

III-623

三軸圧縮を受けた岩質材料のAE発生特性に関する基礎実験

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

日本大学工学部 正員 赤津 武男

1.はじめに

初期地圧の測定には、原位置試験と原位置より採取したコア試料を用いる室内試験とがある。室内試験の一つにAE法があり、これは先行履歴を越えるまではAEが発生しないというカイザー効果を利用して推定を行うものである。これまでのカイザー効果に関する室内実験では、先行载荷として一軸圧縮または三方向から一軸ずつ载荷を行っている¹⁾²⁾。しかし、実際の岩盤内における応力状態は三主応力が同時に作用している。そこで、三軸圧縮試験装置により岩石試験片に先行载荷を行い、その試験片より採取したコア試験片によるカイザー効果について基礎的な実験を行った。

2.実験方法

用いた試料は福島県耶麻郡高郷村産凝灰岩（荻野凝灰岩）であり、その物性を表1に示す。ブロック状の試料より、 $\phi 10 \times h 20$ cmの円柱試験片を作製する。この試験片に三軸圧縮試験装置により静水圧（ $\sigma_0=100 \text{ kgf/cm}^2$ ）と軸差応力（ $\sigma_1=200, \sigma_2=\sigma_3=100 \text{ kgf/cm}^2$ ）を载荷した。除荷後、これらの円柱試験片より $\phi 3 \times h 6$ cmのコア試料を採取し、このコア試験片を用いて一軸圧縮試験を行い、同時にAE計測を行った。

AE計測はコア試験片の側面中央2カ所に共振周波数140kHzのセンサーをとりつけ、増幅度60,70dB、ディスクリレベル100mV、フィルターを100~500kHzとして計測を行った。

表-1 岩石の物理試験結果

吸水率	13.06 %
含水率	8.89 %
有効間隙率	22.85 %
湿潤密度	1.98 g/cm ³
自然密度	1.84 g/cm ³
乾燥密度	1.75 g/cm ³

3.実験結果と考察

3.1 一軸圧縮下における基本的なAE発生特性（先行载荷を与えていない場合）

先行载荷を与えていない試験片（ $\phi 10 \times h 20$ cm）より鉛直方向、水平方向にコア試料（ $\phi 3 \times h 6$ cm）を採取した。鉛直方向コア試験片の一軸圧縮試験結果を図1に示す。ひずみは载荷盤間の変位により求められる平均ひずみ、AEカウントはオシレーションの累積である。応力-ひずみ関係はほぼ直線的に増加し、ピーク強度点以後耐荷力が急激に減少している。累積AEカウントはひずみの増加にともない曲線的に増加する傾向にある。水平方向より採取したコア試験片においても同様の傾向が認められた。

3.2 先行载荷が静水圧の場合

先行载荷として $\phi 10 \times h 20$ cmの円柱試験片に静水圧 $\sigma_0=200 \text{ kgf/cm}^2$ を約30分間载荷した。除荷後、この試験片より、水平方向と鉛直方向よりコア試験片（ $\phi 3 \times h 6$ cm）を採取した。このコア試験片を用いた一軸圧縮時のAE計測より先行応力の推定を試みた。鉛直方向のコア試験片の結果を図2に示す。AEは载荷初期から発生しており、AEの発生しはじめる点をカイザー効果として推定することは難しいようである。しかし、図1に示した先行载荷を与えていない場合のAE発生傾向と異なり、载荷後直線的に増加し、ある点を越えて急増する傾向にある。この直線からずればじめる点より先行履歴の推定を行うと $\sigma_0=211 \text{ kgf/cm}^2$ と推定され、これは先行応力 $\sigma_0=200 \text{ kgf/cm}^2$ に近い値を示している。水平方向のコア試験片においても鉛直方向コア試験片と同様なAE発生傾向を示し、直線的な発生傾向からずればじめる点より先行履歴の推定を行うと $\sigma_0=217 \text{ kgf/cm}^2$ と推定された。

