

超軟弱粘土の強度特性について

(株)応用地学研究所 名古屋支店 西原 在浩
 " 新實 智嗣

1. はじめに

一般に、湖底などに堆積する超高含水比の底泥（いわゆるヘドロ）は、その強度特性を求められることが少ない。しかしながら、近年環境対策として底泥上に覆砂を行ったり、浚渫したヘドロについても有効利用していく傾向がみられ、この場合ヘドロの強度特性を把握しておくことは重要である。

超軟弱粘土の沈下特性を捉える方法としては浸透圧密試験などが提案されているが、ここでは現地でも容易に測定可能な小型のベーンせん断試験器を用い、そのせん断強度からヘドロの強度特性を把握することを試みた。

また、その結果を用いて、水上から底泥の上に砂を投入した場合の安定性についても検討し、モデル実験による検証を行った。

2. ベーンせん断試験結果

実験に用いた底泥は、柱状採泥器により湖底に堆積した底泥をできるだけ乱さずに採取したものと、乱した状態で採取した底泥の2種類である。乱さずに採取した底泥は直接ベーンせん断試験を行い、乱した状態で採取した底泥は大型の水槽に敷き詰め水を張り3日間放置した後にせん断強度を測定した（水槽内の底泥は200%程度に調整した）。

水槽内の底泥のせん断強度は $\approx 0.23 \sim 0.38 \text{ kN/m}^2$ （平均 0.32 kN/m^2 ）であり、柱状採泥により乱さずに採取した底泥の強度（代表値 0.59 kN/m^2 ）の約50%程度小さいものであった。（図-1）また、乱さずに採取した結果では深度方向に増加する傾向がみられた。

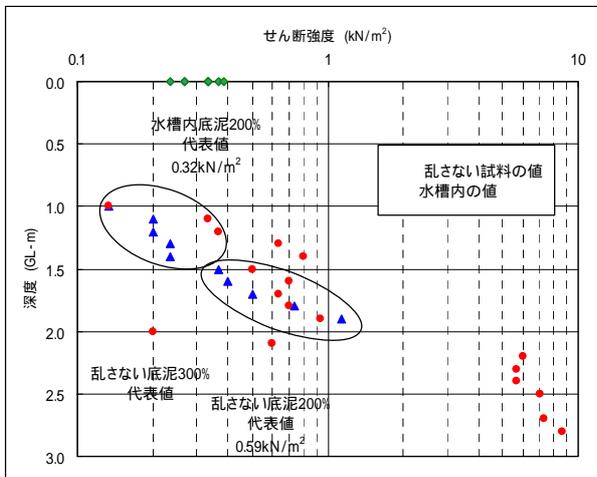


図 - 1 ベーンせん断試験結果

3. 斜面安定計算結果

ベーンせん断試験によって得た値を用いて、底泥の上に覆砂を行った場合について底泥の安定性の検討をした。

表-1に安定計算に用いた土質定数を示す。

底泥の上に載せる覆砂厚は10cm、15cm、25cmとし、水中での覆砂の端部の傾斜角度は30°とした。

表 - 1 土質定数一覧表

地層	飽和重量 kN/m ³	湿潤重量 kN/m ³	内部摩擦角 度	粘着力 kN/m ²
覆砂	16.7	16.7	25	0
底泥200%	11.8	11.8	0	0.32

表-2に安定計算結果を示す。算定結果では覆砂厚10cm、15cmでは安全率1以上となるが、覆砂厚25cmでは安全率1以下になり覆砂は安定しないことになる。

表 - 2 安定計算結果一覧表

覆砂厚さ(cm)	安全率Fs
10	2.09
15	1.44
25	0.95

4. モデル実験

大型の水槽に底泥を敷き詰めてその上に水上から覆砂の投入実験を行った。底泥の含水比は200%に調整し、底泥の層厚は20cmとした。覆砂の中心位置と前面に沈下板を設置し沈下量を測定した。

図-2にモデル実験概要図を示す。

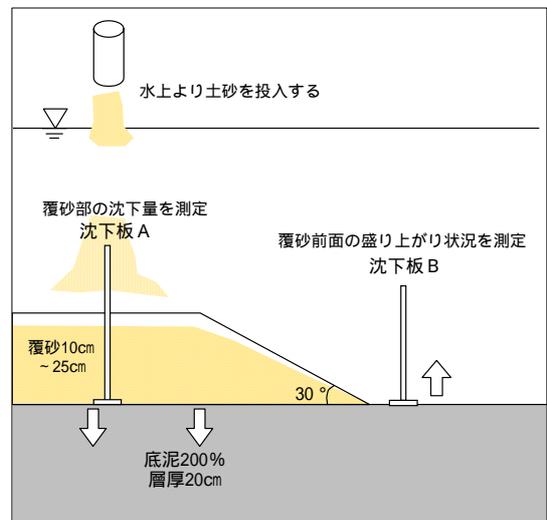


図 - 2 モデル実験概要図

表 - 4 に沈下量の測定結果一覧表を、図 - 3 に沈下量測定グラフを示す。

土砂投入後の沈下量は覆砂厚 10cm では 30mm、覆砂厚 15cm では 36mm、覆砂厚 25cm では 74mm という覆砂厚に応じた結果となった。覆砂前面の盛り上がり状況は覆砂厚 10cm、15cm ではわずかに認められる程度であるが、覆砂厚 25cm では 14mm 沈下板が上昇した。

