

III-205

三主応力を受けた花崗岩のカイザー効果

摂南大学 道広 一利
 (株)大林組 ○吉岡 尚也 藤原 紀夫
 畑 浩二

1. はじめに

岩石の分野にアコースティック・エミッション(以下AEという)技法を用いたのはObertら(1945)である。彼らはいろいろな岩石供試体を用いて、一軸圧縮応力を加えながらAEを観測し、破壊強度の近傍ではAEの発生数が増加し、逆に破壊後は減少することを見出した。1963年には、Goodmanがあらかじめ与えられた応力以上の载荷を行なうと、この点を境にしてAEの発生が増加することを見出した。岩石供試体におけるカイザー効果を確認したのは、これが始めてであろう。また、金川ら(1977)は、カイザー効果を利用して現位置応力の推定を試みている。この方法は、载荷中に観測されたAE累積曲線を利用するものであるが、吉川ら(1978)はAE累積曲線にしばしば変曲点が表われないことを指摘した。そして、このような場合には繰り返し载荷を行なえば履歴応力の推定が可能になることを提案した。

しかしながら、村山ら(1985)は、岩石におけるカイザー効果は供試体に生じた残留ひずみの状態に依存することを指摘した。すなわち、繰り返し载荷あるいはクリープ応力を供試体に作用させた場合、これらの载荷応力のもとで生じたひずみにその増加が認められなくなれば、カイザー効果を利用すると与えられた応力が数%の誤差内で推定できた。しかし、ひずみの増加が認められる段階で载荷をやめた場合には、カイザー効果から推定した見かけの応力は、与えた真の応力よりもかなり小さくなることを知見として得た。現位置から岩石供試体が採取されると、採取と同時に応力解放を伴う。したがって、このような供試体を用いて初期応力の推定を試みる場合には、载荷軸方向のカイザー効果が他方向に残留しているひずみの影響を受けることなく表わなければならない。そのため、以下のような実験を行なった。

2. 実験方法

稲田産の花崗岩を外径5cm、高さ10cmの円柱供試体に整形する。これを三軸セル内にセットした後、あらかじめ定めた応力値まで軸力と拘束圧を同時にかけたり、除荷したりした。このように载荷、除荷の繰り返しを行なうと、ヒステリシスループができる。このヒステリシスループの右への移動が認められる状態と認められなくなった状態でそれぞれの载荷を終え、三軸セル内から供試体を取り出す。そして、一軸圧縮試験機に供試体をセットし、単調的に軸応力を与えながらAEの観測を行なった。

3. 実験結果および考察

三軸圧縮試験機を用いて円柱供試体に与えた真の三主応力は、主応力比(σ_3/σ_1)が1, 0.5, 0.25の3ケースである。ここに、拘束圧はいずれのケースとも4.90MPaであった。

主応力比1で三主応力を繰り返しの受けていた供試体を三軸セル内から取り出し、この供試体に一軸载荷を行ないながらAEを観測した。このとき得られた応力・ひずみとAE発生数との関係を示したのが図1である。(a)はヒステリシスループの右への移動が認められる状態(この状態をこれまでひずみ不飽和と呼んできた)の結果であり、カイザー効果から推定した見かけの応力は与えた真の応力 σ_1 よりもかなり小さいことがわかる。逆に、ヒステリシスループに移動が見られなくなった場合(ひずみの飽和状態と呼んできた)には、(b)に示されているように推定された見かけの応力は、与えた真の応力 σ_1 にほぼ等しい。

つぎの図2は、主応力比が0.25であったときの結果を示したものである。この場合もひずみ飽和の状態にあれば、与えた真の応力がほぼ推定されている。なお、主応力比が0.5であったときも、カイザー効果から推定した見かけの応力は、真の応力にほぼ等しかった(ただし、ひずみ飽和の場合に限る)。

円柱供試体が三主応力を繰り返し受けると、軸方向と円周方向にひずみが生じ、ついにはそれぞれの方向の残留ひずみがここでいう飽和状態に至る。このようなひずみ飽和の供試体に限れば、カイザー効果から推定しようとする方向の見かけの応力は、他方向に残留しているひずみの影響を受けることなく推定できる。

