

Ⅲ-B 342

ロックフィルダム堤体材料の変形特性とモデル化

ー (その1) 遮水ゾーンの弾塑性変形挙動とモデル化の考え方 ー

前田建設工業(株) 正会員 ○ 伊藤雅夫 前田和亨
 東電設計(株) フェロー 森 吉昭
 東京電力(株) 中野 靖 高橋 章
 東京工業大学 フェロー 太田秀樹

1. はじめに

ロックフィルダムの築堤、湛水解析を行うために、堤体材料のモデル化の考え方を検討した結果を報告する。大型重機によって転圧された地盤を等価な弾塑性体置き換え、関口と太田による構成モデルを援用することの妥当性を確認するために、室内試験および要素シミュレーションを実施した。実ダムの遮水材料を現場相当に締固めた供試体を用いて検討を行った結果、弾塑性モデルの適用性を概ね検証することができた。

2. 大型重機によって転圧された地盤のモデル化

大型のタンピングローラーや振動ローラーによって締固められた地盤は、非常に固い。この上に土を盛っても何ら沈下が生じない、あるいは弾性的な変形にとどまるように思われる。道路、鉄道のように高々数m〜10m程度の盛土であれば、おそらくその通りになるであろうが、ロックフィルダムでは堤高が100mを越すことが珍しくなく、応力レベルが大きく異なることに留意が必要である。伊勢田、水野¹⁾や太田、伊藤、石黒、米谷²⁾は、転圧機械による締固め効果を等価な静的荷重に置き換える「等価先行圧縮応力」の考え方を提案した。この考え方を図-1に模式的に示す。堤体材料をダンプで運び、転圧面に撒きだす。図中のA点(○印)の状態である。これを重機によって転圧すると、例えば軽いブルドーザーならばB点(△印)、大型のタンピングローラーであればD点(□印)まで間隙比が減少する。転圧が終了した後、この地盤の上に盛土荷重が順次加えられる。ブル転地盤ではB→C→F、タンピングローラーによる転圧地盤ではD→E→Fの経路をたどって地盤が変形する。転圧効果に対応するある上載荷重(C点、E点に相当する等価先行圧縮応力)までは転圧地盤はほとんど沈下せず、これを越えると塑性変形が発生して沈下量が急増する。過圧密土に類似した挙動である。折れ曲がりまでの傾きを膨潤指数、以降の傾きを圧縮指数、折れ曲がり点の応力を先行圧縮応力と考えれば、締固め地盤を一種の過圧密

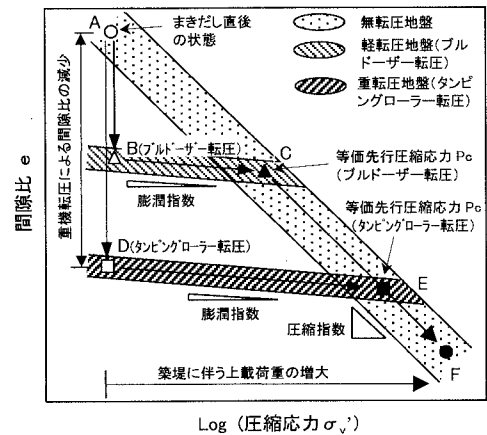


図-1 締固め土の等価先行圧縮応力の概念

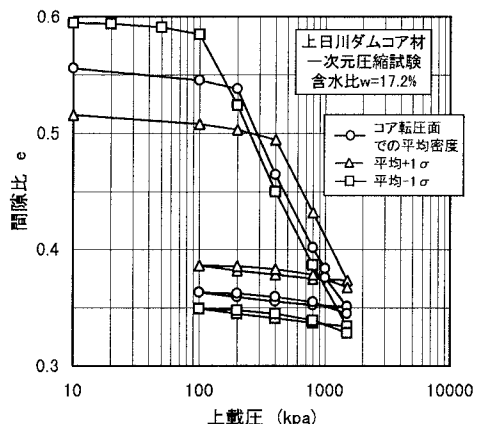


図-2 上日川ダムコア材の一次元圧密試験結果

キーワード：遮水ゾーン(コアゾーン) / 等価先行圧縮応力 / 弾塑性モデル / 要素シミュレーション
 連絡先：〒179-8914 東京都練馬区旭町1-39-16 / TEL:03-3977-2241 / isiguro@jcity.maeda.co.jp

