

### III-A 349 静水圧を利用したカイザー効果に関する実験

日本大学工学部 正員 渡辺 英彦  
日本大学工学部 正員 田野 久貴

#### 1. はじめに

AE法による地圧推定は、原位置より採取したボーリングコア試料に一軸圧縮を行い、その時のAE計測よりカイザー効果を利用して推定を行っている。また、カイザー効果に関してこれまでにに行われている実験的研究では、先行载荷として一軸圧縮、二軸圧縮、立方供試体に三方向から一軸圧縮が行われ、除荷後、再载荷として再び一軸圧縮が行われている。このとき推定される応力は再载荷軸方向の応力のみである。三軸圧縮による再载荷を行うことにより再载荷軸方向以外の応力についても推定の可能性があり、等側圧で先行最大主応力と再载荷軸方向が一致している場合には、再载荷として静水圧、引き続いて軸差応力の载荷を行い、この時のAEを計測することにより一つの供試体を用いて先行側圧と先行軸応力の2つの応力値が推定可能であった<sup>1)</sup>。本研究では先行载荷として三主応力の大きさが異なる場合のコア試料に再载荷として静水圧载荷を行ったときのAE計測を行い、各先行軸応力とカイザー効果点との対応について実験を行った。

#### 2. 実験方法

宇都宮市大谷町より採取した凝灰岩（大谷石）を用いた。大谷石の一軸圧縮強度は約130kgf/cm<sup>2</sup>であった。13cm×13cm×13cmの立方供試体を作製し、絶乾状態とした後、室温にて载荷を行った。大きさの異なる三主応力を同時に载荷することができないため、ここでは先行载荷として図1に示すように立方供試体に三方向から大きさの異なる一軸圧縮を行った。つまり、X方向に30kgf/cm<sup>2</sup>を10回、Y方向に60kgf/cm<sup>2</sup>を10回、Z方向に90kgf/cm<sup>2</sup>を10回载荷し、これを5回繰り返すことにより各面に50回ずつの繰り返し先行载荷を行った。先行载荷終了後、Z方向よりφ5×h10cmのコア試料を採取し、静水圧による再载荷を行った。再载荷は、毎分10kgf/cm<sup>2</sup>として载荷を行った。

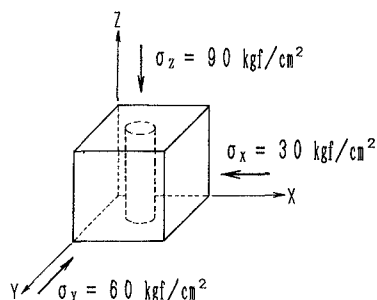


図1 三主応力の先行载荷

AE計測は図2に示すように共振周波数140kHzのセンサーを上側加圧盤内に設置し計測を行った。計測された信号はプリアンプで40dB増幅した後、メインアンプでさらに20dB増幅した。ディスプレイは载荷を行っていない状態でノイズを計測しない程度(40mV)とした。システムの応答周波数は100~500kHzである。

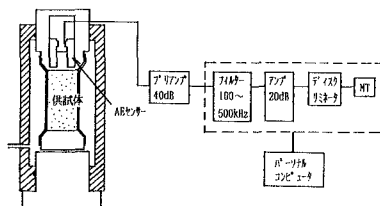


図2 AE計測システム

#### 3. 実験結果

計測結果を载荷経過時間120~240sec, 300~420sec, 480~600secの3区間に分けて図3(a)~図5(a)に示す。AEはトータルイベントカウントである。

AEは载荷直後から発生し、急増点は明瞭ではないが、180, 370, 530sec付近で増加傾向がみられる。各応力レベルは先行载荷として与えたX方向の応力30kgf/cm<sup>2</sup>, Y方向の応力60kgf/cm<sup>2</sup>, Z方向の応力90

