

Ⅲ-A 345

岩石の三軸圧縮下におけるAE振幅分布について

日本大学工学部 正会員 渡辺 英彦

日本大学工学部 正会員 田野 久貴

1.はじめに

岩盤を構成する岩石が変形、破壊する際にAEが発生する。一般に岩石は水分状態や拘束圧の大きさにより変形性が異なることから、発生するAEにも違いが生じるものと考えられ、三軸圧縮下のAEカウントについてはWeibull分布を用いた解析を行っている¹⁾。ここではAEの振幅に着目し、乾燥状態と湿潤状態の供試体を用い、いくつかの拘束圧下においてピーク強度以降までの載荷を行い、変形性の違いと計測されたAEの振幅分布について実験検討を行った。

2.実験方法

2.1 岩石試料 : 試料は宇都宮市大谷町周辺より採取した細目の凝灰岩(大谷石)である。ブロック状の試料より $\phi 5 \times h 10\text{cm}$ 、端面の平行度 $1/20\text{mm}$ 以内の円柱試験片を作製した。この供試体を乾燥状態と湿潤状態の二つの状態にして実験を行った。乾燥状態は整形後に 110°C で24時間乾燥させ、デシケーター内で室温までもどして用いた。湿潤状態は整形後24時間以上水中につけたものとした。

2.2 載荷方法 : 乾燥状態の供試体は一軸圧縮と拘束圧を15,30,45,60,75 kgf/cm^2 として三軸圧縮を行った。湿潤状態の供試体は拘束圧を5,10,15,20 kgf/cm^2 とし非排水状態で載荷を行った。載荷は所定の拘束圧を載荷した後、ひずみ速度を毎分0.1%としてピーク強度以降までの載荷を行った。

2.3 AE計測方法 : AEの計測は上部加圧盤内に設置したAEセンサにより行った。使用したAEセンサの共振周波数は140kHzであり、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。

3.実験結果と考察

3.1 強度特性 : 各拘束圧と最大軸差応力の関係を図1に示す。乾燥状態(O)では各拘束圧で強度にバラツキがあるが拘束圧の増加により最大軸差応力も増加する傾向にある。湿潤状態(●)では強度のバラツキが小さいく、乾燥状態での強度の45~50%程度の値に低下している。

3.2 AEのm値 : ある地点で記録された地震動の最大振幅Aの度数分布に関して式(1)の石本-飯田の式がある。

$$n = k A^{-m} \quad (1)$$

ここに、nは最大振幅が $A \sim A+dA$ までの地震発生数、mとkは定数である。三軸圧縮下で計測されるAEの振幅分布に(1)式を適用し、m値を求めた。このm値はAE発生数と最大振幅とを両対数に表し、直線近似したときの傾きより求められる。乾燥状態の拘束圧45 kgf/cm^2 において、ある時間までに発生したAEの振幅分布を図2に示す。プロットされている全ての点は直線的に右下がりの傾向にあり、

キーワード : AE, 三軸圧縮, m値

連絡 先 : 〒963-8624 郡山市田村町徳定字中河原1 TEL 0249-56-8722 FAX 0249-56-8858

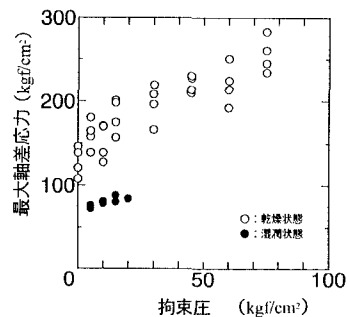


図1 拘束圧と最大軸差応力

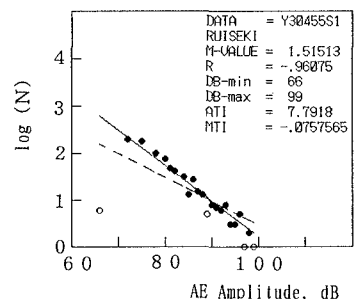


図2 AE振幅分布

(乾燥状態、拘束圧45 kgf/cm^2 の場合)

小さい振幅のA Eが多く、大きな振幅のA Eが少ないことを示している。この全てのデータに対して直線近似を行ったのが点線で示した直線近似である。70dB以下の発生数が少ないために全体の傾向を表していないようであり、相関係数は-0.72である。そこで、発生数1カノは対象外として直線近似を行い、この近似より求められる推定値と測定値との誤差について99.9%の信頼区間のデータのみを用いて再び直線近似を行った。その結果が図中の実線であり、その時に用いたデータは●である。全てのデータを用いた点線の直線近似に比べ、相関係数は-0.96となり全体の傾向をよく表している。

