

ベントナイト混合土を用いた新たな遮水工法の適用性と浸潤線の予測に関する検討  
Study on applicability of new Impermeable method using bentonite mixed soil  
and prediction of infiltration line

○佐古田 又規\*, 佐藤 周之\*, 長束 勇\*\*

Yuki SAKODA, Shushi SATO, Isamu NATSUKA

## 1. はじめに

近年、ため池堤体の改修において、現場近傍で良質な刃金土の確保が困難な地域が散見され、遮水材の確保は迅速で健全なため池改修を行うためには解決しなければならない課題である。この課題の解決案の一つとして、筆者らは人工刃金土として前刃金工法の代替で使用するベントナイト混合土の透水係数を下げ、段切り断面に20 cm程度のベントナイト混合土を敷設する薄層段切り工法と、セメントグラウチングによって改修されたため池において、地震時に発生する可能性のある割れ防止にベントナイト混合土を鉛直に充填し締固めを行う鉛直遮水壁工法を開発し、ため池築造試験施工において、その施工性を確認した<sup>1)</sup>。試験施工後のため池は、実規模モデルとして施工後の経過観察を行っている。本報では、経過観察時に計測したモデル池の浸潤線の位置から新工法の遮水層としての適用性を確認するとともに、二次元浸透流解析から予測される浸潤線との整合性を確認・比較することにより新工法の設計時における浸潤線の予測方法とパラメータ設定の検討を行ったので報告する。

## 2. 実規模モデルの概要

実規模モデルため池は、高知大学内に築造された掘り込み式のため池であり、池底と堤体にベントナイト混合土による遮水層を設置している。堤体の遮水構造は南北側の堤体に薄層段切り工法による遮水層を、東西の堤体に鉛直遮水工法による遮水層を設置した。施工後の浸潤線の計測のため、南側の薄層段切り遮水層に3か所、鉛直遮水層は東側に2か所、西側に1か所に観測井を設置し、各所の上流、中央、下流側の3測点で水位を測定することが出来る。図-1に実規模モデル池の概要図を示す。

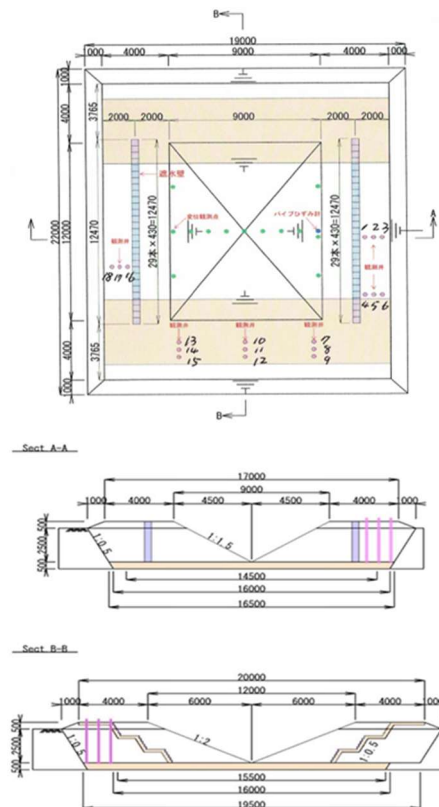


図-1 実規模モデル池の概要図

Diagram of scale model pond

## 3. 実規模モデルから採取した各土層の遮水性確認

試験施工時に締め固めたベントナイト混合土層からコアサンプルを採取し、各層の遮水性を確認した。コアサンプルは底盤部で2か所、鉛直遮水壁層で9か所、薄層段切り層で6か所採取し、JIS A 1218に準拠した室内透水試験を行った(写真-1)。経過観察時には、覆土層からコアサンプルを12か所採取し、覆土層の透水係数をもとめた。表-1に各層の透水試験結果を示す。

## 4. 池観測井の水位計測による浸潤線の想定

モデル池は掘り込み式のため池であることから、観測井の水位は降雨や背面水の影響を受けていることが予想された。4か月間の水位の変動を確認した結果、

\*高知大学, Kochi University, \*\*島根大学名誉教授, Emeritus Professor in Shimane University, キーワード: 浸透流, 工法・施工

