

高压脱水固化処理土の脱水時間の短縮方法に関する研究

九州大学大学院 学生会員 倉富 樹一郎 フェロー会員 善 功企
正会員 陳 光斉 正会員 平松 浩三

1. はじめに

循環型社会の構築に向け、著者らは、最終処分場で処分される量が非常に多い浚渫粘土を、短時間で高強度かつ大型化し、ケーソンなどの付加価値の高い構造体として再利用する技術の研究を行っている。これまでの研究成果¹⁾より、浚渫粘土に固化材を混合した後、ドレーン材を使用し高压脱水することで、短時間で減容化かつ高強度化した固化処理土は十分な強度と均質性を有することが明らかになった。しかし、現在の方法で大型化を行うとドレーン材を大量に配置する必要があるという問題が発生する。本文では、ドレーン材の使用以外の方法で脱水時間を短縮するために、実験において混和剤の添加とFEM解析により必要な十分な強度を持つ最低限の圧密度の解明を試みた。また、固化処理土の環境への影響についての指標としてpH試験を行った。

2. 混和剤の添加

種々の混和剤を添加し、化学的な効果で土粒子を凝集させ透水係数を大きくさせ、脱水時間の短縮を図った。図-1に混和剤を添加した時の時間-沈下曲線を示す。図-1より疎水化脱水土質改良剤と凝集剤による沈下量への影響はないと考えられる。また、微分炭を添加する程、沈下量は低下しているが、これは微分炭が固化材内部の水分を吸収したことが原因と考えられる。次に、表-1に脱水終了時間を示す。実験結果より今回使用した混和剤による脱水時間の大きな短縮効果は見られなかった。これは、添加したセメントの凝集効果が強いため、他の混和剤の化学的な効果が顕あらわれてないと考えられる。

3. 必要最低限の強度を有する圧密度

圧密停止時の圧密度を低下させると脱水時間は短縮されるが間隙水圧の分布にばらつきが発生し、強度のばらつきが発生する。そこで、最も強度の弱い部分が必要強度を持つ最適な圧密度を解明するためにFEM解析を行い検討した。図-2に解析に用いたモデルを示す。解析条件は線形ひずみ三角形要素、軸対称条件とした。また粘土の構成則には、線形弾性モデルを用い、土質定数は実験値より定めた。

次に、田畑ら²⁾の実験結果から得られた載荷圧と一軸圧縮強度 σ_s の関係式： $\sigma_s = 4.4865 + 14.205 \times \log \sigma_v'$ とFEM解析結果より得られた載荷停止時の平均圧密度80%とした時の一軸圧縮強度の分布を図-3に示す。ここで、固化処理土に働いている鉛直有効力 σ_v' は載荷圧からその部分の間隙水圧を引いた圧力と考え、平均圧密度 U_a は、沈下量/最終沈下量で求めた。図-3のように一軸圧縮強度の分布は、ばらつきを示すが、強度が最大の部分と最小の部分の差が、3.5MPaと小さい。また、最も強度の小さくなっている部分でも19.9MPaの一軸圧縮強度を示している。高压脱水固化処理土を無筋コンクリートとして再利用するためには、一軸圧縮強度が18MPa程度以上必要であるが、今回の結果は、ややばらつきはあるものの、脆弱部分でも必要強度を発揮するため、十分に所要の強度を有するものと考えられる。

図-4に圧密停止時の圧密度を低下させたさいの強度のばらつきのヒスト

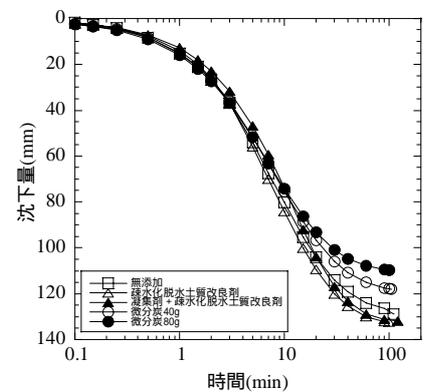


図-1 混和剤の影響

表-1 混和剤添加時の脱水終了時間

混和剤	脱水終了時間(min)
無添加	104
疎水化脱水土質改良剤 1g	100
疎水化脱水土質改良剤 1g + 凝集剤 10g	112
微分炭 40g	102
微分炭 80g	94

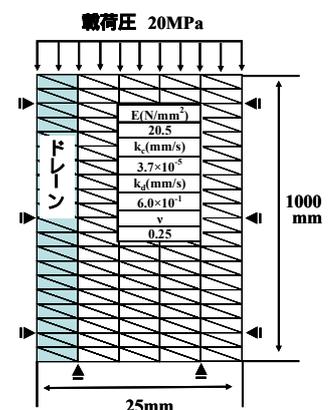


図-2 解析モデル

キーワード 土質安定処理 固化材 海成粘土 FEM解析 圧密度

連絡先 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学大学院 防災地盤工学研究室 TEL092-642-4399

グラムを示した。図-4 で頻度という指標があるが、これは、強度を有する図-2 のように分割された要素の数を表している。平均圧密度 U_a が 50% の時の強度の分布は、一軸圧縮強度で 13MPa から 23MPa までの広範囲にわたって、ばらつきが発生し、その頻度はほぼ同程度である。圧密度が上昇するにあたり、圧密が完了に近づくため、その分布は強度の大きな右側にシフトして行き、強度のばらつきの幅は縮まっている。

