

III-21

大型三軸圧縮試験においてロック材料の繰返し使用が強度に与える影響

フジタ工業(株)技術研究所 正会員 ○ 石井 武美
同 上 正会員 大迫 光
同 上 日暮 政男

1. まえがき

ロックフィルダムの構造上の安定を受け持つロック材のせん断定数や変形係数を決定するのに、原粒度は巨大な粒子を含んでいるため、そのまま、三軸圧縮試験を行なうのは不可能である。そこで、通常、原粒度を平行移動した相似粒度で供試体を作成し試験を行なうことになる。供試体の大きな試験は、大きな粒子を含ませることのできる点でより現実に近いと考えられるが、供試体径 $d = 120\text{ cm}$ 、高さ $h = 240\text{ cm}$ の大型三軸圧縮試験では、供試体1本あたりの材料が5トンにも及ぶため、材料の採取に多大の労苦を要する。試験材料の転用が可能ならば材料確保が容易となるので、今回、材料の繰返し使用が強度に与える影響を調べたが、これはまた、粗粒材のせん断のメカニズムを知る上でも意味のあることと思われる。

2. 試験方法

試験に使用した材料の母岩は流紋岩である。試験粒度の粒径加積曲線を、図-1に示す。最大粒径は 200 mm 、均等係数 $U_c = 12.0$ である。

供試体は、材料を気乾状態 ($w = 0.5 \sim 1.0\%$) にし、大型三軸供試体用振動締固め機で8層に分けて締固めて作成し、初期間隙比 $e_{g0} = 0.400$ ($e_0 = 0.350$) ¹⁾ を目標とした。

試験は、圧密排水(気)条件で行ない、側圧 $\sigma_3 = 4.0\text{ Kgf/cm}^2$ 一定・ひずみ制御(ひずみ速度 0.15% /分)とした。

各ケースの材料構成を、表-1に示す。すなわち、ケースAは全て新鮮な材料、Bは粗粒なもののみ新鮮な材料、Cは1回使用済を中心に、Dは2回使用済を中心にした材料である。この組合せは、繰返し使用による破砕の減少がより顕著にわかるように考慮したものである。

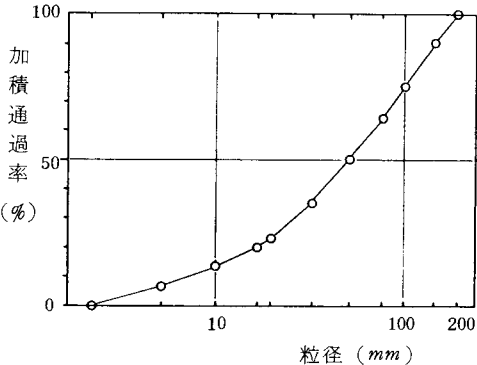


図-1 粒径加積曲線

表-1 各供試体の材料構成 (単位は%)

粒 径 (mm)	ケースA	ケース B		ケース C			ケース D				
	処 女	処 女	1 回使用	2 回使用	1 回使用	2 回使用	3 回使用	1 回使用	2 回使用	3 回使用	4 回使用
200～150	9.5	9.5			9.5			0.6	8.9		
150～101.6	15.5	15.5			15.5			2.4	13.1		
101.6～76.2	11.0	11.0			11.0				11.0		
76.2～50.8	14.0	14.0			14.0			0.2	13.8		
50.8～31.7	15.0		13.5	1.5		10.5	4.5			9.5	5.5
31.7～19.1	12.0		7.2	4.8		5.3	6.7			5.6	6.4
19.1～15.9	3.0		1.7	1.3		2.5	0.5			3.0	
15.9～9.52	6.0		2.7	3.8		4.6	1.9			6.0	0.5
9.52～4.76	7.0		7.0			5.5	1.5			7.0	
4.76～2.0	6.5			6.5		5.7	0.8			6.5	
計	100.0	50.0	32.1	17.9	50.0	34.1	15.9	3.2	46.8	37.6	12.4

3. 試験結果および考察

応力～ひずみ曲線を、図－2に示す。図中の○はケースA、△はB、□はC、◇はDである。A以外、すなわち、繰返し材料を含んだ場合は、ダイレイタンシーをより起こしている。最大軸差応力は、A、すなわち、処女材料のみの場合が、最も大きくなった。

