

実物大鋼主桁上RC床版モデルによる種々のコンクリートの耐久性評価

日本大学 学生会員 ○梅津 政孝 日本大学 学生会員 功刀 裕貴
 日本大学 正会員 前島 拓 日本大学 フェロー 岩城 一郎

1. はじめに

東日本大震災からの復興にあたって、社会インフラの長寿命化を念頭に高耐久性なコンクリート床版の開発と施工が求められている。特に、甚大な被害を受けた東北地方では、冬季に凍結防止剤が大量散布されることから、厳しい塩分環境下においても耐久性に優れたコンクリート床版の実現が望まれる。以上の背景の下、当研究室では一昨年度から昨年度にかけて、キャンパス内に実際の道路橋コンクリート床版の施工を想定し、主桁の拘束条件を再現した実物大鋼主桁上コンクリート床版を6体作製し、実環境下における床版の膨張収縮挙動の計測および透気試験等によるコンクリート表層品質の評価を行った¹⁾。そこで本研究では、約1年間の屋外暴露試験を実施した上記コンクリート床版からコアを採取し、凍結防止剤散布下で促進される材料劣化に対する耐久性について実験的に検討した。

2. 実験概要

表-1 に実験条件を示す。6種類の床版の特徴は、1) 本実験の基準となる水セメント比 $W/C=55\%$ 、空気量を 4.5% とした標準仕様、2) $W/C=65\%$ 、空気量を 3.0% とした低品質仕様、3) 標準仕様に上面湛水養生を施した養生対策案、4) 標準仕様と同配合のコンクリート打込み時において、コンパクタ機を用いた締固めを実施した機械仕上げ案、5) $W/C=45\%$ として緻密化させ、耐凍害性の観点より空気量を 6.0% とし、加えて膨張材(EX)の添加によるひび割れ防止対策を施した高耐久仕様、6) 高耐久仕様のコンクリートにフライアッシュ(FA)を加えることで更なる緻密性を向上させた最上級仕様の計6体である。各床版の養生方法を表-1 に示す。耐久性試験は塩分浸透試験およびスケーリング試験を実施した。供試体は床版上面から主桁間でコアを採取した後、整形した。塩分浸透試験は、試験面を床版上下面とし、温度 40°C 、相対湿度 60% の環境下で $3\% \text{NaCl}$ 水溶液を湛水させた。なお、塩分浸透期間は促進開始から91日及び182日であり、塩分浸透試験後に試験面より深さ 30mm まで 3mm 間隔で粉末試料を採取し、イオンクロマトグラフ法により塩化物イオン濃度を測定した。スケーリング試験は試験溶液に $3\% \text{NaCl}$ 水溶液を用い、スケーリングの採取は ASTM C 672 に準拠した。また、試験を行ったところ、測定結果のばらつきが大きいことが判明したため再試験を実施し、2回の試験で総合評価することとした。標準仕様については床版上下面でのスケーリング抵抗性を比較するため、床版下面を試験面とした供試体についても検討した。

3. 実験結果及び考察

図-1に一年間の暴露試験結果として、材齢365日時点での透気試験結果を示す。図より、いずれの床版においても床版下面よりも上面で透気係数が低く、床版上面の表層品質が高い結果を示した。また、

表-1 各床版の主な使用

	床版の種類	W/C (%)	空気量 (%)	養生方法
No.1	標準仕様	55	4.2	湿布養生7日
No.2	低品質仕様	65	2.7	湿布養生7日
No.3	標準仕様-養生対策案	55	4.7	湿布養生7日+上面湛水養生84日
No.4	標準仕様-機械仕上げ案	55	4.8	湿布養生7日
No.5	高耐久仕様(膨張材)	45	5.6	湿布養生7日
No.6	最上級仕様(膨張材+FA)	45	5.9	湿布養生7日+上面湛水養生84日