図-5 に平均圧密度 U_a とその時の最小の一軸圧縮強度、平均一軸圧縮強度、並びに 3t 法による圧密完了時間と、脱水停止時間の比を示す短縮率の関係を示す。ただし、短縮率=100×(1-所定の平均圧密度 U_a になる脱水時間 / 3t 法使用時の脱水完了時間)で定義している。図-5 より 18MPa 以上の一軸圧縮強度を得るためには、 $U_a=70\%$ 以上必要であることがわかる。また、圧密停止をこの圧密度にすれば、脱水時間を約 92%短縮できることがわかる。平均一軸圧縮強度と最小一軸圧縮強度に着目すると、平均圧密度 30%の時は、平均と最小の強度の差が 10MPa と大きな格差があるが圧密度の増加に伴い、間隙水圧が消散され、強度の格差は縮まっていく。短縮率に着目すると、圧密停止時間を 100%から 90%に下げること、大きな短縮効果を得ることができ、最小一軸圧縮強度も 20MPa を発揮する。

4. 固化処理度の環境への影響の検討

固化処理土を実際に港湾で、消波ブロック等として再利用するためには、環境への影響を考慮する必要がある。そこで、環境への影響を示す一つの指標として pH を取上げて検討を行った。実際に使用するさいは、固化した状態で使用するの、供試体を崩さない状態で pH を測定した。実験ケース²⁾を表-2 に、pH 試験結果を図-6 に示す。16 日までは全体的に pH は増加した。しかし、それ以降は、全体的に pH は徐々に低下の挙動を示した。さらに固化材添加率が高い方が pH は低くなった。これは、固化材添加率が高くすると供試体内部の結合が強くなり、蒸留水に接する供試体内部の表面積が小さくなったためと考えられる。

5. 結論

- 1) 固化材の凝集効果が強い、今回使用した混和剤では、顕著な脱水時間短縮効果が得られなかった。
- 2) 必要最低限の強度を有する圧密度で圧密を停止することは、効率良く脱水時間を短縮化できることが明らかになった。
- 3) 時間経過とともに固化処理土を保存した蒸留水の pH は、拡散されて低くなった。また、環境への負荷を考える上で、pH 試験だけでは不十分であるので、今後種々の溶出量試験を行っていく必要がある。

参考文献

1) 倉富樹一郎, 善功企, 陳光斉, 笠間清伸: 高圧脱水固化による高強度構造体の大型化, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.A-290-pp.A-291, 2003 2) 田畑陽丞, 善功企, 陳光斉, 笠間清伸: 定圧載荷による浚渫粘土の高強度セメント処理化, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.A-358-A-359, 2001 3) 社団法人 土木学会: コンクリートからの微量成分溶出に関する現状と課題, pp.65-pp.69, 2003

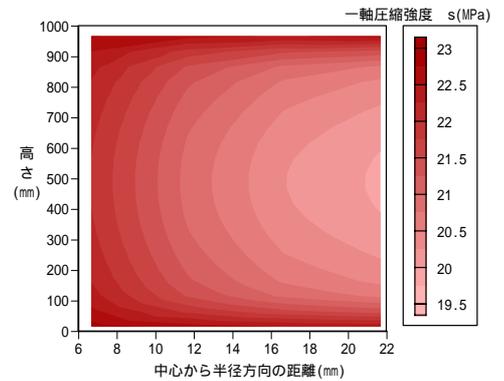


図-3 一軸圧縮強度の分布 ($U=80\%$)

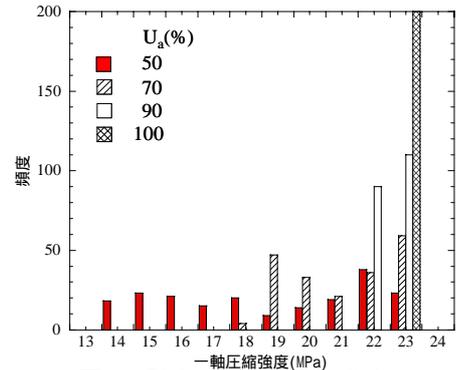


図-4 強度のばらつきの分布

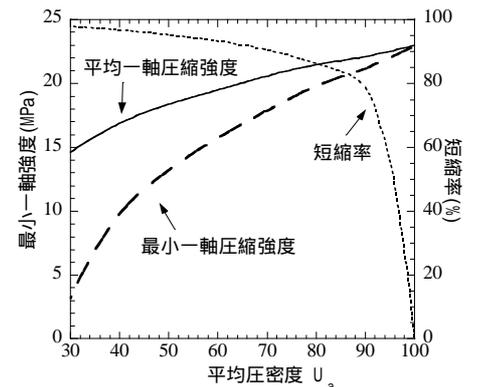


図-5 最小一軸圧縮強度の考察

表-2 pH 試験実験ケース

実験ケース	セメント添加率(%)	保存する蒸留水の量
C30V5	30	供試体の体積×5
C30V10		供試体の体積×10
C30V20		供試体の体積×20
C10V20	10	供試体の体積×20

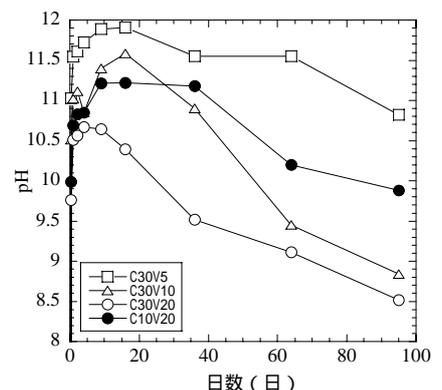


図-6 pH 試験結果