

砂分混合した固化処理土の脱水特性と一軸圧縮強度特性

九州大学工学部 学生会員○佐野 将輝 九州大学大学院 フェロー 善 功企
九州大学大学院 正会員 陳 光斉 九州大学大学院 正会員 笠間 清伸

1. はじめに

港湾の航路・泊地等の維持浚渫や船舶の大型化による海底増深などに伴う浚渫土砂は、これまで土砂処分場で受け入れてきたが、これら処分場の容量はほぼ飽和状態にあり、次々に発生する浚渫土砂を高度に再生リサイクルすることが求められる。著者らは、これまでに「固化処理と高压機械脱水を併用する高压脱水固化」という新たな材料再生技術を提案し、浚渫土砂内の重金属・環境ホルモンなどの有害物質を吸着不溶化し、最大圧縮強度 26MPa まで高強度化する基礎技術を得ている。この基礎技術を応用して、浚渫土砂を大型の構造ブロックとして高度に再利用できる実用化技術へと展開するためには、低脱水圧力での高強度発現を実現する必要がある。本文では、浚渫粘土に砂分を混合することで、土骨格の強度を増加させるとともに、粒度調整による高強度化と脱水時間の短縮を評価した。

2. 実験概要

(a)使用材料：供試体を作製するために用いた母材は、熊本港より採取した熊本港粘土である。固化材に高炉スラグセメント B 種、砂質土に豊浦硅砂とまさ土を使用した。各試料の粒径加積曲線を図-1 に示す。

(b)実験条件：固化材添加率は、母材乾燥重量の 20, 30% とした。砂分混合率は、母材乾燥重量の 0, 20, 40, 60, 80, 100% とした。実験条件を表-1 に示す。

(c)供試体作製方法：供試体の作製方法は、母材と所定配合の固化材および砂質土を初期含水比 150% になるよう加水調整し、十分攪拌混合させた後、 $\phi 50\text{mm} \times H250\text{mm}$ のモールドに振動を加えながら試料を詰め、定圧載荷試験機によって 5MPa で定圧載荷し、供試体を作製した。排水条件は、上下端周面排水とした。載荷中には、沈下量および脱水時間を測定した。ただし、圧密終了は 3t 法で決定し、そのときを圧密度 100% とした。圧密終了後、モールドから脱型した供試体を 28 日間恒温湿潤状態で養生し、一軸圧縮試験(JIS A 1216)により一軸圧縮強度を測定した。

3. 実験結果および考察

固化材添加率 20%, 豊浦硅砂を混合した供試体の圧密沈下曲線を図-2 に示す。図-2 より、初期沈下速度はどのケースも変わらないが、載荷時間 10 分以降の沈下速度は砂分添加率が高いほど大きくなった。最終圧密沈下量も砂分添加率の増加に伴い増加する傾向にある。最終圧密沈下量は、豊浦硅砂添加率 0, 20, 40, 60, 80, 100% でそれぞれ 111.0mm, 127.5mm, 150.0mm, 145.8mm, 157.5mm, 147mm であった。脱水時間比と砂分混合率の

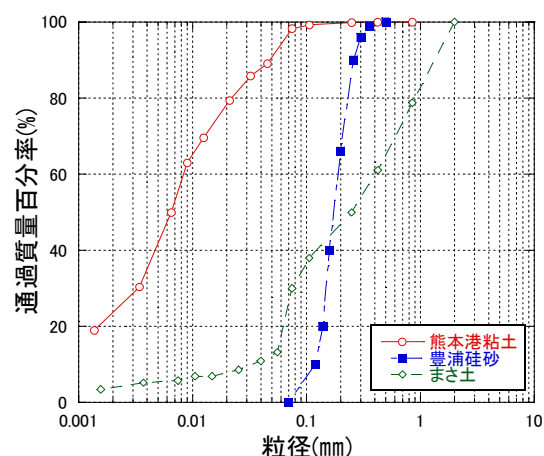


図-1 粒径加積曲線

表-1 実験条件

条件	値
試料	熊本港粘土, 豊浦硅砂, まさ土
初期含水比	1.5 w_L
固化材添加率	20%, 30%
砂分混合率	0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%
脱水圧力	5MPa
脱水条件	上下端周面排水
養生日数	28日

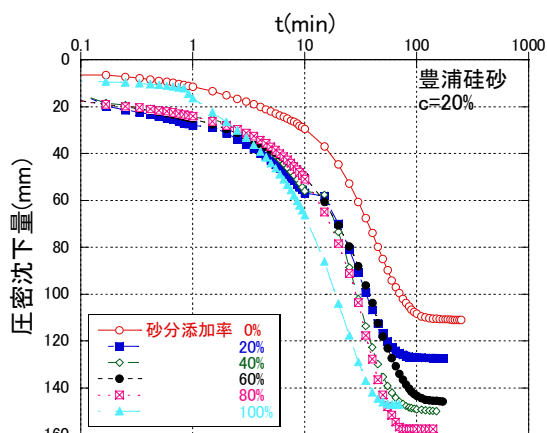


図-2 圧密沈下曲線

関係を図-3に示す。ここで脱水時間比とは、砂分混合しない条件での脱水時間で正規化した脱水時間である。図-3より、砂分混合率の増加に伴い脱水時間は減少した。特に、砂分混合率 100% のとき、脱水時間比は、豊浦硅砂の場合はセメント添加率 20、30%で 0.28、0.44、まさ土の場合はセメント添加率 20、30%で 0.36、0.50 と半分以下に短縮された。これは、砂分の混合により透水性のよい砂分の割合が増加したことが原因と考えられる。

