

東京電力(株) 正会員 小樽 茂稔
 東京電力(株) フェロー 森 吉昭
 東京電力(株) 正会員 下川 洋司

1. はじめに

ロックフィルダムの湛水開始後の沈下は、従来、遮水ゾーンにおける盛立時過剰間隙水圧の消散に伴う圧密沈下が主に研究されてきたが、ロックゾーンの沈下は十分解明されていない。本報告では、ロック材の室内一次元圧縮・浸水実験、築堤・湛水時2次元弾粘塑性解析、実ダムの挙動計測を実施し、ロックゾーンの湛水時沈下特性を検討した。

2. ロック材一次元圧縮・浸水実験

室内実験装置、実験順序は図-1, 2に示すとおりである。このうち浸水に伴う沈下のみを抽出し整理した結果、図-3に示す通り浸水歪みは初期間隙比及び有効上載圧に比例することが判明し、次の回帰式を得た。

$$\varepsilon = 0.2622 \times e_0^{7.76} \times \sigma_v^{2.29} \quad (1)$$

ε : 浸水歪み(%) e_0 : 初期間隙比 σ_v : 有効上載圧(tf/m²)

この比例関係の妥当性について、浸水沈下のメカニズムは、ロック材の粒子間接点が浸水することに伴う接点ならびに粒子配列の変化と考えられることから、

粒子間接点における作用力(内部応力)が大きい程、粒子配列の変化、すなわち浸水沈下が大きくなると考えられる。従って初期間隙比(e_0)が大きい程粒子間接点数は少なく、1接点当たりの作用力が大きくなるため、浸水歪みが e_0 に比例することは妥当と考えられる。同様に有効上載圧(σ_v)についても、 σ_v が大きい程、1接点当たりの作用力は大きくなるため、浸水歪みとの比例関係は妥当と考えられる。なお、本実験は1種類のロック材について実施したものであるが、上述の浸水沈下のメカニズムから、 e_0 、 σ_v 以外に粒子形状、岩種、母岩強度等もパラメータとして考えられる。

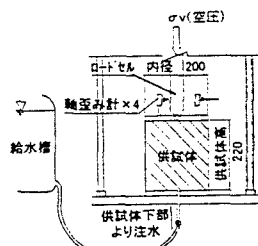


図-1 浸水実験用一軸圧縮試験器

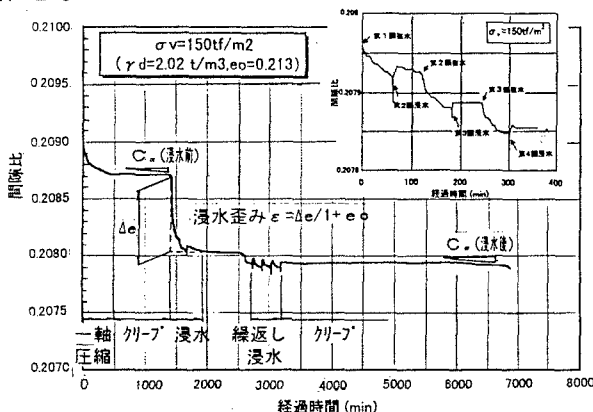


図-2 実験順序図

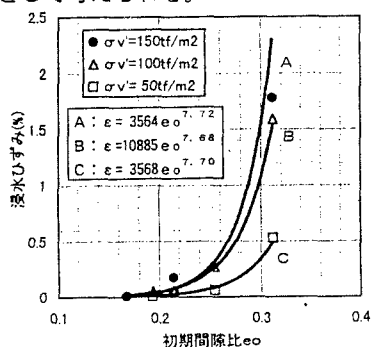


図-3(a) 浸水歪みと初期間隙比の関係

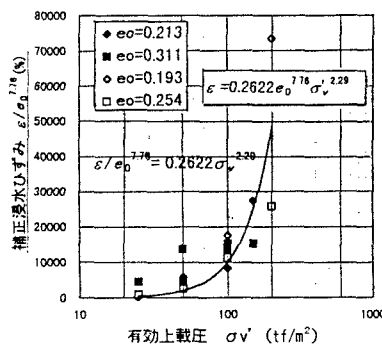


図-3(b) 間隙比補正浸水歪みと有効上載圧の関係

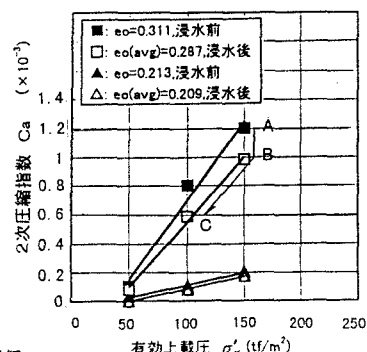


図-4 2次圧縮指数と有効上載圧の関係
 A-B: 浸水による間隙比の変化
 B-C: 浸水に伴う有効上載圧の変化

クリープ沈下については、図-4に示す通り、2次圧縮指数(C_a)を初期間隙比毎に整理すると、有効上載圧との比例関係が確認された。浸水の影響については、間隙比及び有効上載圧が低下することに対応した変化が認められるが、