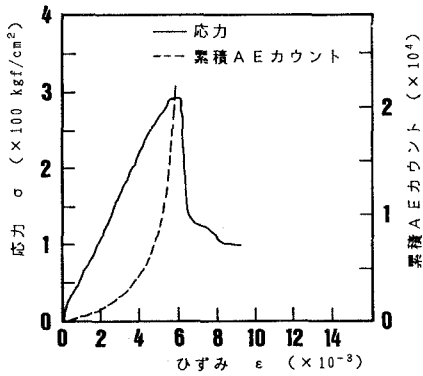


図1 先行载荷を与えていない場合の鉛直方向コア試験片

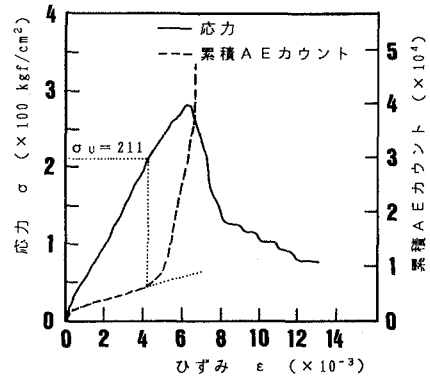


図2 静水圧载荷 ($\sigma_0 = 200 \text{ kgf/cm}^2$) の鉛直方向コア試験片

3.3 先行载荷が軸差応力の場合

円柱試験片に軸差応力 $\sigma_1 = 200, \sigma_2 = \sigma_3 = 100 \text{ kgf/cm}^2$ を载荷し、除荷後、水平軸に対して $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ の三方向よりコア試験片 ($\phi 3 \times h 6 \text{ cm}$) を採取した。

0° 方向のコア試験片の結果を図3に示す。静水圧を载荷した場合のコア試験片の結果と同様に、载荷後直線的に増加し、ある点を越えて急増する傾向にある。この直線からずればじめる点より先行履歴の推定を行うと $\sigma_{0^*} = 95 \text{ kgf/cm}^2$ と推定され、これは先行応力 $\sigma_{P0^*} = 100 \text{ kgf/cm}^2$ に近い値を示している。 45° 方向のコア試験片においても同様なAE発生傾向を示し、この方向の先行応力 $\sigma_{P45^*} = 150 \text{ kgf/cm}^2$ に対して $\sigma_{45^*} = 178 \text{ kgf/cm}^2$ と推定された。先行応力値よりも大きめに推定されたのは、岩石特性や先行応力レベルなどが関係していると思われるが、なお検討が必要である。 90° 方向コア試験片では先行応力 $\sigma_{P90^*} = 200 \text{ kgf/cm}^2$ に対して $\sigma_{90^*} = 206 \text{ kgf/cm}^2$ と推定された。

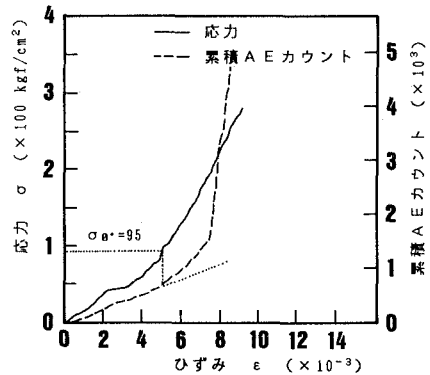


図3 軸差応力载荷 ($\sigma_1 = 200, \sigma_2 = \sigma_3 = 100 \text{ kgf/cm}^2$) の 0° 方向コア試験片

4. まとめ

$\phi 10 \times h 20 \text{ cm}$ の円柱試験片に三軸圧縮を行い、その試験片より採取した $\phi 3 \times h 6 \text{ cm}$ のコア試験片による一軸圧縮試験時のAE計測より先行応力の推定を行った。AEの急増しはじめる点をカイザー効果点とすることにより、コア採取方向の先行応力が比較的良好に推定された。三主応力のいずれかにコア試験片の採取方向が一致する場合、例えば初期地圧の主応力が鉛直方向でボーリング軸がこれに一致するような場合には、ある程度の精度が期待されると考えられる。

なお、本研究は文部省科学研究費（一般研究（C）, 04650443, 研究代表者：田野久貴）の援助を得て行った。ここに記して謝意を表する。

〔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
- 2) 村山朔郎, 道広一利, 斉藤二郎, 吉岡尚也: 载荷方法が花崗岩のカイザー効果に及ぼす影響, 土木学会論文集, 第364号/Ⅲ-4, pp.107~112, 1985