

V-31 細骨材の一部をフライアッシュで補充したコンクリートの配合に関する研究

四国電力株式会社建設部 正会員 ○加地 貴
 四国電力株式会社建設部 正会員 石井 光裕
 四国電力株式会社建設部 正会員 岩原 廣彦

1. はじめに

近年、全国的に石炭火力発電所の建設が進められており、石炭灰の発生量も増大している。一方、瀬戸内海沿岸地域では、環境保全意識の高まり等により海砂の採取規制が強化されており、良質のコンクリート用骨材の枯渇が懸念されている。これらの背景のもと、四国電力㈱では、フライアッシュの有効利用とコンクリートの細骨材使用量の低減を目的に、フライアッシュを「細骨材を補充する混和材」として使用したコンクリートに関する研究を進めており、今回、フライアッシュの種別、混入量や併用する細骨材の種類によるコンクリートの配合や品質への影響について試験を行った結果を報告する。

2. 試験の概要

2.1 使用材料

本研究で使用した材料を表-1に示す。細骨材は瀬戸内海沿岸地域における海砂代替材の候補として有望と考えられている砕砂とし、四国内で採取される3種類の岩種のものを使用した。

2.2 コンクリートの配合

細骨材に対するフライアッシュの容積置換率を0～30%に設定し、目標スランプ値を 8 ± 1 cm、目標空気量を $4.5 \pm 0.5\%$ に設定して、それぞれ単位水量およびAE剤添加量で調整して配合を選定した。AE減水剤添加率はセメント質量に対して0.25%の一定とした。細骨材率は、目標スランプが得られる範囲内で単位水量が最小となることを基本として、練上がり状態も考慮して最適値を定めた。フライアッシュの各容積置換率における選定配合を表-2に示す。

表-1 使用材料

材 料	性 状 など
セメント(C)	普通ポルトランドセメント 密度:3.15g/cm ³ , プレーン:3,350cm ² /g
細骨材(S)	砂岩砕砂 徳島県阿波郡市場町産, 密度:2.57g/cm ³ , FM:2.71, 微粒分:4.35%
	花崗岩砕砂 香川県坂出市府中町産, 密度:2.60g/cm ³ , FM:2.78, 微粒分:2.22%
	輝緑岩砕砂 愛媛県大洲市菅田町産, 密度:2.96g/cm ³ , FM:2.30, 微粒分:6.59%
粗骨材(G)	硬質砂岩砕石 大阪府高槻市産, Gmax:20mm, 密度:2.59g/cm ³ , FM:6.89
混和材(FA)	JIS A 6201 II種フライアッシュ 密度:2.28, プレーン値:3,320cm ² /g, ig.loss:1.3%
	JIS A 6201 IV種フライアッシュ 密度:2.21, プレーン値:1,890cm ² /g, ig.loss:1.8%
混和剤	AE減水剤 リグニンスルホン酸化合物およびポリオール複合体
	AE剤 アルキルアリルスルホン酸化合物系陰イオン界面活性剤

表-2 コンクリートの配合選定結果

W/C (%)	細骨材種類	FA種別	FA置換率 (vol.%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)					AE減水剤 (C×%)	AE剤 (cc/m ³)
					W	C	FA	S	G		
60	砂岩砕砂	—	0	45	173	288	0	799	1,026	0.25	11.5
			10	42	163	272	68	686	1,104		51.0
			15	40	163	272	96	617	1,145		64.4
			20	38	165	275	121	550	1,177		116.8
			30	37	173	288	176	460	1,175		232.0
		IV種	10	42	163	272	66	686	1,104		59.2
			20	38	168	280	117	545	1,169		137.0
			30	37	176	293	168	457	1,166		322.7
			—	0	177	295	0	801	1,015		3.0*
		花崗岩砕砂	10	41	164	273	66	676	1,121		25.4
			20	37	164	273	119	541	1,199		58.8
			10	41	164	273	64	676	1,121		33.7
	輝緑岩砕砂	—	0	42	171	285	0	861	1,088		4.3
			10	38	163	272	62	713	1,183		41.8
			20	34	160	267	109	571	1,266		150.4
			10	38	163	272	60	713	1,183		58.1
			10	38	163	272	60	713	1,183		58.1

※ 空気量の調整にはAE剤ではなく消泡剤(主成分:ポリアルキレングリコール誘導体)を使用

2.3 試験方法

コンクリート試験の実施項目と方法を表-3に示す。

表-3 コンクリート試験の項目と方法

試験項目	試 験 方 法	
スランプ試験	JIS A 1101「コンクリートのスランプ試験方法」	練り混ぜ後に静置し、練り混ぜ直後、30分後、60分後、90分後の経時測定を実施
空気量試験	JIS A 1128「まだ固まらないコンクリートの空気量の試験方法(圧力法)」	
凝結試験	JIS A 6204 付属書1「コンクリートの凝結時間試験方法」	
ブリーディング試験	JIS A 1123「コンクリートのブリーディング試験方法」	
圧縮強度試験	JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」	供試体寸法はφ10×20cm 試験材齢まで標準養生 試験材齢は7日、28日および91日

3. 試験結果および考察

3.1 単位水量

フライアッシュの容積置換率と単位水量の関係を図

ー1に示す。試験の結果、フライアッシュの種別、細骨材の岩種にかかわらず、フライアッシュを細骨材の10～20%補充することによりプレーン配合と比較して単位水量を低減可能であることが明らかになった。フライアッシュ種別の違いは容積置換率10%までは認められなかった。

