

一軸圧縮試験および AE 震源決定に基づく 分布亀裂を含む材料の強度特性評価

東北大学 学生会員 ○加藤 雅一
正会員 京谷 孝史
フェロー 岸野 佑次

1. はじめに

岩盤は亀裂や割れ目などの多くの不連続面を含んでいるため、不連続面の力学的影響を知ることは、岩盤の力学的挙動を知る上で非常に重要である。本研究は不連続面を模擬した厚紙を分布させた石膏供試体に対し一軸圧縮試験を行い、AE(AcousticEmission) 測定およびその震源決定¹⁾を行い、微視的な内部破壊の始まりから非線形な荷重-変位応答、ピーク強度発現までの様子を観察した。

2. 供試体および一軸圧縮試験について

試験に用いた供試体は石膏とケイ砂と水を混ぜ合わせて作成した。その質量比は石膏:ケイ砂:水=1:1.5:0.8 である。形状は $140 \times 70 \times 30(\text{mm})$ の角柱である。供試体には不連続面として幅×厚さが $20 \times 1.0\text{mm}$ の硬質なボール紙を千鳥状に分布させ、それを充填物のある分布不連続面とした。さらに亀裂の角度を水平面からみて、 0° 、 22.5° 、 45° 、 67.5° の4段階に変化させた。図-1 に供試体の写真を示す。このように作成した供試体に対して一軸圧縮試験を行った。試験は $0.05\text{mm}/\text{min}$ の変位制御で行い、供試体が破壊して荷重が減少に転じるまで行った。

3. 一軸圧縮試験，AE 震源決定結果と考察

供試体はほとんどが図-2 のように、供試体を斜めに袈裟懸けするように亀裂が生じ、破壊した。しかし実際に亀裂が目視できるようになったのは、すでに応力曲線がピークを越えて供試体にかかる軸応力が減少している時だった。したがって、亀裂が供試体表面に出てくる前にすでに供試体内部で破壊が生じていることがわかった。本研究では、AE 震源決定を用いてこの内部破壊の始まりを観察し、その亀裂角度による違いを検討した。

試験では図-3 のような応力曲線が得られた。供試体に荷重を加えていくと、図-3 に示すように最初はタッチングの影響で応力曲線は曲線になり、その後しばらくは線形を示す。本研究ではその応力曲線の線形部分に注目し、その部分に対して詳しく AE 震源決定を行った。結果は図-4 のようになり、タッチング後まもなく発生した AE 震源の近くに、AE 震源が集中する傾向があることが判明した。

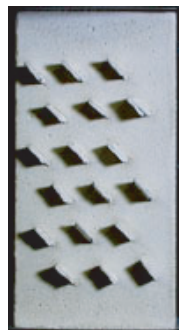
そこで、タッチング後の線形部分において、AE 震源が最初に発生した時の応力を読み取り、これを AE 震源によ



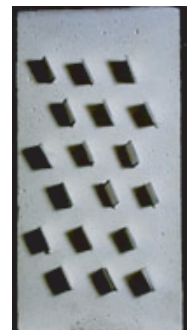
亀裂角度 0°



亀裂角度 22.5°



亀裂角度 45°



亀裂角度 67.5°

図-1 供試体例

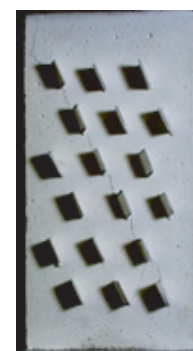


図-2 供試体破壊状況

て判定された初期降伏と見なし、AE 判定降伏応力と名付けて各角度において比較した。また応力曲線が線形からはずれ始める点を供試体の初期降伏応力として、ピーク応力と合わせて比較した結果を図-5 に示す。

