

混和材を配合したセグメントの塩分浸透抑制効果に関する実験的検討

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○細川 一樹, 正会員 池本 宏文, 正会員 石井 祐太

1. はじめに

高炉スラグ微粉末やフライアッシュを混和材として配合したコンクリートは、塩分浸透抑制効果が期待できる。現在の土木学会や鉄道の設計標準では、混和材を配合したコンクリートの遮塩性について一定程度考慮されているが、遮塩性の経時変化については十分に評価されるには至っていない。大野らの研究¹⁾では、混和材を配合したコンクリートの塩化物イオン浸透性について、配合や養生条件を変えて配合したコンクリート試験体を用いて塩分浸漬試験を実施し、1年間の浸漬結果から遮塩効果について確認するとともに、塩分浸透予測を行っている。

本稿では、3年間の浸漬結果から、混和材を配合したコンクリートの塩分浸透抑制効果を確認するとともに、1年間の試験結果に基づく予測と3年間の試験に基づく予測結果について比較を行ったので報告する。

2. 試験方法

配合条件や養生条件を変えた直径100mm、高さ150mmの円柱供試体を5種類作製した。コンクリートの配合条件と養生条件を表-1に示す。試験体は側面にのみエポキシ樹脂を塗布し、下側半分が塩水に浸かるように浸漬した。塩水の濃度は10%とし、室温20°Cの環境下で保管した。所定の塩水浸漬期間が経過した試験体は、圧縮試験機により縦方向に割裂し、割裂面をドリルで削孔して試料を採取した。採取したコンクリート粉を蛍光X線装置にかけて塩化物イオン量を測定した。

3. 試験結果

図-1に3年間塩水浸漬した時点における塩化物イオン濃度分布を示す。また、Fickの第二法則に基づく近似曲線に基づく拡散方程式により近似した曲線をあわせて示す。混和材を配合したコンクリートの塩分停滞傾向がみられる浸漬面から20mm深さの位置での塩化物イオン濃度は、OPCでは5.35mm、B50は0.36mm、B75は0.30mm、B50+FA10は0.46mm、FA30は0.80mmであり、混和材を配合したコンクリートの塩分浸透抑制効果を確認した。

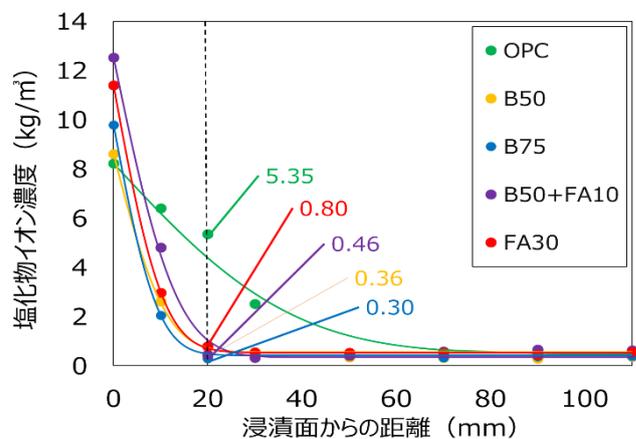


図-1 塩化物イオン濃度分布 (3年塩水浸漬)

4. 見掛けの拡散係数および表面塩化物イオン濃度の経時変化

図-2に各配合の拡散係数、表面塩化物イオン濃度の実測値及び井口らの提案式に基づく近似式²⁾を示す。拡散係数の近似式の決定係数(R^2)は、0.8~1.0の範囲であり、実測値をよく表現している。一方で、OPCの表面塩化物イオン濃度の近似式は、決定係数が0.15であった。

表-1 コンクリートの配合条件、養生条件

試験体 No.	配合	配合条件											養生条件							
		W/P (%)	S/a (%)	粉体量 (kg/m³)	空気量 (%)	表面水 (%)	単位量(kg/m³)								蒸気養生		水中養生		気中養生	
							水 密度 1	セメント 密度 3.16	高炉スラグ 微粉末 密度 2.89	膨張材 密度 2.93	フライ アッシュ 密度 2.2	細骨材 密度 2.72	粗骨材 密度 2.65	減水剤 密度 1.06	温度	時間	温度	日数	温度	日数
1	OPC	42.4	40.0	330	2	0.0	140	297	0	33	0	799	1168	2.64	50°C	6時間	15°C	3日	20°C	28日
2	B50	38.5	40.0	364	2	0.0	140	146	182	36	0	782	1142	2.08						
3	B75	33.0	40.0	424	2	0.0	140	64	318	42	0	757	1106	2.12						
4	B50+FA10	34.1	40.0	410	2	0.0	140	123	205	41	41	759	1109	2.26						
5	FA30	32.4	40.0	432	2	1.39	140	268	0	35	130	745	1088	2.51						

* B50: 配合Nの普通ポルトランドセメントのうち、50%を高炉スラグ微粉末で内割置換した配合
 * B75: 配合Nの普通ポルトランドセメントのうち、75%を高炉スラグ微粉末で内割置換した配合
 * B50+FA10: 配合Nの普通ポルトランドセメントのうち、50%を高炉スラグ微粉末、10%をフライアッシュで内割置換した配合
 * FA30: 配合Nの普通ポルトランドセメントのうち、30%をフライアッシュで内割置換した配合

キーワード 塩化物イオン, 混和材, 拡散係数, 高炉スラグ, フライアッシュ

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号 JR 新宿ビル TEL: 03-3379-4353 E-mail: hosokawa-kazuki@jreast.co.jp

