

浚渫土砂を活用した人工干潟造成に向けての基礎実験

国土交通省名古屋港湾空港技術調査事務所 宇野 健司
 株式会社応用地学研究所 本社 西原 在浩
 " 名古屋支店 新實 智嗣

1. はじめに

名古屋港では輸送量増強に伴い航路確保のための浚渫が必要とされている。しかしながら、浚渫土砂の処理場の確保が困難となっているとともに、港湾の造成に伴い消失した干潟の再生が望まれている。このような背景を踏まえ、浚渫土砂の有効利用を兼ねた人工干潟造成技術の確立の必要性が求められている。

この業務は人工干潟造成に向けた基礎調査の一環として、浚渫土砂などの超軟弱粘土地盤上に干潟造成用の覆砂を投入したときの挙動を確認することを目的として実際に航路浚渫から発生した土砂を使用してモデル実験を行ったものである。

2. 浚渫土砂の物理・強度特性

港内で発生する土砂はほとんどが粘性土であり、含水比も 90% と高含水状態であった。浚渫土砂が投入時に乱されて著しく強度低下した場合を想定して、現況、乱した状態、高含水比状態で乱した状態の 3 パターンの強度特性をベンセン断試験により簡易的に確認した。各条件での測定を行った結果、現況の実験材料の $=3.5\text{kN/m}^2$ に対して、乱した状態では $=1.4\text{kN/m}^2$ とほぼ 1/2 以下の強度を示した。また、高含水比状態では $=0.12\text{kN/m}^2$ となり、ほぼ液状を呈する状態であった。したがって、加水と攪拌により 1/30 以下と著しく強度低下することが判明した。

3. モデル実験

浚渫土砂により埋め立てた直後の超軟弱地盤上に干潟用の砂を投入した場合の挙動を確認するためにモデル実験を行った(図 - 1)。浚渫土砂の条件は乱された状態を想定し、高含水比の攪乱状態(含水比 160%)とした。砂の投入方法は、次のケースを想定した。

- ケース 1 : 砂の連続投入
- ケース 2 : 砂の薄層段階投入
- ケース 3 : ジオテキスタイルの効果確認

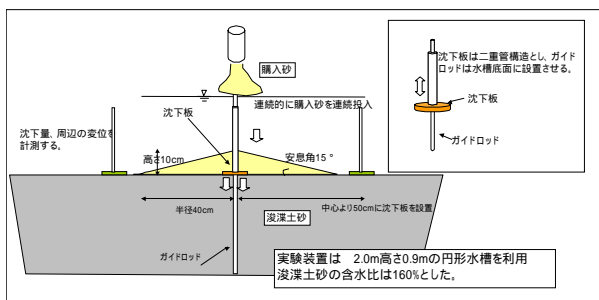


図 - 1 モデル実験概要図

(1) 実験結果ケース 1

乱した浚渫土砂に対して覆砂を連続的に投入した場合の挙動を確認した。投入は第 1 段階として中心部に覆砂厚が 10cm となるように砂の容量を設定し投入を行った。投入完了後沈下量を確認した後、引き続き中心部の覆砂が 20cm となるよう覆砂を追加した。

実験の結果では浚渫土砂に対して覆砂を連続的に投入した場合、10cm 投入の途中で周辺に亀裂の発生が確認できた。沈下量は 10cm を超えており、投入した砂の分だけ沈下が進行した。さらに、20cm を追加したところ、大きく沈下が進行し沈下量は 30cm 程度となり、ほぼ水槽の底面近くまで沈下した(図 - 2)。

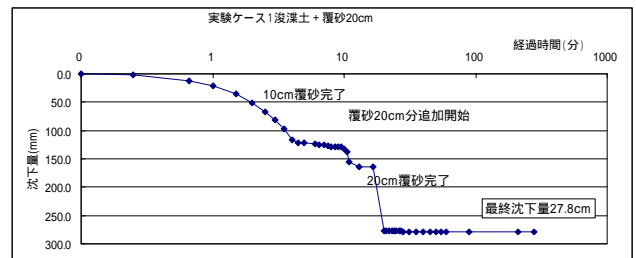


図 - 2 モデル実験ケース 1 沈下量グラフ

実験後の状態は、覆砂の周辺に同心円状に大きな亀裂が入り、その外側に放射状の亀裂が確認された。覆砂はきれいな円錐形を保持しているが、これは沈下が水槽の底面付近まで進行しており、それ以上の沈下が抑制されたためと想定される。

(2) 実験結果ケース 2

乱した浚渫土砂に対して浚渫土砂を破壊させないように覆砂を段階的に投入した場合の挙動を確認した。

このケースは、実験施設のスケールの関係上、実際の施工では不可能な覆砂厚での実験であり、あくまでもケース 1 に対する比較対照実験という位置付けで実施した。

投入は 5 段階に分けて行った。

- ・投入第 1 段階 中心部に覆砂を 5cm 行い沈下量を確認
- ・投入第 2 段階 水槽内全面に 5cm 覆砂を行う。
- ・投入第 3 段階 中心部に再度 5cm 覆砂を行う。
- ・投入第 4 段階 再度全面に 5cm 覆砂を追加し、水槽内を覆砂 10cm とした。
- ・投入第 5 段階 最終段階として中心部に覆砂 5cm を追加した。

