

V-100 フライアッシュを多量に混入したコンクリートの温度特性

中部電力 正会員 西澤 邦男
中部電力 上村 均
熊谷組 江前 耕一
熊谷組 吉田 勝美

1. はじめに

中部電力（株）碧南火力発電所（石炭火力：愛知県：出力 2,100 MW）で発生するフライアッシュを単位結合材量の 50%置換したコンクリート（以下フライアッシュコンクリート）を変電所機器建屋（地下2階地上1階建、延べ床面積 8,100 m³）の人工岩盤へ適用した。本報告は、そのコンクリートの温度特性の把握を目的とした、断熱温度上昇試験および現場での温度計測の結果、ならびにその解析について報告するものである。

2. 断熱温度上昇試験

フライアッシュコンクリートおよび比較のためにスランブと単位結合材量を一定とし、フライアッシュで置換しないコンクリート（以下普通コンクリート）の断熱温度上昇試験を実施した。なお、セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。使用コンクリートの配合を表-1に、試験結果を図-1に示す。

終局断熱温度上昇量（K）を比較すると、フライアッシュを50%置換したことによる温度上昇量の低減は約5℃であったが、温度上昇速度に関する定数（ γ ）は、フライアッシュコンクリートは普通コンクリートの約6割程度となった。

表-1 使用コンクリート配合

コンクリート種類	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランブの範囲 (cm)	空気量 (％)	水セメント比 W/C (％)	細骨材率 S/a (％)	単位量 (kg/m ³)				
						水 W	セメント C	フライアッシュ F	細骨材 S	粗骨材 G
フライアッシュ	25	12	2.0	65.8	46.0	158	120	120	876	1043
普通			4.5	67.1	44.3	161	240	0	884	1053
										0.60

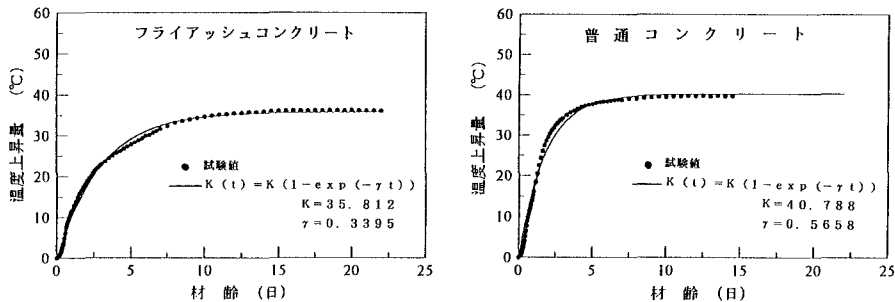
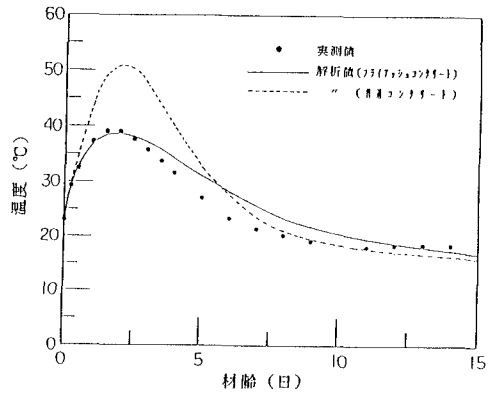


図-1 断熱温度上昇試験結果

現場での温度計測に先立ち、打設現場に隣接した岩盤上にフライアッシュコンクリートを 1.8m×1.8m×1.8m のブロック状に打設し、中心部の温度計測および解析を行なった。解析はフライアッシュコンクリートの断熱温度上昇式を用いて実測値との比較・検討を行い、各温度パラメータを設定した。また比較のため、普通コンクリートの断熱温度上昇式を用い、同様の温度パラメータにより温度解析を実施した。表-2に解析に用いたパラメータを、図-2に解析結果を示す。解析結果によると、フライアッシュコンクリートは普通コンクリートに対してピーク温度が約10℃低くなり、フライアッシュを混入したことによる水和熱抑制の効果が十分確認できた。

表－2 温度解析パラメータ

項 目		温度解析条件およびパラメータ
温度解析手法	2次元FEM解析	
	実測値	
環境条件	外気温度	15℃
	打設温度	23℃
熱 伝 導 率	岩盤	0.17 kcal/kg℃
	コンクリート	0.25 kcal/kg℃
	岩盤	1.5 kcal/mh℃
	コンクリート	2.2 kcal/mh℃
断 熱 係 数	岩盤	2.600 kg/nf
	コンクリート	2.350 kg/nf
熱 膨 張 係 数	コンクリート	$K(t) = 35.8(1 - e^{-0.001t})$
	岩盤	$K(t) = 40.8(1 - e^{-0.001t})$
熱 伝 達 率		15 kcal/nfh℃



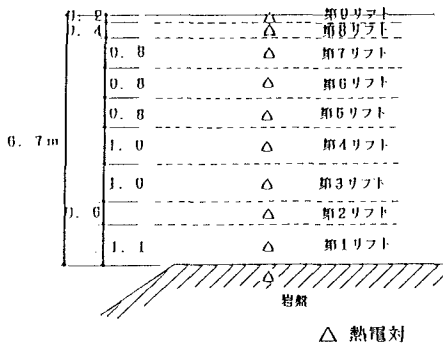
図－2 温度解析結果

3. 現場計測

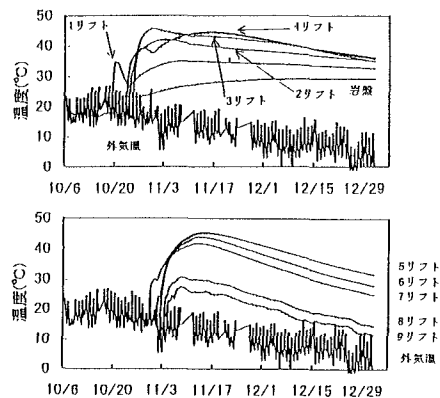
フライアッシュコンクリートを現場に打設したときの、各リフト中心のコンクリート温度およびそれに関連する表面付近の岩盤温度および外気温を熱電対で測定した。図－3に熱電対設置位置および各打設リフトを、図－4に各リフトにおける温度履歴を示す。

次の打設までの時間間隔のあいた（中4日）第1リフトは打設後約28時間でピーク温度に達し、その上昇温度は約10℃であった。これは前項の解析結果をそのまま表現しているといえる。

一方、打設間隔の短い（中1日）他のリフトの温度履歴は、打設後約10日で25℃程度温度上昇しており、これは次々と打設されるコンクリートとの熱交換によって起こるものと考えられる。また打設後約2ヶ月の温度分布では、コンクリート表面部の第8、第9リフトが外気温とほぼ同じになっているのに対し、岩盤およびそれに近いコンクリートの温度がほとんど変化していないことから熱の拡散は外気へ向かう方向が卓越していることがいえる。これらのことから中心部のコンクリート温度が次打設コンクリートからの熱供給に加え、さらに熱を蓄積しやすい状況下にもかかわらず25℃程度しか温度上昇しなかったことは評価できる。



図－3 熱電対設置位置



図－4 温度計測結果

4. まとめ

フライアッシュコンクリートと普通コンクリートの断熱温度上昇試験結果を用いた温度解析、および現場での温度計測によりフライアッシュ混入による水和熱抑制効果が確認できた。

本検討では、置換率が50%のフライアッシュコンクリートの温度特性は把握できたが、今後はマスコンクリートをはじめとする各種構造物の目的に応じて、粉体量や置換率をパラメータとした温度特性の把握が必要と思われる。