

熱水の影響を受けた岩石の強度・変形特性

愛媛大学工学部 正員 緒田 善紀
 愛媛大学工学部 正員 横田 公忠
 愛媛大学工学部研究生 正員 〇時川 忠

1. まえがき

地熱、太陽熱、排熱などを熱水の形に変えて多目的に利用する場合、均質な熱水を安定して供給する必要があるが、このためには一時的に貯蔵することが考えられる。例えば地下岩盤内空洞に貯蔵する方法などが考えられるが、この場合、空洞の安定性が問題となる。本研究ではこれらの基礎資料を得るため、熱水が岩石の強度・変形特性にどのような影響を及ぼすかを実験によ、て求め考察を行、た結果について報告する。

2. 実験に用いた岩石試料及び実験方法

本実験に使用した岩石は、花崗岩（愛媛県越智郡大島産）および安山岩（愛媛県上浮穴郡久万町産）である。実験は次の2方法で行、た。なお試料の個数は各温度につき5～7個である。

(1) 乾燥状態にした試料 (DRY) を室温および雰囲気温度100℃の空気中に行、た。

(2) 水潤状態にした試料 (WET) を室温および約100℃の水中に行、た。

3. 実験結果および考察

図1および図2は熱水の影響を受けた岩石の強度変化を表わしている。常温下ではDRYの岩石をWETにするると圧縮強度、引張強度のいずれも低下している。これは圧縮強度においては、増加した間隙水が圧縮の際、楔のように働きマイクロクラックを押し広げることにより強度が低下するものと思われる。一方引張強度においては、楔作用の影響よりむしろ岩石をWETにする際に増加したマイクロクラックにより強度が低下するものと思われる。またWETの岩石を100℃に加熱すると圧縮強度、引張強度ともに低下している。これは岩石の構成鉱物粒子間の熱膨張が異なるため温度上昇に伴ない粒子間に発生する熱応力によ、て隣接粒子間あるいは粒子自身の弱面にマイクロクラックを新たに発生したり、成長させたりすることや、その中に水が浸入した場合には水による楔作用の影響などによ、て強度低下がおこるものと思われる。また引張強度では、水の楔作用よりはむしろマイクロクラックの増加により強度が低下するものと思われる。また安山岩では、さらに構成鉱物中の粘土鉱物の溶出が別の実験により認められているので、このことも強度が低下する要因であると考えられる。

次に圧縮試験の際に得られた応力-ひずみ曲線から縦ひずみが1500 μ （破壊ひずみの30～40%に相当）の

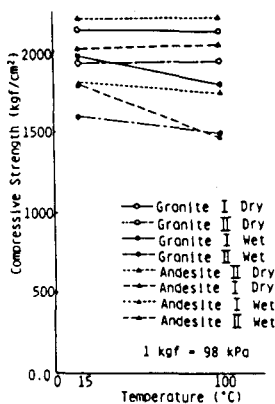


図1. 高温が岩石の圧縮強度に及ぼす影響

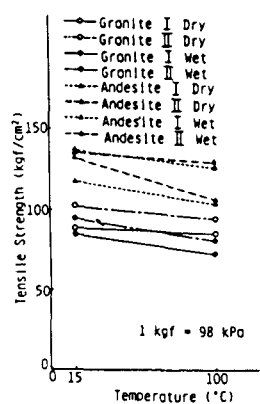


図2. 高温が岩石の引張強度に及ぼす影響

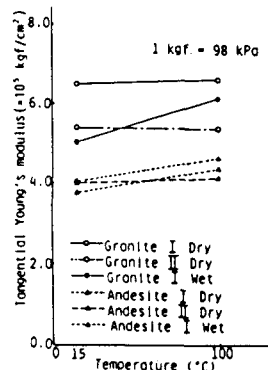


図3. 高温が岩石の接線弾性係数に及ぼす影響

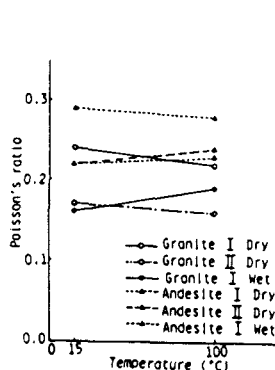


図4. 高温が岩石のポアソン比に及ぼす影響

値における接線弾性係数およびポアソン比を求めたものが図3および図4である。WETの花崗岩では接線弾性係数の値が温度上昇によって著しく増加する傾向がみられる。またポアソン比も上昇している。これは岩石をWETにする際にまずマイクロクラックが生じこれを加熱すると熱膨張によって岩石内部がより密になり弾性定数が増加することや、また横方向へも荷重が伝わりやすくなることからポアソン比の値は増加するものと思われる。一方安山岩では加熱による構成鉱物中の粘土鉱物の硬化により、みかけ上弾性定数が増加したものと思われる。またポアソン比の値の低下は加熱によるマイクロクラックの増加や、間隙の増加がその要因であると考えられる。このように熱水の影響を受けた岩石は弾性定数は増加し、強度については低下していることや、ぜい性度が上昇していることから(図5、参照)ぜい性材料に変化してゆくことがうかがえる。

