

固化材混合および高圧脱水による高強度固化処理土の作製

九州大学 正○笠間清伸 正 善 功企 正 陳 光斉

1. 目的 環境問題がクローズアップされリサイクル法が施行された現在、建設発生土や港湾施設の整備や維持に伴って発生する浚渫粘土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、これら材料をより付加価値の高いコンクリートのような高強度構造材料として利用することを目的として、これら材料に固化材等を混合した直後、高圧で機械脱水するという低コスト機構で、材料の高密度化と固化材の固結効果に起因した高強度化を試みている。本文では、その基礎的な研究として、様々な材料を用いて高圧機械脱水した固化処理土を作製し一軸圧縮試験を実施することで、その高強度化を評価した。また、高強度処理土の一軸圧縮強度評価式を提案し、実験結果と比較することでその有効性の検討を行った。

2. 試料および実験方法 有明粘土、カオリン、豊浦砂、まさ土、高炉水砕スラグ（以下スラグと記述する。）およびスラグ混合有明粘土を用いて実験を行った。実験で用いた試料の粒度分布と物理特性をそれぞれ図1と表1に示す。実験手順は、試料を所定の含水比に調整し、試料の乾燥重量に対し20%、30%の高炉スラグセメントB種を添加し攪拌する。これをモールドに充填し、圧密終了まで10、20MPaの圧力を加えて定圧載荷を行う。ただし、供試体から急速に脱水を行なうためにモールド内周面および上下端にろ紙を敷いた。圧密終了後、供試体をモールドから脱型し、28日間養生を行い、一軸圧縮強度を測定した。詳しい供試体作製条件は参考文献1)を参考ください。

3. 高圧脱水固化処理土の一軸圧縮強度 図2に固化材添加率30%における有明粘土、カオリン粘土およびスラグ混合有明粘土の荷重沈下曲線を示す。圧密終了は、3t法により決定した。豊浦砂、まさ土およびスラグにおいては、沈下が早急で圧密終了を決定することは困難であったが、5分以内に一定の沈下量となった。カオリン粘土は約10分、有明粘土は約110分で圧密が終了した。

固化材混合および高圧脱水による高強度化の評価に際しては、対象にした材料が多いので粘性土と砂質土およびスラグ混合有明粘土に分けて考察を行なう。有明粘土とカオリンの固化材添加率と一軸圧縮強度の関係を図3に示す。有明粘土では、固化材添加率20%、30%の両方で20MPa程度の高強度化が達成された。一方で、カオリンではセメント添加率30%で20MPa程度の高強度化が達成された。

豊浦砂、まさ土およびスラグの均等係数と一軸圧縮強度の関係を図4に示す。均等係数が大きくなるにつれ一軸圧縮強度は増加するが、有明粘土ほどの強度は発現しない。これは豊浦砂とスラグは粒径が均質であるため間隙寸法が大きく、固化材が十分に間隙に充填していないためである。これらのことから、砂質土を対象とした高圧脱水固化処理土を粘性土のものと同程度に高強度化するには、固化材添加率を大き

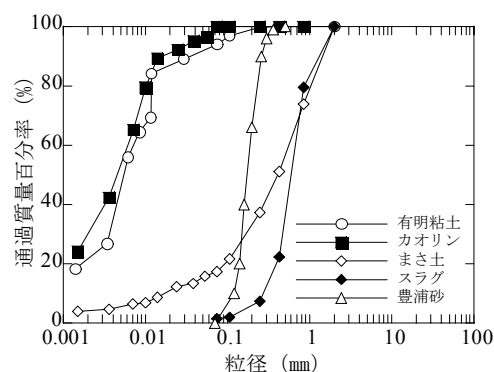


図1 試料の粒径加積曲線

表1 試料の物理特性

試料	Gs (g/cm ³)	Uc	D ₅₀	Fc(%)	初期含水比
有明粘土	2.614	-	0.0058	93.96	150%
カオリン	2.70	-	0.0048	100.00	75.9%
豊浦砂	2.64	1.58	0.175	2.00	5%
まさ土	2.62	31.1	0.42	17.50	10%
スラグ	2.64	2.2	0.59	1.57	5%

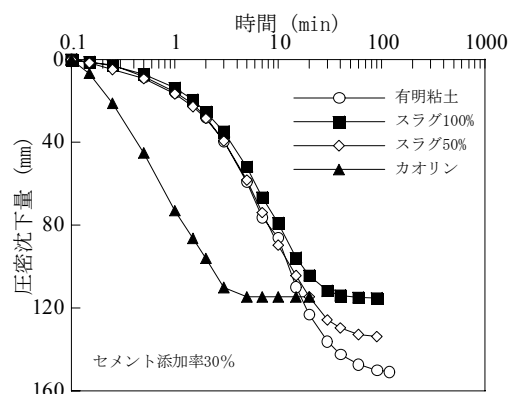


図2 荷重沈下曲線

キーワード セメント，固化処理，一軸圧縮強度，高強度化，

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 Tel&Fax:092-642-4399

くする必要があると考えられる。

有明粘土のスラグ混合による強度変化を評価するために、スラグ混合率と一軸圧縮強度の関係を図5に示す(図中のスラグ混合率は試料全体に対するスラグの割合とする。)。一軸圧縮強度は、固化材添加率が増加するほど大きくなる。また、スラグを混入することにより一軸圧縮強度が増加する傾向にあるが、スラグの混合量がある値でピークを示す。一軸圧縮強度がピークを示した後、減少する原因は、スラグの増加によりスラグに吸着される水分が多くなり、水和反応に寄与する水分の不足を招くこと、試料の粒径が大きくなることによるものと考えられる。

