

コンクリートダムにおける埋設計器データを使用した断熱温度上昇特性の同定について

清水建設 (株) 正会員 ○山口 浩 正会員 木村 雅臣  
 グローバルワークス (株) 江渡 正満

1. はじめに

ハッ場ダムは群馬県吾妻郡に位置する多目的重力式コンクリートダムである(写真-1)。2020年に竣工し、運用を開始している。ハッ場ダムでは温度ひび割れ対策として、施工開始前の事前温度応力解析に加え、施工途中において、施工中の情報を反映し精度を高めた検討を実施している。解析には、施工時の外気温やコンクリート打込み温度に加え、圧縮強度、引張強度、静弾性係数などの実際の試験値を用いている。しかし、コンクリートの断熱温度上昇特性については、セメント種類が中庸熱セメントフライアッシュ 30%置換(MF30)という低発熱セメントであること、かつセメント量の少ない配合であることから、断熱温度上昇量を正確に測定することが困難であることが予想された。一方ハッ場ダムでは、測温機能付きの埋設計器により、ひずみと同時にコンクリート温度の測定を実施していたことから、実測温度データを使用することで、逆解析的に断熱温度上昇特性値を特定する手段を試みた。



写真-1 ハッ場ダム全景

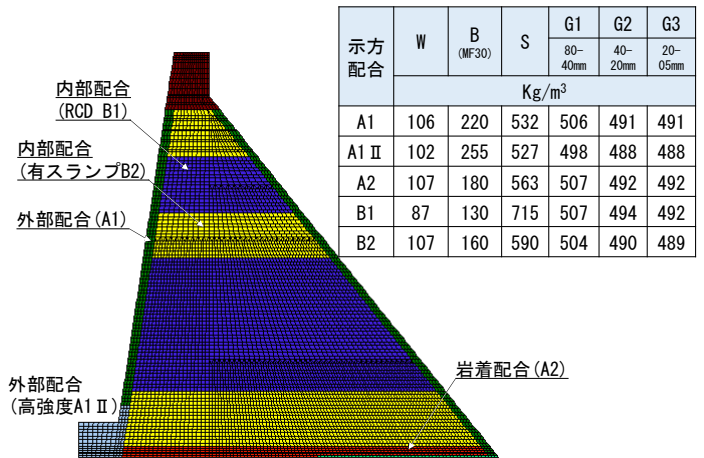


図-1 温度応力解析モデルと示方配合表

2. 解析モデル

解析モデルと配合を図-1に示す。ダム軸直角方向の断面における2次元有限要素モデルである。事前解析に用いた断熱温度上昇特性値の設計値を表-1に示す。この設計値は、過去のダムにおける実績値を参考として設定された値である。

表-1 事前解析における断熱温度上昇特性値

断熱温度上昇式 $Q = Q_{\infty}(1 - e^{-\alpha t^{\beta}})$ $Q_{\infty}$ : 最終上昇温度 $\alpha, \beta$ : 実験定数	配合種類	配合名	$Q_{\infty}$	$\alpha$	$\beta$
	外部配合	A1	24.7	0.40	0.71
外部配合高強度	A1 II	28.6	0.40	0.71	
岩着配合	A2	20.2	0.40	0.71	
内部配合RCD	B1	14.6	0.40	0.71	
内部配合有スランブ	B2	18.0	0.40	0.71	

3. 断熱温度特性値の同定

図-2に埋設計器の設置位置を示す。表-1に示す最終上昇温度 $Q_{\infty}$ を変化させ、温度解析結果が各計器の計測データに近づくように繰り返し同定解析を実施した。表-2に同定後の断熱温度上昇特性値を、図-3に同定後の計測データ