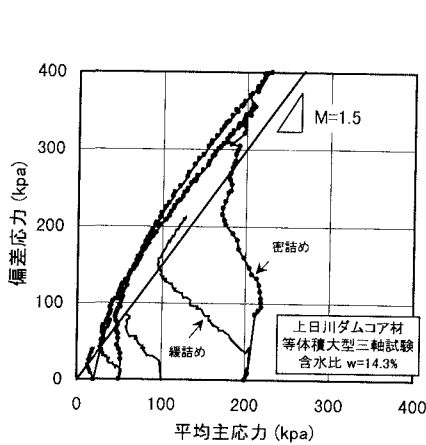


図-3 上日川コア材の等体積せん断試験結果

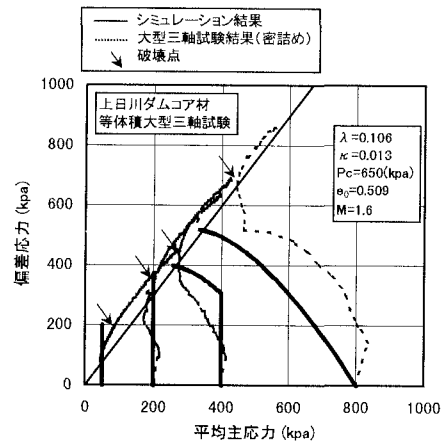


図-4 等体積せん断の要素シミュレーション結果

土としてモデル化することができる。等価先行圧縮応力の値は、転圧効果の大小を表す定量的な指標とみなすことができる。

3. 室内試験および三軸シミュレーション

直径20cmの大型モールドに上日川ダム³⁾のコア材料を現場密度、含水比に調整して詰めた（供試体高さ5cm）。現場転圧面と同じ締固め状況を室内で再現したことになる。この土に順次上載荷重を加え、一次元圧密試験を行った結果を図-2に示す。実堤体での現場密度のばらつきを考慮し、現場平均密度 $\pm 1\sigma$ に相当する3つの供試体を準備した。得られた圧密カーブは、確かに図-1の模式図によく似ている。ロックフィルダムの盛土荷重が100tf/m²以上にもなることを考え併せると、築堤に伴って転圧地盤の状態が弾性領域から塑性領域へと移行することは十分に予想されよう。同じコア材料を用いた等体積大型三軸試験（供試体直径30cm、高さ60cm）で得られたせん断時のストレスパスが図-3であり、飽和土における非排水せん断時の有効応力経路に相当するものとみなすことができる。せん断時のストレスパスを見ると、拘束圧が小さな領域ではせん断に伴うダイレイタンスーが顕著には生じず、確かに過圧密土に類似した特性を示している。拘束圧を増大させ上記の等価先行圧縮応力を越えるような応力レベルのもとでせん断を行うと、次第に正規圧密的な（緩詰め土に相当）挙動を示すに至る。図-4は、これを対象とした要素シミュレーションの結果である。関口と太田による弾塑性モデル⁴⁾を構成式として用いた。実測データでは破壊線に至った後（図中の矢印以降）、これに沿って右上に移行する挙動を示すが、ここに至るまでのストレスパスに関しては、拘束圧の小さなケースでの弾性的な挙動や拘束圧の増大に伴う正規圧密的なストレスパスへの変化など、解析結果は実測挙動を比較的良好に表現できているようである。大型重機によって転圧された地盤を等価な先行圧縮履歴をもつ過圧密土としてモデル化すること、これに弾塑性モデルを援用することに大きな問題はないものと思われる。

<参考文献>

- 1) 伊勢田, 水野: 締固めた土の圧縮性状に関する研究, 土木学会論文集, No. 188, pp. 45~52, 1971.
- 2) 太田, 伊藤, 石黒, 米谷: 締固められた粘性土の先行圧縮応力と強度の推定, 土木学会論文集, No. 436/III-16, pp. 27~36, 1991.
- 3) 森ら: 弾粘塑性圧密連成解析手法を用いたロックフィルダムの築堤シミュレーション（その1）、第54回土木学会投稿中。
- 4) Sekiguchi, H. and Ohta, H.: Induced anisotropy and time dependency in clay, 9th ICSMFE, Tokyo, Proc. Speciality session 9, pp. 229~239, 1977.