

Ⅲ-417

フィルダムコア部の水理的破壊に関する遠心模型実験

愛知工業大学工学部 学 ○幸繁宜弘 学 村瀬祐司
正 奥村哲夫 正 成田国朝

1. はじめに

1976年、初期湛水時に決壊した Teton ダムの破壊原因は、コア内部の不同沈下に伴う水理的破壊によるものであると結論された。そして、この決壊事故以来、水理的破壊現象に関する研究が積極的に行われ、破壊メカニズムの解釈・破壊判定の方法に関する研究や築堤材料の水理的破壊に対する抵抗性を調べた実験など、多方面から問題への取り組みがなされてきた。しかし、この種の水理的破壊は、堤体内部の局部的な拘束圧不足や潜在的な亀裂、あるいは築堤材料の強度低下など、堤体断面の形状や築堤材料の強度・圧縮特性が複雑に影響を及ぼしあっており、現象の解明にはまだ多くの問題が残されている。

本報告は、ロックフィルダムのコア部に生じる水理的破壊を遠心模型によって調べたもので、ここでは実験の第一歩として行った基礎実験の結果について述べる。

2. 試料及び実験

アルミ製の土槽容器（内寸法：46×46cm、奥行 20cm、前面アクリル板）内に作製した中心コア型ロックフィルダム模型の概略を図-1に示す。各ゾーンの粒度は図-2に示す通りであり、コア材にはクラックの生じやすい材料¹⁾としてシルト質土を用い、基礎部は締固めD値 100%で締固めた粘土地盤とした。また、コア部には一部幅の狭い(4.5cm)箇所を設け、さらにその下方には鉛玉(比重 11.34)を混入して自重によるコアの沈下を部分的に大きく生じさせる領域を設けて、図中の斜線部分で水理的破壊が発生するようにした。

実験は遠心加速度 30G のもとで一気に貯水して破壊させる場合(CASE I)と、20G のもとで3段階に貯水する場合(CASE II)の2ケースについて行った(表-1)。実験時には、コア内の土圧、沈下量及び浸透流量(下流側排水容器内の貯水圧より算定)を計測した。

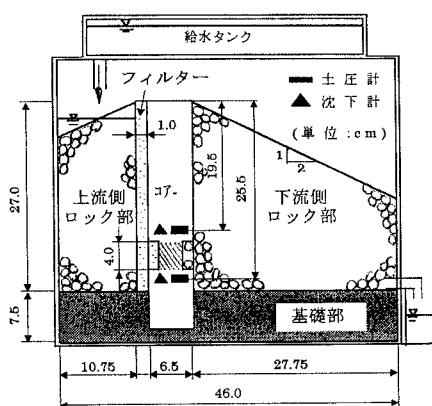


図-1 ロックフィルダム模型の概略図

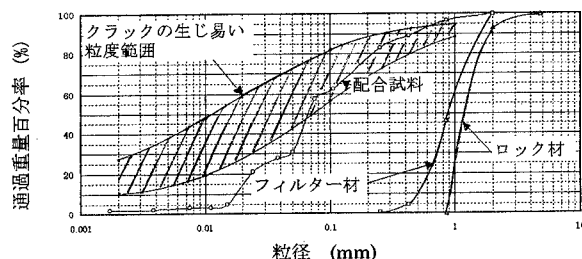


図-2 模型材料の粒径加積曲線

3. 実験結果と考察

CASE I の実験結果を図-3に示す。同図 a)

は貯水圧 u と浸透流量 Q の経時変化、図 b) は破壊を規定した位置の上・下部の土圧 σ_v と下部の沈下量 S の経時変化である。まず、図 a) の $Q \sim t$ 関係を見ると、図中点線で示した $t \approx 500 \text{ sec}$ ($u \approx 0.42 \text{ kgf/cm}^2$, 水位 14.9cm) 付近で浸透流量の急激な増大が認められ、この時点でコア部に水理的破壊が発生したと考えられる。なお $t \approx 600 \text{ sec}$ 以降で浸透流量の減少が見られるが、これは貯

表-1 コア部の性状

実験	case I	case II
遠心加速度 (G)	30	20
換算堤高 (m)	8.1	5.4
コア部乾燥密度 (g/cm^3)	1.50	1.50
コア部締固めD値 (%)	85	85
コア部含水比 (%)	9.54	9.54

水(給水)を停止したことによるものである。また、図 b)の σ_v , $S \sim t$ 関係を見ると、浸透流量の増大とほぼ同時に上部土圧は増大し、逆に下部土圧は一時的に減少する傾向にあることが分かる。これは、破壊を規定した位置の上部ではコア材の飽和化による鉛直土圧の増大、下部では土圧計下方コア部の鉛玉混入による強制沈下に基づく土圧減少と考えることができる。そしてこの上下部の土圧の差、すなわち破壊規定部分の拘束圧の減少が水理的破壊をもたらしたと見なすことができよう。

