

III-172

弾性波の速度や減衰に及ぼす浸透水の影響について

工技院 地質調査所 正会員 高橋 学
 埼玉大学 工学部 炭谷 渉
 埼玉大学 工学部 正会員 浜島良吉

1. はじめに

クラック状空隙に水が浸透すると、クラックを含む系全体の弾性波速度は増加する。速度増加の割合はクラック状空隙の形状の影響を受け、扁平な円盤状のものほど、速度増加の割合が大きく、球形のものほどその影響は小さい。筆者等は現在まで、応力によって生じたクラックと浸透水との関係を弾性波速度を用いて実験的に把えてきた。その結果、浸透水の影響により10%以上の弾性波速度の回復が認められた。これは理論的にも十分説明できることである。そこで、今回は弾性波の変化に注目し、減衰に及ぼす浸透水の興味ある影響を把えたので以下に報告する。

2. 実験方法

実験に供した岩石は山口県産細粒大理石で、 $34 \times 34 \times 70$ mmの角柱型供試体である。今回採用した応力条件は $\sigma_3 = 20\text{MPa}$ 、 $\sigma_2 = 60\text{MPa}$ 、 $\sigma_1 = 180\text{MPa}$ の真三軸応力下でのクリープ試験である。図-1は供試体を σ_2 方向から見た場合の概念図である。 σ_3 面には3つの主ひずみ測定用のストレインゲージと弾性波測定用のセラミック製圧電素子を供試体中央部及び上下20mm間隔に合計3組設置した。一つの送波トランスデューサに送られたパルスは供試体内を伝播し、反対側の三つの受波トランスデューサに達しミニコンピュータに記録される。従って、図-1に示されているように1サイクルの測定で合計9通りのパスの弾性波が測定される。3つの主ひずみはマイクロコンピュータを介して、1分間隔で測定され、同時にスクリーン上にモニターされる。注水はクリープ設定と同時に供試体下部より一定圧(10kg/cm^2)で行なった。

3. 実験結果

実験結果を説明する前に各経路の呼びかたについて定義しておく。例えば、経路(1-2)とはトランスデューサ"1"で打って受波側の"2"で受けた弾性波のことである。図-2はクリープ開始後の各主応力方向の歪、そしてそれらの和として表わされる体積歪について時間変化を示したものである。真三軸試験で特徴的な、 σ_2 、 σ_3 方向における歪の出方に大きな異方性が示されているのがわかる。図-3は経路(1-1)、(2-2)、(3-3)のクリープ開始即ち、注水後のP波速度の時間変化を示したものである。従って、原点はクリープ開始及び水注入開始を意味する。供試体内を水平に伝播する各経路における結果から、速度回復量や時間にたいするその比率(速度が時間にたいし直線的に増加するとした時の直線の傾で示される)がそれぞれ異なっていることに気付く。これは各経路毎にP波速度回復に寄与するクラックの量やアスペクト比が若干異なっているものと考えれば説明がつく。即ち、経路(2-2)周辺に発生したクラックは経路(1-1)、(3-3)に比べクラック量が多く、且つそのアスペクト比がより球形に近い状態と考えられる。図-4は、経路(2-3)(3-2)、(1-2)(2-1)という相交差する経路における速度の時間変化を示したものである。全体的な変化の様子は(1-2)、(2-3)の各経路ともほぼ同じであることから、水のフロントはほぼ水平な状態であったと推定される。もし、(2-3)(3-2)あるいは(1-2)(2-1)の各経路に明らかな速度回復の時間差があるとすれば、それはフロントがどちらかに大きく傾いていたか、大きな亀裂帯がどちらかの経路に沿って存在していたことになるであろう。これは最終的な破断面(断層帯と考えられる)によって経路による速度差が生じるのではないかと考えたが、今回の実験の範囲では、確認されなかった。

図-5は供試体内中央を横切る経路(2-2)における振幅の時間変化を第1波長と第2波長について示したものである。縦軸はクリープ開始時の各振幅に対する比を表しており、上半は振幅の増加をそして下半はその逆を示している。ここでいう振幅比とは、各時間毎のPeak-to-Peakの距離に対する比として定義している。

第1, 第2波長とも振幅比の変化は減少→増加（極大値）→減少という傾向を示している。更に、興味深いことには、同経路の時間変化と対応させると振幅比が極大値をとる時にP波速度が回復→増加し始めることに気付く。この現象は他の経路についても同様に確認された。

