

フライアッシュを用いたコンクリートの建築建物への適用（その1）

中国電力（株）土木部 正会員 ○内田裕二
 中国電力（株）土木部 正会員 樋野和俊
 中国電力（株）土木部 正会員 斉藤 直
 清水建設（株）広島支店 江原恭二

1. はじめに

火力発電所で産出される石炭灰の有効利用を更に進めることが重要な課題となっている。このような中、日本建築学会からコンクリート用混和材としての利用を進める目的に『フライアッシュを使用するコンクリートの調合設計・施工指針（案）』が発行された。しかしながら、フライアッシュを一般建築工事のコンクリート用混和材として活用する場合、市中の生コンクリートプラントでは製造実績が少なく、適用例が限られているのが現状である。

筆者らは、現在建設が進められている建物基礎部分のマスコングリートを対象とし、水和熱低減策としてフライアッシュを利用した。本報告は、試験練によるフライアッシュを用いたコンクリートの基礎性状についてまとめたものである。

2. 実験の概要

使用材料を表1、2に、試料コンクリートの種類を表3に示す。また、検討項目と方法を表4に示す。

表1 使用材料

材料名	記号	概要
セメント	C	T社製普通ポルトランドセメント
フライアッシュ	FA	JIS II種適合品（表2参照）
粗骨材	G	広島市安佐北区産砕石
細骨材(1)	S1	広島市安佐北区産砕砂(70%)
細骨材(2)	S2	広島市安佐北区産加工砂(30%)
高性能AE減水剤	SP	K社製（ポリカルボン酸系）
AE補助剤	AE	A:Y社製AE剤（FAタイプ） B:Y社製AE剤（通常タイプ）
水	W	地下水

表4 検討項目

No.	検討項目	検討方法
実験1	フレッシュ性状、強度	JISに準じた
実験2	強度性状 促進中性化	JISに準じた コンクリート促進中性化試験方法(案) ¹⁾
実験3	フレッシュ経時変化 強度発現性状	小型ミキサー車で時間経過させた 5℃封緘養生、標準水中養生

表2 フライアッシュの基礎的性質

FA種別	時期	原料炭	SiO ₂ (%)	湿分(%)	強熱減量(%)	密度(g/cm ³)	粉末度(cm ² /g)	フロー値比(%)	活性度指数(%)	
									28日	91日
1	2001.1	A50+B50	69.0	0.1以下	2.6	2.22	3980	108	80	90
2	2001.6	C	67.0	0.1	2.9	2.20	3650	105	89	94
3	2001.8	D	61.9	0.2	2.6	2.25	4060	104	91	98
4	2001.11	—	63.8	0.3	2.9	2.23	3980	99	84	90
JIS A 6201 II種規格値			45.0以上	1.0以下	5.0以下	1.95以上	2500以上	95以上	80以上	90以上

表3 試料コンクリートの調合および試験結果

実験No.	調合概要							フレッシュ性状		硬化したコンクリートの性状					備考		
	調合記号	FA種別	FA使用量	W/P(%)	W/C(%)	W(kg/m ³)	SP(%)	スランプ(cm)	空気量(%)	圧縮強度(N/mm ²)						中性化速度係数	
										養生	3日	1週	4週	8週			13週
実験1 室内試験	FA1535	1	15%	35	41.2	170	0.58	17.0	3.0	標準	—	45.9	57.5	65.5	69.6	—	
	FA1545			45	53.0		0.50	16.0	3.1		—	32.1	42.3	46.2	50.8	—	
	FA1555			55	64.6		0.54	16.5	3.5		—	23.4	33.5	38.0	41.5	—	
	FA3035	1	30%	35	50.0	0.60	18.0	3.8	標準	—	37.1	48.6	54.4	63.6	—		
	FA3045			45	64.2	0.45	16.0	3.2		—	25.5	36.4	42.5	44.2	—		
	FA3055			55	78.7	0.50	15.0	3.4		—	17.0	26.0	32.1	34.7	—		
実験2 室内試験	N45	—	—	45	45.0	175	0.80	17.0	4.4	標準	—	37.3	45.7	49.3	56.3	1.72	
	FA1545	2	15%	45	53.0	175	0.90	15.5	2.5	標準	—	31.6	42.3	49.8	53.6	3.36	
	FA3035	2	30%	35	50.0	0.90	13.5	2.4	標準	—	37.9	51.1	58.9	65.3	2.28		
	FA3040			40	57.2	1.00	13.5	2.0		—	31.8	42.6	48.6	57.7	4.37		
	FA3045			45	64.2	1.20	19.0	2.1		—	24.5	36.6	44.2	49.6	5.72		
	N45			—	—	45	45.0	175		0.80	—	—	標準	—	29.6	37.6	41.7
実験3 実機試験	FA1645	3	16%	45	53.5	175	0.80	20.0	4.7	標準	5℃	10.1	19.9	33.7	37.2	39.7	—
	FA2645	3	26%	45	60.7	175	0.80	21.0	4.7	標準	—	29.1	37.0	43.9	46.8	—	
										5℃	6.98	18.5	29.8	35.0	38.6	—	
										標準	—	24.5	33.7	39.6	44.0	—	
									5℃	6.43	16.1	27.1	30.7	35.1	—		

キーワード フライアッシュ、強度発現、中性化速度係数、空気量
 連絡先 〒730-8701 広島市中区小町4-33 TEL082-523-6362

3. 試験結果

試験結果の一覧を表3に示す。

3.1 強度性状

(1)結合材水比と強度の関係：図1に各種コンクリートの結合材水比と強度の関係を示す。実験1の場合、FA1545コンクリートの圧縮強度は、材令4週時42.3N/mm²、材令8週時46.2N/mm²、13週時50.8N/mm²、FA3045コンクリートの圧縮強度は材令4週時36.4N/mm²、材令8週時42.5N/mm²、13週時44.2N/mm²であった。結合材水比と強度は直線関係にあり、材令の経過に伴う強度の増加が顕著に認められた。