次に温度上昇に伴うひずみの変化を図6に示す。花崗岩、安山岩ともに温度上昇に伴いひずみの値は増加しているが、花崗岩のひずみの増加の割合は安山岩のそれよりも大きい。これは花崗岩の構成鉱物粒子は安山岩のそれよりも大きいので熱膨張によって粒子間に発生する変位の差も大きく従って高温になるほどマイクロクラックの発生や成長の量が多く、このことがひずみを大きくしているものと思われる。とくに、WETの花崗岩においては間隙水の作用が加わるのでひずみがさらに大きくなり、また同一温度のひずみがDRYのそれと比べて大きい理由であると思われる。

また図7~図10に各岩石のDRYとWETの状態についての温度によるひずみの変化を示した。各岩石とも残留ひずみはWETの岩石の方に多くみられる。また花崗岩の残留ひずみの方が安山岩のそれよりも大きい。以上のことは、これまでの強度・変形特性の考察を裏づけているものと考えられる。

4. あとがき

地下岩盤内に熱水を貯蔵する場合には、岩盤は熱膨張によって増加するマイクロクラックや、この中に浸入する熱水によって強度低下や、ぜい性化が促進されるので空洞の安定性を検討する場合には、これらを充分考慮する必要がある。

<参考文献>

- 1) 楠田・八木; "低温下における岩石の力学特性", 材料, 29, 327, PP. 67~73, 1980

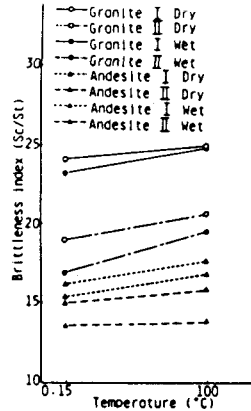


図5. 高温が岩石のぜい性度 に及ぼす影響

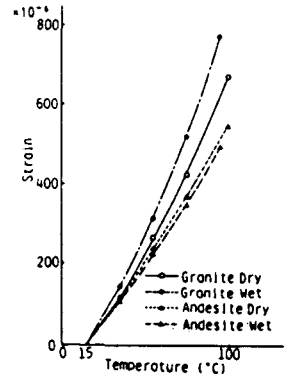


図6. 高温が岩石のひずみに及ぼす影響

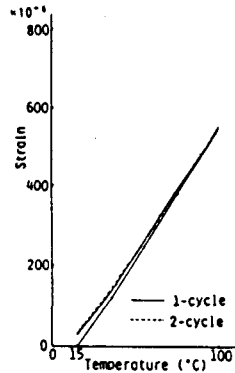


図7. 雰囲気温度が安山岩のひずみに及ぼす影響

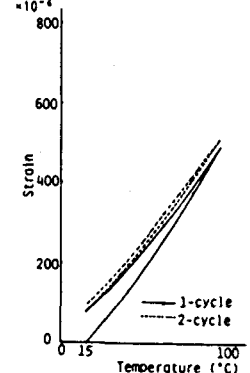


図8. 熱水が安山岩のひずみに及ぼす影響

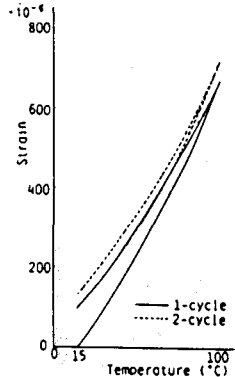


図9. 雰囲気温度が花崗岩のひずみに及ぼす影響

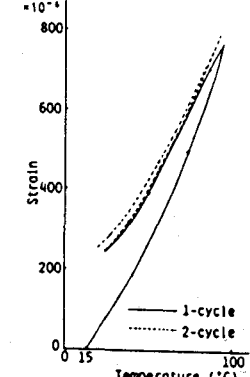


図10. 熱水が花崗岩のひずみに及ぼす影響