

ダム造成アバットメントのスロットジョイントへの膨張コンクリートの適用

(株)大林組 正会員 ○小俣 光弘

長野県

小平 春男

(株)大林組 正会員 新村 亮

(株)大林組 正会員

内藤 明

1. まえがき

浅川ダムの左岸部では堤体の掘削により長大法面が発生する。この長大法面の規模縮小ならびに掘削量低減を目指し、造成アバットメント工を計画した。造成アバットメント工の構造を図-1 に示す。造成アバットメント工は規模が大きく、外部拘束による温度応力の発生が懸念されるため、ブロック中央部付近にスロットジョイントを配置した。スロットジョイントは幅 1.5m とし、上下流ブロックの一体化のため両ブロックとの接合面にはキーを配置するとともに、中庸熱フライアッシュセメントを使用した膨張コンクリートを打設し、一体化を図ることとした。ここでは、スロットジョイント部の事前試験練り・解析結果、打設後の計測・解析結果について報告する。

ダム軸断面図

上下流方向断面図

図-1 造成アバットメント工の構造

2. 膨張コンクリートの試験練結果

浅川ダムで使用しているポンプ圧送が可能な構造用配合をもとに、膨張材の添加量をセメントの内割で10, 15, 20kg/m³の3水準に振った配合で試験練りを行った。構造用配合を表-1に、試験項目を表-2に示す。試験結果のうち、膨張材添加量と長さ変化率の関係を図-2に示す。長さ変化試験は40mmでウェットスクリーニングした供試体で行ったため、膨張材の実際の添加量を骨材量で補正した。目標とする膨張ひずみ量を土木学会コンクリート標準示方書に示されている収縮補償用コンクリートの標準値150～250×10⁻⁶とし、膨張材の添加量を20kg/m³とした。断熱温度上昇試験は実際の打込温度を考慮し、打込温度を11.5℃で行った。求められた断熱温度上昇式は表-3に示す通りである。

試験項目	試験方法
スランプ	JIS A 1101

表-1 構造用コンクリートの配合

配合 名	W/B (%)	s/a (%)	空気量 (%)	単位量 (kg/m3)					
				W	C	S	G1	G2	EX
C4	43.5	42.0	4.5	135	290	784	605	529	20

C:中庸熱フライアッシュセメント (F:30%)、EX:高性能膨張材、G1:4020、G2:2005

3. 事前溫度應力解析結果

試験練りで求められた物性値を使用して、3次元 FEM による温度応力解析を行った。試験練りで求められた物性値以外は土木学会コンクリート標準示方書に準じた。なお、リフト高は最下層と最上層を 2m、残りを 3m とし、3 月 15 日から 1 週毎に各リフトを打設するものとした。外気温は平年値の sin 曲線を用い、年平均気温 12.2℃に達した以後は、最終安定温度での状態で評価するため 12.2℃一定とした。

表-2 試驗項目

試験項目	試験方法
スランプ	JIS A 1101
空気量	JIS A 1128
圧縮強度	JIS A 6202 (材齢 3, 7, 28, 56 日)
長さ変化率	JIS A 6202
断熱温度上昇量	空気循環方式

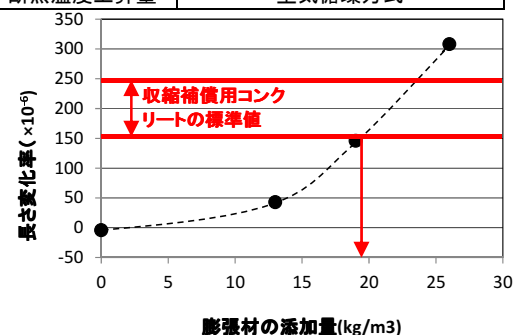


図-2 膨張材添加量と長さ変化率の関係

キーワード 造成アバットメント，スロットジョイント，膨張コンクリート，温度応力

連絡先 〒160-0004 東京都新宿区四谷1丁目（外濠公園内）（公社）十木学会 全国大会係 TEL03-3355-3442

なお、解析では膨張コンクリートの膨張ひずみは考慮していない。各リフト中心部の温度とダム軸方向と上下流方向の拘束ひずみの経時変化を図-3～5に示す。温度上昇量は最大 21℃であり、拘束ひずみはダム軸方向で最大 142×10^{-6} 、上下流方向で 46×10^{-6} であり、膨張材による膨張ひずみが 150×10^{-6} 以上あるため、拘束ひずみは引張限界ひずみ 100×10^{-6} を越えないものと考えられた。

