芝浦工業大学大学院 学生会員 譜久盛 将世 芝浦工業大学 正会員 岡本 敏郎

# 1.背景および研究目的

ロックフィルダムのコア内部の間隙水圧は,堤体の安定性に大きな影響を与える。堤体の盛立てに伴う間隙水 圧の上昇は,有効応力の低下を招き,せん断破壊に近づく状況を生じさせる。さらに,間隙水圧の消散は有効応 力の上昇を招き,コアゾーンの圧密沈下を引き起こし,堤体の安定性に影響を与える。したがって,ダム建設に あたっては,観測施工としてコア内部に間隙水圧計や層別沈下計を埋込み,堤体の盛立て過程から湛水過程およ び運用過程にかけてこれらの経時的な変化を観測している。一方,地盤解析では粘弾塑性変形特性を表現できる モデルを使用することも可能となってきており,その代表的モデルとして関ロ・太田モデルがある。そこで,本

研究では盛立て過程におけるコア内部の間隙水圧および 堤体の沈下をシミュレーションし,実測挙動と比較する ことにより,解析法の適用性と課題を考察する。

### <u>2.研究概要</u>

### a)解析対象実ダム及び解析対象断面

解析の対象としたダムは天山ダム(佐賀県)であり, 堤高 69m,堤体積 164 万m<sup>3</sup>の中央土質遮水壁型ロック フィルダムである。昭和 58 年 11 月に盛立て工事が始ま り,現在は運用過程に入っているダムであり,その工事 記録を基にダム形状や逐次盛立ての再現を行った。また, 解析対象断面は,図-1 に示す中央最大断面であり,堤 体はコア・フィルター・ロックの 3 つのゾーンで構成さ れた堤体を再現した。

### b)解析手法

本研究では土の構成則として関口・太田による粘弾塑 性変形モデルを用い,解析手法としては圧密浸透連成解 析を用いることとした。関口・太田モデルを採用した理 由は,土の二次圧密やクリープ変形を考慮することがで きるためである。これにより,盛立て過程から湛水過程・ 運用過程,さらには長期的将来の堤体安定性を評価する ことが可能となる。

### c)解析条件

本解析では,堤体材料物性を2ケース設定することで 精度の向上を図った。ケース1は「天山ダム・発電所建 設工事報告」(九州電力株式会社)を基に決定した(コア

)。ケース2は,図-2に示す膨潤指数κに変更した(コ ア)。なお,フィルター・ロックに関してもケース2で



### 図 - 1.解析対象断面

# 表 - 1.解析で用いた物性値

	コア	コア	フィルター	ロック	基礎
比重 <i>G</i> <sub>s</sub>	<u>2.80</u>	<u>2.80</u>	2.75	<u>2.90</u>	<u>2.85</u>
初期間隙比e0	<u>0.47</u>	<u>0.47</u>	0.45	<u>0.50</u>	<u>0.24</u>
ダイレイタンシー係数 D	<u>0.0196</u>	<u>0.0174</u>	0.00467	0.0276	-
内部摩擦角¢'(°)	<u>33.5</u>	<u>33.5</u>	35.0	<u>39.5</u>	-
2次圧密係数α	4.76 × 10 <sup>-4</sup>	4.76 × 10 <sup>-4</sup>	3.77 × 10 <sup>-4</sup>	9.76 × 10 <sup>-4</sup>	-
初期体積ひずみ速度 <sub>v0</sub> (×10 <sup>-8</sup> /day)	1.34	1.34	1.33	1.31	-
先行静止土圧係数 K <sub>0</sub>	<u>0.637</u>	<u>0.812</u>	0.459	<u>0.460</u>	-
ポアソン比	0.35	0.35	0.30	<u>0.30</u>	0.20
圧縮指数λ	0.0563	0.0563	0.0176	0.0927	-
膨潤指数ĸ	<u>0.0173</u>	0.0216	0.0080	0.0260	-
先行圧縮応力 $p_c(tf/m^2)$	<u>40.0</u>	40.0	47.9	28.5	-
初期静止土圧係数 K <sub>i</sub>	<u>1.597</u>	2.036	1.47	<u>1.313</u>	-
透水係数 k(m/day)	4.32 × 10 <sup>-4</sup>	4.32 × 10 <sup>-4</sup>	3.46 × 10 <sup>-1</sup>	8.64 × 10°	2.85 × 10 <sup>-2</sup>
初期鉛直応力 σ' yo (tf /m²)	9.66	9.66	9.49	10.0	-
弾性係数(tf/m <sup>2</sup> )	-	-	-	-	55,000



は < をわずかに大きく設定した(フィルター ,ロック )。 基礎に関してはケースによる変化はなく,2ケースとも同 じ物性を用いた。各物性は表 -1 に示すが,太宇は工事報 告書から得たもの,およびその値から推定式により推定し たものである。その他は既往研究から参照した。

# 3.研究結果と考察

### a)沈下傾向と沈下量

図 - 3,4,5 によると実測値はコアおよび上流フィルタ ー,下流ロックともに盛土高さの 2/3 付近で沈下が最大と なっている。ケース1では,各ゾーンともに実測を捉えた 沈下傾向を示しているが,沈下量としては実測よりも小さ い。そのため,ケース2ではわずかに膨潤指数 κを大きく 設定した。その結果,各ゾーンともに精度の向上が見られ, 沈下量の発生状況および絶対値は実測値を極めてよく捉え ている。したがって,実験値よりも膨潤指数 κ がわずかに 大きい値を用いると実測沈下量をよく説明できる。

#### b)間隙水圧

基礎付近のコア間隙水圧のシミュレーションを行った。 その結果(図-6),水圧の発生・消散状況は実測値を精度 よく捉えている。その絶対値が実測値よりもわずかに小さ いことや消散傾向が実測に比べ早くなっていることは,解 析に用いた室内定水位透水試験の結果から得た透水係数が 実際よりも大きかったことが要因であると考えられる。ま た,盛立てに伴う間隙水圧の上昇および盛立て休止期間の 水圧の消散という挙動が解析により再現できたことは,圧 密浸透連成解析を解析手法として採用した妥当性を証明す るものである。

## <u>4.まとめ</u>

実際の堤体材料物性を用い,コア・フィルター・ロック の沈下傾向および絶対値ともに実測値を精度よく解析する ことが出来た。また,間隙水圧に関しては、盛立て工程に 伴う水圧の挙動を確認するとともに,圧密浸透連成解析手 法の有効性も検証することができた。

しかし、圧縮指数および膨潤指数、間隙比の変化による 透水係数の変化を考慮するなど、さらなる精度向上が求め られる。

参考文献

 1) 森吉昭・吉越洋・石黒健・太田秀樹;弾塑性圧密連成 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)~(その4),土木学会第54回年次 学術講演会 - B344~ - B347



図 - 6.コア間隙水圧