

泥土の低コスト・簡易脱水方法の適用性の検討

長崎大学工学部 ○学生会員 吉良 玲奈

長崎大学大学院 正会員 大嶺 聖

長崎大学大学院 学生会員 フレミー サムエル オイ

1. はじめに

近年自然災害が多発しており、その中でも水災害が甚大・頻発化し全国で大きな被害が発生している。水災害の被害を最小限に抑える浸水対策として土嚢が使用されている。災害で発生した土砂の簡易的な脱水を行うことで現場での土嚢としての可能性を検証することを目的とする。有効利用するには脱水処理を行う必要があり、一般的な脱水方法として機械を使用する加圧脱水法や天日を利用する自然式脱水処理などがある。しかし、これらの方法は装置を設置する場所や天候などの問題がある。今回の実験ではサイフォンの原理を利用した方法と真空ポンプを用いた方法を用い、低コストの簡易脱水法の検討を行う。

2. 学内で行った脱水実験の概要

2.1 サイフォンの脱水装置の概要

高さ 12.4m から 1 階にホースを降ろして実験を行った。末端に貯水できるバケツ、上部先端にホース内に水を流し込むことができる貯水タンクを設置し、ホースが常に水で満たされるように調整する。3 階の貯水タンクに負圧計、粘土の入った脱水容器を接続する。ホース内が水で満たされることで図 1 の赤矢印方向に力が作用し、容器から水が脱水される。

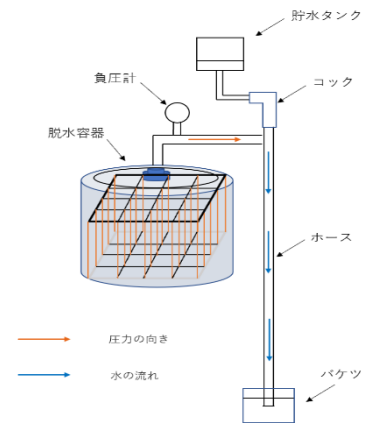


図 1 サイフォンの脱水装置

2.2 紐の本数に着目した脱水実験

直径：29 cm、高さ：33 cm のプラスチック容器に約 20 kg の粘土を詰め、その後に麻紐を 1 本ずつ挿入する。麻紐を挿入した後に布、ビニール袋の順にかぶせる。脱水容器の概要を図 2 に示す。今回の実験では挿入した麻紐の本数を 9 本、18 本、また、18 本挿入したところと同じ場所にもう 1 本麻紐を挿入し、1 本挿入した時と比べて脱水効果を検討する。

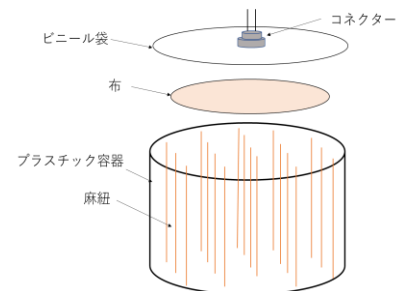


図 2 脱水容器の模式図

今回 3 つの条件で実験を行ったときの平均排水距離と W_1/W_L (1 日後の含水比/初期含水比) の関係を図 3 に示す。断面内の各点と近接する排水材との排水距離を計算し、全体で平均したものを平均排水距離 L とする。9 本と 18 本を比べたときに平均排水距離が短くなることで脱水効果が高まることが分かる。また、18 本と 18 本×2 組を比べたときには、麻紐の本数が増えたにもかかわらず、脱水効果に大きな変化は見られなかった。このことは、紐の本数よりも平均排水距離が脱水効果に寄与していることを示している。従来のため池粘土を用いた排水実験でも平均排水距離が脱水効果に寄与する結果が得られている¹⁾。

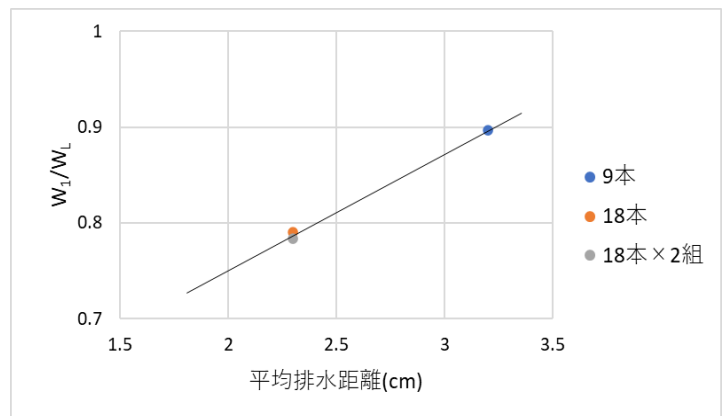


図 3 平均排水距離と W_1/W_L の関係

3. 現場で行った脱水実験の概要

今回は大村市のリサイクル会社で真空ポンプを用いた脱水実験を行った。実験の全体図を図4に示す。今回使用した真空ポンプは連続で運転すると発熱により停止してしまうため、マイコン(Arduino)を用いて、真空ポンプおよびバルブ開閉の自動制御を行った。同時に、圧力センサーの測定による脱水量の計測と省電力広域無線が可能な Sigfox を用いて現場測定データの送信を行った。

