

京都大学工学部 正会員 谷本親伯 岸田 潔
(株)フジタ 正会員 ○渡辺幸司

1. はじめに 世界的文化遺産であるスフィンクスは、風化による激しい損傷のため修復が必要である。そこで筆者らは、劣化要因としてスレーキング現象に着目し、乾湿を繰り返す静的試験とISRM式動的試験の2つのスレーキング試験からスレーキング特性を評価する。また、それに伴う力学特性の変化を把握し、両者の相関性を考察するとともに劣化機構の解明を行った。本研究では、石灰岩については既に述べられているので¹⁾、モカタム層砂岩についてのスレーキング特性、力学特性について述べる。

2. スレーキング試験 スレーキング特性を把握するための試験方法について十分に確立された方法は存在しない。そこで本研究では、日本で比較的一般に用いられている土木学会の「軟岩の調査・試験の指針」²⁾による簡易スレーキング試験を行った。簡易スレーキング試験においては、110度6時間炉乾燥・2度6時間水浸のサイクルを複数回繰り返した。通常簡易スレーキング試験は、目視観察による形状変化を見るものであるが、定量的に評価するために①乾燥重量変化 ②吸水量変化 ③吸水率変化に着目し、結果の整理を行った。得られた結果を図1～3に示す。なお、乾燥重量は炉乾燥直後に計測した重量、吸水量は水浸直後の重量から乾燥重量を差し引いたもの、吸水率は吸水量を乾燥重量で除したものである。これによると、乾燥重量にはほとんど変化が見られないにもかかわらず吸水量・吸水率ともにやや増加傾向が認められた。また、形状変化の目視観察による評価は0であることから、岩石内部に構造変化があると考えられる。

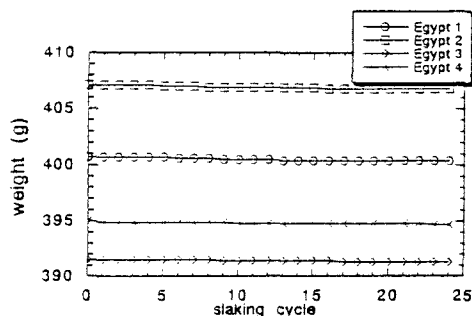


図1 スレーキングサイクル～重量変化

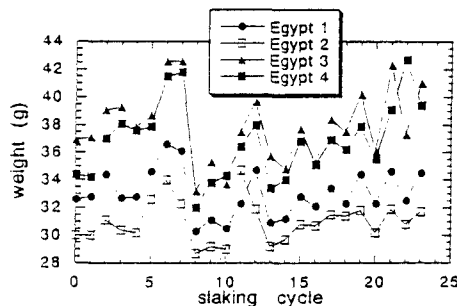


図2 スレーキングサイクル～吸水量変化

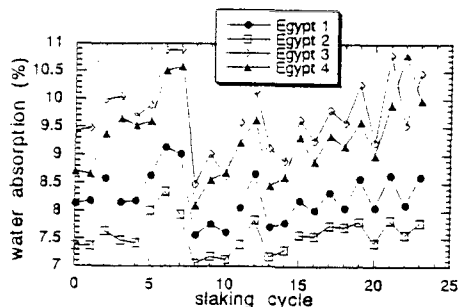


図3 スレーキングサイクル～吸水率変化

3. 力学試験 力学試験として、一軸圧縮試験・透水試験を行い、エジプト産モカタム層砂岩の力学特性を考察した。

○一軸圧縮試験 岩石の固結度の尺度として最も広く利用される値は一軸圧縮強度である。供試体としては、平衡度1/100mm以下に整形した直径5cm・高さ10cmのエジプト産モカタム層砂岩を①自然状態のもの ②簡易スレーキング試験において、乾湿のサイクルを複数回繰り返したものの条件に分けて用いた。試験方法としては、一般的に用いられている変位制御法で行った³⁾。図4、5は自然状態のものと、簡易スレーキング試験においてサイクルを複数回繰り返したものの比較であるが、堆積層に垂直な方向と水平な方向とでは、Young率には大きな相違は見られないものの一軸圧縮強度には大きな相違が見られ、異方性が確認された。また、スレーキングサイクルを加えるとそれぞれ圧縮強度は低下している。図6に一軸圧縮強度と吸水率のChikaosa TANIMOTO, Kiyoshi KISHIDA, Koji WATANABE

関係を示す。図より、吸水率が大きくなるにつれて強度が低下しており、また方向に関係なく吸水率と一軸圧縮強度との間には比例関係が認められ、両者には密接な関係があると考えられる。

