

# 簡易断熱温度上昇試験を用いたフィルダム監査廊の温度解析

Thermal Analysis of Fill Dam Inspection Galleries with Simplified Adiabatic Temperature Rise Curve Tests

○浅野 勇\*, 増川 晋\*, 田頭 秀和\*, 林田 洋一\*

Isamu ASANO, Susumu MASUKAWA, Hidekazu TAGASHIRA and Yoichi HAYASHIDA

## 1. はじめに

コンクリート構造物の温度解析精度を向上させるためには対象とするコンクリートの発熱特性を適切に評価する必要がある。発熱特性の評価のためには、室内断熱温度上昇試験が有効であるが、試験に現場コンクリート直接使用することが難しいため試験精度が低下すること、試験費用が高額である等の問題がある。これらの問題を解決するために、筆者らは、現場コンクリートを使用して低コストで高精度な断熱温度上昇曲線を求める試験方法「簡易断熱温度上昇試験（以下、簡易断熱試験と呼ぶ）」の検討を行ってきた。本報では、中庸熱及び低発熱セメントを使用したフィルダム監査廊を対象に簡易断熱試験を実施し、その結果を用いた監査廊の温度解析結果と実測結果を比較することで簡易断熱試験の現場への適用性について検証した。

## 2. 現場試験の概要

茨城県に建設中の御前山ダムに平成 17 年 6～7 月に打設された 2 つの監査廊（C-16 及び C-17 ブロック）を対象に簡易断熱試験と温度解析を行った。C-16 では低発熱ポルトランドセメントを、C-17 では中庸熱ポルトランドセメントを使用した。コンクリートの品質は粗骨材最大寸法 40mm、スランプ 8cm、空気量 4.5%である。コンクリートの配合を表 1 に示す。表中の打設温度は簡易断熱試験の供試体打設完了時の値である。

表 1 コンクリートの配合  
Mix proportion of concrete.

| 配合名      | ブロック番号 | 打設日  | 打設温度(℃) | W/C (%) | s/a (%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |       |
|----------|--------|------|---------|---------|---------|--------------------------|-----|-----|-----|-------|
|          |        |      |         |         |         | W                        | C   | S   | G   | Ad    |
| 低発熱(LHP) | C-16   | 7/12 | 25.5    | 55      | 45.1    | 146                      | 265 | 846 | 729 | 2.822 |
| 中庸熱(MHP) | C-17   | 6/27 | 31.2    | 55      | 44.9    | 144                      | 262 | 844 | 734 | 3.488 |

簡易断熱試験型枠の概要を図 1 に示す。型枠は、鋼製型枠で箱を作成し、その内側を厚さ 10～15cm の発泡スチロール板で断熱した構造である。この型枠の中にコンクリートを打ち込み、供試体中心温度を計測し、その計測値を有限要素法解析結果と比較することでコンクリートの断熱温度上昇曲線を同定する<sup>1)</sup>。現場における簡易断熱供試体の作製時間は作業員 2 人で 30 分程度であり、簡易に供試体を作成することが可能であった。供試体は野外に設置し、約 10 日間、20 分のインターバルで計測を行った。なお、日射等の影響を防ぐため型枠の外側をグラスウールとブルーシートで覆った。

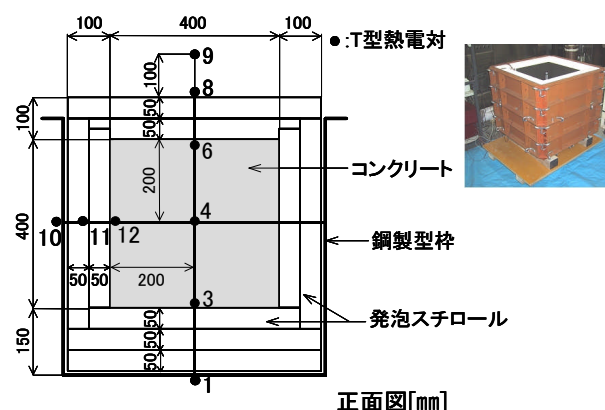


図 1 断熱温度上昇試験装置の概要  
Side-view of simplified adiabatic apparatus.

## 3. 現場試験結果

簡易断熱試験の供試体中心温度及び型枠外面の温度計測結果を図 2 に示す。型枠外面温度は 10℃ 程度日変化するが、供試体中心温度は日変化しなかった。図 3 に簡易断熱試験結果より同定したコンクリートの断熱温度上昇曲線の推定結果を示す。図 3 に示した断熱温度上昇曲線を用いて中庸熱セメントを使用した C-17 ブロック監査廊の温度解析を行い実測温度値と比較した。解析期間はイン

\* (独) 農研機構 農村工学研究所 施設資源部 構造研究室 フィルダム監査廊, 断熱温度上昇曲線, 温度解析  
\*NARO, National Institute for Rural Engineering

