

電力中央研究所 正員 ○ 所員増援

田辺忠雄

原口 晃

1. はじめ

本ダムは、昭和9年に築造された高さ35mの重力式コンクリートダムであるが、揚水発電所の上部池ダムとして、その背面に新コンクリートを打設する高さ10.2mの高上げ工を使用する計画である。この高上げ計画に伴う新旧コンクリート一体化の背面にセメントの水和による熱負荷と受ける場合の旧堤体上流面のひびく制御について検討する必要が生じたため、数値実験を実施した。ここにその結果を報告する。

2. 解析方法

打設コンクリートの水和熱現象、外気温の変化を考慮した放熱現象、コンクリートの硬化過程、コンクリートのフリーブ現象、リフトの打設順序等の要因を考慮にシミュレーションによる解析プログラムを有限要素法を用いて開発し、これを用いて

コンクリートの配合・施工工程・

外気温の変化の要因を考慮した6ケース(表-1参照)の数値実験を実施した。数値実験に用いたコンクリートの物性値はすべて実験値を用い、また、外気温も実験値に基づいて決定した値を用いた。

打設工程は、現場作業により、4月上旬開始、10月上旬終了とした。

表-1 計算ケース

ケース	新堤体コンクリートの配合	新堤体打設工程	計算の初期条件	解析結果	加算解析
1	$C = 220 \text{ kg/m}^3$	1リフト 1.5m ワロヤシフル 工期 4/10 ~ 10/2	外気温 $T_a = 10.0^\circ\text{C}$ の6ヶ月間変化の平均値の旧堤体温度と初期値	○	○
2	外割 $C = 220 \text{ kg/m}^3$ 内割 $C = 170 \text{ kg/m}^3$	"	"	○	○
3	$F/C + F = 0.2$ $C = 148 \text{ kg/m}^3$ (7割) $4\% \text{ 減}$	"	"	○	○
4	$C = 220 \text{ kg/m}^3$	1リフト 1.5m, ワロヤシフル 14リフト 4/10 ~ 3/10 15リフト 4/10 ~ 6/26	"	○	○
5	旧堤体のひびく年間気温変化を考慮した場合の温度応力の計算	"	"	○	
6	新旧堤体一体化した後の年間気温変化を考慮した場合の温度応力の計算	"	"	○	

○ 計算実施

3. 結果

(1) 新旧堤体に発生する熱応力は、コンクリートの打設期間中は、どのケースについても無視しうな程小さい。熱応力が最大を示すのは、打設終了後半年を経過して気温の最も低下する2月上旬で、旧堤体上流部中間高部(EL. 84.5m)に生じる引張応力である。この応力は、1, 2, 3, ケースのいずれも、 14 kg/cm^2 前後と比較的大きい。単位セメント量と20%減じたケース2, 3において応力の減少が認められるのは①外気温の変化のみによって旧堤体に発生する引張応力は、全体の65%近くを占める。②したがって熱荷重20%減じても僅か 1 kg/cm^2 程度の応力減少にしろならない。③新コンクリートの温度上昇が大きくなる程、旧堤体上流部に大きな圧縮応力が発生する中で温度低下によって発生する引張応力の相殺作用が増大する。この理由によると考えられる。

(2) 旧堤体 EL. 84.5m 付近に生じる応力は、EL. 84.5m 以上の部分に打設したコンクリートの影響が大きいことが解析の結果判明した。このケース4の解析を行った結果、上記の引張応力が 9.3 kg/cm^2 まで減少する結果が得られ、EL. 84.5m 以上にバンプリングを施すか、外気温が低くなるまで打設を中断、適用するかの方法が適切であると考えられる。

(3) 新旧堤体の打設面に発生する直応力およびせん断応力は、それぞれ -7 kg/cm^2 (圧縮) $\sim +4 \text{ kg/cm}^2$ (引張)、 $-1.3 \text{ kg/cm}^2 \sim +3.1 \text{ kg/cm}^2$ で一体化性について殆ど問題ない結果となっている。