

土構造物の非破壊検査手法の開発 (その2) 現地計測とその解析 Development of Nondestructive testing technique for Soil structure Part2:In-site measurement and Examination

柳本 智也 , 青山 咸康 , 小林 晃

Yanagimoto Tomoya , Aoyama Shigeyasu , Kobayashi Akira

1. はじめに

本研究は、電気探査装置および弾性波探査装置を用いて、ため池堤体内部の安全性を診断することを目的とする。電気探査では比抵抗計測装置によるウェンナー法で比抵抗の計測を行い、弾性波探査では板叩き法によって弾性波速度の計測を行った。本発表では、この二つの非破壊検査手法を用いたため池での現地計測とその解析について報告する。

2. 現地計測

電気探査手法には比抵抗計測装置を用い、電極の数は 48 本とした。電極は、縦断面の堤体下流側の法尻から堤体上流側の水面付近まで等間隔に設置した。

弾性波計測には板叩き法を用い、大型ハンマーを用いて人力で行った。堤頂部で打撃し、受信場所を縦断面で変え、上下流合わせて 6~7 点を順次計測した。

3. 解析手法

<電気探査の解析> 電気探査の解析は、ウェンナー法と呼ばれる 4 極法で行った。堤体断面内の比抵抗値を求めるため、各電極で計測された比抵抗値を座標変換し推定した。

計測では電極の接地抵抗が大きく良好な測定ができない箇所もあり、測定位置の分布は不均一になる。そこで、計測値をクリギング (Kriging) 手法で補間して堤体内部の比抵抗分布を推定した。

<弾性波探査の解析> 弾性波探査においては、コンクリートの衝撃波法で使われるインパクトエコー法を援用することにした。インパクトエコー法は、周波数スペクトルのピーク周波数と弾性波速度から内部欠陥の位置を判断する検査手法である。

この理論を援用した供試体断面の弾性波の反射位置を画像化手法として、SIBIE¹⁾ という画像処理法がある。まず解析対象の断面を要素に分割しモデル化する。弾性波が入力点から要素中心、そして出力点といった伝播経路を通り、その最短伝播経路は図 1 を参照して R と求められる。SIBIE 法では、測定された卓越周波数と弾性波速度から反射する要素 (欠損部分) を推定して、その分布を描くものである。図 1 からわかるように、理論上は発信・受信点を焦点とした楕円上に欠損部分が存在することになる。今回の計測では一つの発信点に対して、複数の受信点があるので、受信点の卓越周波数群ごとに楕円を描くことができる。そして、実際には一つの欠損部分は複数の受信点でもその影響が現れるので、同じところで反射点が存在することが望ましい測定結果であるといえる。

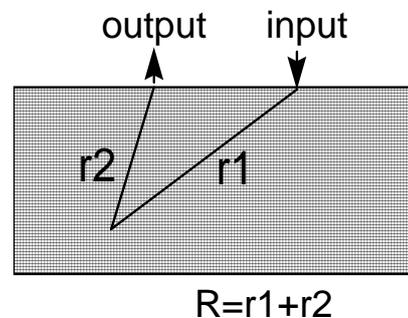


図 1. 診断面のイメージングモデル

このような測定結果とするために、本研究では、弾性波速度が不均一であるとして、弾性波速度分布を考慮して推定することを試みた。まず、弾性波速度を各要素にランダムに分布させる。そして、伝播経路上の要素の平均速度 v_{av} を求める。ある受信点での卓越周波数群に相当する距離 R を持つ要素を検出する。もし、最適な測定であれば、一つの要素に多くの楕円が集中する結果となるはずである。そこで、ここでは、各要素でそこが欠損部分であると判断された受信波の数をカウントし、その数を最大化する最適値問題として、内部の弾性波速度分布を推定することを行った。この最適値問題の解法としては、遺伝的アルゴリズム (GA) を用いることにした。

4. 解析結果

上述の手法で求めた比抵抗分布および弾性波速度分布を図 2, 3 に示す。また、(その 1) で求めた比抵抗 ~ 含水比関係、および含水比 ~ 弾性波速度 ~ 一軸圧縮強度関係から求めた含水比および一軸圧縮強度分布を図 4, 5 に示す。

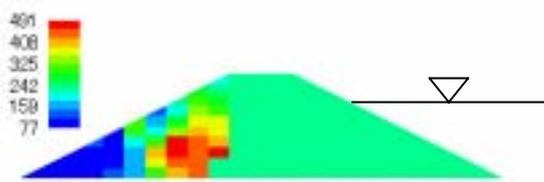


図 2 . 中戸新池の比抵抗分布図(m)

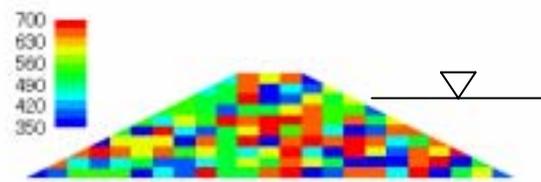


図 3 . 中戸新池の弾性波速度分布図(m/s)



図 4 . 中戸新池の含水比分布図(%)

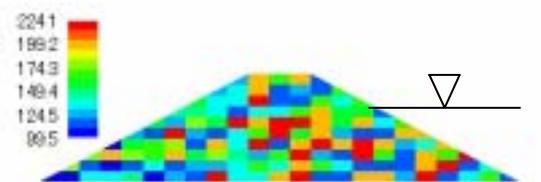


図 5 . 中戸新池の一軸圧縮強度分布図(kPa)

5. 結果の検討

図 6 に計測断面近傍で得られた N 値から推定した一軸圧縮強度と今回の推定結果の比較を示す。浅部における深度分布の傾向がよく推定されており、本手法が有効であることが分かった。

謝辞：本研究にあたり近畿農政局大和平野農地防災事業所には大変お世話になった。ここに深甚の謝意を表す。

参考文献 1) 渡辺健, 他 (2000): コンクリート工学年次論文報告書, Vol. 22, No. 1, pp. 391-396

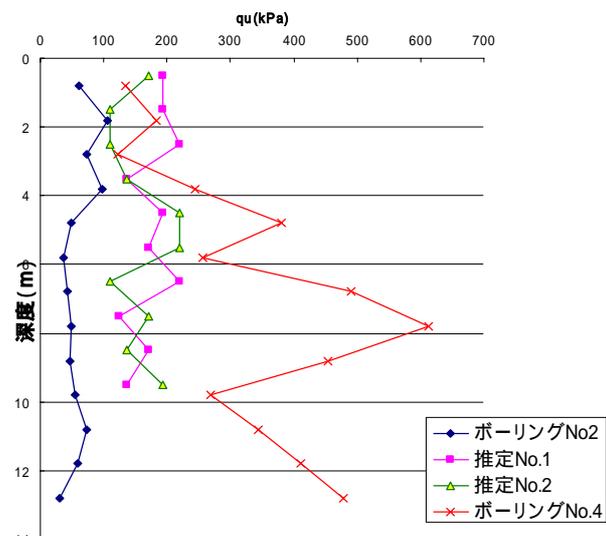


図 6 . N 値から推定した一軸圧縮強度との比較