

Ⅲ-B343

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2) 透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 ○安井利彰
 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

(その1)に引き続き、大粒径のロックにより構成される透水ゾーンのモデル化の考え方について検討した結果を報告する。ロック材料の高応力状態下での弾塑性的な変形挙動を実験的に調べ、弾塑性モデルを援用する際のパラメータの設定に関して、室内と現場での材料粒度の違いを考慮した補正方法を提案した。

2. ロックゾーンのモデル化と弾塑性挙動

中央遮水壁型ロックフィルダムの大半は、巨大な岩石で構成されるロックゾーンによって占められている。このゾーンをどのようにモデル化し、そのパラメータをどう求めるかについて検討を加える。大型の振動ローラーによって転圧したロックゾーンに100tf/m²もの上載荷重が加わったとする。ロックゾーンは、粒径の大きな岩石が互いに接触しあってひとつの集合体を形成している。図-1に、これを模式的に示した。岩石同士の接触は点接触に近く、接触面積は小さい。100tf/m²もの上載荷重を粒子の接点数で配分し、接触面積で除すると、かなり大きな粒子間接点応力が作用することになる。築堤に伴って上載荷重が増大し、粒子間接点応力がある値を越えると、粒子破碎やこれに伴う粒子の再配列が発生して変形が急増する。ロックゾーンは、これを境に見かけ上弾塑性的な変形をきたすことになる。三浦ら¹⁾は、ロックフィルダムのような高応力下では粗粒材料が見かけ上、粘性土に類似した弾塑性的な変形挙動をとること、その力学挙動に対してカムクレイ系の構成モデルの援用が可能であることを報告している。上日川ダム²⁾のロック材料を大型モールドに詰め、順次上載荷重を加えた(直径20cm、高さ20cm)図-2がその結果である。岩種と締固め密度を幾つか変えて実験を行ったが、いずれも先行圧縮応力数十tf/m²付近で圧密曲線に明確な折れ曲がりが発生し、弾塑性的な変形挙動を確認した。ロックゾーンに対しても弾塑性モデルの援用が可能であることを示唆するものといえる。

