

高固化材添加率で作製した固化処理土の含水比と強度

九州大学 学○高田義人 上野和敬 正 杉村佳寿 笠間清伸 古川全太郎 八尋裕一
沿岸技術研究センター 正 善功企 春日井康夫 重村洋平 日建設シビル 正 南野佑貴 片桐雅明
国土交通省九州地方整備局 正 瀬賀康浩 西野智之 高嶋紀子

1. はじめに

港湾の航路・泊地等の維持、船舶の大型化による海底増進のための浚渫事業により浚渫土砂が発生している。これを有効利用する方法の1つとして、浚渫土砂にセメントなどの固化材を混合し、高压脱水を行うことにより、高強度の固化処理土ブロックを作製する工法がある。これまで著者らは、固化材添加率 40%の高压脱水固化処理土ブロック作製時の脱水特性を調査し、固化材の水和反応率に着目した強度分析を行ってきた¹⁾。

本文では、固化材添加率 80%の固化処理土の水和反応に着目した高強度ブロックの強度評価を行うため、含水比および強熱減量と一軸圧縮強さの関係について考察した。

2. 実験概要

供試体を作製するのに使用した母材は、新門司沖土砂処分場（2期）において浚渫された粘土（以降、新門司沖粘土と呼ぶ）を用いた。固化材は高炉スラグセメント B 種を使用した。新門司沖粘土の物理特性を表-1 に示す。表-2 に実験条件を示す。母材の初期含水比は、液性限界の約 2 倍の 200%に調整した。固化材添加率は、試料の乾燥重量に対し 40%と 80%、養生日数は 3 日、7 日、39 日（固化材添加率 40%は 28 日）および 91 日の 4 条件とした。

初期含水比に調整した新門司粘土と固化材を十分に攪拌した後、直径 50 mm、高さ 250 mm モールドに気泡が残らないように充填し、5 MPa で加圧脱水し供試体を作製した。作製した供試体は、温度 20 °C で水中養生した。所定の養生日数経過後、含水比試験（JIS A 1203）、および 750 °C による強熱減量試験（JIS A 1226）を行った。さらに、固化処理土の強度増加要因をセメントの水和生成物量から検討するために、強熱減量試験を行ったセメントペーストに対して粉末 X 線回折法（XRD）による分析を行った。

3. 含水比の経時変化

セメントの水和反応で消費される供試体内の自由水を定量化するため、図-1 に各養生日数における含水比試験の結果を示す。含水比は 0~3 日で 0.6%増加、3~7 日で 3.8%増加、7~39 日で 4.9%減少、39~91 日で 1.1%減少した。また、同じ養生日数であっても含水比の値は少しばらつき、大きいもので 12%程生じた。昨年の 40%の結果においても同様にばらついていたことから供試体ごとに水和したセメントの量に差が生じたと考えられる。

表-1 新門司沖粘土の物理特性

試料名	新門司沖粘土
土粒子密度	2.634 g/cm ³
液性限界	100.5%
塑性限界	57.9%
強熱減量	8.76%

表-2 実験条件

試料名	新門司沖粘土
初期含水比	200%
脱水圧力	5 MPa
固化材	高炉スラグセメント B 種
固化材添加率	40%, 80%
養生条件	水中養生 (20°C)
養生日数	3日, 7日, 39日 (28日), 91日

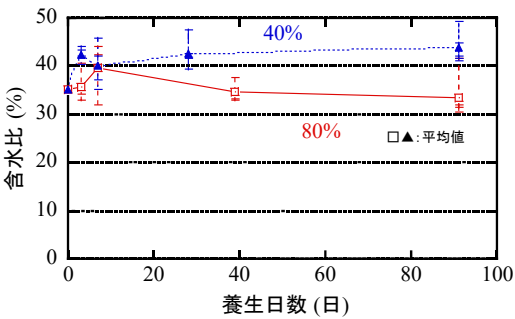


図-1 養生日数と含水比

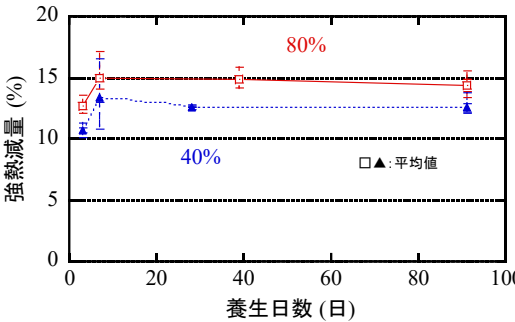


図-2 養生日数と強熱減量

キーワード 浚渫土砂、 固化処理土、強度推定、X 線回折法
連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 ウエスト 2 号館 11 階 1110 号室

4. 強熱減量の経時変化

セメントの水和反応で生成される水和物に含まれる結合水を定量化するため、図-2 に各養生日数における強熱減量を示す。強熱減量は3~7日で2.3%増加、7~39日で0.1%減少、39~91日で0.5%減少した。養生の経過で強熱減量は増加するという予想に対し、3~7日養生では強熱減量が増加したが、それ以降はほとんど変化がなかった。固化材添加率40%においても80%と同様の増加傾向を示した。このことから、セメントの水和反応で生成される結合水は養生3~7日の間に大きく増加すると考えられる。

