

特殊コンクリートにおける若材齢時の塩分浸透特性

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋（株） 正会員 ○有馬直秀，石川裕一
長岡工業高等専門学校 学生会員 坂井亮磨，正会員 村上祐貴

1. 目的

凍結防止剤による塩害は，高速道路橋の鉄筋コンクリート床版（以下，RC床版）の上面劣化や，老朽化に伴う伸縮装置からの漏水により上部構造のけた端部が劣化しやすい¹⁾．高速道路の維持管理では，利用者の安全で快適な走行を確保するため迅速な補修対策が求められ，補修材料はコンクリートの練混ぜから数時間で所定の圧縮強度が発現される特殊コンクリート，すなわち速硬コンクリートおよび超速硬コンクリートが用いられることが多い²⁾．本研究は北陸地域における凍結防止剤の塩害を想定したコンクリート補修材料の基礎資料を提供する目的として，若材齢において特殊コンクリートを塩水噴霧により塩害を促進させた試験（以下，塩害促進試験）を行い，特殊コンクリートの凍結防止剤による塩害に対する耐久性を検討した．具体的には，実務で使用される補修材料について有機繊維を混入したコンクリートの配合条件を考慮した供試体を製作し，塩害促進試験後においてコンクリート補修材料の塩化物イオン濃度（以下，塩分）を電位差滴定法や，電子線マイクロアナライザ（以下，EPMA）で調べ，コンクリート材料に浸透する塩分を視覚的に把握する．

2. 塩分浸透の実験

2.1 使用材料

表－1は実験で用いるコンクリート材料の配合を示す．配合条件は建設段階で標準的に使用される普通コンクリートと，維持管理段階で使用される特殊コンクリートとした．特殊コンクリートの種類は，普通コンクリートに速硬性混和材や調整剤を添加する速硬コンクリートと，超速硬ポルトランドセメントを用いる超速硬コンクリートを使用する．いずれの特殊コンクリートも北陸地域の高速道路の補修で標準的に用いられるコンクリート材料である．

2.2 実験方法

コンクリートの補修材料に塩分を強制的に浸透させるため，JIS K 5600-7-1 に準じて塩害促進試験を実施した．塩害促進試験に用いる複合サイクル試験は，試験温度を 40℃に設定し，塩分の混入量 50g±10g/l の塩水を 1 日間噴霧，6 日間乾燥させる 1 連の操作を 9 サイクルさせた．その後，コンクリート供試験体の塩分浸透状況を確認するため，塩水噴霧面から深さ 5mm 毎にスライス・粉砕し，JIS A1154 の電位差滴定法に準拠し，全塩化物イオン濃度分布を調べ，また EPMA 分析により塩素元素の分布状況を調べた．なお塩水を噴霧する面は，最少かぶり面とし，その他の面は，外部からの塩分浸透を防ぐためエポキシ樹脂で被覆した．

表－1 コンクリートの配合

コンクリート種別	W/C [W/P] (%)	G _{max} (mm)	単位量 (kg/m ³)							速硬性 混和材	調整剤水溶液	
			W	C	S	G	繊維	AE減水剤 [高性能AE減水剤]	AE助剤		W	調整剤 (P×%)
普通	48	20	162	338	755	1032	11.6	C×0.25%	C×0.002%	—	—	—
速硬	[36]	20	162	338	755	1032	11.6	C×0.25%	C×0.002%	145	10	P×0.7
超速硬	38	20	150	400	798	1034	11.6	[C×1.00%]	—	—	—	—

※P：結合材（セメント＋速硬性混和材）

キーワード 速硬性混和材，特殊コンクリート，塩分浸透，塩害

連絡先 〒920-0025 石川県金沢市駅西本町 3-7-1 TEL. 076-264-7872 E-mail : n.arima.a@c-nexco-hen.jp

2.3 実験結果

塩分の分布を図-1に示す。塩分の浸透は、普通コンクリート、速硬コンクリート、超速硬コンクリートの順に少なくなった。速硬コンクリートおよび超速硬コンクリートでは、コンクリート表面から15mm以深の塩分濃度は鋼材の腐食限界の 1.2kg/m^3 以下となった。EPMA分析の結果を図-2に示す。特殊コンクリートは、普通コンクリートに比べてコンクリート内部への塩分浸透の深さが少ないことが分かる。

