

VI-163

ダム放流管周りの高流動コンクリートの温度ひび割れ抑圧対策に関する検討

鹿島建設（株）北陸支店 木村 淳二
 鹿島建設（株）技術研究所 瀧淵 利明
 鹿島建設（株）北陸支店 坂田 昇
 新潟県三面川開発事務所 佐藤 賢弥
 新潟県三面川開発事務所 峰村 修

1. はじめに

ダムの常用洪水吐は、高い止水性が要求される部位であるが、放流管等の設置及び周辺部が高密度配筋となることから、パイプレータによる締固めが難しい部位である。このような部位に対しては、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思われる。そこで、筆者らは放流管周辺部への適用について検討するために、配合試験及び施工性実験を行った[1]。その結果、施工性実験での計測値等から、高流動コンクリートはダム鉄筋周りに用いるコンクリートに比べて温度上昇量が増加し、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と考えられることから、当該部位に対する施工では、温度上昇量を抑制して温度ひび割れ発生を制御する対策を行うことが必要であると思われる。

本報文では、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、材料及び配合による温度ひび割れ抑制対策について検討するために、実施した温度応力解析結果及びその効果について述べる。

2. 検討の概要

検討の対象としたのは、新潟県で現在建設中の堤高 116 m、堤長 244 m のアーチ式ダムである奥三面ダムの常用洪水吐である。常用洪水吐の概要を図-1 に示す。高流動コンクリートの適用範囲は、図-2 に示すように高密度配筋でかつ締固めが難しいと思われる放流管下面とした。検討は、表-1 に示すように現行計画である鉄筋周りの配合（以下C配合と称す）の他に、中庸熱ポルトランドセメント単味による高流動コンクリートを用いた場合、温度ひび割れ抑制を目的として中庸熱セメントに石灰石微粉末を加えた場合及び高ビーライトセメントを用いた場合の4 ケースについて解析を行った。

解析方法は、図-2 に示すように放流管周辺部の形状が複雑であること、パイプレイアウトを考慮した場合、温度解析断面と発生応力が卓越する方向が異なることから、温度及び応力解析とも3次元有限要素法を用いて行った。解析対象部

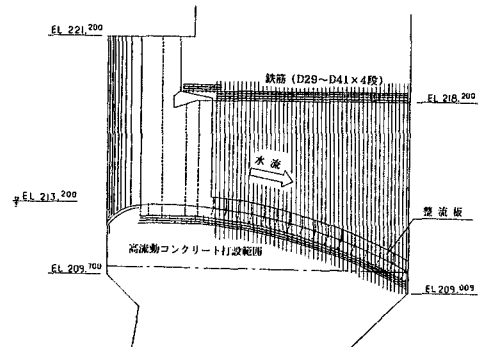


図-1 構造物の概要

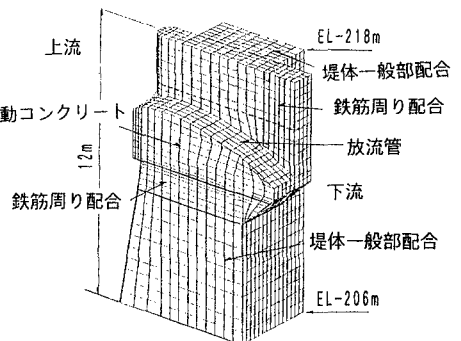


図-2 解析対象部位

表-1 検討ケース

ケースNo.	使用セメント	単位セメント量	石灰石微粉末
1	中庸熱	310kg/m ³	—
2	中庸熱	533kg/m ³	—
3	中庸熱	333kg/m ³	200kg/m ³
4	高ビーライト	533kg/m ³	—

キーワード：高流動コンクリート、温度応力、ビーライトセメント、石灰石微粉末、温度ひび割れ

〒958-02 新潟県岩船郡朝日村大字三面

TEL 0254-50-6111 FAX 0254-50-6118

位は、放流管を設置するブロックの平成9年度施工予定リフトとした。メッシュレイアウトを図-2に示す。また、温度応力解析に用いたコンクリートの熱特性及び力学特性を表-2に示す。

3. 解析結果及び考察

放流管直下のリフト中央部の温度解析結果を図-3に示す。図-3から、C配合の温度上昇量が約32°Cであるのに対して、高流動コンクリートで中庸熱セメント単味の場合には約61°Cとなり、C配合の2倍の温度上昇量であった。

