

九州電力(株)総合研究所 正会員 赤司六哉
高田 真
西日本技術開発(株) ○相場 明

1. まえがき

ロック材料は、拘束圧の増大にともなう、粒子の破碎が多くなり、それによってせん断抵抗角が減少するといわれている。現在、粒子の破碎を数量的に表す方法は、いくつか提唱されているが、そのほとんどが、試験前後の粒度変化より求めるものであり、強度との関係、粒子の破碎機構などをとらえることが困難である。そこで、筆者らは、ロック材料を粒径別に着色して、粒子の破碎機構を解明すると同時に、破碎量の表現方法を提案し、すでに、締固め試験による粒子の破碎について報告してきた⁽¹⁾⁽²⁾。今回は、粒径別着色による三軸圧縮試験を実施し、せん断抵抗と粒子破碎の関係を検討したので、その結果を報告する。

2. 使用した材料、粒度および粒子着色の方法

試験に使用したロック材料は、岩種が緑色片岩、岩の等級はCH級であり、試験粒度は図-1に示すとおりである。粒子の着色は、試験粒度を6区に分して、それぞれの粒子の表面に、合成樹脂ペイントで表-1のように着色し、十分ペイントを乾燥させて試験を行なった。

3. 粒子破碎率の算出方法

図-2は、各粒径の残留率を表わしたもので、白色で示したものは、試験前の、黒色で示したものは、試験後も同粒径にとどまったものの、また、斜線で示したものは、試験によって破碎し、下位の粒径に移動したものの、それぞれの残留率である。破碎率の算出方法は、粒子が試験によって破碎し、下位の粒径に移動した合計重量を総重量で除した値である。すなわち、

$$\text{粒子破碎率 } B = \sum \phi_i$$

4. 試験方法

直径30cm、高さ70cmの供試体を、全面加圧による静的締固め(締固め圧力=20% σ_{cm} および40% σ_{cm} 、層数=10)のものと、全く締固めない(粒度変化がない)ものの3種類の間々キ地によって作成し、C.D. Test(圧縮排気試験)により三軸圧縮試験を実施した。側圧は、それぞれ0.5、2.0および6.0% σ_{cm} とし、圧縮比 λ は、全て20%までとした。

5. 試験結果

図-3は、三軸圧縮試験によるモールの円を描いたもので、実線は、側圧範囲0.5~2.0% σ_{cm} の破壊基準線と、破線は、側圧範囲2.0~6.0% σ_{cm} の破壊基準線を示しており、側圧の増大にともなうせん断抵抗角の減少がよ

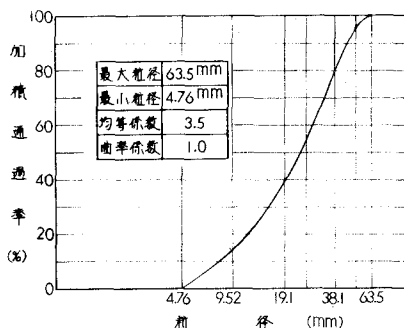


図-1 試験に用いた粒度

表-1 各粒径の着色

粒径(mm)	着色
63.5~50.8	黒
50.8~38.1	緑
38.1~25.4	黄
25.4~19.1	赤
19.1~9.52	青
9.52~4.76	白

