

遮塩効果を持ったコンクリート配合に関する実験的研究

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○今井 俊一郎 小林 寿子 井口 重信

1. はじめに

火力発電所などで燃焼の副産物として生成される石炭灰(フライアッシュ、以下FA)をコンクリートに添加することで、表層付近のコンクリートが緻密化され、塩化物イオンの浸透を抑制することが定性的に知られている。このFA添加による遮塩効果を定量的に把握するために、FAの種類や混合率を変えたテストピースを製作し塩水に浸漬し、予め定めた浸漬期間を経た後に塩化物イオン濃度測定を実施している。測定は5年間を予定しているが、本報告では浸漬28日までの初期性状とその考察について報告する。

2. 試験体概要

試験体は圧縮強度試験で用いるテストピースのサイズ(φ100mm×L200mm)とした。

配合は当社の鉄道高架橋で実績がある27-12-25 N (FA20%, 内割⇒セメント量の20%をフライアッシュに置換している)を基本に、FAの混合率、内割・外割、養生期間、養生温度等をパラメータとし、表-1のように高炉セメントB種及びフライアッシュI種品を混合した試験体も含め計24種類とした。試験体は1種類あたり10本とし、計240本製作した。

3. 試験体浸漬と測定方法

試験体は、塩化物イオンの浸透方向を制御するため表面にエポキシ樹脂を塗布した。エポキシ樹脂塗布方法と浸漬方法を図-1に示す。

試験体は濃度10%の塩水を張った屋内の水槽に浸漬させている(写真-1)。水槽の寸法は2.0m×3.0m×0.5mで水深は0.3mとした。

塩分濃度は濃度計で常時確認し、水分蒸発により濃度が上がった場合は水道水を足して概ね10%を維持するように努めている。室内の気温は15℃~20℃、塩水温は15℃前後である。

測定は、予め定めた浸漬期間(0d,7d,28d,3m,6m,12m,24m,36m,48m,60m : d=日 m=月)を経過するごとに1配合につき1本を半分に割裂し、セメントペースト部分を電動ドリルで削孔して粉末を採取する。削孔位置を図-2に示す10点とし、各測定位置(測定深さ)の塩化物イオン濃度を測定する。塩化物イオン濃度は、蛍光X線測定装置を用いて測定している。

表-1 試験体諸元

No	試験時期	パラメーター						試験方法
		フライアッシュの種類	フライアッシュ比率	セメント種類	合成短繊維	養生温度	材齢	
1	1期	Ⅱ種	内割20%	普通	なし	20℃	28日	片面開放
2	1期	Ⅱ種	内割20%	普通	あり	20℃	28日	片面開放
3	1期	Ⅱ種	内割20%	普通	なし	10℃	28日	片面開放
4	1期	Ⅱ種	内割20%	普通	なし	30℃	28日	片面開放
5	1期	Ⅱ種	内割20%	普通	なし	20℃	7日	片面開放
6	1期	Ⅱ種	内割20%	普通	なし	20℃	14日	片面開放
7	1期	Ⅱ種	内割20%	普通	なし	20℃	28日	両面開放
8	1期	Ⅱ種	内割20%	普通	なし	20℃	28日	片面開放・全浸漬
9	2期	Ⅱ種	内割10%	普通	なし	20℃	28日	片面開放
10	2期	Ⅱ種	内割30%	普通	なし	20℃	28日	片面開放
11	2期	Ⅱ種	内割40%	普通	なし	20℃	28日	片面開放
12	2期	-	0%	普通	なし	20℃	28日	片面開放
13	2期	I種	内割20%	普通	なし	20℃	28日	片面開放
14	2期	Ⅱ種	外割20%	普通	なし	20℃	28日	片面開放
15	2期	Ⅱ種	外割40%	普通	なし	20℃	28日	片面開放
16	3期	-	-	高炉	なし	20℃	28日	片面開放
17	3期	-	-	高炉	なし	20℃	28日	両面開放
18	3期	-	-	高炉	なし	20℃	28日	全浸漬
19	3期	-	-	高炉	なし	10℃	28日	片面開放
20	3期	-	-	高炉	なし	30℃	28日	片面開放
21	3期	-	-	高炉	なし	20℃	7日	片面開放
22	3期	-	-	高炉	なし	20℃	14日	片面開放
23	1期	Ⅱ種	内割20%	普通	なし	20℃	28日	片面開放・絶乾
24	3期	Ⅱ種	内割20%	普通	なし	20℃	28日	側面開放・鉄筋