4. 高強度固化処理土の強度評価 著者らは固化処理土の空隙に占める水和生成物の容積の比である充填率 x に着目して、以下の式で示される固化処理土の強度推定式を提案した²⁾。

$$q_u = 2c'_0 \times x^m \times \tan(45^\circ + \phi'/2) \quad (1); \quad x = \frac{0.672d}{0.32d + \frac{100 - S_r}{S_r} \frac{w}{a} + \frac{w - b}{a}} \quad (2)$$

式(2)は固化処理土の充填率 x の計算式であり、処理土の含水比 w 、吸着水の割合 b 、固化材添加率 a 、水和反応率 d および飽和度 S_r により算定できる。図6は、固化処理土の一軸圧縮強度と式(1)を用いた算定値を比較したものである。横軸は式(2)より算定した充填率である。固化材の強度特性を表す c'_0 と m は、セメントペーストの実験結果よりそれぞれ87.9MPaと1.34とした。また、吸着水の割合 b は、塑性限界の値を用いた。砂質土を対象とした高圧脱水固化処理土では、提案式は実測値の傾向をうまく表している。一方、粘性土では、評価値との差が大きい。これは、粘性土を高圧脱水した後の含水比が塑性限界より小さくなってしまふことが原因であると考えられる。したがって、使用した一軸圧縮強度の評価式は吸着水の割合の決定に対して検討が必要である。

5. まとめ 本文では、様々な材料を用いて高圧脱水固化処理土を作製し、その高強度化を評価した。また、水和反応物の充填率に着目した固化処理土の強度推定式を用いて強度評価を行なった。得られた結論をまとめると以下のようになる。1)固化材混合および高圧機械脱水という手法を用いて、最大で26MPaという硬化コンクリートの圧縮強度に匹敵する固化処理土を作製できた。ただし、砂質土に対しては、固化材添加率を大きくする必要がある2)粘性土にスラグを混合することで一軸圧縮強度が増加するが、最適スラグ混合量が存在する。3)強度評価式の有効性を、高圧脱水固化処理土を用いて検証した。なお、本研究は、前田記念工学振興財団の援助を受けたものである。ここに記して感謝の意を示す。

参考文献 1) 笠間清伸, 善功企, 陳光斉, 江頭和彦: 固化材混合および高圧機械脱水による浚渫粘土の高強度化, 「粘土地盤における最新の研究と実際-微視的構造の観察から超軟弱埋立て地盤対策技術まで-」に関するシンポジウム論文集, 2002. (印刷中)

2) 笠間清伸, 善功企, 陳光斉: 固化処理土中の水和生成物に着目した強度評価, 第36回地盤工学研究発表会発表講演集, Vol.1, pp.791-792, 2001.

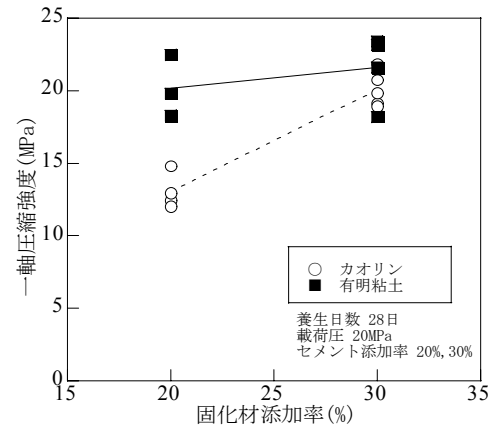


図3 粘性土の一軸圧縮強度

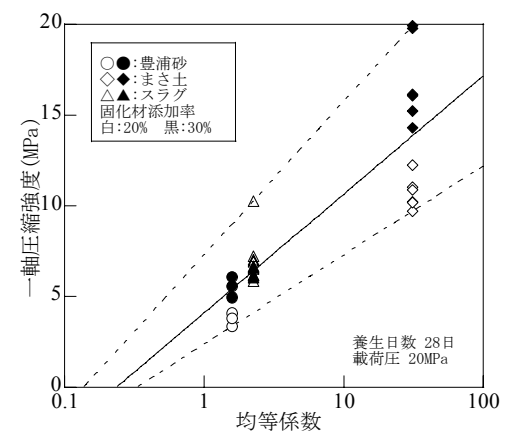


図4 砂質土の一軸圧縮強度

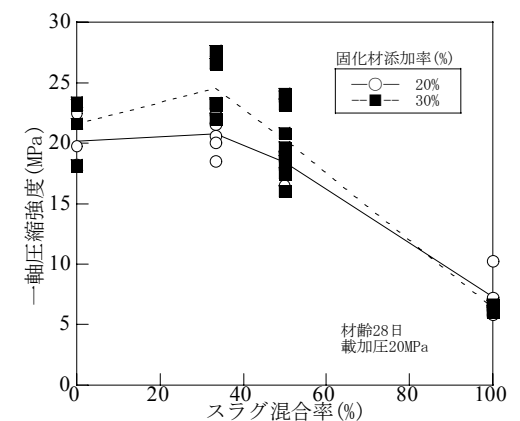


図5 スラグ混合による高強度化

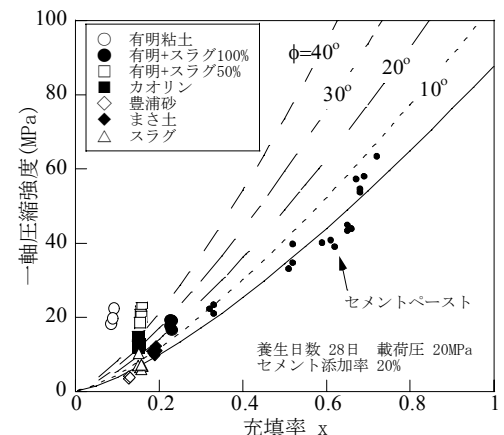


図6 充填率による強度評価