

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
 “ “ 正会員 ○江藤義孝

1. まえがき

ロックフィルダムにおける築堤材料の破碎についての研究はさかんに行なわれているが、破碎の表現としては破碎前後の粒度分布の変化によるものがほとんどであり、それらの方法で求められた破碎量は粒子破碎を1個の粒子が2個以上の粒子に分裂するものと定義した場合には、その破碎量は小さな値を表現していると思われる。それは、試験後の粒度において、ある粒径の残留分は、試験前の粒径のままに残った分とその粒径より大きい粒径のものが破碎してその粒径に移動して来た分とに別けられる。したがって、現行の粒子破碎の定義では、上位粒径よりの移動分の確認は不可能であり、真の破碎量より小さな値を求めていると考えられる。そこで、この報告では、筆者等の方法による粒子破碎率とMarshallによる破碎率との比較検討を行なうとともに、各下位粒径への移動量なども追跡してみた。すなわち、大型締固め試験装置によるロック材料の着色試験を実施したが、その主な手順は、各粒径ごとの塗料による着色→所定の粒度への再配合→締固め試験→フルイ分け試験→各分級ごとの色分けなどである。なお、この実験では試験前後における形状測定も並行して実施したが、今回はこれに関する事項の報告は割愛した。

表-1 試験前の粒径別の色分け

2. 試料および試験方法

(試料) 緑色片岩(GH級)と玄武岩(B級)の2試料を用いた。緑色片岩は現在、当社が調査中のA地奥のもので、その中でも破碎性の大きいものである。また、玄武岩は佐賀県玄海地方の碎石場の骨材であり、破碎性の小さいものである。(*)は電研式岩盤等級分級基準による分類である。

(試験方法) 試料を水洗によって表面の土粒子やゴミを落して粒径別にフルイ分け、天日によって気乾状態まで乾燥した。そして、表-1のように塗料で粒径別に着色し、そのあと、塗膜が十分に乾燥した状態で締固めの試験前の所定の粒度に再配合し、大型の静的締固め試験を行なった。そして、試験後の試料のフルイ分けを行ない、なおかつ、各フルイごとの残留分を先に着色した色分けにより再び分類し、その重量を測定した。また、試験により破碎された粒径2mm以下のものについては、試験後の観察による色分けが不可能であるため、試験前の各粒径別にその全重量から、識別できる粒径2mm以上の合計重量を差し引いて求めることにした。なお、図-1は当社の大型静的締固め試験機の詳細であり、今回の試験の締固め層数は5層として、載荷時間は所定のシュール圧に上がって60秒と

粒径(mm)	塗料の色
635~508	黒
508~381	緑
381~254	黄
254~191	赤
191~95.2	青
95.2~47.6	白

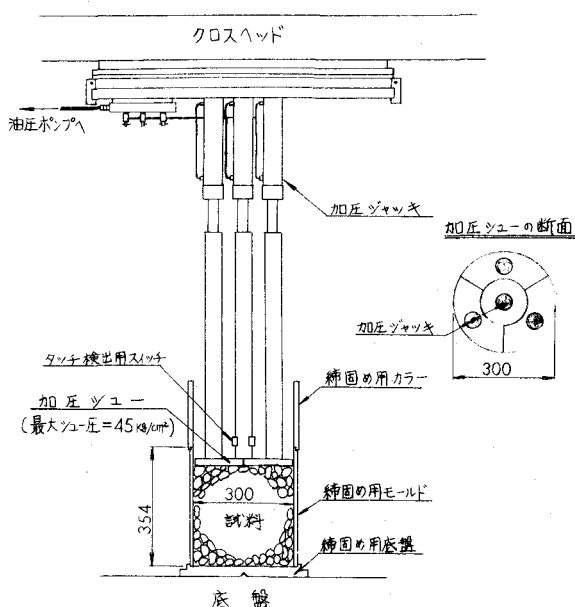


図-1 静的締固め試験機の詳細

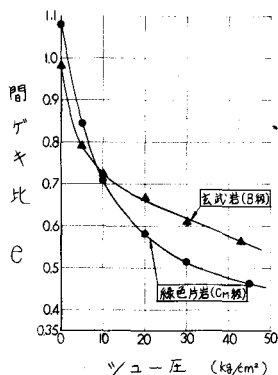


図-2 締固め曲線

して締固めを行なった。
(締固めのシュウ圧は、5
%, 10%, 20%, 30%,
45%の5種である。)

