

III-527

フィルダム遮水材料の室内パイピング試験仕様に関する一考察

建設省土木研究所 正会員○小川 直樹 正会員 山口 嘉一 中村 昭

1. はじめに

フィルダムに用いる遮水材料には所要の透水性および浸透破壊抵抗性を要求される。その浸透破壊抵抗性を把握する方法の一つにTerzaghi¹⁾の提案した限界動水勾配の考え方に基づく室内パイピング試験があるが、その試験方法には確立されたものがないのが現状である。ここでは試験仕様のうち水圧の昇圧段階の違いが試験結果に与える影響を検討したので、ここに報告する。

2. 試験方法と試料

パイピング試験装置を図-1に示す。パイピング試験は、基本的には定水位透水試験と同じ方法で行われるが、特に大きい水圧まで载荷するため、水みちが形成されやすい円筒容器と供試体の境界に接着剤を充填する。供試体の破壊や変状開始時点の動水勾配である限界動水勾配として、供試体が完全に破壊する時の動水勾配 i_t と動水勾配と流量の関係から透水性が急激に増大する動水勾配 i_b の二つを取り上げた。

パイピング試験における昇圧パターンを図-2に示す。動水勾配 i を1日 $i=2$ ずつ上昇させたものをAパターン、1日 $i=8$ ずつ上昇させたものをBパターン、およびBパターンをより粗く設定したCパターン（動水勾配を、1、2、5、8、10、15、20、30、40とし、一段階の継続時間は1時間程度）の3つを用いた。

試験ケースを表-1に示す。試料は、最大粒径 D_{max} を19.1mmにしたA材料（比重 $G_s=2.701$ 、均等係数 $U_c=208$ 、塑性指数 $I_p=22.5$ 、最適含水比 $w_{opt}=18.1\%$ 、最大乾燥密度 $\rho_{dmax}=1.735\text{g/cm}^3$ ）およびB材料（ $G_s=2.486$ 、 $U_c=100$ 、 $I_p=NP$ 、 $w_{opt}=19.7\%$ 、 $\rho_{dmax}=1.611\text{g/cm}^3$ ）で、表-1の含水比に調整し、JIS A 1210に従って1Ecの締め固めエネルギーで締め固めて供試体を作製した。また、通水方向は締め固めの方向に平行および直交を設定した。

3. 試験結果および考察

試験結果より得られた動水勾配 i と流量 q の関係を図-3に示す。図は供試体が完全に破壊する動水勾配 i_t の一段階手前の動水勾配まで表示している。また、この図に流量が急増したときの動水勾配 i_b を矢印で表示している。A材料と比較すると、昇圧ステップが2のものは i と q の比例関係が50以上まで継続しているが、昇圧ス

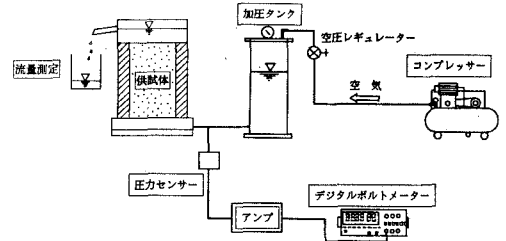


図-1 試験装置概念図

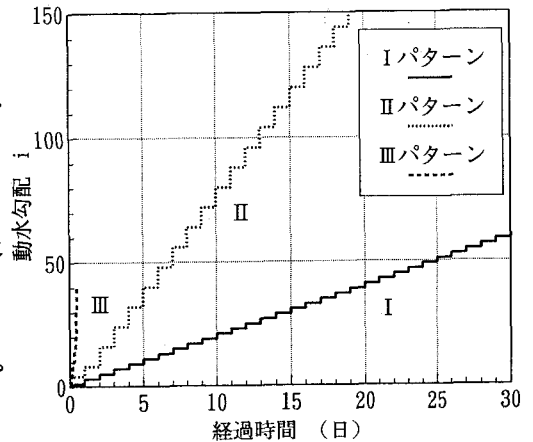


図-2 昇圧パターン

表-1 試験ケース

材 料	含 水 比	通水方向 ^{*)}	昇圧パターン		
			I	II	III
A材料	w_{opt}	V	○	○	
A材料	w_{opt}	H	○	○	
B材料	w_{opt}	V	○		○
B材料	$w_{opt}+3\%$	V	○		○

注*) V: 締め固め方向に平行
H: 締め固め方向に直交

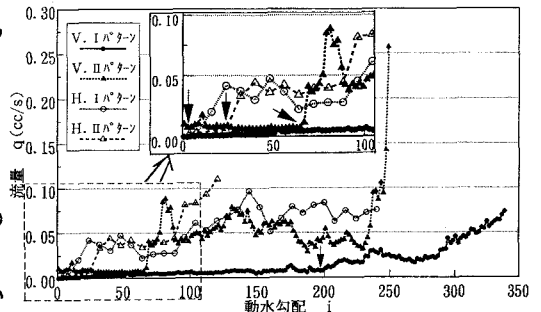
(a) A材料、 w_{opt}

図-3 動水勾配と流量の関係

テップが8のものでは比較的低い動水勾配で比例関係が崩れている。B材料においても動水勾配を粗くしたものは低動水勾配で流量の急増傾向が見られA材料と同様の傾向を示している。この現象の理由として、締固めたフィルダムの遮水材料の透水性が低いため、圧力ステップの細かいものは水圧が全体として定常になった後、次ステップへと進むが、粗いものでは水圧が全体として定常になる前に昇圧するため、相対的に透水性の大きい供試体の弱部に水圧が集中的に载荷され、そこから破壊が始まるということが考えられる。

