

AE法による初期地圧測定

応用地質株式会社
田 中 達 吉

1. 概要

初期地圧測定法は、主として原位置における測定について、多くの方法が考案され研究されてきたが、原位置で採取された岩石サンプルの応力記憶機構に期待しようというユニークな発想のもとで、最近いくつかの方法が考え出されている。これは原位置の測定に比較して、測定費用が安価なこと、岩石サンプルの定方位採取さえできれば測定深度に制限がないことという2つの利点をもつものである。そのなかでAEのカイザー効果に着目したAE法は、研究の歴史も比較的長く、測定実績も多く持っている方法として注目されている。カイザー効果とは、繰り返し荷重履歴を受けた材料が、過去の最大履歴荷重に達するまではAEをほとんど発生しないという現象のことで、もともとは金属材料の引張り試験の中で見いだされた。この効果を初期地圧計測に応用する試みは電力中央研究所を中心に行われ、今までに地下発電所の設計に際して多くの測定実績を得ている。

2. 測定方法

AE法は、原位置で採取した岩石について一軸圧縮試験を行ってAEを測定し、AE発生量の急増点を調べてそこに対応する応力をその岩石の先行応力とするものである。AE試験について金川¹⁾の研究によって、現在では図-1に示すような試験供試体を用いて図-2の試験装置で測定が行われている。試験供試体は、25×25×75mmの角柱に整形した岩石の両端面をエポキシ樹脂系接着剤で鉄製の載荷板に接着したものをを用いるか、あるいは載荷による岩石端部からの応力集中を緩和するためにエポキシ樹脂とセメントを混合したハンチを取りつけてから鉄製載荷板に接着したものをを用いる。これらは供試体端部からのAEの異常発生を防ぐための処置である。AEセンサーは、100kHz～300kHzの範囲で感度の高い共振タイプのPZTを用いている。AEセンサーの取り付け位置は、供試体側面に向かい合って各1個(AE発生数測定用)と供試体上下端部に各1個(ロケーション用)の合計4か所である。プリアンプは40dBの利得を有し、メインアンプは0～60dBの増幅が可能である。AE発生数の計数法にはリングダウン方式とイベント方式があるが、一般的にはリングダウン方式で行われている。しきい値の設定は通常0.2～0.4Vとしている。さらに、本装置では試験時のひずみも測定して変形率変化法によるデータの整理ができるようになっている。変形率変化法は、岩石の繰り返し載荷時のひずみの差から先行応力を求めるもので、山本²⁾によって研究が進められている方法である。2つの方法を同時に適用した測定結果の例を図-3に示す。

3. 測定例

AE試験によって求めた岩石の先行応力と初期地圧の関係を調べるために、オーバーコアリング法による測定結果と比較することによって検討した例をつぎに示す。調査地点は兵庫県の山岳地帯で、山腹斜面直下約300mに位置する地下式揚水発電所建設地点であり、地質は硬質なヒン岩である。供試体は埋設法によるオーバーコアリングのコアから6方向について採取し、供試体数は各方向24個以上とした。図-4はAE測定データの一例である。表-1に各方向ごとのAE測定結果及び埋設法の結果を示した。また、主応力の値と方向を表-2に示した。図-5は、鉛直断面内において計算されるみかけの主応力の大きさと方向を図示したものである。これらの図表より、それぞれの方向の応力値はAE法の結果が応力解放法の結果よりもやや大きめではあるが、両者は良く対応しているものとみることができる。

参考文献

- 1) 金川 忠他 1988; 岩石のAEと変形率変化を利用した初期地圧測定、第3回地下のAE国内コンファレンス
- 2) 山本清彦他 1986; 変形率変化法による地殻応力測定の試み 地震学会講演予稿集

