

せん断時の不連続岩質材料の弾性波伝播特性について

京都大学工学部 正 員 畠 昭治郎
京都大学工学部 正 員 谷本 親伯
三菱商事 正 員 ○真野 英俊

1. はじめに

弾性波伝播挙動が岩盤中のき裂を評価する指標として用いられていることに注目し、ボーリングコアから採取された単一の不連続面を含む円柱供試体について、圧縮時、及びせん断時の力学的特性と弾性波伝播挙動（伝播速度、及び振幅比）との関係について実験を行った。

2. ジョイントの垂直変形と弾性波伝播挙動

供試体には、大鳴門橋下部工大毛工区の砂岩と名塩トンネルの流紋岩を用い、ボーリングコアから採取された岩石柱から軸方向になるべく垂直で単一の自然状態でのジョイントを含むものを選び、両端面の平行度が1/100mmの円柱形になるように整形した。そして、载荷フレームを用いて一軸圧縮を行いながら、パルスジェネレーターでピエゾ素子を振動させ、オシロスコープで伝播時間と波動の振幅を観測した。一軸圧縮にともなう垂直応力の増加とP波速度の関係をしめしたものが図1、図2である。またこのとき、一軸圧縮にともなうジョイントの垂直変形量 u （＝供試体全体の垂直変形量－岩石実質部分の変形量）を測定したところ、得られた曲線は

$$u = a + b \cdot \ln \sigma \quad (a, b \text{ は定数})$$

という式⁽¹⁾で非常によく近似された。（相関係数0.996～0.999）供試体全体の垂直変形量の測定にはブリッジ型変位形を用い、岩石実質部分の変形量は

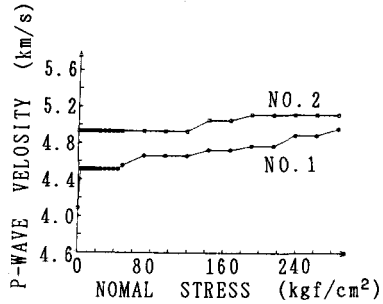


図1 垂直応力とP波速度（砂岩）

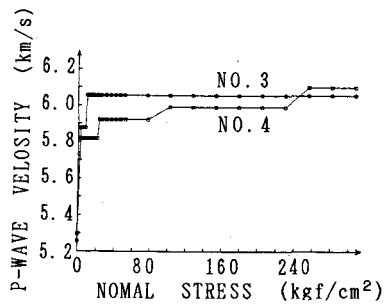


図2 垂直応力とP波速度（流紋岩）

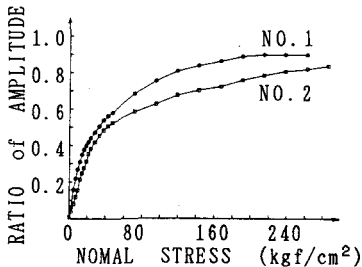


図3 垂直応力と振幅比（砂岩）

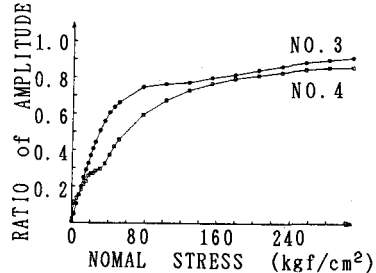


図4 垂直応力と振幅比（流紋岩）

ポリエステルゲージを用いて測定した。また、波形の最大振幅を読みとり、そのグラフを双曲線 $y = x / (a + b x)$ で近似し（相関係数 0.988～0.997）、その収束値(=1/b)を基準値 1 として振幅比を定義して、垂直応力と振幅比の関係をしめたものが図3、図4である。ここで、ジョイントの垂直変形量(u)～垂直応力(σ)を示す曲線の任意の点における接線の傾きから静的垂直剛性 k_n を定義すると上述の近似式より $k_n = \sigma / b$ と表され、 k_n と振幅比との間には非常により相関があった。

3. ジョイントのせん断変形と弾性波伝播挙動

供試体は、大鳴門橋下部工大毛工区の砂岩と名塩トンネルの流紋岩、新愛本の導水路工事で得られた花崗閃緑岩であり、円柱形でその中に単一のジョイントを含むように整形した。せん断装置は、現場実験用の簡易試験機 (ROCKTEST MODEL PHI-10) であり、垂直荷重を与えるジャッキには、せん断時のダイレーションによる急激な変化をやわらげるための圧力維持装置がついており、ショックアブソーバーの役割をしている。弾性波伝播挙動の観測には2と同じ物を使用した。せん断実験では垂直応力を一定 (30 kgf/cm²) にし、応力制御方式で行った。ここでは、振幅比を、せん断前の垂直応力を載荷した時の最大振幅を1として定義した。図5に示す通り振幅比は完全にすべりだすまでは緩やかに増加し、すべりだすと急激に減少していく傾向があった。

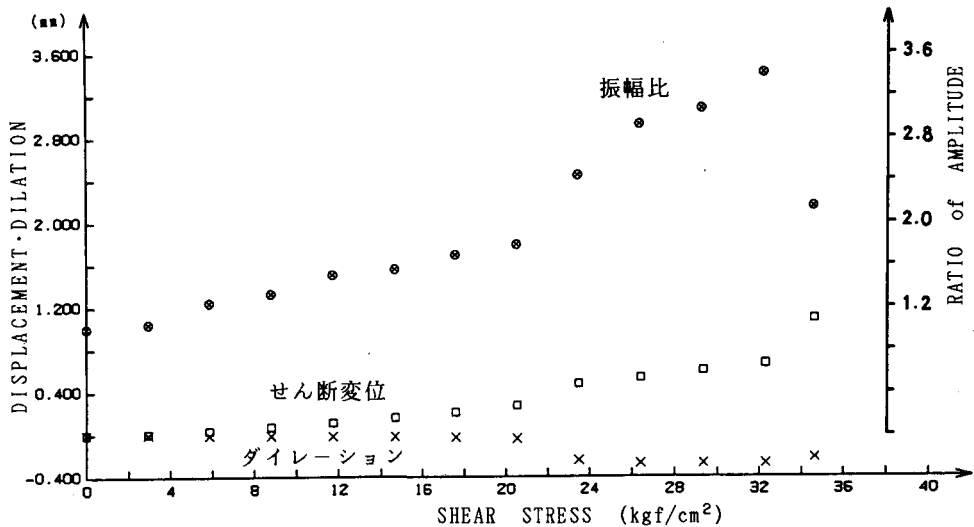


図5 せん断にともなうせん断変位、ダイレーションと振幅比 (流紋岩)

4. 結論

今回の実験によって得られた結論を以下に示す。

- 1) ジョイントの垂直変形量(u)は垂直応力(σ)の増加にともなって増加し、その関係は $u = a + b \cdot \ln \sigma$ という式で非常によく近似される。
- 2) 一軸圧縮試験では、静的垂直剛性と振幅比の間に非常により相関がみられた。
- 3) 弾性波伝播挙動でジョイントを含む岩盤を評価する際には、これまで行われてきたようなP波速度のみによる評価ではなく、P波速度に加えて波形の振幅あるいは振幅比を定義し、それらについても考慮に入れる方がよい。

《参考文献》

R. E. Goodman原著 赤井浩一・川本眺万・大西有三共訳 「不連続性岩盤の地質学」 (森北出版)
P. 138～140