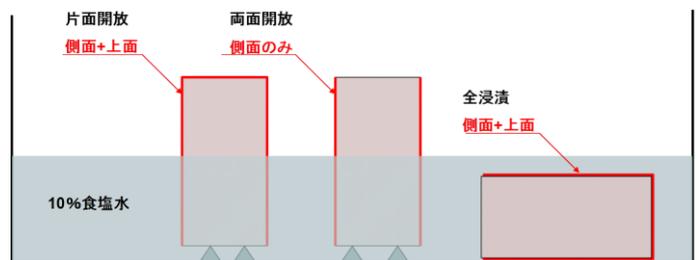


図-1 エポキシ樹脂塗布と浸漬方法



写真-1 塩水水槽

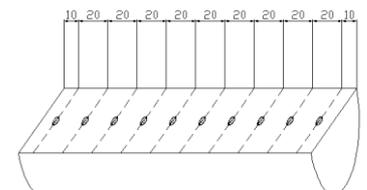


図-2 測定位置

キーワード フライアッシュ, 遮塩性, 塩水浸漬試験

連絡先 : 〒370-8543 群馬県高崎市栄町6-26 東日本旅客鉄道株式会社 TEL 027-324-9369

4. 測定結果 (浸漬 28 日時点迄)

4. 1 FA の混合率による比較

FA II 種品を内割でそれぞれ 10%、20%、30%、40%混合した試験体と FA を混合していない試験体を浸漬 28 日時点で比較したグラフを図-3 に示す。測定深さ 10mm において FA を混合した試験体が塩化物イオンの浸透を抑制している傾向が見られる。

しかし、混合率の違いによる影響は確認出来ず、今後長期のデータを積み重ねることにより傾向を明らかにしていきたい。

4. 2 セメント種類による比較

FA なし (普通ポルトランドセメント)、FA II 種品を内割で 20%混合したセメント及び高炉 B 種セメントを使用した 3 種類の試験体について浸漬 28 日時点で比較したグラフを図-4 に示す。測定深さ 10mm において、FA 混合及び高炉 B 種は普通ポルトランドセメントに比べ塩化物イオンの浸透を抑制している傾向がわかる。

塩化物イオン濃度の低いものは高炉 B 種であったが、FA 混合との差は大きくはなく、今後経過観察を続けて見極めていく必要があると考えている。

4. 3 養生期間による比較

FA II 種品を内割で 20%混合した試験体で浸漬前の標準養生日数を変えた 3 種類の試験体を浸漬 28 日時点で比較したグラフを図-5 に示す。

測定深さ 10mm において、標準養生 7 日の試験体は他の試験体に比べ塩化物イオン濃度が高い傾向があった。これは、水和反応途中に標準養生から塩水浸漬に環境が変わったことにより、外部からの水分供給に塩化物イオンが含まれたことによると考えられる。

このことから、塩害環境下のコンクリート打設後は通常的环境下に比べて真水による湿潤養生が塩害防止のうえで重要であるといえる。

5. まとめ

得られている結果より、普通ポルトランドセメントに比べて混合セメントを使用した試験体が塩化物イオンの抑制に効果がある傾向にある、ということがいえる。今後も実験を継続し、積み上げたデータを多角的に検証することにより定量化に近づいていければと考えている。

