

## 既存不連続面にまつわる破壊挙動と強度特性に関する実験的研究

木更津工業高等専門学校 正会員 ○石井 建樹  
 木更津工業高等専門学校 伊藤 理大  
 木更津工業高等専門学校 藤川 亜美  
 木更津工業高等専門学校 正会員 嶋野 慶次

## 1. はじめに

岩盤は、複雑な荷重を受けた自然材料であり、断層や節理などの多くの不連続面を含む複雑な構造を有している。そのため、その力学挙動は不連続面の配置状態とそれにまつわる亀裂の進展による構造変化に支配される。したがって、岩盤の力学挙動の把握には、そうした破壊が強度特性に与える影響を把握する事が重要である。本稿では破壊現象が強度特性に与える影響を把握する試験方法の構築を目指す。

## 2. 試験方法

本研究では、単一不連続面を有する石膏供試体を用いて一軸圧縮試験(図-1)を行う。亀裂の計測には、AE(Acoustic Emission)計測、写真撮影、クラックゲージ・ひずみゲージの使用を考えた。供試体には単一不連続面の角度を変化させて配置し、亀裂の進行状況がその圧縮強さにどのような影響を及ぼすかを検討する。試験は0.01MPa/secの荷重制御で行う。

試験用の供試体と作製した供試体の一例を図-2に示す。供試体の寸法は160×88×40(mm)とし、中央部に単一不連続面を設ける。単一不連続面の寸法は20×0.9(mm)の開口亀裂とし、水平からの角度を15度~60度までの15度間隔で変化させた4種の供試体を準備する。供試体は石膏:水を7:5の重量比で混ぜ合わせて作製する。この材料特性値は、ヤング率5.84GPa、ポアソン比0.24、圧縮強さ10.86MPa、引張強さ2.03MPaであった。

## 3. 亀裂の各種計測方法

## (1) AE計測

材料の破壊過程を把握するには、AEの発生する頻度の特性を調べることが有効な方法とされている。しかし、計測する周波数と音波速度の関係から、その精度は5cm程度の誤差を含んでいる。そのため今回の供試体には適さないため、AE計測は断念した。

キーワード 強度 破壊 亀裂 岩盤

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東2-11-1 木更津工業高等専門学校環境都市工学科 TEL0438-30-4156



図-1 一軸圧縮試験の様子

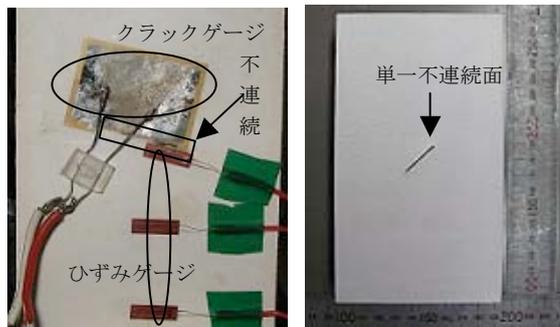


図-2 供試体

## (2) デジタル一眼レフカメラによる撮影

デジタルカメラはCANON 5D:(1280万画素)を用いる。撮影範囲は供試体の上部2/3とする。荷重が開始してから10秒毎に亀裂進展の様子や既存不連続面周りの変形を撮影する。

## (3) クラックゲージによる計測

カメラによる計測だけでは、精度の良い結果を得られないことは容易に想像できる。そこで、クラックゲージによる亀裂進展距離の計測を並行して行う。本試験では、不連続面から進展する亀裂の長さを測定するために図-2のように不連続面の上部に貼り付けた。しかしながら、供試体の寸法による原因か、本実験ではクラックゲージにより有効な結果を得られなかった。

(4) ひずみゲージによる計測

ひずみゲージの計測値には、亀裂の発生を前後して何らかの変化が得られるはずである。そこで、**図-2**のように不連続面の下部に3枚貼り付けた。1枚は不連続面先端に貼り、残りは不連続面中心から下方に30mmと60mmの所に水平に配置する。

4. 実験結果の検討

本実験では、写真とひずみゲージでしか有効なデータが得られなかった。そこで、それらのデータを組み合わせることで、破壊現象を捉えることとする。

4.1 撮影したデジタル画像による検討

デジタル画像より単一不連続面から発生する亀裂長さを測定した。**図-3**に圧縮荷重と亀裂長さの関係を示す。ある荷重に達すると亀裂長さが急激に生じることがわかる。単一不連続面の配置角度が大きいほど、その圧縮荷重は大きくなる。

