された碎石状(b)、水平ひびわれ上のブロック状剥離(c)、コンクリートは健全であるが表面が薄い剥離・肌荒れ状(d)など、この他に舗装自体が劣化している場合など多様な状態が散見される。また、これら脆弱状態の違いのほか、劣化範囲の広がりや深さについては舗装開削によって初めて得る情報であり、開削範囲の決め方や補修作業量をあらかじめ想定できないことが多い。

3.2 舗装開削調査

舗装開削範囲については、土砂の噴き出し箇所を含め路面からの打音点検等により開削範囲を決定している(写真-3)。しかし、劣化が予想以上に広範囲に進行している場合が多く、手引きでは開削範囲に余裕を持たせることや既設防水層との重ね合わせを考慮した開削幅としている。

また土砂化が確認された場合は、その他でも潜在的に異常箇所が存在している可能性が高いとして、手引きでは床版全体の健全性を確認すること



(a) ホットホール2箇所、浮き範囲:緑 (b) 舗装開削後の劣化範囲:緑

写真-3 舗装開削調査前と開削後劣化範囲

を提唱している。

交通規制等が伴う作業であるため、簡易に床版全体の劣化状態や滞水状態を把握できる技術の活用が今後望まれる。

3.3 床版表面の断面修復

これまで局部的な補修を行った後に、補修箇所が再劣化するケース、または補修隣接部から劣化が現れるケースが見受けられている。

表層を補修する深さや範囲については、劣化部分を確実に除去することが望ましいが、実態は目視や打音・触診により決定している。手引きではコンクリート補修深さは床版上面鉄筋下2cm以上とし、端部を薄くしないことや既設床版に対して衝撃の少ない取り壊し工法を採用し、接着剤の使用や補修材に繊維混入を標準としている(図-3)。

これら補修箇所の施工方法や補修材料については効果の確認や新技術の活用も考慮し、手引きの更なる充実を図っていきたい。



写真-4 舗装の骨材剥離 写真-5 補修箇所再劣化

水している場合であり、水抜き方法が課題である。

平成16年から平成28年までに建設した239橋で防水工の耐久性を調査したところ、54%で漏水・遊離石灰が確認され、うち8割以上は10年以内に漏水が発生していた。このように防水層や止水材については性能低下があることを認識する必要がある。

これらの侵入水は防水層上面では舗装(基層)の損傷(写真-4)や、防水層下面では床版劣化や再劣化(写真-5)を助長させる原因となっており、手引きでは補修部分の防水層と舗装継目等の止水対策の細部構造を具体化している。

ただし、有効な水抜き対策(滞水対策)については具体化されておらず、今後本格的な検討が必要である。

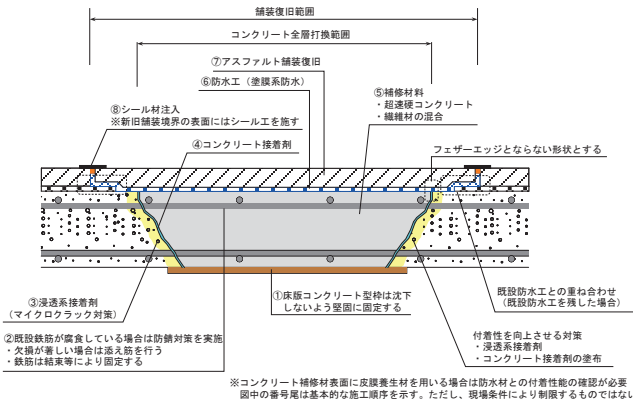


図-2 部分打換(全厚打換)の施工方法

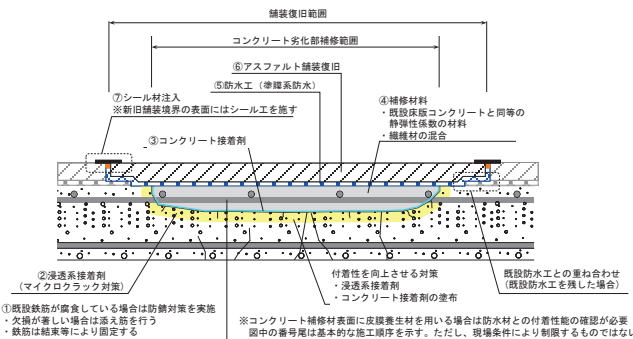


図-3 薄層補修(表面断面修復)の施工方法

3.4 防水・排水システム

水の浸入口は、舗装の継目や地覆端等と想定できるが、防水層下面への侵入経路は明確ではない。一番深刻な症状は、侵入した水の排水先が無く滞

3.5 橋面舗装

アスファルト舗装の基層については、防水層上面の滞水の影響で、舗装混合物下面付近から骨材剥離現象(写真-4)が見受けられることから、現在、耐水性能の高い材料の検討をしている。

3.6 凍結抑制剤の影響

近年、凍結抑制剤(塩化ナトリウム)の散布量が増加していることも劣化要因のひとつと考えられている(図-4)。積雪寒冷地の気象環境と合わせ、劣化の関係を分析する必要がある。

