

VI-162 ダム放流管周りの高流動コンクリートの温度特性に関する実験的検討

鹿島建設（株）北陸支店 正会員 大内 斉
 鹿島建設（株）技術研究所 正会員 溝渕 利明
 鹿島建設（株）北陸支店 正会員 坂田 昇
 新潟県三面川開発事務所 正会員 佐藤 賢弥
 新潟県三面川開発事務所 正会員 峰村 修

1. はじめに

ダムの常用洪水吐は、放流管や整流板が設置されることや周辺部が高密度配筋となるため、パイプレータによる十分な締固めが困難な部位であり、特に放流管下面のコンクリート打込み及び締固めが非常に難しい部位である。このような施工が難しい部位に対しては、近年開発された自己充填性の高い高流動コンクリートを用いることが適していると考えられる。しかしながら、高流動コンクリートは従来のコンクリートに比べて粉体量が増加することから、セメントの水和熱に起因する温度ひび割れ発生の可能性が高くなる傾向にある。したがって、ダムの常用洪水吐のような高い止水性が要求され、かつマッシブな構造物への適用に対しては、温度上昇を抑制することが重要な課題となる。

そこで、ダム放流管周りへの高流動コンクリートの適用に関する検討の一環として、温度上昇の抑制を目的にセメントの一部を石灰石微粉末に置換した配合を用いて、新潟県で現在建設中のアーチダムである奥三面ダムの放流管周りの形状及び配筋状況の実物大モデルによる施工実験を行った。

本報文は、施工実験において計測したコンクリート温度から断熱温度上昇特性を同定した結果及び石灰石微粉末を置換することによる温度上昇抑制効果について述べる。

2. 施工実験の概要

施工実験は、図-1に示すように放流管周りの形状および配筋状況を模して作製した施工実験のモデルの片側からコンクリートを打設し、高さ0.3m、水平距離5.0mの間コンクリートを締固めを行わないで流動させ、反対側までコンクリートが充填することを確認するものである。実験は、ダムコンクリート（スランプ3

$\pm 1\text{cm}$, $G_{\text{max}}=150\text{mm}$)でモデルの周りを高さ1mまで打上げ、その後高流動コンクリートをダムコンクリート；高流動コンクリート、常用洪水吐、断熱温度上昇、アーチダム、石灰石微粉末、ひび割れ制御

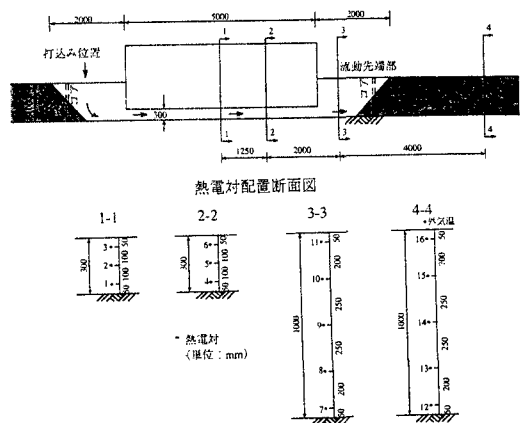


図-1 施工実験の概要

表-1 コンクリートの配合

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)						
		水	セメント	石粉	細骨材	粗骨材	SP剤	増粘剤
30.0	47.5	160	333	169	773	871	12.0	0.08

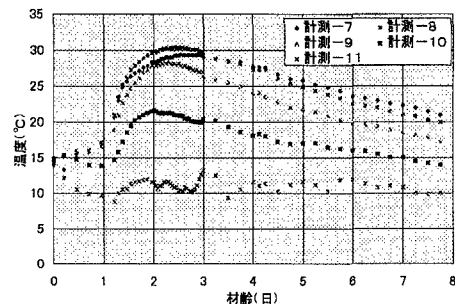


図-2 温度計測結果

リートとモデルの間に打込んだ。施工実験に用いた高流動コンクリートの配合を表-1に示す。セメントは中庸熱ポルトランドセメントを用い、石灰石微粉末を粉体量の37.5%置換した。

