

拘束条件下における岩質材料のAE発生特性

佐賀大学 学生員 ○ 山下 浩 信
 " 正 員 石 橋 孝 治
 " 上 村 亮

1. はじめに

ほとんどの材料は完全弾性でなく、公称破壊強度が公称降伏強度以下でも、局部的な塑性変形及び破壊が生じる。その際に、貯えられていたひずみエネルギーが解放されて弾性波が生じる。この現象をAE（アコースティック・エミッション）という。このAEは、近年のトンネル施工時の地質調査と岩盤計測の分野で広く利用されるようになってきた。そこで本研究は、実際の地山の置かれている力学的環境を想定して半径方向の変位を拘束した岩質材料の一軸圧縮試験を行い、そのAE発生特性を検討したものである。

2. 実験の概要

本実験では岩石の模型材料としてコンクリートを用い、 $\phi 10 \times 20 \text{cm}$ の円柱供試体を作製して試験に供した。実験装置の概要を図-1に示す。半径方向の変位は円柱供試体を鋼管で覆うことにより行った。拘束鋼管の内周面にはグリースを塗布し円柱供試体外周面との摩擦の低減を図った。载荷は20kg/secの速度で行い圧縮強度以下の応力レベル内での繰り返し载荷を行った。供試体の上下面には载荷面からの擬似AEを排除することを目的としてスポンジを挿入した。実験で用いたAE計測のブロックダイアグラムを図-2に示す。使用したAEセンサーの共振周波数は60KHzであり、円柱供試体の中央高さの位置に接着剤で取り付けた。AE信号はブリアンプで40dB、ディスクリミネーターで30dB増幅し、試験機からの機械雑音の除去を目的として100KHzのハイパスフィルターをかけて計測した。本実験では連続型のAE波にも対処できるよう2つのディスクリ・レベル（ $V_H=300\text{mV}$ 、 $V_L=150\text{mV}$ ）を設定した。

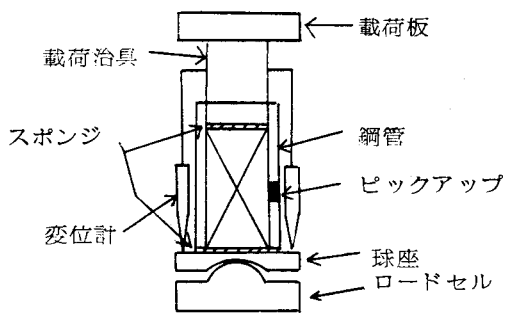
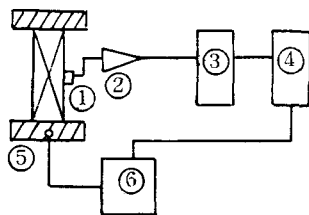


図-1 実験装置の概略図

3. 結果と考察

半径方向の変位に拘束を与えるために肉厚20.1mm鋼管を使用する場合をTYPE 1、同 4.6mmの鋼管を使用する場合をTYPE 2、無拘束の場合をTYPE 3とする。これらの各TYPEの条件下で一軸圧縮試験を行って得られた応力とひずみの関係図から求めた弾性係数を表-1に示す。同表によれば、拘束度が大きい程、即ち拘束鋼管の肉厚が厚くなるほど、弾性係数が大きくなり、流体圧を利用した岩質材料の三軸圧縮試験により得られる結果とは異なる結果を与えている。これは、本実験で採用した拘束方法の半径方向の拘束の程度が円柱供試体の変形に依存して変化するという特性によるものである。しかしながら、この結



- 1 ピックアップ
- 2 プリアンプ
- 3 デスクリミネーター
- 4 トータルカウンター
- 5 ロードセル
- 6 X-Yレコーダー

図-2 AE計測のブロックダイアグラム

果によって、円柱供試体が半径方向の変位を拘束され擬似的に三軸圧縮の状態となっていることが確認される。図-3にTYPE 1,2,3の供試体の応力とAE計数総数の関係の一例を示す。同図中のnは载荷回数であり、繰り返し载荷試験における载荷回数を表している。各载荷回数における除荷時の応力レベルを圧縮強度に対する比として表-2に示す。いずれのTYPEの供試体においても二次及び三次载荷時のAE計数総数は载荷応力が先行载荷時の除荷応力レベルに達する付近から急激に高くなる傾向を示しており、いわゆるカイザー効果が認められるが、特に、半径方向の拘束を行った供試体においては、载荷応力が先行载荷時の除荷レベルよりも僅かに低いに達した付近からAEが急激に発生し始める傾向を示している。これは、円柱供試体の外周面と拘束鋼管の内周面との接触面から発生する擬似AEの影響が現れたものと考えられる。本実験で採用した便宜的に円柱供試体に拘束を与える方法のこのような不可避免の特性を減じて考えれば、拘束条件下であつても無拘束条件下と同様な応力レベルからカイザー効果が現れるものと推察される。

4. あとがき

簡易な装置構成で円柱供試体を地山の置かれている状態に近づけて一軸圧縮試験を行いAEの発生特性を検討してみた。繰り返し载荷試験を行ったすべての供試体において、カイザー効果を確認することができたが、拘束鋼管の内周面と円柱供試体の外周面との接触による擬似AEの影響で先行応力の推定精度が劣るという結果を与えたが、擬似AEの影響を減じて

考えれば、拘束条件下でも無拘束の場合と同様にカイザー効果を利用して、先行応力を精度良く推定できるものと考えられる。このカイザー効果を利用して地山内の初期応力を推定する方法は実際の地山に適応されており、拘束条件下でのAE発生特性を明らかにしておく必要がある。今回は便宜的に拘束を与えて実験を行ったが、現在、擬似AEの影響を排除できる方法で供試体を拘束条件下に置き、AE発生特性を調べるべく検討を進めている。

表-1 応力・歪み曲線による弾性係数

	n=1	n=2	n=3
TYPE 1	5.4	4.3	2.9
TYPE 2	8.1	6.1	4.4
TYPE 3	10.0	8.4	5.6

単位： $\times 10^4$ (kg/cm²)

表-2 破壊応力と除荷応力との比

	$\sigma_u(t)$	除荷応力レベル(σ/σ_u)(%)		
		n=1	n=2	n=3
TYPE 1	23.3	27.9	55.8	100
TYPE 2	20.7	31.4	62.8	100
TYPE 3	19.6	33.2	66.3	100

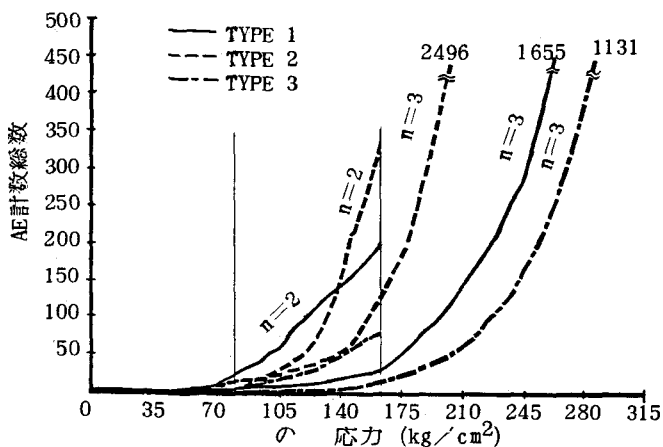


図-3 AE計数総数と応力の関係