

作製・養生温度に着目した固化処理土の一軸圧縮強度特性

九州大学工学部 学生会員 ○上野 和敬 東京工業大学 正会員 笠間 清伸
九州大学大学院 正会員 古川全太郎 九州大学大学院 正会員 八尋 裕一

1. はじめに

近年の船舶の大型化や継続的な海底への土砂の堆積に対して水深確保や埋没対策が行われている。それに伴い発生する浚渫土砂を有効利用する方法の1つとして、含水比の高い浚渫土砂にセメントなどの固化材を混合し高圧をかけることで脱水を行い、高強度の固化処理土を作製するものがある。

本文では、固化処理土の強度推定を行うための基礎的研究として、作製および養生時の温度と湿度に着目して固化処理土の含水比と強熱減量および一軸圧縮強さの経時的な変化を調べた。

2. 実験概要

供試体を作製する母材は、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。母材の初期含水比は、新門司沖粘土の液性限界の1.5倍に調整した。固化材添加率は、試料の乾燥重量に対して40%とした。供試体は、粘土に固化材を加えたのち含水比が150%となるように水を加え調整した。供試体の作製・養生条件として、温度20°Cで湿度95%の常温環境と温度5°Cで湿度75%の低温環境を設定した。常温環境と低温環境に用いる2種類の恒温恒湿養生室を用意し、実験に用いる粘土、固化材および水は事前に所定の温度で養生したものを使用した。試料を十分に攪拌したのち、締め固めをしない供試体作製方法に準じて、直径50mm、高さ100mmのモールドに気泡が残らないように3段階に分けて充填した。作製した供試体を恒温養生装置内で表-2に示す所定期間養生した。それぞれの養生日数において一軸圧縮試験（JIS A1216）を測定した。含水比試験（JIS A 1203）と強熱減量試験（JIS A 1226）は一軸圧縮試験用の供試体とは別の試料を用意し、表-2の養生日数に加えて1日と5日にも測定した。

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 ρ_s (g/cm ³)	2.634
液性限界 w_L (%)	100.5
塑性限界 I_p	57.9
強熱減量 L_i (%)	8.76

表-2 実験条件

土質試料	新門司沖粘土
固化材名	高炉スラグセメントB種
初期含水比	1.5 w_L
固化材添加率	40%
養生条件	常温(20°C, 95%), 低温(5°C, 75%)
養生日数	3, 7, 14, 28, 58, 91日

3. 実験結果および考察

図-1に養生日数と含水比・強熱減量の関係を示す。含水比測定に用いた試料の含水比は、常温環境と低温環境ともに養生日数の経過に伴い養生28日に150%から17%程度減少した後は、大きな変化はみられず養生91日までに20%減少した。一軸圧縮試験で用いた供試体の含水比は含水比測定用の試料より全体的に10%ほど減少量が大きくなった。これは一軸圧縮試験の供試体作製時におけるタッピングにとも

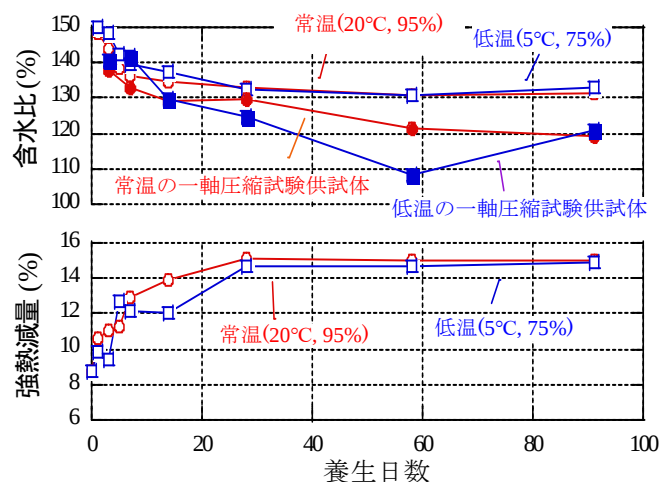


図-1 養生日数と含水比・強熱減量の関係

なう水のブリージングが原因であると考えられる。強熱減量も含水比と同様に養生 28 日まで養生日数の経過に伴い 5%増加した後は大きな変化は見られなかった。また、わずかではあるが常温環境と低温環境の含水比の減少量には最大 4%、強熱減量の増加量には 1%の差が生じた。

固化処理土の含水比は供試体内に含まれる自由水の割合を、強熱減量は固化材として使用した高炉スラグセメントとの結合水の割合をそれぞれ表していると考えられる。つまり、含水比の減少、強熱減量の増加から、供試体内の水和反応が進んでいることがわかる。

図-2 に養生日数と固化材の水和反応率の関係を示す。供試体の水和反応率¹⁾は強熱減量から求めた試料内の結合水量を固化材が 100%水和したときの理論上の結合水量で割ることで算出した。また、水和反応率の理論値は玄らのモデル²⁾をもとに求めた。水和反応率は養生日数の経過に伴い増加し、実験値は養生 28 日で約 70%に到達した後ほぼ変化しない結果となった。一方、理論値は養生 91 日まで増加し続け常温環境では約 100%、低温環境では 75%まで増加した。また、低温環境の方が理論値、実験値ともに低くなり、実験値は同じ養生日数で比較すると常温環境の 60~80%の低い値をとった。

