

軟岩の吸水膨張に関する基礎実験

日本大学工学部 正員○渡辺 英彦
日本大学工学部 正員 田野 久貴

1.はじめに

軟岩は一般に強度が小さく、大きな変形性を持つことを特徴とし、また湿潤・乾燥の短時間の風化作用により膨張したり、ぜい弱化または崩壊する軟岩もある。特に泥岩においては顕著な乾燥収縮・湿潤膨張が生じることが知られている。そこで軟岩の吸水膨張の基礎実験として、乾燥・吸水時の収縮および膨張歪について測定した結果について検討する。

なお、軟岩の膨張現象と膨潤現象とは本来区別すべきであるが、本実験においては双方の現象が同時に作用しているものと考え、膨張現象と呼ぶことにする。

2.実験方法

実験に用いた試料は、ボーリングコアとして採取した泥岩と凝灰岩を用いた。試料の物性値を表-1に示す。試料の大きさは $\phi 5 \times h 5 \text{ cm}$ とし、約24時間水中に放置して飽和状態としたものを歪および乾燥の基準とした。実験は飽和状態より重量で30%乾燥させた後、初期飽和重量まで吸水させたものを1サイクルとする方法で繰返して実験を行なった。ここで乾燥は40℃炉乾燥とし、収縮・膨張量は無拘束状態での変位をダイヤルゲージを用いて測定した。また各試料についてメチレンブルーを用いてモンモリロナイト含有量についても測定し、膨張歪との相関についても調べた。

3.結果と考察

上述したような方法により、第1サイクルにおける自由膨張歪とモンモリロナイト含有率、初期飽和含水比、乾燥による収縮歪との相関について述べる。

メチレンブルーの吸着量から換算されるモンモリロナイト含有率と膨張歪との関係を図-1に示す。モンモリロナイト以外の鉱物でも塩基交換能、分散度が大きい鉱物であればメチレンブルーを吸着出来ることから、若干のパラッキは見られるがモンモリロナイト含有率が高い試料ほど膨張歪も大きくなる傾向を示している。初期飽和含水比との関係(図-2)を見ると、初期飽和含水比が高いほど膨張歪は小さくなる傾向にある。また乾燥による収縮歪との関係(図-3、4)より、収縮歪が大きいほど膨張

試料 NO	採取深度 (m)	間片率 (%)	比重 (g/cm^3)	軸圧縮強 (kg/cm^2)	岩種
1	9.50-9.65	63.37	1.47	27.4	泥岩
3	19.00-19.20	74.00	1.36	26.4	凝灰岩
4	27.80-28.00	67.71	1.49	31.0	泥岩
5	32.05-32.30	69.90	1.46	28.8	泥岩
6	38.70-38.90	74.19	1.35	27.7	凝灰岩
7	48.75-48.95	67.04	1.48	27.4	凝灰岩
8	54.80-54.90	69.59	1.43	32.7	凝灰岩
9	61.20-61.30	69.50	1.44	28.0	凝灰岩
10	73.15-73.40	53.21	1.77	24.2	泥岩

表-1 試料の物性

図-1 膨張歪と

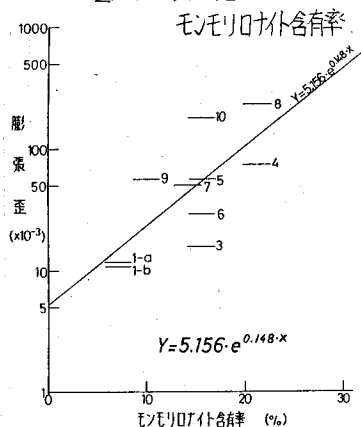
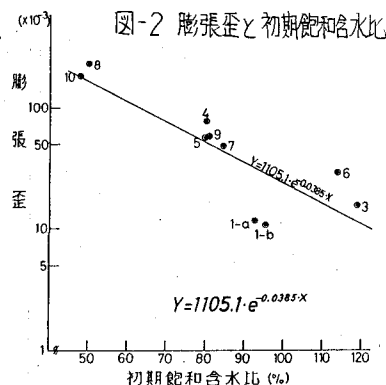


