

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

京 都 大 学 工 学 部 正 会 員 谷 本 親 伯
京 都 大 学 大 学 院 学 生 員 岸 田 潔
京都大学工学部（現（株）フジタ） 正 会 員 ○ 池 内 正 明

1. はじめに

岩盤の内部構造を予測する手法としてジオトモグラフィーが注目され各所で研究が進められている。この多くは弾性波探査を実施し、得られた初期走時データを解析するものであるが、本研究では振幅値に着目し、これをジオトモグラフィーに適用することを目的とし、弾性波伝播速度・振幅値の両者について基礎的研究を行った。

2. 室内実験

室内実験は直径50mm、高さ100mmに作成したモルタル供試体を用い、ジョイントの無いもの、人工的にジョイントを作成したもの、さらに砂（豊浦標準砂）を充填させ、ジョイントの間隔を1mmと3mmにしたものについて行った。超音波試験は一軸載荷状態（0～100kgf/cm²）で行った。パルスジェネレータにより100Hzのパルス波を発生させ、AEセンサー（AE900s-wb: エヌエフ回路設計ブロック）によって供試体に振動を与え、圧電素子（7D-10-500BA: 村田製作所）で受振された波形をオシロスコープに表示させて、初期走時・第一波振幅を計測した。試験装置および計測システムは図-1に示す。

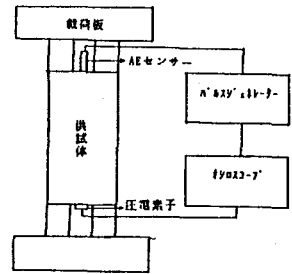


図-1 計測システム

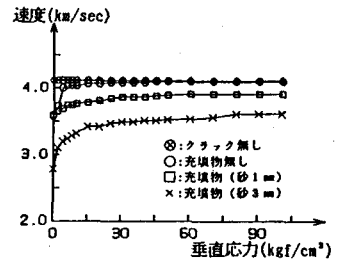


図-2 垂直応力～速度

まず初期走時から弾性波伝播速度を求めた。その結果を図-2に示す。図からわかるようにジョイントのない場合の速度は垂直応力によらず一定であった。次に、ジョイントを含む場合は、垂直応力の増加に伴い速度も増加し、一定値に収束する傾向がある。しかし、充填物が存在する場合はジョイントがない場合の速度とは明らかに異なる一定値に収束しているのに対し、充填物が存在しない場合の速度は、垂直応力が約20kgf/cm²になればほぼ一定となり、この一定値はジョイントのない場合の速度に極めて近い値である。これは、充填物が存在しない場合は垂直応力が加わり、最短経路を形成するような点が接触してしまえば、媒質内を通過する波の速度は一定であると考えられるので、ジョイントのない場合とはほとんど同じ値になるものと考えられる。したがって、ジョイントの存在を考える場合は速度だけでは十分ではないのではないと思われる。次に、振幅値についての実験結果を図-3に示す。また、振幅値をジョイントのない場合の振幅値で除した値を振幅比とし、これを図-4に示す。速度の場合とは異なり、充填物が存在しない場合と存在する場合のそれぞれがジョイントのない場合とは異なる値に収束した。収束した時点での振幅比は充填物が存在しない場合で約0.6、存在する場合で約0.4であった。この様に振幅値はジョイントの存在や充填物の存

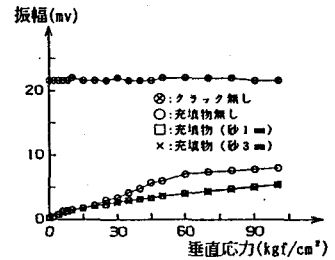


図-3 垂直応力～第一波振幅

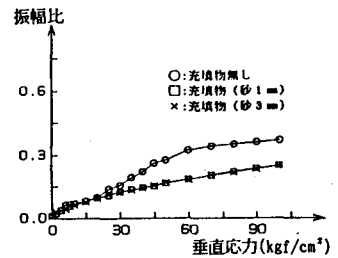


図-4 垂直応力～振幅比

Chikaosa TANIMOTO, Kiyoshi KISHIDA and Masaaki IKEUCHI

在に対し、特有の傾向を示した。充填物が存在する場合について層厚が1mmと3mmの両者の間に差異は認められなかったが、これは層厚が極めて薄く、非常に似たものであるためと思われる。以上のことからジョイントの存在を知るためには、速度よりも振幅値の方がより正確な情報が得られるものと思われる。

