

Ⅲ－30 三軸圧縮によるピーク強度以降のカイザー効果と拘束圧の関係

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

1. はじめに

Acoustic Emission（以下AEと記す）のカイザー効果（最大履歴応力まではAEが発生しない現象）を用いて初期地圧の推定が行われている。このAE法は金川ら¹⁾によって提案され、採取した岩石コア試料に一軸圧縮を行い、このときのAE急増点から地圧を推定している。しかし、岩石コア試料の一軸圧縮強度付近では推定精度が低下することが知られている。また、一軸圧縮強度を超える領域の推定が不可能である。そこで三軸圧縮を用いたカイザー効果について実験的検討を行っている。本研究では先行载荷としてピーク強度以降まで载荷した供試体に対して、先行载荷時とは異なる大きさの拘束圧で再载荷を行った場合のカイザー効果に関する実験的検討を行った。

2. 実験方法

宇都宮市大谷町瓦作地区の深度45mより採取した凝灰岩（大谷石）を用いた。ブロックの試料より $\phi 5 \times h 10$ cmの供試体を作製し、110℃で24時間乾燥させた後、室温状態のもどして実験に用いた。

载荷は先行载荷として拘束圧を20kgf/cm²とし、軸方向に変位速度0.1mm/min一定として、ピーク強度以降までの载荷を行った。再载荷は、この先行载荷を除荷した後、拘束圧を10, 20, 30kgf/cm²として軸差荷重の载荷を行った。

この载荷過程においてAEの計測を行った。AE計測は共振周波数140kHzのセンサーを上加圧盤内に設置し計測を行った。計測された信号はプリアンプで40dB増幅した後、メインアンプでさらに20dB増幅した。ディスプレイは载荷を行っていない状態でノイズを計測しない程度(40mV)とした。

3. 実験結果と考察

先行载荷時の軸応力とAE発生状況を図-1に示す。ピーク強度以降に軟化傾向を示している。AEは载荷とともに発生し、ピーク強度付近から急増する傾向にある。このときのピーク強度は193.2kgf/cm²で残留強度は171.7kgf/cm²であった。

このような先行载荷に対して拘束圧を30kgf/cm²として再载荷を行った場合の軸応力とAE発生率増分を図-2に示す。応力の推定は、一般にはAEカウントやAEレートカウントの増加点を目視により求めているために個人差や曖昧さが避けられない。そこで、AE発生率増分を用いてAE急増点を判定し、応力推定を行った。AE発生率増分は時間間隔 Δt のAEレートカウントの増分であり、そのピーク点からAE急増点を判定する。図-2では Δt を12, 20, 40secとして計測時間間隔の4secごとにAE発生率増分を求めている。600sec付近にピーク点があ

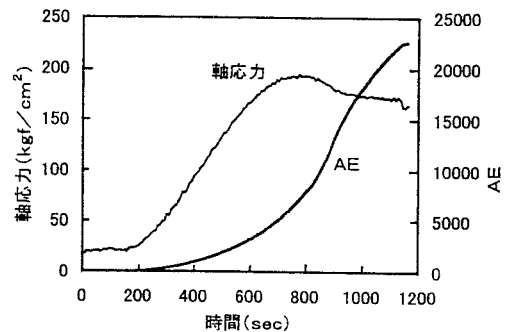


図-1 先行载荷時の軸応力とAE発生状況

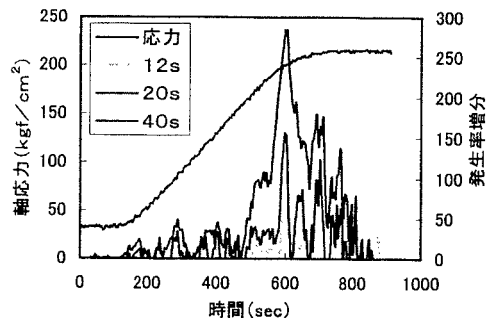


図-2 再载荷時の軸応力とAE発生率増分

り、その点から軸応力として208kgf/cm²が推定された。

このようにして求めた応力と拘束圧の関係を図3に■で示す。縦軸はAE急増点の軸差応力と先行載荷時の除荷直前における軸差応力との比で示した。この応力比が1の場合にはカイザー効果は先行載荷時の軸差応力に対応していることになる。拘束圧が先行載荷時より小さな場合には応力比は1より小さく、拘束圧が先行載荷時より大きな場合には応力比は1より大きくなる傾向にある。

