

九州電力(株)総合研究所 正会員 赤司六哉 高田 真
九州大学工学部 “ 平田登基男
西日本技術開発(株) “ O相場 明

1. まえがき

フィルダム用ロック材料のせん断特性に影響を及ぼす要因として、大まかに、材質、粒度、間ゲキ比、相対密度などを挙げる事ができる。このうち、材質、粒度および間ゲキ比については、数多くの試験データにより、そのせん断特性への影響を確かめる事ができたが、相対密度については E_{min} (最小間ゲキ比) の測定方法の確立がなされていないことから、検証するに至っていない。一般には、粒状体の E_{min} の測定は振動締固めによる方法が用いられているようであるが、九州電力における室内せん断試験は静的荷重による締固め(以下静的締固めとよぶ)あるいは衝撃荷重による締固め(以下動的締固めとよぶ)で供試体を作成していること、ロック材粒子は破砕性材料であることなどから、振動締固めによる E_{min} の測定方法が必ずしも最適であるとはいえない。すなわち、供試体作成時と同一締固め条件下での測定が最も適切であるということができよう。そこで筆者らは、静的締固めあるいは動的締固めによって E_{min} を決定する方法を考案し、さらに、その E_{min} を用いた相対密度によるせん断試験の結果の整理を行っており、ここに第1報として報告する。

2. 使用材料の物理的性質と粒度

本試験に使用した材料は、九州電力で計画中のA揚水発電所のロック材料に予定されている緑色片岩(CH級)と佐賀県玄海産出の玄武岩(B級)の砕石である。その比重および吸水量を表-1に、また試験粒度を図-1に示す。なお粒度は、最大粒度を変えた、図上における相似形とした。

表-1 材料の比重および吸水量

粒 径 (mm)	緑色片岩・CH級			玄武岩・B級		
	比重	吸水量 (%)	吸水量 (%)	比重	吸水量 (%)	吸水量 (%)
6.35-4.76	2.88	2.82	1.2	2.84	2.75	1.8
38.1-28.3	2.87	2.79	1.7	2.85	2.75	2.1
19.1-14.1	2.86	2.75	2.4	2.86	2.74	2.4
9.52-0.71	2.85	2.70	3.3	2.86	2.74	2.6
4.76-0.35	2.84	2.67	3.7	2.86	2.75	2.6

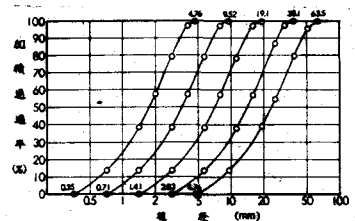


図-1 試験に使用した粒度

3. 締固め試験装置と試験方法

動的締固めの装置はJIS A 1210の条件を満足する自動突固め装置(供試体直径10cm, 高さ12.7cm)と大型自動突固め装置(供試体直径30cm, 高さ35.4cm)を用いた。また静的締固め装置は300Tonの耐圧試験機を用いた。供試体寸法は動的締固めと同じである。

試験方法は、気乾状態の材料を所定の粒度に配合し、3層に分けて締固めた。静的締固めは、供試体直径とはば同一径の載荷板を取付けて締固めるもので、載荷時間は1分とした。

4. 相対密度の考え方

破砕性粗粒材料は、静的あるいは動的締固めにおいて、締固め荷重の増大に伴って間ゲキ比は小さくなり、極限状態ではほぼ0になると考えられる。しかしながらこれを E_{min} として取扱うには、与える荷重が著しく大きくなることから、実用上の範囲を超えるという問題があって適切ではないといえよう。そこで締固め試験を行った結果、 $e \sim \log P$

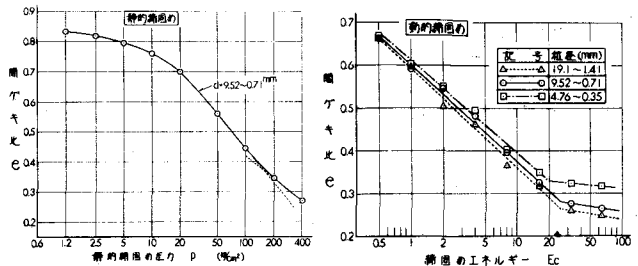


図-2 $e \sim \log P$, $e \sim \log E_c$ (緑色片岩)

あるいは $C \sim \log E_c$ ($E_c = 5.625 \text{ kg/cm}^2$) には、図-2に示すような折点があり、これを実用上の C_{min} と定めた。すなわちこの折点は、粗度破砕率 $B \sim \log E_c$ においても、同じ E_c の値付近に現われ(図-3参照)、著しく材料の性質が変れる境界であると考えられること、また、実際のダムの築堤には、折点までの直線部分の締固め荷重で施工が行なわれ、実用上の意義がきわめて大きいこと、の2点の判断に立って、この折点を C_{min} と定義したものである。

