

V-11 フライアッシュを細骨材を補充する混和材として用いたコンクリートの蒸気養生による強度発現性状

四国電力(株)土木建築部 正会員 ○加地 貴
 四国電力(株)土木建築部 正会員 岩原 廣彦
 四国電力(株)土木建築部 正会員 石井 光裕
 放送大学徳島学習センター フェロー 河野 清

1. はじめに

これまで瀬戸内海では海砂が大量に採取され、コンクリート等の骨材資源として利用されてきたが、環境保全等を目的とした海砂の採取規制強化と近い将来の全面採取禁止により、良質の骨材の不足が懸念されている。そのため、海砂に代わる骨材を確保するための検討が国や自治体等で活発に行われており、その中海砂代替材として砕砂やスラグ骨材等とともにフライアッシュも候補の一つとして挙げられている。

一方、現在全国的に石炭火力発電所の建設が進められており、発電により副産される石炭灰の発生量も年々増加する傾向にある。そのため石炭灰の更なる利用促進が必要となっている。

そこで、骨材資源対策およびフライアッシュの有効利用を目的に、フライアッシュの“細骨材を補充するための混和材（以下、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、当コンクリートの工場製品への適用性把握のため、蒸気養生による強度発現性状について実験を行った。

2. 実験概要

当実験では、フライアッシュを細骨材補充混和材、つまり細骨材の一部をフライアッシュで置換したコンクリートを対象とした。

2. 1 使用材料

当実験の使用材料を表-1に示す。なお、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IV種に適合するものを使用した。

2. 2 配 合

コンクリートの配合は、フライアッシュの細骨材に対する容積置換率を 10%, 20%, 30%の 3 水準を設定し、水セメント比を 60%として、スランプ(JIS A 1101)が 8 ± 2 cm, 空気量(JIS A 1128)が $4.5 \pm 1.0\%$ となるよう定めた。コンクリートの配合とフレッシュ性状を表-2に示す。

2. 3 実験方法

コンクリートの練混ぜには二軸強制練りミキサ（容量 55l）を使用し、セメント、フライアッシュ、粗骨材、および細骨材を 30 秒間空練りした後に、水および混和剤を投入して 90 秒間の練混ぜを実施した。コンクリートは $\phi 10 \times 20$ cm 円柱供試体に成形し、全ての配合において 24 時間サイクルの蒸気養生を施した。

表-1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント 密度: 3.15 g/cm^3
細骨材	徳島県阿波郡市場町産 砂岩砕砂 表乾密度: 2.58 g/cm^3 , 絶乾密度: 2.53 g/cm^3 , 吸水率: 2.07%, 粗粒率: 2.73, 微粒分量: 4.38%
粗骨材	大阪府高槻市産砕石 最大寸法: 20mm 表乾密度: 2.70 g/cm^3 , 絶乾密度: 2.69 g/cm^3 , 吸水率: 0.48%, 粗粒率: 6.88
混和材	JIS IV 種フライアッシュ(四国電力西条発電所産) 密度: 2.21 g/cm^3 , ブレーン値: $1,890 \text{ cm}^2/\text{g}$, ig.loss: 1.8%
混和剤	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
	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とフレッシュ性状

フライアッシュ 種別	フライアッシュの 容積置換率 (vol%)	細骨材率 s_r/a (%)	単位量(kg/m^3)					AE 減水剤 (g/m^3)	AE剤 (cc/m^3)	スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度 ($^{\circ}\text{C}$)
			W	C	F	S	G					
—	0	45	176	293	0	797	1,018	733	1.2	8.0	5.3	19.9
IV種FA	10	42	166	277	64	684	1,099	693	23.9	7.0	5.0	20.3
	20	38	168	280	117	547	1,169	700	75.4	7.2	4.8	20.4
	30	37	176	293	168	459	1,166	733	175.2	7.0	3.7	20.2

蒸気養生条件は、前養生 20℃:4 時間, 昇温速度 20℃/h, 最高温度 65℃:4 時間保持, その後自然放冷とし、蒸気養生後は、水中養生(20℃)を行うものと、恒温室内(20℃, R.H.60%)で気中養生を行うものの 2 水準を設けた。

