

## Ⅲ - A281

## 三軸圧縮時のカイザー効果に及ぼす側圧の影響に関する実験的検討

日本大学工学部 正会員 渡辺 英彦

日本大学工学部 正会員 田野 久貴

## 1. はじめに

A Eのカイザー効果に関してこれまでにに行われている実験では、一軸圧縮による載荷過程でのAE計測により先行応力を推定している。このようにして推定される応力は再載荷を行った軸方向（一軸圧縮方向）の応力のみであり、また、一軸圧縮による再載荷ではピーク強度以降の推定は困難な場合が多い。そこで三軸圧縮再載荷によるカイザー効果に関する実験を行っている。三軸圧縮再載荷を行うことにより、再載荷軸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<sup>1)</sup>。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/cm<sup>2</sup>）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/cm<sup>2</sup>、先行軸応力100kgf/cm<sup>2</sup>となるよう載荷を行った。この三軸圧縮状態をA Eがほとんど発生しなくなる約30分間保持した。その後、軸差荷重を除荷し、所定の側圧に設定し、再載荷を行った。再載荷の側圧は、0（一軸圧縮）、10、20、30、50、60、70、80kgf/cm<sup>2</sup>のそれぞれについて行った。その載荷経路を図1に示す。

2.3 A E計測方法：A Eの計測は、上部加圧盤内に設置したA Eセンサーにより計測を行った。使用したA E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。A E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。

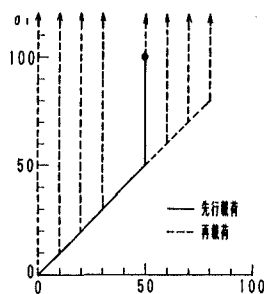
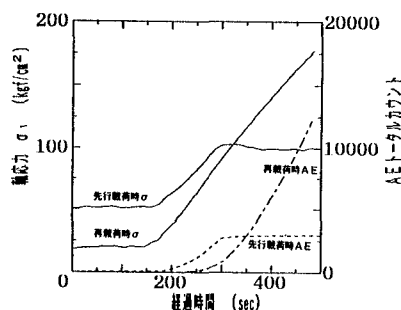


図1 載荷経路

図2 軸応力、A E発生状況  
(再載荷側圧20kgf/cm<sup>2</sup>の場合)

キーワード：A E，カイザー効果，三軸圧縮

連絡先：〒963 郡山市田村町徳定字中河原1 TEL 0249-56-8722 FAX 0249-56-8858

### 3. 実験結果と考察

**3.1 A E発生状況**：計測結果例を図2に示す。これは再載荷側圧 $20\text{kgf/cm}^2$ における先行載荷および再載荷時の軸応力とA E発生状況である。先行載荷は側圧 $50\text{kgf/cm}^2$ とし、変位制御により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 $170\text{sec}$ から軸差荷重が載荷され、それに対応してA Eも発生している。 $300\text{sec}$ 以降の軸応力一定の区間ではA Eはほとんど発生せず、A E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 $20\text{kgf/cm}^2$ として載荷を行った。経過時間 $140\text{sec}$ 付近から軸差応力が載荷され、軸応力 $180\text{kgf/cm}^2$ までの載荷を行った。再載荷過程でのA E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（ $240\text{sec}$ 付近）から発生しはじめ、 $300\text{sec}$ を越えるあたりで急増している。

**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である。先行載荷時の側圧 $50\text{kgf/cm}^2$ までの区間では側圧が大きくなるにしたがってA E発生時の軸応力も大きくなっている。先行載荷と同じ側圧 $50\text{kgf/cm}^2$ の場合は、軸差応力の繰り返し載荷であり推定される応力は先行軸差応力である。推定結果は先行軸差応力の $50\text{kgf/cm}^2$ に近い値を示している。このことより、この区間でのA E発生点は先行軸差応力に対応しているものと考えられる。側圧 $50\text{kgf/cm}^2$ 以上で再載荷を行った場合には、軸差応力載荷直後よりA Eが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 $\Delta t = 1, 2, 5, 10, 20, 30, 40, 50\text{sec}$ として求めた。 $\Delta t$ が $10\text{sec}$ 以下ではピーク点が明瞭ではないが、 $\Delta t$ が $20\text{sec}$ 以上の場合には $300\text{sec}$ 付近に明瞭なピークが見られる。この時の軸応力は $103\text{kgf/cm}^2$ であり、先行載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5に示す。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。図より側圧の大きさに影響されずば先行軸差応力付近でA Eが急増していることがわかる。

### 4. まとめ

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により載荷を行った。側圧の大きさが先行載荷時の側圧よりも小さい場合にはA Eの発生点は軸差応力に対応した傾向を示し、また、先行軸差応力付近でA Eは急増する傾向を示した。

#### 〔参考文献〕

- 1) 渡辺英彦, 田野久貴：三軸圧縮再載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

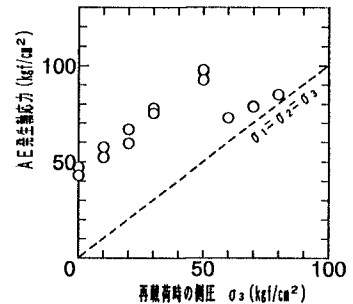


図3 A Eの発生軸応力

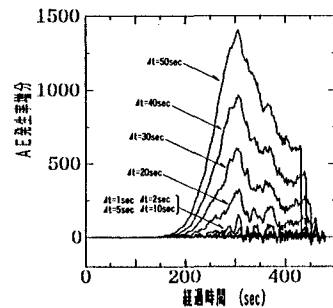


図4 A E発生率増分  
(再載荷側圧 $20\text{kgf/cm}^2$ の場合)

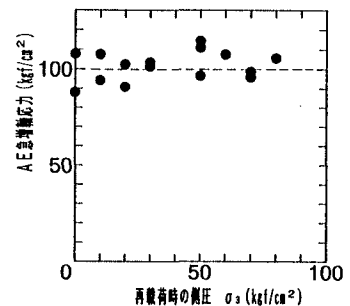


図5 A Eの急増軸応力