

電力中央研究所 正会員 ○ 原口 晃
 " 田辺 忠賢
 " 阿部 博俊

1. まえがき

重力式コンクリートダムの嵩上げ方法については、過去にありて幾つかの施工例を見ることのできるが、我口では、そのほとんどがダム背面にコンクリートを打継ぐ方法が採られている。

K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、新たに揚水発電の上部池ダムとして、その背面に新コンクリートを打継ぎ10.2m嵩上げて使用する計画である。この嵩上げ計画に係る問題としては、ダム安定の問題ならびに新コンクリートの熱負荷による熱応力（二次応力）の問題がある。

著者らは先に、背面に打継ぐ新コンクリートの配合、施工工程を変えた場合の熱応力について発表した。今回は、実際の打設工程に沿った場合の旧堤体上流面に生ずる熱応力について、前回の結果と合せて検討した。

2. 解析方法

嵩上げダム標準断面は図-1に示した。実際の現象（打設コンクリートの水和発熱現象、外気温の変化にしたがう放熱現象、コンクリートのクリープ、新コンクリートのリフト順序）をシミュレートできる有限要素法による解析プログラムを用いて、これを適用して配合および施工工程を変えた7種類の数値実験を実施した。（表-1参照）

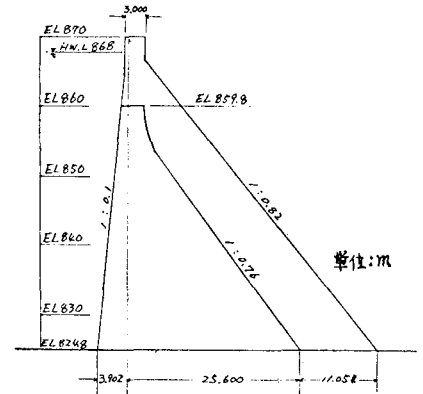


図-1 ダム標準断面図

表-2 解析に用いた諸定数

	新堤体コンクリート (kg/m³)			旧堤体 土盤	
	C=220	C=170	C=148 F=37	体工 リット	
熱膨張係数 (×10⁻⁵/°C)	9.5	9.6	9.6	9.6	10.8
熱伝導率 (Kcal/m·h·°C)	2.4	2.4	2.4	2.16	2.0
比熱 (Kcal/kg·°C)	0.267	0.267	0.267	0.24	0.247
比重 (kg/m³)	2417	2417	2389	2593	2343
断熱温度上昇 (Kcal/m³)	Q=16.07(1-0.96-0.453) e	Q=12.42(1-0.97-0.453) e	Q=10.8(1-0.98-0.453) e	—	—
弾性係数 (×10⁹ (kg/cm²))	2.18	1.64	1.78	0.50	1.09

表-1 計算ケース

○印計算実施

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	弾性係数	フリーフォーム
1	C = 220 kg/m³	1 リフト 1.5m 7 リフト 17.1m 工期 4/10 ~ 4/26	外気温 T₀ = 10°C 6ヶ月間変化した場合の旧堤体温度初期値	○	
2	外部 C = 220 kg/m³ 内部 C = 170 kg/m³	"	"	○	○
3	F/C = 0.2 C = 148 kg/m³ F = 37	"	"	○	○
4	C = 220 kg/m³	1 リフト 1.5m, 7 リフト 17.1m 14 リフト 4/10 ~ 7/10 15 リフト以降 4/26 ~ 4/26	"	○	○
5	旧堤体の外で年間気温変化をうけた場合の温度応力の計算	"	"	○	
6	新旧堤体が一体化した後、年間気温変化をうけた場合の温度応力の計算	"	"	○	
7	外部 C = 220 kg/m³ 内部 C = 170 kg/m³	1 リフト 1.5m, 7 リフト 17.1m 18 リフト 7/1 ~ 12/21 19 リフト以降 3/1 ~ 7/1	外気温 T₀ = 10°C 9ヶ月間変化した場合の旧堤体温度初期値	○	○