現在、上記の折点が求められたのは緑色片岩のみで、玄武岩については試験実施中であり、ここですべてについての相対密度を算出することは不可能であるが、図-4の $C \sim d_{max}$ において、(a)の緑色片岩によれば、 C_{min} と $4E_c$ (動的)、 $P=200 \text{ kg/cm}^2$ (静的)の C は平行移動したかたちとなっており、玄武岩も同様と考えるならば、 $4E_c$ あるいは $P=200 \text{ kg/cm}^2$ の C を C_{min} の代用として取扱い、相対密度を算出しても、材質、粗度の違いによるセン断試験結果の検討の際には差つかないということができる。そこで今回は、この C を C_{min} として取扱い、以下の結果の整理にあたった。なお C_{max} は、締固め容器に材料を静かに流し込んだ状態とした。

5. 相対密度による三軸圧縮試験結果の整理

初期間ゲキ比 E_0 をパラメーターにしてセン断特性を検討すれば、材質、粗度の違いによって大きく異なる(図-5(b)、図-6(b)参照)。そこで三軸圧縮試験結果を相対密度で整理してみた。なお相対密度 DR は E_0 を用いて算出した値であり、「初期相対密度」とよぶべき性質のものである。

$$DR = (E_{max} - E_0) / (E_{max} - E_{min}) \times 100 (\%)$$

図-5(a)は大型試験 ($D30 \text{ cm}$, $H70 \text{ cm}$, 動的締固め) による $E_{10} \sim DR$ を材質によって比較した図であり、図-6(a)は小型試験 ($D10 \text{ cm}$, $H25 \text{ cm}$ 静的締固め) による $E_{10} \sim DR$ を粗度によって比較した図である。いずれの場合も、(b)の $E_{10} \sim E_0$ に較べ、材質あるいは粗度の違いによる値の差は小さくなっており、相対密度は、よく変形特性を表わすということができよう。

6. あとがき

今回の報告は、締固め試験のデータ不足のため、筆者らが定義した破砕性粗粒材料の相対密度について十分な検討を加えることができなかったが、ある程度の成果はあげることができた。現在、引き続き締固め試験を実施中であり、また、セン断特性についても幅広く検討を行なっているので今後の発表の機会を待ちたい。

(参考文献) 1) 赤司ほか：「ロック材料のセン断強度における粗度効果について」、昭和51年度土木学会西部支部研究発表会

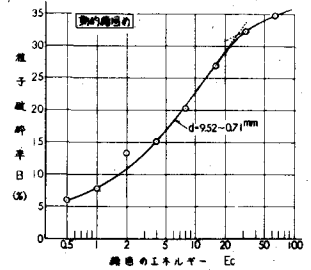


図-3 $B \sim \log E_c$ (緑色片岩)

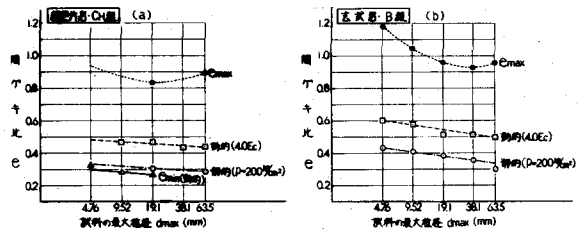


図-4 $C \sim \log d_{max}$

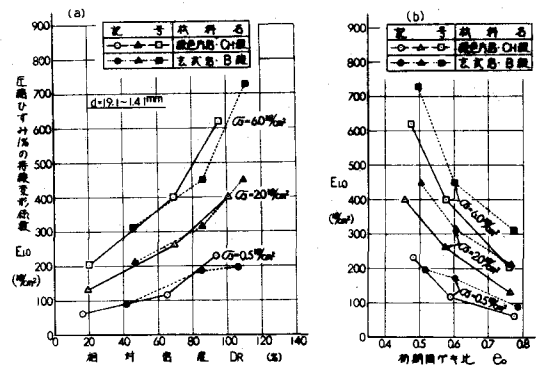


図-5 $E_{10} \sim DR$, $E_{10} \sim E_0$ (材質比較)

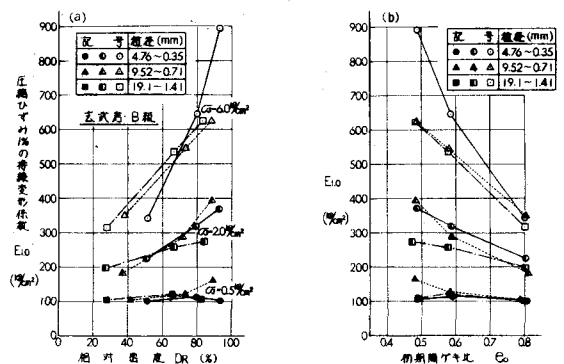


図-6 $E_{10} \sim DR$, $E_{10} \sim E_0$ (粗度比較)