

関西電力株式会社総合技術研究所 正員 ○ 打田 靖夫
 同上 原田 次夫
 坂田電機(株) 技術部 佐々木 幸治

1. ま え が き

フィルダムの安定解析には、現行の円形すべり面法のほか、最近では電算機¹⁾の発展・普及および解析技術の進歩に伴ない、材料の非線形性を考慮して有限要素法により応力、変形解析を行ない、内部応力状態および変形から破壊を予測するという手法が試みられている。非線形解析を行なう場合、枝料の物性値、特に変形特性を適切に選定することが重要である。原田¹⁾は、現実のフィルダムの内部応力変化および有限要素法による計算結果から、フィルダム築造過程における堤体内部の応力経路は主応力比 $K(\sigma_1/\sigma_3)$ がほぼ一定の条件下で増加し、 K 値は0.2~0.6の範囲にあることを示した。このことから、筆者らはフィルダム枝料の変形特性を求めするために K 一定の三軸圧縮試験を試みたが、ロック枝のような粗粒枝料を対象とする場合にはゴム膜の食込み量の体積変化量測定値に与える影響が著しく、結果的に信頼度の低い変形特性が得られた。今回、変形特性の信頼度向上を目的として半径方向変位計を試作し、これにより拘束圧一定三軸圧縮試験におけるロック枝のポアソン比を求め、従来法との差異を検討したので報告する。

2. 実験方法

半径方向変位計は、図-1に示すようなものであり、円柱状供試体に巻付けて周長の変化量を電気的に測定するものである。この変位計の測定原理は、供試体の伸縮に追従して、コイルを巻付けた細管中の鉄芯挿入長が変化し、これに応じて生じる電圧変化を検出するものである。実験では、直径30cm、高さ70cmの供試体の3箇所(供試体高さの1/4、1/2および3/4の位置)にこの変位計を設置した。

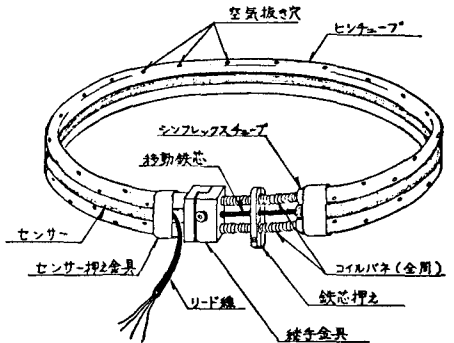


図-1 半径方向変位計の概要

実験に用いた試料は、花こう岩を破碎したもので、粒子の見かけ比重が2.55であり、粒子の角は若干丸味をおびている。この試料を分散し、 $D_{max}=50.8mm$ 、 $D_{10}=1.8mm$ 、 $U_c=10$ の粒度に調合した。供試体の締固めには振動および圧縮の2方法を併用し、密詰めおよびゆる詰めの供試体を作製した。供試体内部の間げきを水で満たした後、排水条件で拘束圧一定の三軸圧縮試験を行なった。拘束圧 σ_3 は1および7 Kg/cm^2 とし、軸圧縮方法はひずみ制御(ひずみ速度0.5%/min)とした。この試験では半径方向変位量とともに、体積変化量をも測定した。

3. 実験結果および考察

大型三軸圧縮試験により得られた軸ひずみ ϵ_1 ~軸差応力 $(\sigma_1-\sigma_3)$ 、体積変化率 $\Delta V/V$ 曲線を図-2に示す。図-3には、軸ひずみ ϵ_1 (圧縮:正)と半径ひずみ ϵ_3 (膨張:正)の関係を示した。図中の半径ひずみ ϵ_{3L} 、 ϵ_{3M} および ϵ_{3U} は、測定した周長変化量から計算した値である。また、 ϵ_{3V} は、体積変化量測定結果から $\epsilon_{3V}=(\Delta V/V-\epsilon_1)/2$ として求めた平均半径ひずみである。これらの試験結果から、軸ひずみ ϵ_1 の増加に伴う半径ひずみ増加の状況が読取れる。すなわち

