

異なる物理探査の併用調査による古いため池堤体内部構造の推定
 Estimating the internal structure of levee body of old irrigation pond
 by combined geophysical survey methods

○古谷元・王功輝・若井明彦・土井一生・堀宗朗

○Gen FURUYA, Gonghui WANG, Akihiko WAKAI, Issei DOI, Muneo HORI

There are more than 210,000 irrigation ponds in Japan. Most of these had been constructed before Edo era. Therefore risk of aging levee body are pointed out, however there aren't existence detailed data about structure in levee body. We carried out high-precision surface-wave seismic survey, 1-m-depth ground temperature survey, and simple penetration test at "Watauchi-ike" irrigation pond constructed on end of Edo era, Imizu, Toyama, to visualize the inner structure of old levee body. Results of this study are as follows: 1) Un-homogeneous structure of levee body can be visualized. Especially, existence of old river channel before construction of irrigation pond are estimated. 2) There are two kind of origin for groundwater flow, one is reservoir and another is natural groundwater from hill side around this pond.

1. はじめに

日本には約 21 万箇所の農業ため池が存在するが、その多くは江戸時代以前に築堤、もしくは自然に堰き止められたものであり、老朽化の問題が潜在している。一方、このようなため池では堤体構造や周辺地盤の記録がほとんど残っておらず、また対象箇所数が膨大であるためにトレンチ・試錘等の詳細な調査も事実上困難である。このような背景のもと筆者らは、比較的平易な物理探査・調査手法をため池堤体や周辺地盤で展開し、破堤に関わる構造特性（漏水・地下水流入箇所、強度低下箇所等）の可視化と、これに基づいた検討を実施している。ここでは得られた知見の一部を報告する。

2. 試験地の概要

試験地は富山県射水市の南部に位置する綿打池である (Fig. 1)。綿打池は江戸時代末期に築造され、その後昭和 62 年～平成 3 年に改修工事が実施された。このため池は築堤時の記録が残っておらず、改修計画時の平面図、標準断面図等の記録のみが残っている。改修後の諸元は堤高 6.6m、堤長 166m、天端幅 5.6m、集水面積 5.5ha、貯水量 145 千 m³ である。試験地周辺の地質・地形は、下位の新第三紀の泥岩の上に礫および砂・泥岩が被る 20～100m の比高を有する丘陵地が広がっており、下条川とその支川によって樹枝状に開析されている。綿打池はこの開析谷を利用して築堤されている。

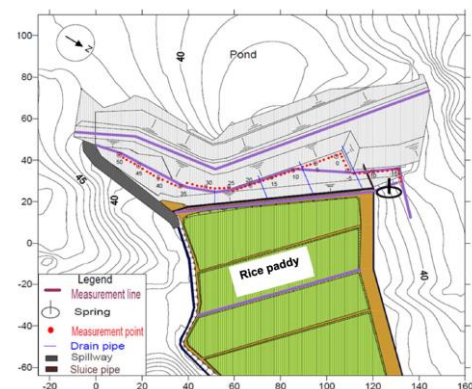


Fig. 1 Plane of test site and survey lines

3. 調査手法の概要

本研究では高精度表面波探査を天端、小段、法尻付近、および畦道 (Fig. 1 中の紫色の測線) で、1 m 深地温探査を小段上 (同赤色の点) で、簡易貫入試験小段上の 1 m 深地温探査および高精度表面波探査測線上で、そしてチェーンアレイ探査を天端で実施した。各物理探査の測点は 2 m 間隔である。なお 1 m 深地温の連続観測は、小段上の測点 No. 25～44 で実施した。

4. 調査結果と考察

1 m 深地温の連続測定結果のうち、夏季の例として 2013 年 6 月 25 日から 9 月 24 日までの結果を Fig. 2 に示す。綿打池では堤体の中央部から右岸

側に3箇所(測点No. 28, 34, および41)に流動地下水脈箇所が推定された。各測点では、夏季は3点共に同程度の低温値、冬季はNo. 41がNo. 28, No. 34に比べて地温が高い特徴を有した。

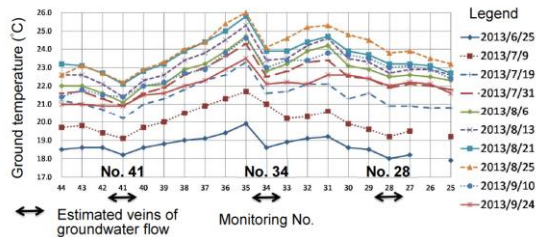


Fig. 2 Time series changes of ground temperature at the 1 meter depth in summer season

