

管中混合固化処理工法を想定し配合された名古屋港浚渫処理土の力学挙動の把握

名古屋大学 (学生会員) 堀内俊輔 廣瀬称志 依田広貴 孫凱
 名古屋大学 (正会員) 中野正樹 山田英司

1. はじめに

名古屋港を維持するための浚渫と、その仮置き場としての名古屋港ポートアイランドの容量が限界に近いことから、名古屋港に発生する浚渫土砂の有効利活用は喫緊の課題となっている。本報告では、中部国際空港など浚渫土砂の改良に多くの実績をもつ管中混合固化処理工法に着目し、浚渫土砂の含水比と固化材添加量(ここでは固化材として高炉セメントB種を採用)をそれぞれ変化させて固化処理土を作製し、強度のみならず、変形・破壊挙動を含む力学挙動に注目して得られた結果を示す。

2. 固化処理土の作製方法と流動特性

名古屋港浚渫土砂の物理的性質の詳細は文献 1) に譲るが、浚渫土砂は砂分が約 30% で、管中混合固化処理工法に適する上限値である。ここでは、含水比を液性限界の 1.2, 1.4, 1.6 倍に調整した浚渫土砂に、高炉セメント B 種を添加量 $C=50 \sim 100\text{kg/m}^3$ (単位: 処理土 1m^3 に含まれる固化材重量) と変化させて処理土を作製した。含水比～フロー値の関係を図 1 に示す。浚渫土砂に比べて、処理土の方がフロー値はかなり小さくなり、また固化材添加量の違いによるフロー値の変化はほとんど見られない。既往の研究²⁾が示すように、浚渫土砂の流動性は固化材を添加することで減少するものの、処理土の流動性は固化材添加量によらず一意となり、設計におけるフロー値確保に対し有利な特性を示す。

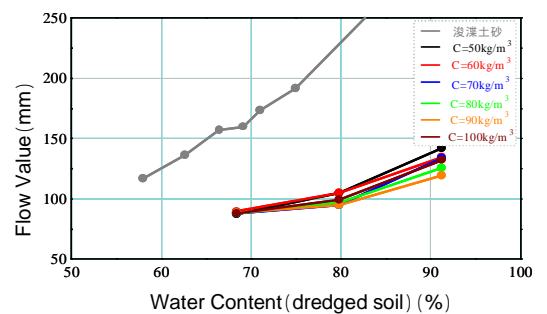


図 1 浚渫土砂含水比-フロー値関係

3. 固化処理土の力学特性

管中混合固化処理工法においては、処理土の流動特性を考慮してフロー値を 90~100mm 以上に設定することが望ましい²⁾。図 1 より浚渫土砂含水比 $w=1.4w_L (=79.8\%)$ がこの条件を満たす。そこで、この含水比を基準にして固化材添加量を $C=50, 70, 100\text{kg/m}^3$ と変化させ処理土を作製し、一軸圧縮試験を実施した。

図 2 に養生日数～一軸圧縮強度の関係を示す。試験結果より、固化材添加量が増えるほど一軸圧縮強度も増加し、養生による強度増加率も増大する。しかし養生 56 日に関しては、強度上昇はあまり見られなかった。

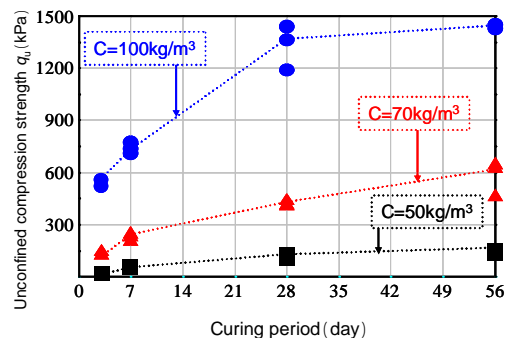


図 2 養生日数-一軸圧縮強度関係

図 3 に水セメント比 W/C と一軸圧縮強度 q_{u28} の関係を示す。水セメント比が増加するほど一軸圧縮強度は減少している。既往の研究²⁾によると、この関係は図に示す通り原料土により一本の曲線で近似できる。すなわち水セメント比さえ等しければ、浚渫土含水比が異なっても同じ一軸圧縮強度 q_{u28} が得られる。

そこで、図 4 に水セメント比を $W/C=9.46$ と一定にして、浚渫土砂含水比を変化させた処理土の一軸圧縮試験結果を、養生 28 日に対して示す。ピーク強度に着目すると、含水比 $w = 68.4\%$

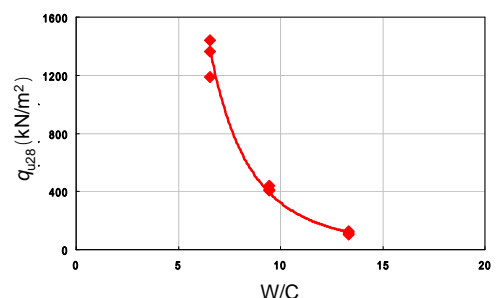


図 3 水セメント比-一軸圧縮強度関係

が他に比べて大きな強度を示しており、低含水比の浚渫土で作製した処理土が最も強度が大きくなる。これは密度の違いによる影響と考えられる。図3の関係は、浚渫土含水比の範囲がある程度制限された条件での関係であることが伺える。

