

Ⅲ－17 AEによる三軸圧縮を受けた岩石の履歴応力推定

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

大規模な地下施設の設計施工において、岩盤の初期応力状態を知っておくことは重要と考えられる。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基礎的な実験では、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い、除荷後、再び一軸圧縮またはコア試料を採取し一軸圧縮試験を行い、その時のAE計測より先行载荷の推定を行っている¹⁾²⁾。しかし、実際の岩盤内における応力状態は3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、この円柱試験片よりコア試料を採取し、 $\phi 3 \times h 6$ cm、端面の平行度が0.05mm以下となるよう整形を行った。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。

表－1 岩石の物理試験結果

吸水率	13.06 %
岩水率	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

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100～200kHzとして計測を行った。

3. 実験結果と考察3.1 先行载荷のない場合

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、AE発生傾向には異方性の影響はほとんどなく曲線的に増加する傾向にあることがわかる。

3.2 先行载荷が軸差応力の場合

先行载荷として $\phi 10 \times h 20$ cmの円柱試験片に軸差応力を与えるために、静水圧100kgf/cm²を载荷し、その後、軸圧200kgf/cm²となるよう軸荷重を载荷した。除荷後、この試験片より、水平軸に対し0°、45°、90°の3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。

0°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

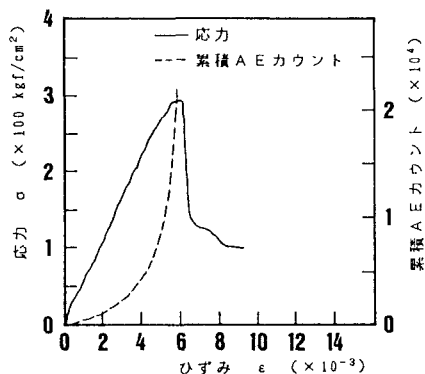


図1 鉛直方向コア試験片
(先行载荷を与えていない場合)

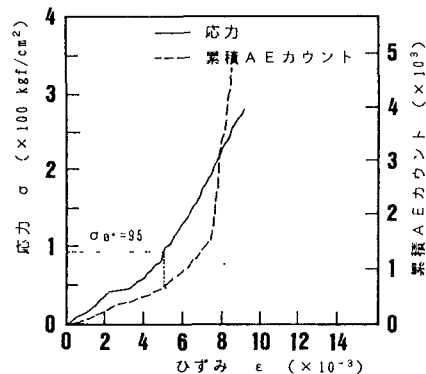


図2 0° 方向コア試験片
(先行応力 $\sigma_{Pa*} = 100 \text{ kgf/cm}^2$)

表2 各方向の推定結果 (kgf/cm²)

採取方向	0°	45°	90°
先行応力	100	150	200
推定応力	95	178	206

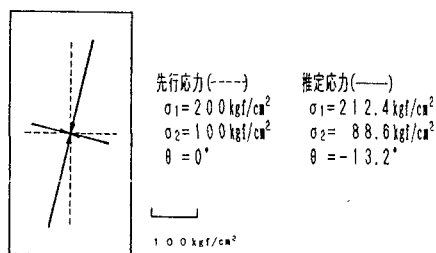


図3 主応力の推定結果

合のAE発生傾向のように曲線的にスムーズに増加しておらず、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。この直線からずれはじめる点より先行履歴の推定を行うと $\sigma_{a*} = 95 \text{ kgf/cm}^2$ と推定され、これは先行応力 $\sigma_{Pa*} = 100 \text{ kgf/cm}^2$ に近い値を示している。45°、90° 方向コア試験片においても同様なAE発生傾向となり、各方向の推定結果を表2に示す。

表2の結果より平面内での最大主応力、最小主応力とその方向を推定した結果を図3に示す。斜め方向にずれているが、比較的良好に推定されているものと思われる。

4. まとめ

φ10×h20cm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φ3×h6cm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推定された。この推定値より主応力とその方向の推定を行った。

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) 村山朗郎, 道広一利, 齊藤二郎, 占岡尚也: 載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