

高圧脱水固化処理した関門航路浚渫土の強度特性

九州大学大学院工学府 学生会員 ○豊里 亮喜

九州大学大学院 正会員 笠間 清伸 古川 全太郎 八尋 裕一

1. はじめに

港湾では、埋没対策や水深の確保等、整備や維持に伴って発生する浚渫土砂の処理方法が大きな問題となっている。本州と九州の間に存在する関門海峡においては、毎年 60 万 m^3 の浚渫土が発生しており、大半は新門司沖土砂処分場（新北九州空港建設地）に埋め立て処分されている。しかし、受入容量も限られており平成 30 年代中頃には満杯になると想定されていることから、様々な研究が進められている。

そこで本文では、関門海峡で浚渫された関門粘土の有効利用を目的として高圧脱水装置を用いて円柱状の供試体を作成し、強度特性および脱水特性について考察した。本報告では、その一部である、セメント添加率の違い、養生日数の違いによる一軸圧縮強度への影響などの強度特性について、熊本港で浚渫された有明粘土と比較をおこないながら評価した結果について述べる。

2. 実験概要

2.1 実験に用いた試料

土質試料に関門航路で浚渫された土（以下、関門粘土とよぶ）と熊本港で浚渫された土（以下、有明粘土とよぶ）、さらに脱水時間の短縮、強度の比較を目的に、有明粘土にそれぞれ豊浦砂、まさ土を乾燥添加率で 20%混合した試料を用いた。また、固化材には高炉セメント B 種を用いた。表-1 に実験条件、図-1 に用いた試料の粒径加積曲線を示す。

2.2 実験方法

土質試料の初期含水比は、関門粘土、有明粘土それぞれの液性限界の 1.5 倍に調整した。これは、一般的な浚渫土砂粘土の自然含水比が液性限界を上回る値をとることを考慮したためである。粘土の含水比調整後、固化材を投入した。その際、固化材を添加したことによって含水比が減少するため、再度含水比が液性限界の 1.5 倍になるように水を加え、ハンドミキサーを用いて十分攪拌した。固化材の添加率は、土質材料の乾燥重量に対して 10%、20%、30% とした。固化材が添加された試料をモールド（高さ 250mm、直径 50mm）に、気泡が残らないように充填した。排水条件は、上下端および周面排水である。そして、定圧载荷試験機によって、5MPa で定圧载荷し供試体を作成した。写真-1 に定圧载荷試験機を示す。载荷中は、沈下量および圧密時間を測定し、圧密の終了時間は $3t$ 法を用いて決定した。なお、圧密終了後はモールドから脱型し、表-1 に示す所定期間養生後、一軸圧縮試験（JIS A 1216）を行った。

3. 実験結果および考察

図-2、図-3 に、関門粘土を土質試料として用いた養生日数 28 日の応力ひずみ曲線を示す。セメント添加率 10%においては、圧縮

表-1 実験条件

土質材料	関門粘土, 有明粘土 豊浦砂, まさ土
固化材	高炉セメント B 種
固化材添加率	10 %, 20 %, 30 %
脱水圧力	5 MPa
初期含水比	1.5 w_L
養生条件	温度 : 20 °C, 湿度 : 95 %以上
養生日数	28 日

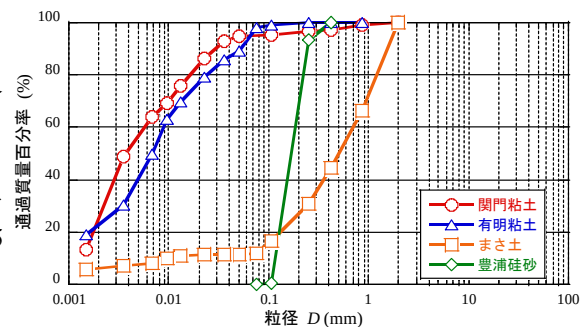


図-1 粒径加積曲線



写真-1 定圧载荷試験機

キーワード：浚渫土砂、関門粘土、高圧脱水、一軸圧縮強度

連絡先：〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 ウェスト 2 号館 1110 TEL : 092-802-3384

ひずみが4%付近でピーク強度、 2MN/m^2 程度であるのに対して、セメント添加率30%では、圧縮ひずみが7%付近でピーク強度、 11MN/m^2 程度である。多少のばらつきはあるものの、一軸圧縮強さは5倍ほど大きくなった。また、セメント添加率の違いにより一軸圧縮せん断特性も異なる挙動を示した。セメント添加率10%では、ピーク強度をむかえた後は徐々に圧縮応力が減少したのに対して、セメント添加率30%では、ピーク強度をむかえた後、直ちに圧縮応力が減少した。土質試料に有明粘土を用いた、セメント添加量30%に関しても同様の挙動を示したことから、圧縮応力に関しては土質試料の特性よりもセメント添加量の効果が大きいことがわかった。