先行載荷時には明瞭な破断面が生じていることから、再載荷過程におけるAEはその破断面のすべりに対応していることが考えられる。そこで再載荷時の軸差荷重を載荷する過程において、先行載荷時の除荷直前の有効せん断応力 ($\tau' = \tau - \mu \sigma$) の大きさを越えるときの応力を求めた。結果を図-3に示す。摩擦係数 μ は0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8として求めた。先行載荷時同じ拘束圧で再載荷を行った場合 (20 kgf/cm²) に応力比が1を通る直線で示され、摩擦係数が大きいほどその傾きは大きくなっている。実験結果と対応する傾向を示している。

つぎに、先行載荷時と再載荷時のAE簡易周波数の変化を図-4、図-5に示す。簡易周波数は1イベントあたりのオシレーションカウントと継続時間から求められるもので、4secごとの平均を求めて図示した。図-4より先行載荷時のピーク強度まではその値は0.1~0.25MHzとばらついているが、ピーク強度以降にはほぼ0.1~0.15MHzの値になっている。コンクリートの圧裂引張および圧縮せん断試験における簡易周波数は開口型ひび割れの場合がせん断型ひび割れの場合よりも簡易周波数が高い値であることが報告されている。このことから先行載荷 (図-4) においては、ピーク強度以前は引張やせん断が混在した状態にあり、ピーク強度以降はせん断が主要となっていることが推察される。再載荷過程 (図-5) では、AE急増点の600 sec付近より簡易周波数の平均は0.1MHzの値に収束しており、先行載荷時の除荷直前の値に対応する傾向にある。このことからピーク強度を超えた領域のカイザー効果は先行載荷時のすべりに対応していると考えられる。

〔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

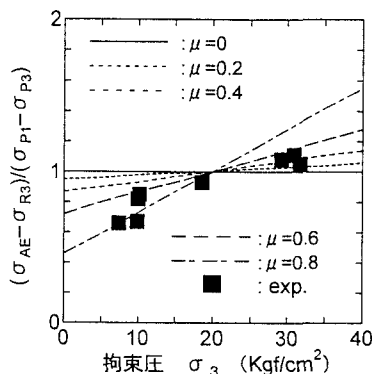


図-3 AE急増点の軸差応力と拘束圧の関係

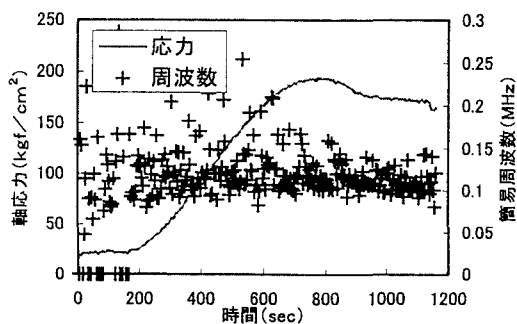


図-4 先行載荷時のAE簡易周波数

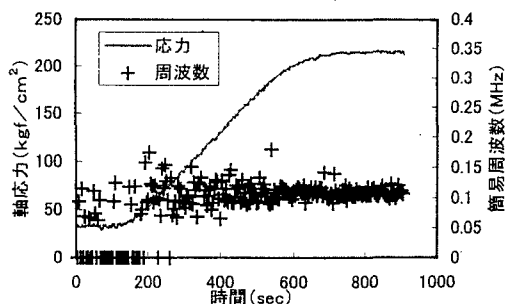


図-5 再載荷時のAE簡易周波数