

Ⅲ - 13

三軸下のカイザー効果に及ぼす側圧の影響

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法による地圧推定では、従来、一軸圧縮過程におけるAEの計測より推定を行っている。このようにして推定される応力は再載荷軸方向（一軸圧縮方向）の応力のみである。三軸圧縮による再載荷を行うことにより、最大軸荷重方向以外の応力についても推定の可能性が考えられる。等側圧で先行最大主応力と再載荷軸方向とが一致している場合に、まず静水圧の載荷過程において先行側圧を推定し、引き続いて軸差荷重の載荷を行うことにより先行軸応力の推定が可能であった¹⁾。本研究では、三軸圧縮による再載荷において、先行載荷時とは異なる大きさの側圧で再載荷を行った場合のカイザー効果について実験検討を行った結果について報告する。

2. 実験方法

2.1 岩石試料：試料は宇都宮市大谷町周辺より採取した細目の凝灰岩（大谷石、一軸圧縮強度は約130kgf/cm²）である。ブロック状の試料よりφ5×h10cm、端面の平行度1/20mm以内の円柱試験片を作製し、絶乾状態とした後、室温にて実験を行った。

2.2 載荷方法：先行載荷として三軸圧縮を行った。側圧50kgf/cm²、先行軸応力100kgf/cm²となるよう載荷を行った。この三軸圧縮状態をAEがほとんど発生しなくなる約30分間保持した。再載荷は図1に示すように側圧を0（一軸圧縮）、10、20、30、50、60、70、80kgf/cm²として変位制御（毎分0.1mm）により軸差荷重の載荷を行った。

2.3 AE計測方法：AEの計測は、上加圧盤内に設置したAEセンサーにより計測を行った。使用したAEセンサーの共振周波数は140kHzであり、100kHz～200kHzに高い利得を有している。システムの応答周波数帯は100kHz～500kHzである。AEセンサーからの出力は、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。ディスクリレベルは載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。

3. 実験結果と考察

3.1 AE発生状況：計測結果例を図2に示す。これは再載荷側圧20kgf/cm²における先行載荷および再載荷時の軸応力とAE発生状況である。

先行載荷は側圧50kgf/cm²とし、変位制御により上加圧盤を上昇させることにより軸差荷重を載荷している。経過時間170secから軸差荷重が載荷され、それに対応してAEも発生している。300sec以降の軸応力一定の区間ではAEはほとんど発生せず、AEの発生は載荷応力に非常によく対応していることがわかる。その後、軸差荷重を除荷し、側圧を20kgf/cm²として載荷を行った。経過時間140sec付近から軸差応力が載荷され、軸応力180kgf/cm²までの載荷を行った。再載荷過程でのAEは軸差荷重が載荷された直後からは発生せず、ある程度載荷された後（240sec付近）から発生しはじめ、300secを越えるあたりで急増している。

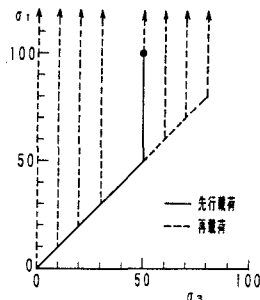


図1 載荷経路

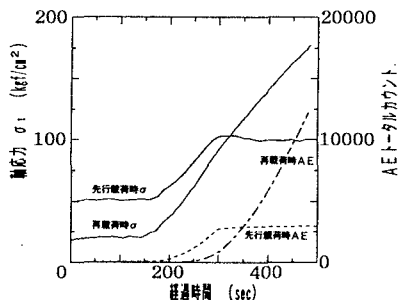


図2 軸応力、AE発生状況
（再載荷側圧20kgf/cm²の場合）

3.2 A E発生点と急増点の軸応力：A E発生点の軸応力を各側圧について求めた結果が図3の○印である。先行载荷の側圧50kgf/cm²までの区間では側圧が大きくなるにしたがってA E発生点の軸応力も大きくなっている。側圧が小さい場合にはクラックが進展しやすく、側圧が大きくなると進展し難くなる傾向を示すが、これに対応してA Eが発生しているためと考えられ、側圧の大きさに対応したカイザー効果が示されていると思われる。先行载荷時と同じ側圧の場合にはA E発生軸応力は先行軸応力に近い値を示し、それを越える側圧の場合には軸差応力载荷直後より発生する傾向を示した。

