

物理探査を用いた農業用ため池の非破壊状態評価に関する研究 Nondestructive Evaluation of Farm Pond Using Geophysical Exploration

○鈴木航*・鈴木哲也**・森井俊廣**・河合隆行***

Wataru SUZUKI, Tetsuya SUZUKI, Toshihiro MORII and Takayuki KAWAI

1. はじめに

平成 24 年 3 月に閣議決定された「土地改良長期計画」では農業用水利施設の戦略的保全管理が技術的課題の一つとして挙げられた¹⁾。現状技術では、施設の最適な更新時期を予測することは困難であり、既存施設の損傷状況を含めた状態評価が不可欠である。農業用水利施設の一つであるため池は日本全国約 21 万箇所が存在し、その約 70%が江戸時代に築造されたものである。多くの既存ため池では改修が必要となっているのが現状である。

本研究では、農業用ため池堤体を対象に堤体物性を振動と電気的特性の観点から評価し、ため池の戦略的保全管理に資する非破壊状態評価について考察する。

2. 調査方法

2.1. 調査地

研究対象とするダムは新潟県十日町市に立地している農業用ダム(五升苗ダム, 川西ダム, 松葉沢ダム, 坪山ダム, 長福寺ダム)である。十日町市の農業用ダムの他に、群馬県に立地している東日本大震災により損傷した改修前後の農業用ため池(鳴沢湖, 大谷池)も対象としている。本研究では、改修前大谷池, 改修前鳴沢湖を損傷ため池, 改修後大谷池, 改修後鳴沢湖, 五升苗ダム, 川西ダム, 松葉沢ダム, 坪山ダム, 長福寺ダムを通常ため池と分類し, 考察をする。

2.2. 常時微動計測

常時微動計測には 3 軸微動検出 (昭和測

器社製)を用いた。計測点は、堤頂部 5 点 (No.1~5) と堤体最下部 1 点 (No.6) の計 6 点である。サンプリングレートは 100Hz とし、計測時間は 1 箇所あたり 11 分/回とした。計測軸の方向は、堤軸方向: X, 堤軸直角方向: Y, 堤体鉛直方向: Z とした。それぞれにおいて 3 方向の微動を計測した。評価指標は H/V スペクトル比を用いた²⁾。

2.3. 電気探査

地盤物性の推定には比抵抗計測を行った。計測には SYSCAL キッド (応用地質社) を用いた。計測法は Dip.dip.switch 法である。計測線は堤体水平方向と堤体直角方向の 2 側線である。評価指標は比抵抗値と堤体内の比抵抗分布を表現した比抵抗モデルである。

3. 結果と考察

各ため池の H/V スペクトル比のピーク周波数に基づいて固有振動数を評価した。大谷池, 鳴沢湖の改修前後の固有振動数を比較した結果, 改修に伴い固有振動数が低下することが確認された。通常ため池と損傷ため池の固有振動数を比較した結果, 通常ため池が損傷ため池に比較し固有振動数が低下傾向にあることが確認された。

既往の研究により, 盛土の固有振動数は式 (1) によって推定できることが中村らによって明らかにされている³⁾。

$$f = 0.28 \left(\frac{B}{H} \right)^{0.84} B^{-0.97} V_s \quad (1)$$

*農林水産省 農村振興局 Rural Development Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

**新潟大学自然科学系(農学部) Faculty of Agriculture, Niigata University

***新潟大学災害・復興科学研究所 Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University

キーワード: 農業用ダム, 常時微動計測, 電気探査

ここで、 f ：固有振動数， B ：天端幅， H ：盛土高， V_s ：地盤のせん断波速度³⁾，である。各ため池の常時微動計測による固有振動数の実測値と式(1)による推定値を比較した結果，実測値と推定値が概ね一致することが確認された(図1)。なお，この際 $V_s=300$ と仮定した。