3. 試験結果について

図-2は締固めの曲線で
図-3は締固めによる粒
度変化である。図-4は

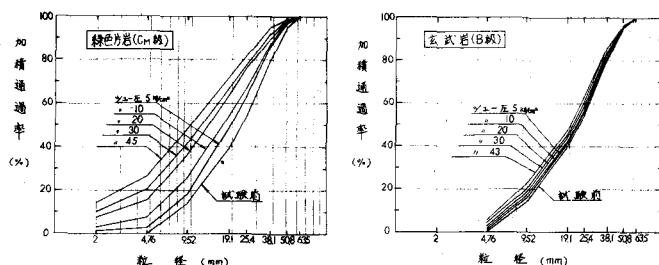


図-3 締固めによる粒度変化

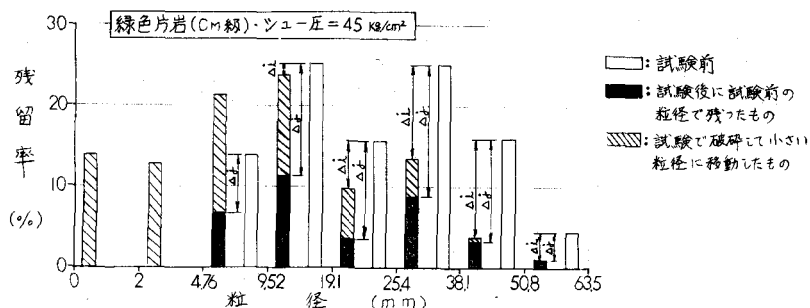


図-4 残留率と粒径の関係

残留率と粒径の関係で2試料ともに各シュウ圧別に求められているが、最も破碎の大きい緑色片岩 (Cn級) のシュウ圧の45%を一例として示したものである。図より、従来より使用されている破碎量の表現方法で Marsal による破碎率Bと、筆者等の定義による粒子破碎率(仮りにその記号をJとする)とを、示してみるとつぎのとおりである。

$$(\text{破碎率}) \quad B = |\Sigma + \Delta| \text{ または } |\Sigma - \Delta| \quad \text{--- (1)}$$

$$(\text{粒子破碎率}) \quad J = \Sigma \Delta_j \quad \text{--- (2)}$$

$+\Delta_i, -\Delta_i$: 破碎前後の残留率の差 (正または負、
図-4では正のみを示す)

Δ_j : 各粒径ごとの材料が破碎して下位の
粒径へ移動する量 (図-4参照)

式-1, 2による緑色片岩 (Cn級) と玄武岩 (B級) について、各シュウ圧別に破碎率Bと粒子破碎率Jを求めてJとBの関係を示したものが図-5である。この図より、JとBの関係は比較信頼性の高い1次の相関関係を示しており、JはBの緑色片岩 (Cn級) で約2倍、玄武岩 (B級) で約2.5倍の値を示している。このことは、まえがきで略述したことでもあるが、破碎前後の粒度分布による残留率の差の総和 (正または負) を求めるB値は、上位粒径より破碎移動してきた分 (粒度試験のみでは確認不能) まで残留率の中に含まれてしまうことがさるく違っており、真の破碎量は、Jとして求められるのが順当であろうと考えられる。また、図-6、図-7は、破碎率Bおよび粒子破碎率Jと締固め後の間ゲキ比の各関係を示したものである。図-6は上に凹のゆるい曲線の関係が見られ、図-7では直線の関係が見られる。これは、締固めの応力により粒子が破碎分裂して締固め後の間ゲキ比が構成されるとすれば、破碎と締固

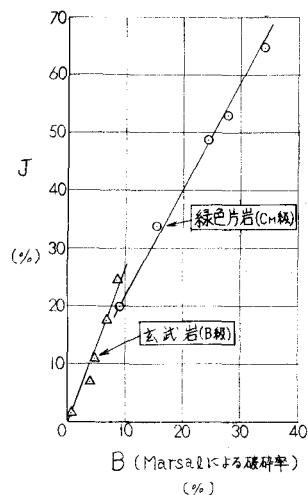


図-5 JとBの関係

めと締固め後の間ゲキ比の各関係を示したものである。図-6は上に凹のゆるい曲線の関係が見られ、図-7では直線の関係が見られる。これは、締固めの応力により粒子が破碎分裂して締固め後の間ゲキ比が構成されるとすれば、破碎と締固

