

Ⅲ-55 一軸圧縮試験及びAE試験に基づく 分布亀裂を含む材料の強度特性評価

東北大学 学生会員 ○若生 和則
正会員 京谷 孝史
フェロー 岸野 佑次
正会員 石井 建樹

1. はじめに

岩盤は多くの不連続面を含む複雑な構造からなっており、その不連続面が強度特性に与える影響を把握することは非常に重要である。そこで著者は、岩石材料の力学特性と不連続面の分布状況の情報から、岩盤の変形強度特性を定量的に予測評価する方法の研究を進めている^{1),2),3)}。本研究は分布開口亀裂を含む石膏供試体を用いて、一軸圧縮試験およびAE計測を行い、不連続面として分布亀裂を含む材料の強度特性を実験的および数値解析的に検討する。

2. 供試体について

図-1に示すような分布開口亀裂を有する石膏供試体に対して一軸圧縮試験およびAE計測を行う。供試体の大きさは $70 \times 140 \times 30\text{mm}$ で、亀裂の角度を5段階に変化させる。基質部の石膏ペーストは特級焼石膏を用い、石膏：水の比率を10：7で作成し、室温で1日間静置後、 50°C の恒温槽内で48時間養生させた。この条件下での円柱供試体による要素試験の結果を表-1に示す。

一つの開口亀裂の大きさは $10 \times 0.4\text{mm}$ である。亀裂角度については、水平からの角度を 22.5° 間隔で $0^\circ \sim 90^\circ$ まで変化させた5種類とした。これらを千鳥配列に配置し、試験を実施した。

3. 一軸圧縮試験およびAE計測

一軸圧縮試験およびAE計測より得られる典型的な荷重およびAEカウント数の関係を図-2に示す。このグラフより、強度特性としては、AE多発点での荷重、降伏荷重、ピーク荷重が考えられる。各種供試体におけるそれらの強度を図-3に示す。ピーク強度、降伏強度、AE多発点強度は 22.5° が最も小さく、以降角度が大きくなるにつれて大きくなっている。

AEイベントと初期降伏の関係についてみると、 0° ではAE多発点が生じた後降伏した。それに対し 67.5° や 90° では降伏後にAE多発点が生じた。また、 22.5° と 45° ではAE多発点が生じたと同時に降伏した。亀裂角度の影響でAE多発点の発生と降伏の順序が異なることがわかった。

ひび割れの進展の仕方も既存亀裂角度によって違いが見られた。亀裂角度 $0^\circ \sim 90^\circ$ までの典型的なひび割れの様子を図-4にまとめる。

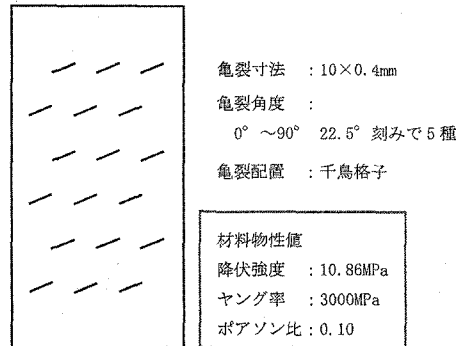


図-1 供試体概要

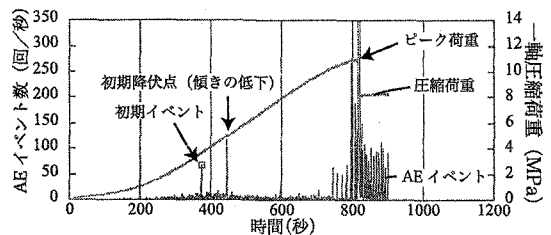


図-2 時間-荷重, AE 関係例

- 0° や 22.5° では、供試体内の全域で既存亀裂の先端よりやや内側からひび割れが発生する。
- 45° では、既存亀裂の先端からひび割れが発生して、近接する亀裂が連結する傾向がある。ただし、中央部では直接、周辺部では一度載荷軸方向へ向かってから連結する様子が見られた。
- 67.5° でも、既存亀裂の先端からひび割れが発生する様子が見られた。各種供試体で中央部と周辺部でひび割れの進展異なり、周辺部では斜め方向の亀裂を連結し、中央部では載荷軸方向の亀裂が連結した。
- 90° では亀裂からの進展は見られず、載荷面が剥離する結果となった。

以上より、ひび割れの発生・進展状況が異なることから、強度の差が生じていると考えられる。分布亀裂を含む材料の強度は、破壊状態が変化することで大きく異なってくると言える。