温度計測は、図-1に示す位置に設置した熱電対で行い、コンクリート打設後8日間実施した。高流動コンクリートを打込んだ部材厚1m部分の温度計測結果を図-2に示す。図-2から、部材厚1m中央部の最高温度は、約30℃で15℃の温度上昇量であった。

3. 計測結果を用いて同定した断熱温度上昇特性

実施した温度計測結果を用いて断熱温度上昇特性の同定を行った。解析には、2次元有限要素法を用いて行った。メッシュレイアウトを図-3に示す。コンクリートの初期温度は、打設記録を基に算定し、既設コンクリート及び岩盤温度は、年平均気温を用いた。コンクリートの熱特性値を表-2に示す。

解析結果のうち部材中央部の同定結果を図-4に示す。温度計測結果を基に同定した断熱温度上昇式の推定結果を以下に示す。

$$T=50.0(1-e^{-0.5(t-0.83)})$$

次に、中庸熱ポルトランドセメント単味及び施工実験と同等の配合を用いて室内で実施した断熱温度上昇試験と本実験での推定値とを比較した結果を図-5に示す。図-5から、施工実験での同定結果と同一配合での断熱温度上昇試験結果と比較した場合、打込み温度が施工実験の方が低いために上昇速度に対する定数は遅いのに対して、終局断熱温度上昇量がほぼ同等の値を示す結果となった。これは土木学会・コンクリート標準示方書の中庸熱セメントの各打込み温度ごとの断熱温度上昇特性と同様な傾向を示すものである。

セメント単味の場合終局断熱温度上昇量が約78℃であるのに対して、石灰石微粉末をセメント量の約40%を置換した配合が約50℃であり、約40%の温度低減効果があった。これは、温度ひび割れ抑制の点からは、有効な対策と思われる。

4. まとめ

ダム放流管周りへの高流動コンクリートの適用に関する検討の一環として、温度上昇の抑制を目的にセメントの一部を石灰石微粉末に置換した配合を用いて施工実験を行い、温度計測結果から同定した断熱温度上昇特性とセメント単味の断熱温度上昇試験結果と比較した結果、石灰石微粉末を適用することが温度上昇の抑制に有効であることが確認できた。今後は、本検討で得られた温度特性を用いて放流管周りの温度応力解析を実施し、温度ひび割れ抑制効果について評価を実施する予定である。

表-2 温度解析条件

項目	解析条件
熱伝導率	2.7 W/m hr°C
比熱	1.16 kJ/kg°C
密度	2400 kg/m³
表面熱伝達率	8~16 W/m² hr°C
外気温	施工実験付近での計測結果

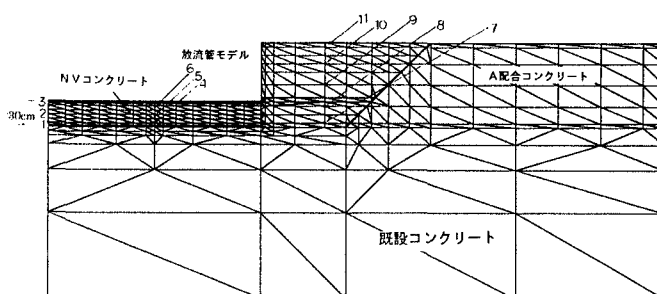


図-3 メッシュレイアウト

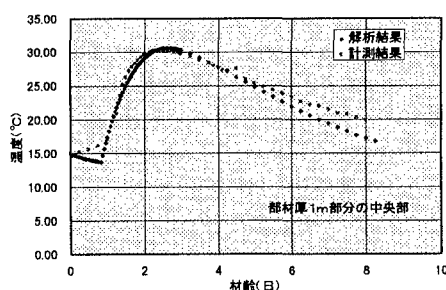


図-4 同定結果

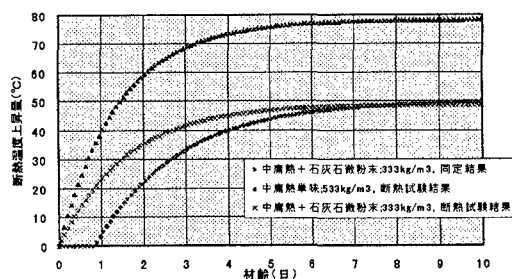


図-5 断熱温度上昇試験結果との比較