

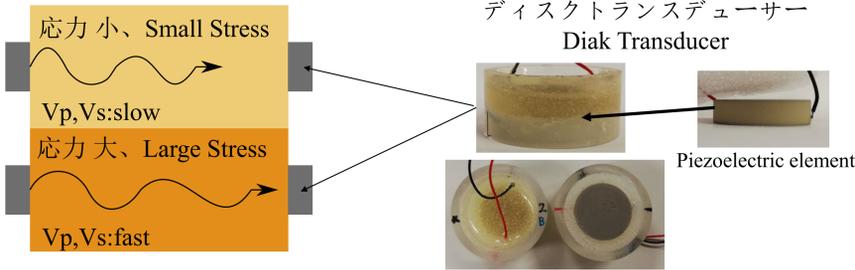
ディスクトランスデューサーの最適形状に関する検討

One type of soil dynamic measurement methods is a method using a disk transducer (DT). In recent years, elastic wave measurement of soil using DT has been widely performed, but there are few studies examining optimum shape/size of DT. Since the output voltage of elastic wave measurement is generally significantly lower than the input voltage, DT capable of outputting a larger voltage is required. Therefore we focused on the thickness of the piezoelectric element and examined the optimum shape of DT. In this study, we prepared disk-type piezoelectric elements of 20 mm in diameter with four thicknesses of 1, 2, 5 and 10 mm, and compared the magnitudes of the measured amplitudes.

土の動的計測法の一つにディスクトランスデューサー(以下、DT)を用いる方法がある。近年、DTを用いた土の弾性波計測が広く行われるようになりつつあるが、DTの最適な形状を検討している研究は少ない。弾性波計測の出力電圧は入力電圧に比べ著しく低下するのが一般的であるため、より大きな電圧を出力できるDTのデザインが求められる。そこで本研究では、圧電素子の厚みに着目し、DTの最適形状を検討した。1, 2, 5, 10mmの4種類の厚みをもつ直径20mmのディスク型圧電素子を用意し、それぞれ出力電圧値の大きさを比較した。その結果、弾性波の送信側に用いる圧電素子は薄いほど、受信側に用いる圧電素子は厚いほど、出力電圧値が増加することを確認した。

1. はじめに Introduction

土中を伝播する弾性波速度 $V_s, V_p = f(\text{応力状態、密度})$
Elastic wave velocity in soil $V_s, V_p = f(\text{Stress state, Density})$

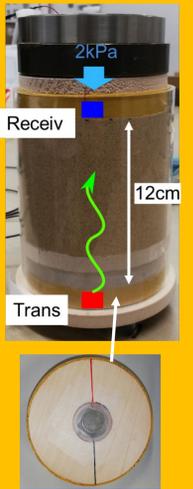


2. 実験概要 Materials and methods

1mm, 2mm, 5mm, 10mmの4種類の厚みをもつ直径20mmのディスク型圧電素子を、それぞれ送信と受信に用いて16パターンの弾性波計測を行った。

We measured 16 patterns of elastic waves using a 20 mm diameter disk-shaped piezoelectric element with four thicknesses of 1, 2, 5, and 10 mm for transmission and reception, respectively.

	送信側Disk厚 Thickness of trans disk	受信側Disk厚 Thickness of receiv. disk	相対密度 Dr	入力電圧 Input V	周波数 Frequency
Case1	1mm	1mm, 2mm, 5mm, 10mm	77.6%	140Vp-p	3kHz~20kHz
Case2	2mm	1mm, 2mm, 5mm, 10mm	79.1%		
Case3	5mm	1mm, 2mm, 5mm, 10mm	82.6%		
Case4	10mm	1mm, 2mm, 5mm, 10mm	73.5%		



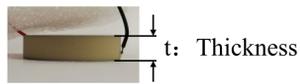
3. 基礎原理と予想 Fundamental Principles and Forecasts

一般的に素子に力Fが加えられたときに発生する電圧Vは、
 $V = F \cdot \frac{d_{33}}{C_d} = F \cdot g_{33} \cdot \frac{t}{A}$ (t: 圧電素子の厚み)

であらわされる。上式を電圧と素子の厚みと応力の関係に直すと

$$V = \frac{F}{A} \cdot g_{33} \cdot t = \sigma \cdot g_{33} \cdot t$$

$$F = \sigma \cdot A = \frac{V \cdot A}{t \cdot g_{33}}$$



受信側のDTに発生する電圧は圧電素子の厚みに比例する

The voltage at the receiving DT is proportional to the thickness of the piezoelectric element.

