

Ⅲ - A280

ボーリング時の各種岩石のAE特性

清水建設技術研究所 正会員 安部 透
正会員 石塚与志雄

1. はじめに

TBM掘削工法の特徴である高速推進性や長距離施工性を生かして、導水路トンネルや大断面トンネルの先進導坑などにTBM工法を適用する事例が増加している。TBM工法による掘削では、破砕帯や軟弱地盤など急変した地山に対して早急に対策工を検討し施工する必要があるため、切羽前方の地質状況を早期に把握することが重要である。切羽前方の地質状況を把握する方法には、先進ボーリングや地震探査によるTSPなどが考えられる。本報告では、ボーリング時に発生するAE（アコースティックエミッション）に注目し、AE計測による切羽前方の地質状況を把握する手法を確立するための基礎的な実験として、ボーリング時の各種岩石のAE特性を調べ、力学特性との比較検討を行った。

2. 試験概要

試験に用いた岩石は、稲田花崗岩、三城目安山岩、葉山粗粒砂岩（新第三紀中新世葉山層）および根岸泥岩（上総層群中里層）の4種類とした。各岩石の一軸圧縮強度は表-1に示す通りである。図-1に試験装置の概要を示す。油圧式ボーリングマシンを用いて、ダイヤモンドコアビットにより30回/分の回転速度でコアボーリングを行った。AEセンサー（AE-901U、㈱NF回路設計ブロック製、共振周波数140kHz）は岩石を固定した石膏部分に設置した。AE信号はディスクリミネータ（AE-922、㈱NF回路設計ブロック製）を用いて40dB増幅し、デジタルストレージオシロスコープ（VP-5730A、松下通信工業㈱製）でA/D変換後、パーソナルコンピュータを用いて収録を行った。なお、ディスクリミネータのフィルターはスルーとした。

表-1 一軸圧縮強度

岩石名	一軸圧縮強度 (MPa)
稲田花崗岩	179
三城目安山岩	104
葉山粗粒砂岩	27.5
根岸泥岩	2.7

3. 試験結果

図-2にボーリング時に観測されたAE波形を示す。稲田花崗岩、三城

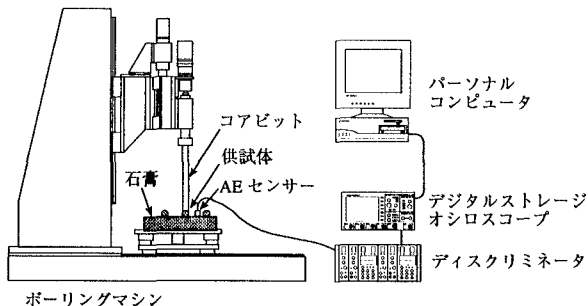


図-1 試験装置の概要

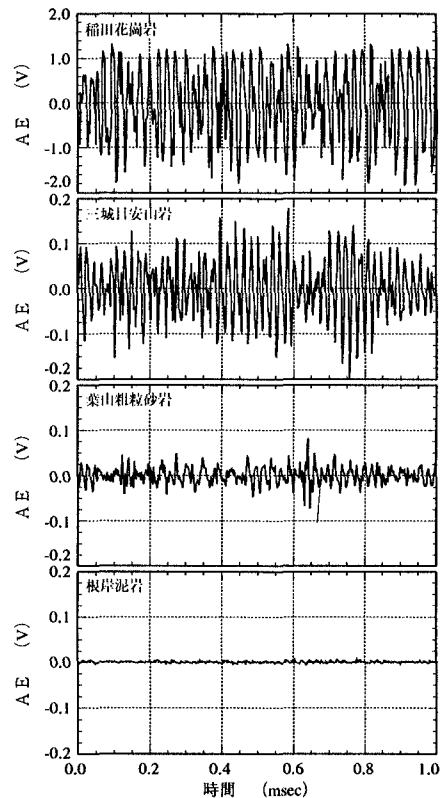


図-2 ボーリング時のAE波形

AE（アコースティックエミッション）、TBM、ボーリング

目安山岩のボーリング時には、周期の揃った大きな振幅のAEが発生している。一方、葉山粗粒砂岩は周期がやや不規則で、稲田花崗岩や三城目安山岩と比較して小さな振幅のAEが発生していることがわかる。また、根岸泥岩のボーリング時のAEは振幅が極めて小さく、AEが発生していることが確認できる程度である。

図-3にAEの振幅の平均(対数)と一軸圧縮強度の関係を示す。根岸泥岩(一軸圧縮強度2.7MPa)の平均振幅が0.003~0.005Vであるのに対し、稲田花崗岩(一軸圧縮強度179MPa)のそれは0.88~1.36Vであり、一軸圧縮強度が大きい岩石は、ボーリング時に発生するAEの振幅が大きくなる傾向を示す。