Fig. 3 は天端で実施した高精度表面波探査結果である。この図より、堤体内部は均一な速度構造でない。つまり不均質な構造であること示している。堤体の高さが6.5mであるので、これを考慮して両岸の深度6~7m付近の代表的なS波速度を抽出すると180m/sであった。この速度分布に注目すると80m~130m付近に凹型の速度構造が認められる。これは他測線でも類似した構造が認められている。この凹状の速度分布は元地盤(おそらく旧河道)の地形を反映したものと推定される。

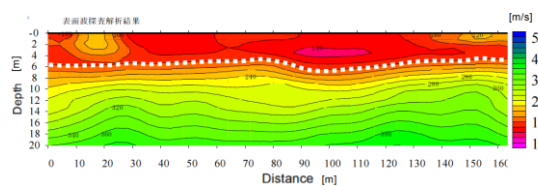


Fig. 3 Result of high-accuracy surface wave survey at the crown

Fig. 4 は天端で実施したチェーンアレイ探査結果である。この図の深度5m以浅に注目すると、位相速度構造が斑状に分布しており、Fig. 3 よりも堤体構造の不均質性が反映した結果になっている。また深度6m付近に180m/sの速度分布も認められ、80~120m 付近に凹状の速度構造を呈しており、Fig. 3 の結果に似ている。60m 付近で速度構造の急変が認められるが、これは局所的な構造変化の可能性が考えられる。また10m 付近と130m 付近でそれぞれ深度5~13m, 10~23m 付近に楕円形状の局所的な速度異常部が存在する。これらはそれぞれ余水吐と樋管の下部になる。おそらくこれらの影響を受けたものと思われる。小段上の簡易貫入試験結果と高精度表面波探査結果との相関を調べたところ、(1)式の関係を得た(相関係数R=0.74)。

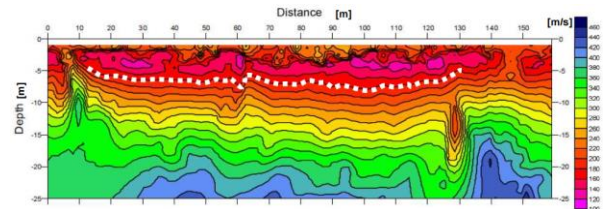


Fig. 4 Result of chain array survey at the crown

$$N_d = 0.2299V_s - 28.789 \quad (1)$$

ここに、 N_d は貫入抵抗値、 V_s はS波速度
この関係より堤体天端における貫入抵抗を推定した結果がFig. 5である。この図より30~50m 付近の表層部と80~125m 付近の深度約1.5m 以深の N_d 値は5未満である。特に後者はS波速度が凹状の分布を示した箇所であり、元地盤の構造に関連した弱部が潜在していると推察される。

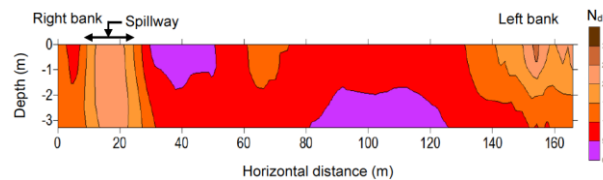


Fig. 5 Estimated N_d value at the crown

上述した3箇所の流動地下水脈の供給源を推定するために、竹内(1983)の2次元モデルで水脈規模を見積もり、これと伏木のAMeDAS月間降水量との関係について検討した。なお、2013年8月の結果については8月23日以降に降雨が集中したために検討から除外した。検討結果をFig. 6に示す。この図よりNo. 41は降水量と流動地下水の水脈規模との間に明瞭な相関($R^2=0.746$)があり、他の2点は相関が認められない。このことよりNo. 41の供給源は、元地盤(右岸側地山)からの浸透水、他の2点のそれは、冬季に地温が低下したためにため池からの漏水と推察される。

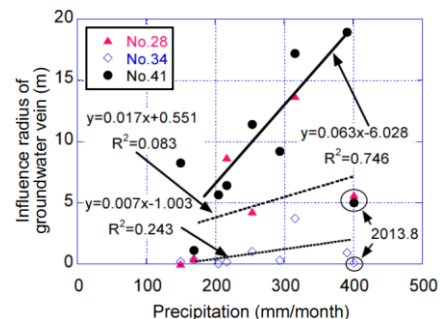


Fig. 6 Relationship between precipitation and influence radius of groundwater vein

【参考文献】

竹内(1983): 地すべり地温測定による地下水調査法, 吉井書店, 196p.