

固化処理土の水セメント重量比と XRD 分析

九州大学 学○高田義人 上野和敬 正 杉村佳寿 古川全太郎 八尋裕一 東京工業大学 正 笠間清伸
沿岸技術研究センター 正 善功企 春日井康夫 重村洋平 日建設計シビル 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に伴い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、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。

本文では、固化材の水和反応率に着目した高強度ブロックの強度分析を行うための基礎的研究として、X線回折法により計測されたセメントペーストおよび固化処理土の水和生成物と水セメント重量比の関係を調べた。

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て20%、30%および40%の3条件、養生日数は7日と28日の2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50mm、高さ250mmモールドに気泡が残らないように充填し、5MPa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℃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℃による強熱減量試験（JIS A 1226）を行った。さらに、セメントの水和反応速度を調べるために、高炉スラグセメントと水のみを混合したセメントペーストを作製し、温度20℃と湿度95%で3日、7日、28日および91日間気中養生後、含水比試験（JIS A 1203）と750℃による強熱減量試験を行った。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の面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。

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	セメントペースト
初期含水比	200%	40%
脱水圧力	5 MPa	0 MPa
固化材	高炉スラグセメントB種	
固化材添加率	20%, 30%, 40%	
養生条件	水中養生 (20℃)	気中養生 (20℃)
養生日数	7日, 28日	3日, 7日, 28日, 91日

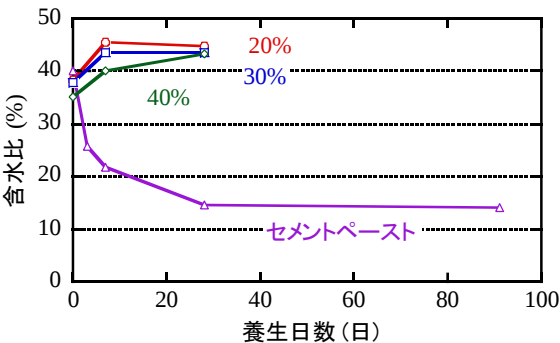


図-1 養生日数と含水比

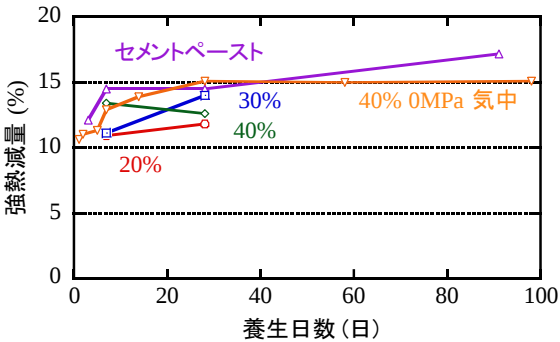


図-2 養生日数と強熱減量

3. 実験結果および考察

セメントの水和反応で消費される供試体の自由水を定量化するために、図-1 に養生日数と含水比の変化を示す。養生日数 0~28 日において、固化処理土の含水比は 5~8%増加するが、セメントペーストは 15%減少した。このことから固化処理土内部では、供試体内の自由水が固化材との水和反応で消費される以上に、水中養生により外部から水分が供試体に供給されている結果、含水比が若干増加しているものを思われる。

供試体内部の水和生成物量を定量化することを目的として、図-2 に養生日数と強熱減量の関係を示す。7~28 日養生において固化処理土の強熱減量が 1~3%増加し、セメントペーストは 3~91 日養生において強熱減量が 5%増加した。また、図中には脱水圧力 0 MPa で固化材添加率 40%の条件で作製した固化処理土の結果も示しているが、この結果はセメントペーストのものに近い挙動を示した。このことから、固化処理土の強熱減量は、脱水圧力や養生方法の違いにより変化するものと考えられる。

図-3 に各養生日数におけるセメントペーストの XRD 分析の結果を示す。3~28 日養生でセメントの水和反応物である $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の割合が 5%増加した。また、初期強度に影響する Ettringite が 7 日養生で 4%同定された。図-2 の強熱減量の変化と比較して同じ増減をする水和反応物は見受けられなかった。しかしながら、図-1 の含水比の変化と $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の増減が対応しており、3~28 日養生において、含水比が 7.7%減少すると $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が 5.1%増加した。

図-4 に固化処理土およびセメントペーストの水セメント重量比と養生日数の関係を示す。本文では、固化処理土の強度に強い相関性がある簡便な指標として、養生後の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と用いた。固化処理土の水セメント重量比は、養生経過により数値の大きな変化は見られなかったが、セメントペーストは 0.26 減少した。これは、セメントペーストは気中養生したため、水分が供給されることなく固化材に対して含水比が減少したため水セメント重量比が減少した。

4. まとめ

- (1) 初期含水比 200%の新門司沖粘土に脱水圧力 5 MPa をかけ作製した固化処理土供試体は、水中養生条件において、養生日数とともに含水比は 5~8%増加し、強熱減量は 1~3%の増加がした。
- (2) セメントペーストの含水比は養生 91 日間の間に 25.8%減少し、強熱減量は養生 3 日から 91 日の間に 5%増加した。
- (3) セメントペーストの XRD 試験の結果から、養生の経過するに従い、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の割合が大きくなり、3 日養生から 28 日養生で 1.4%から 6.5%に増加した。

〈参考文献〉

- 1) 上野和敏, 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, 環境地盤工学シンポジウム, 2019

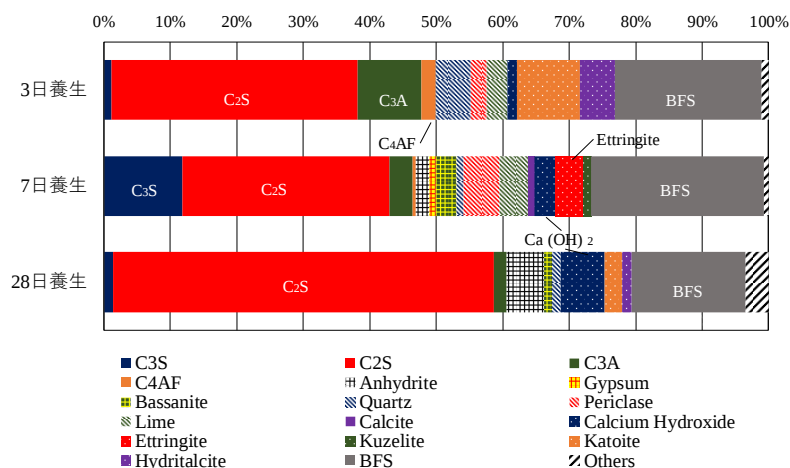


図-3 セメントペーストの XRD 試験結果

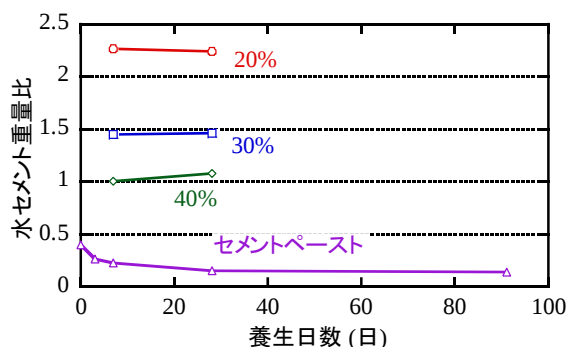


図-4 養生日数と水セメント重量比