

V-420 クーリングパイプの熱伝達係数に関する現場実験

福岡市 水道局 正 松本 雄介
 飛鳥建設(株) 九州支店 渡田 達
 飛鳥建設(株) 構造技術部 正〇津崎 淳一 中原 博隆 小野 一博

1. はじめに

近年の建設構造物の大型化、多様化に伴って、マスコンクリート構造物の温度応力制御を目的にパイプクーリング工法の採用が多くなってきており、管の径やレイアウト、冷却水の水温や流量等の選定に関しても精度の高い設計が望まれるようになってきている。このようなパイプクーリング工法に関する解析的な研究としては、田辺や佐藤らを始めとして、数多くの研究がなされ、数々の成果に結び付けている。^{1)・2)} これに対して、ここでは、実施中の構造物のクーリングパイプの熱伝達係数を評価するために実施した現場実験について述べる。

2. 対象構造物

現場実験を行った長谷ダムは、福岡市東区の端部に位置し、多々良川水系長谷川に建設する水道専用の重力式コンクリートダムである。ダムの概要を、図-1、2、表-1に示す。図-2に示すように、本構造物のうち No.7 ブロック下流側の EL.47,500~50,500の2リフトでコンクリートの内部温度を計測した。また、周辺環境を調べる目的で日射計および風速計を設置した。打設された内部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。

3. 計測位置

図-3、4に示すように、1.5 m 間隔に設置されたクーリングパイプ周辺のコンクリートの詳細な内部温度を把握するために、下部リフト (EL.47,500~49,000) と上部リフト (EL.49,000~50,500) に3測線を設けて温度計測を実施した。また、同時にクーリングパイプの中にも熱電対を設置しクーリング水温の計測も実施した。

4. 計測結果と考察

(1) コンクリートの内部温度

コンクリート内部温度の計測結果の一例として、測点 1-1 ~

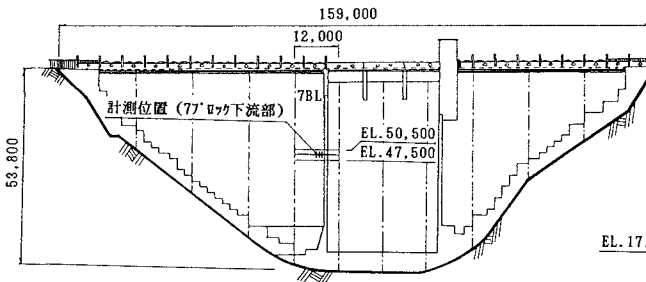


図-1 長谷ダム下流面図

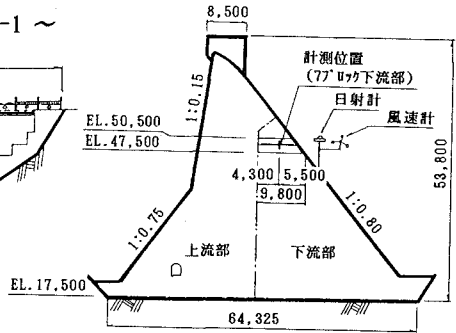


図-2 長谷ダム越流部標準断面図

表-1 実験したダムの諸元

型 式	重力式コンクリートダム
堰 高	53.8 m
堰 頂 長	159.0 m
堰 体 積	136,000 m ³
非溢流部堰高	EL. 71.3 m
流 域 面 積	1.8 km ²
総貯水容量	4,920,000 m ³
有効貯水容量	4,850,000 m ³
常時満水位	EL. 88.0 m
利水最大取水量	31,500 m ³ /day

表-2 コンクリートの配合

最大寸法(mm)	ワグ (cm)	空気量(%)	W/C (%)	s/a (%)
150	3.7	4.6	62.5	28.0

C	W	単 位 量 (kg)					混和剤	
		S	G					
		海砂	77' 微粉	150-80mm	80-40mm	40-20mm	20-5mm	0.520
160	100	568	20	474	438	404	438	
		588			1,756			

28日強度: 231 kg/cm² セメント: 中讃熱高炉B種セメント
 水: 河川水 細骨材: 玄海瀧産海砂 (F.M. = 2.61)
 粗骨材: 福岡県船越郡久山産砕石 (緑色片岩)
 (F.M. = 3.98(150~60mm), F.M. = 9.10(80~40mm))
 混和剤: A E減水剤 (N'ツカSA)

表-3 熱特性試験結果

密度 (t/m ³)	比 熱 (kcal/kg·°C)	熱拡散率 (m ² /hr)	熱伝導率 (kcal/m·h·°C)
2.38	0.21	0.00306	1.51