さて、粒子破碎の状況を級間残留率で示したのが、表－2である。ケースAとBを比較すると処女材料を使った粗粒なものは、ほぼ等しい破碎を生じているのに、繰返し材料は、明らかに破碎が減少している。BとCを比べても、繰返し使用をするほど、材料が破碎しにくくなる傾向が読み取れる。この傾向は、材料の処女時点に存在する大きなクラックに応力集中が生じて粒子破碎が起きてしまい、材料を繰返し使用する度に材料中の欠陥が減少して行くためと考えれば説明が

つく。また、粒子の角ばった部分にも、当然、応力が集中するので角が欠け、図－2のように、材料を繰返し使用する毎にダイレイタンシーがより発生する傾向となるのであろう。ところで、ダイレイタンシー（体積変化）に対するエネルギー補正を行なうとすれば、ダイレイタンシーの大きいものほど、みかけ上の最大軸差応力は大きくなるわけであるが、図－2の応力～ひずみの関係はその傾向を示さない。これに対して、筆者らは、粒子が丸みを帯びることにより、粒子間の摩擦が減少したと考えている。

表－2 粒子破碎の状況（単位は％）

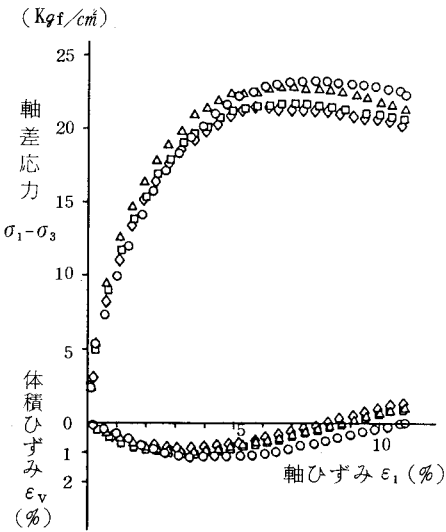
		ケース A				材料の 構 成	ケース B				材料の 構 成	ケース C				材料の 構 成
粒 径 (mm)	試験前 残留率	試験後 残留率	各粒度階 での差	同 左 累 計	試験後 残留率		各粒度階 での差	同 左 累 計	材料の 構 成	試験後 残留率		各粒度階 での差	同 左 累 計	材料の 構 成		
200～150	9.5	5.26	+4.24	+4.24	全 て 新 鮮 な 材 料	6.66	+2.84	+2.84	新 鮮 な 材 料	8.88	+0.62	+0.62	1回 使用 材料			
150～101.6	15.5	14.62	+0.88	+5.12		13.17	+2.33	+5.17		13.15	+2.35	+2.97				
101.6～76.2	11.0	11.62	-0.62	+4.50		11.66	-0.66	+4.51		11.42	-0.42	+2.55				
76.2～50.8	14.0	12.86	+1.14	+5.64		12.56	+1.44	+5.95		13.87	+0.13	+2.68				
50.8～31.7	15.0	13.93	+1.07	+6.71		15.73	-0.73	+5.22		14.13	+0.87	+3.55				
31.7～19.1	12.0	12.77	-0.77	+5.94		12.82	-0.82	+4.40		13.01	-1.01	+2.54				
19.1～15.9	3.0	3.51	-0.51	+5.43		3.82	-0.82	+3.58		3.21	-0.21	+2.33				
15.9～9.52	6.5	8.39	-1.89	+3.54		7.26	-0.76	+2.82		7.38	-0.88	+1.45				
9.52～4.76	7.0	7.96	-0.96	+2.58		7.26	-0.26	+2.56		6.52	+0.48	+1.93				
4.76～2.0	6.5	9.08	-2.58	0		9.06	-2.56	0		8.43	-1.93	0				
計	100.0	100.0	±7.33			100.0	±6.88			100.0	±4.45					

4. あとがき

今回の試験で使用した材料では、繰返し使用により強度が低下し、その影響は顕著となった。筆者らは、その原因を粒子の角ばった部分が破碎するためと考える。もちろん、材料の形状・母岩の強度により、繰返しの影響は変わると思われるので、材料を変えて今後同様の試験を行ないたい。

参考文献

1) 石井・大迫；粗粒材の合成比重と間隙比，第16回土質工学研究発表会昭和56年度発表講演集



図－2 応力～ひずみ曲線