

凍結防止剤散布環境下における実橋 RC 床版のコンクリート性状の変化

株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北 正会員 ○早坂 洋平
 岩手大学工学部社会環境工学科 正会員 羽原 俊祐
 東日本高速道路株式会社 正会員 加藤 哲
 株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北 法人会員 光岡 達之

1.目的

東北地方の高速道路に架設されている橋梁の RC 床版は、冬期間に散布される凍結防止剤によって生じる塩害や環境による凍害との複合劣化で、コンクリート表面が砂利のように変化する現象（以下、砂利化と示す）が生じている。このコンクリートの変状は、供用中の舗装下で損傷として進行することから、舗装表面にポットホールなどの変状として発見されるときには、すでに床版上面はコンクリートとしての性状を保持していない状況になっている。そこで、早期に供用中の RC 床版のコンクリート性状を把握し、砂利化を未然に予防しなければならない。したがって、本研究では、供用開始から 32 年経過した実際の床版コンクリートを用い、この砂利化が進行する過程を把握することを目的とし、様々な床版上面の変状ごとにコンクリート性状の違いに関して検討した。

2.RC 床版の変状グレード

変状グレード分けや試料採取は、試験結果に影響が無いよう、同一橋梁の RC 床版とし、本研究で対象とした橋梁は、表-1 に示す岩手県内に架設されている橋梁とした。また、RC 床版上のコンクリート状況を図-1 に示すように、コンクリート表面が比較的健全なものから、砂利化が深さ方向に 40mm 程度（上縁鉄筋かぶり位置付近）進行したもので、4 つのグレード分け、それぞれの状況ごとに採取したコア試料で試験を実施した。なお、コア試料は、RC 床版の鉄筋ピッチを考慮して、φ50×100mm 程度とし、各グレードから 1 本ずつ計 4 本採取し、各種試験を実施している。

表-1 対象橋梁の諸元

橋 長	254.40m
上部工形式	PC 連続合成桁
床版形式	RC 床版
床版厚さ	190mm
上縁鉄筋かぶり	40mm
設計基準強度	24.0(N/mm ²)
防水工の有無	無し
橋面舗装	75mm (As 舗装)
供用年数	32 年
所在地	岩手県

グレード	変状形態	状況写真
1	健全 (コンクリート表面に変状が見受けられない)	
2	ブロック化 (コンクリート表面がブロック状に細分化)	
3	砂利化 【深さ 20mm】 (コンクリート表面のみが砂利のように細粒化)	
4	砂利化 【深さ 40mm】 (上縁鉄筋付近まで砂利のように細粒化)	

図-1.RC 床版上の砂利化グレーディング

3.試験概要

3-1.試験項目

床版上面に生じるコンクリートの砂利化現象は、塩害や凍害などによる複合劣化が主要因であると考えられること、さらに、砂利化が進行すると舗装面にセメント分と思われる析出物が見受けられ、コンクリート成分が溶け出しているとも考えられた（図-2）。そこで、砂利化のグレーディングごとに採取したコアより、これらの事象を確認することを目的とし、表-2 に示す試験を実施した。



図-2 セメント分析出

キーワード コンクリート床版, 凍結防止剤, 塩害, 凍害, 砂利化

連絡先 〒980-0013 仙台市青葉区花京院 2-1-65 花京院プラザ 株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北 TEL022-713-7277

表-2 コア試料分析項目

試験項目	目的	評価手法
X線回折	深さ方向のセメント水和物の化学組成の変化を確認	水和物の変化
蛍光X線分析	深さ方向のセメントペーストないしはモルタルの化学組成の変化を確認	元素量の変化
細孔径分布	深さ方向の細孔径分布を確認	全細孔量 インクボトル空隙量 細孔径分布
EPMA分析	深さ方向への塩分分布を確認	塩分濃度など