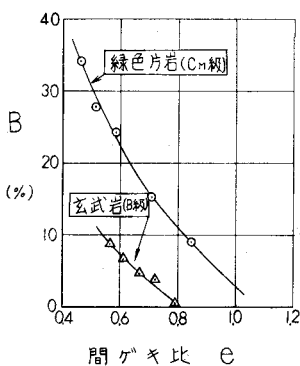


図-6 B (Marsalによる破砕率) と間ゲキ比

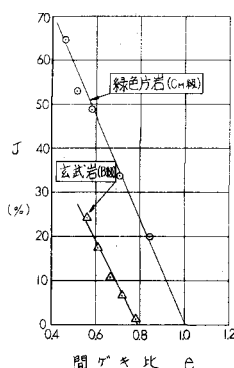


図-7 Jと間ゲキ比

め後の間ゲキ比との間には、Jと間ゲキ比Eとは図-7に示されるような比例関係が求められ、Bと間ゲキ比Eでは上述のような破砕率の定義の仕方の違いによる理由で図-6のように直線性が認められないのは当然であろう。また、図-7のJとEの直線性がみられれば、従来関係づけられていた諸常数との関係がJを使用することにより一層精度の高いものになるであろうことも考えられるが、今回はロック材料の強度、変形などにつながる実験を実施しなかったためあくまで推定の域をでない。次に、図-8は、試験前に分級した粒径の粒子が、締固めによる破砕によって、下位の各粒径へ移動した量を重量百分率で表わしたものであり、図の黒く塗りつぶした値を合計すれば100%になる筈である。なお、ここでは、緑色片岩 (Cn級) および玄武岩 (B級) のシュ-圧45 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ の中で粒径が50.8~38.1, 25.4~19.1, 9.52~4.76のものを示した。また、図-5に示した、緑色片岩 (Cn級) と玄武岩 (B級) のJ~Bとの関係の差は、図-8にみられる両岩種の粒径移動分布の差によるものと考えられ、これらの関係は、更に数種の岩種および締固め方法による追加実験によりその精度を高めてゆく必要がある。

4. まとめ

今回、求めた粒子破砕率Jは破砕による下位粒径への移動分を掴まねばならなかったために、従来の破砕前後のフルイ分け試験で求められるものより、かなりの時間と手間を要する。しかし、破砕現象の把握の点では粒子破砕率Jが高い精度を示し、強度常数などを論ずる場合には粒子破砕率Jを求める必要があると思われる。今後は、従来の破砕率Bを測定しておいて、その間に何回かの粒子破砕率Jを求める実験を行ない、JとBの相関関係を掴み、BよりJを推定する方法も考えられ、また、粒子破砕率Jの粒度などの影響も解明できれば、なお一層の破砕についての解明が得られるだろう。

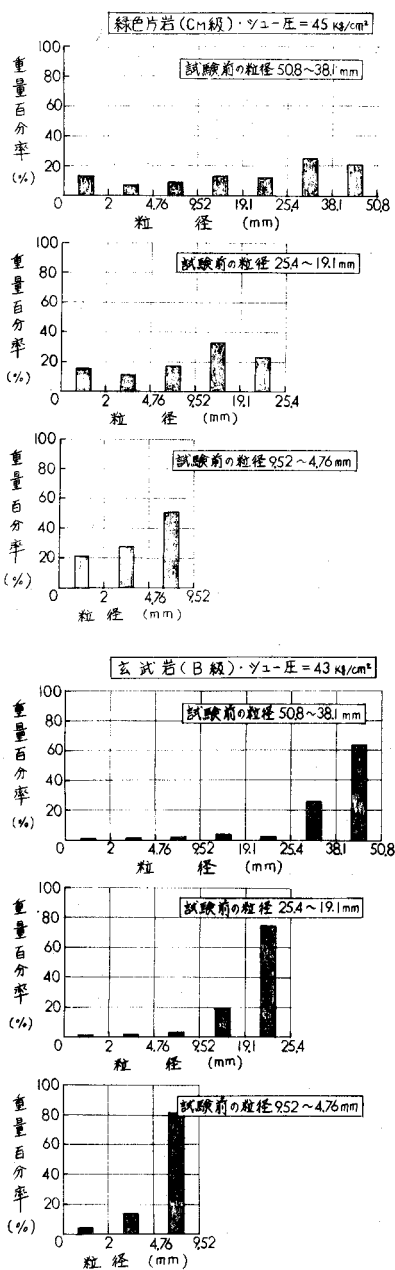


図-8 破砕によるレキの粒径の移動 (試験前の粒径別による分類)

- (参考文献) 1) Marsal, R.J. "Large Scale Testing of Rockfill Materials" Proc. ASCE SM2, 1967
2) 電力中央研究所地質部: 「電研式岩盤等級分級基準の再検討とその集約」