図-4に水セメント重量比と一軸圧縮強度の関係を示す。水セメント重量比は、養生後の供試体内の水重量と固化材重量の比として定義した。図-4より、水セメント重量比の減少に伴い強度が増加することがわかる。図中には、既往の研究^{1), 2)}にて、熊本港粘土を 20MPa の高圧脱水で作製した供試体とセメントペースト供試体の水セメント重量比と強度の関係を示してある。これより、砂分混合した脱水固化処理土の供試体でも、同じ一軸圧縮強度推定式によって強度を推定できると考えられる。得られた一軸圧縮強度推定式は、 $q_u = 12.4(w/c)^{-0.684}$ となり、相関係数 $R=0.978$ であった。また、この強度推定式を用いると、固化材添加率や載荷圧の異なる供試体についても一貫した強度予測が可能となると考えられる。

図-5に細粒分含有率と一軸圧縮強度の関係を示す。なお、図中には、既往の研究¹⁾にて、脱水圧力 20MPa で作製した供試体の細粒分含有率と一軸圧縮強度の関係を示してある。図-5より、固化材添加率 30%で載荷圧 5MPa の供試体では、細粒分含有率が増加するにつれ、一軸圧縮強度が増加した。しかし、固化材添加率 20%で載荷圧 5MPa の供試体では、細粒分含有率が増加してもほとんど強度が増加しないことが確認される。載荷圧が 20MPa の場合、セメント添加率 20%においても、細粒分含有率の増加につれ、一軸圧縮強度が増加した。これより、載荷圧が大きいほど、またセメント添加率が大きいほど細粒分含有率が一軸圧縮強度に与える影響は大きいことがわかる。

4. おわりに

(1)砂分混合率が増加するほど、脱水時間は短縮し、砂分混合率 100%では脱水時間は半分以下になる。(2)砂分混合した脱水固化処理土においても、水セメント重量比の減少に伴い強度が増加した。したがって、水セメント重量比を減少させることが、低脱水圧力での高強度化の実現のための重要なポイントであるといえる。(3)細粒分含有率が大きいほど、一軸圧縮強度は大きくなり、その影響はセメント添加率、載荷圧が大きいほど大きくなる

(参考文献)

- 1)長野起子ら：母材の物理特性に着目した固化処理土の一軸圧縮強度，土木学会年次学術講演会講演概要集第3部，60巻，pp.3-066，2005。
- 2)林康宏ら：粒度分布に着目した高圧脱水固化処理土の強度特性，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.A332-333，2002。

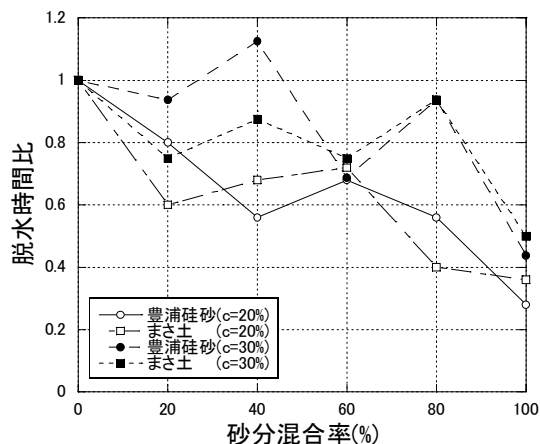


図-3 砂分混合率と脱水時間比の関係

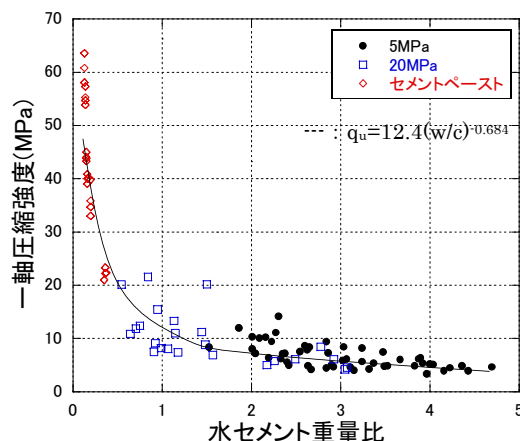


図-4 水セメント重量比と一軸圧縮強度の関係

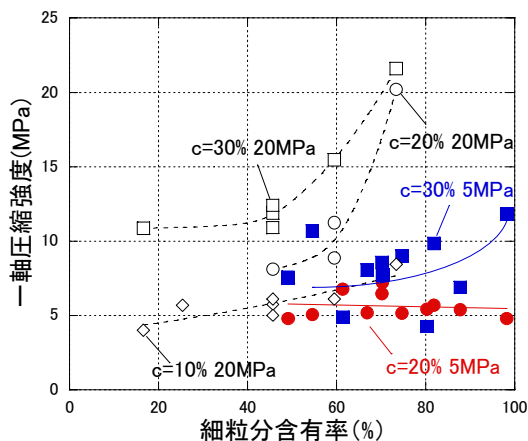


図-5 細粒分含有率と一軸圧縮強度の関係