

III-176 高温下における堆積岩の熱膨張特性に関する研究

清水建設（株）技術研究所 正会員 木下直人
 “ 大崎研究室 “ 奥野哲夫

1、はじめに

高温下岩石の熱膨張特性に関する研究は、従来主として火成岩を対象として行われてきた^{1)~3)}。そして、火成岩の熱膨張挙動は、主として構成鉱物の熱膨張挙動と、鉱物粒子間の熱膨張率の不一致による微小クラックの発生とによって支配されていることが明らかにされている。一方、Lappin⁴⁾は、大気圧下において凝灰岩の熱膨張挙動を調べ、ある種の凝灰岩は100℃前後において粘土鉱物等からの脱水により収縮し、線膨張係数が負になることを指摘している。このように、堆積岩は、火成岩とは全く異なった要因によって熱膨張挙動が支配され、複雑な挙動を示す場合があるにもかかわらず、まだ研究例はあまり多くない。そこで、大気圧下において、9種類の堆積岩について、30℃から500℃までの温度範囲における熱膨張挙動を調べたのでその結果を報告する。

2、測定概要

測定に用いた岩種は、古第三紀の碎屑岩、新第三紀の碎屑岩および凝灰岩それぞれ3種類ずつの合計9種類である。これらの試料の単位体積重量、間隙率及び一軸圧縮強度を表-1に示す。新第三紀の碎屑岩および凝灰岩Cはいずれも一軸圧縮強度が20MPa以下であり、軟岩に属している。これに対して残りの5種類の試料はいずれも一軸圧縮強度が70MPa以上であり、硬岩に属している。

供試体寸法は、直径30mm、高さ100mmとし、デシケータ内で1週間以上乾燥させた後、押し棒式熱膨張計を用いて測定を行った。30℃/hの昇温速度で500℃まで加熱し、約2時間一定温度を保持した後、熱履歴の影響を調べるため、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、測定結果および考察

古第三紀の碎屑岩の線膨張ひずみおよび線膨張係数の測定結果を図-1に示す。線膨張係数は、昇温時の線膨張ひずみと温度の関係に基づいて、30℃から480℃までの温度範囲を9つの区間に区切り、各区間毎に求めている。3種類の岩石の線膨張係数は、いずれも温度上昇にともなって増加し、400℃では常温における値の2倍以上になっている。そして、残留ひずみはあまり大きくない。したがって、これらの岩石の熱膨張特性は主として構成鉱物の熱膨張特性により支配されていると考えられる。

新第三紀の碎屑岩の線膨張ひずみおよび線膨張係数の測定結果は図-2のようになり、古第三紀の碎屑岩とは全く異なった特性を示している。最も大きな特徴は、約70℃から150℃までの温度範囲において、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ということである。そして、いったん収縮した試料は冷却過程においても元に戻らず、負の残留ひずみを生じる。200℃以上になると、砂岩Cと泥岩Aは温度上昇にともなって膨張し、残留ひずみをほとんど生じないのに対し、泥岩Bは昇温時にほとんど膨張せず、大きな負の残

表-1 岩石試料の単位体積重量、間隙率および一軸圧縮強度

	岩石の種類（産地）	単位体積重量 kN/m ³	間隙率 %	一軸圧縮強度 MPa
古第三紀 碎屑岩	砂岩A（北海道）	24.8	7.5	71.0
	砂岩B（北海道）	24.8	6.9	75.7
	頁岩（北海道）	24.2	8.9	80.3
新第三紀 碎屑岩	砂岩C（北海道）	13.6	42.2	1.8
	泥岩A（富山）	17.6	29.6	3.8
	泥岩B（神奈川）	15.5	41.6	5.7
凝灰岩	凝灰岩A（群馬）	25.4	9.9	147.4
	凝灰岩B（栃木）	23.5	12.3	89.9
	凝灰岩C（栃木）	13.5	43.5	16.2

留ひずみを生じている。

凝灰岩Aおよび凝灰岩Bは、図-3に示すように、常温付近の線膨張係数の値に関しても、線膨張係数の温度依存性に関しても、古第三紀の砕屑岩と類似の特性を示している。一方軟岩に分類される凝灰岩Cは、100℃前後において著しい収縮現象を示している。また、200℃以上になっても泥岩Bと同様にほとんど膨張せず、大きな負の残留ひずみを生じている。これは、火山ガラスの変質によって生じた粘土鉱物等の層間水の脱水によるものと考えられる。

