

(財) 電力中央研究所 正会員 ○ 新 孝一

1. 目的

深部の地盤・岩盤構造物の設計においては地圧を評価することが不可欠である。地圧を簡易・経済的に測定する方法として Acoustic Emission のカイザー効果を利用する AE 法が提案され適用と研究が続けられている。この方法は、地山から採取した試料を載荷していく過程で、地山応力に起因するカイザー効果を観測する。すなわちグラフ上で AE の発生量が増加を始める応力をその載荷方向の地圧として読み取る。

この AE 法の課題の一つは、通常目視にて行われる AE 増加点の読取の客観性を高めることと言えるだろう。このために目視での読取を支援する読取解析手法を考案し適用する。

2. 検討

まず、AE 法により試料が以前に受けていた地圧を求める時の AE 計測の考え方は以下の通りである。測定の感度を上げれば地圧レベルより明らかに低いレベルから AE の観察されることが常である。カイザー効果により増え始めるときの AE の振幅レベルは不明であるから、できるだけ感度を上げることが基本である。そのために、電氣的・機械的ノイズを計数しない範囲で出来るだけ低く閾値を設定する。こうして採取したデータから、通常は目視にて AE 発生が増え始めるところを読み取っている。このような読取にはある程度のあいまいさや個人差があつて読み取り値に幅がある。このような読取の客観性を高めるために解析的読取手法について検討する。

2. 1 読取手法

読取の解析手法としては様々な方法が考えられるが、載荷に伴う AE の発生のパターンは同じサイトの岩でも様々であるので、あらかじめ特定の関数を定めた回帰分析はうまくいかないようである。ここでは、目視で行う場合の判断とできるだけ近い判断をできるような解析方法を目標とした。

目視の場合には、次のような観点からデータをみる。すなわち、AE の大量に出る破壊前などの中・高応力レベルに着目するのではなく、明らかに地圧以下の低応力レベルから出ている AE がどこから増え始めるか、という観点である。このような観点で、毎秒あたりの AE のイベントやエネルギーなどと応力の関係グラフを検討する。

このような判断に近い方法として、次のような解析を用いた。図 1 には AE 発生率 R と載荷応力 σ との関係の模式図を示す。応力レベル σ_p の前後のある区間巾で R - σ 関係に二直線を当てはめて、その勾配差を角度 $\theta_p = \theta_2 - \theta_1$ で表現する。

$$R = \tan \theta_1 (\sigma - \sigma_p) + R_p \quad (\text{直線 1})$$

$$R = \tan \theta_2 (\sigma - \sigma_p) + R_p \quad (\text{直線 2})$$

評価する区間巾を一定に保って σ_p を変化させ、 θ_p の最大値を読み取る。この際にグラフのスケールは、明らかに地圧以下の低応力レベルから出ている AE に注目できるように設定する。

2. 2 適用事例

地熱地帯の深度 1000m ほどから採取した花崗岩のコアにコアディスキングの発生個所があったので、そのごく近傍から水平 4 方向に試料を採取して AE 法を適用した。コアディスキングは地圧と引張強度との

関係で発生するので、AE 法で得られた結果の妥当性をコアディスキングの力学規準で検証することができる。

AE センサーの周波数帯域は200K~600KHz、利得は90dB、として、電氣的その他のバックグラウンドノイズを計数しない範囲でできるだけ敷居値を下げた。用いた試料は深度1000mほどから採取しておりコアディスキングが生じているので、被り地圧のおよそ26MPa よりも大きい地圧が推定される。それにも関わらずより低応力レベルから AE が観察されている。このデータに前述の二直線回帰スキャン法を適用した結果の一例を図2に示す。これより勾配差のピークを読み取ることができる。

このようにして読み取った水平面内の地圧分布を図3に示す。水平面内の最大と最小地圧は75MPa、29MPa および被り地圧は26MPa である。水平面内の地圧の方向・値とも、コアディスキングの条件とよく整合していることがわかった。図3中の矢印はコアディスキングの示す最大地圧方向である。

$$St = 0.125(\sigma_H + \sigma_h) - 0.25\sigma_v \quad (\text{CD 条件式})$$

なお、用いた試料は地山で230℃ほどの熱履歴を受けており、また採取後6年間ほど室内に保管していたものである。

3. 結論

コアディスキングが生じていることから、水平面内の最大地圧の方向が既知であり、かつ地圧がディスキング発生条件を満たすべき試料を用いて、AE 法による地圧の推定を行なった。この際、AE 発生量の増加点の読み取りの客観性を高めるために、二直線回帰スキャン法を適用した。この結果、AE 増加点を明確に読み取ることができ、こうして得た地圧は方向・大きさともコアディスキングと良く整合した。

引用文献

菅原ら：コアディスキング現象に関する研究、日本鉱業会誌、'78-11、p.797-803、1978

新ら：高温岩体発電のための岩盤破碎評価技術の開発 - 雄勝地点の地圧の評価 -, 電力中央研究所報告, 2000

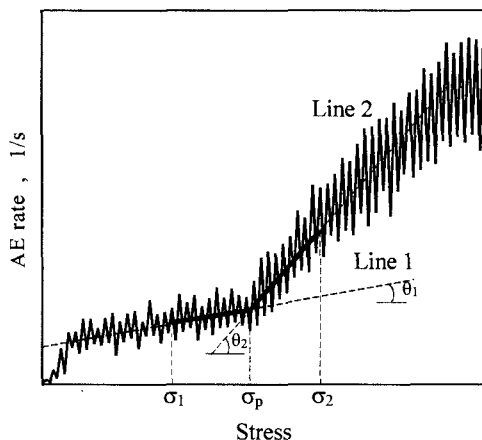


図1 AE 発生率と応力の模式図

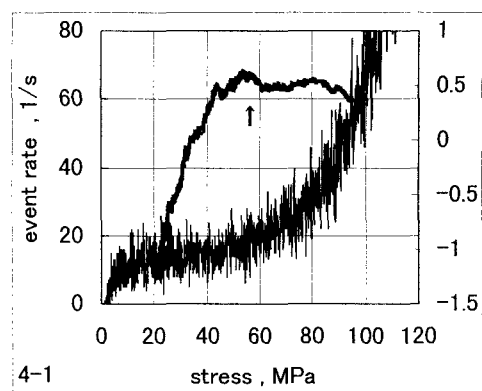


図2 AE 二直線回帰スキャン法による AE 生増加点の読み取り

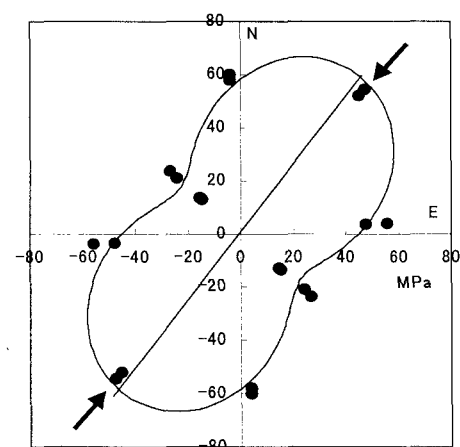


図3 AE 法による水平面内の地圧分布