

## セメントの固結時間に着目した固化処理土の物性・圧密特性

九州大学 学○俊成絃輝 正 笠間清伸 杉村佳寿 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 藤村立行  
 日建設計 正 山崎誓也 片桐雅明  
 国土交通省九州地方整備局 正 北原政広 西野智之 石田道昭

## 1. 目的

物流・海運のグローバル化に伴い、その基軸となる港湾の整備は非常に重要になる。港湾の水域施設の増深や水深確保を目的として浚渫工事が行われており、浚渫土砂を効率よく減容化し有効利用する技術が求められている。浚渫土砂を脱水固化処理するにあたって固結効果とともに脱水特性が変化するため、脱水に要する時間の推定が困難である。本文では、固化材の固結効果と圧密・脱水特性の関係を把握するため、浚渫土砂に固化材として高炉スラグセメント B 種を混合した固化処理土を用いて供試体を作製した。そして固結効果が発現している途中の供試体を対象にフォールコーン試験と定ひずみ圧密試験を実施することで、時間経過とともに変化する固化処理土の液性限界、非排水せん断強度および圧密特性を調べた。

## 2. 実験概要

表-1 にフォールコーン試験の実験条件を示す。母材にはカオリン粘土、および福岡県北九州市の新北九州空港付近で浚渫された粘土（以降、新門司粘土と呼ぶ）を用い、固化材には高炉スラグセメント B 種を用いた。固化処理土の初期含水比は、カオリン粘土で 50, 75, 100%, 新門司粘土では 100, 150, 200%と設定した。養生時間は、30, 60, 90, 120, 180, 360, 720, 1440min に設定した。

表-2 に定ひずみ圧密試験の実験条件を示す。試験方法は JIS A 1227<sup>1)</sup>に従い、最大荷重は 5MPa とした。定ひずみ圧密試験では、養生時間と圧密特性を調べるため、養生時間は 0, 24h に設定した。載荷速度は、試験中の圧密応力に対する過剰間隙水圧の比が 30 以下<sup>1)</sup>となる  $r = 30\%/min$  程度とした。

## 3. 実験結果

## 3.1 フォールコーン試験

図-1 にカオリン粘土と新門司粘土の含水比の経時変化を示す。図-1 よりすべての条件で浚渫土砂と固化材を混合した直後から、時間が経過するにつれて含水比の低下がみられた。初期含水比が高いほどその傾向がみられ、新門司粘土を用いた初期含水比 193%の供試体は、24h 後の含水比が 184%となり約 10%低下した。

図-2 にフォールコーン試験におけるコーン貫入量とコーンの重量・形状を用いて推定した。非排水せん断強度の経時変化を示す。すべての条件で時間が経過するほど、固化材を添加したことによる水和反応が起こり、非排水せん断強度が大きくなった。新門司粘土を母材とした初期含水比 193%の

表-1 実験条件（フォールコーン試験）

母材	カオリン粘土	新門司沖粘土
固化材	高炉スラグセメント B 種	
固化材添加率 (%)	50	
初期含水比 (%)	50, 75, 100	100, 150, 200
養生条件	密閉養生	
養生時間 (min)	30, 60, 90, 120, 180, 360, 720, 1440	

表-2 実験条件（定ひずみ圧密試験）

母材	新門司粘土
固化材	高炉スラグセメント B 種
固化材添加率 (%)	50
初期含水比 (%)	200
養生条件	密閉養生
養生時間(h)	0, 24

の非排水せん断強度は、30min 後で 0.34kN/m<sup>2</sup>であったが 24h 後には 70kN/m<sup>2</sup>にまで増加し、約 200 倍の強度を得た。180 分を超えたあたりで非排水せん断強度が 103 kN/m<sup>2</sup>を超える供試体もあったが、固化が進むにつれコーン貫入量が小さくなり、適用範囲を超えてしまったためと考えられる。

図-3 にフォールコーン試験によって得られた 2 つの母材を用いた固化処理土の液性限界を示す。どちらの母材でも液性限界は時間が経過するにつれて大きくなった。30min 後と 1d 後の液性限界を比較すると、カオリン粘土は 33%から 453%、新門司沖粘土では 139%から 578%まで増加した。このことから、固化材を添加したことにより、それぞれの固化処理土が時間の経過とともに流動化しにくい安定した材料になることがわかる。

3.2 定ひずみ圧密試験

図-4 に新門司粘土固化処理土の養生時間を変化させた場合の  $e$ -log  $p$  曲線を示す。最大荷重は 5MPa とした。養生時間 0h と 24h のどちらの条件でも、圧密応力が 70kPa 以降の間隙比が直線的に減少した。試験終了時の間隙比は養生時間 0h で 1.745、24h で 2.647 となり約 1.5 倍になった。 $e$ -log  $p$  曲線から得られる圧縮指数を比較すると養生時間 0h で 1.13、24h で 1.52 となり、養生時間を大きくすると固化が進み圧密降伏応力以降の圧密が大きくなることが分かる。

