

各種固化材によるポートアイランド浚渫土砂改良土の変形・破壊挙動

名古屋大学 (学生会員) ○廣瀬称志 上野慎也 堀内俊輔 孫凱
 名古屋大学 (正会員) 中野正樹 山田英司

1. はじめに

名古屋港ポートアイランドは、名古屋港に発生する浚渫土砂の仮置き地として、1975 年より埋立が行われている。浚渫土砂の物性は、平面的なばらつきはあるものの、シルト分以下の細粒分含有率は 7 割以上を占める、地盤改良なしでは減容化の難しい粘土がほとんどである。深さ方向の含水比を見ると、表層部は含水比 70%以上であり、締固めを必要としない流動性を有する改良材への転化が適している。一方で、下層部のある程度自重圧密した浚渫土砂は、固化材等の混合により、締固め材として有効利用が可能となる。別報 1) で示したように、セメント、中性固化材のほかに、産業副産物として、製鋼スラグ、ペーパースラッジ灰 (PS 灰) を代替固化材として取り上げ、含水比 40% の浚渫土砂改良土の一軸圧縮試験を行ったところ、一軸圧縮強度はどれも配合率 10% 以上で、地盤材料として満足いく土に改善されている。本報告では、それぞれの改良土について、強度のみならず、変形・破壊挙動に注目して得られた結果を示す。

2. 名古屋港ポートアイランド浚渫土砂の物性と改良土の作製方法

名古屋港ポートアイランドから採取した浚渫土砂の物理的性質は、文献 1) を参照されたい。浚渫土砂は粘土分 35.1%、シルト分 34.2%、砂分 30.7% から構成されており、細粒分含有率が約 7 割を占める材料である。ここでは、含水比を 40% に調整した浚渫土と各種代替固化材を、破碎混合機²⁾により、破碎・均質混合した。この破碎混合機は、既存の安定処理工法の混合方式と比較して、浚渫土砂を細かく砕くとともに、固化材を均質に混合することが可能で、得られた材料は団粒集合体となり、取り扱いが格段に向上する。粒径加積曲線を図 1 に示す。各固化材と混合された改良材は団粒集合体を形成し、どの改良材も砂の相当の粒径が 90% 以上となり、締固め材に転化している。

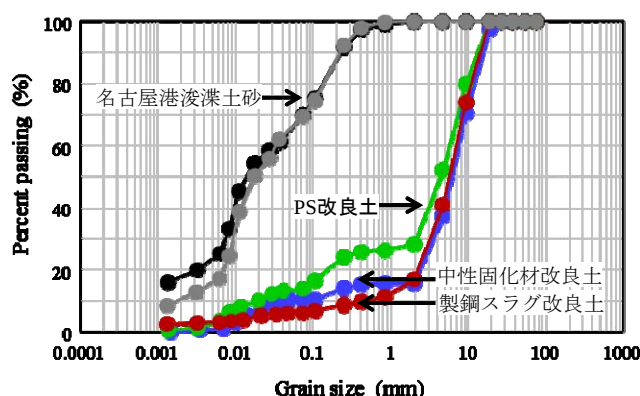


図 1 各種固化材の破碎・混合後の粒径加積曲線

3. 各種改良土の変形挙動と破壊形状の観察

文献 1) の結果より、どの代替固化材による改良土も、配合率を増加させると一軸圧縮強度も増加した。ここでは、セメントを除く他の固化材、中性固化材、製鋼スラグ、PS 灰については、配合率 10% と 30% の圧縮応力～軸ひずみ関係を、養生期間 0 日、7 日、28 日に対し示す。セメントについては配合率 10% のみを示す。

図 2 に中性固化材改良土 (配合率 10%) の実験結果を示す。初期剛性も小さく、0 日養生で一軸圧縮強度 100kPa を越え、ピーク時の軸ひずみは 9% となり、延性的な挙動を示す。養生日数が増えるにつれ、一軸圧縮強度も増え、ピーク時の軸ひずみも減少してゆく。図 3 に示すように配合率 30% になると、一軸圧縮強度は 300kPa を越え、軸ひずみも 2% 前後となる。養生日数とともに、一軸圧縮強度が増え、その時の軸ひずみも減少し、脆性的な挙動に転ずる。図 4 にはセメント改良土 (配合率 10%) の実験結果を示す。0 日養生では、一軸圧縮強度が 100kPa 前後であったが、養生により強度は顕著に上昇するとともに脆性的な変形を示すようになる。中性固化材とセメント改良土の破壊形状について、ここでは詳しく示さないが、中性固化材の配合率 10% はせん断面が斜めに入るが、配合率 30%、養生 28 日になると、セメントの破壊と同様に鉛直方向にせん断面が入り、破壊する。

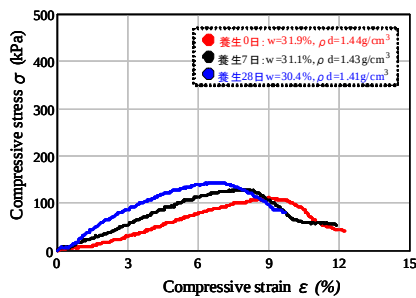


図2 中性固化材改良土 (配合率 10%)

