

セメント改良粘土の一軸圧縮強度に影響を及ぼす要因について

前田建設工業（株） 技術研究所 正会員 菅井 正澄
 同上 藤山 哲雄

1. はじめに

近年、海底浚渫土に固化材を添加して固化処理し、盛土材等に有効利用する事例が見られる¹⁾。この場合、固化処理土の強度管理が品質管理の重要項目となる。固化処理土の強度は、主に固化材添加量、改良対象土の物理特性などに影響されるものと考えられるが、海底浚渫土を改良対象とする場合には、その物理特性(含水比、粒度組成等)が大きく変動することが予想される。本報告では、海底浚渫土を対象に配合試験を実施し、特に海底浚渫土に含まれる間隙水の内、固化材と有効に反応する水分量の考え方に着目して、固化処理土の強度発現要因について検討した。

2. 試験方法

表-1 に試験に用いた浚渫土の物理特性、図-1 に試料の粒度分布を示す。試料①、②は、海底から採取した浚渫土、試料③は、試料①の浚渫土に図-1 に示す粒度組成の砂を細粒分含有率が約 50% になるように混合した試料である。混合した砂には、サンドコンパクション工に使用する砂を用いた。固化材には普通ポルトランドセメントを用い、添加量は 40,60,80kg/m³ の 3 水準とした。セメントは粉体で添加し、ホバート型ミキサで混合後、モールド(5×h10cm) に充填した。各材料はスラリー状とはならず、かなり粘性を有した材料である。供試体は各配合に対して 2 本作成し、28 日間空气中密閉、恒温(20±3)状態で養生後、一軸圧縮試験を実施した。

3. 試験結果

図-2 にセメント添加量と材令 28 日における一軸圧縮強度 (q_u)₂₈ の関係を示す。試料①と試料②のセメント添加量 40,60kg/m³ における強度が同等となっており、試料③の強度が各セメント量において他の試料より強度が小さくなっている。どのような要因が影響して、このような強度発現を示すのか。コンクリート材料では、強度に影響する配合指標として水/セメント比が用いられる。一方粘性土については、土中に含まれる水を強結合水(物理化学的に土粒子の表面に吸着・結合している水)と弱結合水(自由水)に区分して、両者の内、弱結合水が固化材と有効に反応する水分量であると言われている。強結合水に相当する水分量としては、pF 試験による pF 値²⁾、塑性限界³⁾、

あるいは見掛けの表乾状態⁴⁾の水分量が用いられており、各々この水分量により土中の全水量を補正して求めた水/セメント比(あるいはセメント/水比)が固化処理土の強度と良好な相関関係を示すことが報告さ

キーワード：セメント改良土、浚渫土、一軸圧縮強度、塑性限界

連絡先：東京都練馬区旭町 1-39-16 , TEL 03-3977-2241 , FAX 03-3977-2251

表-1 浚渫土の物理特性

試料 No.	①	②	③
湿潤密度 (g/cm ³)	1.742	1.563	1.782
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.696	2.753	2.704
含水比 (%)	46.0	75.0	40.2
細粒分含有率 (%)	69.0	86.0	46.0
液性限界 (%)	44.5	60.9	56.3
塑性限界 (%)	20.6	25.5	25.5
塑性指数 (%)	23.9	35.4	30.8
補正塑性限界 (%)	19.0	24.7	13.8
補正含水比 (%)	27.0	50.4	26.4

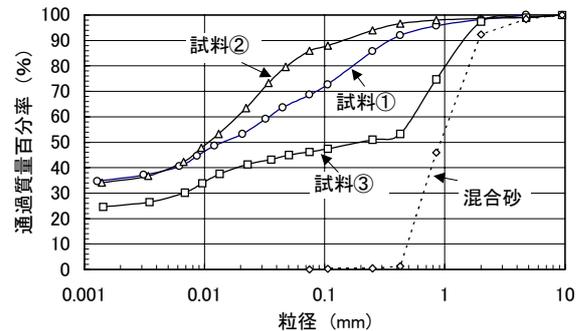


図-1 試料の粒度分布

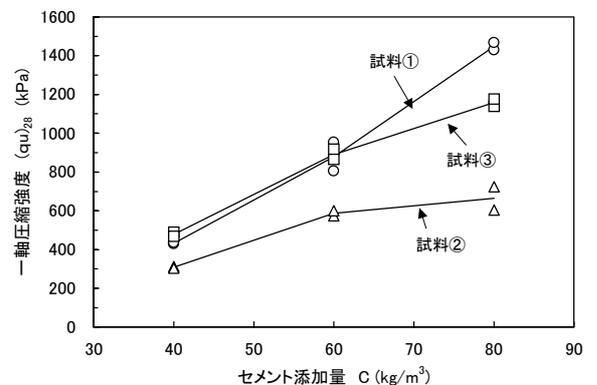


図-2 セメント添加量と q_u の関係

れている。本報告では、地盤工学的により一般的な試験で求められる塑性限界の値を採用することとし、土中の全水量から塑性限界に相当する水分量を差し引いて、セメントに対する有効水量とした。塑性限界の値は、0.425 以下の通過試料に対する測定値(含水比)であり、全粒径に対する値は、その含有量に応じて補正する必要がある。ここでは次式により塑性限界の値を全粒径に対する値に補正した。

$$w_p' = w_p \cdot (1-P) + w_s \cdot P \quad (1)$$

(w_p' :塑性限界補正值, w_p :塑性限界, P :粒径 0.425mm 以上の含有率, w_s : 粒径 0.425mm 以上の粒子の吸水率(0.5%と仮定))

