

V - 9

フライアッシュコンクリートの強度特性と施工管理について

東北電力㈱ 正会員 ○高橋 一
東北電力㈱ 小沢寛明
東北電力㈱ 田尻裕之

1. はじめに

東北電力㈱最大の石炭火力発電所である原町火力発電所（100 kW×2 基）からは年間 40 万 t の石炭灰が発生している。そのうち約 36 万 t が JIS 灰・セメント材料として有効利用されているが、残り 4 万 t は石炭灰埋立場へ埋立処分している。今後さらなる石炭灰の有効利用拡大・埋立場延命化を目的に、平成 13 年 3 月～平成 14 年 3 月の工期で発電所構内に石炭灰船積設備の増設工事を実施している。この設備の基礎コンクリートにフライアッシュコンクリート（以下:FA コンクリート）を使用するため、フライアッシュ置換率と養生条件を変化させた FA コンクリートの強度試験を実施した。今回、その強度特性と施工管理について報告する。

2. 石炭灰船積設備工事概要

施工中の写真を図 1 に示す。設備はセメント原料として運搬船への払出を目的とし、サイロ容量は 5,000t である。打設したコンクリート容量は $V=4,140\text{m}^3$ 、打設期間は平成 13 年 7 月 27 日～平成 13 年 11 月 15 日の 112 日間で、日最大打設量は $1,475\text{m}^3$ であった。

3. FA コンクリート強度試験

(1) 使用材料および配合 FA コンクリートは、呼び強度 24N/mm^2 、スランプ 18cm、粗骨材の最大寸法 20mm、空気量 4.5%である。使用材料を表 1 に、FA コンクリート配合設計を表 2 に示す。フライアッシュは JIS II 種相当品である。配合はフライアッシュ置換率が 15%・20%・25% の 3 ケースである。

(2) 強度試験および養生方法 圧縮強度試験は寸法 $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の円柱供試体を作成し、材齢 4,7,14,28,56 日において JIS A 1108 に準拠し実施した。供試体の養生方法は標準養生と現場気中養生の 2 ケースである。

(3) 試験結果 フライアッシュ置換率別の強度を図 2（標準養生）および図 3（気中養生）に示す。いずれも 28 日強度まではフライアッシュ置換率の低い配合が高い配合と比較し高強度な値を示すが、材齢 56 日強度ではその傾向が逆転した。標準養生と気中養生との強度差を図 4 に示す。標準養生と気中養生との強度差は置換率が 15%と

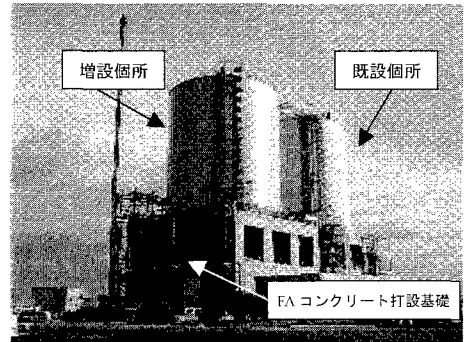


図 1 施工中の写真

表 1 使用材料

材料名	諸 元
石炭灰	原町火力産 (igloss:1.9%, 密度 2.24g/cm^3 , 比表面積 $3310\text{cm}^2/\text{g}$)
セメント	普通ポルトランドセメント (密度 3.16g/cm^3 , 比表面積 $3360\text{cm}^2/\text{g}$)
粗骨材	福島県相馬産 (密度 2.68g/cm^3 , 吸水率 0.79%, G_{max} :20mm)
細骨材	福島県新地産山砂・砕砂 (密度 2.62g/cm^3 , 吸水率 1.17%)
混和剤	AE 減水剤標準形 I 型 (ポリスルホン 70-250)

表 2 FA コンクリート配合設計

FA/C+FA (%)	W/C+FA (%)	単位量(kg/m ³)					
		C	W	FA	S	G	SP
15	53.0	281	175	50	967	821	3.57
20	53.0	262	173	65	973	821	3.53
25	52.0	247	171	82	970	821	3.55

