

清水建設(株) 正会員 ○木下直人

清水建設(株) 正会員 安部 透

1. はじめに

高温下における堆積岩は、火成岩とは全く異なった要因によって熱膨張・収縮挙動が支配され、複雑な挙動を示す場合があるにもかかわらず、その熱膨張・収縮特性に関する研究例はあまり多くない。そこで、筆者ら¹⁾は、大気圧下において、30℃から500℃までの温度範囲における堆積岩の熱膨張・収縮特性を調べ、軟岩と硬岩とでは特性が全く異なること、および軟岩の挙動は、100℃前後において脱水にともなう収縮現象がみられるなど、硬岩のそれに比べて複雑であることなどを明らかにした。また、軟岩の熱膨張・収縮特性に対する拘束圧の影響を調べ、吸着水等の脱水により試料が収縮する温度範囲は、拘束圧が大きいほど広範囲に及びまた収縮量も大きくなることを明らかにした²⁾。しかし、これらの測定では、いずれも乾燥状態の供試体を用いており、熱膨張・収縮挙動に対する含水状態の影響については調べていない。

拘束圧下における堆積岩の熱膨張・収縮特性に対する含水状態の影響について調べた例は、筆者の知る限りではSomertonら³⁾による研究例がみられるだけである。Somertonらは、拘束圧下において、硬岩に属すると思われる3種類の飽和した砂岩の熱膨張挙動を調べ、大気圧下での乾燥供試体のそれと大きな違いがないことを報告している。軟岩の場合は、力学特性に関してもそうであるように、その熱膨張・収縮特性は、含水状態の影響を大きく受ける可能性がある。そこで、前回乾燥状態の熱膨張・収縮特性を調べた新第三紀の凝灰岩について、含水飽和状態における熱膨張・収縮特性を調べ、乾燥状態におけるそれとの比較を行った。その結果、Somertonらの測定結果とは全く異なる結果が得られたのでそれについて報告する。

2. 実験概要

線膨張係数の測定に用いた装置は、前報告と同じである。測定に用いた新第三紀の凝灰岩(栃木県産)は、軟岩に属しており、その間隙率は43.5%、一軸圧縮強度は16.2MPaである。供試体寸法は、直径30mm、高さ100mmとし、72時間以上減圧水浸させた後測定を行った。

測定時の有効拘束圧は、0.49, 0.98, 2.94MPaの3ケースとした。含水飽和状態では、間隙水が沸騰しないように間隙水圧を12.26MPaとしているので、実際に作用させている拘束圧はそれぞれ12.75, 13.24, 15.20MPaである。供試体を設置し、所定の側圧および間隙水圧を作用させ、供試体内の温度と圧力が安定するまでしばらく放置した後、測定を開始した。20℃/hの昇温速度で260℃まで加熱し、約3時間一定温度を保持した後、加熱時と同じ速度で30℃まで冷却しながら線膨張ひずみと残留ひずみを測定した。

3. 実験結果および考察

含水飽和状態における凝灰岩の線膨張ひずみの測定結果を図-1に、また昇温時および降温時の線膨張係数を求めた結果を図-2と図-3に示す。比較のために、前回測定した、乾燥状態における結果も同時に示してある。含水飽和状態における線膨張係数は、全体的に、温度の上昇にともなって徐々に低下している。ただし140℃以上の温度になっても、乾燥状態の場合のように、吸着水の脱水により試料が収縮し、線膨張係数が負の値を示すことはない。室温付近では、線膨張係数は拘束圧にあまり依存しておらず、また乾燥状態でのそれに近い値を示している。一方、高温になるにしたがって、線膨張係数は拘束圧に依存するようになり、拘束圧が大きいほど線膨張係数は小さな値を示している。これは、温度が高くなるほど、また、拘束圧が大きくなるほど、押固め作用が顕著になるためであると考えられる。260℃において、一定温度を保持しているときに、拘束圧が大きくなると、含水飽和状態でも乾燥状態でも、試料の収縮現象がみられるのも、押固め作用によると考えられる。

降温時における線膨張係数は、乾燥状態の場合と同様に、拘束圧にほとんど依存しない。ただし、乾燥状態

では温度にもほとんど依存していないのに対して、含水飽和状態では温度に依存しており、低温になるにしたがって、線膨張係数は大きくなっている。

含水飽和状態では、拘束圧が小さいと、残留ひずみがほとんど発生しない。そして、拘束圧が大きの場合だけ負の残留ひずみが生じている。乾燥状態と比較すると、全体的に含水飽和状態では、吸着水等の脱水による試料の収縮現象がみられないことに対応して、残留ひずみがずっと小さくなっている。