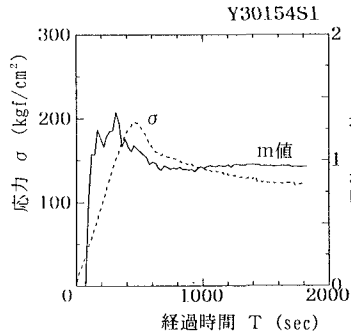


図3 乾燥状態の応力とm値
(拘束圧15kgf/cm²の場合)

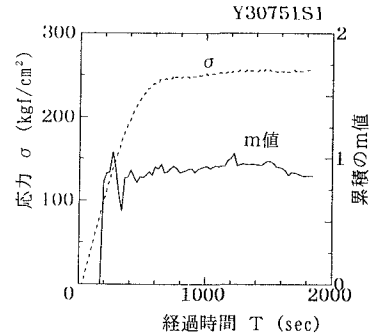


図4 乾燥状態の応力とm値
(拘束圧75kgf/cm²の場合)

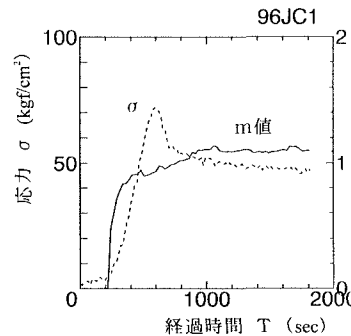


図5 湿潤状態の応力とm値
(拘束圧5kgf/cm²の場合)

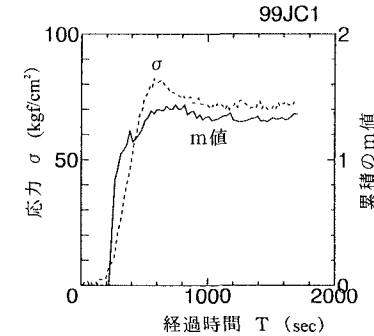


図6 湿潤状態の応力とm値
(拘束圧20kgf/cm²の場合)

3.3 乾燥状態と湿潤状態のm値：乾燥状態での拘束圧15,75kgf/cm²の応力（点線）とm値（実線）の変化を図3、図4に示す。拘束圧0,15,30kgf/cm²での応力は図3に示すようにピーク強度以降耐荷力が減少したが、拘束圧45,60,75kgf/cm²では図4に示すように耐荷力の低下はなくほぼ一定の値を示した。m値の挙動は拘束圧が小さい場合にはピーク強度直前に低下する傾向にあるが、拘束圧が大きい場合にはm値の低下傾向は小さいようである。これは拘束圧が小さい場合の破壊がピーク強度付近から急激に進行するために振幅の大きなA Eの発生する割合が多くなるのに対して、拘束圧が大きい場合にはピーク強度以降も破壊が徐々に進行するのに対応しているためと考えられる。

湿潤状態での拘束圧5,20kgf/cm²の場合の応力とm値の変化を図5、図6に示す。拘束圧5,10kgf/cm²では図5に示すようにピーク強度以降耐荷力が減少したが、拘束圧15,20kgf/cm²の場合には図6に示すように耐荷力の低下は小さかった。m値の変化は拘束圧の大きさに関係なくピーク強度以降も緩やかに増加または一定の値を示す傾向となり、乾燥状態のようなピーク強度直前の減少傾向はなく、水分状態の違いにより計測されるA E振幅分布に異なる傾向がみられた。

4.まとめ

乾燥状態と湿潤状態の凝灰岩を用いて、ピーク強度以降までの三軸圧縮試験を行い、その時に計測されたA Eの振幅分布を求めた。乾燥状態で拘束圧が小さい場合にはピーク強度直前でm値は低下する傾向を示したが、拘束圧が大きくなると明瞭なm値の低下は観察されなかった。湿潤状態では乾燥状態のようなm値の低下傾向はみられなかった。

〔参考文献〕1) 田野, 吉澤, 渡辺: AEによる岩石のピーク強度予測の検討, 第27回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, pp.251～255, 1996