

九州電力株式会社 総合研究所 正会員 赤司六哉
 “ “ 正会員 高田 真
 西日本鉄道開発株式会社 正会員 ○山下伸二

1. まえがき

近年、フィルタイプグラムの築造材料に関する室内試験は、大型化の傾向にあり、堤体の定解析に不可欠なロック材料の強度特性や、締固めおよび透水特性も大型試験機によって求められるのが普通となっている。これは、できるだけ現場に近い状態で試験を実施して試験値の信頼性を高めようとするに他ならない。しかし、この大型化にも限度があり、現在、室内試験で使用されているロック材料の最大粒径と実際に現場で使用される材料との間には、まだ大きな隔たりがあるというのが現状である。筆者らは、こうした問題に対処する一つの方法として、最大粒径を変えた相似粒径による種々の材料試験を計画、実施している。これは、変化した最大粒径と、締固め特性との間に関係式を導いて、室内試験では掌握できない実際の現場の特性値とより正確に推定しようとするものである。ここでは、その一環として、九州電力が予定しているA揚水発電所の上貯池ロックフィルダム地盤周辺の調査掘削で採取されたロック材を使用して、透水試験を実施したのでその結果を報告する。また、これらの試験には、試験機の規模効果と対するために、大型試験機なうびに小型試験機を併用した。

2. 使用材料の特性と粒度

使用したロック材料は、緑色片岩で、電力中央研究所の判定方式によれば、CH級である。比重は2.85で吸水率は0.7~2.9%である。粒度は、図-1に示すような相似粒度で、基本粒度(最大粒径63.5mm)を基準として最大粒径を4.76, 9.52, 19.1, 38.1, 101.6(mm)に変化したものである。このうち、最大粒径が38.1mmまでは小型試験機(φ100mm×H127mm)を、101.6mm~9.52mmまでは大型試験機(φ300mm×H354mm)を使用し、お互に粒径を7つさせた3種の粒度(d_{max} 38.1, 19.1, 9.52mm)によって供試体の寸法効果と対した。

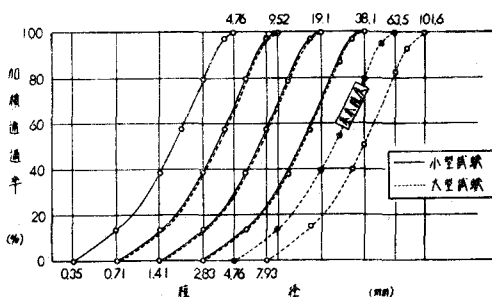


図-1 粒度曲線

3. 試験装置および試験方法

〔試験装置〕 当研究室で製作した大型および小型の改良型高透水試験機は、注水口の一部を除いてはまったく同じ機構である。ここでは、小型の試験装置を図-2に示す。当試験機は、供試体の断面と同じ面積の通水路を持つU字型のもので、供試体は水平にセットされるようになっている。水頭差は、スタンドに取り付けられた注水口(図-2の左上)と上下させることによって容易に得ることができ、水位は、水頭差測定装置(図-2の右)によって簡単に読み取ることができる。

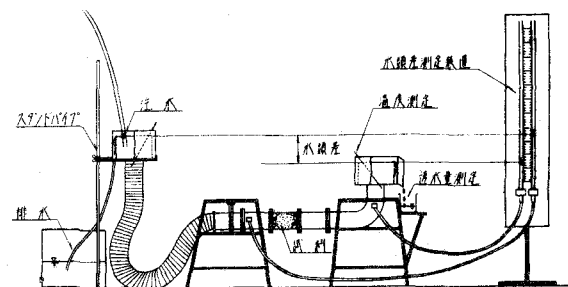


図-2 小型透水試験装置

〔試験方法〕 供試体は、乾状態($w=0.2\sim0.8\%$)にある材料を用い、Jis A1210に準拠して作成した(大型: $W_k 10.0\%$, $H 75\text{ cm}$, $N_k 5\%$, $V 25,000\text{ cm}^3$, 小型: $W_k 2.5\%$, $H 30\text{ cm}$, $N_k 3\%$, $V 1,000\text{ cm}^3$)。

綿用のエボルギーは、標準エボルギー(E_c)の0.05, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0倍の5種を基本としたが、大型試験については、基本粒度のみ5種のエボルギーを採用し、その他の相対粒度では、 $0.05E_c$, $1.0E_c$, $4.0E_c$ とした。なお、綿用のエボルギーは、proctor が定義した公式を採用し、 $1.0E_c$ を 5.625g/cm^3 とした。

