フィルダムのコア試料の水圧破砕実験

大阪大学大学院	学生会員	〇北川秀	彦彦
大阪大学大学院	正会員	常田賢	¥—
財)ダム技術センター	- 正会員	中村	昭
財)ダム技術センター	_	山岡	豊

ジタル圧力計

試驗条件 2

1. はじめに

フィルダムのコア試料について、水圧破砕特性を明らかにしておく ことが必要である。現在までに様々な研究が行われているが¹⁾、本研 究は水圧破砕特性に関わる要因およびその影響度について把握する ことを目的として、フィルダム用のコア試料を用いて実施した、昇圧 速度及び含水比の影響に関する室内水圧破砕実験の結果を報告する。

2. 実験方法

図・1 に水圧破砕実験で使用した三軸試験装置の概要図を示す。中 空円筒供試体(高さ 11.5cm、外径 7.0cm、内径 3.0cm)に対して、 外側から拘束圧σ。を作用させた後、中空部を水で飽和し、その内水 圧を所定の昇圧速度で段階的に上昇させて給水し、供試体が破壊に至

るまで増加させた。ここで、供試体内側への給水は供試体内 を透水して外側に流出するが、給水による流入量と流出量を 自動計測している。内圧はデジタル表示され、それを見なが ら手動で昇圧速度を設定している。なお、供試体の破砕した 時点の内水圧を破砕圧 Pf としたが、破砕点は流入量が急増し た時点及び目視により供試体外面のメンブレンが膨らみ始め た時点の2つの視点により判断し、両者の差異を把握するこ とも実験の目的としている。

図-2に試料の粒径加積曲線を示す。礫分(2mm 以上)が32.5%、砂分(0.075mm~2mm以上)が 52.0%、細粒分(0.075mm以下)が15.5%である。 また、変水位透水試験の結果から、最適含水比 wopt、 Wopt+1.5%および Wopt+3.0%における透水係数は、それ ぞれ 6.98×10⁻⁴(cm/sec)、1.24×10⁻⁶(cm/sec)および 2.28×10⁻⁶(cm/sec)である。

試験条件を表-1 および表-2 に示すが、それぞれ 供試体の含水比および昇圧速度の影響の把握を目 的とした。表-1 では昇圧速度が 10(kPa/min)の下 で最適含水比 wopt(13.7%)及び wopt+3%(16.7%)の 2

条件とし、表-2では現場で施工される Wopt+3%程度の 昇圧速度を 5(kPa/min)、10(kPa/min)及び 15(kPa/

キーワード 水圧破砕、コア、フィルダム

連絡先

〒 565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 TEL06-6879-7623



図-2 試料の粒径加積曲線(最大粒径 4.75mm)

圭-9

試驗条件1

表-1

	昇圧速度	有効拘束圧	含水比	合ナル	有効拘束圧	昇圧速度
	(kPa/min)	σ3			σ_3	(kPa/min)
	100 (l-Da)	13.7%			5	
		100 (kFa)	16.7%		100(kPa)	10
	10	150 (LD)	13.7%			15
	10 150 (kra)	16.7%	117		5	
		200 (kPa)	13.7%	16.7%	120 (kPa)	10
			16.7%			15
						5
	含水比である 16.7%を設定し、				200 (kPa)	10
n	min)の3条件とした。					15

3-204

3. 試験結果

流入量、流出量および内水圧の時間変化の計測例を図-3 に 示す。同図から、流入量と時間の関係において、流入量が急 変した点と目視による破砕点は近似しているが、目視による 破砕点の方がやや遅れる傾向にある。また、流出量は流入量 と比べて急激な変化が現れにくい傾向があるため、流出量に よる判断は困難である。なお、流入量の急増点を読み取る場 合でも、明確な破砕点が現れず判断が困難な場合があるので、 流入量だけでなく、目視判定も併用して行うのが適当である。

流入量により破砕時点を判断した場合の試験条件1及び試験 条件2の結果を、それぞれ図-4及び図-5に示す。同図によれば、 水圧破砕時の破砕圧と有効拘束圧の計測データは線形関係に ある。この関係を経験式である(1)式により近似させた。

$$P_{f} = m \cdot \sigma_{3} + n \qquad (1)$$

ここに、 P_f は破砕圧(kPa)、 σ_3 は拘束圧(kPa)である。m と n(kPa)は実験定数であり、目視による破砕時点の判断結果も含 めた算出結果を表・3に示すが、以下のことが推察できる。

まず、含水比の影響に関して、目視によるmは w_{opt} と $w_{opt+3\%}$ とはほとんど同じであるが、流入量では差異がある ように見える。しかし、両者は $1.00\pm0.05(kPa)$ の範囲にあ り、大差はないと考えられる。従って、含水比が定数mに及 ぼす影響は小さい。一方、目視の n も w_{opt} と $w_{opt+3\%}$ とは ほとんど同じであるが、流入量では w_{opt} で-5.0(kPa)、 $w_{opt+3\%}$ で+5.4(kPa)である。ここで、定数 n は拘束圧 0 の 時の破砕圧であるが、実際に検討対象となる拘束圧あるいは 実験条件の拘束圧のレベルと比較すると、 $\pm 5kPa$ 程度の差 異では含水比の影響はほとんどないと考えられる。

次に、昇圧速度の影響に関して、目視によるmは昇 圧速度による一義的な変化の傾向は見られず、数値的 にもほとんど同じである。一方、流入量でも大差はな いと見なせる。従って、昇圧速度が定数mに及ぼす影 響は小さい。一方、目視によるnは-8.1~1.7(kPa)の



図-5 試験条件2による試験結果 表-3 m、nの結果

宝融冬州		m		n(kPa)	
天殿	天歌术件		目視	流入量	目視
솔ᅶᄔ	wopt	1.03	1.01	-5.0	0.6
召水比	Wopt+3%	0.95	1.00	5.4	0.0
员正清度	5	1.02	1.02	-8.1	-8.1
升止还及	10	0.95	1.00	5.4	0.0
(KPa/min)	15	1.00	1.00	1.7	1.7

範囲、流入量でも-8.1~5.4(kPa)の範囲であり、昇圧速度による一義的な傾向は見られないことと、含水比と同様 に考えると、10(kPa)程度の差異では影響はほとんどないないと判断できる。

4. まとめ

今回の実験結果の範囲では、水圧破砕特性(m、n)に及ぼす含水比および昇圧速度の影響は見られなかった。 今後は、内水圧の上昇方法、粒度特性等の条件に関する検討を行うことが考えられる。なお、本実験に際しては、 独立行政法人土木研究所の山口上席研究員の御指導を得ており、記して感謝申し上げる。

参考文献:1)田頭秀和:室内試験を中心としたフィルダムのハイドロリックフラクチャリングに関する研究(Literature Review),大ダム,No.167,pp62-69,1999