図-3 に養生日数と一軸圧縮強さの関係を示す。養生 3 日では常温が低温の約 10 倍の強さを持ち、日数経過に伴いこの差は小さくなり養生 91 日で常温は 2.2MN/m²、低温は 1.9MN/m²程度まで上昇することがわかった。また、強度増加の割合は養生初期に大きく、日数経過に伴い小さくなった。特に低温環境では養生 28 日前後で強度増加に大きな違いがみられた。

図-4 に水和反応率と一軸圧縮強さの関係を示す。一軸圧縮強さは水和反応率の上昇に伴い増加した。特に常温環境では実験値の水和反応率の 10%上昇に伴い約 0.2MN/m²増加し、一軸圧縮強さの増加の割合は一定となった。また、同じ水和反応率でも常温環境の方が低温環境より強度発現が大きくなり、0.5MN/m²程度の差がみられた。

4. まとめ

- (1)含水比 150%新門司沖粘土に 40%の固化材を混合して作製した固化処理土の含水比は、養生温度によらず養生 91 日目において 20%減少した。含水比の変化の割合は、28 日経過までが大きく、常温環境（温度 20℃、湿度 95%）の方が低温環境（温度 5℃、湿度 75%）より 1~4%小さい値をとる。
- (2)固化処理土の強熱減量は、養生 91 日目において 5%増加し養生条件の違いにより 1%程度の差がみられた。
- (3)固化処理土の一軸圧縮強さは、養生日数の経過に伴い増加するが、常温環境では 28 日経過時で 91 日養生の約 80%まで増加した。また、常温環境と低温環境では最大で 1MN/m²の違いがみられた。
- (4)固化処理土の一軸圧縮強さは水和反応率が大きいほど増加し、同じ水和反応率でも養生温度が高い方がより強度発現が大きい。

〈参考文献〉

- 1) 森元ら：初期高温養生したポルトランドセメントの水和に関する研究，コンクリート工学高年次論文報告集 Vol.17, No.1, pp.651-654, 1995.
- 2) 玄ら：高炉セメントの水和反応モデルの開発および温度ひび割れ発生予測への応用，コンクリート工学年次論文報告集 Vol.18, No.1, pp.1269-1274, 1996.

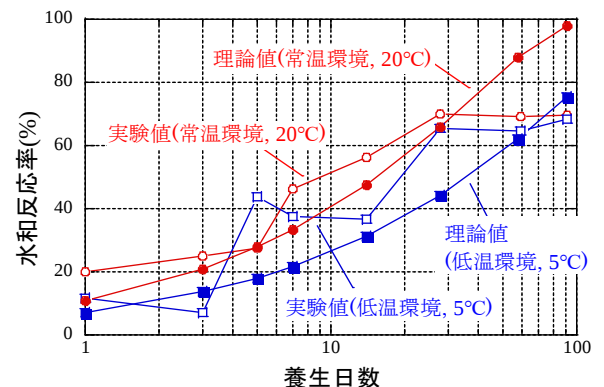


図-2 養生日数と水和反応率の関係

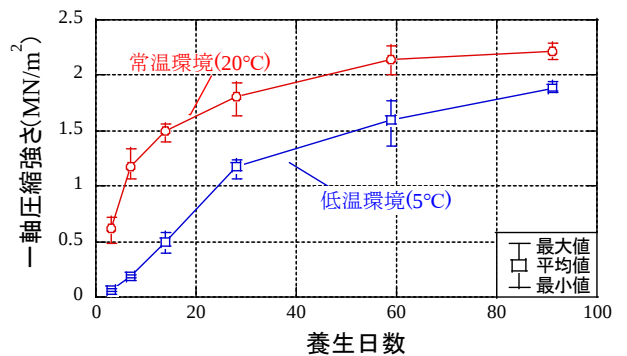


図-3 養生日数と一軸圧縮強さの関係

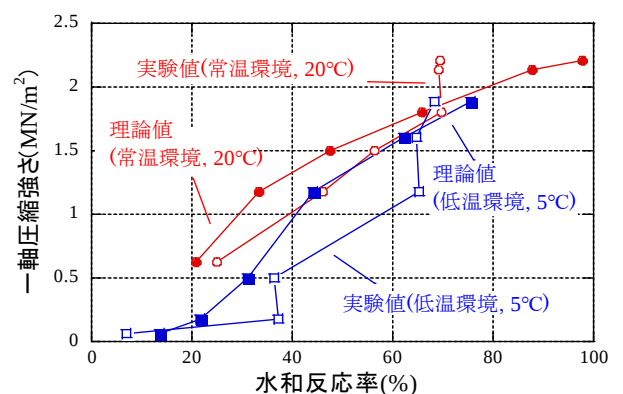


図-4 水和反応率と一軸圧縮強さの関係