4.2 ひずみゲージによる検討

**図-4**にひずみゲージの計測値と圧縮荷重の関係の例(配置角度15°)を示す。初期段階では、計測値が線形的に推移するが、亀裂が生じるとひずみが非線形的に増加する。この結果から、均質材料であっても石膏などの材料の場合、破壊進行領域が形成されることがわかる。これら3つのゲージで亀裂が発生する荷重に注目して、それぞれの角度と各箇所での亀裂発生荷重の関係を**図-5**に示す。既存不連続面周辺での亀裂発生荷重は30°で最も小さくなる。一方で、2つ目のゲージで亀裂発生が計測される荷重は、配置角度が大きくなるほど大きい。このことから、配置角度によって亀裂進展速度に違いがあり、配置角度が大きいほど急激に亀裂が進展する事がわかる。3つ目のゲージについては、30°で最も早く亀裂が発生しており、各種供試体に関するピーク荷重と同様の傾向を示している。

5. まとめ

本実験結果により、写真により定性的な傾向を抑え、ひずみゲージで精度の良い局所的なデータを得ることで、破壊現象を捉えることができた。亀裂進展挙動は単一不連続面の角度の違いにより、亀裂発生荷重や亀裂の進展速度に違いが生じることがわかった。そうした破壊挙動の違いから、ピーク荷重の違いが説明できる可能性を示した。今後は、亀裂進展に影響を及ぼすメカニズムについて考察を深め、強度特性評価の構築を目指したい。

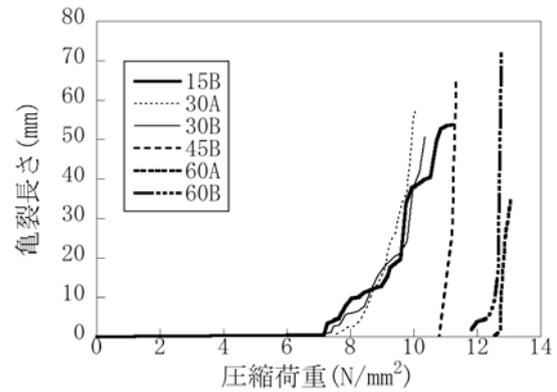


図-3 圧縮荷重と亀裂長さの関係

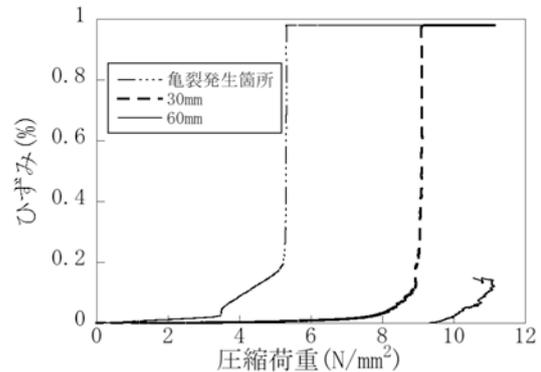


図-4 圧縮荷重とひずみ測定値の関係

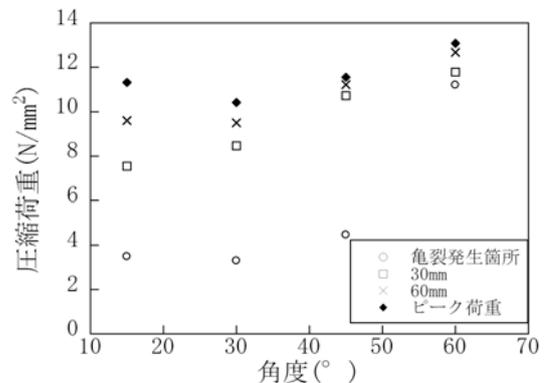


図-5 亀裂発生時の載荷重

参考文献

- 1) 大西有三, 古木守靖: 岩盤崩壊の考え方-現状と将来展望-, 丸善 (2004)
- 2) 若生和則: 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, 土木学会東北支部技術研究発表会講演論文集 (2006)
- 3) 加藤雅一: 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, 土木学会東北支部技術研究発表会講演論文集 (2007)
- 4) 中村正紀: 単一亀裂を含んだ石膏供試体の破壊挙動と強度特性に関する検討, 土木学会東北支部技術研究発表会講演論文集 (2006)