

# 弾性波を用いた土構造物の非破壊検査の手法の提案 A proposition of nondestructive investigation using elastic wave for soil structure

○常松 英史, 小林 晃, 山本 清仁, 青山 咸康

TSUNEMATSU Hideshi, KOBAYASHI Akira, YAMAMOTO Kiyohito and AOYAMA Shigeyasu

## 1. はじめに

農業用水利施設のうち、ため池などの土構造物の改修事業の計画立案のための調査の省力化および効率化を目指し、弾性波を用いた非破壊検査による現状把握手法の検討を目的とする。まず室内試験によって、提案する解析方法の適用性を見た。そして、現地に適用し、ウェンナー法による電気探査と比較することで、ため池の漏水状況の推定手法について検討した。

## 2.1 室内実験

### (a) 室内実験の方法

まず図1のように高さ1.7m、横0.5m、奥行き2mの土槽に土を詰め、容器の底から約0.4mの高さに水位がくるよう水を浸潤させた。土の表面に加速度計を一つ設置し、その近傍にランマーを落として弾性波を発生させ、反射波を検出した。そして後述する相対パワー値と理論的に求めた反射係数を比較した。

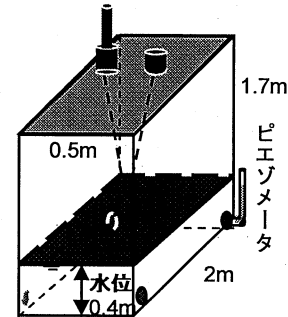


図1 室内実験の装置の概観

### (b) 相対パワー値

コンクリートのインパクトエコー法では反射面までの距離を半波長としたときに、その波長の整数倍で周波数が卓越することを利用する。しかしこの場合、卓越周波数の同定が主観的となる可能性があるため、本研究ではその点を以下の様に改めた。

まず検出した波形データをフーリエ変換し、次式のように各周波数  $f$  のパワー  $P_f$  にその二倍の周波数のパワー  $P_{2f}$  を足し合わせる。

$$P_{(f)} = P_f + P_{2f} \quad (1)$$

そして、弾性波速度からそれぞれの  $P_{(f)}$  における深度  $D$  を求めた。

$$D = V_p / 2f \quad (2)$$

そして、 $P_{(f)}$  をその最大値  $P_{(f)\max}$  で正規化した相対パワー  $R_{(f)}$  ( $= P_{(f)} / P_{(f)\max}$ ) をその深度にプロットする。

### (c) 反射係数

pF 法により求めた不飽和水分特性を用いて、深度方向の水分分布を求め、湿潤密度と弾性波速度の積である音響インピーダンス  $\rho_i V_i$  分布から、次式の反射係数  $r_i$  を求めた。

$$r_i = (\rho_{i+1} V_{i+1} - \rho_i V_i) / (\rho_{i+1} V_{i+1} + \rho_i V_i) \quad (3)$$

弾性波速度  $V_i$  は、別途に行った試験から得られた体積含水率と乾燥密度の回帰式から分布を求めた。

## 2.2 結果

図2に相対パワー分布、図3に反射係数分布を示す。反射係数と相対パワーのピーク位置が水面の少し上の1mから1.2mの間で存在し、水分が急激に変化する所で反射が起きていることがわかる。また、装置の底の1.7mにおいても相対パワーは大きな値を示している。

