

フィルダムコア材の浸透破壊実験

飛鳥建設 正会員○本山 寛 飛鳥建設 正会員 沼田淳紀
飛鳥建設 正会員 荒井幸夫 飛鳥建設 正会員 福島浩人
東京工業大学 フェロー会員 太田秀樹 TNS 正会員 染谷 昇

1. はじめに

ロックフィルダムのコアゾーン上流側は湛水時には高水圧となるので、コアゾーンに十分な鉛直応力が伝達されていないような場合コアゾーンに浸透破壊が生じる可能性がある。森ら¹⁾は、過去の大型ダムの浸透破壊事例を数値解析により説明している。一方、浸透破壊に対する土の抵抗性については必ずしも統一的な見解が示されていないが、既往の実験結果²⁾によれば、最小主応力 σ_3 と間隙水圧 u が、 $u > (m\sigma_3 + n)$ を満足した場合に浸透破壊が発生することになる（ただし、 m と n は実験定数）。そこで、この関係を数値解析に適用する目的で、 m と n を実験的に求めた。ここでは、実験方法と結果について述べる。

2. 実験方法

2.1 試料と供試体作製方法

表- 1に使用した試料の物理的性質を、図- 1に試料の粒度組成を示す。試料には実際のフィルダムで用いられている試料を用いた。採取された試料の最大粒径は63.5mmであったが、粒径9.5mmで頭切りして用いた。供試体の目標密度は、堤体における品質管理試験結果より求められた平均の乾燥密度をWalker-Holtz³⁾の礫補正方法により粒径9.5mm以下の乾燥密度に換算した値とした。

図- 2に、試験装置と供試体の概要を示す。供試体は、外径100mm、内径15mm、高さ200mmの中空円柱である。このように供試体をドーナツ状にしたのは、供試体内部の水の流れが円周方向で均一になるようにしたためである。