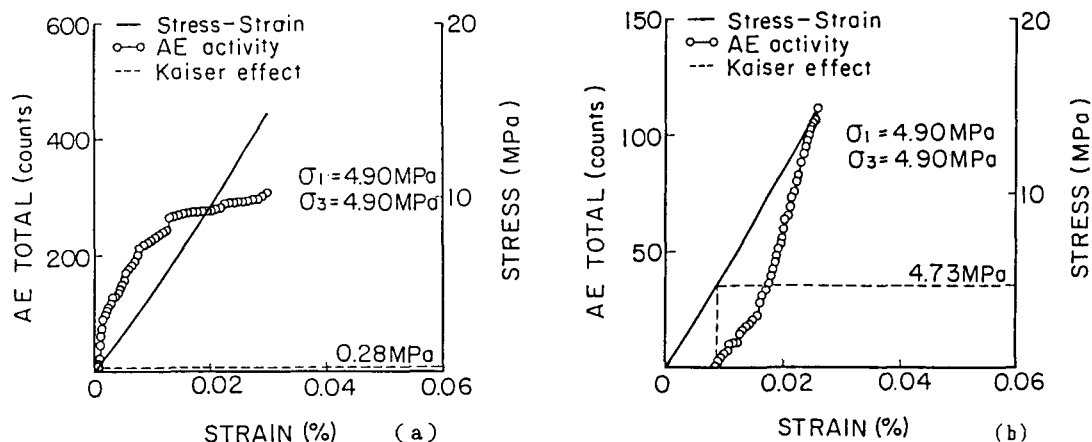


図-1 (a), (b) 既知の主応力比が1の場合 ($\sigma_3=4.90\text{ MPa}$)

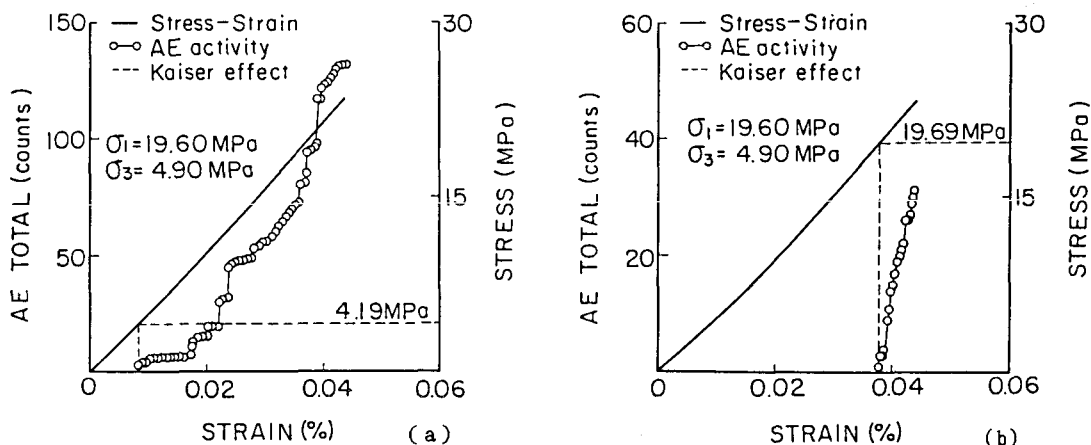


図-2 (a), (b) 既知の主応力比が0.25の場合 ($\sigma_3=4.90\text{ MPa}$)

4. おわりに

現位置の岩石は三次元応力を受けているため、採取した岩石試料にはひずみも三次元的に残留しているはずである。この状態を模擬的に再現する意味で、三軸セル内にセットした円柱供試体に三主応力を繰り返し与え、主応力方向にひずみを残留させた。供試体でここでのひずみ飽和の状態にあれば、ある方向に残留させた真の応力は、カイザー効果を利用すると他方向に残留しているひずみの影響を受けることなく推定できることがわかった。したがって、現位置から採取した岩石供試体を用いて初期応力の推定を試みる場合には、カイザー効果を利用すればよいと言える。

参考文献

- 1) 村山, 道広, 斉藤, 吉岡., 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384号 / III-4, 1985, pp. 107 ~ 112
- 2) 村山, 道広, 藤原, 畑., 花崗岩のクリープひずみとカイザー効果の関係, 土木学会論文集投稿中