

Ⅲ-315

三軸圧縮下におけるピーク強度以降のカイザー効果に関する実験

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

岩石の破壊過程においては、微小き裂の発生成長によりアコースティック・エミッション（以下AE）が発生する。このAEの特性の一つにカイザー効果があり、採取したコア試料の一軸圧縮試験を行い地圧の推定が行われている¹⁾。一般に岩盤内における応力状態は三軸状態にあり、実験室内での再載荷状態が原位置での応力状態と等しいときカイザー効果はより明瞭に観察されることが考えられ、三軸圧縮の漸増繰返し載荷を行った。側圧の違いによりピーク強度以降の変形性が異なることから、ピーク強度以降までの繰返し載荷におけるカイザー効果について検討を行った。

2. 実験方法

2.1 岩石試料

実験に用いた試料は宇都宮市大谷町周辺より採取された細目の凝灰岩（大谷石）である。ブロック状の試料より $\phi 5 \times h 10$ cm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 実験方法

側圧の大きさにより軸差応力-ひずみ曲線は変化し、低い側圧ではひずみ軟化、高い側圧ではひずみ硬化となる。そこでピーク強度以降の変形性の違いによる影響を検討するために一軸圧縮と側圧0.98, 9.8MPaの場合について実験を行った。載荷はひずみ速度を0.1%/minとして、軸ひずみを0.3%ずつ1.5%までの繰返し漸増載荷を行った。なお、各ひずみの保持時間は5分間とした。

三軸圧縮下におけるAE計測は図-1に示すように、上下加圧盤内に設置したAEセンサーにより計測を行った。また、試験片上下に設置したセンサーのAE到達時間差を用いて、試験片の端面付近より発生するAEを除去して計測を行っている。

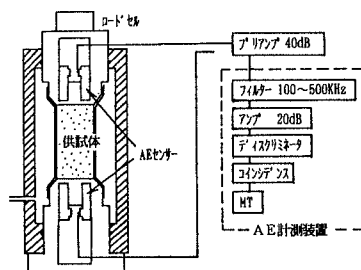


図-1 実験概略図

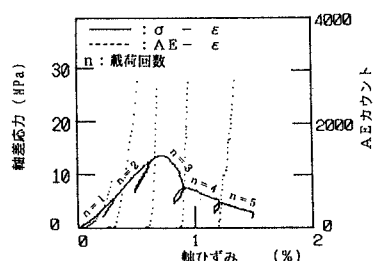
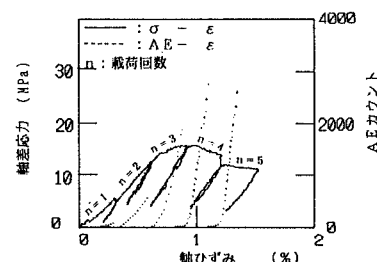
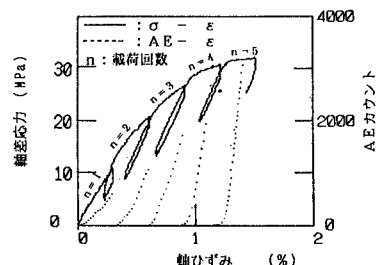


図-2 一軸圧縮の繰返し漸増載荷

図-3 軸差応力の繰返し漸増載荷
($\sigma_3=0.98$ MPa)図-4 軸差応力の繰返し漸増載荷
($\sigma_3=9.8$ MPa)

3. 実験結果と考察

一軸圧縮，側圧0.98MPaにおけるA Eカウントと軸差応力-ひずみ曲線を図-2，3に示す．A E発生傾向は，ピーク強度以前の繰返し载荷においては，各先行最大応力を越える付近よりA Eが発生しており，カイザー効果が明瞭に観察された．側圧9.8MPaにおけるA Eカウントと軸差応力-ひずみ曲線を図-4に示す．応力-ひずみ曲線には明瞭なピーク強度はなく，繰返し载荷5回目で一定応力を示している．A Eは各先行最大応力レベルに達する付近より発生しており，カイザー効果が明瞭に観察された．

カイザー効果による先行最大応力の推定結果を図-5に示す．図中の番号nは繰返し载荷n回目を表し，点線の区間は推定誤差10%の範囲を示している．一軸圧縮，側圧0.98MPaの場合には，ピーク強度以前では精度よく推定されているが，ピーク強度以降ではひずみ軟化傾向により先行最大応力を越える応力レベルまで载荷されないため，A E急増点より求めた推定応力は各先行最大応力に対して30～40%過小評価となった．側圧9.8MPaの場合には，ピーク強度付近（n=4,5）での推定はそれ以前（n=2,3）に較べ推定誤差が大きくなる傾向にあるが，誤差10%以内で推定されている．

A Eの発生傾向は図-2～4より，再载荷時の応力ひずみ曲線が先行载荷時の応力ひずみ曲線の延長線上をたどる付近より発生していることがわかる．そこで，A E急増点から先行载荷の除荷時の軸差応力と先行最大軸ひずみの推定を行った．図-6に除荷時の軸差応力の推定結果を示す．各推定値は誤差10%以内にあるが，ピーク強度以前では最大軸差応力推定の場合よりも誤差がわずかに大きくなった．ピーク強度以降の推定では，一軸圧縮，側圧0.98MPaのひずみ軟化域においても誤差10%以内となり，また，側圧9.8MPaのピーク強度付近の推定（n=4,5）も誤差が小さくなる傾向を示した．

最大軸ひずみの推定結果を図-7に示す．各側圧とも先行軸ひずみ1.2%まではほぼ直線上にプロットされており，ピーク強度以降の推定においても精度よく推定されている．図-5，6の軸差応力の推定結果と比較すると誤差は小さく，カイザー効果はひずみに対応していると考えられる．

4. まとめ

三軸圧縮の繰返し漸増载荷におけるA Eは，再载荷時の応力ひずみ曲線が先行载荷時の応力ひずみ曲線の延長線上をたどる付近より発生しており，ピーク強度以降においてもカイザー効果は明瞭であった．このA E発生点は最大軸ひずみに対応しているようである．

〔参考文献〕

- 1) 土木学会岩盤力学委員会：初期地圧測定法の現状と課題，土木学会，1992

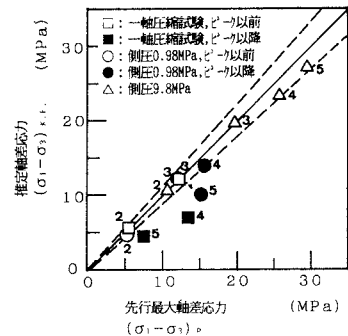


図-5 最大軸差応力の推定結果

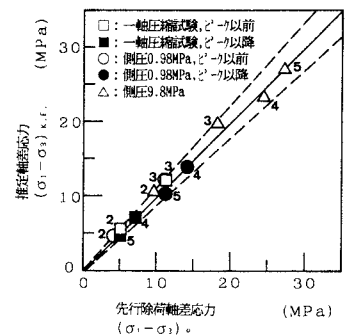


図-6 除荷時の軸差応力推定結果

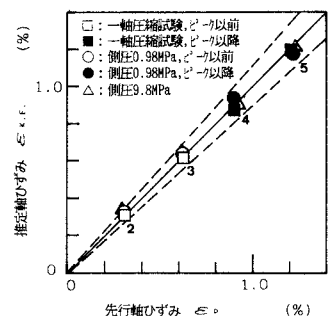


図-7 最大軸ひずみ推定結果