A E急増点は、発生率が增大する点として発生率増分より求めた。発生率増分の変化を図4に示す。発生率の時間間隔は $\Delta t=1, 2, 5, 10, 20, 30, 40, 50$ secとして求めた。 Δt が10sec以下ではピーク点が明瞭ではないが、 Δt が20sec以上の場合には305sec付近に明瞭なピークが見られる。この時の軸応力は107kgf/cm²であり、先行载荷時の軸応力に近い値を示している。このようにして求めた他の側圧の結果をまとめて図3の●印で示す。なお、ピーク点が明瞭でない場合には直線的な発生傾向から離れ始める点として求めた。図より側圧の小さい場合にはバラツキが見られるが、側圧の大きさに影響されずほぼ先行軸応力付近でA Eが急増していることがわかる。

3.3 先行応力の推定：再载荷時の側圧の大きさの違いによるA Eの発生点、急増点の軸応力の模式図を図5に示す。A E発生点の軸応力は側圧が大きくなるほど大きくなり、その関係は直線的であった。また、先行载荷時と同じ側圧の場合にはA E発生点は先行軸応力に対応していた。A Eの急増する軸応力は側圧の大きさに影響されず、ほぼ先行軸応力に対応しており、先行軸応力が推定可能である。このような関係から、A E発生点の軸応力を結んだ直線①とA Eの急増点より求めた推定軸応力の直線②との交点より先行側圧の推定が可能となると考えられる。

4. まとめ

三軸圧縮による再载荷において、異なる大きさの側圧により载荷を行った。A Eの発生し始める軸応力はクラックの進展に対応した傾向を示し、側圧が先行载荷時の値に比べ小さいほど、A Eの発生する軸応力は小さな値となった。A Eの急増する応力は側圧の大きさに影響されず、先行軸応力付近で急増する傾向を示した。

最後に本実験に協力された日本大学工学部学生 田邊健太君、持田遼裕君、田口 務君に感謝を表します。

〔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講演論文集, pp. 81~85, 1996

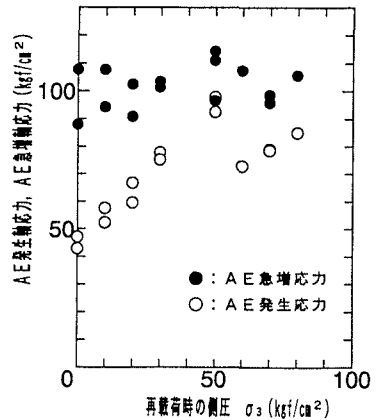


図3 A Eの発生軸応力, 急増軸応力

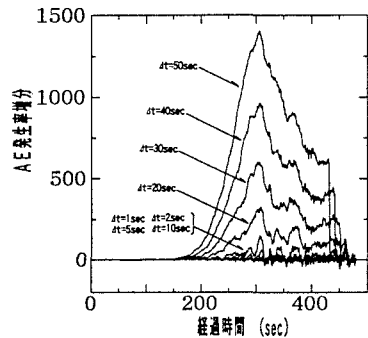


図4 A E発生率増分
(再载荷側圧20kgf/cm²の場合)

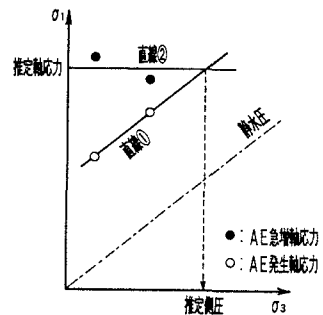


図5 A E発生点, 急増点の軸応力模式図