

大型脱水固化装置を用いた浚渫土砂ブロックの長期強度と環境適応性の評価

九州大学大学院工学府 学生会員 豊里亮喜 堂本佳世

九州大学大学院 正会員 笠間清伸 平澤充成 善功企 古川全太郎

1. はじめに

河川から流れ込む土砂は、港に堆積し水深を浅くしてしまうため、水深の確保、埋没の対策を継続的に実施しなければならない。また、現在日本の港湾ではコンテナ船やクルーズ客船の大型化に伴い¹⁾、航路や泊地の確保など、さらなる浚渫工事が必要不可欠となっている。この浚渫された土砂は、埠頭用地や土地の造成などに利用されてきたが、このような浚渫土砂を利用した工事自体が減少傾向にあり、土砂処分場の確保が切実な問題となっている。そこで本研究では、発生する浚渫土砂の減容化のために、大型の構造体として実用化することを目的として浚渫土砂ブロックを作製し、実海域における暴露試験ならびに動植物の生息状況調査を行い、長期強度の評価および海洋環境への適応性を評価した。

2. 実験概要

2-1 浚渫土砂ブロック作製方法 浚渫土砂ブロックには、母材として博多港で浚渫された土砂（博多港土砂）を用い、固化材として高炉セメントB種を使用した。母材の物理特性と粒径加積曲線を表-1、図-1に示す。

表-1 物理特性

母材	博多港土砂
土粒子密度 ρ_s	2.686 g/cm ³
液性限界 w_L	68.1 %
塑性限界 I_p	32.5
粘土含有率 P_c	15.6 %

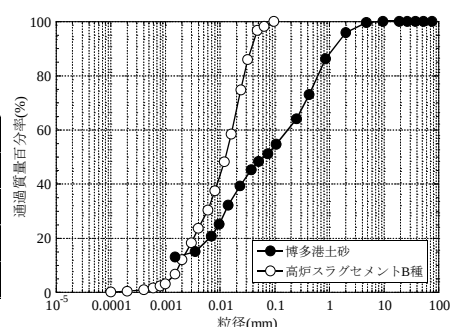


図-1 粒径加積曲線

す。初期含水比を 60 %に調整した体積約 0.2 m³の博多港粘土に、粘土の乾燥重量に対して 11, 22 および 33 %の固化材を加え、十分に攪拌を行った。攪拌した試料を図-2に示す大型脱水固化装置に振動を与えながら密実に充填し、脱水圧力 2 MPa で 30 分間载荷した後、5 MPa の定圧で载荷を行った。排水条件は両面排水とし、3t 法により求められた圧密終了時間で脱水を終了し、固化材添加率および暴露条件ごとに 2 体ずつ、計 18 体浚渫土砂ブロックの作製を行った。作成した浚渫土砂ブロックは、実験室で 28 日以上、湿潤状態で養生を行った後、実海洋環境に移動させ暴露実験を行った。表-2に浚渫土砂ブロックの作製条件と暴露条件を示す。

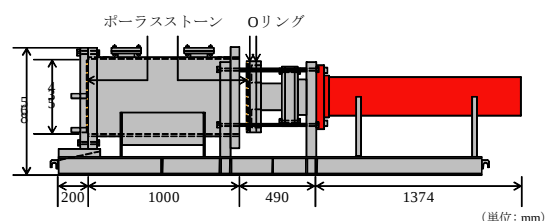


図-2 大型脱水固化装置概略図

表-2 実験条件

母材	博多港粘土
初期含水比	60 %
固化材	高炉セメントB種
固化材添加率	11 %, 22 %, 33 %
荷重条件	2 MPaで30 min, その後5 MPaで300 min あるいは脱水終了まで
排水条件	両面排水
暴露条件	気中, 乾湿 (潮の干満帯), 海中
暴露期間	1, 3, 12, 41 ヶ月
ブロックの大きさ	直径:約535 mm, 高さ:約550 mm

2-2 暴露条件と一軸圧縮試験 浚渫土砂ブロックの暴露は、福岡県福岡市東区の博多湾和白沖に建設された人工島アイランドシティの一面において、岸壁付近の気中、乾湿 (潮の干満帯) および海中に 1, 3, 12, 41 ヶ月間行った。所定期間暴露したブロックから一軸圧縮試験用供試体をコアリングし、一軸圧縮試験を行った。

2-3 動植物の付着状況調査 浚渫土砂ブロックの海洋環境への適応性を評価するため、ブロックの表面に生息した動植物の出現種数と生息面積の調査を行った。調査対象は、乾湿 (潮の干満帯) および海中暴露した浚渫土砂ブロック 6 体と比較対象のための各暴露方法の対照区 2 箇所とした。

3. 実験結果および考察

図-3に暴露期間と平均一軸圧縮強さの関係を示す。暴露期間 3 ヶ月までは、暴露期間の増加に伴い一軸圧縮強さも増加した。暴露期間が 3 ヶ月をすぎると、主に固化材添加率 33 %において一軸圧縮強さが減少するケースも確認できた。これは、暴露期間が長くなるにつれ、暴露した浚渫土砂ブロックの微小クラックが増

加し、一軸圧縮強さの増大を阻害するためであると推察できる。しかしながら、暴露試験を行った41ヶ月間においては、固化材添加率22%以上における一軸圧縮強さは、暴露条件によらず20 MPaを超えており、作成した浚渫土砂ブロックは、41ヶ月間どの環境に暴露しても、コンクリートに匹敵する強度を維持できるといえる。

