

III - 2

岩石の三軸下における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

岩質材料の破壊過程においてAcoustic Emission (A E) が発生する。このA Eの特性の一つにカイザー効果がある。つまり载荷荷重がそれ以前に载荷された荷重値を越えるまではA Eがほとんど発生しないという現象がある。原位置より採取したボーリングコア試料を用いた一軸圧縮試験時のA E計測による地圧推定が金川ら¹⁾により提案され、その後、多くの実験的研究が行われている。これらの研究では、先行载荷として一軸圧縮、立方体に三方向からの一軸圧縮や三軸圧縮が行われ、除荷後、再び一軸圧縮を行い、その時のA E計測より先行応力の推定を行っている。この再载荷により推定される応力は再载荷軸方向の応力のみである。本研究では三主応力を受けたコア試料に再载荷として静水圧载荷を行ったときのA E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/cm²であった。先行载荷は、図1に示すように13cm×13cm×13cmの立方体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/cm²を10回、Y方向に60kgf/cm²を10回、Z方向に90kgf/cm²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/cm²として载荷を行った。

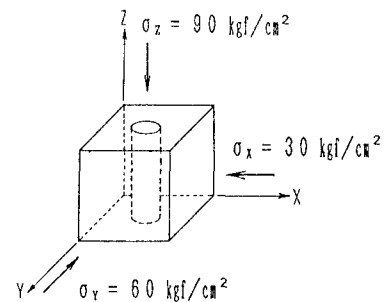


図1 三主応力の先行载荷

A E計測は図2に示すように共振周波数140kHzのセンサーを上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。

3. 実験結果と考察

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。A Eはトータルイベントカウントである。A Eの急増点が明瞭ではないが、180, 370, 530sec付近で増加傾向がみられる。各点の応力レベルは先行载荷として与えたX方向の応力30kgf/cm²、Y方向の応力60kgf/cm²、Z方向の応力90kgf/cm²に近い応力であり、各先行応力付近でA E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A E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A E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A Eが発生したと考えられる。このような場合にはA Eの急増点をカイザー効果点としている。A E急増点

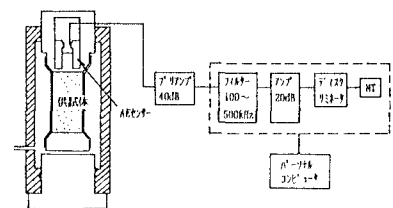


図2 A E計測システム

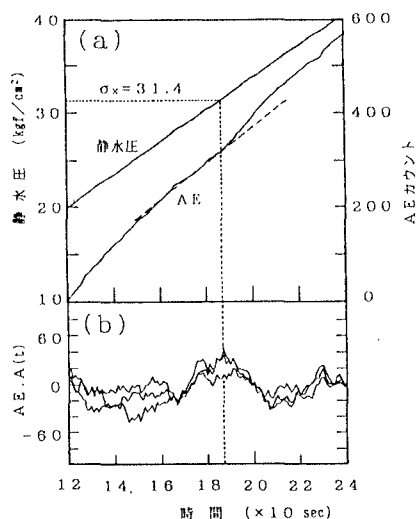


図3 計測結果
(経過時間120~240sec)

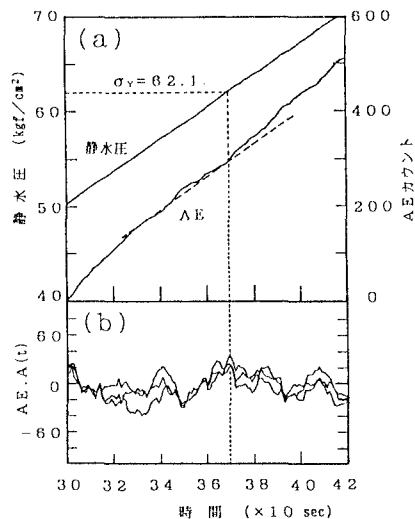


図4 計測結果
(経過時間300~420sec)

は発生率が増大する点であることから、時刻 t における発生率の増加を $AE.A(t)$ とし式(1)により求めた。

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

ここで $AE(t+d)$: 時刻 (t) ~ $(t+d)$ までのAEトータルカウント

$AE(t-d)$: 時刻 $(t-d)$ ~ (t) までのAEトータルカウント

式(1)において $d=10, 20, 30$ secとした $AE.A(t)$ 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 31.4 kgf/cm^2 であり、この点をカイザー効果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 60 kgf/cm^2 に対して 62.1 kgf/cm^2 、Z方向の先行応力 90 kgf/cm^2 に対して 87.4 kgf/cm^2 と推定された。これより静水圧再载荷により一つの供試体から三つの先行軸応力推定の可能性が示された。

4. まとめ

大きさの異なる三主応力を与えた立方供試体からコア試料を採取し、このコア試料に静水圧再载荷を行った。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) 金川 忠, 林 正夫, 仲佐博裕: 岩石における地圧成分のAcoustic Emissionによる推定の試み, 土木学会論文報告集, 第258号, pp.63~75, 1977

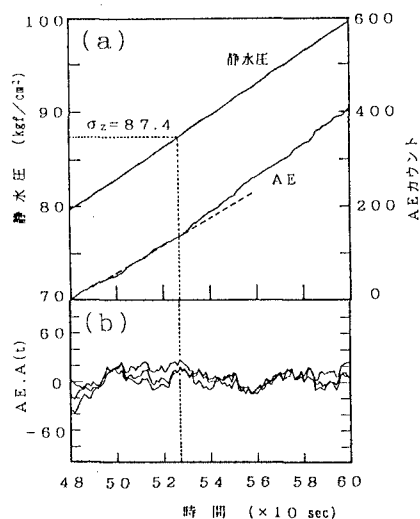


図5 計測結果
(経過時間480~600sec)