

フライアッシュ高流動コンクリートの強度特性に関する研究

東北電力(株)研究開発センター 正会員 高橋 一
東北電力(株)研究開発センター 成田 健

1. はじめに

石炭火力発電所から副産される石炭灰の発生量は、西暦 2010 年には、一般産業も含めて、1,300 万トンに達すると予想されている¹⁾。しかし、現状の石炭火力発電所から発生する全石炭灰の約 50%程度は埋め立て処分されている。従って、現在、フライアッシュを含む石炭灰の有効利用対策を一層推進することが急務にある。

本研究は、フライアッシュの有効利用策の一つとして、フライアッシュを多量に使用した高流動コンクリートの配合例や強度特性について検討したものである。

2. 実験概要

高流動コンクリートの使用材料を表 1 に示す。また、セメントおよびフライアッシュの品質を表 2 に示す。本研究は、岡村らが提案したハイパフォーマンスコンクリートの配合設計法²⁾を基に、フライアッシュを多量に用いた高流動コンクリートの配合設計法について検討し、構造物の条件の自己充てん性をランク として所要スランプフロー(650 ± 50mm)、所要空気量(4.5 ± 1.5%)が得られるものとし、細骨材容積比を 0.459 と設定した。試し練りによって、所要のワーカビリティが得られる混和剤量

と単位粗骨材絶対容積を求め、表 3 に示すコンクリートの配合を定めた。試験体はφ10×20 cmとし、標準養生後、材齢 7、28 日で圧縮強度(JIS A 1108)、引張強度(JIS A 1113)および静弾性係数(JSCE-G 502)の各種試験を行った。

表 - 1 使用材料

材 料	記号	種類および品質
水	W	水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント
フライアッシュ	F 1	A 火力発電所産, JIS規格品 (種)
	F 2	B 火力発電所産, JIS規格品 (種)
	F 3	C 火力発電所産, JIS規格品 (種)
細骨材	S	浜岡町産陸砂, 表乾密度2.60, 粗粒率2.89
粗骨材	G	岩瀬産硬質砂岩砕石, 表乾密度2.64, 最大寸法20mm, 実積率59.1%
高性能 A E 減水剤	S P	ポリカルボン酸系(標準型 種)
A E 助剤	A E	多価アルコール系

表 - 2 セメントおよびフライアッシュの品質

項 目	C	F 1	F 2	F 3
強熱減量 (%)	1.6	2.1	1.1	3.6
メレンブル-吸着量 (mg/g)	—	0.42	0.28	0.49
密度 (g/cm ³)	3.15	2.26	2.38	2.29
比表面積 (cm ² /g)	3750	3400	3930	4400
フロー値比 (%)	100	103	105	99
活性度指数(%)	7 日	75	76	75
	28 日	83	84	84

表 - 3 コンクリートの配合

フライ ッシュ の銘 柄別	フライ ッシュ の置 換率 (%)	水結 合材 比 (%)	最適 水粉 体容 積比 (%)	単位 粗骨 材絶 対容 積 ³ (m ³ /m ³)	単位量(kg/m ³)						
					水	セメント	フライ ッシュ	細 骨 材	粗 骨 材	高 性 能 A E 減 水剤	AE 助 剤
					(W)	(C)	(F)	(S)	(G)	(SP)	(AE)
基準	0	29.3	92.2	0.28	175	598	0	806	739	10.45	0.012
F 1	40	31.1	84.7	0.29	165	318	212	793	766	6.62	0.191
	50	31.0	81.7	0.29	162	261	261	793	766	6.58	0.178
	60	30.7	78.1	0.29	158	205	310	793	766	6.54	0.165
	70	30.9	76.4	0.28	158	154	357	806	739	6.39	0.184
F 2	50	28.4	77.0	0.30	154	271	271	783	792	6.50	0.217
F 3	50	34.4	91.2	0.28	174	253	253	806	739	6.58	0.182

キーワード：フライアッシュ，高流動コンクリート，置換率，圧縮強度

連絡先：〒981-0952 宮城県仙台市青葉区中山 7-2-1 TEL022(278)0356 FAX022(278)2176

3. 実験結果および考察

図1に圧縮強度試験結果を示す。フライアッシュ F1 を用いた高流動コンクリートにおいて、水結合材比は 31%程度であるが、材齢 7 日および 28 日のいずれもフライアッシュの置換率の増加に伴い圧縮強度は小さくなる。これは、結合材としてフライアッシュを混入しても、材齢 7 日および 28 日では、コンクリートの圧縮強度へのフライアッシュの寄与が小さく、セメント量に単純にフライアッシュ量を加算した結合材量では、圧縮強度に及ぼす要因とはならないものと考えられる。

