

京都大学工学部 正会員 谷本 親伯, 岸田 潔  
京都大学大学院 学生員 ○ 中西 祐輔, 小田原雄一  
京都大学大学院 (現)東京電力 正会員 松崎 聡

1. はじめに

弾性波探査とは調査対象領域に人為的に弾性波を発生し、その伝播挙動から岩盤内の状態を予測したり、力学性状を推定したりする手法のことである。従って、詳細な弾性波伝播挙動を把握することでゆるみ領域の予測などに利用できるのではないかと考えられる。そこで本研究では、基礎実験としてき裂が開口していくときに、すなわちせん断変形に伴うダイレイションの変化が弾性波伝播挙動にどのような変化を及ぼすのかを測定するための室内実験を行うことにした。そして、実際の原位置において弾性波伝播挙動を測定することから規模の大きいき裂の存在を予測するには、室内実験で得られた結果がいかに適用されるかについて考察した。

2. 室内実験

本研究では、同一形状のき裂に対して垂直拘束圧を変えてせん断試験を行うため、供試体には自然の岩石のき裂を複製したモルタル供試体を用いた。供試体の寸法については表-1に示したとおりである。

弾性波の測定は供試体の両端面中央部にAEセンサー（エヌエフ回路設計ブロック AE900S-WB）を取り付けパルスジェネレータ（WAVETEK MODEL145）から送信したパルス波一波長を入力側のAEセンサーで供試体に入力し、供試体を伝播してきた弾性波を受振側のAEセンサーで受振してプレアンプ（エヌエフ回路設計ブロック）により観測し、初期走時と第一波振幅値を測定した。入力波は一定周波数65kHz、一定振幅4.48Vのパルス波とした。弾性波計測システムを図-1に示す。

せん断試験機は、硬岩及び軟岩のせん断強さを測定するために設計されたものであり、垂直応力一定、せん断速度一定のもとでせん断を行うことができる。本研究では垂直応力を2, 4, 6kgf/cm<sup>2</sup>の3通り、せん断速度を毎分0.2mmとして実験を行った。せん断試験中の垂直荷重、水平荷重は電気信号により随時測定され、せん断試験機制御装置上のディスプレイに表示される。また垂直変位（ダイレイション）、せん断変位

表-1 せん断試験用供試体寸法

| 供試体 | 垂直拘束圧(kgf/cm <sup>2</sup> ) | 径(mm) | 長さ(mm) |
|-----|-----------------------------|-------|--------|
| C-2 | 2                           | 49.98 | 58.55  |
| C-4 | 4                           | 50.04 | 57.65  |
| C-6 | 6                           | 50.29 | 50.80  |

