建設省土木研究所 正会員 岡部 登

正会員 山口嘉一

1. はじめに

軟岩をフィルダムの基礎とした場合、保守・管理の目的から遮水ゾーン底部に設置される監査廊の継目間 隔設計や、基礎の変形による遮水ゾーンの安全性検討を行う必要がある。設計段階におけるフィルダム基礎 の変形量予測は、平板載荷試験などの基礎の変形性を評価する原位置試験結果を用いて FEM などの数値解 析により行われることが一般的である。しかし、実際のダム堤体築造により基礎に生じるひずみの深度方向 分布の計測例がほとんどなかったため、予測結果の検証は地表面ないしは基礎浅部での変位量で行われてい るものがほとんどである。本研究では、フィルダム基礎のほぼ同一地点に測定長の異なる3基の岩盤変位計 を設置し、築堤に伴う基礎の沈下量(相対変位量)を、また、水準測量により監査廊設置部の地表面沈下量 を把握することで、基礎に生じる鉛直ひずみの深度方向分布を求めた。さらに、その分布から、数値解析を 用いた変形量予測手法の精度を向上させる方法について検討した。

2. フィルダム基礎の沈下計測

検討対象としたダムは、堤高 70 m の中央コア型ロックフィルダムで凝灰角礫岩を基礎とする。岩盤変位 計は、河床部のやや左岸側のほぼ同一地点に測定長 10 m、20 m および 75 m の 3 基と、右岸側に測定長 70 m の1基を設置し、築堤時の沈下量(岩盤変位計固定点と地表面との相対変位量)を計測した(図1参照)。ま た、監査廊内を水準測量により縦断することで地表面の沈下量も把握した。岩盤変位計の沈下量は、左岸側 の測定長 10 m、20 m、75 m に対して、各々、3.0 cm、4.3 cm、4.7 cm であった。また、右岸側の計測長 70 m に対する沈下量は 6.0 cm であった。一方、監査廊内で測定した地表面沈下量は、左岸側の岩盤変位計設置位 置付近で15 cm 程度、右岸側の岩盤変位計設置位置付近で9 cm 程度である。

3. 基礎に生じる鉛直ひずみの深度方向分布

図2に、堤体築堤終了時の岩盤変位計の計測沈下量を計測長で除して求めた鉛直ひずみをプロットした。 また、ほぼ同一地点で計測している左岸側のプロットに対して、双曲線関数を用いて最小二乗法でフィッテ ィングしたものを実線(下限)として示した。岩盤変位計により算出した鉛直ひずみは、計測長範囲におけ る平均値を与えるので、図2中の実線は、地表面から任意の深度までの平均鉛直ひずみ aveを与える。よっ て、 ave と深度 z の積を z で微分することで深度方向の鉛直ひずみ分布 を求めることができる。こうして、 ave (実線;下限)に対して求めたものが図2中の (破線;下限)である。

前章で述べたように、監査廊内で計測した地表面沈下量が最長計測長 75 m の岩盤変位計による沈下量よ りも大きい。これには以下の2つの理由 が考えられる。1 点目は、計測長の長い 岩盤変位計は、ボーリング孔の孔曲がり などによりロッドのスライド部の摩擦に より計測精度が落ちていると考えられる 左岸側 岩盤変位計 こと。2 点目は、深度 75 m 以深での基礎 にも鉛直ひずみが生じている可能性があ ること。これらのことも考慮して、地表



【キーワード】フィルダム、基礎、軟岩、ひずみ 【連絡先】〒305-0804 茨城県つくば市大字旭1番地 Tel.0298-64-2211 Fax.0298-64-2688



部での鉛直ひずみが下限の場合と同じで、地表面から 深度100mの間で沈下に起因するほとんどの鉛直ひず みが生じ、100m以深では鉛直ひずみがほぼ生じてい ないと仮定した時の平均鉛直ひずみ。aveの深度方向 分布が実線(上限)である。また、それに対する鉛直 ひずみを下限の場合と同様に求めたものが破線(上 限)である。従って、基礎に生じた鉛直ひずみの深度 方向分布は、破線で囲まれる幅の中に存在すると考える。 4.数値解析による基礎の変形量予測

ダム堤体に Kuhrhawy-Duncan-Seed モデルを、基礎に弾性体を用いて 築堤解析を行い基礎の変形量を求めた。ただし、基礎の弾性係数は、 原位置での平板載荷試験(30 cm 径)より得られた変形係数の 294 MPa で基礎全体で同じとした場合と、地表部は 294 MPa とし、深度方向に 原位置での孔内載荷試験で得られた基礎の変形性の増加率(図4参照) <sup>1)</sup>を考慮し、深度方向に弾性係数を増加させた場合の2 ケース行って いる。解析物性値を表1、表2に示す。なお、基礎のモデル化は、縦 断面(ダム軸沿い)で中心から左岸側について行い、水平方向にダム 取付部から堤体モデル化堤頂長の2倍で水平変位固定、深度方向に地 表面から堤高の3倍の深度で固定境界とした。

0.006 =0.004\*{1-tanh(z/55.0)}: 上限 =0.004\*{1-tanh(z/18.4)}: 下限 0.005 ÷ 弾性解析 E = 294 [MPa] 弾性解析 E = 294 + 18\*z [MPa] ò 最大盛立時鉛直ひず 0.004 0.003 × 地表面沈下量 53.7 cm 0.002 地表面沈下量 12.6 cm o 0.001 0 ò 0. 0 20 40 60 80 100 深度 z (m)

図 3. 数値解析による鉛直ひずみの深度方向分布

表 1. 解析物性值(堤体)

弾性係数 E			ポアソン比				С	
Κ	n	Rf	G	F	D	(kN/m³)	(kPa)	(deg.)
41	0.941	1.039	0.397	0.098	7.96	19.6	30	36

表 2. 解析物性值(基礎)

	弾性係数 E(MPa)	ポアソン比	(kN/m <sup>3</sup> )
一定值	294	0.3	21.56
深度勾配あり	294 + 18*z	0.3	21.56





図3に、左岸側岩盤変位計設置位置での鉛直ひずみの深度方向分布を、前者に対して×印で、後者に対して ので示した。図3より、前者(×印)は、深度が大きくなっても鉛直ひずみの低減がほとんどなく、破 線の推定分布に比べて過大となる。また、地表面の沈下量も実測値に比べて過大であることがわかる。これ に対して、後者( 印)の鉛直ひずみの深度方向分布は、推定分布幅の深度方向の減少率よりも若干小さい ようであるが、前者よりも妥当な分布を示し、地表面沈下量も実測値に近いことがわかる。 5. おわりに

岩盤変位計により計測した築堤に伴うフィルダム基礎の沈下量(相対変位量)と、水準測量により計測した た監査廊地表面の沈下量を把握することで、基礎に生じる鉛直ひずみの深度方向分布を求めた。さらに、その 分布から、弾性 FEM を用いた変形量予測手法の精度向上について検討した。その結果、原位置での孔内 載荷試験で得られた基礎の変形性の深度方向の増加率を考慮することで、深度方向のモデル化の大きさにあ まり依存せずに実測値に近い鉛直ひずみの深度方向分布と地表面沈下量が得られることがわかった。 参考文献

1) 松本徳久,山口嘉一:フィルダム基礎の変形予測手法とその精度,建設省土木研究所資料,No.2646,1988.