4. おわりに

軟岩に属する新第三紀の凝灰岩について、温度30～260℃、有効拘束圧0～2.94MPaの条件下で熱膨張・収縮挙動に対する含水状態の影響を調べた。その結果以下のことが明らかになった。

(1) 乾燥状態においても、含水飽和状態においても、軟岩の熱膨張・収縮挙動は、高温になり、拘束圧が大きくなると、押固め作用の影響を受ける。

(2) 乾燥状態における軟岩の熱膨張・収縮特性に対しては、吸着水等の脱水による試料の収縮現象が大きな影響を及ぼすのに対して、含水飽和状態では、吸着水等の脱水による試料の収縮は起こらない。

(3) そのため、乾燥状態における熱膨張・収縮挙動と、含水飽和状態におけるそれとは大きく異なる。

参 考 文 献

- 1) 木下直人, 奥野哲夫: 高温下における堆積岩の熱膨張特性に関する研究, 土木学会第42回年次学術講演会講演概要集, 第3部, pp.378～379, 1987.
- 2) 木下直人, 安部 透: 高温・拘束圧下における軟岩の熱膨張特性, 第22回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, pp.511～515, 1990.
- 3) Somerton, W.H., Janah, A.H. and Ashqar, P.I.: Thermal expansion of fluid saturated rocks under stress, Trans. SPWLA 22nd Annu. Logging Symp., pp.55～62, 1981.

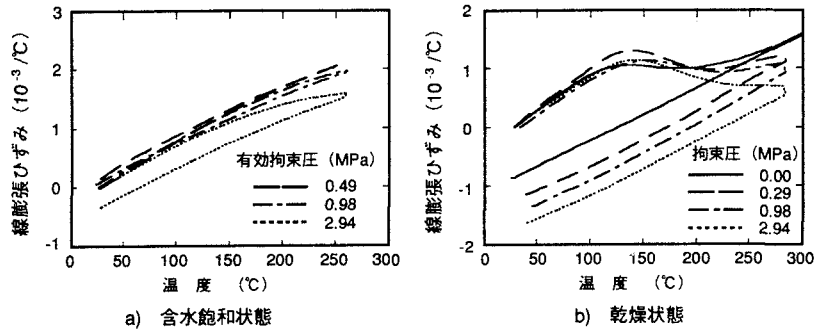


図-1 凝灰岩の線膨張ひずみと温度の関係

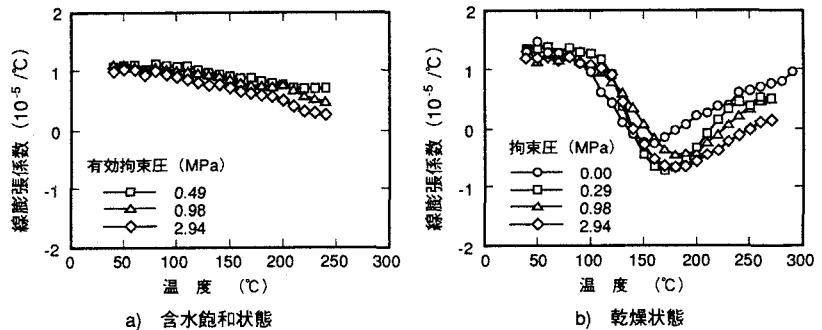


図-2 昇温時における線膨張係数と温度の関係

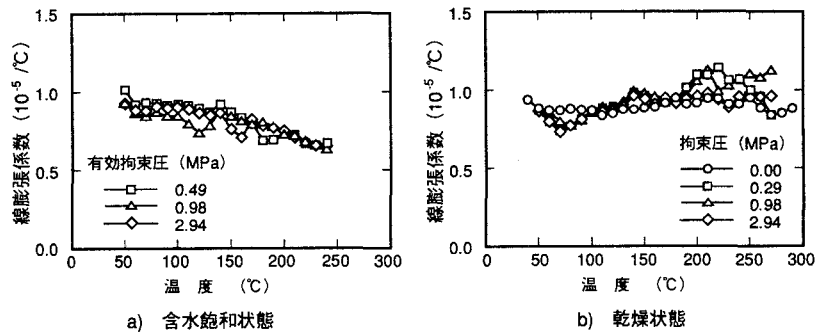


図-3 降温時における線膨張係数と温度の関係