4. 解析結果

- (1) 新旧堤体に発生する熱応力は、コンクリート打設中はどのケースについても無視しう程小さかった。
- (2) 新旧堤体内に最も大きな応力が発生するのは、打設終了後始めて迎える冬期である。この中で最もクリープ応力は、揚圧力の関係から旧堤体上流面 EL 845 m 附近に発生する引張応力である。この応力値は、ケース 1 (単位セメント量 220 kg/m^3) の場合 7.4 kg/cm^2 で比較的大きいことが判明した。なおケース 2 およびケース 3 についても同程度の値が示された。(図-2 参照)
- (3) 外気温の変化のみによって旧堤体 EL 845 m 附近に生ずる引張応力は 9.7 kg/cm^2 (ケース 6) であり、全体の応力値の 65% 近くを占める。(図-2 参照) したがって、新コンクリート打設によって約 4 kg/cm^2 だけ大きな応力が発生するとは示され、コンクリートの配合を変えて熱発生を低くおさえることによる効果は 1 kg/cm^2 程度にすぎなかった。
- (4) 旧堤体上流面 EL 845 m 附近の応力の増大は、新コンクリート部分のうち EL 845 m 以上の部分に打設されるコンクリートの影響が大きいことが示された。
- (5) 打設工程も変化したケース 4 とケース 7 (実際の施工工程) の結果、打設終了後外気温が最低になる時期での旧堤体上流面 EL 845 m 附近に発生する引張応力はケース 4 で 9.3 kg/cm^2 、ケース 7 については、打設完了後約 2ヶ月経過した 9月1日より灌水を開始するため、この時期に上流面 EL 845 m 附近に発生する応力は 4 kg/cm^2 程度であった。(図-2 参照) すなわち、施工工程を変化させることによって、上流面に発生する引張応力は減少すること示された。
- (6) 新旧両堤体の打設面に発生する垂直方向応力と面に平行なせん断応力は、それぞれ -7 kg/cm^2 (圧縮) へ $+4 \text{ kg/cm}^2$ (引張) および $-1.3 \text{ kg/cm}^2 \sim +3.1 \text{ kg/cm}^2$ 前後で、一体性についてはほとんど問題ないと思われ

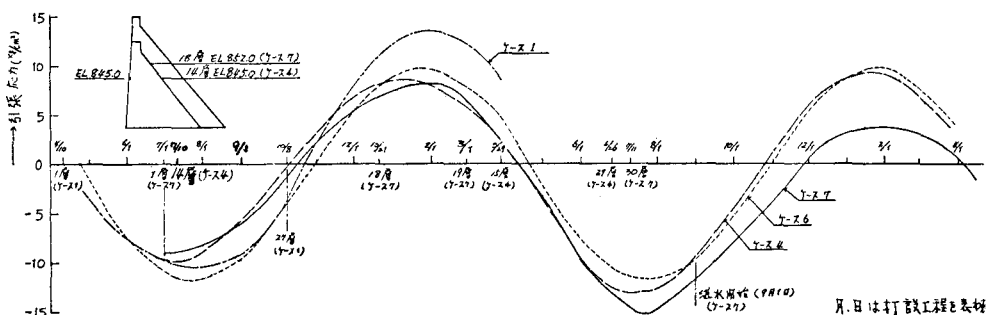


図-2 旧堤体上流面 EL 845 m 附近における鉛直方向応力

参考文献

- 1) 阿部博俊, 田辺忠顕, 原口晃: オリ 同年次学術講演会 (V-168)
- 2) "玉泊ダム嵩上げ計画報告書" 中口電力株式会社滝山川水力発電建設所, 昭和 31 年 8 月
- 3) 阿部博俊, 青柳征夫, 田辺忠顕: "プレストレストコンクリート圧力容器の高湿クリープ性状とクリープ解析" コンクリートジャーナル, NO. 6 June 1974
- 4) 永倉正, 阿部博俊: "コンクリートダムの補修・補強" コンクリート工学, Vol. 14, DEC 1976