

愛知工業大学・土木工学科

正会員 ○成田国朝・奥村哲夫・大根義男

基礎地盤コンサルタンツ(株)

正会員 村田直二

1. はじめに

筆者らは先に¹⁾、施工中の圧密を考慮した盛土の応力・変形解析法(FEM)の1部として、一次元圧密の概念に基づく簡便かつ実用的な間隙圧評価の手法を提案し、1つの実例例と比較してその適用性を検討した。本報告は、この継続として他の2つのアースダムについて検討した結果を述べるとともに、さらに簡略化した間隙圧評価法²⁾との比較を行い適用性を吟味したものである。

2. 圧密計算法

圧密計算の部分だけに着目して計算の流れを示すと図-1のようになる。解析は盛土過程を考慮して段階的に行うものとし、各段階では、(1)全応力解析を行って最大主応力 σ_i の増分を求める。(2)各段階(i)の増分 $\Delta\sigma_i$ に $\bar{B}$ 値を乗ずれば、対応して発生する間隙圧 Δu_{ei} が求まる。(3)各 Δu_{ei} は独立に、発生した時点を時間軸の0として(t_i)、時間がずれるが一次元圧密の概念に基づいて消散過程に入るものとする。(4)任意時刻において残留している間隙圧 u は、図-2のように各 Δu_{ei} に対応する残留量 Δu_{ei} の和で与えられるとする。以上の計算過程のほか、 $\bar{B}$ 値の決定と使用する圧密度 $\bar{U}$ ～時間係数 T 関係については以下のように考える。

(1) $u \sim \sigma$ 関係($\bar{B}$ 値): $\bar{B}$ 値を求めるためには非排水状態で圧縮試験を行って間隙圧を測定すればよいが、BishopやHillが提案した関係式に基づいて、通常の圧密試験の結果から $u \sim \sigma$ 関係を作成して推定することもできる(図-3)。

(2) $\bar{U} \sim T$ 関係: フィルダムのように軟圧による異方性やダム型式による排水方法の相違が大きい場合は、間隙圧消散の挙動が理論解とかなり異なることが予想される。しかし、現場の圧密条件を室内試験で再現することは非常に困難であるため、実測間隙圧データに基づいて $\bar{U} \sim T$ 関係を作成する方法が1つの有効な手段になる。図-4は下に示す代表的な4つのタイプのダムについて実測値を整理し、その平均 $\bar{U} \sim T$ 曲線を示したものである(詳細は文献1)2)。

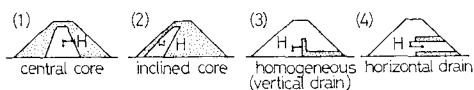
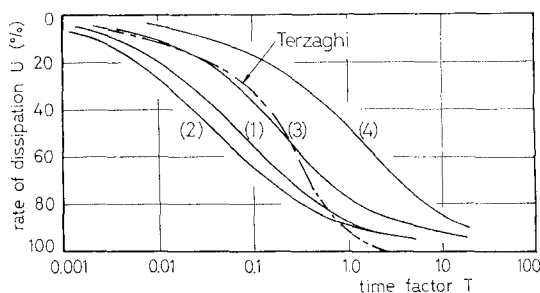
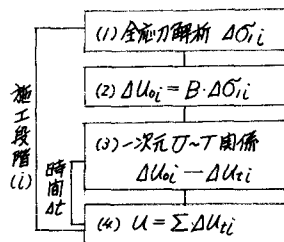
図-4 ダムタイプ別の $\bar{U} \sim T$ 関係

図-1 計算の流れ

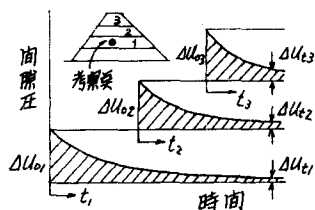
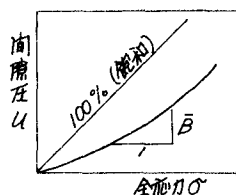


図-2 間隙圧消散

図-3 $u \sim \sigma$ 関係

下図には各タイプにおける排水路長 H の

とり方を示してある。これらの曲線は、それぞれある特定のダムについて得られたものであるから一般性があるということではないが、概略の議論を行う場合は類似のダムに対してある程度の範囲で適用が可能と思われる。

図-4を用いて盛土完成直後の堤体内の間隙圧分布を計算で簡略的に求める方法を図-5に示す(以後、簡略法と称す)。盛土材料の圧密係数 c_v 、考慮区 A における排水路長 H (図では H_A または H'_A のいずれ