図-4はCASE IIの実験結果である。図 a)の $Q \sim t$ 関係を見ると、貯水開始($t \approx 400\text{sec}$)から $t \approx 1000\text{sec}$ の間の浸透流量の変化はほとんど認められないが、この直後($u \approx 0.34\text{kgf/cm}^2$, 水位 19cm)で浸透流量が一気に増大しており、水理的破壊が生じたと考えられる。また、破壊後も貯水圧(位)を一定に保つと、浸透流量は破壊時と比較して低下するものの極端な変動はない。これは拘束圧不足によって生じた亀裂が上載荷重によって収縮したためと言えよう。さらにこれらの現象は、上部および下部沈下量と両者の差で示した相対変位の関係(図 b)からも確認することができる。すなわち、破壊付近で下部沈下量が上部と比較して大きくなり、相対変位が引っ張り側に現れて亀裂や土粒子の流亡が発生したと考えられる。またこの後には相対変位が圧縮側に転じていることから、亀裂等が収縮して浸透流量が減少したものと考えられることができる。

4. あとがき

遠心模型実験によってフィルダムコア部の水理的破壊現象の再現が可能であり、また破壊要因の一つとして拘束圧不足による亀裂の発生が挙げられることが分った。今後は実験手法の改良を行うと共に多くのデータを集積し、この種の破壊メカニズムの解明を通じて破壊評価手法の確立を図りたいと考えている。

【参考文献】 1) Sherard, J.L., Woodward, R.J., G ztinski, S.F. and Clevenger, W.A. (1963): Earth and Earth-Rock Dam, John Wiley and Sons. 2) 大根・成田(1977): ティートンダムの決壊に関する考察(第二報), 第32回土木年次講演会, pp.579~580. 3) 成田・大根(1980): フィルダムの基礎地盤形状と堤体内変形について, ダム日本, No.430, pp.39~49.

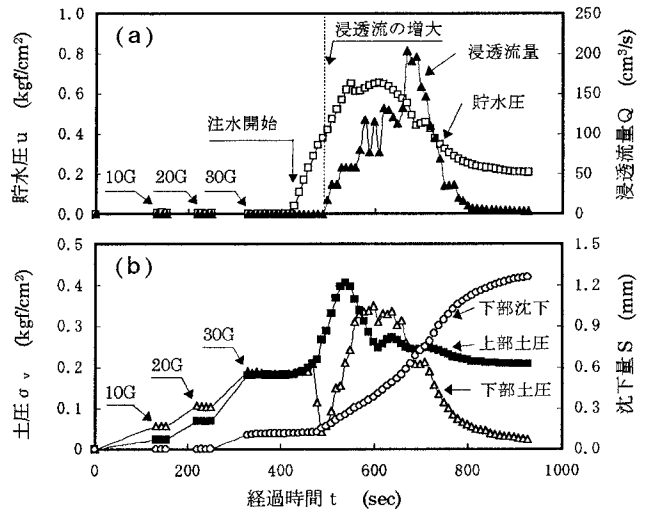


図-3 貯水圧・浸透流量・土圧・沈下量の経時変化(CASE. I)

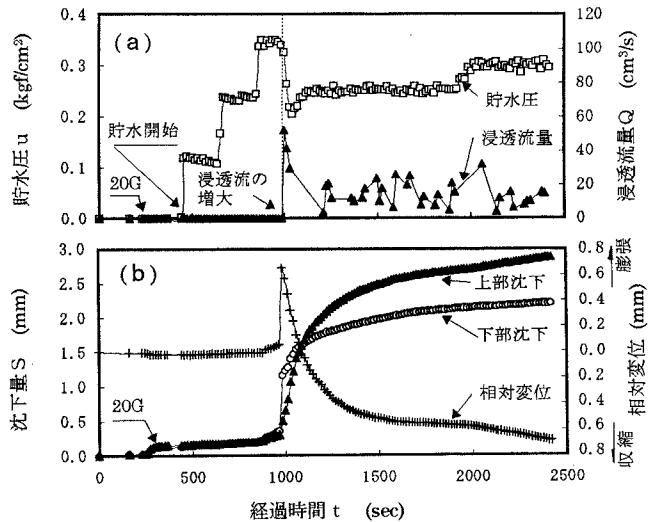


図-4 貯水圧・浸透流量・沈下量の経時変化(CASE. II)