一方、セメントの約40%を石灰石微粉末に置換した場合の温度上昇量は約37°Cであった。高ビーライトセメントを用いた場合には、中庸熱セメントと同じ単位セメント量であるにもかかわらず、温度上昇量が31.6°Cであり、C配合を用いた場合と同等の温度上昇量となった。

したがって、温度ひび割れ抑制対策としてセメントの一部を石灰石微粉末に置換する方法及び高ビーライトセメントを用いることは有効であり、特に高ビーライトセメントを適用することで温度上昇量をC配合程度まで低減することが可能であることが明らかとなった。

次に、応力解析結果を図-4、5に示す。図-4から、最大引張応力は中庸熱セメント単味が最も大きく4.82N/mm²であった。石灰石微粉末を一部置換したケース及び高ビーライトセメントを用いたケースでは、C配合よりも約0.5N/mm²大きい結果となった。各ケースのひび割れ指数を比較した場合、図-5に示すように中庸熱セメント単味を用いたケースが0.96でひび割れ発生の可能性が高い結果となった。一方、その他のケースは1.2~1.6程度でひび割れ発生の可能性が小さく、特に高ビーライトセメントを用いたケースでは、C配合よりもひび割れ発生の可能性が小さい結果となった。

以上の解析結果から、放流管周りへの高流動コンクリートの適用において高ビーライトセメントを用いた場合、ひび割れ発生の可能性は小さく抑えられ、温度ひび割れ抑制対策として効果のあることが明らかとなった。

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、材料及び配合による温度ひび割れ抑制対策について温度応力解析を実施し、その効果について検討を行った。その結果、高流動コンクリートを適用し、かつ鉄筋部周りに用いている配合と同等程度に温度ひび割れを抑制するためには、高ビーライトセメントが有効であると考えられる。

[参考文献]比嘉邦光ほか；アーチダムにおける高流動コンクリートの施工実験，第52回土木学会年次学術講演会第VI部門

表-2 解析条件

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
熱伝達率(W/m ² °C)		2.7		
比熱(KJ/kg°C)		1.155		
密度(kg/m ³)		2400		
断熱温度上昇式	Qacc(°C)	40.0	78.2	48.9
	$\gamma(1/日)$	0.744	696	0.633
表面熱伝達率(W/m ² °C)		放流管側面:10, リフト側面:14, リフト上面:8		
ノビ係数(10 ⁻⁴ /°C)		428		
弾性係数(N/mm ²)		10		
圧縮強度(N/mm ²)		$f_c(t) = f(91)M / (62 + 0.99t)$		
材料の1日圧縮強度(N/mm ²)		51.9	80.0	53.0
引張強度(N/mm ²)		$f_t(t) = 0.16M * (f_c(t))^{0.781}$		
弾性係数(N/mm ²)		$E_c(t) = 4700 * (f_c(t))^{0.5}$		
ポアソン比		0.2		

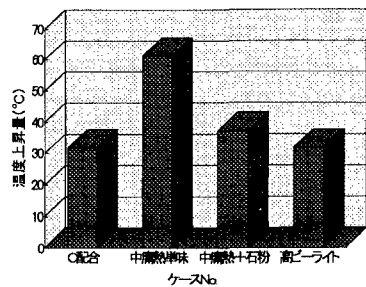


図-3 温度解析結果（温度上昇量）

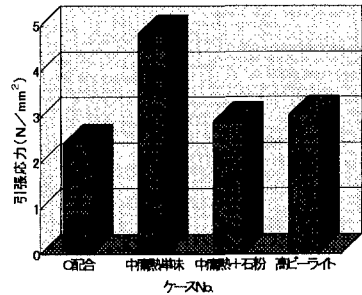


図-4 応力解析結果（最大引張応力）

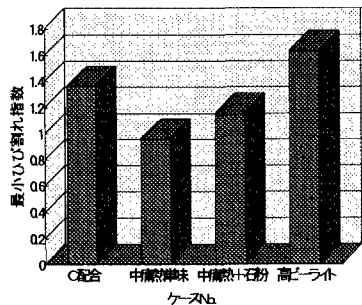


図-5 応力解析結果（最小ひび割れ指数）