比例関係に変化は認められない。

なお、図-2に示す通り、実験では浸水を繰返しており、繰返しに伴い微小な浸水沈下が進行する塑性的挙動が認められており、実ダムにおいては、湛水完了後、ダム運用時の貯水位変動に伴い浸水沈下が進行（累積）することも考えられる。

3. 実ダムにおける築堤・湛水解析および挙動計測

実際のロックフィルダムにおいて、前記沈下特性を反映した、2次元有限要素法による弾粘塑性築堤・湛水解析ならびに挙動計測を実施した結果、図-6, 7に示す通り沈下量は概ね一致した。

・ロックゾーンの沈下量の大部分は築堤中に発生している。

・湛水中の沈下については、浸水沈下が水位上昇に対応して上流側ロックに発生し（図-8）、ｸﾘｰﾌ沈下は上流下流共に認められ、いずれも解析結果と整合している。

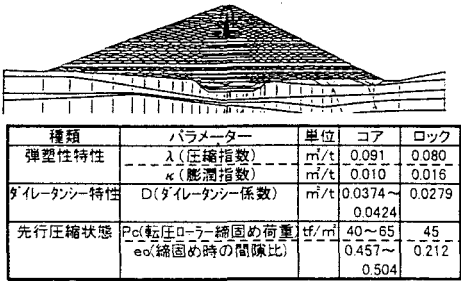


図-5 解析モデル及び入力値（関口・太田モデル）

ロック材料品質管理結果

	μ	σ	max	min
γ_t (t/m ³)	2.186	0.120	2.406	1.952
γ_d (t/m ³)	2.143	0.110	2.363	1.905
Gs (t/m ³)	2.549	0.036	2.645	2.335
e	0.212	0.045	0.311	0.145
K (cm/sec)	7.2E-01	0.570	8.2E-02	3.6E-02
Uc	55.100	0.394	413.00	8.970
備考	入力値			

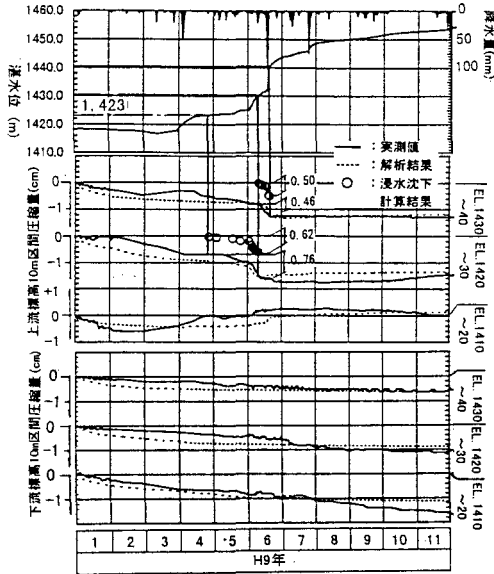


図-8 沈下の経時変化（湛水時）

4. まとめ

- ①一次元圧縮・浸水実験の結果、浸水歪みは初期空隙比及び有効上載圧のべき乗に比例する
- ②ｸﾘｰﾌ沈下の二次圧縮指数を初期間隙比毎に整理すると、有効上載圧との比例関係が認められ、浸水の影響は、初期間隙比と有効上載圧の変化として説明可能である。
- ③浸水沈下・ｸﾘｰﾌ沈下は、実験式を用いた湛水解析で実際の挙動を再現可能である。

<参考文献>井上素行, 内田善久, 望月直也, 石黒 健, 太田秀樹：ロックフィルダム遮水ゾーンの長期沈下挙動, 土木学会論文集, No. 582/Ⅲ-41, pp. 197-205, 1997.

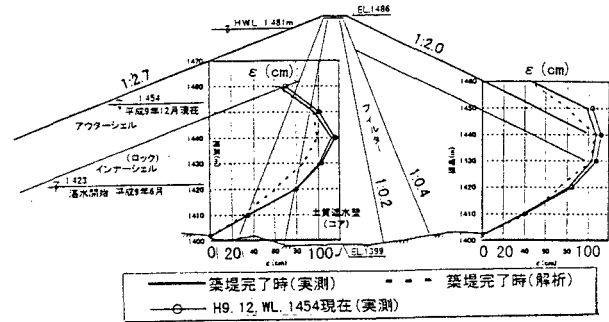


図-6 堤体内沈下分布の実測値と解析の比較（築堤完了時）

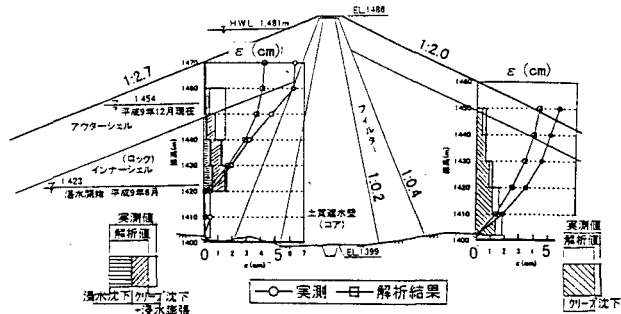


図-7 堤体内沈下分布の実測値と解析の比較（湛水時, WL. 1454現在）