

母材に着目した高圧脱水固化処理土の長期強度特性

九州大学大学院 学生会員 ○河野 信貴
正会員 陳 光斉

フェロー会員 善 功企
正会員 笠間 清伸

1. 目的

建設発生土や浚渫粘土は、これまで人工島やウォーターフロント開発のための埋立土として処理されてきた。しかし、処分地が飽和状態に近づいていることから、これらの建設副産物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再利用することが可能となれば、資源のリサイクル並びに物質の循環の確保を図る上でも有益なものになる。本文では、様々な試料を用いて、高圧脱水した固化処理土の長期強度特性について報告した。

2. 内容

2.1 試料および実験方法

有明粘土、カオリン粘土、豊浦標準砂、まさ土、高炉水砕スラグ（以下スラグと記述する。）及びこれらを混合した試料を用いて実験を行った。実験で用いた試料の粒度分布と主な物理特性をそれぞれ図-1 と表-1 に示す。実験方法は、試料を所定の含水比になるように調整し、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。これを締固めモールド(Φ5×25cm)に充填し、定圧載荷試験機によって圧密終了まで 10, 20MPa の圧力を加え定圧載荷を行う。ただし、供試体を均質な状態にするため供試体周面および上下端にろ紙を敷いた周面および上下端ろ紙排水を採用した。圧密終了を 3t 法で決定した後、供試体をモールドから脱型し、28 および 1460 日間湿潤養生を行い、一軸圧縮強度 q_u を測定した。詳しい実験条件を表-2 に示す。28 日養生した供試体の試験結果は、参考文献¹⁾に詳しい。

2.2 実験結果および考察

セメント添加率 30% における有明粘土、カオリン粘土および有明粘土+スラグの荷重沈下曲線を図-2 に示す。まさ土とスラグにおいては、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、ほぼ 5 分以内に一定の沈下量となった。カオリン粘土は活性がないため圧密が早期に完了し、約 10 分であった。有明粘土のみの試料は、約 110 分で圧密が終了した。

様々な試料を用いて、作成した高圧脱水固化処理土の長期強度特性を調べるために、一軸圧縮強度と養生日数の関係を図-3 に示す。図-3 の上に、各試験の凡例を示しており、図-4～6 においても、これらと同じ記号を用いる。一軸圧縮強度は、養生日数が増加するにつれて、単調増加する傾向がある。28 日強度に比べて、1460 日強度は約 1.2～4 倍の一軸圧縮強度を示す。その増加率は、スラグ（セメント添加率 30%）を除いた各試料において、ほぼ等しい。これは、スラグが潜在水硬性を有しているため、養生が長期になるほど強度が増加しやすいためだと

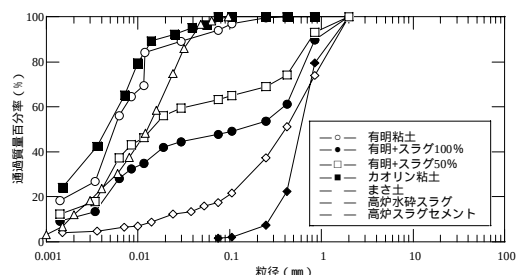


図-1 試料の粒径加積曲線

表-1 試料の物理特性

試料	密度 (g/cm ³)	均等係数 U _c	最大粒径 D _{max} (mm)	50%粒径 D ₅₀ (mm)	最小粒径 D _{min} (mm)	細粒分含有率 F _c (%)	初期含水比
有明粘土	2.614	-	2.0	0.0058	0.0014	93.96	150%
カオリン粘土	2.70	-	0.075	0.0048	0.0015	100.00	75.9%
まさ土	2.62	31.1	2.0	0.42	0.0015	17.50	10%
高炉水砕スラグ	2.64	2.2	2.0	0.59	0.0750	1.57	5%
有明粘土+スラグ混合率50%	2.623	-	2.0	0.015	0.0014	63.16	150%
有明粘土+スラグ100%	2.627	189.5	2.0	0.13	0.0014	47.77	150%

表-2 実験条件

試料	有明粘土、有明粘土+スラグ、カオリン粘土、まさ土、スラグ
固化材	高炉スラグセメントB種
固化材添加率(%)	20, 30
載荷圧(MPa)	20
養生方法	恒湿湿潤養生
養生日数(days)	28, 1460

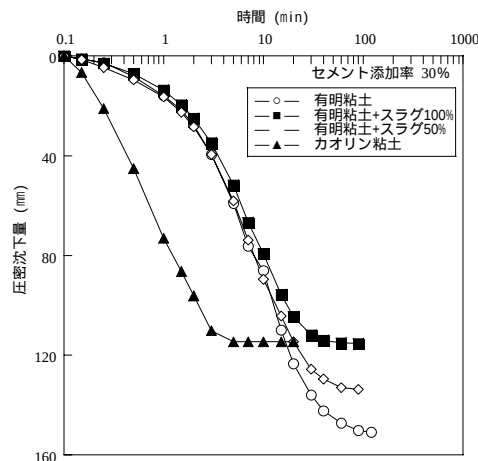


図-2 荷重-沈下曲線

考えられる。この増加傾向は 1460 日以降も持続すると考えられることから、常温湿潤条件下で高圧脱水固化処理土は、長期的に強度を保つことが出来、強度面に問題はないと考えられる。