図-3 に示すように、補正した塑性限界の値は、ここでは細粒分含有率と高い相関関係を示す結果となった。この塑性限界補正值を用いて、次式によりセメントに対する有効水量を求め、最終的に一軸圧縮強度をセメント/水比との関係で整理した。

$$W = \frac{t}{(1+w/100) \cdot (w/100 - w_p'/100)} \quad (2)$$

(W :有効水量, t :湿潤密度, w :含水比, w_p' :塑性限界補正值)

得られたセメント/水比と一軸圧縮強度の関係を図-4 に示す。ここでの一軸圧縮強度はセメント/水比と高い線形関係を示す結果となった。これは一軸圧縮強度に対して、浚渫土の違いに係わらず、一義的にセメント/水比が設定されることを示している。実工事においては、発生する浚渫土に対して(2)式に示す有効水量を逐次求められれば、目標強度を満足するセメント添加量が、浚渫土の変動に応じて設定できることを意味している。(2)式に示す有効水量を求めるためには、湿潤密度、含水比、塑性限界補正值を求める必要がある。この内湿潤密度は、定量容器で浚渫土の重量を測定するだけであり、短時間で測定できる。含水比については、図-5 に示すように海底浚渫土の飽和度がほぼ 100%であることから、図中に示す関係式を用いて湿潤密度からの換算が可能である。塑性限界補正值については、図-3 に示すように細粒分含有率と高い相関関係を示すが、細粒分含有率を短時間に測定することは困難である。図-6 に湿潤密度と細粒分含有率の関係を示す。相関係数は若干低いものの、 F_c は t との相関が認められる。以上の結果は、湿潤密度を測定するだけで(2)式の有効水量をある程度の精度で算定することが可能であり、目標強度を満足するセメント添加量を、浚渫土の変動に応じて、短時間に設定することが可能であることを示している。

参考文献 1)末沢他(1996);「橋湾発電所土捨場工事の設計と施工」電力土木, No.266, 2)喜田他(1977);「汚泥の固化処理に関する研究」大林組技術研究所報, No.14, 3)小口(1994);「高含水粘性土および重金属汚染土の処理に関する研究」京都大学学位論文, 4)川村他(1996);「土の見掛けの表乾状態より判定した吸水率を考慮したセメント系安定処理土の強度に関する実験研究」セメント系安定処理土に関するシンポジウム, 地盤工学会

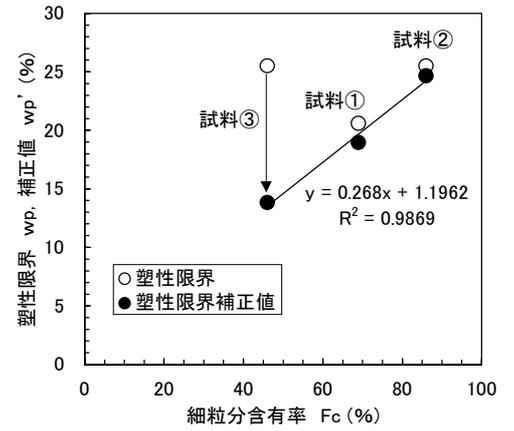


図-3 塑性限界の補正

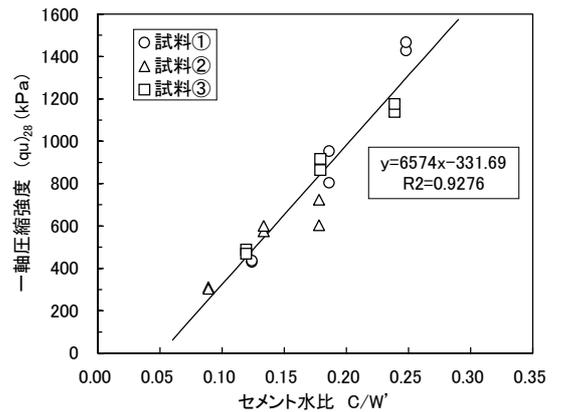


図-4 c / w' と q_u の関係

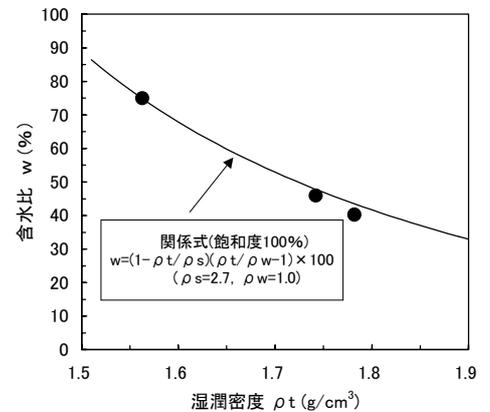


図-5 t と w の関係

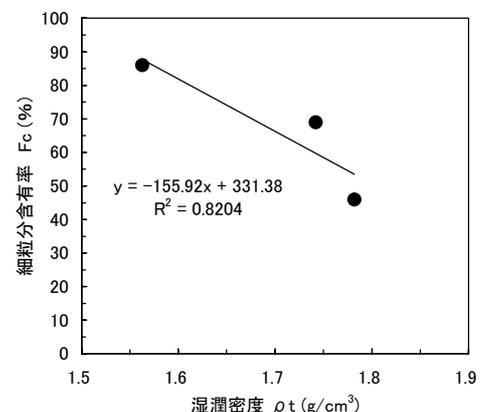


図-6 t と F_c の関係