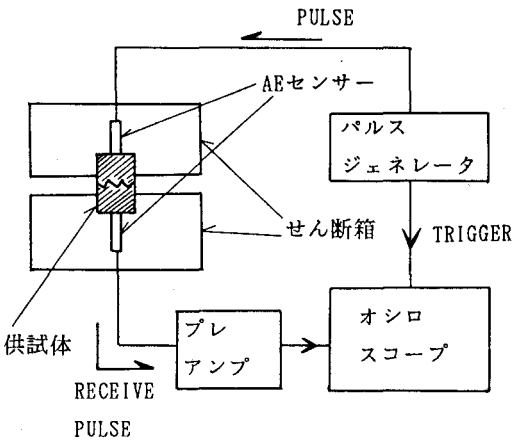


図-1 弾性波計測システム

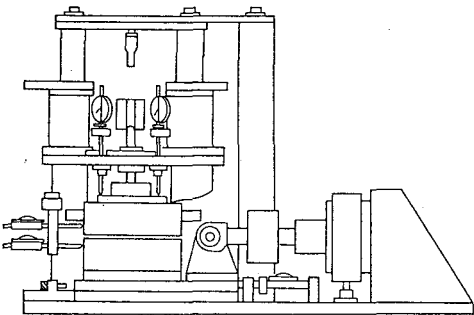


図-2 せん断試験装置略図

はせん断試験機の所定の位置に取り付けられたダイヤルゲージによって測定され、これもまたディスプレイに表示される。せん断試験装置略図を図-2に示す。

### 3. 実験結果

せん断状態における弾性波伝播速度、第一波振幅値の変化を図-3, 4に示す。横軸はダイレーションすなわち開口幅の増加を表している。図より開口幅が増加するにしたがい速度は若干ながら増加していること、振幅値は大きく減少していることがわかる。このことより速度は微小なき裂が存在してもほとんど変化せず、き裂の存在を敏感に反映するパラメータとしては振幅値が望ましいと考えられる。しかし、垂直拘束圧の増加と速度・振幅値の変化に関しては相関性を得ることはできなかった。この一因に供試体の長さを正確にそろえることができなかったことが考えられる。

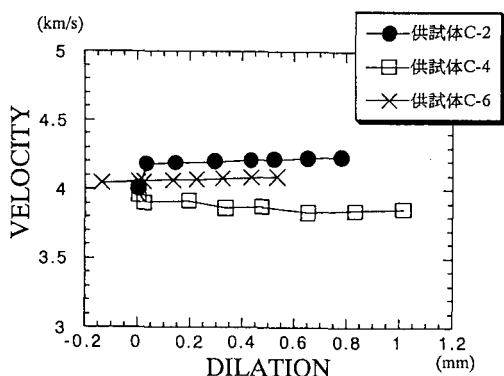


図-3 ダイレーション～弾性波速度

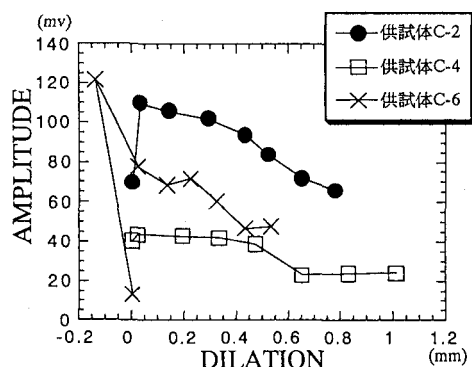


図-4 ダイレーション～第1波振幅値

### 4. 結論

以上の実験結果と一軸圧縮時の弾性波伝播挙動に関する従来の研究<sup>1)</sup>をまとめると、一軸圧縮時、せん断時ともに開口幅が変化しても弾性波伝播速度の変化は微小であるが、第一波振幅値は開口幅が増加するのともない大きく減少することが分かった。したがって弾性波探査によりゆりみ領域の予測を行う際には、き裂の存在の影響を敏感に反映する振幅値をパラメータとして用いることが妥当であると思われる。しかし、振幅値をパラメータとして原位置試験（ジオトモグラフィー）に適用する際には注意する点がある。室内試験ではき裂の状態を変化させたときに弾性波伝播挙動がどう変化するかを測定するのに対し、原位置試験においては弾性波伝播挙動からき裂の状態を推定するという逆の作業を行うわけであるが、ここで注意しなければならないことは、振幅はき裂の存在により大きく減少するが、拡散によっても減少していくことである。振幅値はその上速度のように距離との相関も確定されておらず相対的な指標にとどまっているので、伝播距離が大きく異なると、振幅値の減少からき裂の存在の可能性を述べることはできない。原位置試験では一つの発振点から入力された弾性波を多数の受振点で測定するが、以上のことより原位置試験では、拡散による減少を考慮しなくてよいような伝播経路の近い波線について振幅値の比較を行い、他と比べて著しく振幅値が小さいような波線が存在すればその波線には比較的規模の大きいき裂が存在すると推定できるのではないかと考えられる。

### <参考文献>

- 1) 谷本親泊, 岸田潔, 池内正明: 弾性波探査における振幅減衰とジオトモグラフィーに関する基礎的研究  
土木学会関西支部学術論文 平成3年度