

III-283 先行応力を受けた砂岩の強度・AE発生特性について

(株)フジタ 技術研究所 正員 野間達也 菊地 正
同 上 正員 門田俊一

1. はじめに

AEによる地圧測定法を室内試験により検証する方法としては、先行応力として繰り返し载荷による方法は見られるものの^{1)・2)}、花崗岩を除き³⁾クリープ载荷を先行応力として用いた例はあまり見られない。さらに、先行応力を受けた実験例においても、主応力方向と試験時の载荷方向が一致しているものが多く、主応力方向と異なる方向の载荷によるカイザー効果についてはあまり報告されていない。

本報告は、砂岩を対象として、比較的大型(300mm×300mm×75mm)のブロック状供試体に二軸圧縮試験機を用いたクリープ状態の先行応力を与えた後、このブロックから圧縮試験用の供試体を3方向より採取した後に一軸圧縮試験を実施し、その時のAE発生特性および強度について調べたものである。

2. 試料およびその力学的異方性

用いた試料は、島根県八束郡産の来待砂岩であり、採石場は露天であり土被りは全くない状況である。この来待砂岩は非常に均質であり、また土被りは現在のところないものの、過去の続成作用等による強度に対する異方性があることは十分に考えられる。このために、二軸試験を実施する供試体と同時期に採取したブロックより、図-1に示すX、Y、Z方向よりφ35mm、h70mmの円柱供試体を作成し、一軸圧縮試験を実施した。試験結果を表-1に示す。表に示されているように、均質な砂岩といってもX軸に対するY軸の強度は約70%であり、かなりの強度異方性を有することが分かる。

3. 実験方法

先行応力は、図-1に示すように、X軸方向を最大主応力として、弾性状態から塑性状態への遷移点と考えられる強度の約75%に相当する307kgf/cm²、Y軸方向を中間主応力として15kgf/cm²を加えた。クリープ期間中はX軸方向のひずみの増加が収束した7日間とした。繰り返し载荷試験による先行応力除荷後の供試体は、砂岩の場合数日から数十日でカイザー効果は消滅するとされているが²⁾、今回の実験では60日経過した段階で一軸圧縮試験を実施した。AEを計測する供試体は、各軸方向より縦・横35mm、高さ70mmとなるように平面研削盤を用いて整形し、同時に強度試験用にφ35mm、h70mmの円柱供試体も作成した。

図-2にAE実験の模式図を示す。AE計測には、

表-1 用いた供試体の強度および静弾性係数

軸方向	強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)
x 軸	415	8.3×10^4
y 軸	290	6.0×10^4
z 軸	316	7.0×10^4

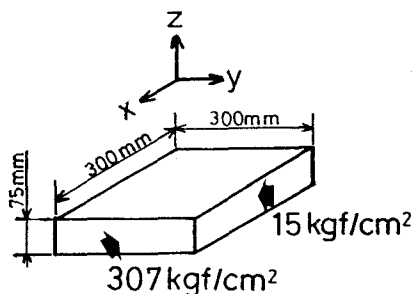


図-1 二軸試験に用いた供試体および応力状態

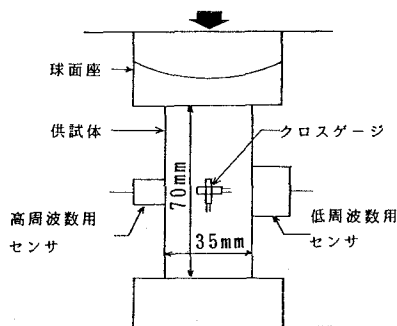


図-2 一軸圧縮試験の模式図

表一 2 先行応力を受けた供試体の強度および静弾性係数

軸方向	強度 (kgf/cm ²)	弾性係数 (kgf/cm ²)
x 軸	415	8.8×10^4
y 軸	286	6.0×10^4
z 軸	355	7.3×10^4

