

沈降堆積した粘土の圧密特性に及ぼす試料調整時の含水比の影響に対する一考察

日建設計シビル 正会員 片桐 雅明

1. はじめに

航路整備で生じる浚渫土砂の内、細粒土のほとんどは埋立処分されている。土砂処分場の受入容量が逼迫している現状では、今後の受入れ容量の予測精度、各種対策での効果を評価するための処分場地内の泥面上昇予測が重要となり、予測解析に用いる圧密定数の設定が課題となる。浚渫は、大量の海水と一緒に吸い上げるドラグサクション船による方法とグラブによる方法に大別され、処分場に投入される浚渫土砂の含水比は浚渫方法によって大きく異なること¹⁾が報告されている。また、今井は液状粘土の圧縮性が試料調整時の含水比に依存すること²⁾を述べている。そこで、これまでに報告されている粘土の沈降実験の結果^{1),3)~6)}を再整理して、沈降堆積した粘土の圧密パラメータに及ぼす試料調整時の含水比の影響を考察したので報告する。

2. 対象とした試料と圧密パラメータの特徴

対象とした試料は、周防灘の粘土(文献 1),3))と東京湾・伊勢湾の粘土(文献 4)~6))である。その物理的特性は、液性限界 w_L が 52~117%，塑性指数 I_p が 24~75，土粒子密度 ρ_s が 2.644~2.681 g/cm³ であった。

実験条件としての調整試料の含水比(調整含水比, w_0)は、 w_L の 1.4~38 倍で、 w_L の 4 倍程度以上の場合には試料の分級の影響を軽減するため、投入回数を複数としていた。

図-1 に示すように、沈降堆積させた粘土の圧縮性は、 $\log f - \log p$ 関係が直線で表され、 w_L が高いほどその傾きが大きいこと、圧密速度に関わる特性は、 $\log c_v - \log p$ 関係がほぼ並行に位置し、 w_L が高いほど下方に位置することが江頭ら³⁾によって報告されている。そこで、本検討においても同様に、圧縮性は $\log f - \log p$ 関係の傾き a に、圧密速度に関する特性では $\log c_v - \log p$ 関係の 1 kPa での c_{v1} 値に、着目して整理することにした。

図-2 は、収集したデータの w_L と a 値の関係である。図中には試料調整したときの w_0 の値も示してある。海中投入を想定した含水比 2000%のものが上位に位置し、同じ w_L においても w_0 が低くなるにつれて a 値は小さくなることがわかる。

図-3 は、 w_L と c_{v1} 値の関係である。 w_L が 60%以下のときに w_0 が低下すると c_{v1} が小さくなる傾向にある。

3. 試料調整時の含水比の影響検討

堆積した粘土の圧密特性に及ぼす w_0 の影響をシステムチックに調べた西村らの結果⁵⁾を図-4 に示す。ばらつきはあるものの、 w_L の 4 倍程度までは、 a 値、 c_{v1} 値ともに w_0 の増加にともない増加する傾向にある。それよりも大きくなると、増加傾向にあるもののその変化率は小さい。