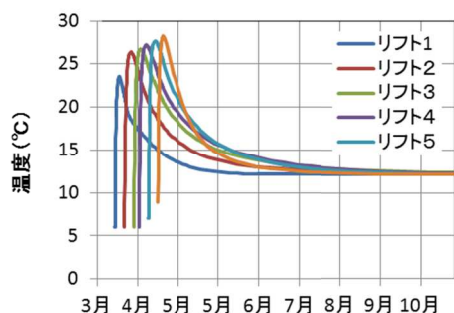


図-3 各リフト中心部の事前解析結果

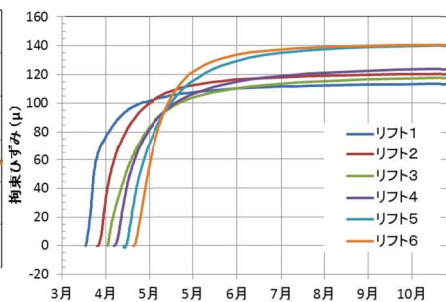


図-4 各リフト中心部のダム軸方向の拘束ひずみの事前解析結果

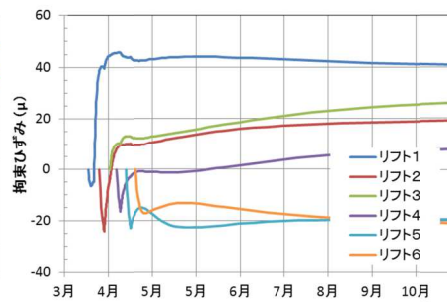


図-5 各リフト中心部の上下流方向の拘束ひずみの事前解析結果

4. 計測結果および事後解析結果

スロットジョイントの打設は3月15日から4月28日に6リフトで行い、第一リフトで温度、3方向のひずみ、無応力ひずみの計測を行った。検討フローを図6に、温度と拘束ひずみの計測結果を図7に示す。温度上昇量は18℃程度であり、拘束ひずみはダム軸方向が最も大きく 82×10^{-6} 程度であったが、他の2方向は圧縮ひずみとなり、いずれも引張限界ひずみ 100×10^{-6} 以下であった。

次に実際の打込温度と外気温を使用し、温度計測結果と解析温度が整合するように断熱温度上昇式を同定した。求められた断熱温度上昇式を表-3に示す。断熱温度上昇量は試験結果よりも10℃ほど小さいが、温度上昇速度が大きい結果となった。この解析温度を使用し、膨張材による膨張ひずみを同定した。求められた膨張量式は次の通りである。

$$\varepsilon_{ex}(t) = 115(1 - e^{-0.10(t-2.2)^{1.3}}) \quad (\times 10^{-6}, t: \text{日})$$

上式を用いたダム軸方向の解析ひずみは計測値とほぼ一致し、他の2方向は解析結果の方がやや引張側で安全側の結果となった。

この結果を使っ

て2リフト以後の予測解析を行ったが、全リフトで拘束ひずみが引張限界ひずみ以下であることを確認した。スロットジョイントの施工状況を図-8に示す。

5. まとめ

ダムの造成アバットメントのスロットジョイントに中庸熱フライアッシュセメントと膨張材を使用することにより、アバットメントの一体性を確保できることを解析と計測結果を用いて実証することができた。なお、本検討にあたり一般財団法人ダム技術センターのご指導をいただきました。ここに感謝申し上げます。

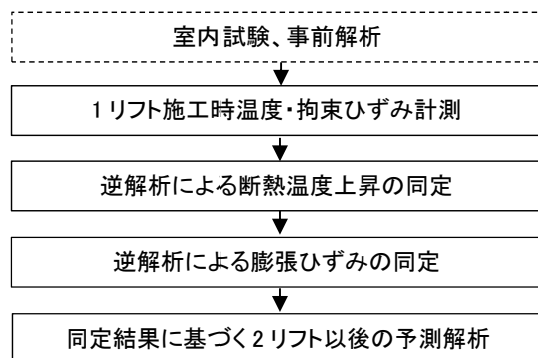


図-6 計測および事後解析のフロー

表-3 断熱温度上昇式

		事前試験結果	計測逆解析
使用式(共通)		$T(t) = K(1 - e^{-\alpha(t-t_0)^\beta})$	
係数	K [°C]	45.4	→ 35.0
	α	0.4	→ 0.6
	β	0.7	→ 1.0
	t_0 [日]	0.3	→ 0.3

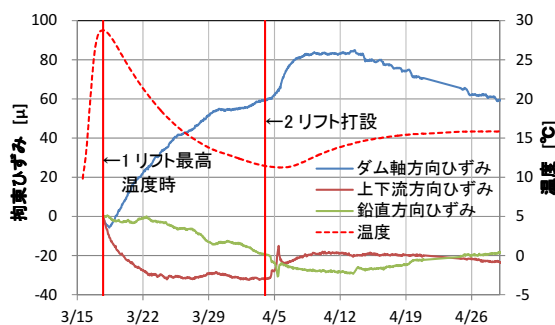


図-7 1リフト中心部計測結果



図-8 施工状況写真