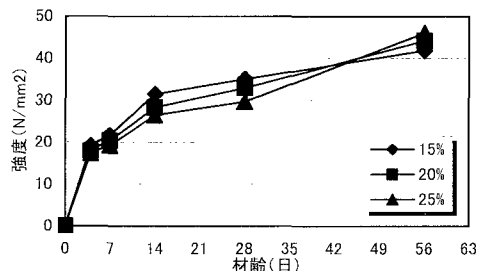


図 2 フライアッシュ置換率別強度（標準養生）

20%では1.3~2.4N/mm², 25%では0.6~5.0N/mm²となり, 置換率が高くなると強度差が拡大する傾向が見られた。

4. 実施工のフライアッシュ置換率の決定

強度試験の結果, フライアッシュ置換率3ケースで差は見られたが, いずれも設計基準強度を満足していた。しかし, 実施工においてはブリーディング水の増加などが懸念されることから, 施工性を考慮し, 置換率はベースマット20%, 柱・壁等その他15%とした。

5. 施工管理

(1) ブリーディング水量の増加 一般に, FA コンクリートの場合, 普通コンクリートに比べブリーディング水が増加するといわれ, 2倍以上に増加する結果も報告されている¹⁾。今回, 柱部(2.2m×2.2m h=5.95m)の打設において約600リットルのブリーディング水が発生した。ブリーディング率で12%, ブリーディング量は12.4cm³/cm²であった。ブリーディング量はフライアッシュの置換率により0.1~0.2cm³/cm²程度の報告があるが¹⁾, 今回の結果は, それを大幅に上回る発生量であった。ブリーディング水の大量発生は, 打設高が高いことが原因の一つと考えられる。

(2) 泡の発生 ブリーディング水とともにフライアッシュを包含した泡が発生した。発生状況を図5に示す。泡の発生は, 今回普通コンクリート用の非イオン系 AE 剤を用いたことが原因と考えられる。配合試験では, 空気量4.2~4.3%と当社仕様の4.5%を満足していることから採用したが, 今後はFAコンクリート用の複数の界面活性剤を複合したAE剤を使用することが有効と考えられる¹⁾。

(3) 型枠脱型後のコンクリート表面の黒点化 型枠脱型後のコンクリート表面において, 黒点を呈した部分が現れた。発生状況を図6に示す。黒点化は, フライアッシュに含まれる未燃炭素およびブリーディングによるものと考えられるが¹⁾, 強度の低下はみられなかった。

また, 一部のコンクリート表面に気泡が発生したが, この現象も打設面に発生した泡と同じく, フライアッシュとAE剤によるものと考えられる。

6. まとめ

本検討により, FA コンクリートの強度はフライアッシュの置換率15~25%程度では差は小さく, 実施工を考慮するとブリーディング量への影響が大きい結果が得られた。FA コンクリートの施工実績は, 大規模工事以外では少ないが, 今後は, 小規模工事にも積極的に取り入れていき, 施工管理データの蓄積を図っていきたい。

【参考文献】

- 1) 土木学会：フライアッシュを用いたコンクリートの施工指針(案), コンクリートライブラリー94, pp.9,150~157, 1999.

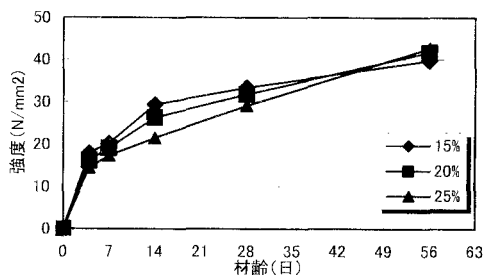


図3 フライアッシュ置換率別強度(気中養生)

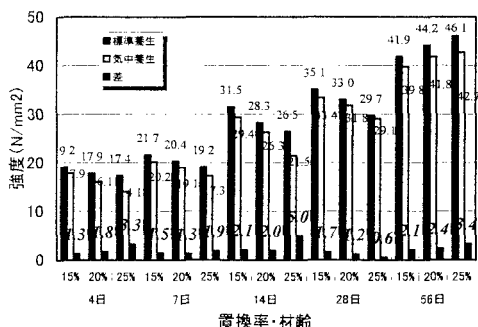


図4 標準養生と気中養生の強度差



図5 泡の発生状況



図6 コンクリート表面状況