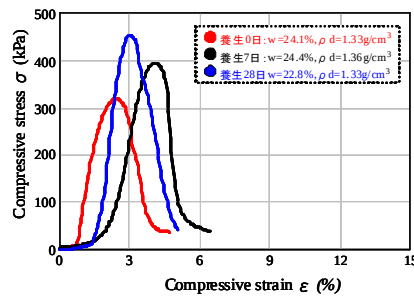


図3 中性固化材改良土 (配合率 30%)

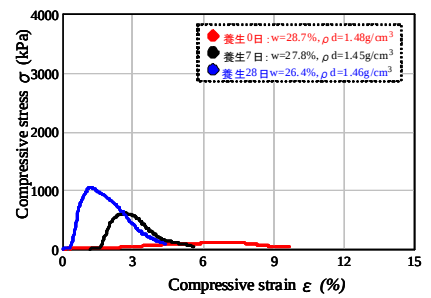


図4 セメント改良土 (配合率 10%)

図5には配合率10%の製鋼スラグ改良土の実験結果を示す。配合率10%の場合、固化作用は、セメント、中性固化材に比べそれほど顕著ではなく、延性的な挙動を示す。図6には配合率30%の場合を示す。養生とともに一軸圧縮強度も増加し、200kPa近くまで到達するが、変形はまだ延性的である。写真1に各配合率の破壊形状(28日養生)を示すが、卓越するせん断帯ではなく、不明瞭なせん断帯を形成している。

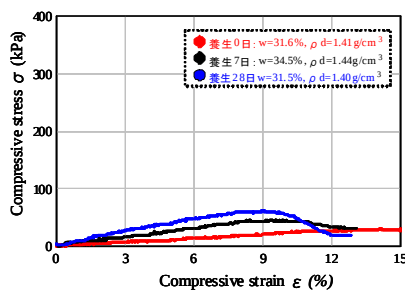


図5 製鋼スラグ改良土 (配合率 10%)

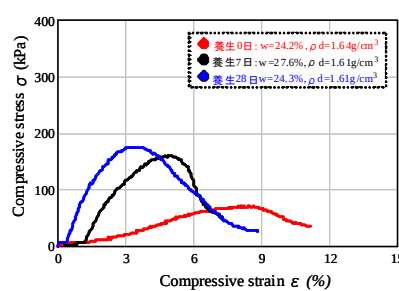


図6 製鋼スラグ改良土 (配合率 30%)

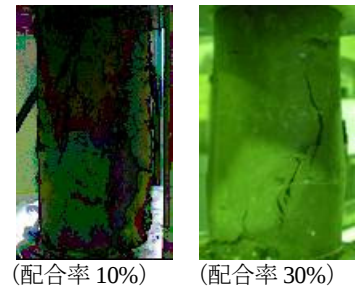


写真1 製鋼スラグ改良土破壊形状 (28日養生)

図7には配合率10%のPS灰改良土の実験結果を示す。PS灰は多孔質であることから、養生0日でも浚渫土砂の間隙水を吸着するため締固め材として機能し、一軸圧縮強度が100kPaを越え、28日養生では250kPaに達する。配合率30%の製鋼スラグと同程度の延性を示している。図8には配合率30%を示すが、脆性を示すようになり、一軸圧縮強度は養生日数とともに増加している。写真2は養生28日の破壊形状で複数のせん断帯が形成している。

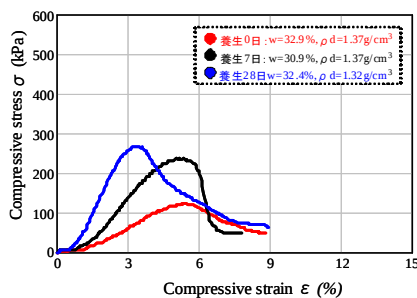


図7 PS灰改良土 (配合率 10%)

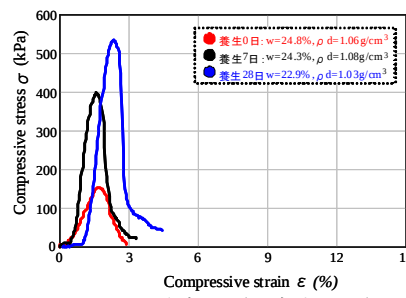


図8 PS灰改良土 (配合率 30%)

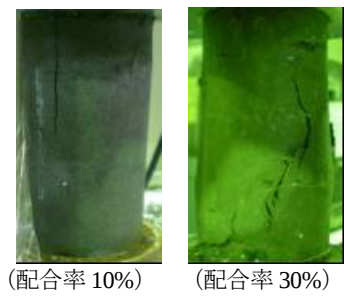


写真2 PS灰改良土破壊形状 (28日養生)

3. おわりに

固化材によって、配合率、養生日数に応じて、一軸圧縮強度や応力～ひずみ関係が変化した。この結果は、利用用途に応じて、様々な固化材改良土が選定できることを示唆している。今後は、締固め特性や密度などの物理的性質を調べるとともに、三軸圧縮試験、圧密試験による圧密・変形挙動を把握し、弾塑性構成モデル SYS Cam-clay model による再現から、各種改良土の品質保証を与えてゆくつもりである。

参考文献

- 1) 堀内他 (2009) : 名古屋港ポートアイランド浚渫土砂の地盤材料としての有効利用に関する基礎的研究, 平成 20 年度土木学会中部支部研究発表会, 投稿中。
- 2) 二宮康治他(2002): “回転式破碎混合工法を用いた事前混合処理工法の実施例”, 土木学会, 第 1 回土木建設技術シンポジウム, pp.225-232.