

フライアッシュを細骨材補充混和材として用いたコンクリートの 施工性および硬化コンクリート性状

四国電力 正会員 加地 貴
 四国電力 正会員 石井 光裕
 四国電力 正会員 岩原 廣彦
 徳島大学 正会員 橋本 親典

1. まえがき

近年の瀬戸内海における海砂採取禁止などに伴い懸念されている骨材資源の枯渇化対策と、産業副産物として大量に産出している石炭灰の有効利用を目的に、フライアッシュの細骨材補充混和材としてのコンクリートへの適用性について研究を実施している。その一環として、実機レベルでの当コンクリートの性能を確認するためのフィールド試験を実施した。ここでは、コンクリートの施工性および硬化コンクリート性状について試験を実施した結果について報告する。

2. 試験概要

2.1 使用材料

試験で使用した材料を表 - 1 に示す。フライアッシュは JIS A 6201「コンクリート用フライアッシュ」の種および種に適合するものを使用した。

表 - 1 使用材料

材料種別	使用材料	仕様
セメント	高炉セメントB種	密度3.04g/cm ³ 、ブレン値3700 cm ² /g
	普通ポルトランドセメント	密度3.15g/cm ³ 、ブレン値3340 cm ² /g
細骨材	玉石砕砂	那智川（阿南市下大野町）密度2.62g/cm ³ 、FM2.98
粗骨材	玉砕石	那智川（阿南市下大野町）密度2.63g/cm ³ 、FM6.85
フライアッシュ	JIS 種	密度2.27g/cm ³ 、ブレン値3040cm ² /g強熱減量1.4%、SiO ₂ 50.1%
	JIS 種	密度2.20g/cm ³ 、ブレン値1930 cm ² /g強熱減量1.2%、SiO ₂ 50.5%
混和剤	AE剤	変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤、 変性アルキルカルボン酸化合物系陰イオン界面活性剤
	AE減水剤	リグニンスルホン酸化合物とポリオール複合体

2.2 配合

コンクリートの配合を表 - 2 に示す。配合は、鉄筋コンクリート造の土木構造物への適用を想定し、水セメント比を 55%、現場

表 - 2 コンクリート配合

配合種別	水結合材比 W/(C+Ad) (%)	容積置換率 f/(s+f) (vol.%)	細骨材率 s ₁ /a (%)	単位量(kg/m ³)								
				水 W	セメント C	細骨材 S	フライアッシュ F	粗骨材G		混和剤(cc/m ³)		
								2510	1005	AE減水剤	AE剤(1)	AE剤(2)
PB	55	0	45	147	268	849	-	729	312	712	8	-
-10B		10	42	147	268	713	66	769	330	712	47	-
-20B		20	37	158	288	545	114	813	349	765	-	86
-30B		30	32	169	308	401	145	858	368	819	-	231
-20B		20	37	155	282	550	118	819	351	749	-	85
PN		0	45	147	268	852	-	733	314	712	4	-
-20N		20	37	161	293	542	114	813	349	779	-	70

AE剤(1)：変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤，AE剤(2)：変性アルキルカルボン酸化合物系陰イオン界面活性剤

におけるコンクリートの荷卸し時のスランプを 8 ± 2.5cm、空気量を 4.5 ± 1.5% に設定した。

2.3 試験方法

コンクリートは、レディーミクストコンクリート工場のプラントで製造し、工場から現場までの運搬時間を考慮してトラックアジテータで 60 分間の攪拌を行った後、ピストン式ポンプを用いて 45 度ベント管 2 本、フレキシブルホースを含む水平換算距離 73.5m の配管（呼び寸法 100A）系を圧送して大型試験用ブロック（直方体、1.5m × 1.0m × 0.5m）の型枠に打設した。フィールド試験で実施した施工性および硬化コンクリート性状に関する試験項目とその準拠規格等を表 - 3 に示す。

表 - 3 試験項目

2.4 試験結果および考察

(1) 施工性

水平管の管内圧力損失測定結果を、図 - 1 に示す。吐出量が增大すると、フライアッシュを使用した場合の水平管

試験項目	準拠規格等
圧送負荷測定	動ひずみ計による配管内圧力測定
型枠側圧測定	土圧計による。
圧縮強度試験	JIS A 1108-1999
中性化試験	フェノールフタレイン法
塩分浸透深さの測定	フルオレセインナトリウム変色法

キーワード フライアッシュ，細骨材補充混和材，施工性，硬化性状

連絡先 〒760-8573 香川県高松市丸の内 2-5 四国電力(株) 土木建築部 TEL.087-821-5061

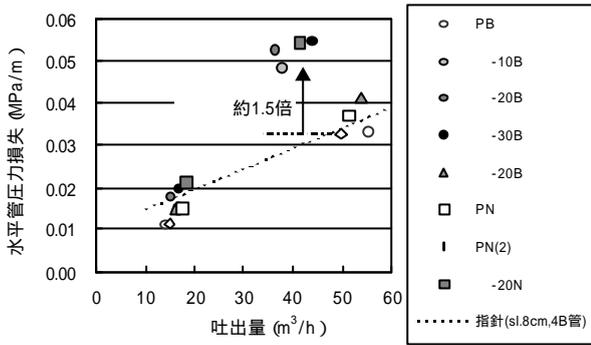


図 - 1 コンクリートの吐出量と管内圧力損失の関係（水平管）

1m 当たりの管内圧力損失は、フライアッシュを使用しない場合の 1.5 倍程度に増加した。しかし、圧送時の脈動の変動係数はフライアッシュを使用した場合の方が小さく、管内閉塞の危険性が少なく安定した圧送であると考えられる。