3-2.試料調整

現地より採取したコアを用いて、3-1 に示した試験を実施するにあたり、コアを軸方向へ切断し、一方の試料でEPMA分析を行った。

また、もう一方の試料は、深さ方向へ約10mmピッチに切断し、さらに所定の深さごとに5mm角に調整した。その後、5mm角の試料の一つを細孔径分布試験に使用し、それ以外の試料は、粉碎後、可能な限り骨材を除去し、X線回折や蛍光X線分析に使用した。

3-3.試験実施試料の留意点

試験を実施するにあたり、深さ方向への変状を確認するが、採取したコアに関して全層実施すると時間などを非常に要する。そこで、表層部(健全部と砂利化部やその境界)、上縁鉄筋部(コンクリート中の鋼材腐食が耐久性・耐荷性に影響を及ぼすため)、深部(劣化などのコンクリートの変状がほぼない)に着目し、グレードごとに試験を実施することを基本とした。

4.試験結果

各試験で得られた結果のまとめを下記に示す。

4-1.X線回折

- ・ 表層部において、健全部と砂利化部では、水和物の変化に顕著な差は生じない。
- ・ 深さ方向への分布より、表面より深い位置でセメント水和物を有している。
- ・ 上縁鉄筋付近の深さでは、健全部では水酸化カルシウム分が多く、砂利化部では、エトリンガイトなどを多く有している。

4-2.蛍光X線分析

- ・ 表層部において、砂利化程度の違いにより、元素量に顕著な差は生じない。
- ・ 上縁鉄筋付近の深さでは、健全部と比較して砂利化部では、Al・Fe・Mgの割合が多くなっている。
- ・ 砂利化が生じている同一コアで比較すると、表層

部ほど、Ca・Al・Fe・Mgの割合が少ない。

4-3.細孔径分布

- ・ 径の大きさごとの分布を比較すると、健全部では0.1~1.0μmの分布が多く、砂利化部では、0.008~0.05μmの分布が多くなっている。
- ・ インクボトル空隙量に関して、健全部では砂利化部よりも少ない。
- ・ インクボトル空隙量を砂利化が生じている同一コアで比較すると、コア部よりも砂利化部で多くなっている。

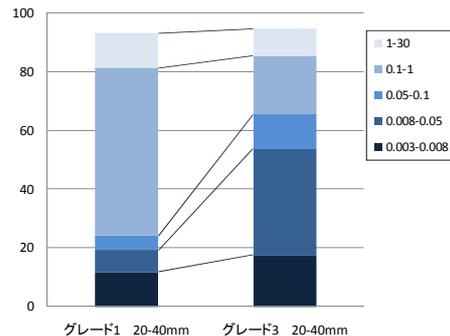


図-3 径の大きさごとの割合

4-4.EPMA分析

- ・ 砂利化が生じている箇所では、高濃度の塩分が表層からほぼ均等に分布しており、健全部では塩分の浸透はほとんど見受けられない。

【健全部(グレード1)】

【砂利化(グレード3)】

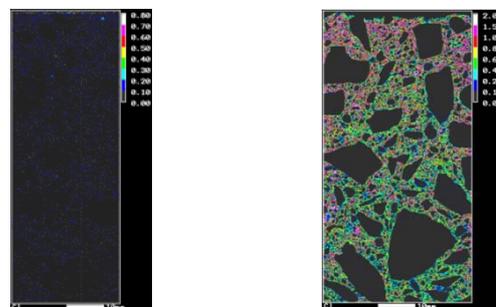


図-4 健全部と砂利化部の塩分濃度分布

5.まとめ

本検討では、供用中のコンクリート床版の変状を様々な試験を実施して結果の比較検討を行ったところ、以下のことが明らかになった。

- 1) 蛍光X線分析により、Ca・Al・Fe・Mgの割合に着目する。
- 2) 細孔径分布により、径の大きさごとの分布状況とインクボトル空隙量に着目する。
- 3) 塩分濃度の浸透傾向に着目する(高濃度・深さ方向へ均等に分布など)。

また、今後の凍結防止剤散布環境下でのコンクリート床版の維持管理を効率的に実施していくために、これらの得られた結果が役立つものと考えられる。