試験は、材齢 1 日(脱型時), 7 日, 14 日, 28 日において圧縮強度試験(JIS A 1108)を実施した。

3. 実験結果および考察

選定した配合の単位水量、細骨材率および AE 剤量を図-1 に示す。この図より、単位水量は容積置換率 10%で最小となり、30%ではフライアッシュを使用しないコンクリートと同等となった。細骨材率と AE 剤量は、フライアッシュの容積置換率の増加とともにそれぞれ減少および増加した。これらの要因として、単位水量の変化は流動性と粘性のバランスによるもの、細骨材率の増加は粉体量の増加によるもの、AE 剤量の増加はフライアッシュ中の未燃炭素分による AE 剤の吸着によるものと考えられる。

蒸気養生後、所定材齢まで水中養生および気中養生を行ったコンクリートの圧縮強度をそれぞれ図-2、図-3 に示す。これらの図より、何れの養生方法においても、フライアッシュの容積置換率が 20%で圧縮強度が最大値を示した。蒸気養生後の養生方法で比べると、フライアッシュを使用しないコンクリートは大差ないが、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は水中養生を行うことで材齢 28 日において気中養生の場合の 2 割程度高い強度を示した。これは、ポゾラン反応の効果に依るものと考えられる。

何れにしても、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は、フライアッシュを用いないコンクリートと同等以上の強度発現を示した。

4. おわりに

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蒸気養生による強度発現性状について実験を行った結果、当コンクリートは、フライアッシュを用いないコンクリートと同等以上の強度発現を示し、悪影響は認められなかった。したがって、工場製品への適用は十分に可能であり、骨材資源対策とともに資源のリサイクルの観点からも今後の利用拡大が期待される。

謝 辞

当実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者各位に深く感謝の意を表します。

【参考文献】1)四国コンクリート研究会:四国の骨材資源に関する研究委員会報告書,2002.3

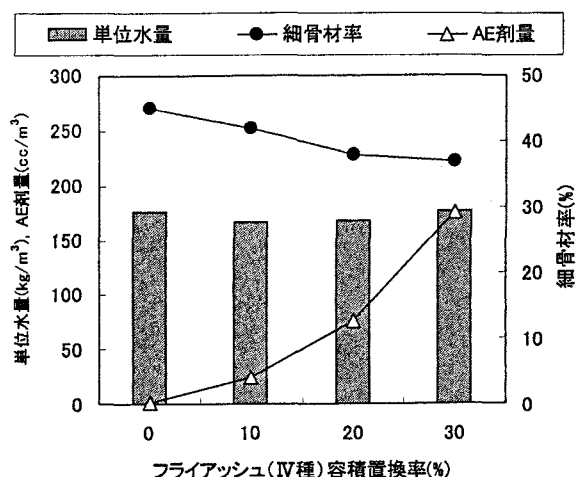


図-1 コンクリートの単位水量, 細骨材率, AE 剤量

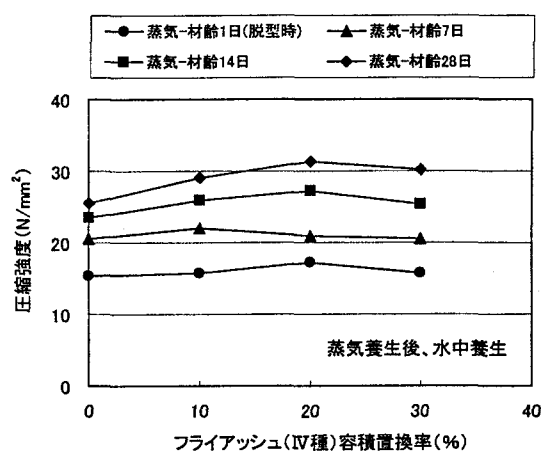


図-2 圧縮強度 (蒸気養生後、水中養生)

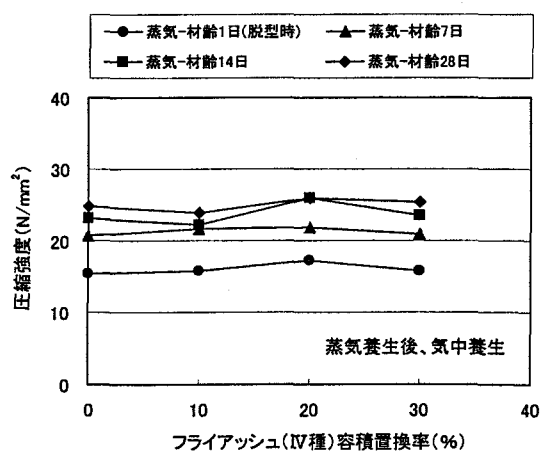


図-3 圧縮強度 (蒸気養生後、気中養生)