

底泥の湖底層内回収工法開発のための基礎実験

(株)西村組	正会員	旭 幸司
(株)西村組	正会員	高橋伸次郎
(株)西村組		井上 卓悦
北海道大学	正会員	蟹江 俊仁
北海道大学	正会員	佐藤 太裕

1. はじめに

現在、湖の水質環境を悪化させている原因の一つである底質を改善する工法がいくつかある。例えば、底質を砂で被覆する覆砂工法や、薬液を使用して底質を化学的に分解する工法、また浚渫した底泥を固化処理する工法などがよく知られている。しかしこれらの工法は、砂や薬剤を大量に使用することによる周辺環境への影響が懸念されたり、浚渫した底泥を仮置きする広大なヤードが別途必要になるなど、課題を抱えている。これに対し、現在開発中の本工法(特許出願中)は、底泥を原位置で直接湖底層内に回収するもので、新しい材料を使わず、また運搬や仮置きヤードも必要としないという特徴がある。本論文では、この工法開発のために行った基礎実験について報告を行う。

2. 回収工法

図1はこの工法の概略図である。まず、ケーシングドライバを装備したクレーン付台船を使用し、湖底に穴(底泥回収ピット)を掘る。次にケーシングパイプの外周を回収扇と呼ばれる円盤状の羽根が回転しながら降下することにより、中心部に底泥を掻き寄せ、ケーシングパイプのスリットから回収ピットに底泥を回収する。最後に、掘削時に出た良質の材料で被覆し、湖底層内に底泥を閉じこめ、湖底表面を良質材に置き換える工法である。

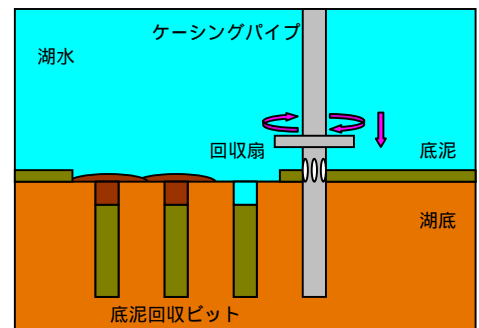


図1 工法の概略図

新工法の開発に先立ち解決しなければならない主な課題は次の通りである。

- I 底泥の強度や流動性などの物性と、回収に必要な回転トルクとの関係を明らかにすること
- II 回収効率の良い回収扇の形状や回収速度、特に回収扇の降下速度に関する知見を得ること
- III 回収時の汚濁の発生など 施工時の環境影響が小さいことを確認すること

その中で 本論文では ~ を解明するための基礎実験を行った。

3. 粉体を利用した予備実験

実際に回収すべき底泥は、砂質成分含有量等にはばらつきがある上、圧密度合に応じて強度や流動性が変化することが考えられる。このため、均質で一定の条件が作りやすい粉体を用いて、予備実験を行った。実験装置(図2)は約 1/30 スケールで、湖底に見立てた水槽(715mm×715mm×300mm)の底面に内径 105mm、深さ 500mm の回収ピット(アクリルパイプ)がある。その中にケーシングパイプに見立てた一回り小さいスリット付きアクリルパイプを設置する。動力部は回転速度調節可能なモーターにステンレス製

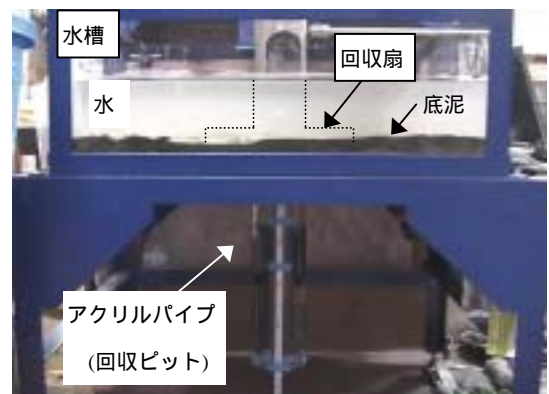


図2 室内実験装置



図3 回収扇形状

キーワード 底質，底泥，回収扇，トルク

連絡先 〒099-6404 北海道紋別郡湧別町栄町 133 (株)西村組 工事事務所 TEL01586-5-2622

の回収扇(内径 310.5mm, 高さ 30mm)を取付けてあり, 手動で昇降可能となっている。また, モーターと回収扇の間にトルクメーターが設置され, 連続的なトルク計測が可能となっている。回収扇は羽根の形状の違いにより type1(直線) type2(曲線)の2種類用意した(図3参照)。

