

母材の塑性指数を用いた脱水固化処理土の配合設計

九州大学大学院 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

港湾施設の整備や維持に伴って発生する大量の浚渫土砂を、効率よく減容化し有効利用する技術が強く求められている。著者らは、これまでに「固化材混合と高压機械脱水を併用する高压脱水固化」という基礎的技術の研究してきた^{1)~3)}。本文では、脱水固化処理土の配合設計法の提案を目的として、熊本港粘土、宇部港粘土、博多港粘土およびカオリン粘土を用いて実験を行った。

2. 実験概要

使用材料：供試体を作製するために用いた母材は、熊本港、宇部港および博多港で浚渫された粘土(以降、それぞれ熊本港粘土、宇部港粘土および博多港粘土と呼ぶ)ならびにカオリン粘土である。固化材は高炉スラグセメント B 種を使用した。試料の物理特性と粒度分布を表-1 および図-1 にそれぞれ示す。固化材添加率は母材の乾燥重量に対する比率で、20%, 30%, 40%, 50%および 60%とした。

供試体作製方法：母材と固化材を初期含水比が 1.5w_L% となるように加水調整し、十分攪拌混合させた後、φ50mm×h250mm のモールドに試料を充填した。その後、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。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。実験条件を表-2 に示す。

3. 実験結果および考察

図-2 に水セメント重量比と一軸圧縮強度の関係を示す。ここで、水セメント重量比は、養生した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。図中には、参考文献^{1)~3)}より、熊本港粘土を脱水圧力 10, 15 および 20MPa で脱水固化処理した供試体、長崎港で浚渫された粘土(長崎港粘土と呼ぶ)を脱水固化処理した供試体およびセメントペーストを用いて作製した供試体の水セメント重量比と一軸圧縮強度の関係を示した。水セメント重量比の減少にしたがい、急激に一軸圧縮強度が増加した。これより、脱水固化処理土の一軸圧縮強度は、母材の種類や固化材添加率によらず、水セメント重量比に支配されると考えられる。また、母材ごとに以下の強度推定式

表-1 試料の物理特性

	土粒子密度 (g/cm ³)	液性限界 (%)	塑性指数	粘土分 含有率 (%)
熊本港粘土	2.61	101	63.8	42.1
宇部港粘土	2.57	132	90.9	58.1
博多港粘土	2.69	68.1	32.5	15.6
長崎港粘土	2.43	85.7	52.2	1.6
カオリン粘土	2.71	50.6	21.2	52.8

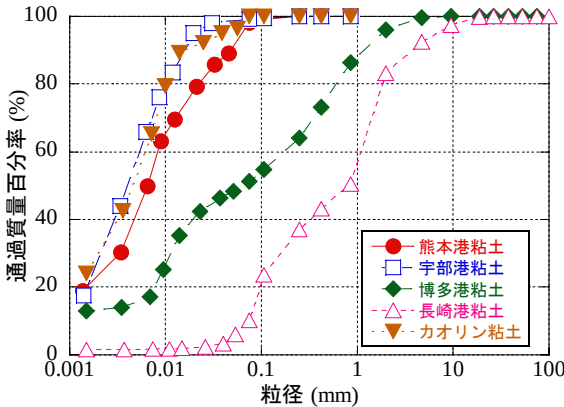


図-1 粒度分布

表-2 実験条件

母材	熊本港粘土, 宇部港粘土 カオリン粘土, 博多港粘土
固化材	高炉スラグセメントB種
初期含水比	1.5w _L
固化材添加率	20%, 30%, 40%, 50%, 60%
脱水圧力	5MPa
脱水条件	上下端周面排水
養生日数	28日間
養生条件	温度 20℃ 湿度 ≥ 90%

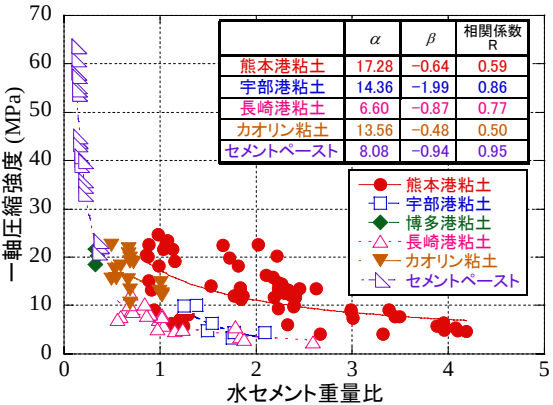


図-2 水セメント重量比と一軸圧縮強度の関係

を算出した結果を図中に示す。

$$q_u = \alpha \left(\frac{w}{c} \right)^\beta \quad (1)$$

ここで、 q_u は一軸圧縮強度、 w/c は水セメント重量比、 α 、 β は母材の物理特性によって決まるパラメータである。式(1)より、水セメント重量比から脱水固化処理土の強度を推定できると考えられる。

