

フライアッシュを海砂代替材として使用した実機練りコンクリートの品質

高知高専 学生会員 ○田村大地 築山建設 非会員 山口幸大
高知高専 正会員 横井克則 近藤拓也

1. はじめに

近年、石炭火力発電所で副産されるフライアッシュが増加傾向にあり、埋め立て処理用地の確保が困難になっている。また、瀬戸内海ではコンクリート用細骨材として広く用いられてきた海砂の採取規制が行われている。本報告ではフライアッシュを海砂代替材として使用した実機練りコンクリートの品質について調査を実施した。配合計画や施工については土木学会四国支部の「四国版 フライアッシュを結合材として用いたコンクリートの配合設計・施工指針」¹⁾に基づき進めた。この書籍は普通ポルトランドセメントを使用することを基本としており、本報告では高炉セメント B 種を使用した結果について報告する。

2. 実験概要

2.1 コンクリートの配合

FA 置換率 10%の内割配合を基準に、細骨材(海砂(密度 2.60 g/cm³)と砕砂(密度 2.62 g/cm³)の混合)で使用している海砂を減量し、フライアッシュ II 種(密度 2.30g/cm³、以下 FA)を増量した。セメントには高炉セメント B 種(密度 3.04 g/cm³)を使用した。また、FA 中の未燃炭素が AE 剤を吸着することや、置換率が 20%を超える場合は粉体量の増加によって粘性が高くなり、スランプ及び空気量の低下が予想されるため、AE 減水剤と AE 剤を増量させた。FA 置換率 10%、FA 置換率 18%及び FA 置換率 25%の配合を表 1 に示す。表 1 中の FA 置換率及び内割は結合材の質量に対する FA の置換率、外割は細骨材の容積に対する FA の置換率を示す。

2.2 試験方法

室内試験練り及び実機練りを行い、それぞれでスランプ試験(JIS A 1011)、空気量試験(JIS A 1128)及び圧縮強度試験(JIS A 1108)を行った。圧縮強度試験については材齢4日までは現場養生、それ以降は標準養生を行った供試体を用いた。実機練りについては約30分の距離をトラックアジテータで運搬した場合のフレッシュ性状を確認し、配合ごとに小型構造物(1×1×0.5m)を作製し施工性を確認した。その後屋外に暴露させ、28週、54週、79週後にコアを採取し圧縮強度試験(JIS A 1108)及び中性化深さ試験(JIS A 1152)を行った。以上の流れにより決定した配合において消波根固ブロック(1.949×1.323×1.017m)を作製した。

表 1 配合表

No.	規格	FA置換率 (%)		W/C (%)	W/B (%)	s / a (%)	単位量 (kg/m ³)					混和剤 (kg/m ³)	室内試験練り		実機練り			
		内割	外割				W	C	F		S		G	AD	SL. (cm)	Air (%)	SL. (cm)	Air (%)
									内割	外割								
①	JIS品	10		69.4	62.7	41.2	145	209	23.2		785	1158	1.86	9.0	4.0	8.0	4.9	
		10	0						23.2	0								
②	JIS外品	18			56.8	40.4			46.4		760		2.04	9.5	4.5	8.0	4.8	
		10	3						23.2	23.2								
③	JIS外品	25			52.0	39.5			69.6		733		2.23	10.5	4.5	8.0	4.4	
		10	7						23.2	46.4								

表 2 圧縮強度

No.	FA置換率 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)											
		室内試験練り						実機練り					
		2日	3日	7日	28日	56日	91日	3日	4日	7日	28日	56日	91日
①	10	8	13	18	26	28	31	13	14	17	26	26	28
②	18	8	13	17	27	29	32	13	14	18	26	29	32
③	25	8	14	17	27	30	34	14	14	17	27	29	34

キーワード フライアッシュ、海砂、高炉セメント B 種、コア、中性化

連絡先 〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知高専横井克則研究室 T E L 088-864-5582

3. 実験結果及び考察

3.1 室内試験練り及び実機練りによる実験結果

表2に圧縮強度の結果、図1に実機練り供試体及びコア供試体の圧縮強度とB/Wの関係をまとめて示す。圧縮強度は、材齢初期ではW/Bによらず同程度の強度、材齢28日以降はW/Bが小さいほど大きくなる傾向が確認できた。材齢91日の圧縮強度は材齢28日強度に対してFA置換率10%では約11%、FA置換率18%では約23%、FA置換率25%では約25%増進した。表3に単位容積質量の結果を示す。配合計画ではFA置換率が増加するにつれて単位容積質量は若干小さくなることが予想されたが、各配合の供試体を用いて各3回質量測定を行ったところ、FA置換率の増加に伴って単位容積質量は大きくなり、高い充填性が確認できた。

