

III-342 拘束圧下における軟岩の超音波速度について

応用地質株式会社 正会員 船戸 明雄
 応用地質株式会社 正会員 田中 達吉

1. まえがき

岩盤の弾性波速度はその動的な物性を評価するうえで重要であり、岩石供試体の速度と原位置での速度を比較することによって得られる岩盤の良好度の評価にもよく用いられている。岩盤の良好度の評価は、原位置での速度は岩盤の不連続度に支配され、不連続度が著しいほど岩石供試体の速度よりも小さくなるという考えのうえに成り立っている。

ところが、割れ目がほとんどない軟岩においては、供試体と原位置の速度の大小関係が逆になる場合をしばしば経験する。この原因のひとつとして考えられる応力解放の影響について検討するため、岩石供試体の超音波速度を拘束圧下で測定する装置を製作し、各種の軟岩について測定を行なった。

2. 測定装置

測定装置の概略を図-1に示す。この装置は等方圧下での超音波速度測定を行なうことを目的としたもので、以下に示す特徴を有している。

- ・振動子 ; チタン酸ジルコン酸塩の圧電素子
 共振周波数 P波 S波とも50kHz
 振動モード P波 長さ振動
 S波 擬似ねじり振動
- ・排水方法 ; 側面排水
- ・変位計 ; 軸変位測定用トランスジューサー 2個
- ・記録器 ; デジタルオシロスコープ

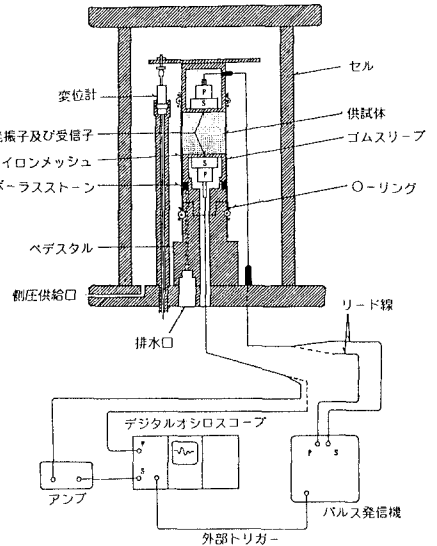


図-1 測定装置の概略図

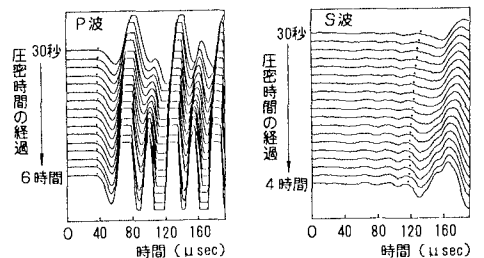


図-2 伝播波形の例

3. 測定結果

3-1. 圧密段階における速度変化

図-2は軟質な泥岩のさまざまな圧密段階におけるP波とS波の伝播波形である。圧密時間の経過とともに、図中・印で示した初動到達時間の減少と振幅の漸増が、P波、S波ともにみられる。

図-3はこれらの波形から読みとったP波とS波の伝播時間、変位計による供試体の軸変位及び両者から求められる伝播速度の増分の経時変化を示したものである。軸変位曲線の傾向と伝播時間や伝播速度の経時変化曲線の傾向から、圧密の進行と速度の変化に密接な関係のあることが明瞭である。

3-2. 拘束圧と速度の関係

図-4には表-1に示す各種の軟岩について得られた拘束

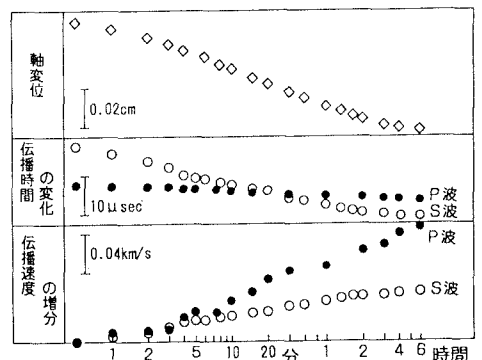


図-3 圧密時の軸変位、伝播時間及び伝播速度の経時変化

圧と速度の関係を示す。いずれの岩石においても拘束圧の増加に伴ってP波速度（ V_p ）、S波速度（ V_s ）が増加している。

表-1 測定に用いた岩石の基本物性

	密度 (g/cm^3)	有効間隙率 (%)	一軸圧縮強度 (kgf/cm^2)
泥 岩	1.82	51.6	49.0
凝 灰 岩	1.60	56.5	28.0
砂 岩	1.83	48.2	—
風化安山岩	1.78	46.7	—