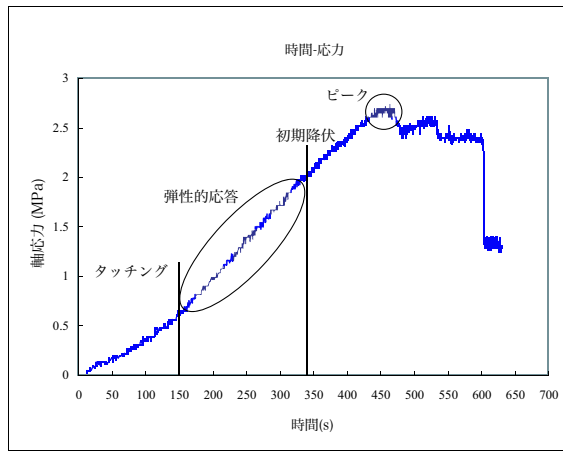


図-3 応力曲線

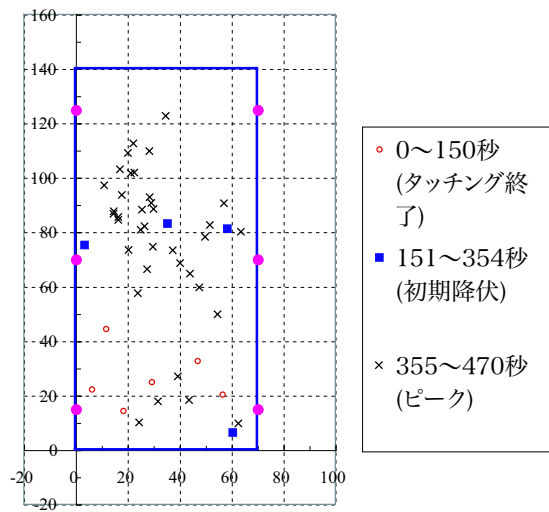


図-4 AE震源決定結果

図-5 より，AE 判定降伏応力は初期降伏応力と同じ傾向を示し，亀裂角度 0° で最小，亀裂角度 67.5° で最大になった．また AE 判定降伏応力は初期降伏応力の約半分の値になった．これは供試体の初期降伏に達するよりかなり前に供試体内部で破壊が始まっていることを示している．

次に AE 判定降伏，初期降伏時のひずみエネルギーを求め，供試体が吸収したエネルギーについて考察を行った．ここでは供試体のヤング率を E ，軸応力を σ として，ひずみエネルギーを (1) 式により定義した²⁾．

$$\text{ひずみエネルギー} = \frac{\sigma^2}{2E} (\text{MPa}) \quad (1)$$

以上のようにして求めたひずみエネルギーを図-6 に示す．図-5 と図-6 より，ひずみエネルギーは降伏応力とは異なる傾向が見受けられることがわかった．

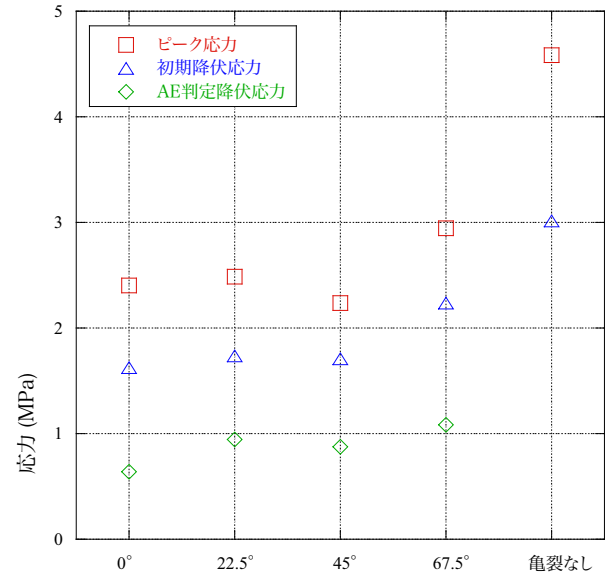


図-5 各応力の比較

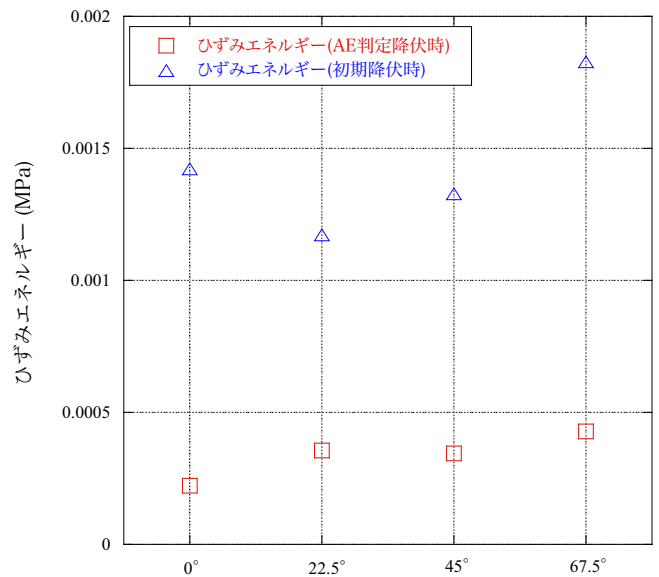


図-6 ひずみエネルギーの比較

4. おわりに

本研究では AE 震源決定を用いて，供試体内部における微視的な破壊の始まりを見つけることを試みた．その結果，応力曲線の線形部分の初期に内部破壊の始まり (AE 判定降伏) がある傾向が見受けられた．

参考文献

- 1) 丹羽義次，大津政康：アコースティック・エミッションの特性と理論 4.1 破壊源探査
- 2) 園田佳臣，島田英樹：工学基礎・固体力学 2.5 弾性ひずみエネルギー