今回測定した全試料についての、残留ひずみと間隙率の関係を図-4に示す。間隙率が大きい軟岩はいずれも大きな負の残留ひずみを生じているのに対し、間隙率が小さい硬岩は小さな正の残留ひずみを生じている。

4. おわりに

9種類の堆積岩の高温下における熱膨張特性を調べた結果をまとめると以下のとおりである。

(1) 間隙率が大きく、一軸圧縮強度が20MPa以下の軟岩と、間隙率が小さく、一軸圧縮強度が70MPa以上の硬岩とでは熱膨張特性が全く異なる。

(2) 軟岩は、100℃前後において、吸着水の脱水により収縮する。そして、

いったん収縮した岩石は冷却しても元に戻らず、負の残留ひずみを生ずる。また、火山ガラスを多く含む場合は、200℃～500℃の温度範囲においても、層間水の脱水の影響により、ほとんど膨張せず大きな負の残留ひずみを生ずる。

(3) 硬岩の熱膨張特性は主として構成鉱物の熱膨張特性によって支配され、温度上昇にともなって線膨張係数は増加する。

参考文献

- 1) Richter D. and Simmons G.: Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., 11, 403~411 (1974)
- 2) Wong T.F. and Brace W.F.: Tectonophysics, 57, 95~117 (1979)
- 3) 木下、安部：第19回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集、241~245 (1987)
- 4) Lappin A.R.: Sandia National Laboratories, SAND 78-1147 (1980)

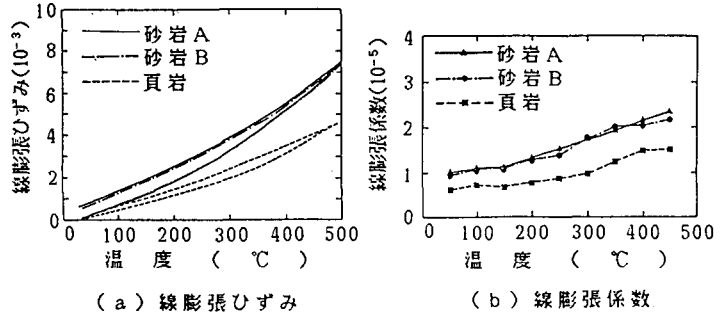


図-1 古第三紀砕屑岩の熱膨張特性

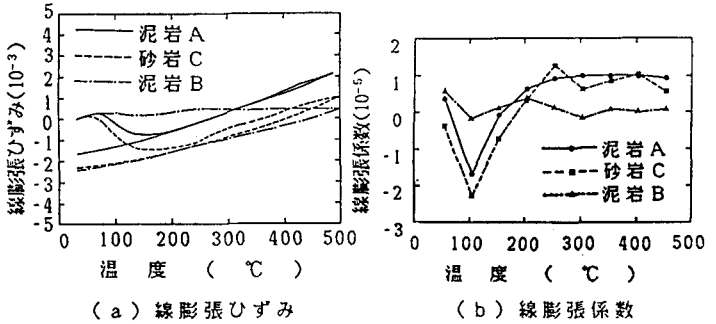


図-2 新第三紀砕屑岩の熱膨張特性

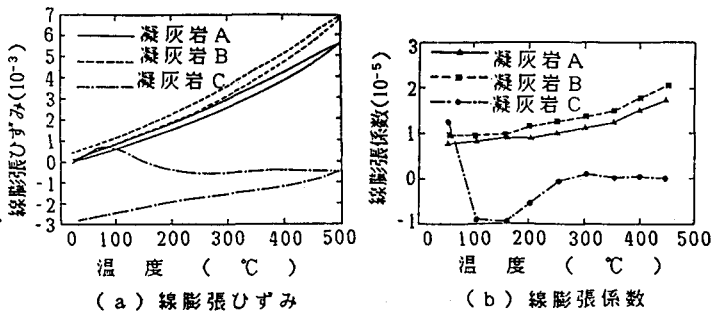


図-3 凝灰岩の熱膨張特性

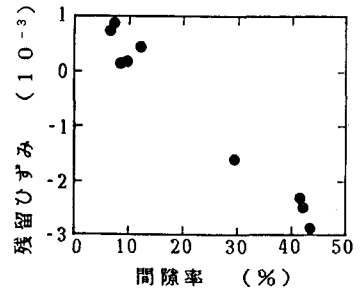


図-4 残留ひずみと間隙率の関係