

III - 333

自然放置された堆積軟岩の強度特性

宇都宮大学 学生員 水沼 孝恵
 宇都宮大学 正会員 横山 幸満
 宇都宮大学 正会員 上野 勝利

1. はじめに

既往の研究報告により、大谷石の基本的な力学的挙動は一応の結果が得られたと考えられてきた。これらのうち一軸圧縮強度については細目石で $50 \sim 65 \text{ kgf/cm}^2$ 程度とされ、この結果をもとに大谷地区の安全評価がなされてきた。しかしこの値は我々の研究室のデータによる $80 \sim 100 \text{ kgf/cm}^2$ を大きく下回っている。これは原位置の新鮮な試料と、市販品を強制飽和させた試料の違いによるものと考えられる。そこで以下のような目的で実験を行った。①試料を自然放置し、経過時間に対する飽和度の変化を明確にする。②飽和試料、自然放置試料を用いて一軸圧縮試験を行い、一軸圧縮強度と飽和度の関係を調べる。③AE現象を実験室内で再現し、破壊過程との関係を調べる。④クリープ強度特性について実験を重ねる。

2. 実験概要

2.1 試料 大谷地区北部の地下約90mから採取した荒目石と細目石を $\phi 50 \text{ mm} \times h 100 \text{ mm}$ に加工し、試料として用いた。保存は現地の地下水による水中保存とし、水温を常時 20°C に保った。

2.2 自然放置状態における飽和度変化の測定 試料(12本)を自然放置し毎日一定時刻に質量を測定した。ただし放置直後は一日に3回計測した。質量が一定となったら炉乾燥し、含水比を求め飽和度を算出した。この場合の飽和度は粒子比重から求めたもので、岩石学の「見かけの飽和度」ではない。

2.3 一軸圧縮試験 飽和度を変化させて試験を行った(表-1)。載荷装置は変位制御方式で、モーター駆動により載荷台を一定速度で上昇させることで載荷する。JIS土質試験法に準拠し、載荷速度は $1.0\%/\text{min}$ とした。

2.4 一軸圧縮過程におけるAE測定 プリアンプの利得を40dB、ディスクレベルを60dBとした。AEセンサーを供試体上部に取り付け、一軸圧縮試験の際に放出されるAE、荷重、変位を測定機を介してコンピュータで読み込み記録した(図-1)。

2.5 一軸クリープ試験 一軸圧縮試験から求めた q_u をもとに、応力比 $\eta (= \sigma/q_u)$ を変えて試験を行った。試験装置はペロフラムシリンダーによる応力制御方式である。試験中の供試体の乾燥を防ぐため、水中にセットして行った。水は現地地下水で、水温は 20°C に保った。

3. 実験結果及び考察

3.1 自然放置状態における飽和度変化の測定 放置期間の違いによりグループ1(荒目石3本、細目石3本、以下G1と記す)とグループ2(荒目石6本、以下G2と記す)に分けた。放置直後から7日間ではG1

よりもG2の方が飽和度低下が急速である。定常飽和度も6本の平均がG1で20.9%であるのに対しG2では16.2%となっているが、これはG1の放置期間中の11月15日に大雨が降ったためである。しかし飽和度が放置後1日で70~80%まで急速に低下すること、約15日間で定常状態となることなどは両者共通である。G1では荒目石と細目石の間に相違は認められなかった。また経過日数-飽和度曲線の近似式を、 $S_r = A \cdot \exp(-\alpha t) + B$ ($A = 100 - B$, B : 定常飽和度, t : 経過時間)とおき、測定した全12ケースのデータより最小自乗近似させて α を求めた。その結

表-1

	飽和度制御
飽和	水中保存
不飽和	自然放置(5日、30日) 自然放置後3、72時間吸水

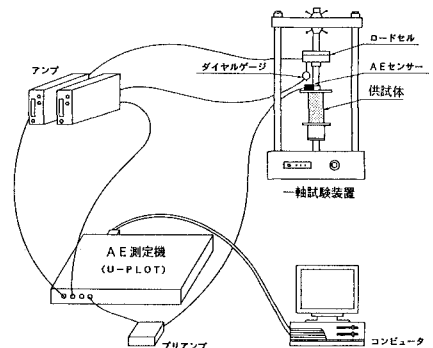


図-1 AE測定システム概略図

果 $\alpha = 0.44$ となり、また平均定常飽和度が18.6%であるので $B = 20$ とすると、 $S_r = 80 \cdot \exp(-0.44t) + 20$ という式で近似できる（図-2）。

