

V-178

堤体コンクリートの熱特性や熱境界特性の評価のための実験

長野県 正所河 洋一
飛鳥建設(株) 東京支店 栗原 敦司
飛鳥建設(株) 研究開発部 正○大河原重昭
飛鳥建設(株) 土木設計部 正 近久 博志

1. はじめに

当初、現場計測データの評価手法として発達してきた逆解析手法はトンネルや土留めをはじめとしてさまざまな分野において活用され、数々の成果を修めている。これに対して、本文では、今回開発した非定常熱伝導解析の逆解析コードを適用して、コンクリート構造物の熱特性や熱境界特性の評価を実施した現場実験と室内実験について説明するとともに、本逆解析手法の実用性について述べる。

2. 実験現場

実験した箕輪ダムは天竜川水系左支流沢川の長野県上伊那郡箕輪町長岡新田地先に建設する洪水調整と流水の正常な機能維持並びに上水道用水の確保を目的とした多目的ダムである（図-1、2、表-1）。本構造物のうち No.6 ブロックの EL.836.500 ～ 841.000 の3リフトに図-2のように温度計と日射計を設置した。打設したコンクリートの配合と熱特性試験結果を表-2と表-3に示す。

表-1 実験したダムの諸元

形式	重力式コンクリートダム
堤高	72.0 m
堤頂長	297.5 m
堤体積	308,470 m ³
総貯水容量	9,500,000 m ³
有効貯水容量	8,300,000 m ³
上流面勾配	1 : 0.2
下流面勾配	1 : 0.76
基礎岩盤標高	EL.790.0 m

3. 熱伝達実験

図-5に示したように養生に使用される材料をコンクリートの表面に敷き、コンクリート底部を加熱したときの内部の温度変化から養生方法の違いによる熱伝達係数の変化について調べた。

使用したコンクリートの配合と熱特性試験結果を表-4と表-5に示す。

表-2 コンクリートの配合表

最大寸法	スラブ	空気量	W/C	s/a	単位量 (kg/m ³)		
mm	cm	%	%	%	C	W	S
150	4	4	76.7	26.0	150	115	553
						G	混和剤
						1589	0.375

表-3 熱特性試験結果

密度	比熱	熱拡散率	熱伝導率
t/m ³	kcal/kg·°C	m ² /hr	kcal/m·h·°C
2.363	0.240	0.00423	2.40

呼び強度：240 kg/cm² セメント：高炉B種（日本セメント）
水：地下水 細骨材：鹿島産砂50%、岩片産砂50%（FM=2.74）、
粗骨材：養生用砕石20mm：50% 養生用砕石40mm：50%（FM=7.28）、
混和剤：A E減水剤（47%NaOH）

4. 評価

有限要素法の非定常熱伝導解析（時間差分はクラック・ニコルソン法）に非線形計画法を応用した逆解析コードを用いて、今回の一連の試験から得られた温度計測結果を基にコンクリートの内部発熱曲線や表面の熱伝達係数等を同定した。

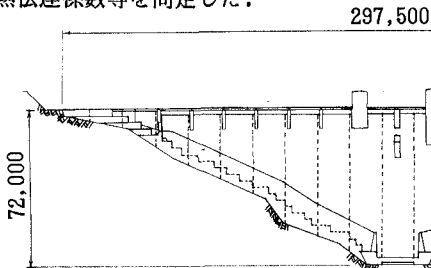


図-1 箕輪ダム下流面図

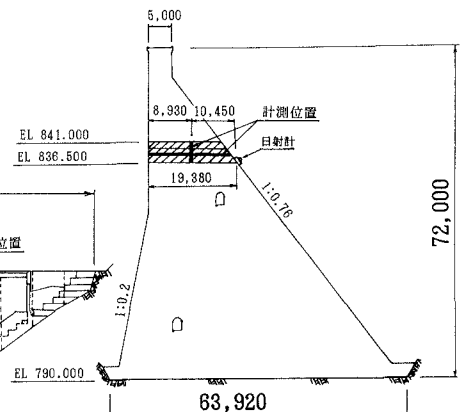


図-2 箕輪ダム標準断面図

そして、この同定結果を基に次の項目について検討した^{1) 、2) 、3)}。

- a) 逆解析手法の適用性
- b) コンクリートの内部発熱
- c) 湛水養生したコンクリート表面の熱伝達係数
- d) コンクリート構造物に与える日射の影響