5. 一軸圧縮強さの経時変化

図-3 に各養生日数における一軸圧縮強さを示す。一軸圧縮強さは0~3日で7.5 MPa 増加、3~7日で1.6 MPa 減少、7~39日で5.9%増加、39~91日で5.2 MPa 増加した。含水比や強熱減量と異なり一軸圧縮強さはほぼ一様に増加するという結果となった。これは養生の経過によりセメントの水和反応が進行した結果強度が増加したと考えられる。また、同じ養生日数でも値に大きいもので15 MPa 程度ばらつきが生じた。これは、供試体ごとにセメントの水和反応に差があることが影響したと推測できる。

6. X線回折法

図-4、図-5 に各養生日数における固化処理土の鉱物組成を示す。図の質量割合は、分析試料を900℃で強熱をした後XRDを行い、リートベルト解析を行った結果である。固化材添加率80%の固化処理土において養生91日で $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は1%増加、エトリンガイトは0.2%減少、C-S-Hは10.6%増加した。養生日数経過による水和生成物の割合があまり増加しなかった。これは、養生後の供試体に対しスラグ定量の為900℃で加熱したため、生成された水和生成物の何割かがCaOに変化したと思われる。また、Kaoliniteが初期~91日養生で9.3%減少したが、これは、生成された $\text{Ca}(\text{OH})_2$ とKaolinite中の SiO_2 や Al_2O_3 がポズラン反応を起こしたことが原因であると考えられる。

7. まとめ

- (1) 固化材添加率80%、初期含水比200%の新門司沖粘土に脱水圧力5 MPaで作製した固化処理土供試体は、水中養生条件において、養生91日で含水比はほとんど変化せず、強熱減量は1.7%増加した。
- (2) 固化材添加率80%、初期含水比200%の新門司沖粘土に脱水圧力5 MPaで作製した固化処理土供試体は、水中養生条件において、養生91日で一軸圧縮強さが17 MPa増加した。
- (3) 固化材添加率80%の固化処理土において900℃で強熱をかけXRD分析を行った供試体は養生91日で $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は1%増加、エトリンガイトは0.2%減少、C-S-Hは10.6%増加した。

参考文献

- 1) 上野和敬, 笠間清伸, 中川康之, 根木貴史, 南正治, 善功企, 春日井康夫, 片桐雅明: 水和反応率に着目した高圧脱水固化処理土の一軸圧縮特性, 第13回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, pp413-416, 2019

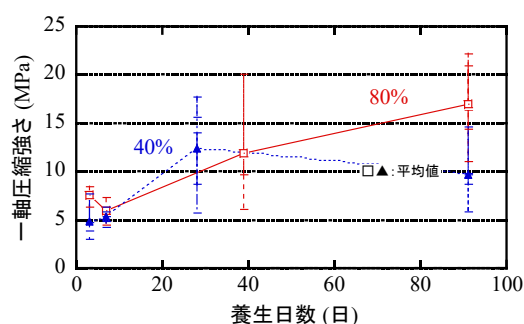


図-3 養生日数と一軸圧縮強さ

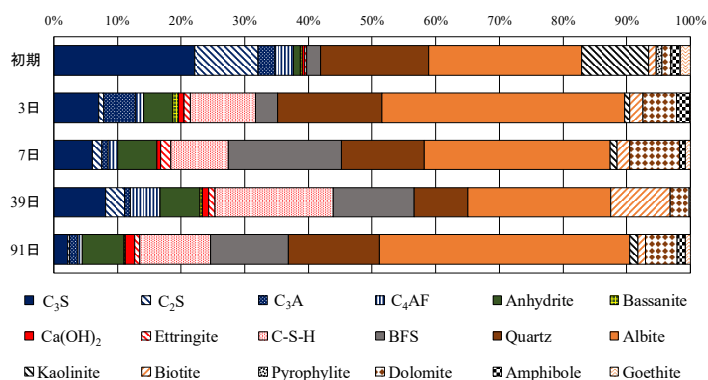


図-4 質量割合 (固化材添加率 80%)

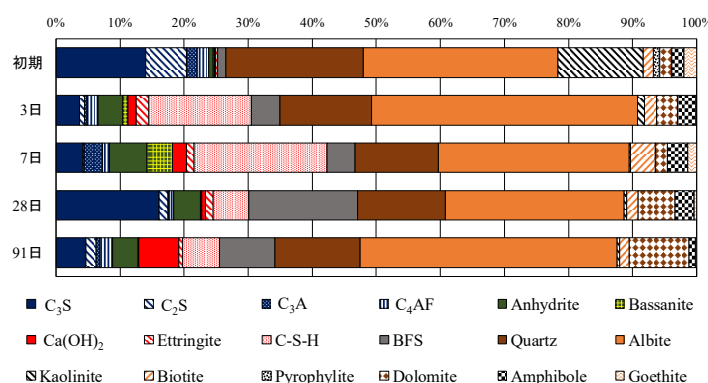


図-5 質量割合 (固化材添加率 40%)