

材齢 6 ヶ月におけるフライアッシュコンクリートの耐久性評価
その 1 実験概要および塩分浸透性

東北電力(株)研究センター 正会員 ○ 成田 健
東北電力(株)土木建築部 和田宙司
(株)太平洋コンサルタント 正会員 岸良 竜
(株)太平洋コンサルタント 正会員 赤塚久修

1 はじめに

フライアッシュ(以下、FA)を用いたコンクリートは、ポゾラン反応に伴う組織の緻密化により耐久性が向上するが、通常の促進試験は前養生期間が短くポゾラン反応が十分に進行しない段階で試験を実施しており、FA コンクリートの耐久性が適切に評価されない。本報では、耐久性を重視する分野でのフライアッシュ利用を図るため、通常の促進試験と前養生期間を 6 ヶ月と比較的長期間とした促進試験を行い、耐久性を評価した結果を報告する。

2 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料を表 1 に示す。混和材として FA を 3 種類と、比較用として高炉スラグ微粉末を使用した。表 2 に使用した FA の品質を示す。FA は JIS 種品(FN1)および比較的比表面積の小さい原粉 2 種類(FN2、FN3)を使用した。

配合を表 3 に示す。水結合材比は 55% で一定とし、混和材をセメント代替(内割)または細骨材代替(外割)で使した。FA を使用する場合は、置換率を 15、30%とし、高炉スラグ微粉末を使用する場合は、置換率を 40%とした。

2.2 試験項目および養生方法

試験項目および試験方法を表 4 に示す。耐久性の評価として、促進中性化、塩化物イオンの浸透性および耐硫酸塩性試験を実施した。

各試験における前養生方法を表 5 に示す。各試験方法に示される標準的な前養生方法に加え、材齢 6 ヶ月と比較的長期間、前養生を行った水準を実施した。材齢 6 ヶ月から試験を行う水準においては、初期の湿潤養生期間を 1、3 および 7 日とし、その後材齢 6 ヶ月まで 20、60%RH の環境下で養生を行った。

表 1 使用材料

使用材料	記号	備考
水	W	水道水
セメント	N	普通ポルトランドセメント
フライアッシュ	FN1	JIS A 6201 種品
	FN2	原粉(比表面積3000cm ² /g程度品)
	FN3	原粉(比表面積2500cm ² /g程度品)
高炉スラグ微粉末	B	JIS A 6206 高炉スラグ微粉末4000
細骨材	S	山砂、静岡県菊川市河東産
粗骨材	G	硬質砂岩砕石2005、茨城県桜川市富谷産
AE減水剤	ad1	AE減水剤標準型 種別コンクリート酸化化合物および有機ポリオール複合体
AE剤	ad2	AE剤 種別、アルキルポリカルボン酸化合物系陰イオン界面活性剤

表 2 FA の品質

項目	フライアッシュ		
	FN1	FN2	FN3
密度 (g/cm ³)	2.25	2.11	2.12
ブレン比表面積 (cm ² /g)	3840	2960	2660
70-値比 (%)	102	-	-
活性度 材齢28日 (%)	85	-	-
指数 材齢91日 (%)	97	-	-
強熱減量 (%)	1.3	1.3	1.1

表 3 配合

配合番号	混和材置換率		スランブ (cm)	空気量 (%)	水 結合材比 (mass%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)										混和剤添加量 (P × mass%)	
	内割 (P × mass%)	外割 (S × vol.%)					W	C	FN1	FN2	FN3	B	S	G	ad1	ad2		
N	-	-	12	4.5	55	46.0	165	300	0	0	0	0	834	994	0.25	0.0020		
FN1-内15%	15	-			55	46.1	161	249	44	0	0	0	836	994	0.25	0.0050		
FN1-内30%	30	-			55	46.1	157	199	86	0	0	0	839	994	0.25	0.0095		
FN2-内15%	15	-			55	46.4	158	244	0	43	0	0	846	994	0.25	0.0040		
FN3-外15%	-	15			55	40.7	176	320	0	0	96	0	671	994	0.25	0.0130		
BB	40	-			55	46.1	162	177	0	0	0	118	839	994	0.25	0.0030		