AEの周波数成分を調べるためにFFT(高速フーリエ変換)を行った結果を図-4に示す。フーリエ振幅は4kHzのバンド幅で平滑化を行った。平滑化は、FFT実行後周波数領域でParzenウィンドウによる方法を用いた。なお、FFT、平滑化のプログラムはともに大崎¹⁾による方法を用いた。

稲田花崗岩、三城目安山岩のフーリエ振幅はそれぞれ45kHz、49kHzに大きなピークを示しており、この周波数のAEが卓越して発生していることがわかる。一方、葉山粗粒砂岩は42kHz、根岸泥岩は16kHzで最も大きなピークを示しており、稲田花崗岩や三城目安山岩と比較して低い周波数を示す。しかしながら葉山粗粒砂岩は25kHz~50kHz、根岸泥岩は16kHz~47kHzの範囲でフーリエ振幅の大きさが似通った数点のピークを示しており、葉山粗粒砂岩および根岸泥岩は、周波数成分が異なったAEが発生していることがわかる。

図-4のフーリエスペクトルから、フーリエ振幅が最大値の2/3以上の周波数の範囲を求め、一軸圧縮強度との関係を調べた結果を図-5に示す。稲田花崗岩、三城目安山岩のピーク周波数は、37kHz~50kHz、42kHz~50kHzの範囲であり、周波数・範囲とも似通った値を示す。一方、葉山粗粒砂岩は23kHz~56kHz、根岸泥岩は15kHz~51kHzの範囲であり、稲田花崗岩、三城目安山岩とは異なった周波数成分のAEが発生していることがわかる。

4. おわりに

AE計測による切羽前方の地質状況を把握するための基礎的な検討として、ボーリング時のAE特性と岩石の力学特性との関係を明らかにした。実際の岩盤への適用に際しては、AEの伝播特性や観測する周波数領域の検討など様々な問題が考えられる。今後はこれらの問題点を明らかにしていく予定である。

【参考文献】

1)大崎順彦：地震動のスペクトル解析入門，鹿島出版会

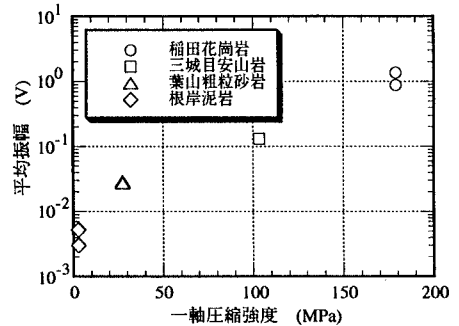


図-3 AE平均振幅—一軸圧縮強度関係

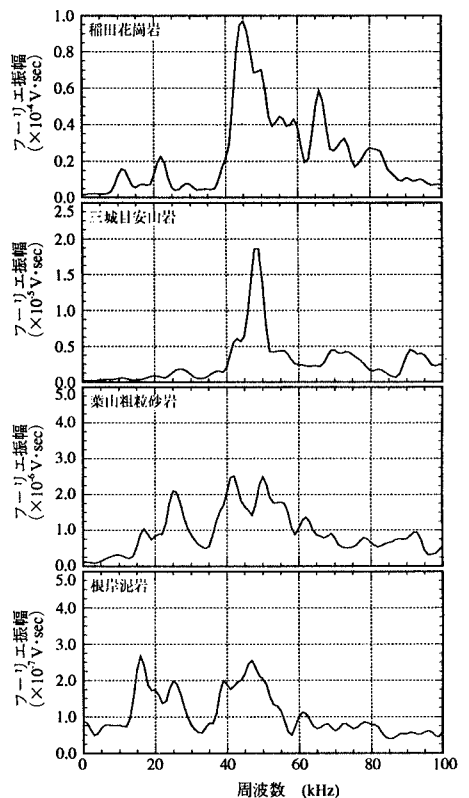


図-4 フーリエスペクトル

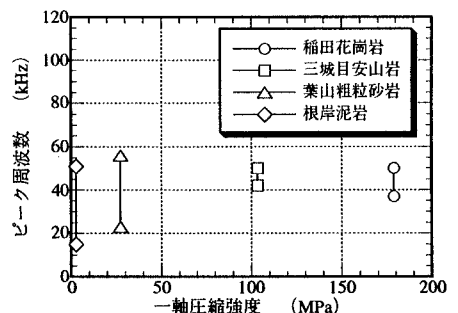


図-5 ピーク周波数—一軸圧縮強度関係