キーワード 圧密パラメータ、粘性土、含水比、液性限界

連絡先 〒112-0004 東京都文京区後楽 1-4-27 (株)日建設計シビル TEL 03-5226-3070

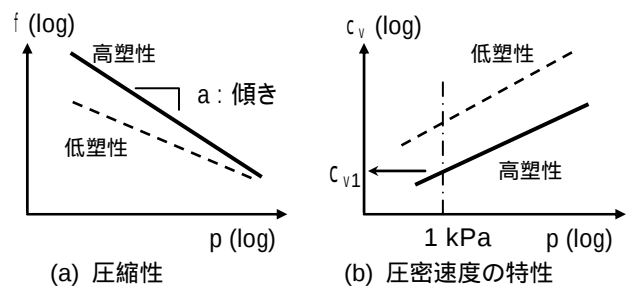


図-1 沈降堆積した粘土の圧密特性

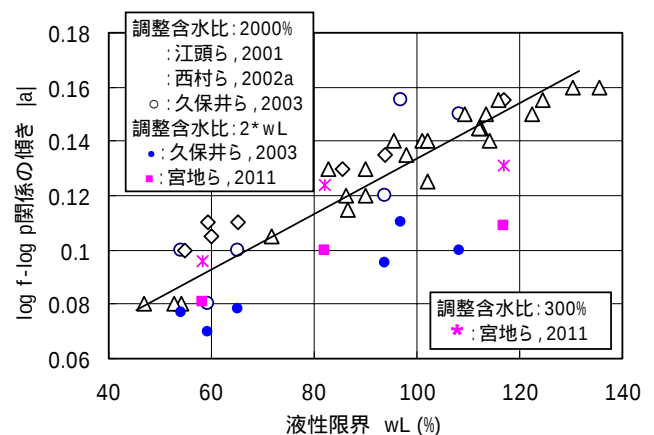


図-2 圧縮性パラメータと液性限界の関係

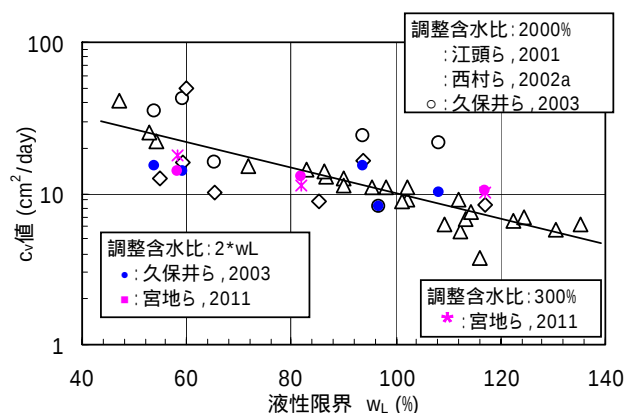


図-3 圧密速度パラメータと液性限界の関係

図-5(a)は、図-2の w_0 を w_L で正規化した w_0/w_L と a 値の関係である。 w_0/w_L が高いものほど a 値は大きくなる傾向にあること、同じ w_0/w_L でも w_L が高いほど a 値が大きくなる傾向が認められる。

図-5(b)は、図-5(a)の a 値をそれぞれの粘土の $w_0/w_L = 20$ のときの a 値、 a_{20} で正規化したものである。ここで、 a_{20} 値は、図-5(a)に示すように、求めた実験値を内挿したものである。ただし、宮地らのデータ¹⁾では、図-2に示す $w_0 = 2000\%$ の平均的な関係である実線の値を用いた。 w_0/w_L が4以上であれば、 a 値は a_{20} 値の0.8～1.1と、図-2のばらつきの範囲内とみなせる。また、 w_0/w_L が4以下となると、明らかに圧縮性が低下することがわかる。

図-6(a)は、図-3の w_0 を w_L で正規化した w_0/w_L と c_{v1} 値の関係である。 w_0/w_L が高いものほど c_{v1} 値は大きくなる傾向にあること、同じ w_0/w_L の場合には w_L が高いほど c_{v1} 値が低くなる傾向がある。

図-6(b)は、図-6(a)の c_{v1} 値をそれぞれの粘土の $w_0/w_L = 20$ のときの c_{v1} 値、 $c_{v1,20}$ で正規化したものである。ここで、 $c_{v1,20}$ 値は、図-6(a)に示すように、求めた実験値を内挿したものである。ただし、宮地らのデータ¹⁾では、図-3の実線の値を用いた。

w_0 が高くなると、 $c_{v1}/c_{v1,20}$ 値は大きくなる傾向にあることがわかる。詳細に見ると、 w_L が60%以下では明らかに傾きは大きく、この傾き(変化率)は、粘土の塑性に影響し、低塑性のほうが大きいようである。

4. まとめ

本検討では、浚渫方法の違いによる浚渫土砂の圧密特性を統一的に評価しようと試みた。調整含水比と液性限界の比が4程度で圧縮性が変化することが、粘土の種類によらず認められた。一方、圧密係数と調整含水比の関係は今回の考察では粘土の違いによらずに表現することはできなかった。しかしながら、ある程度の範囲であれば、圧密係数についても調整含水比の影響を表現できることが認められた。

今後、さらにデータを収集して検討する予定である。

参考文献 1) たとえば、宮地ら(2011)：投入時含水比を考慮した浚渫粘土の沈降実験，第46回地盤工学研究発表会概要集（投稿中）。2) Imai, G. (1980)：Setting behavior of clay suspension, Soils and Foundations, Vol.20, No.2, pp.61-77. 3) 江頭ら(2001)：浚渫粘土の圧密パラメータと液性限界の関係，第56回年次学術講演会概要集，pp.304-305. 4) 西村ら(2002a)：広範囲の応力レベルにおける粘土の圧密パラメータと液性限界の関係，粘土地盤シンポジウム，pp.181-184. 5) 西村ら(2002b)：粘土の沈降・自重圧密挙動に及ぼす初期含水比の影響，第47回地盤工学シンポジウム，pp.43-48. 6) 久保井ら(2003)：数種の海成粘土の圧密パラメータと初期含水比の関係，第58回年次学術講演会概要集，pp.987-988.

