

V-194

ダム閉塞コンクリートのひびわれ対策

—— 液体窒素を用いたブレーキング工法 ——

近畿農政局 加古川西部農業水利事業所 林 慎治
 (株)大林組 土木技術部 正会員 ○ 新村 亮
 (株)大林組 土木技術部 正会員 佐藤 哲司
 (株)大林組 土木技術部 正会員 原田 暁

1. まえがき

ダム仮排水路や放流管廻りの閉塞コンクリートは、比較的マシなコンクリートであることから、温度ひびわれが生じやすく、止水性向上、耐力向上を目的として、パイプクーリング等のひびわれ対策を講ずることが多い。

施工したダム閉塞コンクリートは、放流管の滑動防止と止水機能を高める目的で計画されたもので、図-1、2に示す構造となっている。ダム軸を挟んで最大で2mの巻厚を有するマスコンクリートであるが、上下流側が狭く、困難な施工条件となっている。止水機能を満足するため、放流管縦断方向に生ずるひびわれ防止を計画することとした。尚、コンクリートの収縮対策、止水性の向上を計る目的でグラウト工も実施されている。工事諸元は、以下のとおりである。

工事名称；近畿農政局糞屋ダム放流施設工事

施工場所；兵庫県多可郡中町糞屋新田

期 間；昭和62年10月

主要数量；コンクリート255 m^3 、鋼管設置工1式

グラウト工1式

2. 工法の選定

材料・配合上の対策として、①フライアッシュセメントB種、②粗骨材最大寸法40 mm 、③流動化剤の使用について検討した。①については、強度管理材令が28日であり、発熱上有効な結果を得ることができなかった。又、③についても、水平換算圧送長が170 m と比較的長く、施工場所が狭隘なことから施工性を大きく損う場合が予想され、採用には至らなかった。以上のことから、粗骨材最大寸法を40 mm とした表-1に示す配合で、以後の検討を行った。

施工性から、全体を3層に分けて打設する計画とし、縦断方向ひびわれ指数を1.5として温度応力解析を実施した。その結果、第2、第3層について、①60 cm 間隔のパイプクーリング、②6 $^{\circ}\text{C}$ のブレーキングのいずれかを選定することとなった。(図-3) 在来ブレーキング工法は、冷却能力、経済性の両面から、ほぼ不可能であるため、

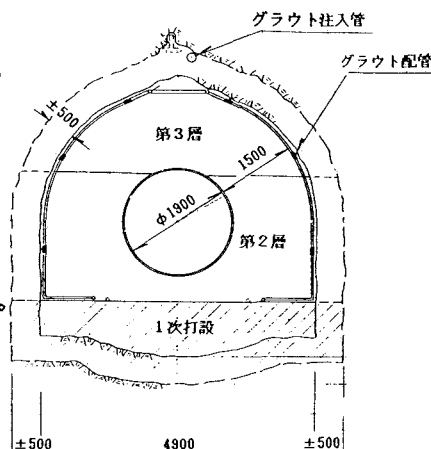


図-1 閉塞工横断面図

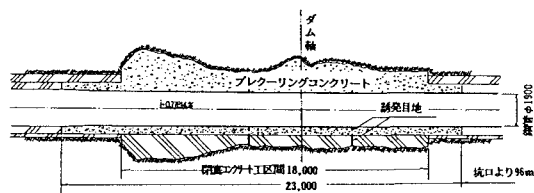


図-2 閉塞工縦断面図

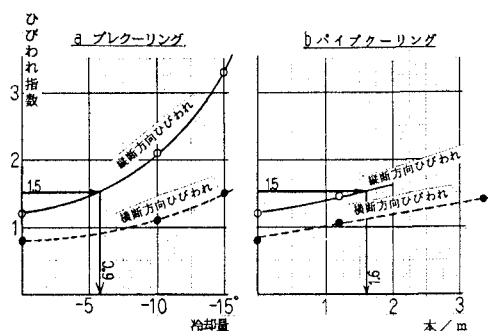


図-3 冷却量の計画値

表-1 コンクリートの配合

呼び 強度	スラ ンプ (cm)	G max (mm)	セメ ント	W/C (%)	S/a (%)	単 位 量 (kg/m^3)				
						C	W	S	G	Ad
210	12	40	NP	59.0	39.9	286	169	732	1113	0.114

