Ⅲ－94　岩石の微震音に関する研究（才2報）

労働省産業安全研究所　正員　前　郁夫

1. まえがき

トンネルにおける落盤災害の防止の一手段として考えられるものに、掘削周辺の岩盤の微震音の検出によって落盤を予知しようとする方法がある。本報告はこの方法の実用化のための基礎的データである岩石微震音の発生特性を明らかにするために行はれた実験の結果について述べる。既に昭和39年才19回年次学術講演会において、微震音の性状やその発生形態について一部報告したが、今回は各種岩石の圧縮破壊の過程で発生する微震音について、そのエネルギー別発生頻度をしらべ、この結果から微震音の発生が、岩石の固有の性質や、荷重を受けたときの変形の状態と関連のあることを明らかにした。

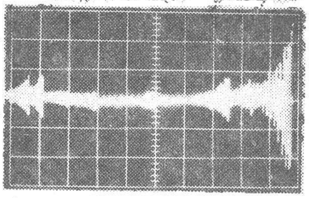
表－1

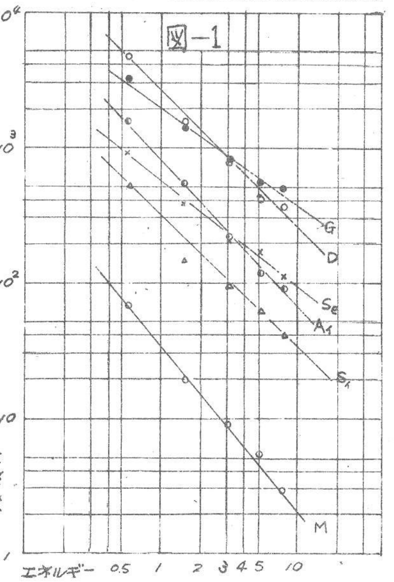
岩石名	略号	岩石名	略号
花崗岩	G	大理石	M
花崗閃緑岩	D	蛇紋岩	Se
安山岩イ	$A_イ$	トラバーチン	T
安山岩ロ	$A_ロ$	凝灰岩	Tu
安山岩ハ	$A_ハ$	人造石	C
砂岩イ	$S_イ$		

2. 実験の方法

表－1に示す岩石試料（5×5×5cm または 10×10×10cm）を用い、すべて連続増加荷重による一軸圧縮を行い破壊させた。荷重の増加速度は、どの試料についても一定となる様に考慮したが、岩石によって多少の相違が生じた。おゝむね3～8 kg/cm²/sec の範囲にある。載荷直後から破壊に至るまでに発生する微震音を検出、記録し解析した。岩石圧縮装置は防音防振構造の隔室に設置し外部の騒音、振動によるトラブルを排除した。検出、増巾の装置は才1報において述べたものとほゞ同様で、チタン酸バリウム圧電型加速度ピックアップを用い、これにプリアンプ、メインアンプを接続、増巾し、データレコーダーに録音した。微震音の計数には自動計数装置を使用した。

微震音の波形　5msec/div





3. 結果と考察

微震音のエネルギー大きさ別発生頻度　載荷直後から破壊に至るまでに発生した全微震音について、そのエネルギーの大きさ別頻度を求めた。微震音のエネルギーは、検出された最大振巾の二乗であると仮定して算出した。縦軸に頻度を横軸にエネルギーをいずれも対数目盛にとり、プロットしたのが図－1である。これによると各岩石ともそれぞれ一つの直線にのり、これは微震音のエネルギーに関する頻度が次式

$$n(\varepsilon)d\varepsilon = K\cdot\varepsilon^{-m}$$

で表されることを示す。

こゝに $n(\varepsilon)d\varepsilon$ は微震音のエネルギーが ε から $\varepsilon+d\varepsilon$ のもの、発生数であり、K, m は定数で m はグラフの直線の勾配を表す。なお地震学ノ方で、ある一定期間内に発生する地震の最大振巾Aとその回数Nとの間に $N=K\cdot A^{-m}$ とい

う関係が成立することが知られているが、岩石の微震音に関してもこれと類似の関係があることは興味深い。各岩石について得られたmの値は表-2に示す。

表-2

$A_イ$	1.03	G	0.76	M	1.06	Tu	1.24
$A_ロ$	1.34	D	1.00	Se	0.78	C	1.06
$A_ハ$	1.07	$S_イ$	0.97	T	0.99		