図-4に、一軸圧縮強さと養生後の含水比の関係を示す。土質試料の違いによる供試体の含水比は、多少のばらつきはあるものの、大きな違いは見られなかった。しかし、関門粘土と有明粘土にまさ土を20%混合した2つの一軸圧縮強さを比較すると、 $5\sim 10\text{MN/m}^2$ 違うことがわかった。これは、図-5の一軸圧縮強さと養生後の湿潤密度の関係からもわかるように一軸圧縮強さは湿潤密度が関係していると考えられる。前者の場合は湿潤密度が 1.90g/cm^3 程度であるが、後者の場合は 1.65g/cm^3 程度である。つまり、湿潤密度が大きくなることによって密な状態となり一軸圧縮強さが大きくなることがわかった。

図-6に、一軸圧縮強さと水セメント重量比の関係を示す。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。図-6よりすべての条件において、水セメント重量比の減少に伴って一軸圧縮強さは増加し、今回の実験条件においても一軸圧縮強さと水セメント重量比の間には相関が見られた。つまり、セメント添加率によらず、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。

4. まとめ

本文では、高圧脱水装置を使用して供試体を作成し、その際の脱水特性について評価した。得られた結果をまとめると以下ようになる。

- 1) 養生28日において、セメント添加率が20%増加することによって圧縮応力が5倍ほど大きくなった。また、圧縮応力に関しては土質試料の特性よりもセメント添加量の効果が大きいことがわかった。
- 2) 供試体の湿潤密度が大きくなることによって密な状態となり、一軸圧縮強さが大きくなることがわかった。
- 3) 土質資料やセメント添加率によらず、一軸圧縮強さと水セメント重量比の間には相関が見られ、固化処理土の高強度化は、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。

【参考文献】

- 1) 宮崎良彦, 湯怡新, 酒井能具, 中園嘉治: 海面埋立におけるセメント混合浚渫土の有効利用事例, 海洋開発論文集, 第18巻, 2002, 6. 2) 勝又正治, 滝口健一, 清水英樹, 安田昭彦, 大林成行: 高含水建設搬出土の改良システムの開発, 土木学会論文集, No.560/VI-34, pp.117-129, 1997.

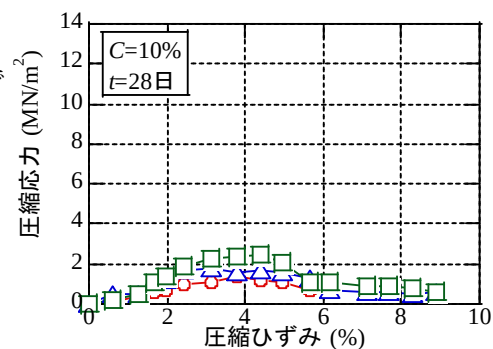


図-2 応力ひずみ曲線 (C=10%)

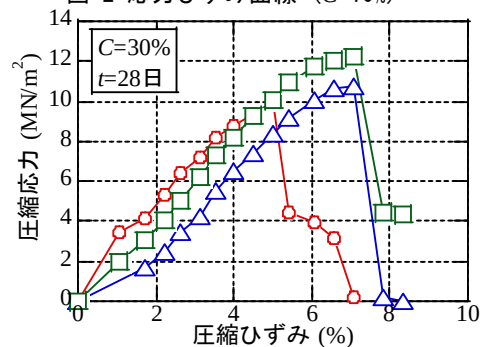


図-3 応力ひずみ曲線 (C=30%)

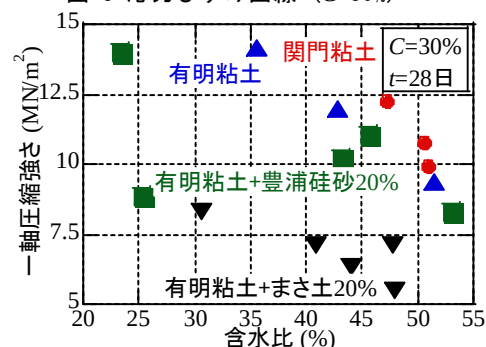


図-4 一軸圧縮強さと含水比の関係

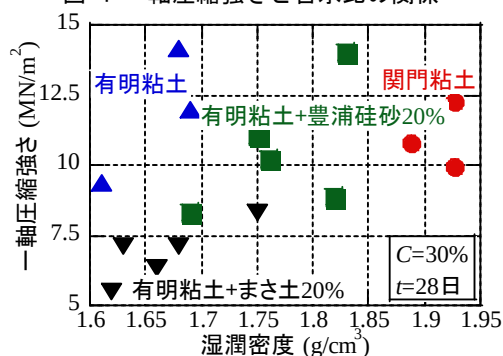


図-5 一軸圧縮強さと湿潤密度の関係

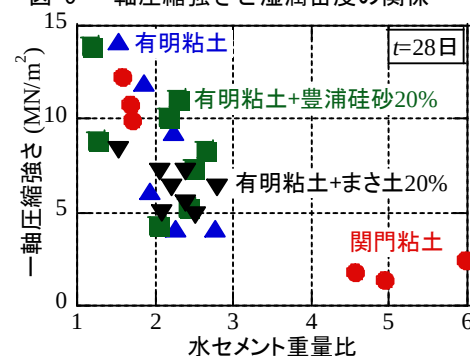


図-6 一軸圧縮強さと水セメント重量比の関係