図-2 膨張歪と初期飽和含水比



歪が大きくなる傾向にある。以上の相関関係を表-2にまとめて示す。いずれも良い相関にあり、特に収縮歪との相関においては相関係数0.967と非常に高い相関関係にある。

次に乾燥・吸水の繰返しによる収縮歪・膨張歪の変化を図-5に示す。乾燥・吸水を繰返す毎に膨張歪が収縮歪を上回るため、収縮歪が前サイクルの収縮歪まで戻らず、試料は全体的に膨張してゆくのがわかる。また第1サイクルの乾燥初期において収縮歪に大きな変曲点を有し、以後の吸水・乾燥においても変曲点を有している。これは乾燥過程では収縮する反面、粒子相互の接触により収縮に対して抵抗が生ずるためと思われ、それ以後のサイクルにおいては第1サイクルでの乾燥・吸水の影響によりその抵抗が減少したためと考えられる。

上述の乾燥・吸水の繰返しにおいて、乾燥率を10%、120分吸水とした繰返しの測定結果(図-6)と比較する。ほとんど同様な傾向であり、特に第1サイクルの乾燥による収縮歪は同じような経路をたどり、その後の吸水・乾燥における歪の勾配は30%乾燥における第1、2サイクルの勾配とほとんど同じ傾きとなっている。しかし、30%乾燥に見られた変曲点はなく、また乾燥・吸水を繰返しても残留歪は小さく、全体として緩慢な膨張となっている。これは30%乾燥においては第1サイクルで明瞭なフラックが生じたため残留歪が増大し、そのため以後のサイクルにおいても残留歪が蓄積され全体的に大きく膨張したものと考えられる。

4.まとめ

試料が大きく膨張してゆくにはモンモリロナイト含有率が大きいなどのほかに、乾燥の程度の違いにより乾燥時または吸水時に発生するヘアフラックまたは微視的フラックの影響も大きいと考えられる。

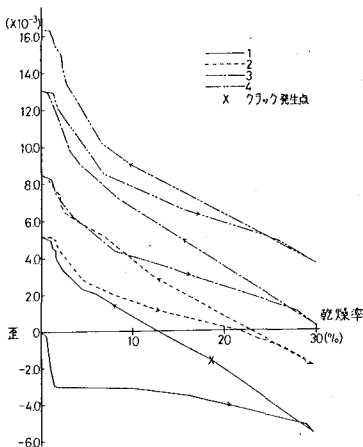


図-5
膨張歪・収縮歪
の関係
(30%乾燥
泥岩)

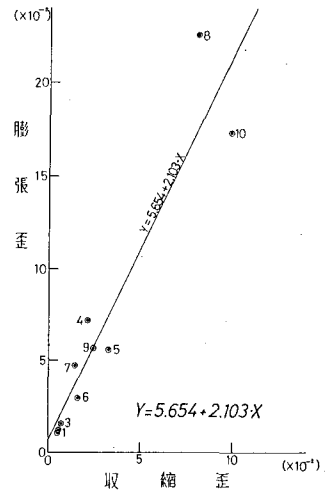


図-3 膨張歪と収縮歪

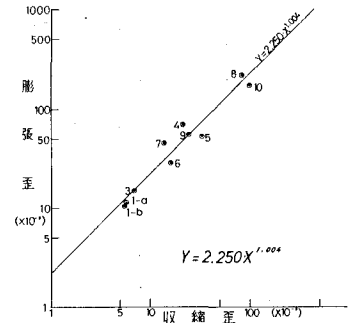


図-4 膨張歪と収縮歪

	実験式	相関係数
モンモリロナイト含有率	$Y = 5.156 \cdot e^{0.148X}$	0.708
初期飽和含水比	$Y = 1105.1 \cdot e^{-0.00385X}$	-0.839
収縮歪	$Y = 5.654 + 2.103 \cdot X$	0.943
収縮歪	$Y = 2.250 \cdot X^{1.004}$	0.967

表-2 膨張歪との相関関係

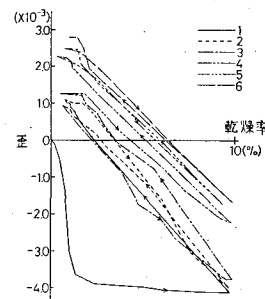


図-6
膨張歪・収縮歪
の関係
(10%乾燥
泥岩)