図-4に i_b と i_f の値を昇圧パターンの違いにより比較したものを示す。これによると、昇圧パターンの違いは i_f よりも i_b の値に強く影響を与えることが判る。

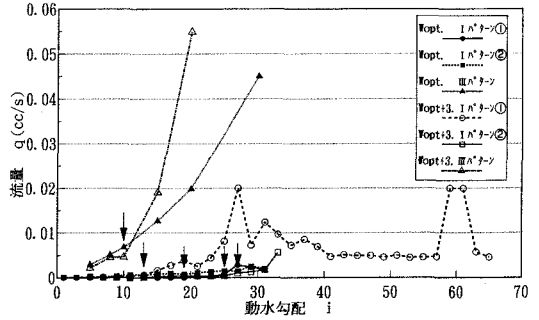
次に動水勾配と透水係数の関係を図-5に示す。昇圧ステップの細かいものは、粗いものに比べ小さい透水係数で推移している。また、 i_b の動水勾配で一時的に透水係数が大きくなっているが、それ以外では透水係数は全体的に漸減している。これは部分的なパイピングの進行で土粒子が移動したが、その後、目づまりを生じて粒子が再配列され、全体として修復される傾向があるものと考えられる。また、 i_b 以外の動水勾配でも小規模の破壊と修復を繰り返しながら、終極的な破壊へと進行していき、その終極的な破壊は上述したとおり、昇圧パターンの影響をあまり受けずに試料条件特有の動水勾配で起こると見ることができる。

実際のフィルダムの遮水材料、特にゾーン型のフィルダムのコア材料に作用する動水勾配は最大で2~3程度であるので、今回の昇圧パターンIよりも緩い勾配で水圧が载荷されることとなる。よって、Iパターンによりパイピング抵抗性を検討することは十分な安全率をもっているといえる。ただし、Iパターンのように細かいステップの試験には試料によっては数カ月要することになり、室内試験としては必ずしも理想的なものではない。

今後の課題としては、Iパターンと同様に供試体に水圧を载荷でき、同様なレベルの試験結果をより短期間で試験できるような方法（昇圧段階）を提案すること、また限界動水勾配に代表されるパイピング性状の評価法を確立すること等があげられる。

参考文献

- 1) Terzaghi, K. : Effect of minor geologic details on the safety of dams, Amer. Inst. Min. and Met. Engrs. Tech. Publ., 215, pp.31~44, 1929.



(b) B材料、V方向
図-3 動水勾配と流量の関係

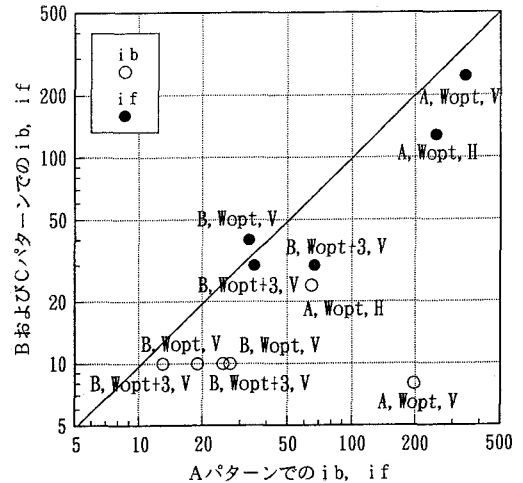
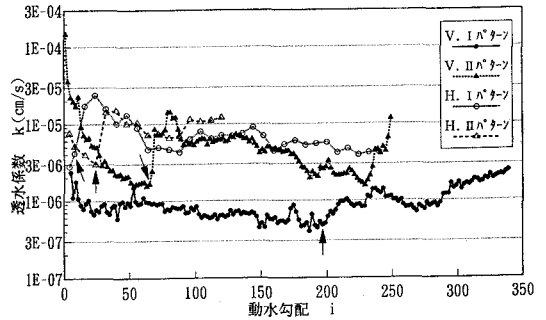
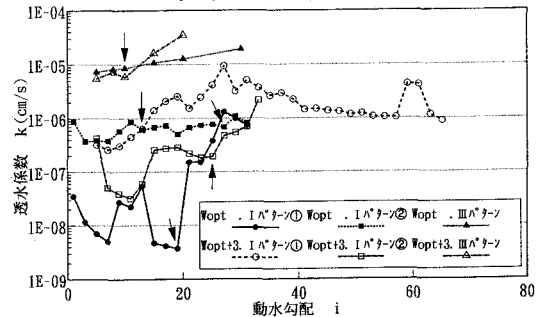


図-4 昇圧パターンによる i_b 、 i_f の比較



(a) A材料、wopt



(b) B材料、V方向
図-5 動水勾配と透水係数の関係