図-5は無拘束時の速度で標準化した値（ V_p/V_{p0} 、 V_s/V_{s0} ）と拘束圧の関係をプロットしたものである。各曲線は全体として上に凸の形状をしており、拘束圧が低い領域で速度増加が大きいことが示されている。

3-3. 原位置における速度との比較

図-6は第三紀の泥岩地域で実施された原位置のP S検層による速度と、室内における岩石供試体の超音波速度の深度分布を示したものである。図中、拘束時の V_p 、 V_s は、原位置における上載圧相当の拘束圧を等方的に加えた時の供試体の速度を表わしている。この例のように、供試体の速度が上載圧相当の拘束圧を加えることにより原位置の速度と同程度または上回るという測定結果は、岩盤の不連続性を考慮する時、十分に説明し得る結果であるといえる。

4. まとめ

数種類の軟岩の供試体に対して、拘束圧下での超音波速度測定を実施し、以下のような結果を得た。

- ①圧密の進行に伴って V_p 、 V_s は増加する。
- ②拘束圧の増加に伴って V_p 、 V_s は増加し、その増加率は拘束圧が低い範囲で特に著しい。
- ③無拘束時の供試体の速度が原位置の速度より小さい現象は、応力開放の影響で説明できる。

したがって、速度に及ぼす拘束圧の影響が工学的に無視できないような軟岩の超音波速度測定は、従来のような無拘束状態ではなく、拘束圧下で行なうことが必要であると考えらる。

《参考文献》

- 1)船戸・荘司・大橋；拘束圧下での岩石の超音波速度測定
第7回岩の力学国内シンポジウム、1987.12

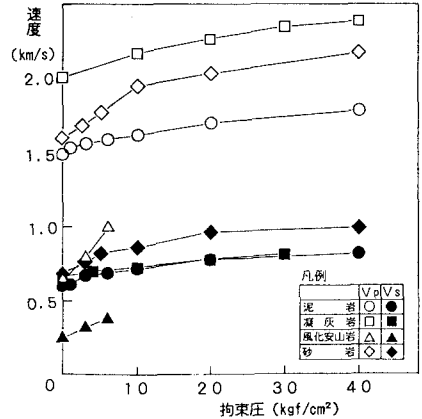


図-4 拘束圧と速度の関係

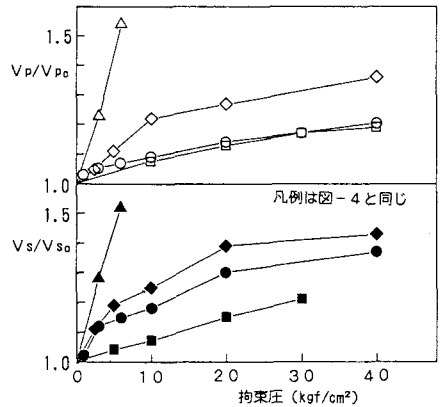


図-5 標準化した速度と拘束圧の関係

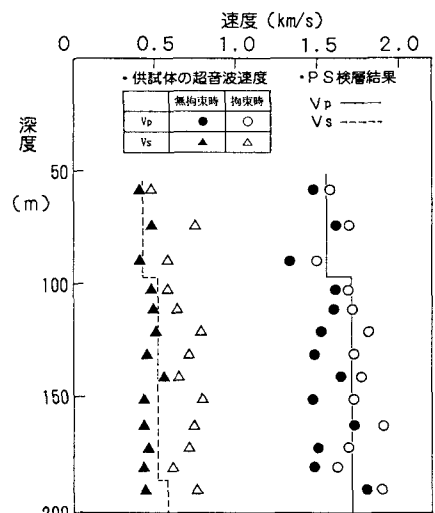


図-6 P S検層による速度と供試体の超音波速度の深度分布