図-3 に脱水圧力と含水比の関係を示す。脱水圧力が増加するにしたがい、含水比は減少した。また、図-3 より推定した含水比と固化材添加率の比によって、水セメント重量比を推定できると考えられる。水セメント重量比の推定式を以下に示す。

$$\frac{w}{c} = \frac{A \log P + B}{C} \quad (2)$$

ここで、 A 、 B は母材の物理特性によって決まるパラメータ、 P は脱水圧力、 C は固化材添加率である。

図-4 に提案した配合設計フローを示す。対象とする粘性土の塑性指数から式(1)の強度推定式のパラメータ α 、 β が決定する。その後、目標強度を設定すると、その強度に必要な目標水セメント重量比が求められる。そして、その目標水セメント重量比を満たすための脱水圧力と固化材添加率の組み合わせを決定する。

図-5 に図-4 のフローで算出した強度の精度を示す。推定精度にばらつきがあったが、母材ごとでは、予測値と実測値の間に相関がみられた。よって、予測値の補正により、精度が向上すると考えられる。つまり、本フローには、式(1)の α の設定方法に改善の余地があることが示唆される。

母材に熊本港粘土を用いた場合の配合設計例を図-6 に示す。コスト面や施工面を考慮して、目標強度を有するための最適な脱水圧力と固化材添加率を決定可能である。

4. まとめ

一軸圧縮強度、母材の物理特性および固化材の混合条件などの関係から、最適な配合設計方法の検討を行った。得られた結論を以下に示す。1) 脱水固化処理土の強度は水セメント重量比に支配される。2) 母材の塑性指数と水セメント重量比に着目した配合設計法を提案した。

【参考文献】1)笠間清伸ら：高压脱水固化処理による汚染粘土の強度増加と有害物質の溶出低減効果，土木学会論文集 C, Vol.63 No.2, pp.544-552, 2007.6. 2)林康宏ら：粒度分布に着目した高压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. 3)笠間清伸ら：高压脱水固化処理土の強度特性，材料, Vol.57, No.1, pp.24-27, 2008.

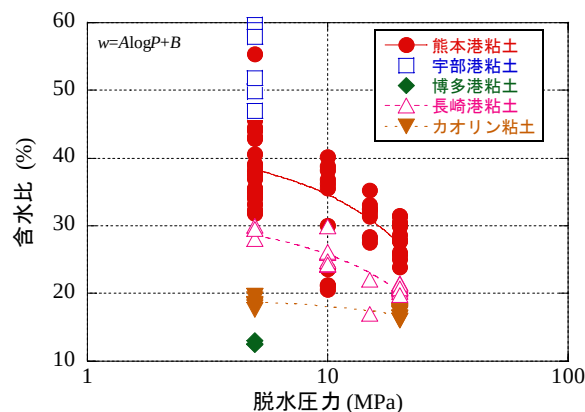


図-3 脱水圧力と含水比の関係

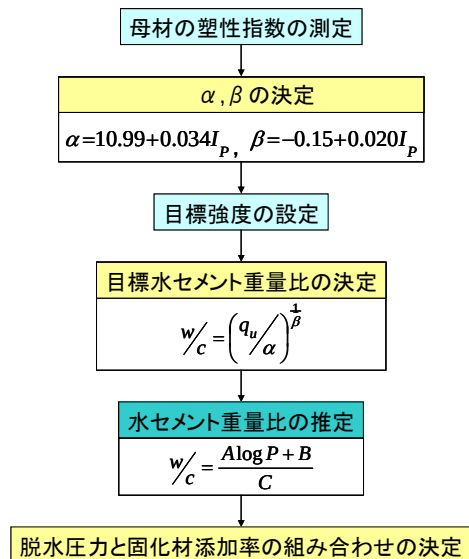


図-4 配合設計フロー

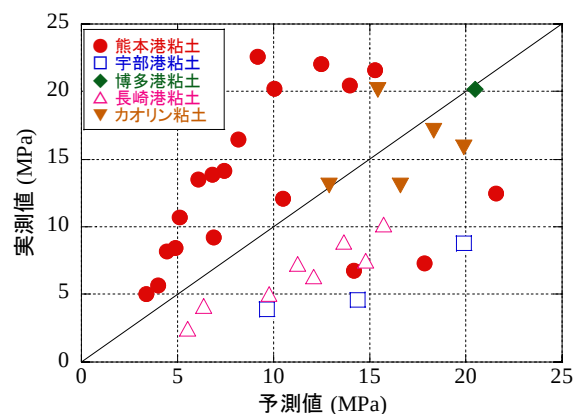


図-5 推定精度

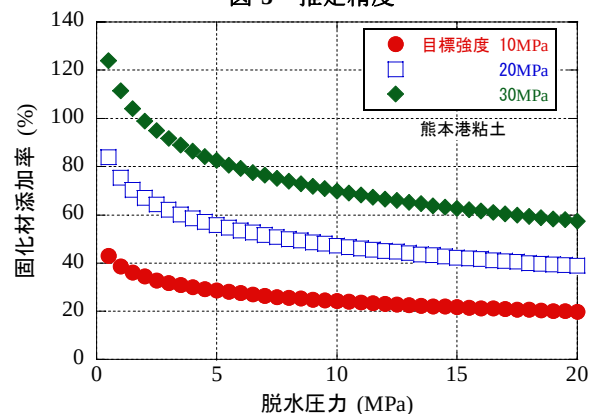


図-6 配合設計例