

SSS027-13

会場:105

時間:5月22日 15:15-15:30

矩形連続波 - 岩石物性 (弾性波速度) 測定への応用 Square waves - application for the rock mechanics

大久保 慎人^{1*}

Makoto OKUBO^{1*}

¹ 東濃地震科研

¹ TRIES

はじめに

岩盤を構成する物質の剛性率及びエネルギー損失といった岩石物性は、伝播する弾性波の速度や減衰(Q)によって推定することができる。過去、多くの弾性波速度の推定がパルス透過法(JGS2110-1998など)や周波数変調式連続波透過法(ACROSSなど)によって行われてきた。しかしながら、既往の方法は減衰や周波数応答を評価できなかつたり、測定および解析が煩雑であったりといくつかの課題を抱えていた。本研究では、より簡便に多くの情報を含む岩石物性(弾性波速度)測定をめざし、矩形連続波を用いた解析手法を提案する。矩形連続波を用いた解析では周波数変調方式と異なり、発振周波数を限定することで測定、解析を簡便にすることができ、パルス透過法ではできなかった減衰を含む周波数応答が評価可能である。

矩形連続波

本研究で利用する矩形連続波(Square wave)とは方形波とも呼ばれる波である。電子工学や信号処理の分野では、正確な周期で2つの振幅値を高速に遷移するため、タイミング基準に使用される。時系列では2値を遷移する単純な波形の矩形連続波であるが、周波数領域においては多数の周波数成分を持つ。一般に矩形連続波は周波数領域において、基本波(周波数: f_1)とその奇数次高調波(周波数: f_{2k-1})の和として表される。矩形連続波に含まれる高調波成分の振幅は基本周波数の振幅の $1/(2k-1)$ であり、全ての周波数で位相はすべて同位相である。

$$X_{Square}(t) = (4/\pi) \cdot \sum_{k=1}^{\infty} \sin(2(2k-1)f_1 t)/(2k-1)$$

利点

矩形連続波を岩石物性(弾性波速度)測定に用いる利点は、パルス透過法とほぼ同様の測定系を利用でき、測定系が単純なシステムで構成できることである。電氣的に矩形波を生成することは容易であるため、高周波の周波数応答が良い発振機器さえ使用できればよい。複雑な測定系では誤差要因が指数関数的に増大し、結果的に測定の精度が低下する。また、矩形連続波に含まれる周波数は基本周波数とその奇数次高調波に限られているため、発振した周波数に隣り合う周波数の振幅はすべてノイズとみなすことができる。そのため、周波数を変化させるような非線形な物性を持つ場合を除き、発振周波数以外の振幅を誤差として無視することができる。したがって、観測される振幅の変化(減衰:Q)を容易に評価可能となる。さらに、発振周波数の位相がすべて同位相であることは、走時(絶対、相対)の評価にとっても優位である。高次の高調波を利用することで、位相情報から周波数による、弾性波速度の変化や特定周波数(波長)の物性も明らかにすることができる。

本発表で紹介した矩形連続波を弾性波速度測定に用いた研究は、S-TT55のセッションにて発表予定である(石井・ほか、佐野・ほか)。こちらの講演も参考にしてほしい。

キーワード: 矩形連続波, 弾性波速度測定, 岩石物性, 奇数次高調波, 周波数解析

Keywords: Square waves, P-wave velocity, Rock mechanics, Odd numbered-overtone, Frouier analysis