打込み時に型枠へ作用する側圧の測定結果を、図 - 2 に示す。本対象とするコンクリートは、フライアッシュ大量使用のためバイブレータによる加振で高流動化し、過大な側圧が懸念された。しかしながら、フライアッシュを使用したコンクリートの側圧は使用しないものよりも小さく型枠に対して安全であった。

(2) 硬化コンクリート性状

製作した試験用ブロックは材齢 28 日まで陸域で屋外暴露した後、海岸部飛沫帯へ移設して暴露した。材齢 28 日および 182 日にブロックから採取したコアにより、圧縮強度試験を実施した結果を図 - 3 に示す。フライアッシュを細骨材補充混和材として使用することにより強度増加が認められた。フライアッシュの材齢初期では微粉末効果、長期ではポゾラン反応による効果と考えられる。ただし容積置換率による顕著な差は認められなかった。

コアの中性化深さを図 - 4 に示す。中性化深さはフライアッシュの使用により小さくなる傾向が認められ、フライアッシュ種について容積置換率 0, 10, 20, 30% を比較すると、容積置換率 20% で最も小さくなった。これは組織の緻密化によるものと考えられる。

コアの塩分浸透深さを図 - 5 に示す。塩分浸透深さについても、フライアッシュの使用により小さくなる傾向が認められた。ただし、フライアッシュの種類や容積置換率の影響は顕著ではない。

3. 結論

フライアッシュを細骨材補充混和材として用いたコンクリートの施工性に関しては、管内圧力損失は大きくなるものの、脈動による閉塞の危険性は小さくなり、型枠に作用する側圧が液圧を超える圧力に増加する傾向は認められなかった。一方、硬化コンクリートについては、フライアッシュの使用による圧縮強度の増加、中性化や塩分浸透の抑制が確認された。

謝辞：当フィールド試験は土木学会四国支部「四国における石炭灰のコンクリートへの適用性に関する調査研究委員会」(委員長：河野清徳島大学名誉教授)の活動の一環として実施したものであり、ご助言を頂いた委員ならびに関係各位に深く感謝の意を表します。

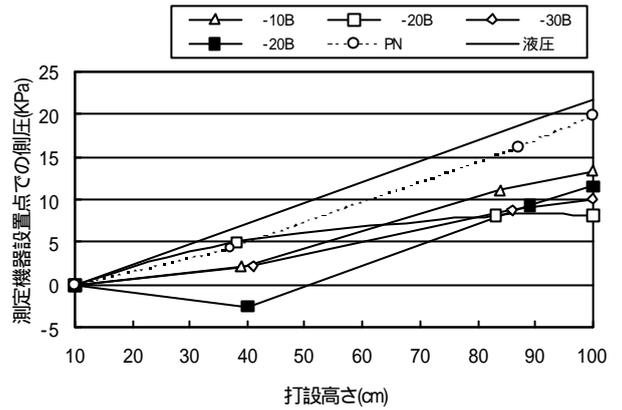


図 - 2 打込み高さと同側圧の関係

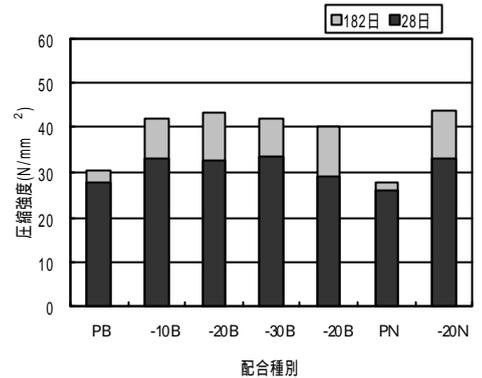


図 - 3 採取コアの圧縮強度

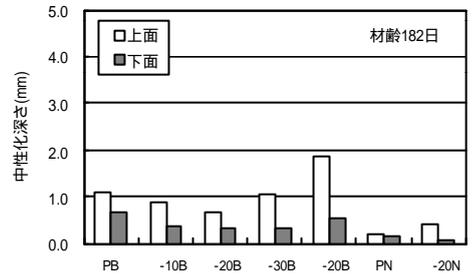


図 - 4 試験用ブロックの中性化深さ

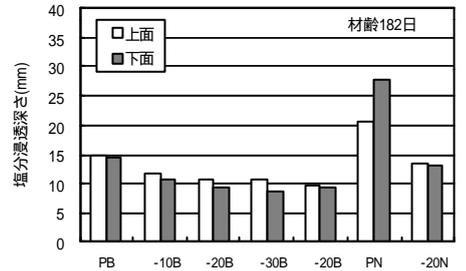


図 - 5 試験用ブロックの塩分浸透深さ