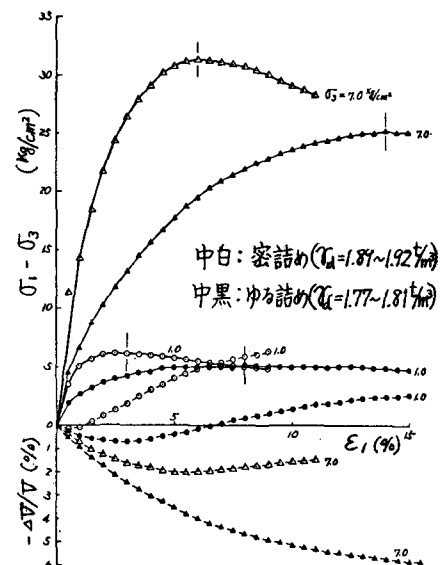


図-2 ロック枝の $\epsilon_1 \sim (\sigma_1 - \sigma_3)$, $\Delta V/V$

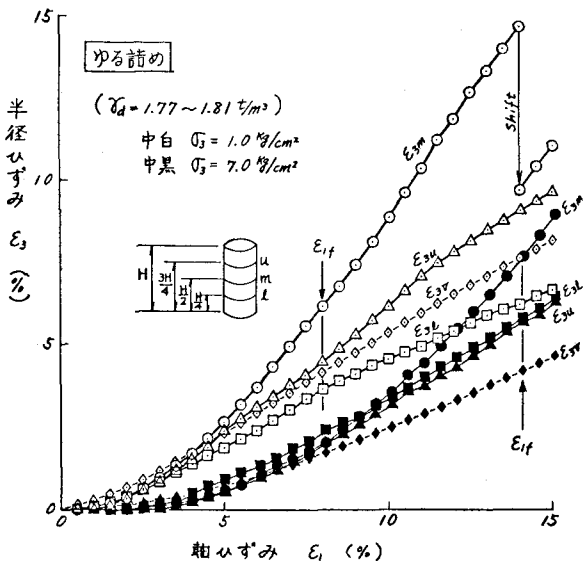
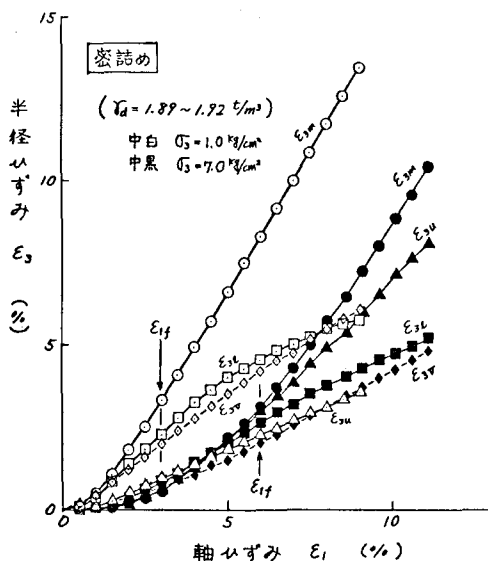


図-3 ロック材の軸ひずみと半径ひずみの関係

、 $(\sigma_1 - \sigma_3)$ が最大となる時の軸ひずみ ϵ_{1f} までの変位計による半径ひずみに注目すると、軸ひずみが増加するに従って、中高点の ϵ_{3m} が卓越し、その上下の ϵ_{3u} 、 ϵ_{3l} との差が大きくなる傾向が認められる。これに対して、体積変化から求めた ϵ_{3v} は、軸ひずみが小さな範囲では変位計による半径ひずみよりも若干大きな値を示している。しかし、軸ひずみが $\epsilon_{1f}/2$ を超えると、 $\sigma_3 = 1 \text{ kg/cm}^2$ の場合は ϵ_{3u} あるいは ϵ_{3l} と同程度となり、 $\sigma_3 = 7 \text{ kg/cm}^2$ の場合には ϵ_{3u} および ϵ_{3l} より小さな値を示している。

図-4 には、接線ポアソン比と軸ひずみ ϵ_1 の関係を示した。変位計によるものは、3 点の半径ひずみを平均した後に計算したものである。したがって、これは供試体中高部における膨張領域の平均値を示している。体積変化から求めたものは供試体全体の平均値を示している。両者の $\epsilon_1 \sim \nu_t$ 関係には顕著な差異が認められる。すなわち、変位計によるものは、体積変化によるものと比べると、初期に小さく、軸ひずみが増大すると大きくなる傾向がある。このような傾向は、砂質土を用いた大根りの実験にも示されている。変位計によるものは、膨張領域の変位量から計算した値であるから体積変化によるものより大きいのは当然であるが、初期に小さい原因は明確でない。

4. あ と が き

フィルタムの非線形解析に用いるロック材の変形特性として膨張領域の値を用いることの是非については、供試体端面拘束軽減の可能性を含めて、今後検討したい。

参考文献 1) 原田次夫, 松井泰寿; ロックフィルタムの築造中およびたん水後の挙動, 土と基礎 Vol. 25, No. 5, Ser. No. 331, 1977. 5

2) 大根義男, 成田国明, 山口雅弘; 土のポアソン比に関する実験(第2報), 第11回土質工学研究発表会, 1976. 6

図-4 軸ひずみと接線ポアソン比の関係