供試体作製は、内径100mm、高さ200mmのモールドの中心にテフロンシートを巻いた直径15mmの丸棒を固定し、次に、

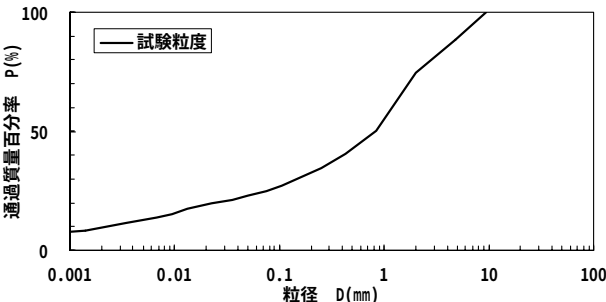


図- 1 試料の粒度組成

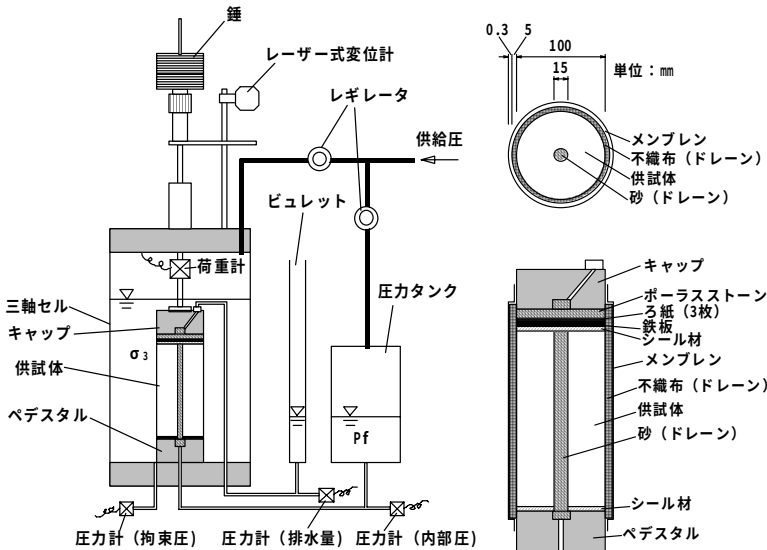


図- 2 試験装置と供試体の概要

表- 1 試料の物理的性質

土粒子密度	粒径4.75mm以下 ρ_s g/cm ³	2.627
	粒径2.00mm以下 ρ_s g/cm ³	2.601
含水比 w %		15.0
コンシステンシー	液性限界 w_L %	41.0
	塑性限界 w_p %	21.7
	塑性指数 I_p	19.3
絶乾比重	粒径63.5～37.5mm G_b	2.432
	粒径37.5～19.0mm G_b	2.414
	粒径19.0～4.75mm G_b	2.413
吸水率	粒径63.5～37.5mm Q %	3.1
	粒径37.5～19.0mm Q %	3.4
	粒径19.0～4.75mm Q %	3.5
粒度組成	最大粒径 D_{max} mm	9.5
	50%粒径 D_{50} mm	0.85
	礫分含有率 P_g %	25.5
	砂分含有率 P_s %	49.5
	細粒分含有率 P_f %	25.0
	均等係数 U_c	52

キーワード：ロックフィルダム、浸透破壊、コア材、拘束圧、試験装置
連絡先：〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472、飛鳥建設(株) 技術研究所、TEL 04-7198-7553、FAX 04-7198-7586

試料を投入し目標乾燥密度が 1.872g/cm^3 になるように10層に分け締固めた。所定の高さまで供試体ができあがった時点で、丸棒をゆっくり引き抜き、テフロンシートを取り除いた。このように作製された供試体をペDESTALにセットした。このとき、ペDESTAL上面に中心部を除きシーリング材を塗りその上に供試体を設置した。供試体設置後、ドレーン用に中空部には砂を詰め、外周部には不織布を巻いた。供試体上面には全面にシーリング材を塗り、直径100mm厚さ1.6mmの鉄板を載せた。さらにその上にろ紙を3枚、ポーラスストーンを置きキャップを被せた。その後、供試体をメンブレンで覆った。このようにすることで水は、ペDESTAL中央から供給され、供試体中空部を通り、供試体外周へ流れ、鉄板の外周を通してキャップから排水される。

2.2 実験方法

次に実験方法を示す。まず供試体を二重負圧法により5時間かけて飽和する。次に $\sigma_3=100\text{kPa}$ で一日放置し、その後目標の初期拘束圧 σ_3 と内部圧 P_f になるように両者の差が100kPaを保ったまま圧密し、供試体内の水の流れが安定するように約6日放置する。その後、浸透破壊実験を行う。浸透破壊実験は、内部圧 P_f を常に一定に保ち、拘束圧 σ_3 を段階的に下げた。下げる方法は、拘束圧を10kPa除荷した後10分放置する。これを σ_3 が元の値から90kPa減少するまで繰返し行う。その後除荷幅を5kPaとし、供試体が破壊するまで段階的に除荷下した。今回の実験では、(内部圧, 初期拘束圧)を(100kPa, 200kPa), (200kPa, 300kPa), (300kPa, 400kPa)の3ケースについて実施した。

3. 実験結果

図-3に、経過時間と体積変化量と拘束圧の関係を示す。多少の変動も見られるが、いずれの拘束圧においても供試体が破壊されるまでの体積変化量は僅かであった。拘束圧を段階的に下げていくと、ある段階では急激に排水量が増えた。この時の拘束圧を破壊時拘束圧と定義した。

図-4に内部圧と破壊時拘束圧の関係を示す。破壊時拘束圧と内部圧はほぼ比例関係にあり、その近似直線は今回用いた試料では、 $m=1.0$, $n=40.1$ であった。図中には、既往の研究結果⁴⁾も併記したが、今回の値はばらつきの下限付近に位置していることがわかった。

4. まとめ

(1) コア材の浸透破壊実験方法を示した。

(2) 今回用いた試料は、破壊時拘束圧と内部圧の関係を表す実験定数が $m=1.0$, $n=40.1$ であり、既往の研究結果のばらつきの下限值に近い値であった。