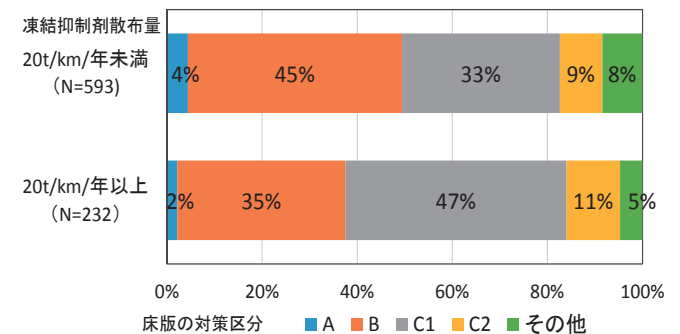


図-4 凍結抑制剤散布量と床版損傷の関係

3.7 定期点検の実態と課題

東北地方整備局管内の定期点検（H26～H30）で、鋼道路橋（溝橋除く）の潜在化する床版土砂化の評価を確認したところ、対象825橋のうち約6割（486橋）で床版土砂化または土砂化の疑いのある舗装ひびわれ「舗装の異常e判定」が発生している。

さらに補修時期の目安となる部材毎の評価で見ると、床版の対策区分（図-5）では、B判定（状況に応じて補修を行う必要あり）やC1判定（予防保全段階）の2区分が多く、このうちB判定の内訳では約5割が床版土砂化または土砂化の疑いのある舗装のひびわれ「舗装の異常e判定」を保有している。また路面の対策区分（図-6）では、M判定（維持工事に対応する必要あり）が大半を占め、この内訳の約7割が「舗装の異常e判定」を保有していることがわかる。

以上から、点検結果の「部材毎の対策区分」では、床版や舗装はひとつの部材の評価となり、スポット的で小規模な舗装ひびわれや土砂化は低評価となりやすく、軽視されやすい損傷であることに注意したい。「きみまち大橋」も直前点検では床版B判定、路面M判定であったが、路面の局所的損傷が急速に劣化進行している。

このように、潜在化する床版上面の土砂化については、路上からの目視や定期点検結果からも判別が難しい損傷であり、今後は点検記録の工夫や可視化を意識する必要がある。対応としては、定期点検での「舗装の異常e判定」は床版に不安を抱えている橋梁という危機感を持ち、外観目視での評価ではなく、必ず詳細調査を実施して、床版の状態を正しく評価すること。調査が実施できない場合は判定区分S1（詳細調査の必要あり）として早期確認の必要性和所見を残すことである。

また、詳細調査については床版コンクリートだけでなく、防水機能の状態や舗装混合物の状態、さらには水侵入経路も調査して、原因排除に努めたい。

4. おわりに

現在、床版新設時については東北地方の環境に適した耐久性確保の検討を進めているところである。

一方、保全面では「手引き」を作成して床版土

表-1 対策区分の凡例（橋梁定期点検要領）

判定区分	判定の内容
A	損傷が認められないか、損傷が軽微で補修を行う必要がない。
B	状況に応じて補修を行う必要がある。
C1	予防保全の観点から、速やかに補修等を行う必要がある。
C2	橋梁構造の安全性の観点から、速やかに補修を行う必要がある。
M	維持工事に対応する必要がある。
S	(S1)詳細調査の必要がある。(S2)追跡調査の必要がある。

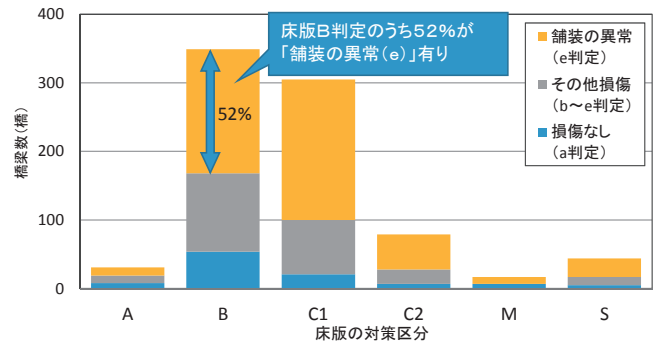


図-5 床版の対策区分の内訳（舗装損傷程度）

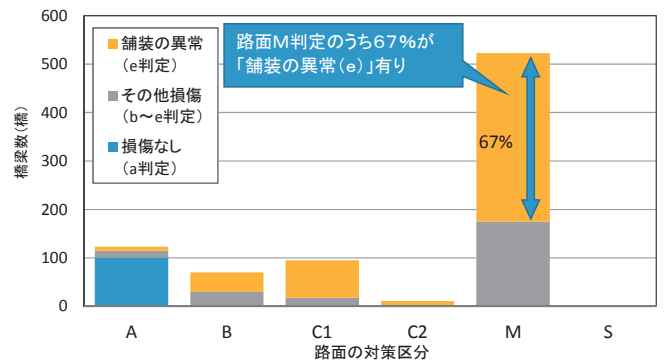


図-6 路面の対策区分の内訳（舗装損傷程度）

砂化対策は一步前進したところであるが、原因排除としての滞水調査や排水対策検討など解決すべき課題もある。補修方法や止水対策等については今後効果検証を行い、確実な床版保全を目指していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 東北地方整備局：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き（案）、2017.8
- 2) 東北地方整備局：設計施工マニュアル（案）[道路橋編]、2017.3

田口 秀美



執筆当時 国土交通省東北地方整備局
道路部道路管理課道路構造保全官、
現 道路部道路工事課 課長補佐
Hidemi TAGUCHI