供試体の側面中心に高周波、低周波測定用のセンサを軸対称に、また他の側面にはひずみを測定するためにクロスゲージを軸対称に2枚貼付した。高周波 A E 計測には、共振周波数140kHzのセンサを使用し、周波数領域を100kHz～1MHzとし、A E 計数（総合利得70dB、しきい値0.3V）を計測した。ここで、低周波 A E 計測については今回の報告では割愛する。圧縮試験および A E 計測時には、荷重およびひずみをパーソナルコンピュータにより計測し、同時に計測値を D/A 変換し A E 計数器に出力する。これより、A E 計数器は、センサ・プリアンプを介して入力された A E 信号と応力・ひずみの値を同時に記録することができる。

4. 実験結果

表一 2 に先行応力を受けた供試体の一軸圧縮試験結果を示す。表一 1 と比較しても、強度はほとんど変化がなく、Z 軸においては先行荷重を受けたもののほうが強度が高い。これより供試体は、岩石試験に伴うバラツキはあるものの、強度75%の応力を受けても完全に弾性状態であったことが示されている。

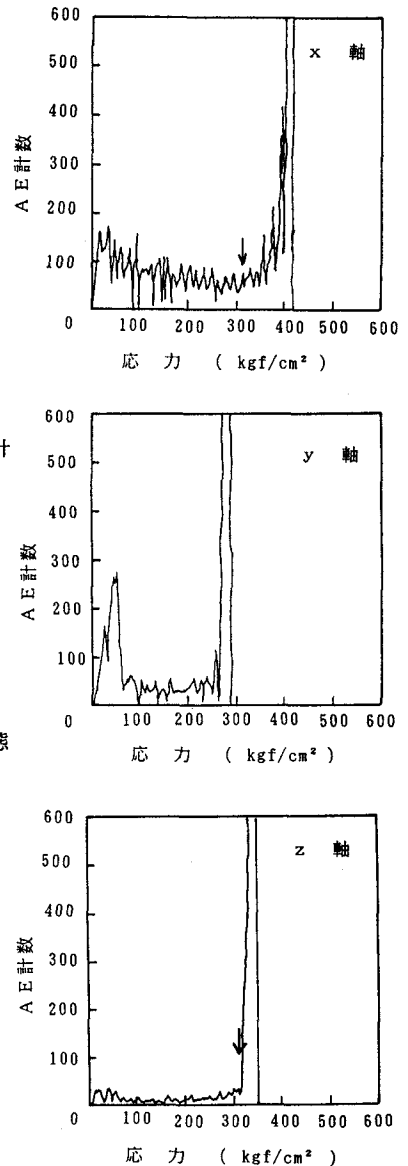
各軸における一軸圧縮試験時の A E 計測結果を図一 3 に示す。X 軸における結果では、やや明瞭さにかけるが先行応力を受けたあたり（↓点）より A E 発生頻度が増加する傾向が見られる。Z 軸については、明確に先行応力を受けたところから A E が突発的に急増していることが分かる。Y 軸については、強度自体が与えた先行応力よりも小さいために、カイザー効果については分からないものの、強度点近傍において A E が突出しており、これも先行応力をうけた影響の可能性がある。

以上より、主応力と異なる方向による载荷を行っても、カイザー効果が認められることがわかった。また、今回の実験のように、クリープといった比較的長期な先行応力を与えた場合、砂岩でも60日程度ではカイザー効果が消滅しない傾向にあることが分かった。

5. おわりに

二軸圧縮状態のクリープによる先行応力を受けた砂岩について一軸圧縮時の A E 発生特性を求めたところ、最大主応力方向と異なる方向の载荷においてもカイザー効果が生じること、また先行応力からの解放期間が60日程度ではカイザー効果の減少は見られないことが分かった。今後は、異岩種への適用、および中間主応力の影響等の実験を行う予定である。

（参考文献）1）石橋、他：「A E 法による一次地圧の推定に関する基礎的研究」、土木学会論文集第364号、1985 2）瀬戸、他：「繰り返し载荷時の A E 発生特性を用いた応力履歴岩石からの先行応力推定」、土木学会論文集第445号、1992 3）村山、他：「花崗岩のクリープひずみとカイザー効果の関係」、土木学会論文集第370号、1986



図一 3 A E 計測結果