一方、F1、F2 および F3 のフライアッシュを用いて置換率 50%と同一の場合には、それぞれの圧縮強度の発現はフライアッシュの銘柄により相違することが認められる。これは、表2に示した活性度指数では、フライアッシュの銘柄の相違による影響に大差はないが、フライアッシュの置換率 50%と多量混入した場合には、フライアッシュの反応性が顕在化したこと、あるいは、フライアッシュの銘柄に応じて水結合材比が相違したことにより圧縮強度発現に多大な影響を及ぼしたものと考えられる。

図2に引張強度試験結果を示す。材齢 28 日の圧縮強度と引張強度との関係を図3に示す。図3に示すように、本研究の範囲では、フライアッシュの混和の有無、フライアッシュの置換率および銘柄に関らず、圧縮強度と引張強度との関係は一次関数で一義的に表現でき、圧縮強度 25 ~ 90N/mm² 程度のコンクリートでは、引張強度は圧縮強度の 7 ~ 9% 程度の範囲にある。

材齢 28 日の圧縮強度と静弾性係数との関係を図4に示す。図4に示すように、本研究の範囲では、圧縮強度と静弾性係数との関係は一次関数で一義的に表現できる。

4. まとめ

フライアッシュを多量に使用した高流動コンクリートの配合や強度特性について検討し、フライアッシュの銘柄に関らずにフライアッシュの置換率 70%までは、所定の自己充てん性を有する高流動コンクリートを設計できること、材齢 28 日の高流動コンクリートの圧縮強度と引張強度との関係および圧縮強度と静弾性係数との関係とも、一次関数で一義的に表現できることなどが明らかとなった。

参考文献

- 1) (財) エネルギー総合工学研究所：平成 9 年度 石炭灰有効利用拡大技術調査報告書，平成 10 年 3 月
- 2) 岡村 甫，前川宏一，小澤一雅：ハイパフォーマンスコンクリート，技法堂，1993.9

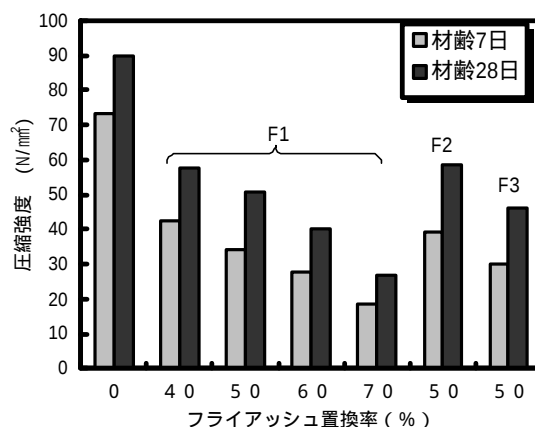


図 - 1 フライアッシュと圧縮強度の関係

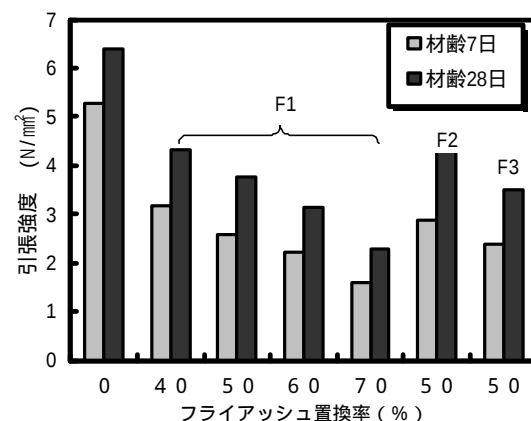


図 - 2 フライアッシュと引張強度の関係

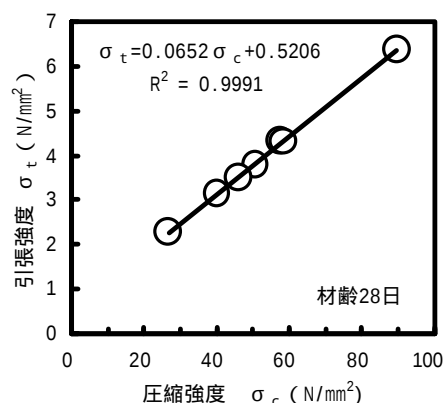


図 - 3 圧縮強度と引張強度の関係

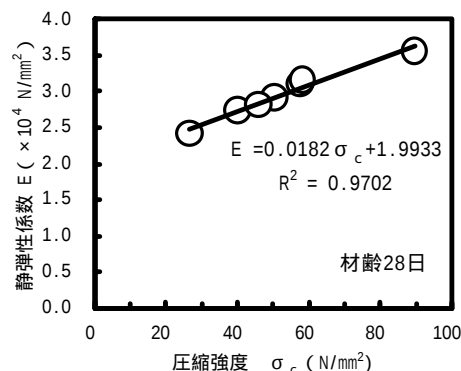


図 - 4 圧縮強度と静弾性係数の関係