変形係数 E_{50} と養生日数の関係を図-4 に示す。図-4 より養生日数が長くなるに伴い、変形係数も増大する。どの試料も 28 日から 1460 日の間に変形係数が 2 倍以上に増大する。特に、スラグ (C=20%) の変形係数は 300MPa(28 日養生) から 2100MPa(1460 日養生)までと、およそ 7 倍の変形係数に増大する。これは、前述したスラグの潜在水硬性が原因であると思われる。しかしながら、普通コンクリートの弾性係数(25GPa)と比較すると、約 10 分の 1 程度である。

養生日数と破壊ひずみ ε_f の関係を図-5 に示す。養生日数が長くなるに従って破壊ひずみが減少しており、養生期間 1460 日の供試体では、破壊ひずみが 1.0 付近にまで減少する。この原因は、養生が進むとともに、高圧脱水固化処理土がより脆性的な材料に変化するためであると考えられる。

図-6 は、一軸圧縮強度 q_u と変形係数 E_{50} の関係である。各試料ごとに 28 日、1460 日養生期間の平均値をプロットした。また図中には、28 日養生した有明粘土のみの結果²⁾も示す。この図より、供試体の一軸圧縮強度が増大するに伴い、変形係数は増大する。とくに、28 日養生した各試料はきれいに直線化した。しかしながら、1460 日養生の試料では、直線関係は得られなかった。今回得られた E_{50} と q_u の関係は、 $E_{50}=40q_u$ (28 日)、 $E_{50}=(60 \sim 200)q_u$ (1460 日)であった。

3. まとめ

高圧脱水固化処理土は、恒温湿潤で養生することで、長期的に強度を保つことができ、強度面に問題はない。

28 日強度に比べて、1460 日強度は約 1.2 ~ 4 倍の一軸圧縮強度を示す。特に、スラグで作成した供試体の強度の増加率が大きい。

供試体の養生日数が長くなるに伴い、変形係数も増大する。

養生日数が長くなるに従って、破壊ひずみが減少して、養生期間 1460 日の供試体では、破壊ひずみが 1.0 付近にまで減少する。

なお、本研究は、国土交通省九州地方整備局下関港湾空港技術調査事務所受託研究(浚渫土砂を利用した高強度構造体の開発研究)の成果の一部である。

<参考文献>

1)林康宏, 善功企, 陳光育, 笠間清伸(2002):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第 1 冊分, pp.A332-pp.A333. 2)林晋, 善功企, 笠間清伸, 那須智彦(2000):セメント混合浚渫粘土の高圧脱水特性,土木学会西部支部研究発表会講演概要集第 1 分冊, pp.596-pp.123.

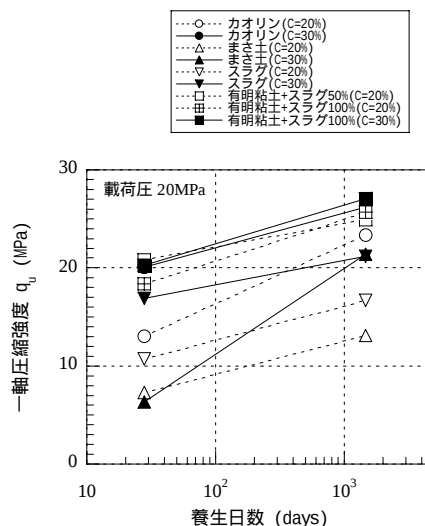


図-3 養生日数と一軸圧縮強度の関係

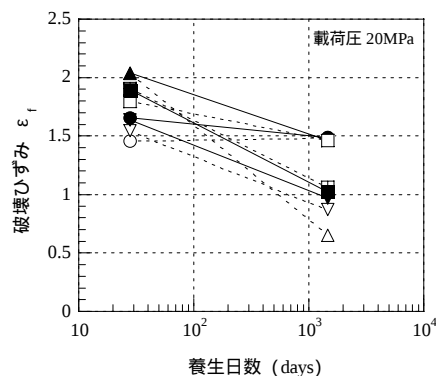


図-4 養生日数と変形係数の関係

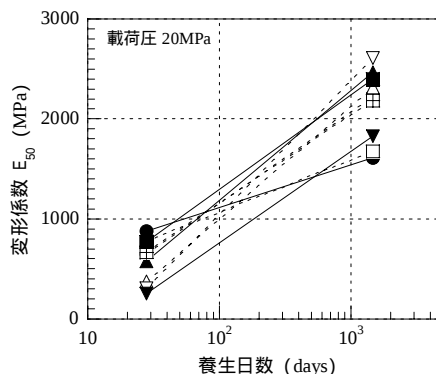


図-5 養生日数と破壊ひずみの関係

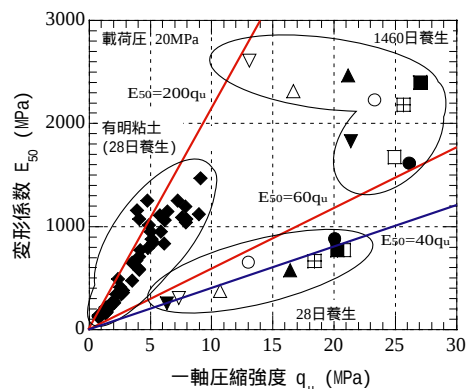


図-6 E_q と q_u の関係