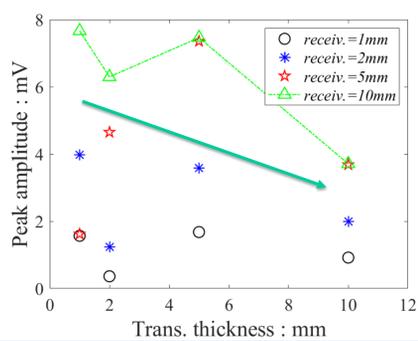
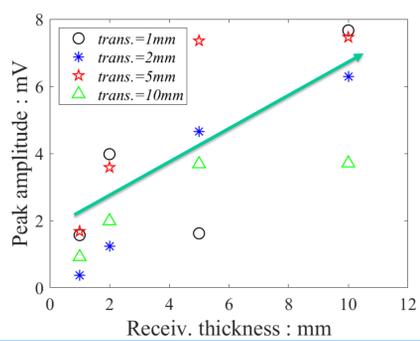
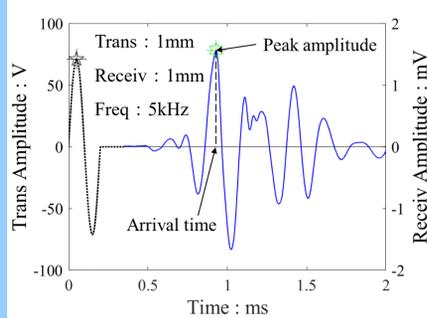
送信側のDT生ずる力は圧電素子の厚みに反比例する

The force of DT on the transmitting side is inversely proportional to the thickness of the piezoelectric element.

4. 計測結果 Results

弾性波計測結果の一例(右図)。各Disk厚の組み合わせごとにピーク時電圧を算出し、大小を比較する。

This is an example of an elastic wave measurement result (right figure). Peak voltage is calculated each Disk thickness combination, and the magnitude is compared.

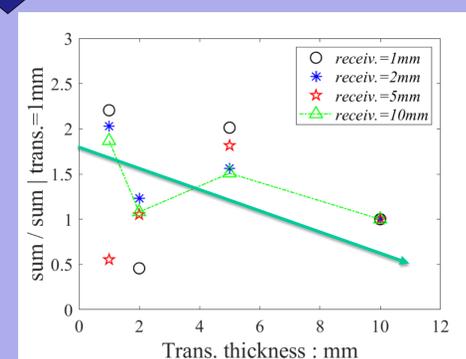
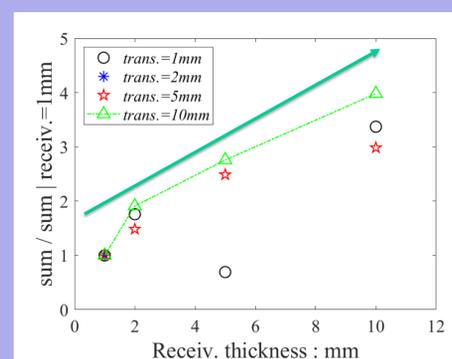
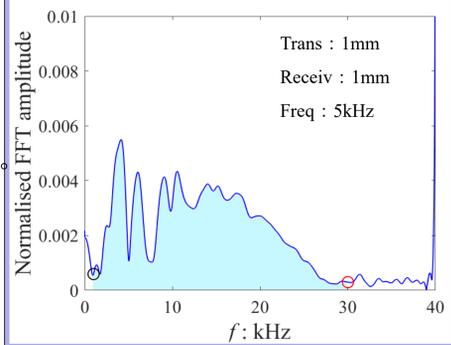


受信側のDiskが厚いほど、また、送信側のDiskが薄いほどピーク電圧は大きく、計測に適している。
As the Disk on the receiving side is thicker and the Disk on the sending side is thinner, the peak voltage is larger, which is more suitable for measurement.

5. 周波数解析 Frequency analysis

入力周波数20kHzの計測結果に対するフーリエ解析を行い、周波数応答を求め、スペクトルの下部面積を積分することによってその応答振幅の指標とし、送信は1mmの結果を、受信は10mmの結果を基準として正規化した。

Perform Fourier analysis on the measurement results at an input frequency of 20 kHz. Integrate the lower area of the spectrum to quantify an index of amplitude (transfer normalized with 1 mm results, and receiver normalized with 10 mm results).



計測結果の傾向が、周波数の影響なく成り立つものであることを確認。
The tendency of the measurement result holds without the influence of the frequency.