透水試験は、尾水圧試験法(Jis A 1218)に準拠して実施し、動水コウ配は、0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0の6種を標準とした。供試体は、突固の試験によつて綿用のものとする。また、供試体の両端には、紙料の透水係数に影響のない程度の金網を用いて、顆粒子の流出を防止した。なお、綿用のによる粒子の破砕をみるため、透水試験後に粒度試験を行い破砕率³⁾(particle Breakage)と求めた。

4. 試験結果とその考察

図-3および図-4は、供試体を作成するために実施した綿用の試験の結果について整理したもので、図-3は、最大粒径と乾燥密度および間ゲキ比の関係と、綿用のエボルギー列に示したものである。乾燥密度は、最大粒径が入さくなるにつれて増加(間ゲキ比は減る)しており、この増加の傾向は、供試体寸法別に直線で表示することができる。また、同じ粒径で供試体寸法の違いをみると、寸法が大きくなると乾燥密度は大きい。この現象は、低エボルギーにおいて顕著である。図-4は、供試体寸法別に最大粒径をパラメーターにして、綿用のエボルギーと破砕率との関係を示したものである。いずれも最大粒径が入さなるものほど破砕率は大きく、さらに、同じ粒径でみると、供試体寸法の小さなものが大きな破砕率を示している。

図-5～図-9は、透水試験結果についてまとめたものである。図-5は、最大粒径が 9.52mm について、動水コウ配と透水係数の関係を示したもので、いずれも動水コウ配が入さなるにつれて透水係数は減っている。この現象は、乱流域内で測定した値と、グルソーの法則による透水係数として取り換えたためと考えられ、理論的に問題もあうが、ここでは一応実用的には有効な透水係数が測定できたと考えられるので、以下、最大粒径や供試体寸法の違いによる透水係数の変化に着目しながら整理していく。

なお、これから以降の透水係数はすべて動水コウ配が0.2の値を採用したものである。図-6は、間ゲキ比と透水係数の関係を示したもので、同じ間ゲキ比であっても最大粒径の大きなものほど透水係数は大きな値を示している。この傾向は、供試体寸法別においても同様である。また、最大粒径が小さなものほど間ゲキ比の減りに伴う透水係数の低下が大きい。図-7は、これらの現象と破砕率についてまとめたものである。供試体寸法の違いにかかわらず最大粒径をパラメーターにすれば