図-4に41ヶ月間暴露した浚渫土砂ブロックの水セメント重量比と一軸圧縮強さの関係を示す。本文では、浚渫土砂ブロックの強度に強い相関性がある簡便な指標²⁾として、供試体内の水と固化材の

重量比である水セメント重量比を用いた。これは、供試体の含水比と固化材添加率の比を計算することで算出できる。どの暴露条件および固化材添加率によらず、水セメント重量比の減少に伴って、一軸圧縮強さが急激に増加し、一軸圧縮強さと水セメント重量比の間には、強い相関が見られた。したがって、一軸圧縮強さは材料密度や固化材添加率によらず水セメント重量比に支配されると考えられ、固化処理度の高強度化は、水セメント重量比を小さくすることが重要であるといえる。

図-5に乾湿暴露した浚渫土砂ブロックと対照区の被覆率、図-6に動植物の出現種数を示す。ここで、乾湿暴露条件における被覆率とは、ブロック側面に生息する動植物の生息面積をブロックの側面積で除した値である。全体的な傾向として被覆率は、季節による変動が大きく、固化材添加率によらずブロックでは10～90%、対照区では40～90%であった。出現種数は、ブロックでは動物が5～10種、植物が0～1種、対照区では動物が9～12種、植物が0種であった。このことから、ブロックと対照区との動植物の被覆率や出現種数に大きな差異がないと考察でき、浚渫土ブロックは海洋環境においてコンクリートと同様の適応性があるといえる。

4. まとめ

1) 固化材混合と脱水処理を併用した脱水固化処理を施すことで、10 MPa以上の一軸圧縮強さを有する浚渫土砂ブロックが作製できる。また、本論文で作製した浚渫土砂ブロックは、設置から41ヶ月の間、どの暴露条件においても強度増加を示し、十分な耐久性を有することが明らかとなった。2) 浚渫土砂ブロックの一軸圧縮強さは、材料密度や固化材添加率によらず、水セメント重量比による強度評価が簡便であり有効である。3) 乾湿暴露した浚渫土砂ブロックに生息する動植物の被覆率や出現種数は比較対照としたコンクリート壁面とほぼ同様であり海洋環境への適応性があるといえる。

【参考文献】 1) 上野絵里子, コンテナ船大型化の動向, 日刊 CARGO, 2016, 6. 2) 土田孝, 湯怡新, 鳴川奈津美, 安部太紀: 高含水比の海成粘土を原料土とするセメント固化処理土の強度発現過程に関する研究, 地盤工学ジャーナル, Vol.8, No.1, pp.53-70, 2013.

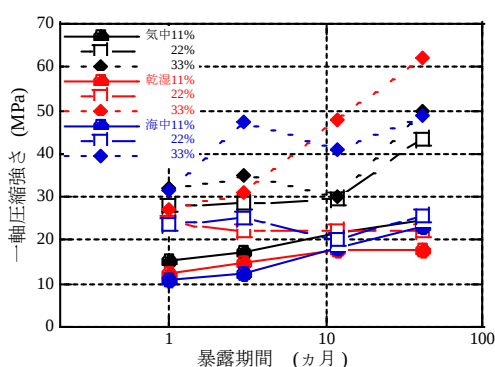


図-3 暴露期間と一軸圧縮強さ

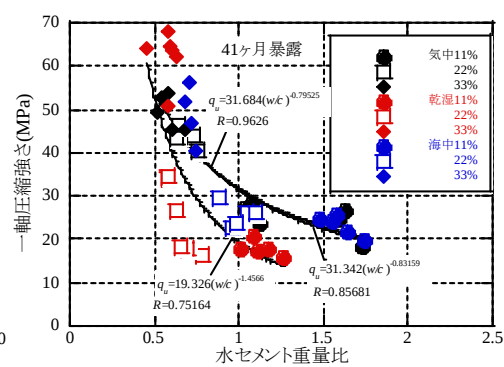


図-4 水セメント重量比と一軸圧縮強さ

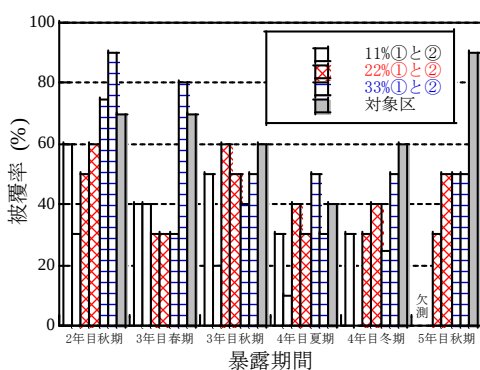


図-5 被覆率の経年変化 (乾湿暴露)

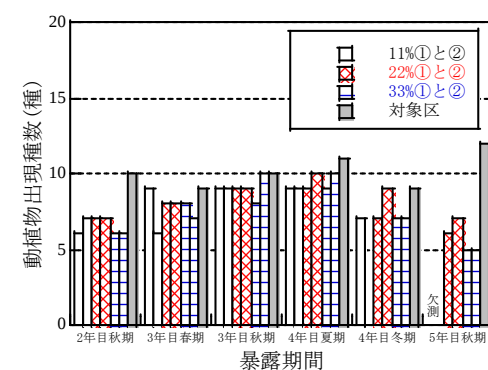


図-6 動物の出現種数の経年変化 (乾湿暴露)