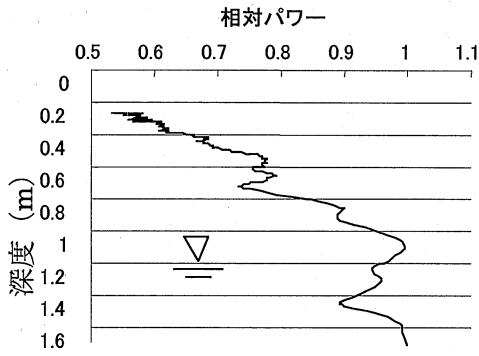


図2 相対パワー分布図

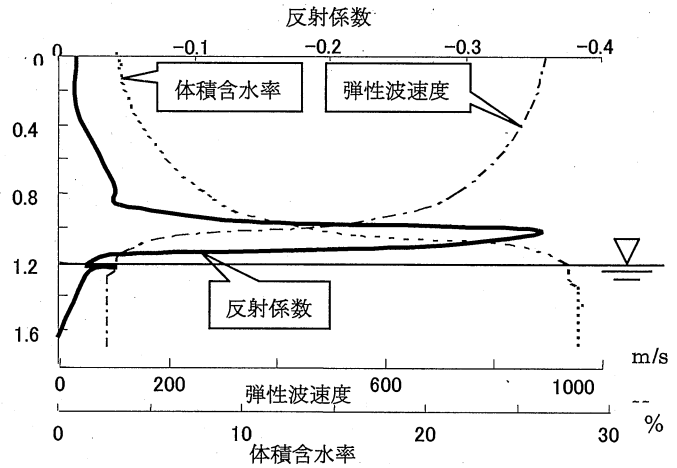


図3 反射係数と弾性波速度、体積含水率分布

### 3.1 現場計測

本手法による弾性波探査と電気探査の結果を比較した。図4に示すため池堤防で行った。

### 3.2 結果

結果を以下図5から図8に示す。

結果が示すように弾性波においては少し反応が

弱がそれぞれ漏水箇所を示し、また、側面1より

側面2のほうが、水面が共通して高い。

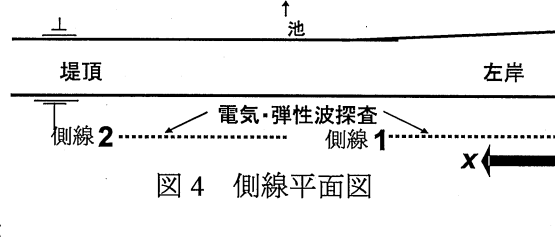


図4 側線平面図

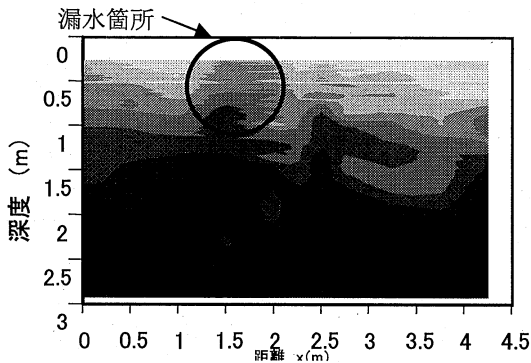


図5 側線1の弾性波探査結果

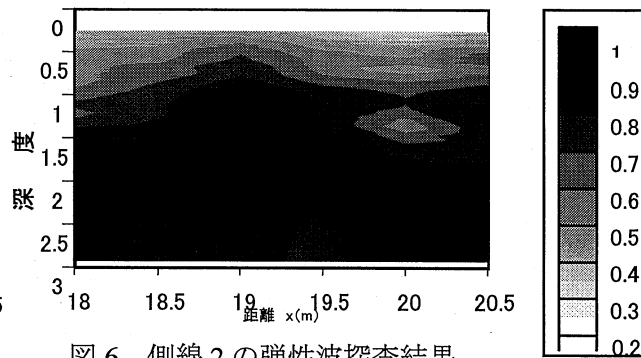


図6 側線2の弾性波探査結果

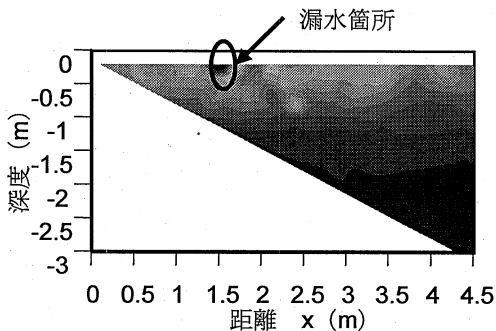


図7 側線1の電気探査結果 ( $\Omega m$ )

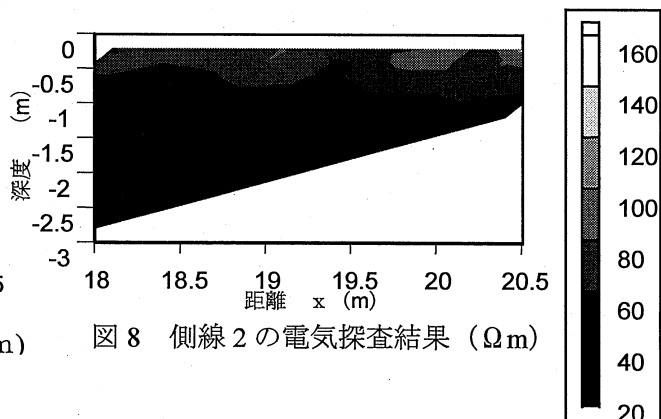


図8 側線2の電気探査結果 ( $\Omega m$ )

### 参考文献

物理探査学会, 物理探査ハンドブック手法編, 第1,2章, 1998