

周波数解析を用いた非破壊検査手法の比較

A comparison of nondestructive investigations using frequency analysis

○常松 英史*, 小林 晃*, 山本 清仁*

TSUNEMATSU Hideshi, KOBAYASHI Akira, and YAMAMOTO Kiyohito

1. はじめに

ため池などの土構造物は現在、多くのものが劣化し、維持・管理が必要とされている。本研究では、改修のための計画立案のための調査の効率化を目指し、コンクリートで用いられる周波数特性を利用した分析手法を援用した解析手法を非破壊である弾性波探査と電磁波探査に適用し、現場計測での結果の検証を行った。

2. 解析方法

本研究では、簡便のため、起振点一つに対して受振点一つの一次元での測定し、コンクリートのインパクトエコー法を援用した解析を行った。波の反射において、起振点から反射面までの伝播距離を L とすると、反射波の周波数分布において、半波長 ($=\lambda/2$) が L に等しい周波数 F で卓越することを利用する。 V を波速度としたとき (1) の式を得る。

$$L = \frac{\lambda}{2} = \frac{V}{2F} \quad (1)$$

また、同じ反射面における最小卓越周波数を F_1 とおくと $k \times F_1$ (k は整数) の周波数でも共振し強いスペクトルを持つと考えられる。本研究では、その中でも $k=1$ と $k=2$ の周波数で強いスペクトルを示すことを利用し、同じ測定点における全ての周波数 F_1 のスペクトルに二倍の周波数のスペクトルを足し合わせ、その合計値を各 F_1 における加重スペクトル P とした。そして (1) 式から伝播距離を求め、それを深度としたコンター図を描く。 P が大きいほど、その伝播距離における反射が大きいものと考えられる。

また、弾性波探査においては各測定点における評価値として、最大の P_i を P_{max} としたとき、次の (2) 式のように正規化を行う。

$$R_i = \frac{P_i}{P_{max}} \quad (2)$$

R_i を相対パワーとした。

3. 現場計測における結果の検証

ある溜池において、深度 5m の所にあると予想される底樋を横断するように測線をとリ、原点を共通として弾性波探査 (19m から 22m)、電磁波探査 (0m から 40m) と電気探査 (1m から 37m) を行い、結果の検証を行った。

3.1 弾性波探査

弾性波速度は、発信点近傍と一定距離はなした地点の 2 つに受信点を設け、波の到達時間から求めた。

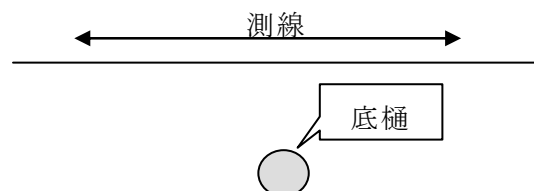


図1 調査測線概要図

土の表面に加速度計を一つ設置し，その近傍をかけやで叩き弾性波を発生させ，反射波を検出した．相対パワーの分布を図2に示す．距離20mから21mの所で他より浅い5m付近で強い反応が見られ，底樋において反射している可能性を示している．この時の速度は380m/s，卓越周波数は50Hz程度であった．

3.2 電磁波探査

電磁波速度は，アンテナ幅を徐々に広げて測定する結果から算定を行うワイドアングル測定により求めた．

測定は発信と受振の二本のアンテナを用い，間隔を一定にして移動するプロファイル測定で行った．加重スペクトル分布を図3に示す．弾性波探査と同様，距離およそ20m所の深度5m付近で反応が見られ，底樋における反射であると考えられる．電磁波の速度は0.1m/ns，卓越周波数は40MHz程度であった．

3.3 電気探査

四極ウェンナー法を用いて解析した比抵抗分布(Ωm)を図4に示す．

距離17.5mから25mにおいて，比較的高い比抵抗値を示す分布が深いところから深度5m付近の浅い方へと伸びている．

4. まとめ

今回用いた弾性波の波長は8m弱，電磁波のそれは数mであろうと思われる．通常，電磁波探査ではさらに入力周波数を高くして短い波長の波を用いて浅部での調査が行われる．今回用いた入力波では電磁波の場合，半波長の1m程度以深であれば探査が可能であろうと思われ，弾性波では4m弱以深であれば探査可能であったので，底樋の探査も可能となったものと思われる．しかし，図2-4を見て分かるように，単独の調査からの結果のみから特異点を見出すことは難しく，複数の探査が有効であることが分かった．

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

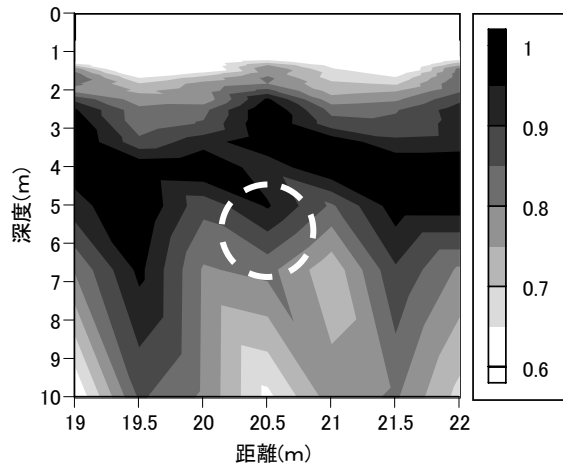


図2 弾性波探査の結果

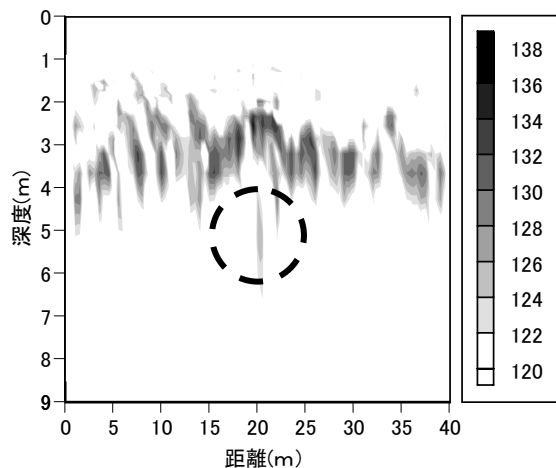


図3 電磁波探査の結果

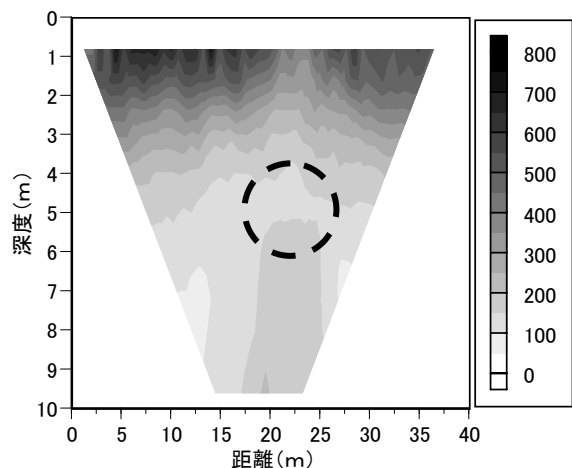


図4 電気探査の結果