異った応力域における頻度グラフのm値

載荷から破壊までを十分割し、その各区間内で発生した微震音について、前項と同様のエネルギーに関する頻度を求めると、各区間での頻度グラフは、それぞれ異った一つの直線にのる。図-2　しかもその勾配は荷重が大きくなると減少し、最後の破壊の生ずる区間ではm値が極端に減少する傾向がみられた。このことから、ある任意区間の頻度グラフの勾配mを知って、その応力が破壊応力に近づいているか、否かの判定を下すことが可能かも知れない。

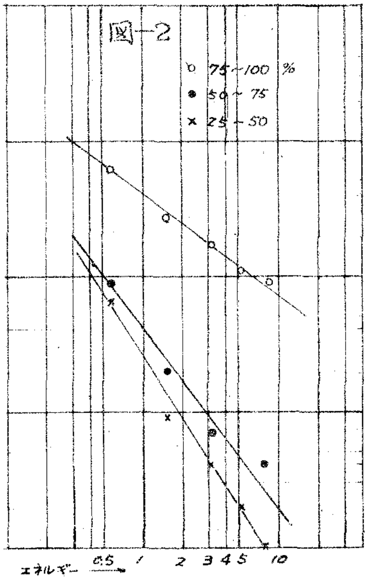


図-2

頻度グラフの勾配mと岩石のヤング率、剛性率の関係

mの値が岩石の種類によって異ることから、岩石固有の性質とm値を比較する試みで、電気抵抗線歪計により測定した、ヤング率E、剛性率G と m値を対比させた。図-3、その結果、これらの間には逆比の関係があり、とくに剛性率との相関が強い。

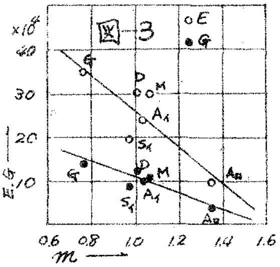


図-3

頻度グラフ勾配mと歪～応力曲線における切線係数との関係

岩石の歪・応力図を求め、図-4、図において $\frac{d\sigma}{d\varepsilon}=\gamma$ とおき、これを切線係数と呼ぶ。曲線は大略a～eの異った γ の値をとる区間に分れ、この各区間内で発生した微震音について、頻度グラフを求めると、各区間でそれぞれ異った勾配をもつ。図-5。これを γ と対比させると図-6が得られ、変形とm値との間に何等かの関連があるように思われる。

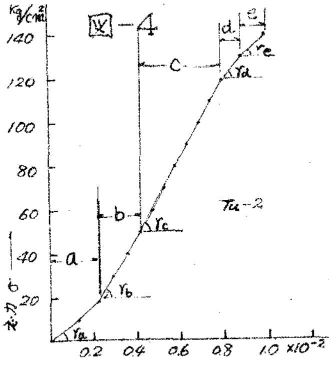


図-4

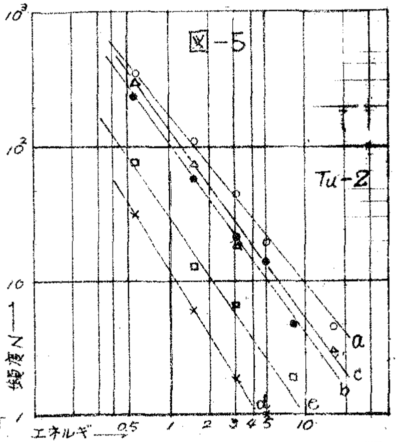


図-5

頻度グラフ勾配mと荷重速度の関係

m値は変形と関連ありとすれば、荷重増加速度にも影響をうけると考えられ、花崗岩試料についてこの関係をみた。図-7、これによると増加速度が大となればmは小となる傾向がみられる。

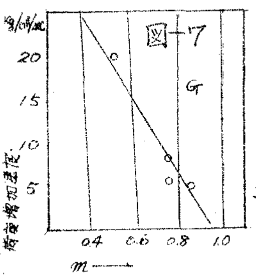


図-7

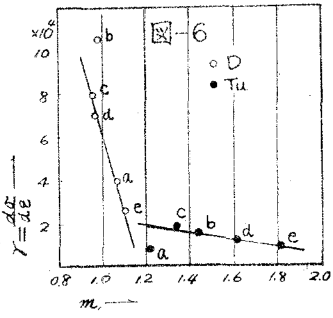


図-6