つぎに、処理土の変形破壊挙動を調べるため、含水比 $w=79.8\%$ 、 $C=70\text{kg/m}^3$ の処理土の養生7日、28日、56日に対し、拘束圧を 98、296 kPa とした非排水三軸圧縮試験を実施し、その結果を図5示す。軸ひずみ $\epsilon_a=1\sim 5\%$ で軸差応力 q がピークを迎え、その後、明確なせん断帯が観察された。また、 $q\sim p'$ 図に着目すると、せん断初期に p' の減少を伴う q の増加が起こり、その後原点を通る傾き 1:3 の直線、いわゆるテンションカット³⁾、を上昇し、ピークに達している。この傾向は養生日数の違いによらず見られた。有効応力パスがテンションカットに到達するという事は、側方有効応力がゼロになっていることを意味する。

図6に、おなじ浚渫土に対しセメント改良土を締固めて作製した有効応力パスを示す⁴⁾。テンションカットまで至らずに $q=1.9p'$ の限界状態線を上昇している。また、図7に異なる土における流動化処理土の有効応力パスを示す⁵⁾。拘束圧が大きくなるとテンションカットまで至っていない。締固めによらない固化処理土については、拘束圧(密度)や固化材添加量によって破壊時の状態が異なると考えられ、実験や数値解析により今後考察してゆく予定である。

4. おわりに

流動化処理工法による浚渫土砂の改良を想定し、浚渫土砂の処理土の力学挙動を調べ、以下の結論を得た。

- 1) 処理土の流動性、すなわちフロー値と浚渫土含水比の関係は、既往の研究と同様に、固化材添加量によらず一意の関係となる。
- 2) 水セメント比 W/C が増加するほど一軸圧縮強度 q_{u28} は減少する。また浚渫土含水比によらず W/C が同じであれば発揮する q_{u28} は同じであることが既往の研究で述べられているが、今回の実験では、含水比の範囲がある程度制限された条件でのことであり、制限範囲以下の含水比では q_{u28} は大きくなった。
- 3) 今回の試験条件では、非排水三軸圧縮試験での有効応力パスは、せん断後半で、テンションカットに到達し、ピークを迎える。今後の考察が必要である。

最後に、本研究は科研費(21560519)の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 依田他(2010):名古屋港ポートアイランド浚渫土砂の種類・状態に応じた土質改良方法の検討,平成21年度土木学会中部支部研究発表会,投稿中
- 2) 財団法人 沿岸技術研究センター(2008.7):管中混合固化処理工法技術マニュアル(改訂版)
- 3) Atkinson, J. H. (1978): The Mechanics of Soils -An Introduction to Critical State Soil Mechanics-, McGRAW-HILL Book.
- 4) 中野他(2009):室内試験による浚渫土砂改良土の圧縮・せん断挙動の把握 第44回地盤工学会研究発表会 pp591-592
- 5) 山田他(2007):流動化処理土の力学挙動把握と盛土材としての有効性に関する数値解析的検討,地盤工学会中部支部,第19回中部地盤工学シンポジウム,pp35-40

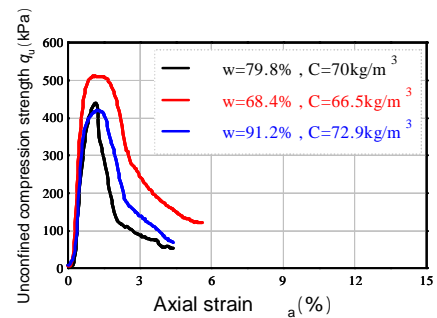


図4 水セメント比一定の一軸圧縮試験

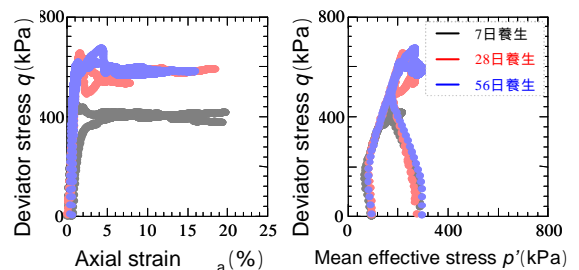


図5 $w=79.8\%$ 、 $C=70\text{kg/m}^3$ の三軸圧縮試験結果

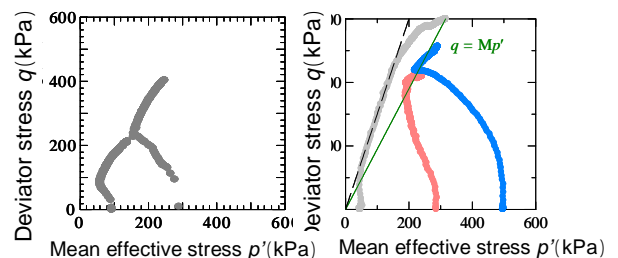


図6 締固めによるセメント改良土の有効応力パス 図7 原料土の異なる処理土の有効応力パス