

■-80 岩石の微震音に関する研究(第1報)

労働省産業安全研究所 正員 前 郁夫
全 上 江頭 正洲
大成建設技術研究所 中尾 健児

1 研究の目的

最近のトンネル建設の技術は施工法の改良、機械化掘削、鋼製アーチ支保工の採用等によって著しい進歩をみせている。これに伴い落盤等の災害の発生も減少の傾向にある。しかしながらまだこの種の災害を絶無にするまでに至っていない。

これは吾が国の地質の条件が悪いこと、トンネル掘削時に発生する盤圧すなわち支保工にかかる荷重に関する information がまだ充分得られていないこと、更に重要なことは、落盤の危険性の判断が、単に岩石の節理や風化の様相等劣化の状態の観察や、支保工の変形の度合等によってのみ行わざるを得ない現状に根本的な原因があると思われる。

岩石の安定状態を、より定性的、定量的に判定する方法として、応力を受けている岩石はある種の微震動(Micro-Seisimms)を発生することを米国鉱山局 Olert 博士らが発見した。

この微震動(M.S.)を検出することにより鉱山の地下抗道等の落盤を予知しようとする試みが既に1940年代より行われていることが報告されている(1)。また東大地震研究所の茂木博士は地震の予知の研究として、地震現象が地殻の急激な破壊ないしそれに類似した現象により発生するといわれていることから、岩石に応力を加えたときの微震動を測定し、その発生の特徴や、大きさの分布についての統計的な研究を行っている。博士はこの微震動を衝撃性弾性波と呼んでいる(2)。

われわれは、この種の微震動を利用して、トンネル工事における落盤の予知に実用化しうるのではないかと考へ、まず、岩石の微震音について実験室内での基礎的な研究を進めると同時に、現場における測定を計画した。ここではその第1報として予備実験を行った結果について報告する。

2 岩石の微震音の測定

岩石が破壊するときは、音響を伴うことは既に周知の事実であるが、岩石は破壊に至る前から半可聴的な震動を発生している。これは人間の耳で直接聞くことは不可能であるが

ある種の測定装置を用い検出、増中すれば耳で聞くこともできる。既に(1)、(2)の研究において岩石の微震音の特性について、二、三の報告があるが、われわれは発生する微震音の実態はいかなるものか、いくつかの岩石の試料について測定を行った。

岩石試料：試料の大きさは $5 \times 5 \times 5$ cmの立方体とした。岩石の種類は、花崗岩、花崗閃緑岩、閃雲花崗岩、輝石安山岩、石英安山岩、石英粗面岩、緑泥石片岩、蛇紋岩、凝灰岩、凝灰集塊岩、火山礫岩、砂岩である。

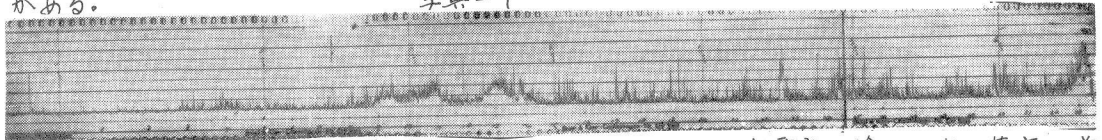
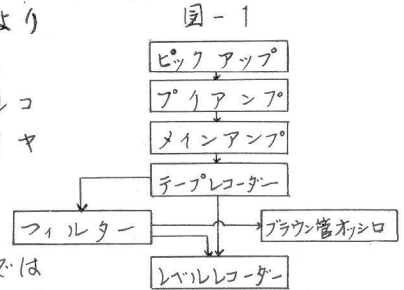
荷重：各試料とも圧縮試験機により試料上下両面より圧縮荷重を加へた。荷重はほぼ一定の速度(1 ton/40 sec)で連続的に増加させた。

測定装置：微震動を検出する装置として小型の加速度型ピックアップを用い、これを試料の側面に貼付けた。この出力をプリアンプ、アンプにより増やし、さらにこの出力をテープレコーダーに録音した。

後にこれを再生し、フィルターにより周波数分析、レベルレコーダーによるレベル記録を行った。これらをブロックダイヤグラムで示したものが図-1である。

3. 測定結果とその考察

微震音の発生の形態、発生する微震動は定常的なものではなく erratic なもので、かつ一種の衝撃音であり、急速に減衰するパルス状のものである。これをレベルレコーダーに記録させた一例を写真-1に示す。(花崗岩載荷直後から破壊33.3tonまで)。一般的にみて花崗岩のような結晶粒子の大きなものほど発生頻度が多く、安山岩のような結晶粒子の細粒のものは、比較的少ない傾向がある。



花崗岩、石英粗面岩、砂岩等では、荷重が小さい内から、微震音が検出され、荷重の増大に伴って、その発生数は増加するが、破壊荷重の70~80%位からはさらに急速に増大して破壊時にピークを示す。一方安山岩では、荷重が小さい間はほとんど微震音は発生せず破壊近くになってから発生し始める。片岩では破壊荷重の60%程度から発生し、破壊に近づくにしたがって発生数は増加した。蛇紋岩はキレツが内包されていたためか、載荷時から破壊に至るまで非常に多くの微震音を発生した。

微震音の周波数成分、一般に結晶質の多い堅岩では、発生する微震音は周波数が2000/s ~ 8000/s の高い成分が卓越している。これに反し、軟岩たとえば凝灰岩、蛇紋岩などでは125/s, 500/s の低い成分が多い傾向を示した。

4. 今後の問題

この実験結果によれば、微震音の発生は岩石の種類、キレツの程度、応力の大きさ等いくつかの因子の影響を受けることが判明した。今後多くの実験により、微震音の発生特性を究明し、微震音の検出による不安定岩盤の発見、落盤の予知等の実用化を進めたい。このためにトンネル内の騒音、振動と微震音との区別、測定方法の改良等幾多の困難な問題が解決されねばならない。

- (1) Micro seismic Method of Detecting the Stability of Underground Openings - Leonard Obst, Wilbur Duvall. Bulletin 573, Bureau of Mines. 1956.
- (2) The Microseismic Method of Predicting Rock Failure in Underground Mining part II-全土 RI 3803 1945
- (3) Study of Elastic Shocks Caused by the Fracture of Heterogeneous Materials and its Relations to Earthquake phenomena K. Mogi Bulletin of the Earthquake Research Institute. 1962