ところで、ドライな状態での変形中の弾性波速度の減衰は時間の変化とともに単調に増加する（図-では（-）側へ増加することに対応）ことは一般的によく知られている。従って、図-5の結果を絶対的な値としてではなく、相対的な変化としてのみ捉えるならば、振幅比の増加現象はひとえに水の存在に他ならない。しかしながら、このデータだけでどのようなメカニズムによって振幅比の一時的な回復がもたらされるのかを論ずることはできない。というのは、第1, 第2波長において、得られた波形には種々な周波数のものが重なった結果として得られるものと考えられるので、特定の周波数についてこの現象が生じるとは断定できるものではない。同様の現象は、実験条件は非常に異なるが、花こう岩についても確認されており（柳谷他, 1986）、岩石共有の性質とも考えられるので、今後他岩種についても同様な実験を試みながら、理論的な説明ができるようにしなければならない。

〈参考文献〉

柳谷他：弾性波CTによる岩石内を浸潤する水の観察，土木学会論文集，第370号，P169-177, 1986。

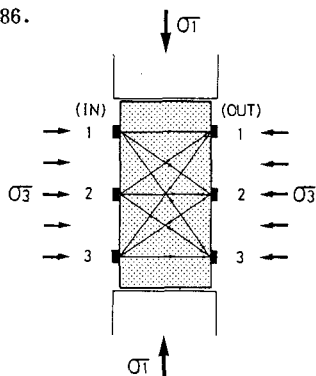


図-1 弾性波測定経路の様子

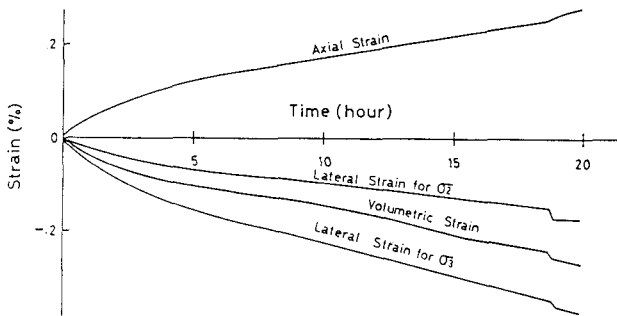


図-2 クリープ後の各主ひずみ-時間線図

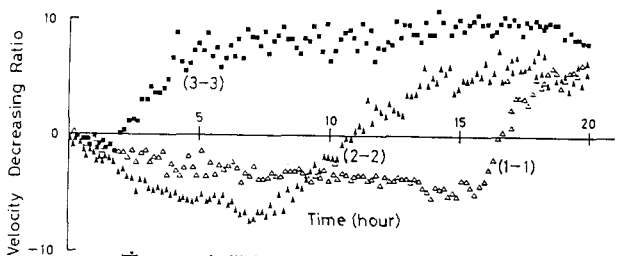


図-3 経路毎の弾性波速度の時間変化

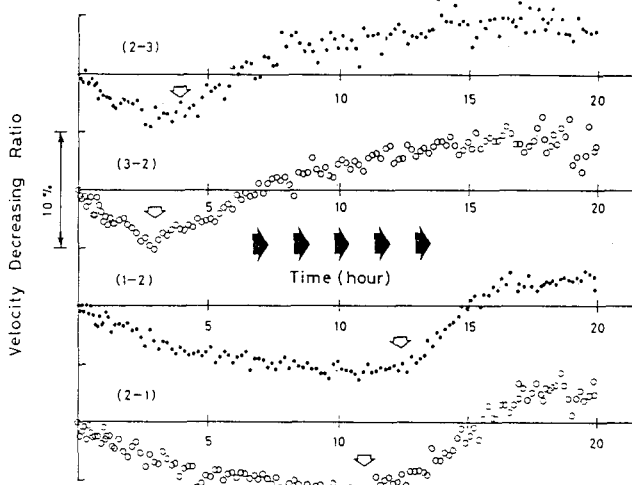


図-4 経路毎の弾性波速度の時間変化

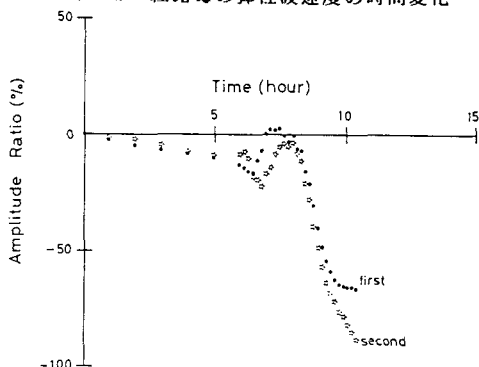


図-5 経路(2-2)における振幅比の時間変化