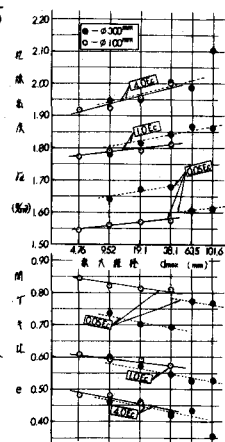


図-3 $d_{max} \sim \rho_d, e$

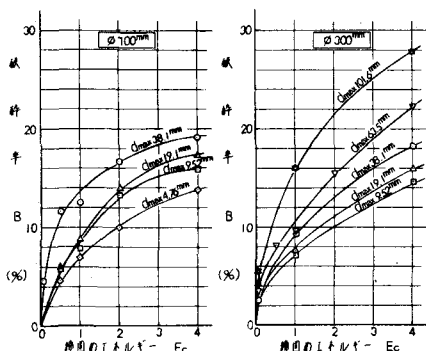


図-4 $E_c \sim B$

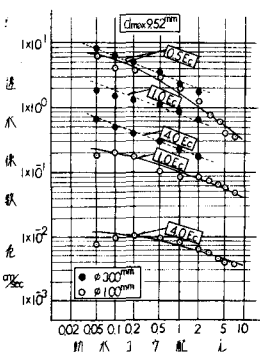


図-5 $w \sim B$

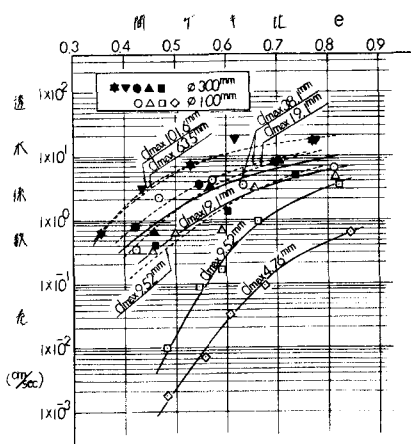


図-6 $e \sim B$

ば、破砕率が大きくなると透水係数が小さくなる傾向が認められる。なお、
 試体寸法の違いとパラメーターにすれば、最大粒径の小さなものほど透水
 係数が小さい。これは、 2.00mm フルイ通過率と最大粒径の関係からみて（
 図-10）最大粒径が小さいほど 2.00mm フルイ通過率が大きいという現象から
 説明がつく。このことは、 2.00mm フルイ通過率と透水係数の関係を示した図
 -8を参照すれば明らかなことであり、試体寸法と最大粒径とをパラメー
 ターにしてみるとお互いに 2.00mm フルイ通過量の増加による透水係数の低下
 が認められる。図-9は、間接比をパラメーターにして透水係数と（試体
 体直径）/（試料の最大粒径）との関係を表わしたものである。この図では、試
 体寸法の違いによる影響が、きりきりした形で示されている。すなわち、
 （試体直径）/（試料の最大粒径）の増加による透水係数の絶対値に大きな差が
 あるばかりでなく、その低下率が、大型試体と小型試体として著しい開きがあ
 る。この現象だけで判断すれば、大型の試体と小型試体で代表することは殆
 んど不可能に近いと考えられることになるが、ノオー
 ダ程度以内の透水係数の差と工学的にみて有意である
 とするならば、（試体直径）/（試料の最大粒径）が5以
 下であれば小型試体で大型試体を代表させることも考え
 られる。ちなみに、せん断試験などでは、（試体直径）
 /（試料の最大粒径）は5前後といわれている。なお、図
 -9の現象も、さきに説明した図-10の 2.00mm フルイ通
 過率と最大粒径の関係が説明できる。

6. おまけ

相似程度による透水試験は、まだ開始したばかりで、
 ほとんど実験結果の報告だけにとどまり、なお不十分な
 点が多い。今後さらに広範な実験を重ねて、最大粒径が
 もたらす透水係数の要因を究明していき、さらには精度
 の高い実験公式を誘導していきたい。

（参考文献）

- 1) 電力中央研究所 地質部：電研式岩盤
 等級分類基準の再検討とその集約
- 2) 赤司ほか：フィルダム用ロック材料の
 劣化と強度について 第9回土木工学研
 究発表会（昭和49年度）
- 3) Marsal, R. J. "Large Scale Testing
 of Rockfill Materials" Proc. ASCE.
 SM2. 1967
- 4) 赤司ほか：ロック材料の透水試験につ
 いて 土木学会西部支部研究発表会論文
 集（昭和47年度）

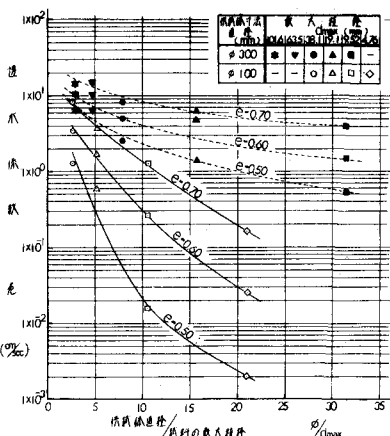


図-9 $d/d_{max} \sim k$

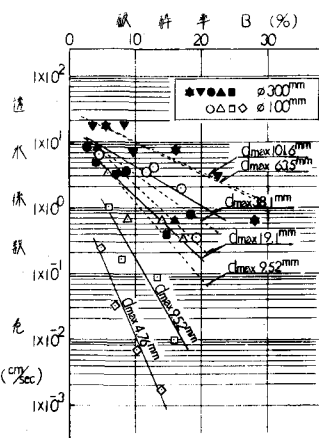


図-7 B ~ k

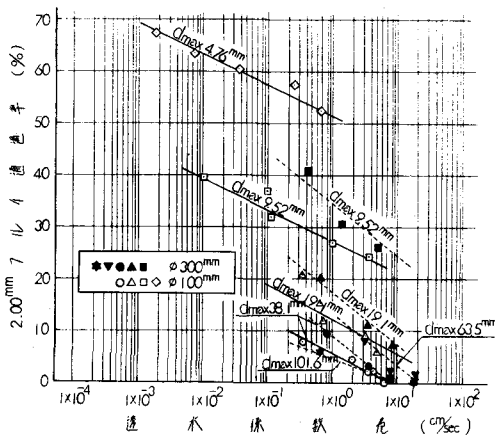


図-8 k ~ 2.00mm フルイ通過率

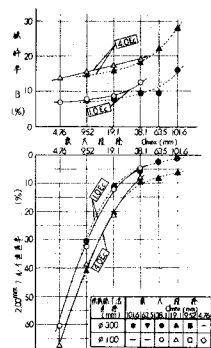


図-10

$d_{max} \sim B, 2.00\text{mm}$
 通過率