

谷池型ため池堰堤の微動測定と表面波探査
 Microtremor measurement and surface wave exploration
 on a valley-type for irrigation dam

古川 将也*, 森 伸一郎*

Masaya Furukawa, Shinichiro Mori

1.はじめに

ため池堤体の維持管理は、漏水と堤体変形といった目視などによるものが多く¹⁾、健全性や耐震性を評価する指標としては十分ではない。ため池堤体の地震被害においては、慣性力や液状化が被害素因であり、それらにつながる堤体の増幅特性に関わる物理指標としての、堤体のせん断波速度 (V_s) が耐震性指標として有望である。

そこで本研究では、既存ため池堤体において微動測定および表面波探査を実施し、堤体地盤連成系の卓越周期や堤体の V_s 分布を把握した。そして、その V_s 分布に基づいて一次元せん断波理論により固有周期を推定し、微動測定による実測値と比較した。

2.測定対象

Fig.1 に測定対象のHN池の周辺地形を示す。松山市内にあるHN池(谷池)の堤体は、堤長 78.4 m、堤高 8.5 m、堤頂幅 3 m である。Fig.2 に下流側から見た堤体の正面図およびセンサーの設置位置と表面波探査測線の位置 (E 測線) を示す。法肩を E、法尻を A、露頭基盤近傍を R、自由地盤を F とする。E と A には 7 断面、R には両側の 2 地点がある。A3 は底樋上に、E1 はコンクリート製洪水吐端部から 30 cm 離れた地点に、F は堤体から南東に約 80 m 離れた地点に位置する。

測定は 3 成分の動電型速度計 (CR4.5-2S) を 6 台用いて、R を 1 点含む E と A から 5 点を組み合わせて、5 通りの同時測定を行った。設置は、堤軸方向 (Longitudinal) と堤軸直交方向 (Transverse) に水平 2 成分を合わせた。0.01 秒間隔で測定した 300 秒間の速度時刻歴にドリフト補正を施し、堤体付近の交通の影響による大振幅部分のデータを除き、1 セグメントを 2048 個のデータとして 8 セグメントを解析に使用した。そして、アベレーシングをおこない、フーリエスペクトルを算出し、フーリエスペクトル比を求め、バンド幅 0.5 Hz の Parzen ウィンドウを施した。

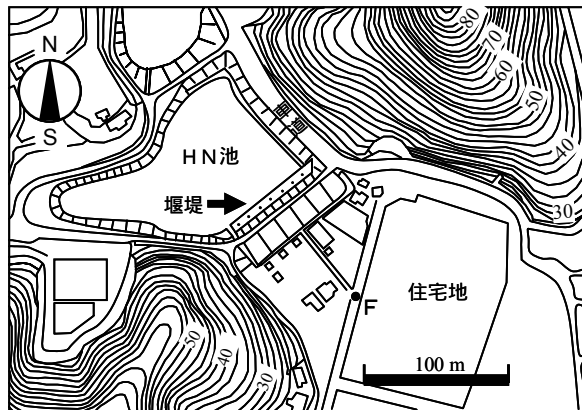


Fig.1 測定対象のHN池の周辺地形
 Geographical features in surrounding of HN dam

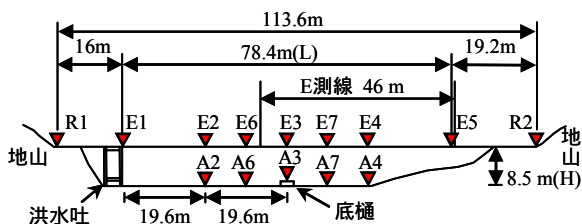


Fig.2 堤体の正面図およびセンサー位置
 と表面波探査測線の位置

Front elevation of dam body and position of sensor and surface wave exploration

表面波探査の測線長は 46 m で、探査深度は 20 m である、起振はかけやでおこなった。

3. 測定と探査の結果

F での微動測定より、地盤の卓越振動数は 3.6 Hz であった。Fig.3 に、法肩/基盤の水平動スペクトル比 (H/H 比) を示す (a)E6/R2(Trans), (b)E6/R2(Long)。堤体中央は堤軸直交方向で 3.1 Hz, 堤軸方向で 3.7 Hz で明瞭に卓越しており、堤軸直交方向が低振動数である。振幅の大きさから、堤体は堤軸直交方向の方が揺れやすいと言える。また、各点の H/H 比 (E/R) より、堤軸直交方向の卓越周期は、地山に近づくほど短くなっており、基盤深度の変化が堤体 - 地盤連成系の卓越周期に影響している。