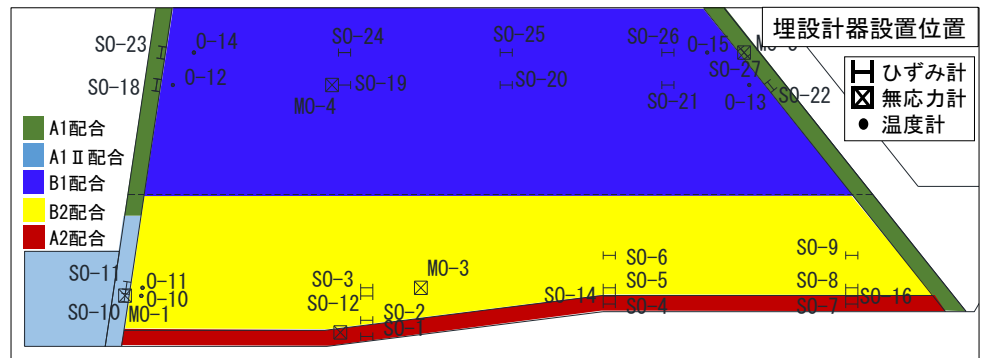


図-2 埋設計器設置箇所

キーワード ダム, 温度応力解析, 断熱温度上昇特性, 逆解析, 中庸熱フライアッシュセメント, 貧配合  
 連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋2丁目16-1 清水建設(株) 土木技術本部 山口 TEL 03-3561-3915

ならびに解析データの比較を配合ごとの代表点において示す。この結果より、設計値における解析ではコンクリート温度が低く見積もられていたことが分かる。

4. 温度応力解析結果

同定前後の温度応力解析結果の比較を図-4に示す。全体的にコンクリート内部温度が上昇しており、ダム表層のひび割れ指数が低下していることが分かる。検討時、打設開始後約1年半が経過していたが、残り1年の打設においてこの結果を反映させ、対応策の検討を実施した。

5. まとめ

ハツ場ダムでは、埋設計器のデータから逆解析することで断熱温度上昇特性値を同定し、温度応力解析に反映させた。その結果、より現実に近いひび割れリスクを検討することが出来た。本論文が、MF30を使用する今後のダム施工の一助となれば幸いである。

参考文献

1)坂井五郎, 取違剛, 坂田昇, 石田哲也: フライアッシュセメントを用いたダムコンクリートの断熱温度上昇特性に関する検討, コンクリート工学, Vol. 41, No.1, 2019

表-2 同定された断熱温度上昇特性値

配合名	$Q_{\infty}$	$\alpha$	$\beta$	備考
A1	44.7	0.40	0.71	
A1 II	①22.6②32.6	0.40	0.71	材齢30日までは①の $Q_{\infty}$ を使用し、材齢30日以降から材齢210日まで線形に②の $Q_{\infty}$ まで増加させる
A2	①20.2②32.2	0.40	0.71	
B1	①38.6②55.6	0.40	0.71	
B2	①25.0②32.0	0.40	0.71	