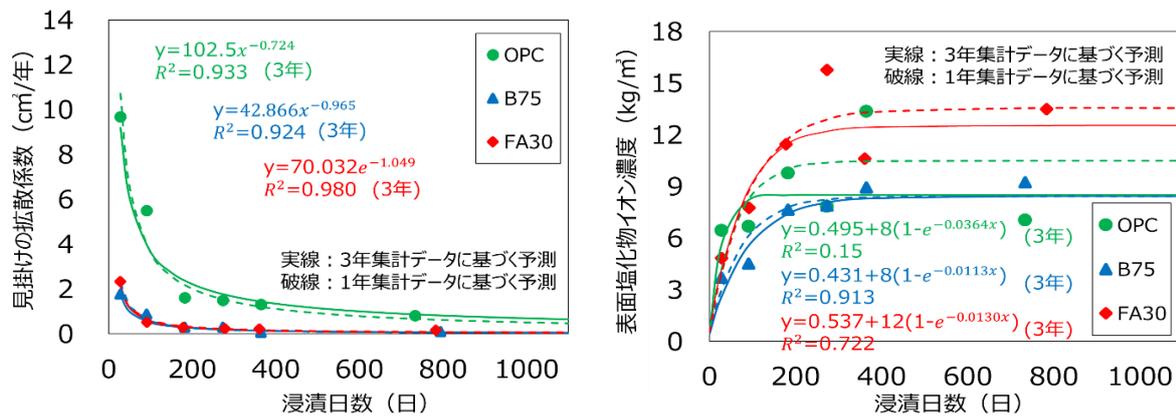


図-2 見掛けの拡散係数，表面塩化物イオン濃度

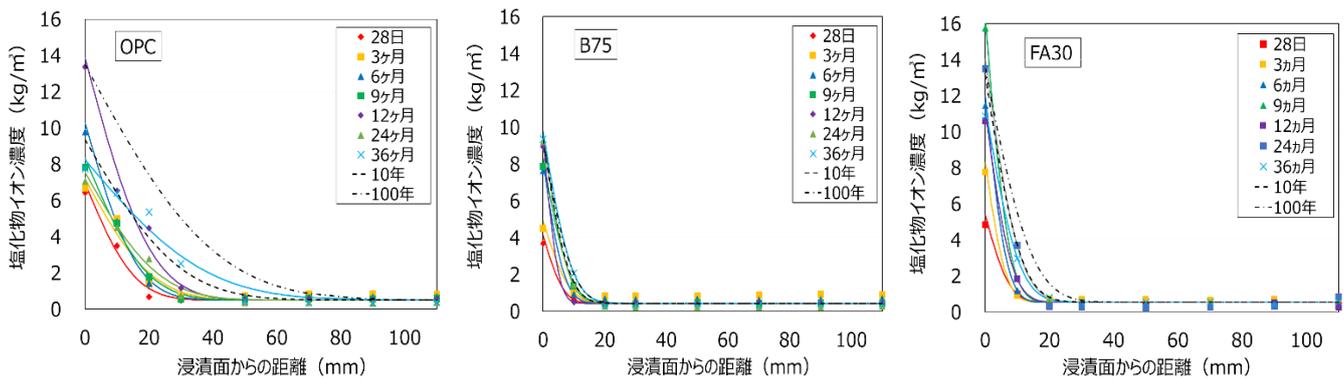


図-3 塩化物イオン濃度分布の推測値 (左：OPC，中央：B75，右：FA30)

5. 塩分浸漬予測の実施

図-3 に、図-2 より算出した近似式を用いた各配合の塩化物イオン濃度分布予測結果を示す。ここでは、浸漬期間 100 年までの推定値および試験結果をあわせて記載している。浸漬面から 20mm の塩化物イオン濃度に着目すると、OPC では時間の経過とともに塩分が浸透するのに対し、混和材を配合したコンクリートは塩化物イオンの浸透が抑制されていることが分かる。

6. 1 年間，3 年間の試験結果に基づく予測結果の比較

図-4 に、1 年間，3 年間の試験結果に基づいて、構造物の設計耐用年数となる 100 年後の予測結果を示す。1 年間と 3 年間の予測結果を比較すると、B75 と FA30 は概ね一致する傾向となったが、OPC では傾向が異なる結果となった。これは、OPC では浸漬面において計測結果にばらつきがあったため、予測結果に差が生じたためであると考えられる。

7. おわりに

本稿では、混和材を用いたコンクリート試験体を用いて 3 年間の塩水浸漬試験を実施し、以下の知見が得られた。

- ・混和材を配合したコンクリートの塩分浸透抑制効果を確認した。

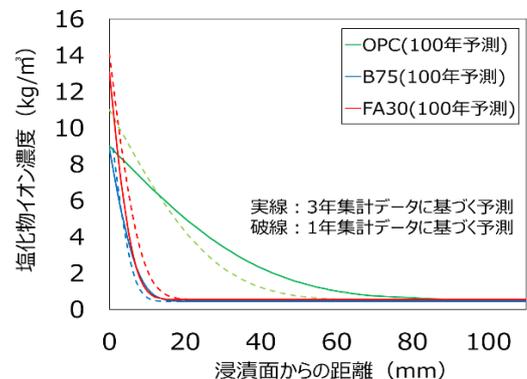


図-4 実測値と予測結果の比較

- ・塩分浸漬予測結果から、OPC では時間の経過とともに塩分が浸透するが、混和材を配合したコンクリートは塩化物イオンの浸透が抑制されることを確認した。
- ・1 年間と 3 年間の試験結果から 100 年後を予測した結果、B75 と FA30 は概ね一致する傾向となった。

参考文献

- 1) 大野ほか：混和剤を混合したコンクリートの遮塩効果に関する実験的検討，土木学会第 72 回土木学会年次講演会
- 2) 井口ほか：フライアッシュを混和材に用いたコンクリートの遮塩に関する実験的検討，コンクリート工学年次論文集，vol. 32，No. 1，2016