電気探査の結果から推定されるため池堤体内の水分域が堤体の固有振動数に影響を及ぼしている可能性がある。そこでダム堤体の振動特性と堤体の水分域の相互関係の考察を行った。

本研究では式(2)により得られる相対値を用いて，考察を行う。

$$S = \frac{H'}{H} \quad (2)$$

ここで、 S ：相対水位， H' ：堤体水分域の高さ， H ：堤高である。水分域高さは，地盤から比抵抗モデルの低比抵抗部分までの高さとする(図2)。 $S \approx 1.0$ の場合，堤高に占める水分域の高さが大きいことを示し， $S \approx 0.0$ の場合，堤高に占める水分域の高さが小さいことを示す。

図3に H'/H と固有振動数の関係を示した。 H'/H が大きくなるほど固有振動数が低下傾向にあることが確認された。

4. まとめ

本研究では，常時微動計測および電気探査を用いて，ため池堤体の状態評価を試みた。その結果，ため池の状態評価には，常時微動計測および電気探査は有効であることが示唆された。より確度の高い状態評価には個々のため池の構造的特徴を踏まえた検討が必要であり，損傷度の定量化は不可欠である。

なお，本要旨は執筆者が大学在学時に研究した内容であり，農林水産省の公式見解ではない。

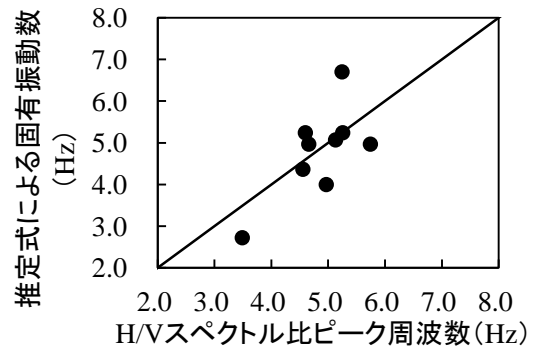


図1 固有振動数の実測値と推定値の比較
Comparison between measured and estimated value of natural frequency

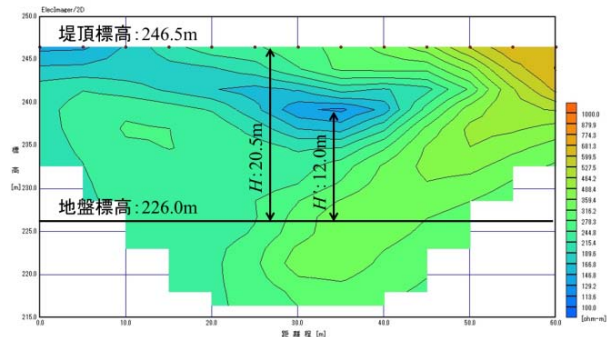


図2 相対水位の定義

Definition of relative water level

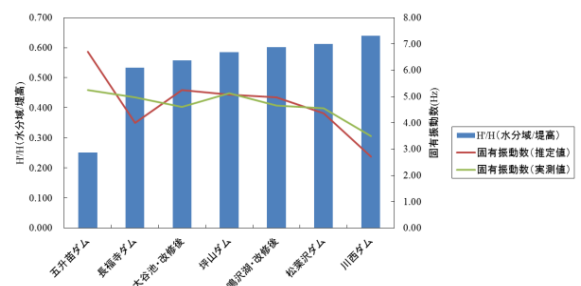


図3 H'/H と固有振動数の関係
Relation between H'/H and natural frequency

参考文献

- 1) 農林水産省 HP
<http://www.maff.go.jp/index.html>
- 2) 中村豊：H/V スペクトル比の基本構造，物理探査学会地震防災シンポジウム資料，2008。
- 3) 中村豊，中野聡：盛土の形状に伴う固有振動数の変化の解析と物性値の推定法，土木学会第43回年次学術講演会講演概要集，I-561，pp. 1172-1173，1988。