

# フライアッシュを用いたコンクリートの実構造物寸法での温度計測について

北海道電力(株) 基地土木建築課 正会員 ○高石 孟  
 清水建設(株) 土木技術本部 正会員 佐久間 清文 宮田 佳和  
 清水建設(株) 土木東京支店 土木第二部 正会員 鈴木 孝夫

## 1. はじめに

北海道電力(株)は、石狩湾新港中央埠頭において貯蔵容量 23 万 kl の地上式 PCLNG 貯槽を構築中であり、その基礎版および防液堤には、フライアッシュをセメント内割で 30%程度置換したフライアッシュ C 種セメントを適用している。既報<sup>1)</sup>において、普通ポルトランドセメントにフライアッシュを 30%内割置換した配合で断熱温度上昇試験を行い、その発熱特性は同じ単位結合材量の中庸熱ポルトランドセメントの断熱温度上昇特性<sup>2)</sup>に近いということを報告した。このことを検証するため、実物を模擬した簡易断熱試験と、実構造物における温度計測を行った。

## 2. 簡易断熱試験

### 2.1 試験概要

簡易断熱試験の供試体概要を図-1に示す。部材形状は実構造と同じ厚さ 700mm とし、型枠の側面のうち 2 面は木製型枠とし、残りの側面 2 面と上下面には断熱材 (ウレタンフォーム : 厚さ 50mm) を設置し、内部温度を計測した。使用した配合は表-1の通りである。FEM 解析モデルは図-2の通りとした。なお、打込み温度は約 22°Cであった。

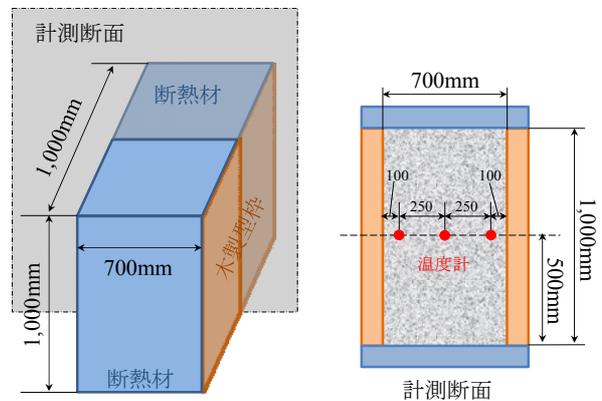


図-1 供試体寸法と温度計測位置

### 2.2 試験結果

図-3に温度計測結果および解析結果を示す。既報<sup>1)</sup>で行った室内での断熱温度上昇試験によれば、普通ポルトランドセメントにフライアッシュを 30%内割置換した配合は、同じ単位結合材量の中庸熱ポルトランドセメントの断熱温度上昇特性<sup>2)</sup>に近い結果であったが、今回の簡易断熱試験ではその予測値よりも発熱の速度、ピーク値はともに大きくなった。そこで、事後解析では普通ポルトランドセメントの断熱温度上昇特性<sup>2)</sup>を使用し、入力する単位セメント量を  $C+F \times 0.3$  としたところ、実測値とほぼ一致した。ただし、ここでは膨張材を内割置換する前の単位結合材量を用いて入力するセメント量を計算した。

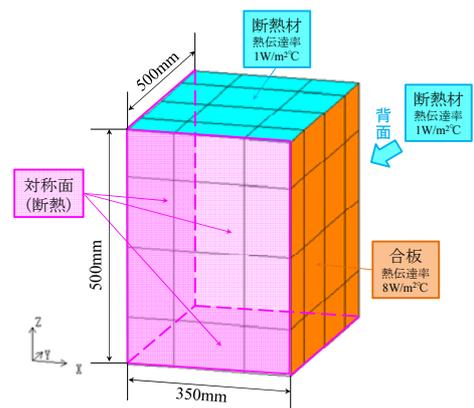


図-2 事後解析モデル(1/8 モデル)

表-1 簡易断熱試験使用配合

セメント種類	FA種類	目標 SL (%)	目標 空気量 (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)					
						W	B(C+FA+EX)	FA/B	EX	S	G
N	II種	18	5.0	37.6	45.6	149	397	0.3	20	804	954

EX : 膨張材 (石灰系)