4. 結論

今回の研究により得られた固化処理土の特性は以下のようなになる。(1) 粘土と固化材を混合した直後から強度が発現し、24h 後には 70 kN/m<sup>2</sup> 以上の強度となった。(2) 固化処理土の固化が進むにつれ液性限界が大きくなり、24h 後にはカオリン粘土で 453%、新門司粘土で 578%となる。(3) 24h 養生することで固化が進み、圧密試験終了後の間隙比が約 1.5 倍大きくなり、圧縮指数は 1.13 から 1.52 に増加する。

参考文献 1) 地盤工学会編：地盤材料試験の方法と解説, Vol. 1, pp. 310-320, pp. 500-517, 丸善, 2009.

2) Hansbo.S. [1957] A New Approach to the Determination of the Shear Strength of Clays by the Fall-Cone Test. Proc. Roy. S. G. L, No.14, pp. 7-48

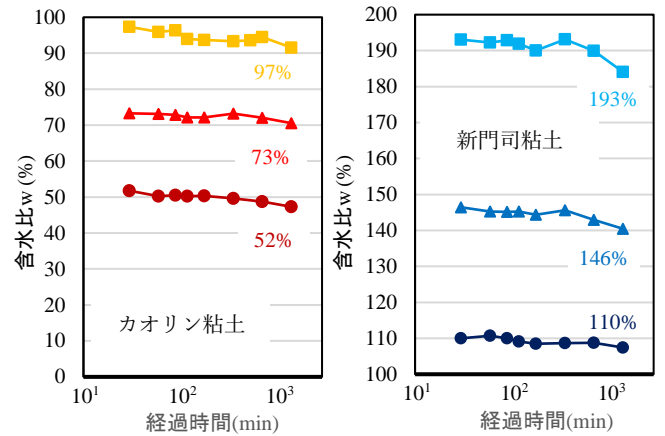


図-1 含水比の経時変化

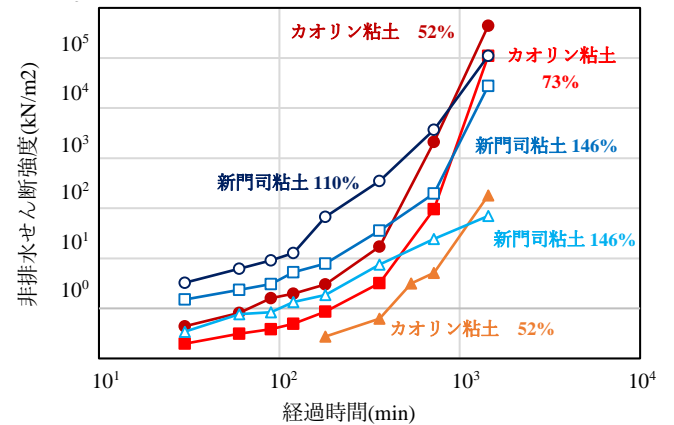


図-2 非排水せん断強度の経時変化

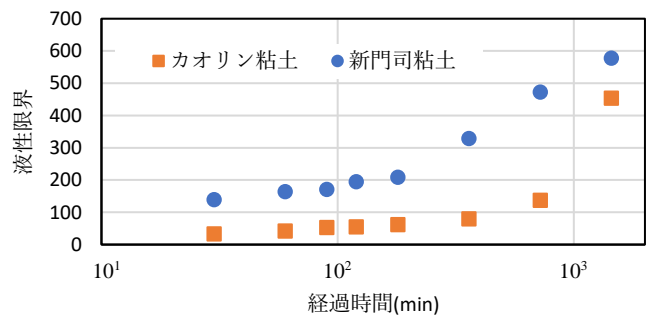


図-3 液性限界の経時変化

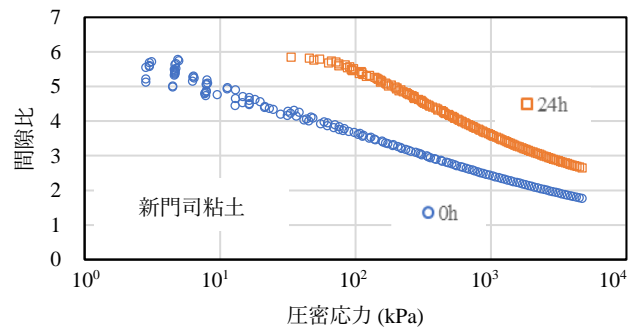


図-4  $e$ -log  $p$  曲線