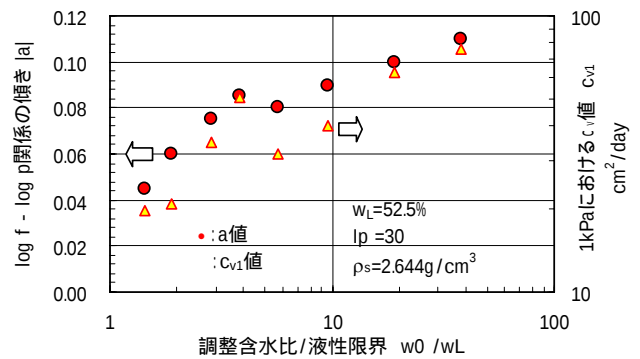


図-4 圧密特性に及ぼす調整含水比の影響

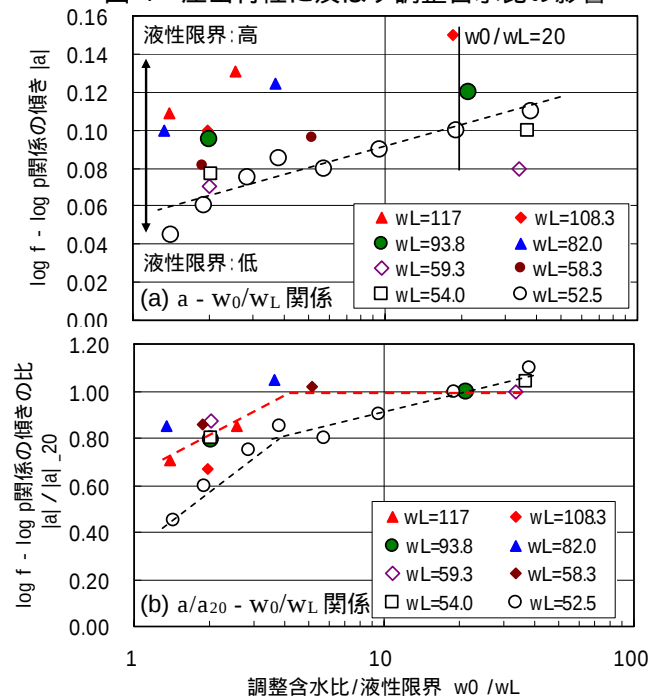


図-5 圧縮性に及ぼす w_0/w_L の影響

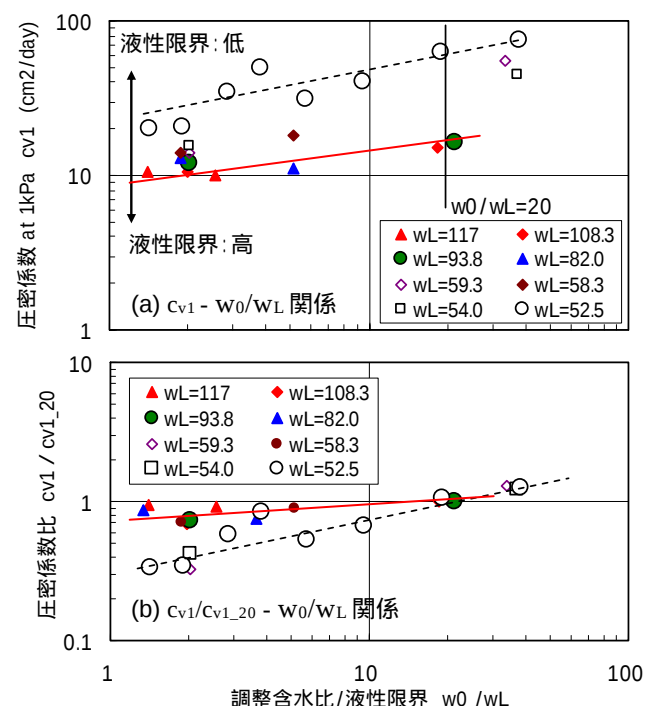


図-6 圧密速度に及ぼす w_0/w_L の影響