液体窒素を用いるブレーキング工法とパイプブローリングについて、施工性、経済性の評価を行った。その結果、施工性に優れた液体窒素によるブレーキング工法は、経済的にも同等以上との判断を得、ひびわれ防止工法として採用を決定した。尚、トンネル横断方向ひびわれを防止するには、約15℃の冷却が必要とされた。6℃の冷却では縦方向の対策は可能なものの横方向は発生の確率も高いため、図-2中に示す位置に誘発目地を設け、ダム軸付近には、ひびわれを生じないよう配慮した。

3. 計測計画

施工結果を確認する目的で、各層の断面、岩盤中に温度計を設置し、発生応力については、コンクリート有効応力計を埋設して計測を行った。

4. ブレーキングの施工

コンクリートの冷却は、トラックミキサに、施工現場で液体窒素を投入攪拌する方法とした。施工は、昭和62年10月に、第2層145 m³第3層110 m³を1週間々隔で実施した。冷却には、時間冷却能力約60 m³の冷却装置一基を用い、液体窒素運搬車を各3台使用した。

冷却量は両層で1877 m³℃、約28tの液体窒素使用量であった。実施したコンクリートの品質管理結果は、表-2に示すとおりである。

冷却によって空気量がやや増加し、これに伴ってスランプが若干増加した。圧縮強度（標準養生供試体）も約3%低下しているが、この値は、空気量の増加に見合った値である。

冷却後のトラックミキサドラム内の温度のバラツキは0.6℃と極めて小さく、冷却後から打込み完了までの温度上昇量も、配管が坑内であることによって約1℃と小さな値であった。

5. ブレーキングの効果

応力計測結果を、計算結果と対比して、図-4に示す。第2層の鉛直方向応力は小さく、ひびわれ発生の可能性は無いものと判断される。温度実測結果を用いて、長期的なシミュレーションを行い、冷却の効果を算定した結果を表-3に示す。当初目標どおりの成果が得られたと考えられる。即ち、トンネル軸方向の貫通ひびわれはひびわれ指数が1.4と大きく向上し、その発生を防止できた。更に、ダム軸方向ひびわれも指数が1.0を下廻る部分を、冷却しない場合に較べて40%以上減少させることができ、効果が認められた。

6. あとがき

妻型枠脱型後、目視による調査を実施したが、ひびわれは認められなかった。以上、施工条件を厳しく規制された条件下でのひびわれ制御事例として役立てて頂ければ幸である。

表-2 品質管理結果

	気温 (℃)	コンクリート温度 (℃)		スランプ (cm)		空気量 (%)		圧縮強度 (kgf/cm ²)	
		冷 前	冷 後	冷 前	冷 後	冷 前	冷 後	冷 前	冷 後
第2層	23.6	23.8	17.0	12.7	14.1	4.0	4.4	273	266
第3層	17.5	20.3	12.2	12.6	13.6	3.6	4.3	264	256

表-3 冷却の効果

	打設温度 (℃)		最高温度 (℃)		最小ひびわれ指数			
					ダム軸方向ひびわれ		トンネル軸方向ひびわれ	
	2層目	3層目	2層目	3層目	2層目	3層目	2層目	3層目
冷却あり	19.0	15.0	52.7	47.0	1.0	0.9	1.4	3.0
冷却なし	24.0	20.0	59.1	53.2	0.8	0.8	1.1	2.3

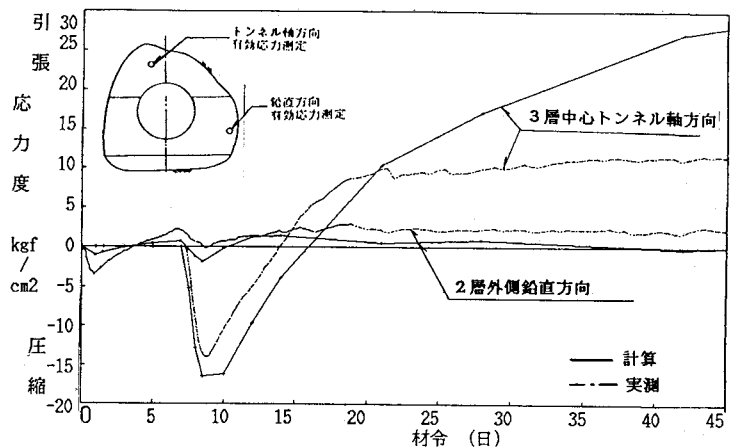


図-4 応力計測結果