キーワード フライアッシュ, 断熱温度上昇試験, 簡易断熱試験, 事後解析

連絡先 〒061-3242 北海道石狩市新港中央 4 丁目 3740 番地 2 TEL 011-772-8604

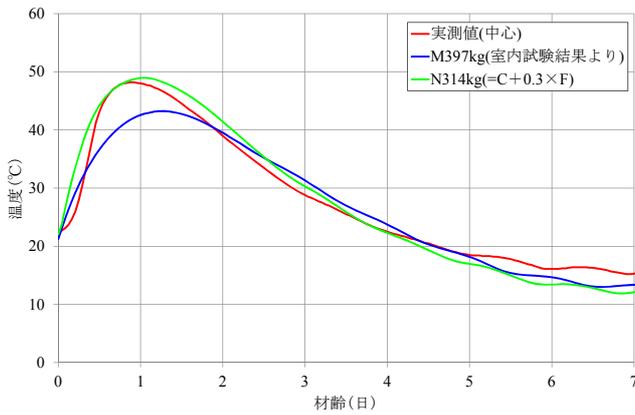


図- 3 簡易断熱試験結果

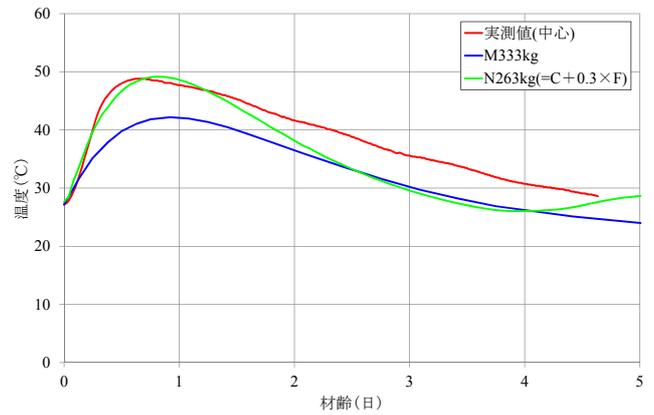


図- 4 実構造物温度計測結果

表- 2 実施工使用配合

プラント	セメント種類	FA種類	目標SL (%)	目標空気量 (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						
							W	B(C+FA+EX)	FA/B	EX	SI	S2	G
①	N	II種	18	5.0	48.1	48.1	149	310	0.3	20	886	—	954
②					45.0	45.4	160	356			564	237	980

なお、本試験では打込み温度は約 22℃であり室内試験 (20℃) と条件は近かったが、温度上昇傾向は大きく異なった。

3. 実構造物での温度計測

実構造物 (防液堤#4 ロット) での温度計測位置を図- 5に、使用した配合を表- 2に示す。また、計測結果および FEM 解析結果を図- 4に示す。実構造物では単位結合材量の異なる 2 工場を使用したため、解析で用いる結合材量は 2 工場の値を平均して用いた。なお、打込み温度は約 28℃であった。解析の結果、実構造物での温度計測においても、2. で述べた簡易断熱試験での解析と同様、フライアッシュ C 種セメントの発熱特性は、普通ポルトランドセメントの断熱温度上昇式<sup>2)</sup>とし、そこに適用する単位セメント量を C+F×0.3 とすることで実測値とほぼ一致した。

4. まとめ

今回の計測の範囲においては、実構造物程度の部材寸法がある場合、フライアッシュをセメント内割で 30%置換したコンクリートの発熱特性は、普通セメントの断熱温度上昇式<sup>2)</sup>に適用する単位セメント量を C+F×0.3 とすることで、実測値とほぼ一致した。室内での断熱温度上昇試験と実構造物程度の部材寸法がある場合とで発熱特性が変化した原因については、部材寸法の違いに加え、フ

ライアッシュのロットの違いによる反応速度の違いや、練混ぜ機の違い等が考えられる。練混ぜ機の違いに関して、モルタルで練混ぜ時間の違いによって水和発熱速度が変化することが報告されているが<sup>3)</sup>、フライアッシュを用いた今回の場合も同様の現象が起こった可能性が考えられる。

参考文献

- 1) 関口雄介, 佐久間清文, 宮田佳和, 佐藤充史, 江渡正満: フライアッシュを用いたコンクリートの各種物性試験, 土木学会第 71 回年次学術講演会概要集 (投稿中)
- 2) 土木学会: 2012 年制定コンクリート標準示方書[設計編], pp.303~318
- 3) 高橋恵輔:セメントモルタルの初期水和挙動に及ぼす攪拌作用の影響, 第 69 回セメント技術大会講演要旨, No.1104, 2015 年 5 月

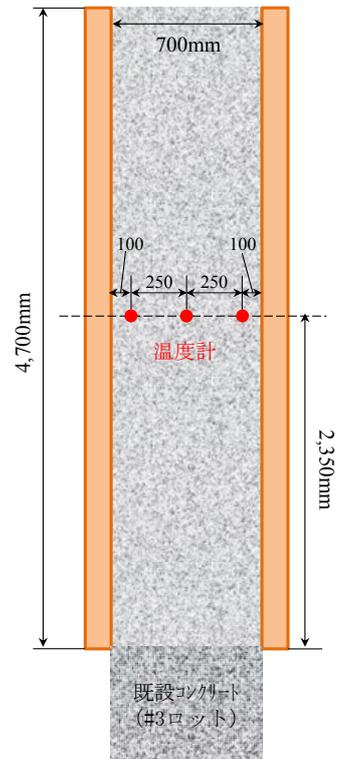


図- 5 実構造物温度計測位置