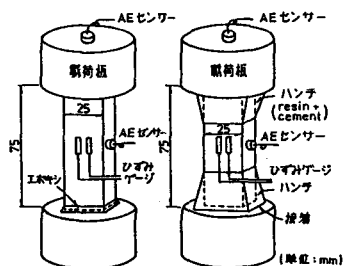


図-1 AE供試体の形状

鉄製載荷板を上下に接着して、端面からのノイズを防ぐようにしている。

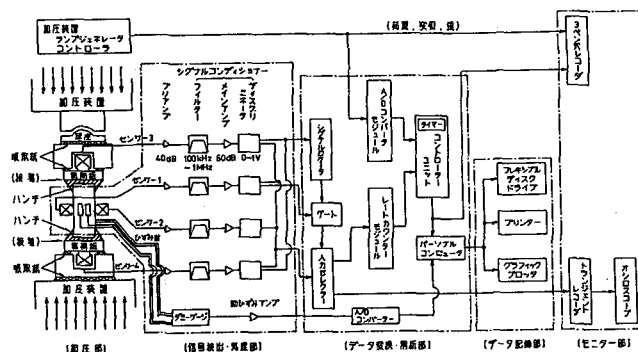


図-2 AE法測定システムのブロックダイアグラム

A E計測とひずみ計測の機能を持ち、A E法と変形率変化法の併用実験が行えるようになっている。

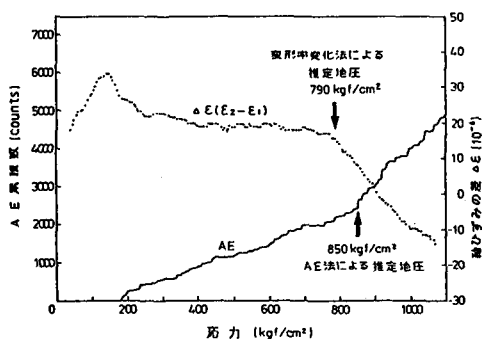


図-3 AE法と変形率変化法の測定例

供試体は深度3800m から採取されたの角閃石黒雲母片岩。
($q_u=1500\sim1700\text{kgf/cm}^2$, $\gamma_t=3.02\text{g/cm}^3$) A Eは累積発生数、
ひずみは初回と二回目の載荷の際のひずみ差。

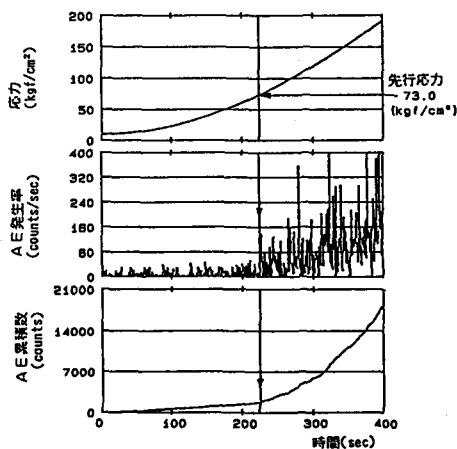


図-4 ヒン岩のAE測定データの例

AEの発生率（1秒毎の発生数）及び累積数ともに73kgf/cm²付近から急増していることが読み取れる。

表-2 主応力の大きさと方向

	埋設 7-法	A E 法
	主応力 (kgf/cm ²)	主応力 (kgf/cm ²)
σ_1	91	104
σ_2	60	59
σ_3	31	51

表-1 AE法及び埋設法の測定結果

	A E 法	
	地圧成分 (kg/cm ²)	標準偏差 (kg/cm ²)
σ_x	6.2	1.5
σ_y	6.0	1.8
σ_z	6.1	2.5
σ_a	6.5	1.5
σ_θ	5.5	1.9
$\sigma_{\theta\theta}$	9.0	2.7

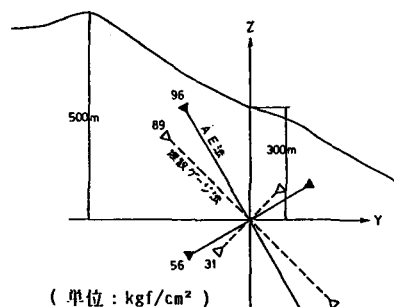
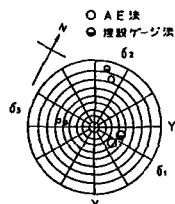
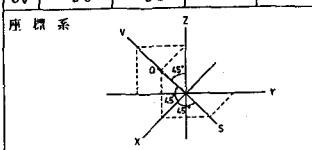


図-5 鉛直断面内のみかけの主応力の方向と値

A E 法及び埋設法による初期地圧測定結果を示したもの。