(2)低温養生と強度の関係：5℃一定温度で封緘養生を行った場合の強度結果および標準養生を行った強度結果を積算温度と強度の関係にまとめたものを図2に示す。これによれば、積算温度と強度の関係は極めて高い相関関係を示し、構造体強度管理への目安となると考えられた。

3.2 促進中性化性状

促進中性化試験結果による中性化速度係数を図3に示す。これによれば、水結合材比45%の場合、フライアッシュの使用量に比例し、中性化速度係数が増加する傾向にある。本構造体は建物地下にあり、地下部分はほとんど無人の機械室であり、機器からの炭酸ガスの放出はない条件であるため、実験結果をもとに炭酸ガス濃度0.03%で100年の中性化深さを予測すると、FA1545で18.8mm、FA3045で32mmであった。また、構造体には厚さ

30cmのシンダーコンクリートが設けられることから、中性化はほとんど進まないと判断した。

4. まとめ

以上の検討結果から大要以下のことがいえる。

- (1)フライアッシュを用いたコンクリートは、フライアッシュの混入量、結合材水比により強度上の調合設計が可能である。
- (2)また、この種のコンクリートにおいても積算温度と強度の間には高い相関性が認められた。
- (3)促進試験による中性化速度係数は、FA1545コンクリートで3.36、FA3045コンクリートで5.72であった。

参考文献

- 1)『高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針（案）・同解説』日本建築学会

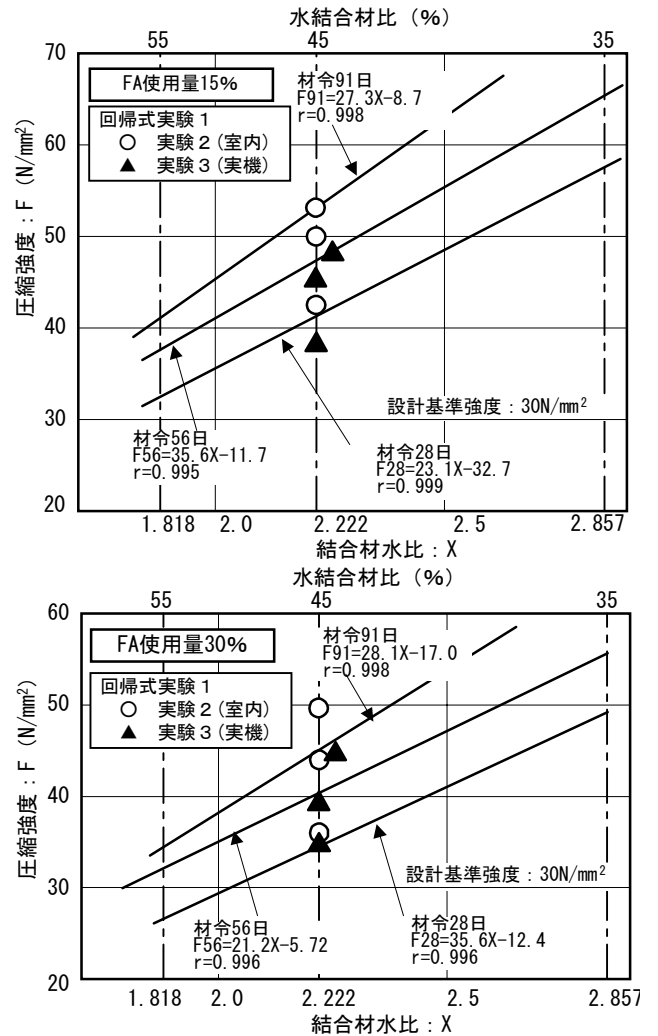


図1 結合材水比と強度の関係

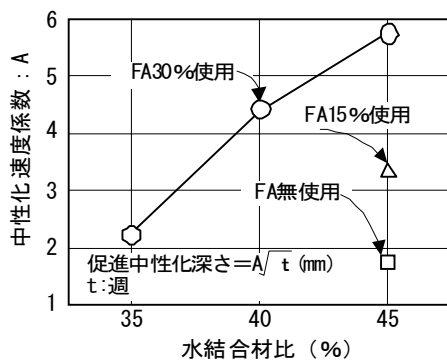


図3 コンクリートの中性化速度係数

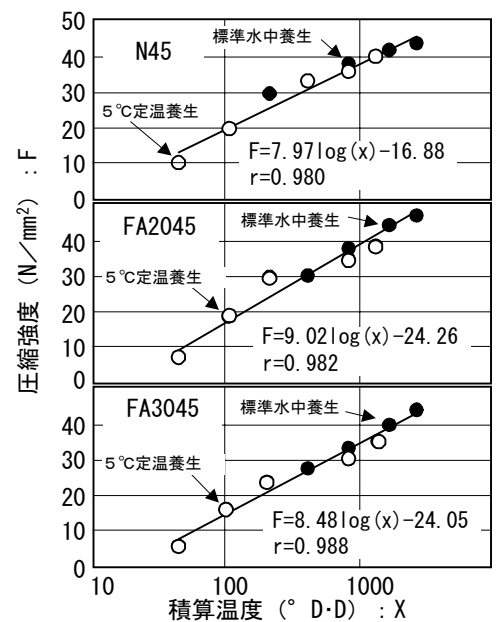


図2 コンクリートの強度発現性状