縦：95 cm、横：95 cm、高さ：130 cmのフレコンバッグに30 cm程の高さ泥土を詰め、今回の実験では5cm 間隔で紐を289本挿入した。学内で行った実験のように麻紐を1本ずつ挿入する方法は時間を要するため、縦：80 cm、横：80 cmのメッシュ状の金網に麻紐を括り付け、泥土を詰め、後は学内で行った実験のように布、ビニール袋の順にかぶせた。脱水容器の概要を図5に示す。

4. 実験結果と考察

今回現場では真空ポンプを用いた方法と同時にサイフォンの脱水実験も行った。しかし、ホース内に土が詰まって目詰まりを起こしたため、ホース内を水で満たすことができず負圧が十分に作用しなかった。土などがホースに入り込まないような工夫や負圧を発生させるための高さが確保できる場所の検討を行う必要がある。真空ポンプを用いた場合、実験を開始してから2日間で約120L脱水することができた(図6)。また、表1より泥土の含水比も実験開始日の119.9%から2日後には37.3%まで下げることができた。2日後のコーン指数を計測したところ脱水容器の中心部分で208.95kN/m²あり、運搬可能な状態まで十分に脱水できていた。脱水した泥土を土嚢として利用することも可能であるといえる。真空ポンプで脱水した際の費用を計算したところ、フレコンバッグ(1枚)：1600円、麻紐(300m)：525円、布(1.64 m²)：1740円、ビニール袋(6 m²)：1890円、真空ポンプの消費電力(2.4kWh)：42円で約5800円で脱水を行うことができた。これらより、サイフォンを利用せずに、真空ポンプでも十分低コストで環境負荷の小さい脱水ができると考えられる。

5. おわりに

本研究では泥土の低コスト・簡易脱水方法の適用性について検討を行ってきた。簡易脱水方法として初めはサイフォンでの脱水実験を行っていたが、現場で用いるとなると、負圧を発生させるための高さが必要となってくるため適用が難しかった。今回の現場実験では真空ポンプを用いた脱水実験を行い、稼働時間を短くすることで真空ポンプの故障を防ぎ、また、省エネ運転を可能にした。今後の方針としては、サイフォンの脱水実験を行うことができる場所の検討やさらに低コスト化を実現できる脱水方法の開発を行う必要がある。

謝辞：現場実験は、県央リサイクル開発とレストム法西日本支部の協力により行われた。

参考文献 1)高野真央ほか：「高含水粘土の簡易脱水法における排水材の種類と配置の影響」令和元年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 2020

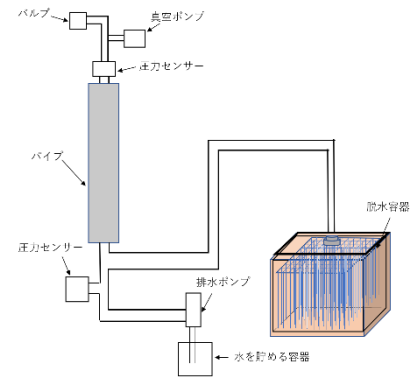


図4 脱水実験の全体図

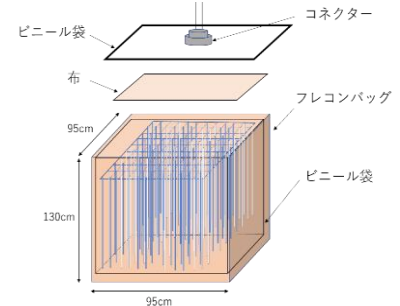


図5 脱水容器の模式図

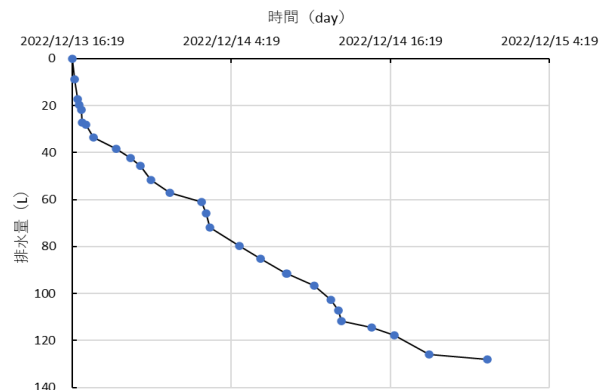


図6 時間による排水量の変化

表1 含水比の変化

実験開始日	2日後
119.9%	37.3%