3.2 一軸圧縮試験 荒目石の飽和状態での一軸圧縮強度は平均 80.92 kgf/cm^2 であった。石原²⁾の値（試料：細目石） 91.63 kgf/cm^2 と比べると 10 kgf/cm^2 程度下回っている。一般に細目石の方が荒目石よりも強度があることが知られており¹⁾、試料の違いがこのような強度の違いをもたらしたと考えられる。飽和度を变化させた試料による一軸圧縮試験では自然乾燥試料（30日）でばらつきがあるものの飽和試料と同程度、またはそれ以上の強度を有している（図-3）。吸水により乾湿履歴を与えると、強度が飽和状態の時の約1/4まで低下している。また石原²⁾は乾湿履歴を与えると強度は約50%低下すると結論づけており、これらのことから一度乾燥してしまった試料を吸水させた時の試験結果から圧縮強度の評価をすることは妥当ではない。

3.3 一軸圧縮過程におけるAE測定 AE発生件数は供試体の破壊と同時に急増し、残留状態になると一定になって行くのが認められる（図-4）。単位時間当たりに換算すると破壊前のあるひずみを境に増加し始め、破壊において無限大となる。応力-ひずみ曲線からクラックの成長が始まる応力値を見いだす事は困難であるが、AEを計測することによりこれを予知する事が可能であると考えられる。今後はこの応力値とクリープひずみとの関係について明確にする必要がある。

3.4 一軸クリープ試験 図-5からは荒目石と細目石の明確な違いは見られなかった。ただし統計的な破壊時間の予測には、正確な応力比によるデータでなければ信憑性を持たず、今後は瞬時載荷が可能なレバー式試験装置を作成し試験を重ねることが課題である。

4. まとめ

- ① $\phi 50 \text{ mm} \times h 100 \text{ mm}$ の供試体を自然放置すると急速に飽和度が低下し、約15日間で定常状態となる。また近似式を

$$S_r = 80 \cdot \exp(-0.44t) + 20$$

と提案できた。

- ② 荒目石も細目石と同様なパスを通るが乾湿履歴を与えると極端な強度低下が見られる。したがって不飽和試料を吸水させた試験結果による評価は過小評価となりかねず妥当ではない。
- ③ AE発生件数は破壊と同時に増加する。毎分当たりに換算すると破壊前のあるひずみで増加し始め、破壊で無限大となる。

【参考文献】

- 1) 東京通商産業局：大谷地域における大谷石採掘技術指針、1982
- 2) 石原義之：乾湿履歴が堆積軟岩の一軸圧縮強度に及ぼす影響、第28回土質工学研究発表会、pp. 1405-1406、1993

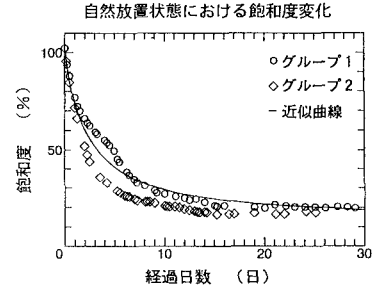


図-2 自然放置状態における飽和度変化

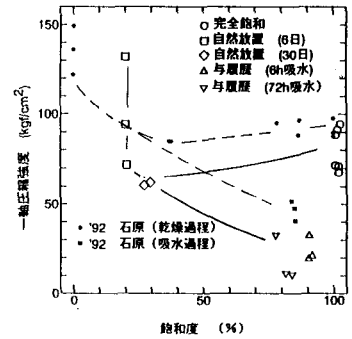


図-3 飽和度—一軸圧縮強度関係

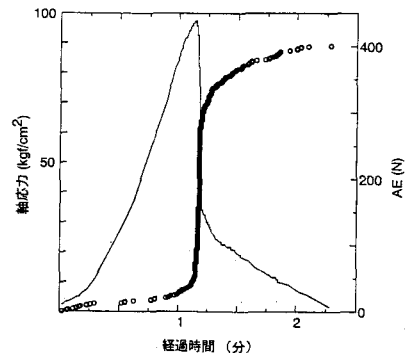


図-4 経過時間—軸ひずみ、AE発生件数関係

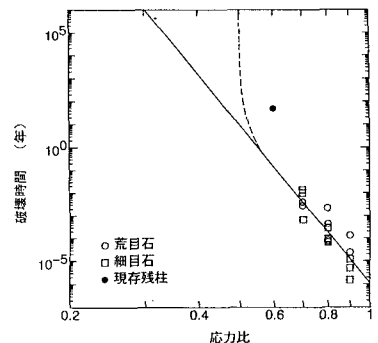


図-5 応力比—破壊時間関係