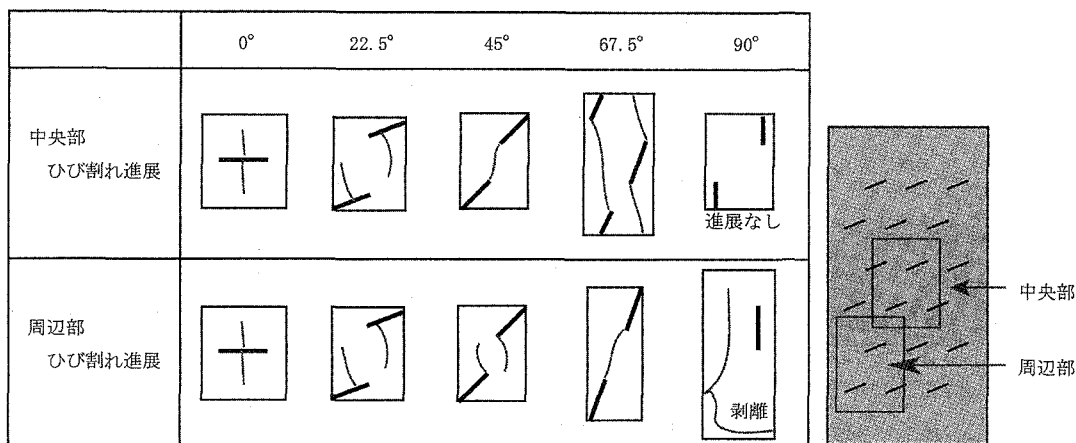


図-4 ひび割れ進展傾向

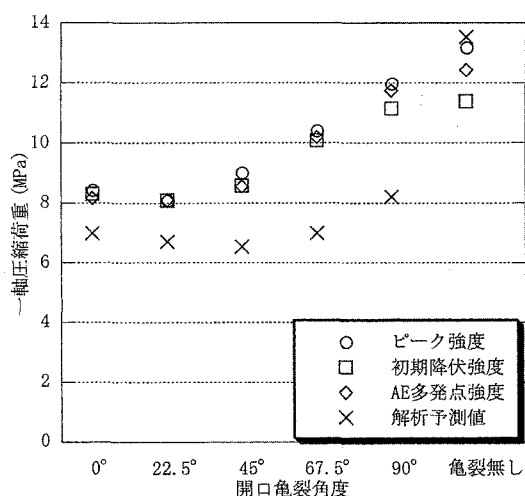


図-3 各種供試体の強度傾向

4. 極限支持力解析

この強度予測値は、開口亀裂を連続弱層とみなし、均質化法を用いて均質化弾性係数、巨視的破壊基準を求め、それを用いて実際の実験に適合する境界条件の下、一軸圧縮試験の極限支持力解析を行って算出したものである。

図-3には解析による強度予測値も併せて示してある。解析結果については、実験結果に比べ全体的にかなり小さく評価される。実験結果と異なり45°で最小となるが、全体としては類似した傾向を示す。ただし亀裂なしの結果は他の解析結果に比べ非常に大きく評価され、実験のピーク強度に近い値となった。

解析で算出される強度は、ユニットセル内における1要素でも破壊基準に至る時点の強度を元に、全体の破壊基準

を決定している。それに対し今回実験ではAE多発点がひび割れが大きく進展した時点をつらえていると考えられる。

5. おわりに

本研究により、分布亀裂を含む供試体は亀裂の配置条件によってひび割れが発生・進展する傾向が様々で、それに伴い破壊の様子が異なり、その強度特性に影響していることがわかった。均質化法に基づく解析手法は、傾向を十分捕らえていると言え、評価の対象とする破壊挙動に関して改善を行えば、破壊予測に役立つと考えられる。

参考文献

- 1) 京谷孝史, 欧陽立珠, 寺田賢二郎: 岩石の力学特性と不連続面画像情報による岩盤の変形強度特性評価, 土木学会論文集, 第631号/III-48, pp.131-150, 1999.
- 2) 神部匡毅, 岸野佑次, 京谷孝史, 石井建樹, 山田耕一郎, 梅沢圭祐: 分布亀裂を含む材料の変形特性評価に関する実験的及び数値解析的検討, 平成15年度土木学会東北支部技術研究発表会概要講演集, pp.414-415, 2004.
- 3) 篠田健, 京谷孝史, 岸野佑次: 分布亀裂の進展・連結に注目した材料の強度特性評価に関する実験的研究, 平成16年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集/III-7, pp.382-383, 2005.