表 4 試験項目および試験方法

試験項目	試験方法
塩化物イオンの浸透性	所定の前養生後、JSCE-G 572「浸せきによるコンクリート中の塩化物イオンの見掛けの拡散係数試験方法(案)」に準拠。ただし、供試体は10×10×40cmとし、全塩化物イオン量の測定はJSCE-G 574による。
促進中性化試験	所定の前養生後、JIS A 1153「コンクリートの促進中性化試験方法」に準拠。
耐硫酸塩性	所定の前養生後、JIS原案「コンクリートの溶液浸漬による耐薬品性試験」に準拠。

キーワード：フライアッシュ、材齢、塩分浸透性、見掛けの拡散係数

〒981-0952 仙台市青葉区中山 7-2-1 TEL.022-278-0356 FAX.022-278-2176

3. 実験結果および考察(塩分浸透性)

塩化物イオンの浸透性試験結果を図1~4に示す。フィックの第2法則より求めた塩化物イオンの見掛けの拡散係数を図5に、各配合における標準規格での試験時に対する見掛けの拡散係数の比(以下、見掛けの拡散係数比)を図6に示す。いずれの配合においても、材齢6ヶ月から試験を行うことにより、材齢4週から試験を行った場合と比較して見掛けの拡散係数が小さくなった。混和材無混入の場合には、初期の湿潤養生期間が長くなるにつれて、見掛けの拡散係数が小さくなる傾向が見られる。FAおよび高炉スラグ微粉末を使用した場合は、初期の湿潤養生期間による差は明確でない。FAを内割で使用した場合、標準規格での試験時は、混和材無混入のコンクリートと同程度か、FA品質によっては1.2倍程度大きかったが、材齢6ヶ月では、置換率、FA品質によらず混和材無混入のコンクリートの70~80%となった。FAを外割で使用した場合、いずれの養生条件によっても混和材無混入のコンクリートの50~60%程度であった。高炉スラグ微粉末を使用した場合よりは若干見掛けの拡散係数が大きい、材齢6ヶ月ではその差が小さくなる傾向にあった。

4. まとめ

材齢の異なるFAコンクリートの塩分浸透性を検討し、以下の知見を得た。

(1) 混和材の有無、種類に関わらず、材齢6ヶ月から試験を実施することにより、通常の促進試験時と比較して、塩化物イオンの見掛けの拡散係数が小さくなる傾向が見られた。

(2) 材齢6ヶ月においては、FAを使用した場合、内割、外割ともに混和材無混入のコンクリートより塩化物イオンの見掛けの拡散係数が小さくなった。

表5 前養生方法

前養生条件	概要
標準規格	塩化物イオンの浸透性試験 材齢1日で脱型。材齢4週まで20 水中養生
	促進中性化試験 材齢1日で脱型。材齢4週まで20 水中養生。その後材齢8週まで20、60%RH養生。
	耐硫酸塩性試験 材齢1日で脱型。材齢11週まで20 水中養生。その後材齢21日まで20、60%RHで封かん養生。その後封かんをとき材齢26日まで20、60%RH養生の後、材齢4週まで20 水中養生。
長期1日	塩化物イオンの浸透性試験 材齢1日で脱型。1面を残しその他の面を珪矽樹脂で被覆し、材齢6ヶ月まで20、60%RH養生。
	塩化物イオンの浸透性試験 材齢1日で脱型。材齢3日まで20 水中養生。その後、1面を残しその他の面を珪矽樹脂で被覆し、材齢6ヶ月まで20、60%RH養生。
	促進中性化試験 材齢1日で脱型。材齢3日まで20 水中養生。その後、2面を残しその他の面を珪矽樹脂で被覆し、材齢6ヶ月まで20、60%RH養生。
長期3日	耐硫酸塩性試験 材齢1日で脱型。材齢3日まで20 水中養生。その後、材齢6ヶ月まで20、60%RH養生。
	塩化物イオンの浸透性試験 材齢1日で脱型。材齢7日まで20 水中養生。その後、1面を残しその他の面を珪矽樹脂で被覆し、材齢6ヶ月まで20、60%RH養生。
	促進中性化試験 材齢1日で脱型。材齢7日まで20 水中養生。その後、2面を残しその他の面を珪矽樹脂で被覆し、材齢6ヶ月まで20、60%RH養生。
長期7日	耐硫酸塩性試験 材齢1日で脱型。材齢7日まで20 水中養生。その後、材齢6ヶ月まで20、60%RH養生。