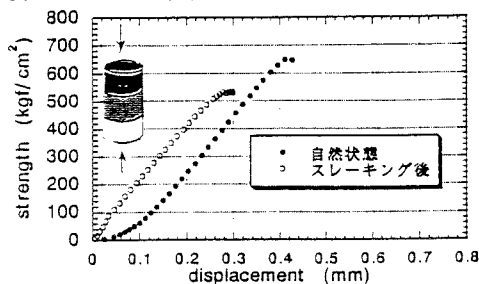


図4 応力～変位関係の比較

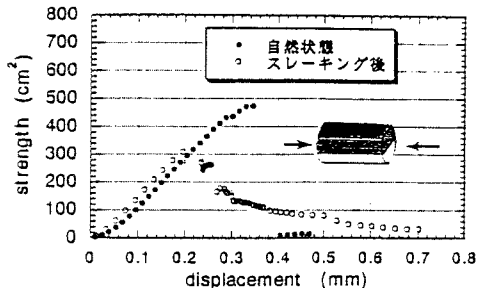


図5 応力～変位関係の比較

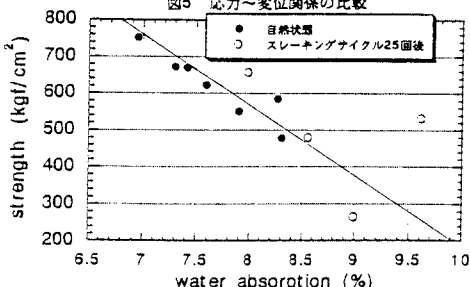


図6 一軸圧縮強度～吸水率関係

○透水試験 今回の室内試験では、砂岩の透水性が高いことから定水位透水試験を行った。試験条件は、透水圧 0.5kgf/cm^2 をかけ、地表近くの地下水の状態を想定して側圧は 2.0kgf/cm^2 とした。図7、8に供試体を通ずる流量と時間の関係を示す。これによると、堆積層に垂直な方向と水平な方向とでは、透水性に大きな相違が認められた。透水係数は、垂直方向が約 $1 \times 10^{-4}\text{cm/sec}$ に対し水平方向は約 $4 \times 10^{-4}\text{cm/sec}$ となっており、日本の砂岩の透水係数が $1 \times 10^{-7}\text{cm/sec}$ である⁴⁾のと比較すると透水性は高い。方向により透水性に違いが出るのは、層と層の間隙が大きいことによるものと考えられる。またスレーキングサイクルを繰り返した後と自然状態とで比較すると流量は増大しており、しかも堆積層に垂直な方向よりも水平な方向の方が増加傾向が大きい。このことから、間隙の大きな所に水が流れ込み、溶脱作用によりさらに間隙が大きくなると考える。また、強度が方向によって変化することが説明できる。

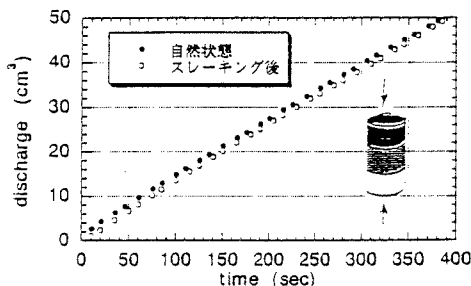


図7 時間～透水流量関係の比較

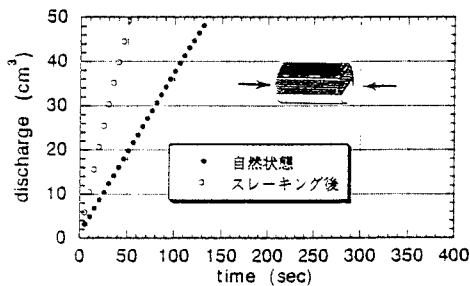


図8 時間～透水流量関係の比較

4. 結論 供試体に乾湿を加えるにつれて強度は減少し、透水性は増加した。しかも、堆積層に対する載荷方向、透水方向により変化の程度も異なった。また、方向に関係なく吸水率と強度との間には比例関係があり、岩石の強度は、間隙に大きく左右されることがわかった。簡易スレーキング試験において岩石内部の間隙が増大していることは明らかであり、今後さらにサイクルを増やすことにより間隙と強度の関係を把握できるものとする。

参考文献

- 1) 平塚文晴：エジプト産堆積岩のスレーキング特性と力学定数に関する基礎的研究 京都大学卒業論文 1994
- 2) 土木学会：軟岩の調査・試験の指針（案） 1991 pp.64～72
- 3) 山口梅太郎，西松裕一：岩石力学入門 東京大学出版会 pp.123～134
- 4) (株)大林組：岩盤物性値について 昭和62年11月