バート打設からアーチ打設後 4 日までの約 1 ヶ月である。解析モデル、初期条件及び境界条件を図 4 に示す。コンクリート表面の熱伝達境界には監査廊外面には実測外気温を、監査廊内面は一定温度 (22°C) とした。熱伝達係数は実際の養生条件に対応し変化させた。アーチ部についてはクーリングの影響を考慮した解析を行った。解析結果と実測値の比較を図 5 に示す。解析値と実測値は良く一致した。また、低発熱ポルトランドセメントを用いた C-16 でも同様の結果を得た。

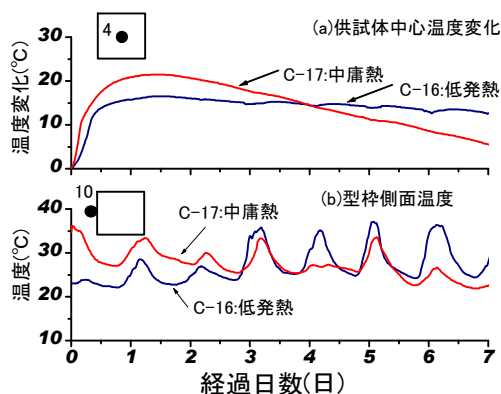


図 2 供試体の温度履歴  
Measured temperature variation of specimen.

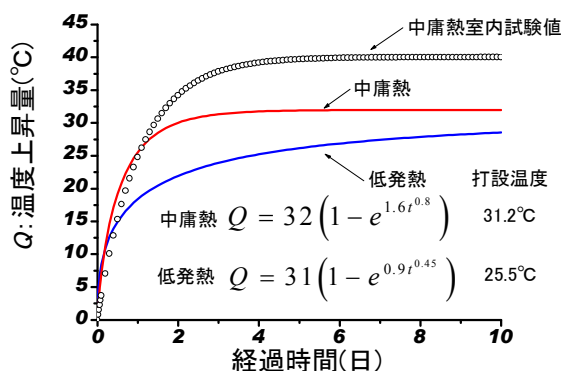


図 3 断熱温度上昇曲線  
Adiabatic temperature rise curves.

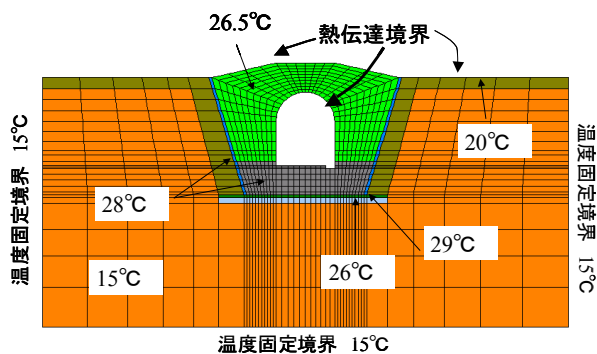


図 4 温度解析モデル

Heat analysis finite element model of a inspection gallery.

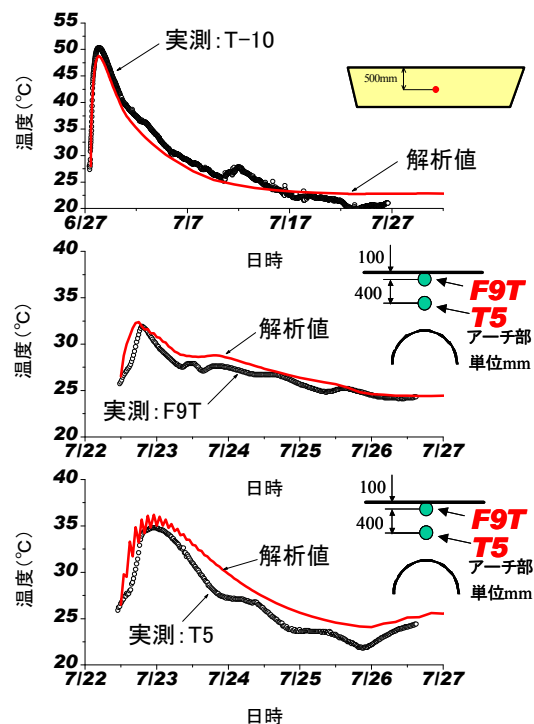


図 5 温度解析値と実測値の比較  
Comparison between FEM analysis results and measured temperature.

#### 4. まとめ

簡易断熱試験の現場への適用性試験の結果から、以下のことが分かった。

(1) 中庸熱ポルトランドセメント、低発熱ポルトランドセメントを用いた長期的に発熱が継続するコンクリートに対しても簡易断熱試験から適切な断熱温度上昇曲線の同定が可能である。

(2) 供試体作製の時間は作業員 2 人で 30 分程度であり、ダム現場においても容易に試験が可能である。

(3) 夏期において型枠表面温度が 25~35°C の範囲での野外設置が可能である。ただし、供試体コンクリート温度と外気温の温度差が大きくなる冬期の野外設置については別途検討が必要である。

謝辞：現地試験では、関東農政局那珂川沿岸農業水利事業所の皆様から多大なご協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 浅野 勇, 向後 雄二, 林田 洋一(2002): 簡易断熱温度上昇試験機によるコンクリート断熱温度上昇曲線の推定, 農業土木学会論文集, No.218, pp.149-155.