3.2 AE 剤量

フライアッシュの容積置換率とAE剤量の関係を図ー2に示す。試験の結果、フライアッシュの種別、細骨材の岩種にかかわらず、フライアッシュ容積置換率の増加とともにAE剤量も増加し、その傾向は微粒分量の最も多い輝緑岩が最も大きかった。従って、フライアッシュだけでなく細骨材中の微粒分もAE剤の効果に影響することが考えられる。フライアッシュ種別の違いは容積置換率10%程度までは認められなかった。

3.3 フレッシュコンクリート性状

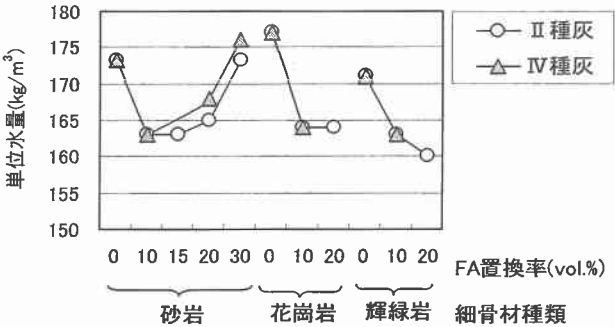
細骨材に砂岩砕砂を使用したコンクリートについて、スランプと空気量の経時変化と、ブリーディングを測定した。各試験結果をそれぞれ図ー3、図ー4、図ー5に示す。スランプの経時変化はフライアッシュの種別や容積置換率にかかわらず、プレーン配合とほぼ同等の経時変化を示した。空気量の経時変化はⅡ種灰を使用した場合にプレーン配合よりも若干減少量が大きい傾向が認められた。ブリーディングについてはフライアッシュを使用することにより低減し、Ⅳ種灰の方がⅡ種灰よりも少ない結果であった。

3.4 圧縮強度

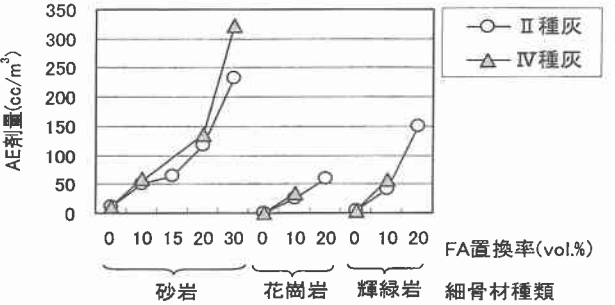
フライアッシュの容積置換率と圧縮強度の関係を図ー6に示す。試験の結果、フライアッシュを使用したコンクリートはプレーン配合と同等かそれ以上の強度発現を示した。フライアッシュの種別による顕著な差は認められなかった。今回示した結果は材齢28日までであるが、更に長期になるとポズラン反応による強度増進が期待できる。

4. まとめ

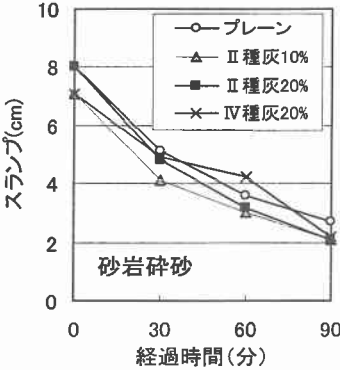
フライアッシュを「細骨材を補充する混和材」として使用したコンクリートについて各種試験を行った結果、フライアッシュの容積置換率や細骨材（砂岩）の種類により単位水量やAE剤量は変動するが、コンクリートのフレッシュ性状ならびに強度発現はプレーン配合と同程度またはそれ以上の品質を有することを確認した。またフライアッシュにⅡ種灰とⅣ種灰を使用した場合の、コンクリートの配合や品質に顕著な差は認められなかった。



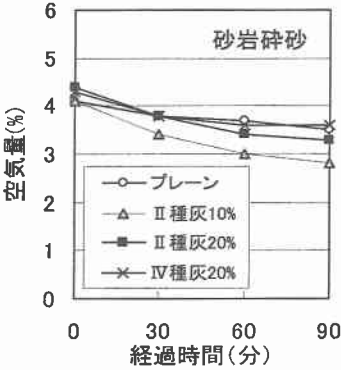
図ー1 FA容積置換率と単位水量



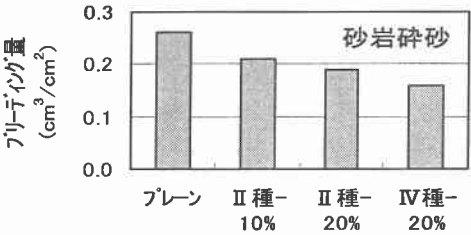
図ー2 FA容積置換率とAE剤量



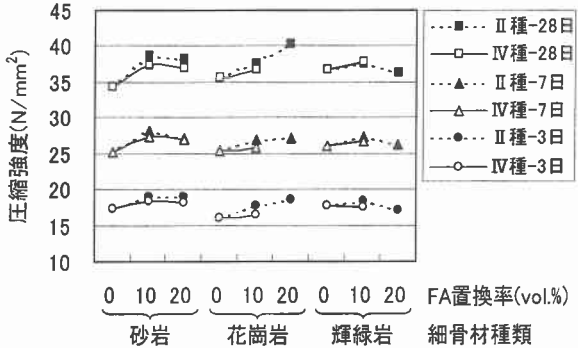
図ー3 スランプ経時変化
(練り置き)



図ー4 空気量経時変化
(練り置き)



図ー5 ブリーディング試験結果



図ー6 FA容積置換率と圧縮強度