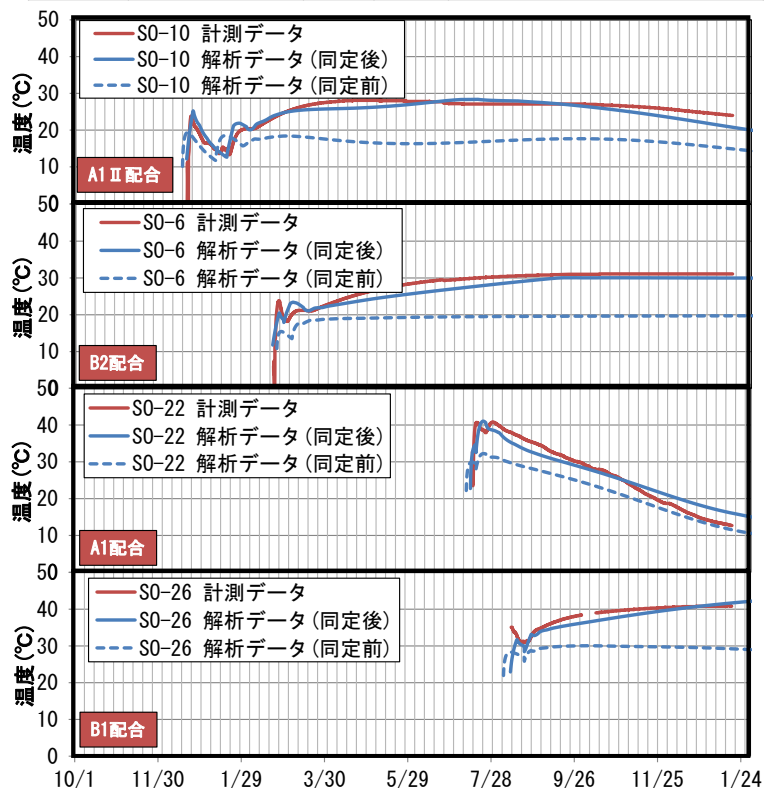


図-3 計測データと解析データの比較

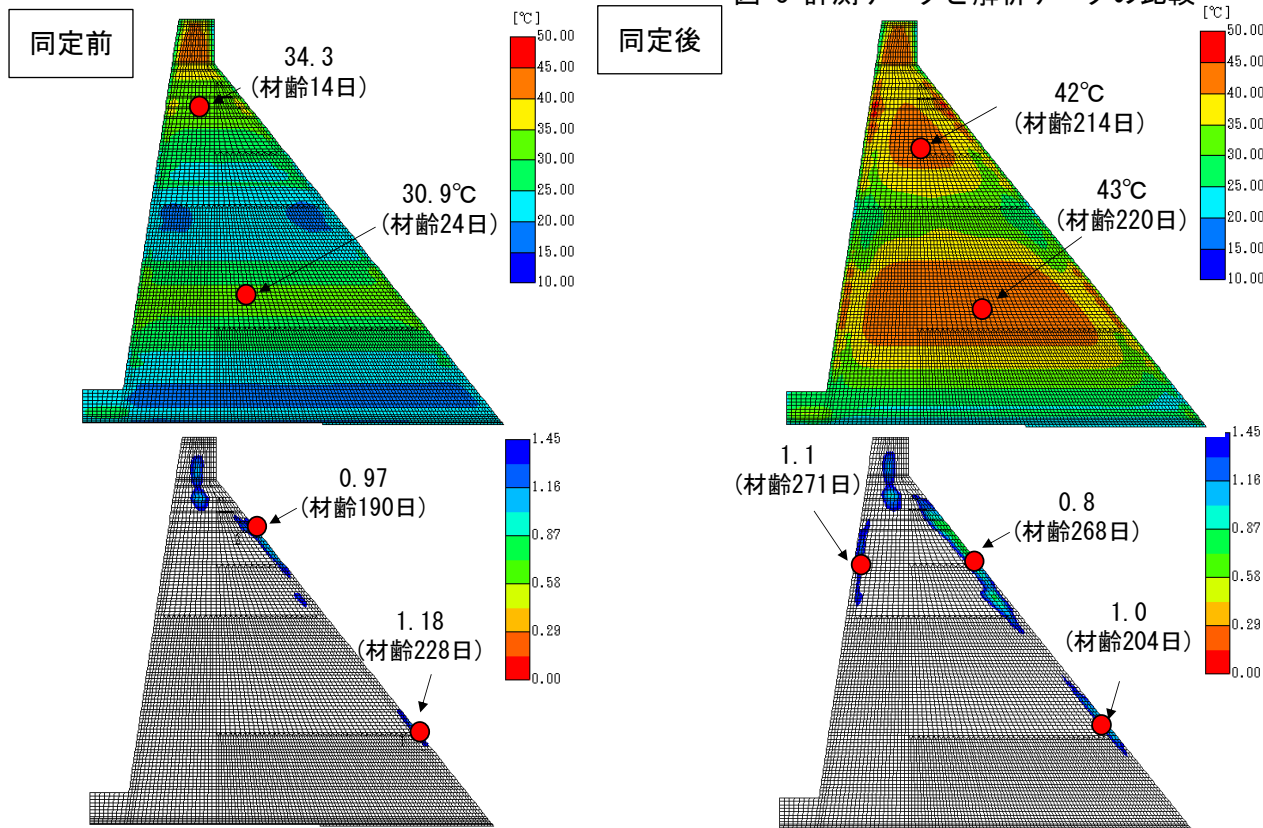


図-4 同定前後の温度応力解析結果の比較 (上: 最大コンクリート温度 下: 最小ひび割れ指数)