3. 原位置試験

ジオトモグラフィーについて、初期走時データ、振幅値のそれぞれを用いた場合の結果を比較するために、あるトンネル切羽面において原位置試験を行った。地質は花崗岩系である。

まず、初期走時を用いて速度解析を行った。計測データ数は580である。計算には形状関数として2次Bスプライン関数を用い、領域を 10×16 のメッシュに分割し平滑化制限付き最小自乗法を用いて20回繰返し計算を行った。¹⁾ その結果速度分布を写真-1に示す。

次に、得られた波形データから第一波振幅値を読みとった。発振点でのエネルギーの拡がり方を考慮した補正²⁾と受振器の入射方向による影響の修正を行い、有効と思われるデータで解析を行った。データ数は355本であり、その結果相対エネルギーの分布を写真-2に示す。

両者は異なったものとなった。データ密度の濃い領域中央断面(図-5参照)において比較すると、図-5より切羽面右半分にジョイントが多く存在していることがわかる。相対エネルギー分布の方は右半分の相対エネルギーが小さく、切羽面のスケッチとよく対応しているが、速度分布の方は逆の結果になっている。この様に今回の実験の場合、速度よりも振幅値の方が正確なものとなった。

以上、室内試験と原位置試験の結果とをあわせて考えて、岩盤内に存在するジョイントの影響について検討する場合は速度だけではなく振幅値にも着目した方がよいのではないと思われる。

4. 結言

今回の室内試験より、弾性波伝播速度よりも振幅値の方がジョイントの影響を顕著に受けることがわかった。また、原位置試験の結果からも振幅値を用いたジオトモグラフィーの方がよい結果が得られた。さらに、著者らは振幅値について研究を深めれば、岩盤内のジョイントの頻度を予測することなどの可能性を秘めているものとする。しかし、ジオトモグラフィーではデータ密度の薄いところは信頼性が低いことや、繰返し計算による結果のかたよりのなどの問題が残される。

<参考文献>

- 1) 下茂道人 他：深部地下岩盤調査のための新しい弾性波ジオトモグラフィー法
大成建設技術研究所報 第21号, 1988.
- 2) Michael Fehler, Chris Pearson: ACOUSTIC RADIATION PATTERNS FOR BOREHOLE SOURCES
SPWLA TWENTY-SECOND ANNUAL LOGGING SYMPOSIUM, 1981.

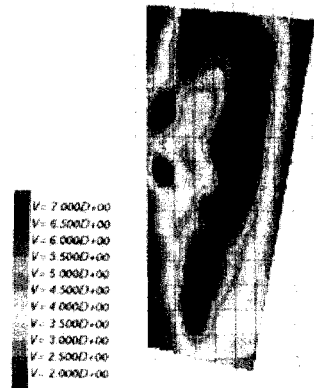


写真-1 速度分布

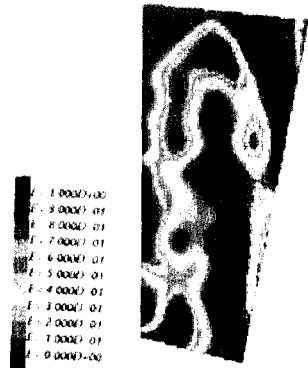


写真-2 相対エネルギーの分布

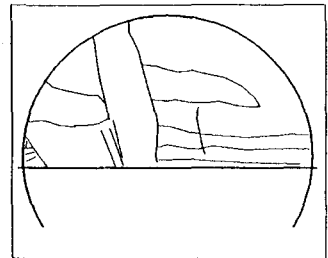


図-5 切羽面のスケッチ