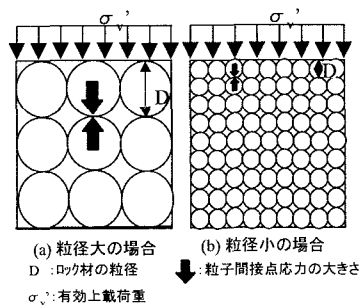


図-1 ロック材の変形特性と粒径効果

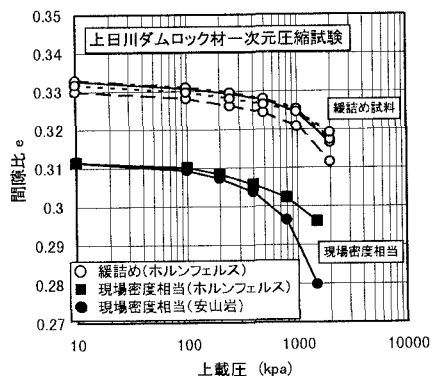


図-2 上日川ダムロック材の圧密試験結果。

3. 試験粒度と現場実粒度の違いに対するパラメータ補正

コア材料と同じように、図-2の室内試験結果から解析に用いるパラメータを直接定めることができるよ

キーワード：透水ゾーン(ロックゾーン)／弾塑性モデル／粒径効果

連絡先：〒179-8914 東京都練馬区旭町1-39-16/TEL:03-3977-2241/isigurot@city.maeda.co.jp

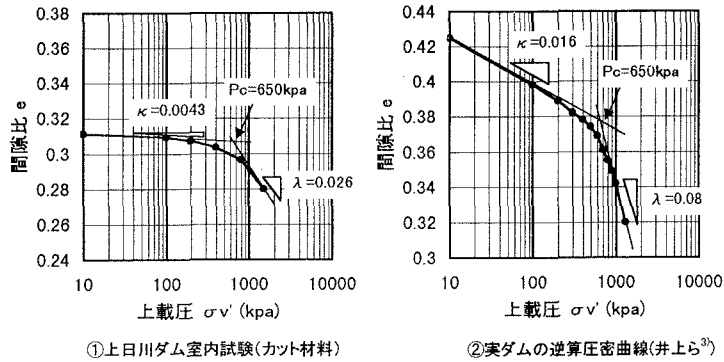


図-3 室内圧密試験結果と現場逆算圧密曲線の比較

うに思われるが、ロック材においては室内試験における粒径制限の問題が残っている。実験装置の限界から、現場粒度の材料をそのまま室内試験で用いることはできない。最大粒径をカットし、できるだけ相似、かつ細粒分の含有が過大にならないような「調整粒度」を用いざるを得ない。図-1に模式的に示したように、材料の粒径が小さくなると同一占有体積内での粒子接点数が増大する。上載荷重を分担した後の1接点あたりの粒子間接点応力が減少し、同じ上載荷重であっても変形量が小さくなる。三浦ら¹⁾も指摘しているように、粒径が小さくなるとロック材の変形抵抗性が大きくなると予想できる。井

上ら³⁾は、あるロックフィルダムで長期沈下挙動を対象

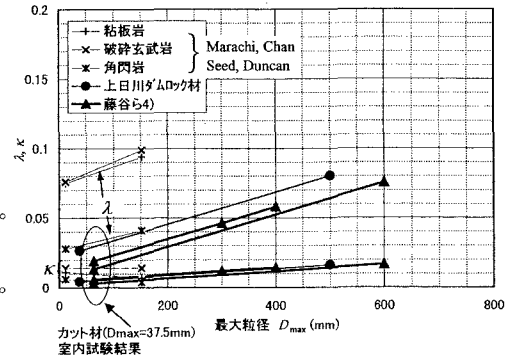


図-4 ロック材の最大粒径と変形特性の関係

とした解析結果を報告している。この解析ではロックゾーンも弾塑性体としてモデル化したが、その中で、実ダムの実測沈下データを参照して逆算した圧密曲線をパラメータの設定に用いた。図-3には、この逆算圧密曲線と図-2に示した上日川ダムロック材の室内試験データとを同一スケールで横並べにして示した。ロック材の粒度特性、転圧機種、転圧方法、ダムの規模等は上日川ダムと非常に近いことから、この逆算結果は上日川ダムの実粒度での圧密曲線に相当すると考えてよい。実堤体、実粒度のロックゾーンの圧密曲線に相当する逆算圧密曲線の傾きは、確かに最大粒径の小さな材料を用いた室内試験データよりもかなり大きい。折れ曲がり点である先行圧縮応力値の大きさには大差はなく、これも三浦ら¹⁾の報告と合致している。図-3の2つの圧密曲線の傾きを、最大粒径を横軸にとって整理してみた。図-4がその結果である。図中には三浦ら¹⁾の論文に示されたMarachiらの既往実験結果を併記した。最大粒径 D_{max} に対する圧縮指数 λ 、膨潤指数 κ の増加傾向は、これらの既往実験データとよく整合している。実粒度の材料を用いて室内試験を行うことは実務的には不可能に近い。多少の曖昧さは容認し、図の右上がりの傾きを用いて室内試験で得た圧縮指数を外挿的に補正する方法を、一試案として提案したい。なお、ロック材のみで構成される表面遮水壁型ダムの築堤解析事例⁴⁾でも本手法の妥当性を確認しており、図-4中にはそのデータも併記した。ロックゾーンのせん断に関するパラメータは、ロック材を用いた三軸圧縮試験結果を参照して定めている。ロック材の強度定数に及ぼす粒径の影響も考慮する必要があるが、この点については今後の課題である。

<参考文献>

- 1) 三浦ら：粗粒材の材料定数と応力ひずみ特性，土と基礎，No. 33-6，pp. 13～18，1985。
- 2) (その1)文献3)参照。
- 3) 井上ら：ロックフィルダム遮水ゾーンの湛水後長期沈下メカニズム，土木学会論文集，No. 582/Ⅲ-41，p. 275～284，1997。
- 4) 藤谷ら：表面遮水壁型フィルダムの経年挙動に関する検討，第54回土木学会投稿中。
- 5) 松本ら：ロック材の最大粒径と三軸圧縮強度，土木技術資料，25-12，pp. 40～45，1983