参考文献

- 1) 森 吉昭, 内田 善久, 鶴田 滋, 高橋 章, 石黒 健, 太田 秀樹: 中央土質遮水壁型ロックフィルダムの湛水時安定性評価, 土木学会論文集, No.764/III-67, pp.69-84, 2004.
- 2) 地盤の浸透破壊のメカニズムと評価手法に関する研究委員会: 4.浸透破壊試験 WG, 地盤の浸透破壊のメカニズムと評価方法に関するシンポジウム発表論文集, 地盤工学会, pp.43-51, 2002.
- 3) Walker, F. C. and Holtz, W. G: Control of embankment material by laboratory testing, Proc. ASCE, No.108, pp.1-25, 1951.
- 4) 田頭 秀和: 既往研究例による水圧破碎圧と最小拘束圧との関係を表す線形近似式の比例定数および定数項の値について, 地盤の浸透破壊のメカニズムと評価方法に関するシンポジウム発表論文集, 地盤工学会, pp.141-148, 2002.

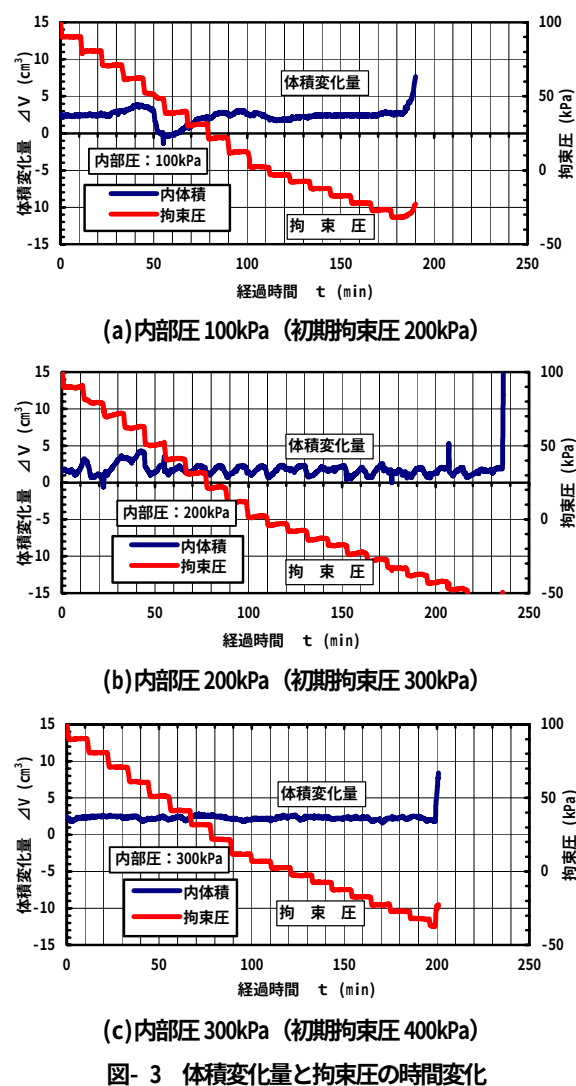


図-3 体積変化量と拘束圧の時間変化

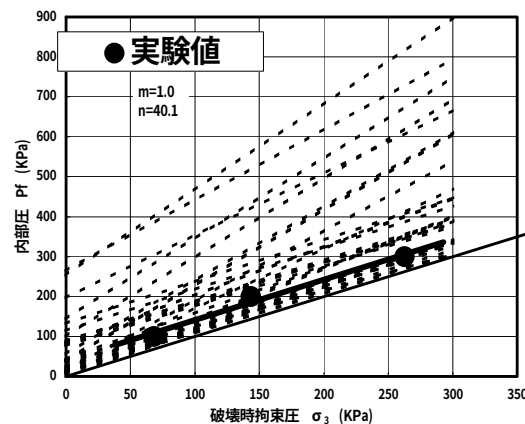


図-4 破壊時拘束圧と内圧の関係