図-1 に示す観測井4-6間、および7-9間は、下流側の水位が最も高いことから、近接する敷地外の建屋や排水溝による背面水の影響を大きく受けているものと考えられた。そこで、観測井4-6間、7-9間を除いた観測井水位から想定した浸潤線を図-2 に示す。いずれの遮水工法においても、堤体内の浸潤線が堤体下部にあることを確認した。

## 5. ソフトウェアによる浸透流解析

前項で示した透水試験結果をパラメータとし、傾斜コア型ため池堤体の定常浸透流の解析例である解析モデルをオートメッシュ用に最適化し二次元浸透流解析ソフトウェアによる飽和浸透流解析を実施した。本検討では採取したコアサンプルから求めた覆土層の透水係数を遮水層上流側の覆土と下流側地盤のパラメータとして浸潤線の予測を行った。図-3 に解析結果を示す。いずれの遮水工法も遮水層を通過した浸潤水の水位が低下したが、実規模モデルで計測した水位よりも高い位置に浸潤線が発生する結果となった。

## 6. 考察

本検討では各土壌の平均透水係数をパラメータとして設定したが、覆土層の透水係数は  $1.0 \times 10^{-3} \text{ cm/s} \sim 6.5 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$  と採取箇所により大きな差が見られた。実規模モデルに比べ浸潤線の位置が高くなったことは浸透流解析における覆土の透水係数を過小に設定している可能性がある。さらに、覆土層は現地掘削土を使用していることから、覆土層と下流側基盤層のパラメータを同一に設定したことが原因と考える。しかしながら、いずれの工法も遮水層を通過した浸潤水の水位を十分に下げることが可能であり、新工法の遮水層としての適用が可能であると考えられる。また、傾斜コア型ため池堤体の定常浸透流の解析手法を用いることで、設計時の浸潤線の予測が可能となると考える。

## 7. 今後の課題と展望

新工法は堤体内の浸潤線の水位を低下させることが確認されたが、浸潤線は堤体下流側法面に出ないように計画する事が基本である。遮水層の透水係数、層厚、設置位置を検討することで、確実に浸潤線を低下させる指標を見出す必要がある。また、浸透流解析による浸潤線予測の整合性を高めるため、下流側基盤の現場透水試験を実施し、より詳細なパラメータを設定し、確認を行う。本工法の確立が全国の刃金土の枯渇問題を解決する一助となれば幸甚である。



写真-1 透水試験状況

Status of permeability test

表-1 透水試験結果

Permeability test results

採取箇所	数量	平均透水係数
底盤部	2	$1.1 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$
薄層段切り部	6	$1.7 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$
鉛直遮水壁部	9	$1.9 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$
覆土部	12	$1.1 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$

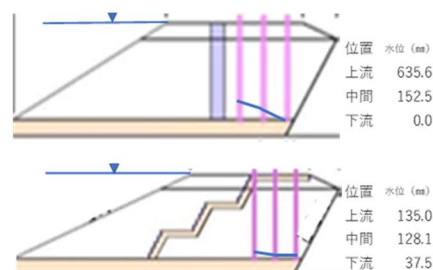


図-2 観測井水位から計測した浸潤線

Infiltration lines measured from well water level

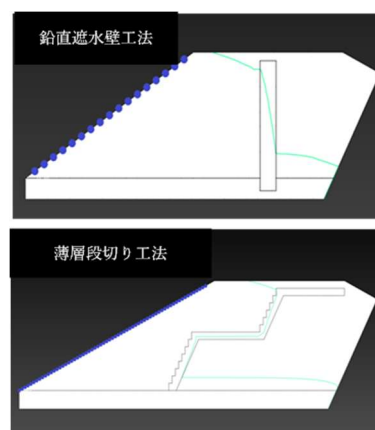


図-3 浸透流解析から予測した浸潤線

Infiltration lines predicted by seepage analysis

参考文献：1) (一社) 農業農村整備情報総合センター (2022) : ARIC 情報 p26-33, 2022.1

謝辞：本研究は農林水産省官民連携新技術研究開発事業の助成を受けたものである。記して謝意を表します。