3. 塩分浸透の考察

橋梁路面に散布される凍結防止剤による塩分は、舗装体にひび割れが発生しない限り、防水層により遮断されるため耐久性への影響は少ない。北陸自動車道で取替えた床版の塩分分布より塩害に対する耐久性照査を実施した結果を以下に示す。供用開始から36年が経過し劣化した床版の塩分浸透状況より、コンクリート表面における塩化物イオン $\text{Co}=2.6\text{kg/m}^3$ とし³⁾、拡散係数 $\text{Dd}=0.5\times 10^{-8}\text{cm}^2/\text{s}(\text{W/C}=0.4)$ と設定した⁴⁾。フィックの拡散方程式を用いてRC連結ジョイントの30年後の塩分浸透予測の結果を図-3に示す。 $\text{W/C}=0.4$ 時において、鉄筋位置での腐食限界量である 1.2kg/m^3 に到達しないことから、 $\text{W/C}[\text{W/P}]$ の小さい特殊コンクリートの拡散係数は上記設定値よりも小さいと予想され、塩害に対する高い耐久性を有しているものと考えられる。

謝辞：この実験に用いたコンクリート材料は太平洋マテリアル株式会社より提供を受けました。ここに感謝を表します。

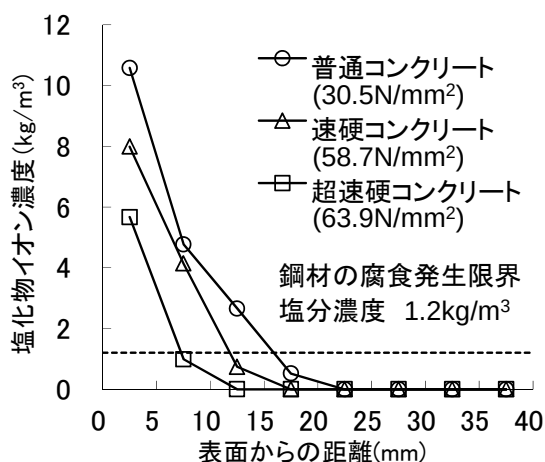


図-1 塩化物イオン濃度と表面からの関係

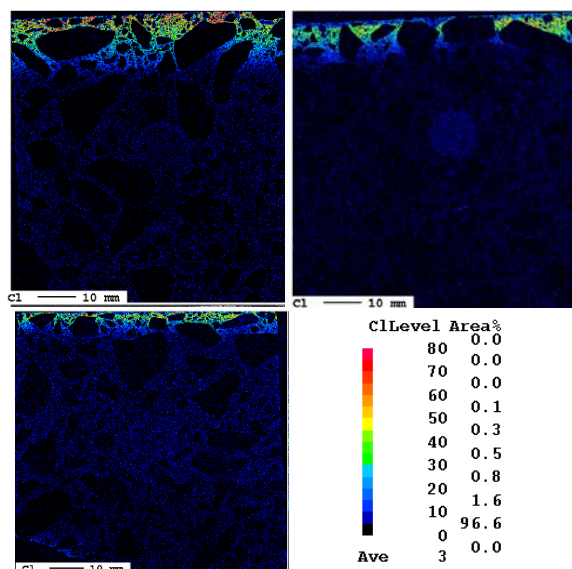


図-2 EPMA 分析の結果

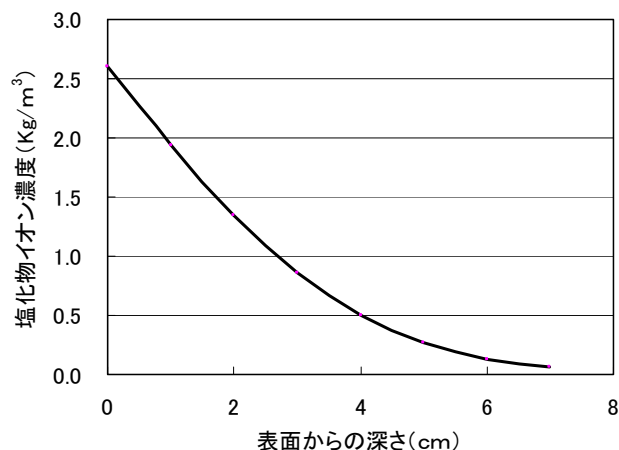


図-3 30年後の塩分予測結果

参考文献

- 1) 熊谷和夫他：北陸地方の橋梁けた端部のコンクリート部材の損傷特性と劣化推移，土木学会論文集，No798，pp31-39，2005.9
- 2) 財団法人 高速道路調査会：上面増厚工法 設計施工マニュアル，2006.11
- 3) 石川裕一他：劣化した道路鋼橋 RC 床版の凍結防止剤による塩分浸透特性，コンクリート工学年次論文集，Vol32，pp.1393-1398，2010
- 4) 青山實伸他：厳しい塩害環境下のコンクリート橋の塩分浸透性と耐久性能評価，コンクリート工学年次論文集，Vol29，pp.999-1004，2007