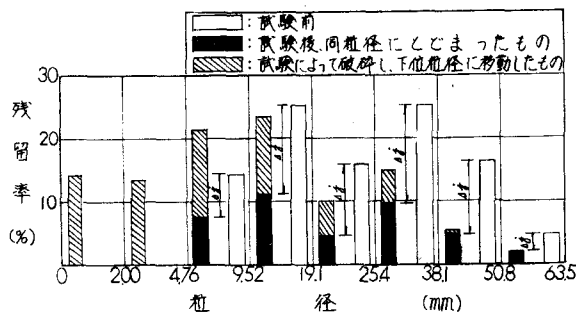


図-2 粒径と残留率

くわかる。図-4は、側圧と締固めおよびセン断による破碎率との関係、側圧とセン断による破碎率との関係を示したものであるが、側圧の変化による破碎率の急激な勾配の変化はみられず、むしろ直線性を示しており、低側圧下においても、セン断抵抗角は、側圧の増大により減少するものと思われる。さらに、側圧とセン断による破碎率との関係をみると、初期間ゲキ比の大きいもののほうが、とくに高い側圧において、破碎率が大きい。これは、大きい間ゲキ比では、粒子の移動がより自由であり、セン断中の供試体の収縮現象が大きいためと考えられ、粒子の破碎は、ダイレイタンシー現象に大きな影響をもつということができる。図-5は、セン断による破碎率と各モールの円の原点からのセン断抵抗角 $\tan\phi$ との関係を示したもので、粒子破碎率の増大による $\tan\phi$ の減少は、初期間ゲキ比の大小にかかわらず、ある程度の相関性をもっており、側圧の増大にともなう、セン断抵抗角の減少は、粒子破碎に大きく起因していることがよくわかる。図-6は、締固めおよびセン断による破碎率とセン断中の最小間ゲキ比との関係を示したもので、小さい破碎率の範囲では、側圧の違いによる間ゲキ比の差は大きい、破碎率が大きくなるにしたがって、一定の間ゲキ比に近づく傾向にあり、粒子破碎と間ゲキ比の相関を見出すことができる。図-7は、締固め圧力20% σ_{int} による締固め後および三軸圧縮試験後の各粒径別の破碎移動を描いたものである。

6. むすび

今回の報告では、三軸圧縮試験による粒子破碎率とセン断抵抗角との関係などを明らかにしたが、今後、岩種および粒度などを変化させ、さらに、他のセン断試験（一面セン断および単純セン断試験）も実施して、粒子破碎の比較検討を行ないたい。

（参考文献）

- 1) 赤司也 (1976) ロック材料の締固めによる破碎について、土木学会西部支部研究発表会
- 2) 赤司也 (1976) フィルタム用ロック材料の締固めによる破碎について、土質工学会発表会
- 3) 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

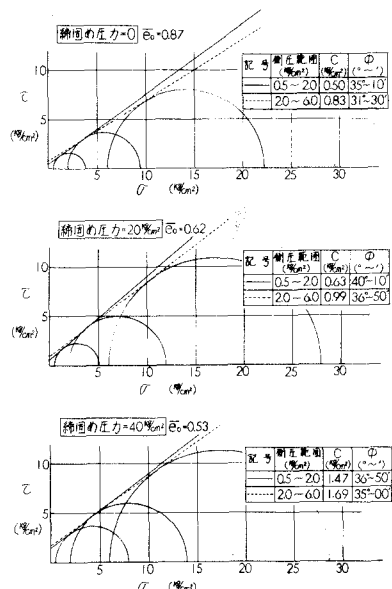


図-3 モールの円

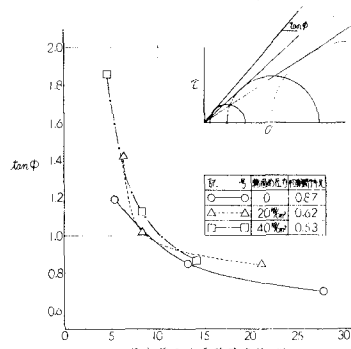


図-5 破碎率と $\tan\phi$ との関係

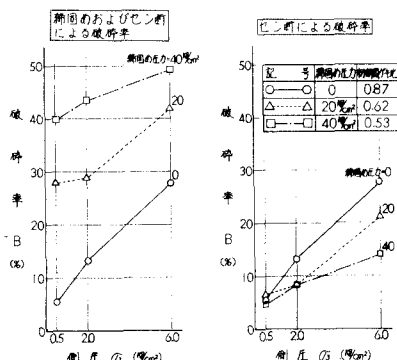


図-6 側圧と破碎率との関係

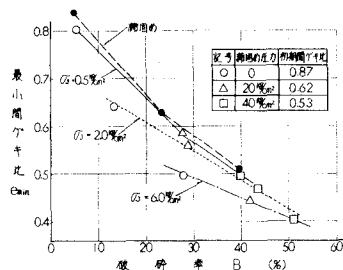


図-7 破碎率とセン断中の最小間ゲキ比との関係

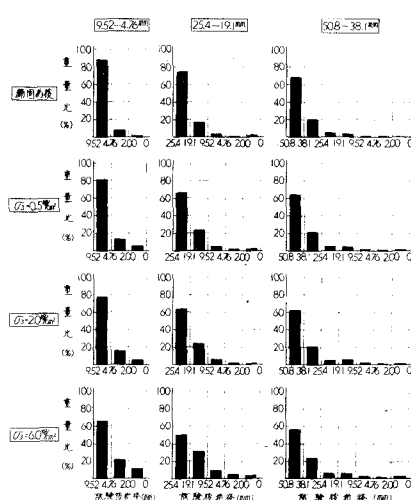


図-8 各粒径の破碎による粒子移動