3.2 コンクリート打設時の状況

図2に消波根固ブロック製作時の打設状況を示す。締固め時の空気の抜け方に違いがあり、FA置換率10%では大きい気泡で排出されるのに対し、FA置換率25%は小さく細かい気泡で排出されることが確認できた。FA置換率18%、25%ともに粘性が生じたが作業性が低下するほどではなかった。また、凝結時間やブリーディング量は、FA置換率10%と比較して、コンクリート温度や気温が高い日は早く少なく、低い日は遅く多くなり、FA置換率18%よりも25%の方でこの傾向が顕著に現れた。脱型後2週間程度は表面に艶があるが、1か月ほどで3種類の配合に違いはなくなった。

3.3 コア供試体による実験結果

図1より、コア供試体の材齢79週での圧縮強度が材齢54週の圧縮強度と同等または下回る結果となっておりほぼ強度のピークを迎えたと考えられる。図3にコア供試体の中性化深さを示す。高炉セメントB種を用いたことにより、もともとのアルカリ分が少ないことに加え、高炉スラグ微粉末の潜在水硬性やFAのポズラン反応によりコンクリート中のアルカリ分が消費されるため、FA置換率の増加に伴って中性化深さは大きくなることが予想されたが、54週目以降の測定ではFA置換率の増加に伴って中性化を抑制することが確認できた。これは、高炉セメントを使用した場合においてもFA量が多くなることで、コンクリート内部が緻密化しているためと思われる。

4. まとめ

- (1) 圧縮強度は、材齢初期ではW/Bによらず同程度、材齢28日以降はW/Bが小さいほど大きくなった。
- (2) コア供試体によると、中性化はFA置換率の増加に伴って抑制できた。
- (3) 施工性能、中性化及び圧縮強度の結果より、本研究における最適配合はFA置換率18%と考えられる。

謝辞：本研究はJSPS科研費JP17K06526の助成を受けたものです。ここに付記し、感謝いたします。

参考文献

- 1) 土木学会四国支部：四国版 フライアッシュを結合材として用いたコンクリートの配合設計・施工指針、pp.1-31 (2016年3月)

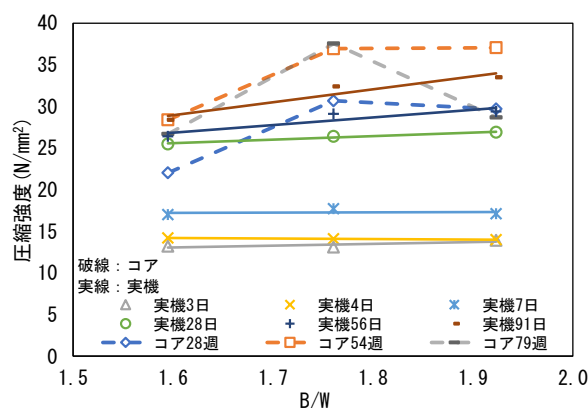


図1 強度発現

表3 単位容積質量

No.	FA置換率(%)		単位容積質量(t/m³)	
	内割	外割	配合計画	平均
①	10		2.32	2.33
	10	0		
②	18		2.32	2.37
	10	8		
③	25		2.31	2.37
	10	15		



図2 消波根固ブロックの打設状況

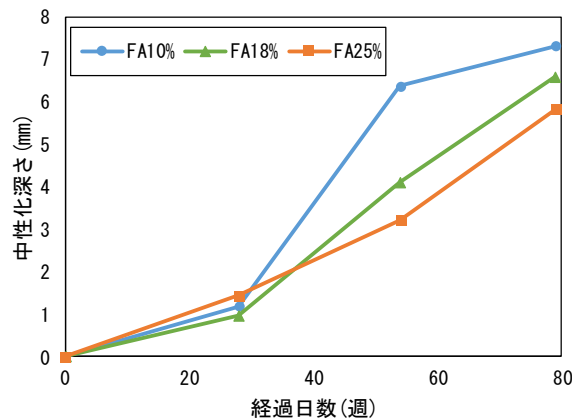


図3 コア供試体の中性化深さ