写真-1 実物大橋梁全景

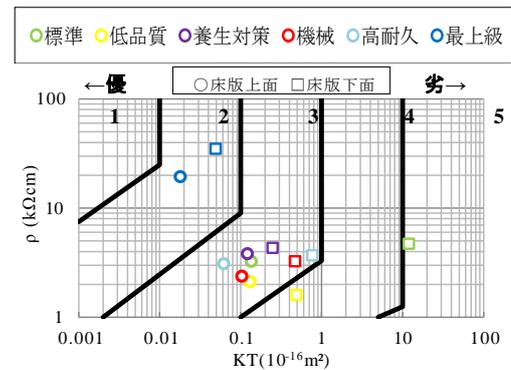


図-1 透気試験結果

キーワード 実物大鋼主桁 RC床版 塩害 凍害

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地

TEL 024-956-8721

最上級仕様については、床版上下面でグレード2を示し、他の床版よりも明らかに表層品質が優れた結果であった。最上級仕様以外の5体については概ね同程度のグレードであったが、標準仕様の下面については最も透気係数が高い結果を示した。図-2に塩化物イオン濃度分布を示す。なお、養生対策案(182日)は信頼性のある結果が得られなかったため、示していない。床版下面からの塩分浸透試験結果については、代表値として促進91日時点での標準、低品質、最上級仕様の結果を示す。図より、床版上面からの塩分浸透は浸透面から30mmの深さにおいて、最上級仕様、高耐久仕様で高い塩分浸透抑制効果を示した。これは、低水セメント比であることに加え、最上級ではフライアッシュを外割混和し、湿潤養生を継続したことにより、極めて緻密な細孔組織が得られたためと考えられる。床版下面からの塩分浸透については、標準仕様、低品質仕様ともに床版上面より下面で塩化物イオンの浸透が顕著であった。これらの結果は前述した透気試験による表層品質の評価と整合する結果であり、床版下面は上面に比べ水分の供給が十分でないため、細孔組織の緻密性に違いが生じたものと考えられる。また、機械仕上げ案については促進日数182日において標準仕様よりも塩化物イオンの浸透が見られ、本実験では施工の工夫による抑制効果は認められなかった。図-3にスケーリング試験結果を示す。図より、2回の試験結果を比較すると、各床版で多少のバラツキはあるものの、低品質仕様ではどちらの試験でも0.3kg/m²以上のスケーリング量が見られ、他の床版よりもスケーリング量が多い結果となった。一方で、最上級仕様、高耐久仕様についてはどちらの試験でもスケーリング量が0.3kg/m²以下であり、スケーリング抵抗性が極めて高い結果を示した。これは空気量6%、W/C=45%としたことでスケーリングを抑制したのと考えられる。また、標準仕様については、上面よりも下面で50サイクル時のスケーリング量が若干小さく、前述した透気試験の結果とは異なる傾向を示した。

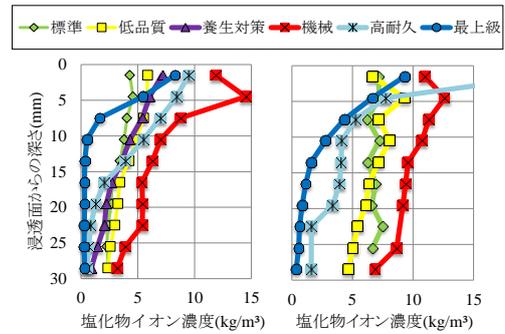
4. まとめ

実物大コンクリート床版から採取したコアを用いた各種耐久性試験の結果より、最上級仕様および高耐久仕様は優れた塩分浸透抵抗性、スケーリング抵抗性を有することが確認された。特に最上級仕様については床版上下面で極めて優れた表層品質および耐久性が示された。今後は、本実験で得られた結果をマルチスケール解析に反映し、各床版の再現解析を行うとともに、実験結果および解析結果により得られた結果を基に、凍結防止剤散布下においても十分な耐久性および耐疲労性を有するコンクリート床版の開発・実装を進める予定である。

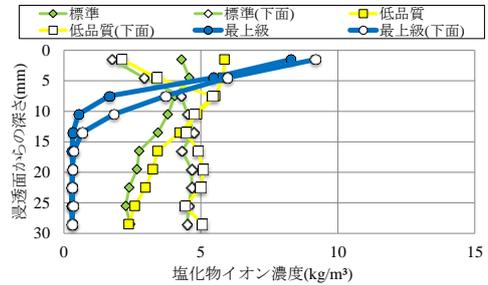
謝辞：本研究は（一社）日本橋梁建設協会、太平洋セメント(株)、スリーエムジャパン(株)、三井住友建設(株)、BASFジャパン(株)との共同研究により行われた。また、本研究の一部は科学研究費基盤研究（A）15H02259の助成を受けて行われた。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】

1) 岩城, 江頭, 岸良, 渡邊, 樋口, 阿合: 「ロハスの橋」プロジェクト, 橋梁と基礎, pp26~31.2016.2.

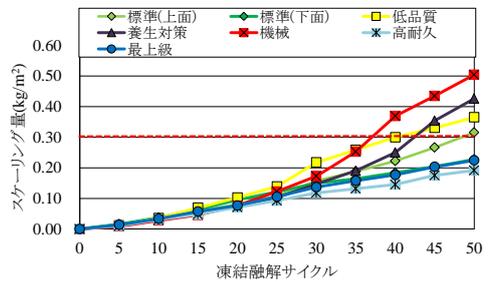


(a) 91日上面 (b) 182日上面

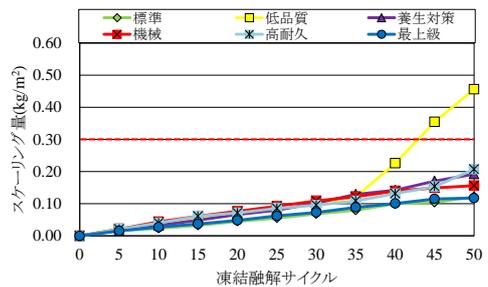


(c) 91日下面

図-2 塩化物イオン濃度分布



(a) 一回目



(b) 二回目

図-3 スケーリング量