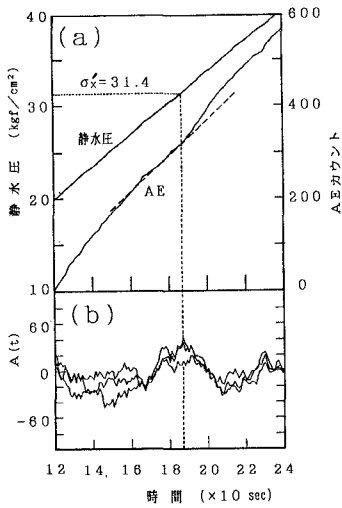


図3 計測結果  
（経過時間120～240sec）

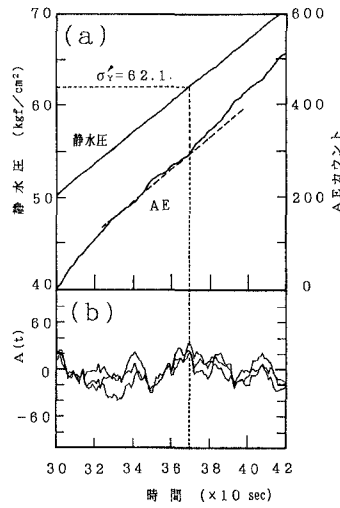


図4 計測結果  
（経過時間300～420sec）

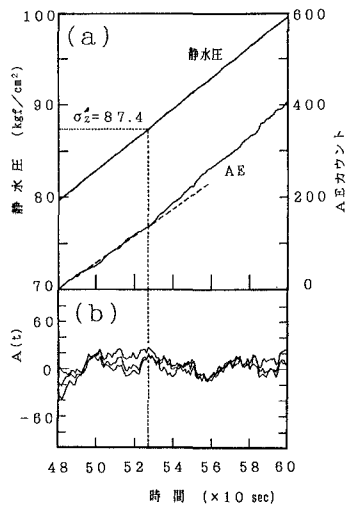


図5 計測結果  
（経過時間480～600sec）

kgf/cm<sup>2</sup>に近い応力であり、各先行軸応力付近でAEが増加傾向にあることがわかる。

カイザー効果は厳密にはAEが最初に発生した点であるが、先行载荷と再载荷の応力分布のわずかな違いによっても载荷初期よりAEは発生する。今回用いたコア試料の側面にはミソと呼ばれる弱部が多数存在した。再载荷によりその部分に応力が直接的に作用したことやコア採取による影響などにより再载荷初期からAEが発生したと考えられる。このような場合には先に述べたように直線的な発生傾向から離れ始める点をカイザー効果点としているが、ここではAEの急増点はその発生率が增大する点であることから、時刻tにおける発生率の差をA(t)とし式(1)により求めた。

$$A(t) = AE(t+d) - AE(t-d) \quad \dots\dots (1)$$

ここで AE(t+d)：時刻(t)～(t+d)までのAEレトカウント

AE(t-d)：時刻(t-d)～(t)までのAEレトカウント

式(1)においてd=10, 20, 30secとしたA(t)の結果をまとめて図3(b)～図5(b)に示す。図3においてピーク点の応力は31.4kgf/cm<sup>2</sup>であり、この点をカイザー効果点とすると先行载荷としてX方向より载荷した $\sigma_x = 30\text{kgf/cm}^2$ に近い値を示している。ピーク点が明瞭でない場合もあるが、図4、5においても同様にY方向の先行応力60kgf/cm<sup>2</sup>に対して62.1kgf/cm<sup>2</sup>、Z方向の先行応力90kgf/cm<sup>2</sup>に対して87.4kgf/cm<sup>2</sup>と推定された。

#### 4.まとめ

大きさの異なる三主応力を与えた立方体試体からコア試料を採取し、このコア試料に静水圧による再载荷を行った。AEの急増点は明瞭ではないが、三つの先行軸応力( $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ )付近でAEは増加傾向を示し、カイザー効果が観察された。

#### 〔参考文献〕

- 1) 渡辺英彦, 田野久貴: 三軸圧縮再载荷による岩石のカイザー効果に関する実験, 第27回岩盤力学に関するシンポジウム, pp.81～85, 1996