結果として、水槽内全面に 10cm、中心部に 15cm の覆砂を行った。

実験の結果、ケース 1 の時には 10cm の砂の投入で 15cm 程度の沈下が生じたが、段階的に砂を投入した場合には沈下量は中心部で 6.6cm であった(図 - 3)。

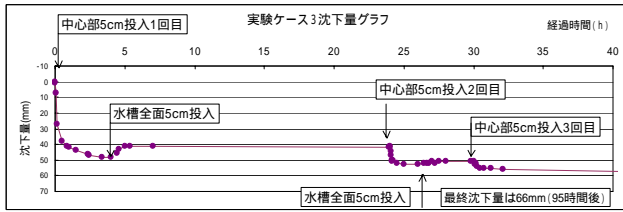


図 - 3 実験ケース 2 沈下量グラフ

(3) 実験ケース 3

乱した浚渫土砂にジオテキスタイルを設置して覆砂を連続的に投入した場合の挙動を確認した。なお、ジオテキスタイルの端部を固定していない状態で設置している。

投入はケース 1 と同様に第 1 段階として中心部に覆砂厚が 10cm となるように砂の容量を設定し、投入を行った。投入完了後に沈下量を確認した後、引き続き中心部の覆砂厚が 20cm となるよう覆砂を追加した。

実験終了後の沈下量は 12cm に収まっており、ケース 1 (ジオテキスタイルなし) の沈下量 30cm と比較するとかなり安定していることが確認できた(図 - 4)。

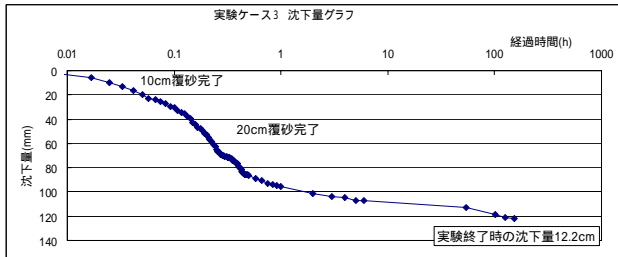


図 - 4 実験ケース 3 沈下量グラフ

しかしながら、実験中には、覆砂範囲の周辺部で引きずり込まれたジオテキスタイルが大きく浮き上がる現象が発生した。

覆砂を取り除いた後の状態を観察したところ、覆砂が底泥へ局所的に潜り込むこともなく、ジオテキスタイルと底泥が一体となって沈下していることが確認できた。

4 . まとめ

(1) 浚渫土砂に対する評価 (ケース 1 , 2)

ケース 1 では急速的な施工を、ケース 2 では段階的な減速施工を想定した。

実験の結果では、覆砂厚 20cm に相当する砂を連続的に投入を行ったところ、覆砂厚 10cm を超えた時点で沈下量が急激に増大し、ほぼ水槽の底面にまで達している。

現地では浚渫土砂の一層あたりの投入層厚は施工上最低でも 50cm とさらに厚くなることから、覆砂の沈下量(潜り込み)はさらに大きくなると予想される。

沈下量が増大した場合、覆砂は塊状に沈み込んで行き、最終的には浚渫土が上から覆ってくることになり、砂と浚渫土の反転現象に至るものと考えられる(図 - 5)。

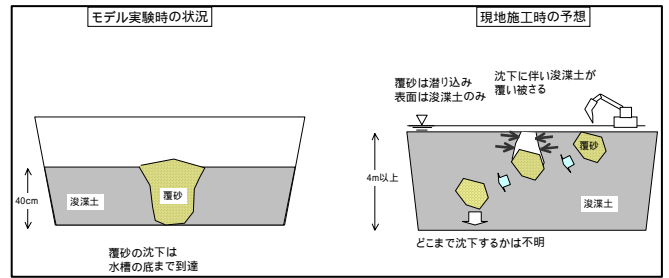


図 - 5 現地施工時の想定

一方、現実的ではないが、覆砂を段階的に薄層で投入した場合には、沈下量も抑えられ、比較的安定した状態を確認することができた。

このことから、覆砂の薄層投入の施工法についても今後の検討課題として必要ではないかと思われた。

(2) ジオテキスタイルの効果 (ケース 3)

実験の結果では、比較対象となるケース 1 での沈下量 30cm 以上に対し、ジオテキスタイルありの場合では、沈下量は 12cm と半分に抑えることができた。また、覆砂の堆積後の形状も安定しており、ジオテキスタイルの効果を確認することができた。

しかしながら、実験ではジオテキスタイルの端部の処理を行っていないため、沈下に伴い中心部に向けてジオテキスタイルが引きずり込まれることにより、周辺部での浮き上がり現象がみられた。現地施工においても、シートの端部は土のうなどで固定を行うものと思われるが、敷設範囲が広がる場合には中央部でのたるみなどによる沈下、シートの切れ目などからの砂の流出などに留意する必要があると判断された。

5 . おわりに

今回の実験結果により、乱された浚渫土砂埋立地盤上に覆砂を行った場合の挙動を視覚的に確認することができた。人工干潟造成にあたっては、覆砂の薄層散布方法などの造成技術も求められるが、造成後に干潟としての機能を維持していくためには、沈下の予測も重要となってくる。このためには、軟弱粘土の自重までを考慮した圧密解析も必要となる。

今後は、現実的な施工や長期的な維持管理に向けて、超軟弱地盤に対する評価技術の確立を目指して努力していくつもりである。

参考文献

西原在浩他：超軟弱粘土の強度特性について、全地連「技術フォーラム 2000」, pp.109-110, 2000