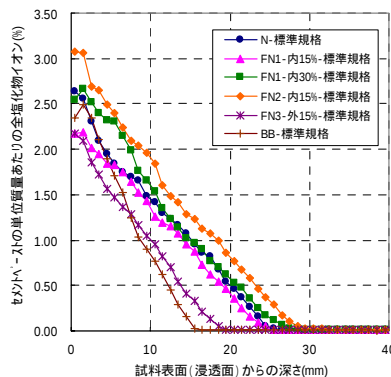


図1 塩化物イオンの浸透性
(前養生条件：標準規格)

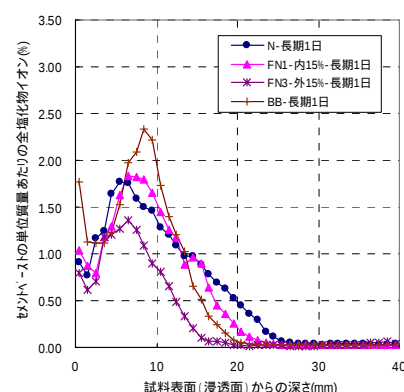


図2 塩化物イオンの浸透性
(前養生条件長期1日)

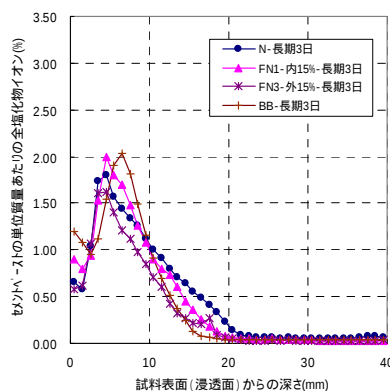


図3 塩化物イオンの浸透性
(前養生条件：長期3日)

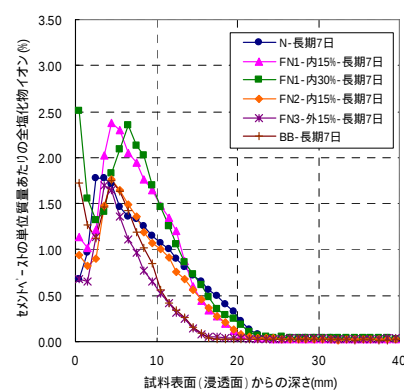


図4 塩化物イオンの浸透性
(前養生条件：長期7日)

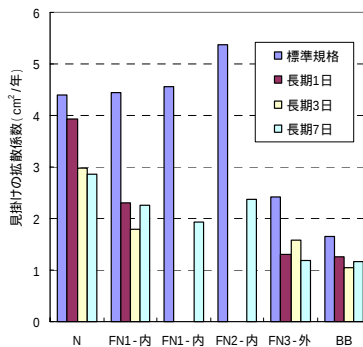


図5 見掛けの拡散係数

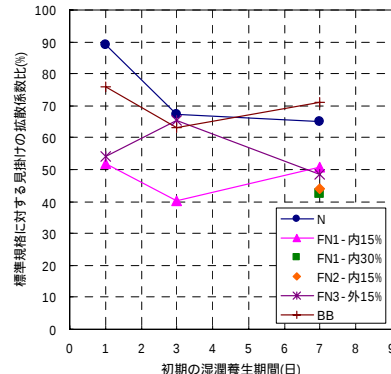


図6 見掛けの拡散係数比と初期の湿潤養生期間の関係