実用に向けた課題であるが、今回は塩水濃度 10%という促進環境下での試験を実施しているので、例えば促進環境の 3 か月が実環境では何か月になるのか不明な部分がある。両者の時間軸の相違を把握するために、実際の構造物から試験片 (コンクリート粉末) を採取し促進環境と実環境の時間軸の整合性を図っていく必要がある。

FA混合率による比較 (浸漬28日時点)

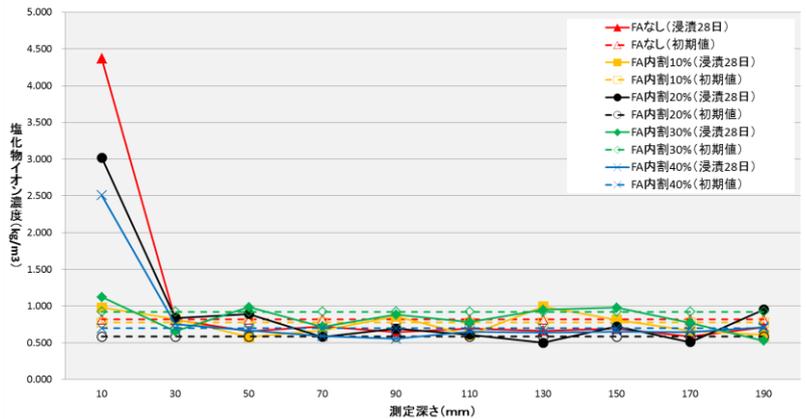


図-3 FA 混合率による比較

セメント種類による比較 (浸漬28日時点)

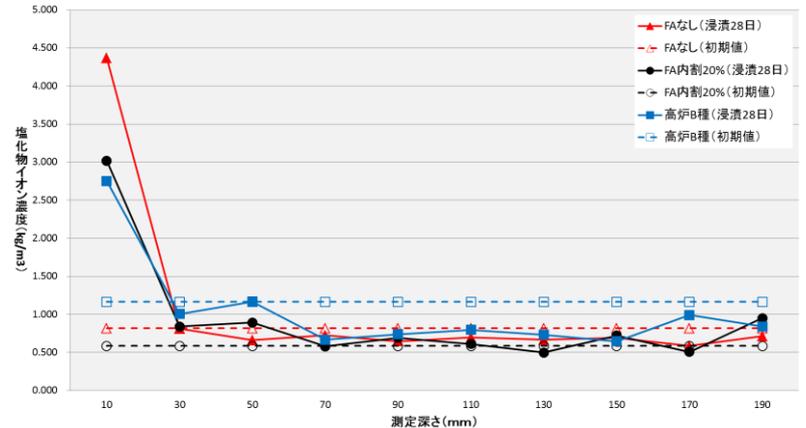


図-4 セメント種類による比較

養生日数による比較 (浸漬28日時点)

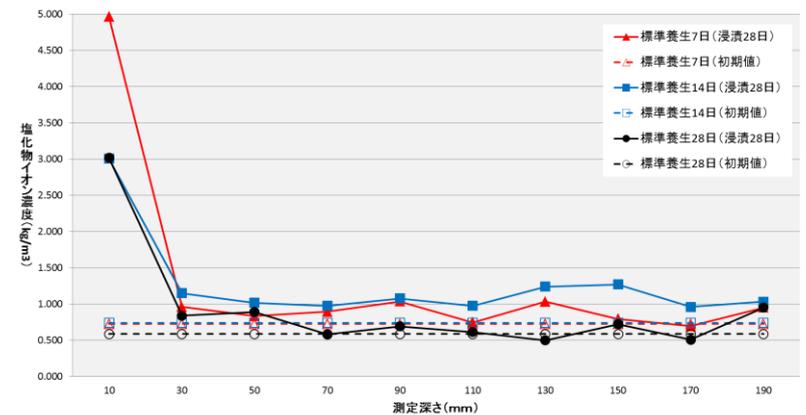


図-5 養生日数による比較