

袋型根固め工によるため池耐震対策の材料定数に関する試験 Material Constance Tests on Seismic Reinforcement Method of Farm Pond Using Foot Protection Bag

○長岡誠也*, 岡島賢治*, 関谷勇太**, 遠藤優輝**, 吉田貴司***, 小菅達也***
NAGAOKA Seiya , OKAJIMA Kenji, SEKIYA Yuta, ENDO Yuki, YOSHIDA Takashi, KOSUGE Tatsuya

1. はじめに

ため池の耐震対策として押え盛土工法が一般的に用いられている。しかし、施工にあたり貯水を落水しドライ施工を行うため、魚類環境保全や迅速な水供給の再開の観点では懸念が残る。そこで河川護岸工事などで多数の実績を持つ袋型根固め材を、ため池の押え盛土材に利用する方法を提案した。本工法は図1に示すように、台船等を用いることで湛水状態のため池へ施工が

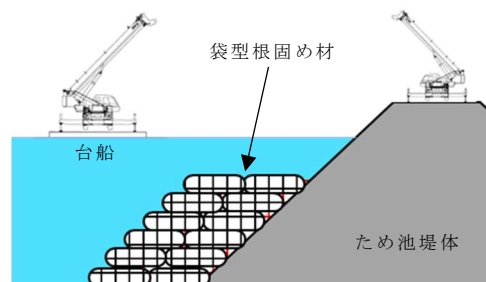


図1 袋型根固め工法の概略図
(Foot protection bag method)

可能である。しかし、袋型根固め材を押え盛土に用いる場合の設計に用いる材料定数の単位体積重量（以下、「 γ 」という）とせん断強度（以下、「 τ 」という）は、明らかにされていない。本研究は、材料定数を求めることを目的とし各種試験を実施した。

2. 試験方法

2-1. 単位体積重量

袋型根固め材を複数個設置された時に発生する空隙を含んだ群体の γ 、袋型根固め材の単体の γ 、および自由落下された中詰め材の γ の3パターンを計測した。試験に用いた袋型根固め材は2t型（3,500×1,700mm）で、中詰め材は50～100mm程度の玉石である。群体の γ は、まず4.0m四方の箱を作成した。次に、予め重量を計測した袋型根固め材を設置し、天端高をレベル測量することで計算した。単体の γ は、3Dスキャナを用いて体積を計測することで算出した。自由落下された中詰め材の γ は、締固め試験用の $\phi 300 \times 225\text{mm}$ の容器に自由落下させることで算出した。

2-2. せん断強度

2-2-1. 中型一面せん断試験

せん断試験機は上箱（316×316×70mm）、下箱（316×380×70mm）である。試料はふるい分けた10～15mmの川砂利、碎石である。試料のネットは網目寸法5mmで、縦0.3m×横0.3m×高さ0.07mである。せん断試験器の上箱と下箱の境目に袋型根固め材同士の接触面が来るように設置した。比較評価のために中詰め材のみの試験も行った。

2-2-2. 1/3縮尺模型による滑動角度試験

施工現場における袋型根固め材の滑動角度を詳細に求めるために実物（1t型 1,600×

*三重大学大学院生物資源学研究科 Graduate School of Bioresources, Mie University, **ナカダ産業株式会社 NAKADA Industrial Co.,Ltd, ***NTCコンサルタンツ株式会社 NTC Consultants Inc.,

キーワード：ため池、耐震補強、袋型根固め材、設計諸元、工法・施工

500mm) の 1/3 縮尺の模型を用いたせん断実験を実施した。試験に用いた 1/3 縮尺模型は出来形 530×160mm で、中詰め材は 40～80mm の 2 号碎石である。10t ダンプトラックの荷台に袋型根固め材模型を配置し、ダンプアップ時の滑動角度を測定した。

2-2-3. 三軸圧縮試験

中型一面せん断試験よりも大きな粒径の試料における τ を評価するために実施した。試料は最大粒径 63.0mm のタルボット指数 $n=1.9$ の粒度に調整した碎石を使用した。圧密排水条件 (CD 試験) とし、圧密応力は 50, 100, 200kN/mm² とした。

3. 実験結果と考察

3-1. 単位体積重量

γ の試験結果を表 1 に示す。袋型根固め材単体と自由落下された中詰め材の γ は、同程度であった。図 2 に示す 3D メッシュデータからも形状を正確に計測できていると考えられる。群体と単体を比較すると、群体の γ は単体の 90% 程度であることがわかった。約 10% の低減は、袋型根固め材同士の空隙によるものであると考えられる。設計に用いる γ は群体の結果であるが、本試験の結果における増減率を考慮することで、単体や中込材の結果から群体の γ を推定することも可能であると考えられる。

表 1 単位体積重量の試験結果 (Result of unit weight)

項目	群体・千鳥	群体・整列	単体	中込材
投入総重量 t	25.205	23.420	2.15	0.0237
算出体積 m ³	19.504	18.465	1.50	0.0159
単位体積重量 kN/m ³	12.05	12.45	14.01	14.60
単体に対する割合 %	86.0	88.9	—	104.2

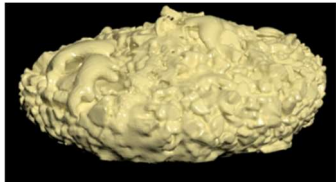


図 2 3D メッシュデータ
(3D mesh data)

3-2. せん断強度

τ の試験結果を表 2 に示す。中型一面せん断試験より、袋型根固め材同士の τ は、中詰め材のみの τ に対して、川砂利の場合に約 10%、碎石の場合に約 8% 上昇した。これは袋型根固め材による拘束によって中詰め材が拘束され、せん断過程で中詰め材同士の拘束圧が上昇したことによると考えられる。1/3 縮尺模型による滑動角度試験より、42° を超過した段階で一気に滑動が生じたことから、滑動角度は 42° とした。三軸圧縮試験より、中型一面せん断試験の中込材のみの結果と同程度の結果が得られた。これらの結果より、中詰め材は袋によって拘束されることで約 10% 程度 τ の向上が確認された。設計値としては、安全を考慮して 35° が適切であると考ええる。

表 2 せん断強度の試験結果 (Result of shear strength)

項目	中型一面せん断試験		1/3 縮尺模型	三軸圧縮 試験
	川砂利	碎石	(滑動角度)	
袋型根固め材	38.3	40.3	42	—
中込材のみ	34.8	37.4	—	34.5

4. まとめ

本研究によって得られた材料定数は、単位体積重量 12kN/m³ で、せん断強度 35° である。ただし、使用中詰め材や袋型根固め材の種類によって数値が変動することが想定される。そのため、現場で使用する場合は、本研究で実施したいずれかの試験を実施し、本試験結果の関係性を考慮して現場に即した設計値を求める必要がある。

謝辞 本研究開発は令和 4 年度官民連携新技術研究開発事業 (新技術研究開発) の一貫で進めたものである。