か短い方をとる) および A 点上の盛土の施工期間 t が指定されると、 A 点における間隙係数 U 、そして $U \sim T$ 関係より圧密度 U が求まる。一方、非排水状態で A 点に発生する間隙圧 u_H は、直上土かぶり圧 σ_v を全応力 σ として $u \sim \sigma$ 関係より求まる。したがって、残留間隙圧 u は $u = (1 - U) \cdot u_H$ より計算される。

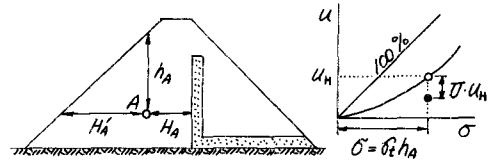


図-5 簡略法

簡略法と有限要素解析の相違は、全応力 σ の推定に直上土かぶり圧 σ_v を用いるか、断面内の応力配分から計算される最大主応力 σ_1 を用いるかということと、 σ の増加や u の消散を段階で考えるか、増分的に考えるかである。一般に、 σ に直上土かぶり圧を用いることは u の過大評価につながるが、逆に u の計算を段階で考えることは過小評価の傾向になると考えられる。

3. 計算結果と考察

図-6の(2)および(3)の $U \sim T$ 関係を作成する基となった2つのアースダムについて計算を行い、実測値と比較して計算手法の妥当性を検討してみた。

図-6は堤高36mの傾斜コア型ダム(伊坂ダム:三重県)の完成直後の間隙圧分布を比較したものであり、

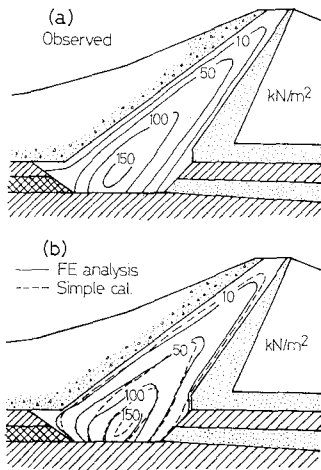


図-6 間隙圧分布(伊坂ダム)

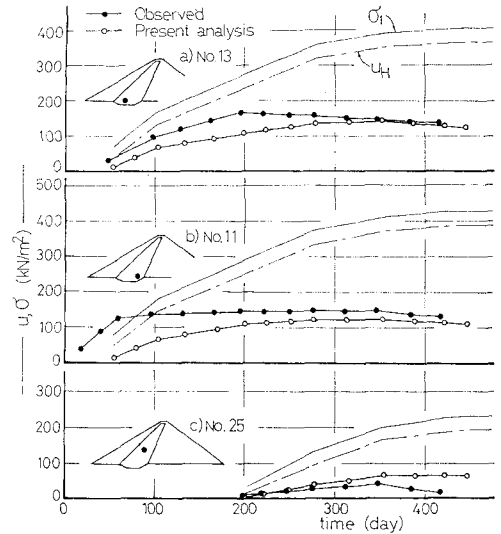


図-7 間隙圧の経時変化(伊坂ダム)

a) 図は実測値、b) 図の実線は有限要素解析、破線は簡略法である。図-7には中心コア内の代表的な3点について間隙圧の経時変化を比較して示した。この図で σ_1 および u_H は計算で求められた最大主応力および発生間隙圧である。

図-8は堤高約30m、不流側に鉛直ドレーンを設置する均一型アースダム(東郷ダム:愛知県)の例であり、b) 図では有限要素解析として2つの C_v 値を用いた計算結果を示し、 C_v 値の影響を調べている。

伊坂ダムの例では、図-6にみられるように実測値が計算値より若干高めであるが、全体的には良く対応しているといえる。計算値同士で簡略法と有限要素解析と比較すると、間隙圧分布の中心で簡略法の値は小さめに出ているが、全体的にみると極端に相異なることはないようである。東郷ダムの例では上流側斜面表層部に実測間隙圧が集中しているが、これは、この部分に軟弱な土が使用されたためである。

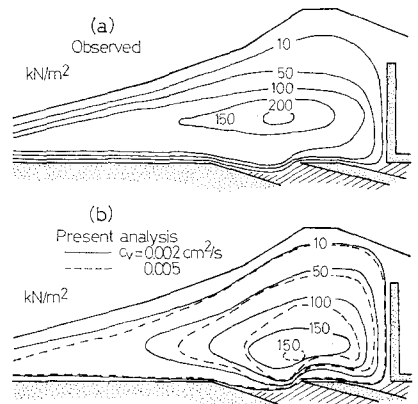


図-8 間隙圧分布(東郷ダム)

参考文献

- 1) 成田・奥村・大根: "圧密考慮した盛土の応力変形解析" オノ工機工業研究発表会 P. 1965-1968
- 2) 山口・大根: "スルダムの設計及び施工"