5. おわりに

検討の結果、固体の熱伝導の分野におけるこうした逆解析は、非定常という問題の複雑さがあるものの温度分布に地盤変位のような不連続性が極めて少ないため、実用性は高いものと判断された。とりわけ、有限要素法を基にした逆解析手法をコンクリートの熱伝導問題に適用した場合、下記のような利点を有する事になる。

- a) これまでの熱特性等の評価のための実験においては、適用する理論上の仮定に合った実験環境を創り出す必要があったために、実験設備が大がかりになったり、実験時間が長時間に及んだりすることがあった。
- b) しかし、本手法を用いれば複雑に変化するような実験環境も理論的評価を加えることができる。
- c) このため、従来の方法に比べて簡易な実験設備ですむことになる。
- d) さらに、従来の方法では評価が難しい、もしくは、できないような実構造物の温度計測データからでもコンクリートの熱特性や境界特性等を評価することができる。

今回、逆解析手法によるコンクリート構造物の熱特性や熱境界特性の評価の適用性を考えて、別紙のようにさまざまな角度から検討を加えた^{1) 、2) 、3)}。今後、データの評価結果の集積に努め、適切なマスコンクリートの温度管理やひび割れ制御等の検討に努めたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 大河原ら：「逆解析手法によるリフト打設された堤体コンクリートの内部発熱の評価」第45回年次学術講演会、1990、土木学会（投稿中）
- 2) 津崎ら：「湛水養生されたコンクリートの熱伝達係数」第45回年次学術講演会、1990、土木学会（投稿中）
- 3) 津崎ら：「日射がコンクリート構造物の熱伝導に与える影響」第45回年次学術講演会、1990、土木学会（投稿中）
- 4) 大河原ら：「マスコンクリートの熱特性の評価」第44回年次学術講演会、1989、土木学会

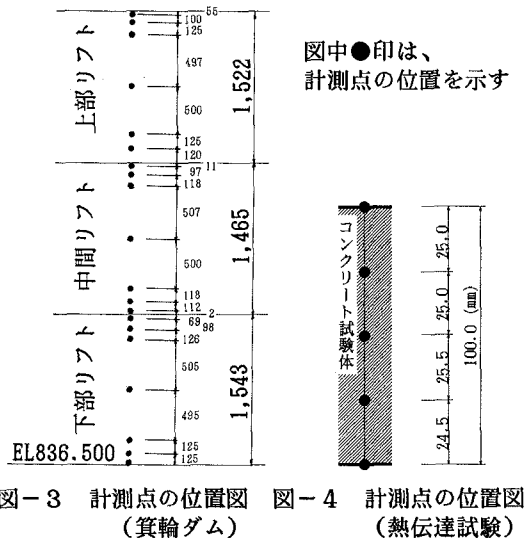


図-3 計測点の位置図（気輪ダム） 図-4 計測点の位置図（熱伝達試験）

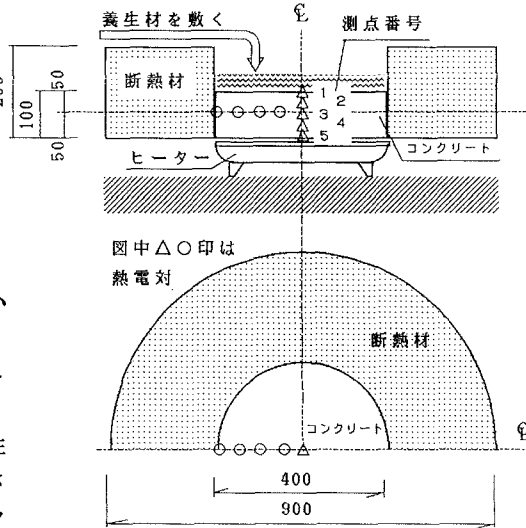


図-5 熱伝達率試験

表-4 コンクリートの配合表

最大寸法 mm	スラグ cm	空気量 %	W/C %	s/a %	単位量 (kg/m³)		
					C	W	S
13	10	4	58.2	45.5	297	173	828

表-5 熱特性試験結果

密度 t/m³	比熱 kcal/kg·c	熱拡散率 m²/hr	熱伝達率 kcal/m²·h·c
2.372	0.258	0.00306	1.87

G	混和剤
1037	0.743