Fig.4 に表面波探査より得た堤体の二次元 Vs 分布図を示す。堤高が 8.5 m の堤体の Vs は平均的には 200 m/s であり、表層 3 m までは Vs が 230 m/s と周辺よりも締まっている。また、等値線は地山に近づくにつれてせり上がっているのもわかる。堤体の中央付近で Vs が 160-180 m/s 程度と低くなっている。これは、底樋自体もしくは底樋周辺の締固め度合いの低い土の領域を捉えているものと考えられる。そして、深度 13 ~ 9 m 以深では Vs が 300 m/s を超える層を把握することができ、これが基盤層であると推定した (Fig.5 参照)。

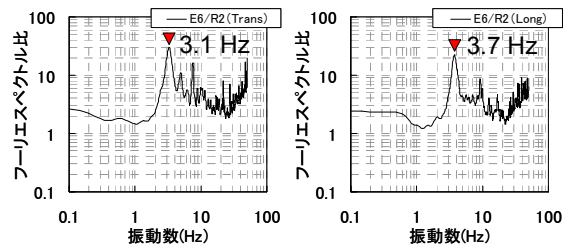
4. 卓越周期の推定と実測の比較

堤体 - 地盤内のせん断波の重複反射を仮定して一次元波動論を適用すれば、堤体・地盤内の平均 Vs と堤頂から基盤までの深度を H とすると、 $T=4H/Vs$ が成り立つ。そこで、この式より推定した固有周期と、微動測定より得た実測の卓越周期を比較する。

Fig.5 に実測の卓越周期と推定の固有周期の関係を示す。実測の卓越周期には、堤軸直交方向の卓越周期を用いた。実測の卓越周期と推定の固有周期は概ね一致しており、同様の分布を示す結果が得られた。

5. 結論 微動の H/H 比による実測と、実測 Vs を用いた一次元波動論による推定の卓越周期が概ね一致した。

参考文献 1) 農業土木学会：土地改良事業設計指針『ため池整備』謝辞 本研究の実施にあたり、松山市農林土木課と公園緑地課の方々にご協力を得ました。記して謝意を表します。



(a)E6/R2(Trans) (b)E6/R2(Long)
Fig.3 法肩/基盤の H/H スペクトル比
H/H spectrum ratios of crest to base a and b

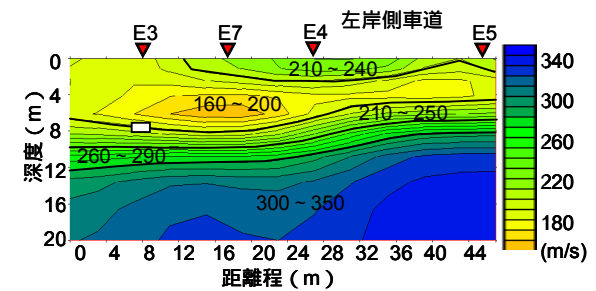


Fig.4 Vs 等値線図 (E 測線)
Value diagram such as S-wave velocity
(E-line)

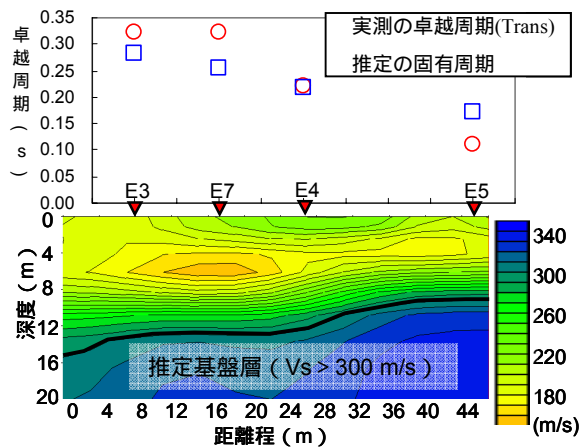


Fig.5 実測と推定の卓越周期の比較
Comparison between actual measurement
value and presumption at predominant period