表 - 4 沈下量測定結果一覧表

覆砂厚	沈下板A 覆砂中央部の沈下量	沈下板B 覆砂前面の盛り上がり量
10cm	30mm	3mm
15cm	36mm	3mm
25cm	74mm	14mm

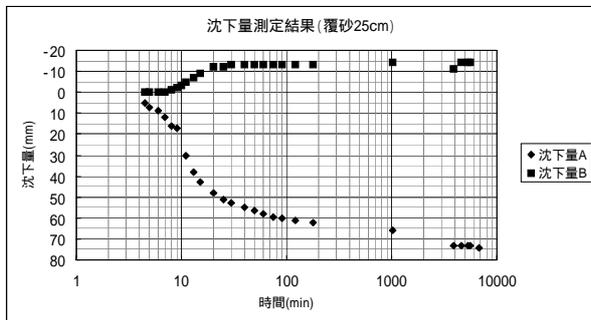
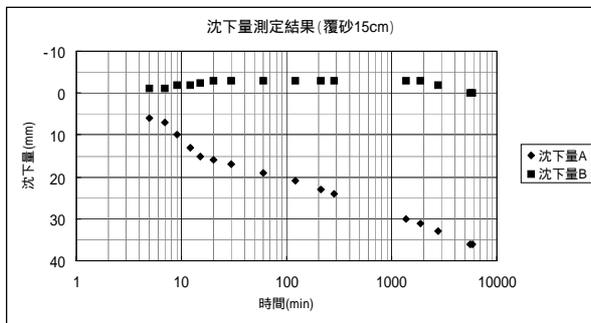
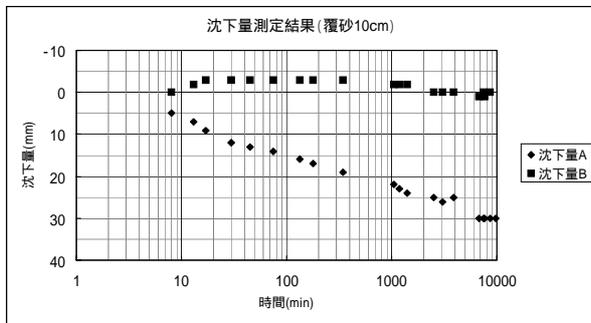


図 - 3 沈下量測定グラフ

覆砂前面の隆起量から判断すると覆砂厚 10cm、15cm では斜面のすべりの傾向がみられないのに対して覆砂厚 25cm の場合は多少すべりの影響がみられ、この結果は安定計算結果とよく一致している。

5. 底泥の強度増加

実験後、投入した砂を取り除き再度ベーンせん断試験を行い、強度増加の傾向をみた。

図 - 4 にせん断試験結果グラフを示す。

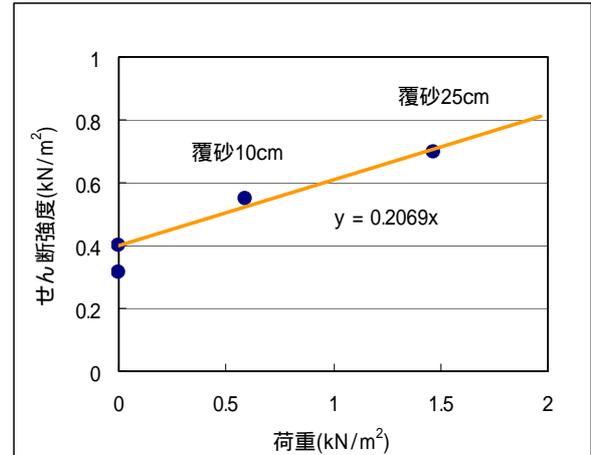


図 - 4 実験後のベーンせん断試験結果グラフ

自重圧密によると考えられる強度増加および覆砂荷重による強度増加がみられた。沈下量測定を途中で中止しているため各荷重段階での圧密は 100%ではないが、実験終了時での強度増加率は $c/p=0.2$ 程度である。

6. まとめと今後の課題

今回のケースでは底泥の強度特性をできるだけ簡易に把握するために小型のベーンせん断試験器による試験を行った。試験結果を用いた安定計算結果とモデル実験結果の傾向は概ね対応しており、せん断試験器による検討は比較的有効であることが確認された。

また、実験結果からはせん断強度 $=0.3\text{kN/m}^2$ という超軟弱な粘土でも水中であれば直接覆砂をすることが可能であることもわかった。

今後は、さらにデータを集積し含水比との相関などについての検討や、さらにはモデル実験結果を現地施工につなげるためにより正確な試験方法の模索や底泥の採取方法の改良（現在では乱さない試料採取としては 300%程度までが限度である）などについて進めて行くつもりである。