1-5、測点 2-1 ~ 2-5 における上部リフト打設から 10 日後までの経時変化を図-5と図-6に示す。本リフトのクーリングは、施工上、上部リフト打設 3.5 日後から開始した。19.9 °C で打設されたコンクリートは、打設 4 日後に最大温度約 35 °C を示し、その後徐々に冷却されている様子が分かる。

(2) クーリング水温

下部リフト上面 (EL.49,000)

に設置されたパイプの測線 2 におけるクーリング水温の経時図を図-6に示す。河川水を 14 °C 程度にまで冷却して、流量 15 l/min 程度で通水したが、図-7に示したように、クーリング水温の分布は、入出部からの距離に比例して温度が上昇している。また、入出部のクーリング水の温度差は、周辺コンクリートの発熱特性と相まって、打設 4 日後 13 °C であったのが次第に小さくなり、打設 6 日後では 2 °C 程度にまでなっている。図-8に冷却水の入出部における温度差の経時変化を示す。

5. おわりに

有限要素法の非定常熱伝導解析に非線形計画法を応用した逆解析手法を用いて、本現場計測の結果からパイプの熱伝達係数の同定を行う予定である。そして同定結果と室内実験結果を比較することによって実施工中のクーリングパイプの熱伝達係数について検討して行きたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 田辺ら：“パイプクーリング”における管壁面の熱伝達率の決定ならびに冷却効果の解析”，土木学会論文報告集，第343号，V，1984.3
- 2) 佐藤ら：“マスコンクリートにおけるパイプクーリング”効果に関する研究”，土木学会論文報告集，第372号，V，1986.8

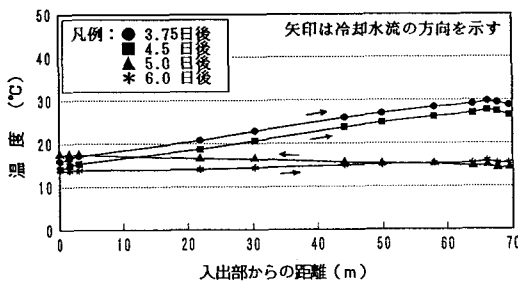


図-7 クーリング水温分布図

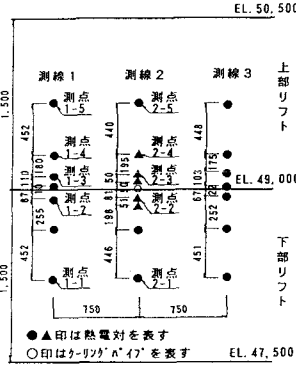


図-3 計測点の位置図

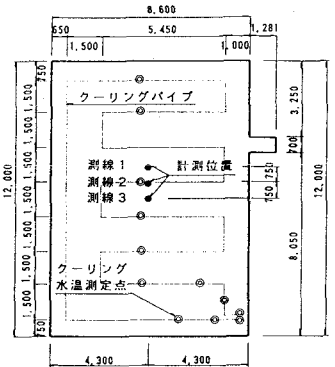


図-4 クーリング水温計測位置図 (No.77°ロック下流部)

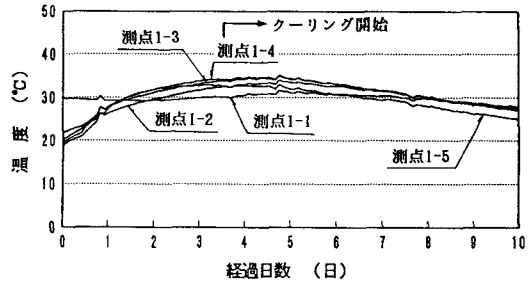


図-5 コンクリートの内部温度図 (測線 1)

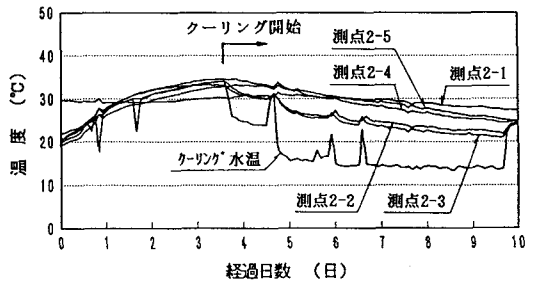


図-6 コンクリートの内部温度図 (測線 2)

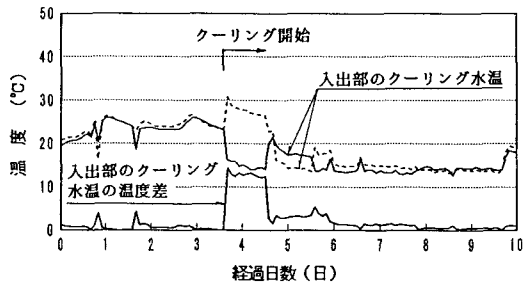


図-8 クーリング水の入出部における温度差