回収部分の寸法は直径 310mm, 高さ 30mm である。また, 試料は小麦粉と片栗粉を用いた。

3.1 トルクの最大値・収束値の計測

(1) 実験概要と計測項目

回収扇にかかるトルクは, 駆動装置の性能を決めるだけでなく, 回収状況を管理する上でも有効であると考えられる。このため, 回収扇に掛かるトルクの最大・収束値を計測する為の実験を行った。表1は実験条件を表わしている。実験準備として, 試料がパイプ内に落ちない様にスリットをフィルムで覆い, 5cmのマウンドを形成し, 回収扇をゆっくり降下させ, 回収扇が試料で満たされた状態(3cm 貫入)で停止した。回収扇の回転開始と同時にトルクの計測を開始し, トルクの値が収束したところで実験終了とした。トルクはサンプリング周期 0.5 秒で自動計測した。

(2) 結果

回転速度とトルクの最大・収束値の関係を図4のグラフに示す。最大値は0~15秒のピーク値, 収束値は比較的データの落ち着いている40~80秒の平均値である。このグラフからトルクの収束値は約2.1Nmとなり, 最大値は回転数の増加に伴い減少する傾向となった。

3.2 回収時におけるトルクの計測

(1) 実験概要と計測項目

3.1の実験と同様に準備を行い, 今回は回収扇を降下する前にフィルムを取り除き, 試料を回収しているときのトルクの変化を計測した。サンプリング周期は0.5秒である。

(2) 結果

図5は回収時における累積回転数と1回転の平均トルクの関係を表わしたグラフである。回収扇の形状による違いが明確となった。また, type1,2のそれぞれに3本の線がほぼ重なっていることから, トルクの変化は回転速度ではなく累積回転数に依存することが確認できた。また, 回収扇 type1 では100%に近い試料の回収が可能であることが解った。

4. 現地回収底泥を用いた回収実験

平成15年9月にサロマ湖で採取した底泥を使用して回収実験を行った(図2参照)。底泥厚さ6cm, 水深10cmとした。回収扇の回転速度は6.8rpmとし, トルクが常に0.3Nmになるように保ちながら降下させ, 4cm貫入したところで終了した。今回は実験後の回収率は約90%と良好な結果となった。

5. まとめと今後の展開

今回の実験では, 回収時におけるトルクの変化は, 回転速度ではなく累積回転数に依存することが解った。回転に応じてトルクが低下していくときは回収が進んでいることを示しており, 回収扇の降下速度などを設定する場合も, トルクの変化が重要な指標になると考えられる。また, 回収扇の形状によるトルクの違いも確認できた。

今後の展開として, より現実に近いデータを得るために, 現地採取底泥を使用した実験を数多く行う予定である。また実験結果を評価する方法を確立したいと考えている。

(参考文献) 1) 底泥置換覆砂工法 特許(第3303169号)

表1 実験条件

試料	小麦粉・片栗粉
回収扇形状	type1・type2
回転速度 (rpm)	3.8~16.1 (4段階)

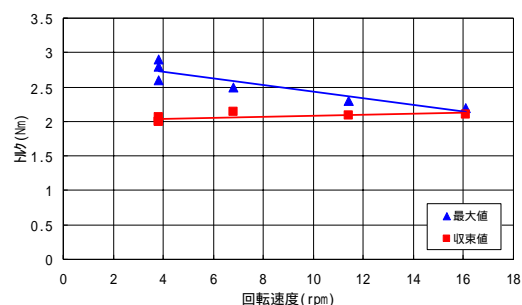


図4 回転速度-トルクの最大・収束値

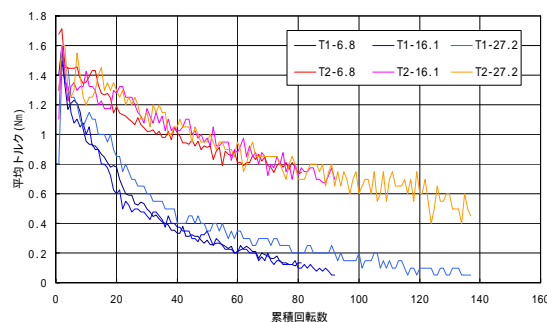


図5 回収時の累積回転数と平均トルクの関係