

浚渫粘土の液性限界と圧密パラメータに関する相関性の地域性の検討

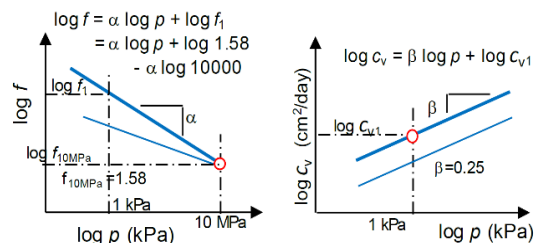
日建設シビル ○山崎誓也 片桐雅明 加藤亮輔

沿岸技術研究センター 森晴夫 井上吉弘

国土交通省九州地方整備局 西野智之 川端稔教 立石悠貴

1. はじめに

粘土の液性限界(以下, w_L)と圧密特性の関係には高い相関性があることが知られている。根木ら¹⁾は、図-1に示すように低拘束圧部を含む圧密特性を設定し、 $\log f$ - $\log p$ を直線関係としたときの傾き α ならびに $\log C_v$ - $\log p$ の圧密圧力 1 kPa 時の C_v 値 C_{v1} と w_L の相関性が高いことを示し、 w_L から埋立解析に用いる圧密特性を設定する方法を提案した。沖積粘土層の



(1) 圧縮性 α の設定 (2) 圧密係数 C_{v1} の設定

図-1 低拘束圧下の圧密特性の表現方法

圧密特性は、堆積している地域によって同じ w_L でも異なる圧密特性となることが示されており²⁾、再構成させた浚渫粘土の低拘束圧下の圧密特性においても、その地域特性を確認しておく必要がある。

そこで、既往の多層沈降実験結果を収集し、圧密特性の地域性を評価するために、全浚渫粘土の w_L と圧密特性を示す α や C_{v1} の相関性と、周防灘周辺の浚渫粘土の関係について比較した。なお、圧密特性を示す図-1の関係式の α と C_{v1} を、圧縮性ならびに圧密速度に関わる圧密パラメータとした。

2. 極低拘束圧下の圧密特性の把握方法

図-2 は、多層沈降実験を行って求める粘性土の低拘束圧下の圧密特性を求める手順³⁾である。具体的には以下のとおりに行う。

- 複数回の投入によって堆積した浚渫粘土層の泥面高さを計測する。
- i) で求めた時間-泥面高さの関係から 3t 法によって圧密終了時を求め、堆積した粘土層の深度方向の含水比分布を求める。
- iii) ii)の含水比分布から $\log f$ - $\log p$ を定め、 f_{10MPa} と α を読み取る³⁾。
- iv) iii)で設定した $\log f$ - $\log p$ を用い、事後解析によって i)の泥面高さの経時変化を表現できる $\log C_v$ - $\log p$ 関係を求め、圧密圧力 1 kPa 時の C_v 値、 C_{v1} を決定する⁴⁾。

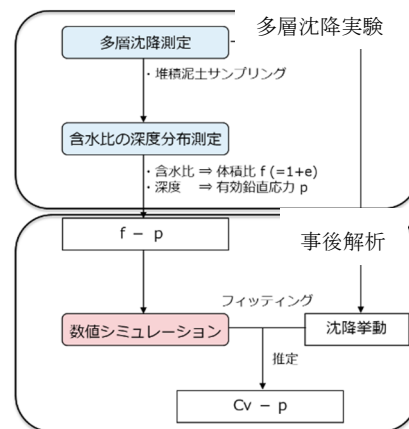


図-2 粘性土の低拘束圧下の圧密特性を同定する手順

3. 収集した浚渫粘土に対する多層沈降実験の結果

表-1 に、収集した多層沈降実験の試料と液性・塑性限界と圧密特性と試験数を示す。今回収集した多層沈降実験の試料は、北九州空港^{5,6)}、新門司沖土砂処分場^{7,8)}、東京湾⁹⁾、荒川下流¹⁰⁾、三河湾⁹⁾、七尾港¹¹⁾、徳山港¹²⁾、沖縄那覇港¹³⁾の浚渫粘土を対象に行われたものであった。

表-1 収集した多層沈降実験の試料の液性・塑性限界と圧密特性と試料数

採取地	試料数	液性限界wL(%)		塑性限界wp(%)		α		$f_{10\text{MPa}}$ 10MPaのf値		β		C_{v1} 1kPaのCv値		文献番号
		最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	
北九州空港	28	47.0 - 135.4	23.6 - 100.5	0.095 - 0.164	1.46 - 1.752	0.15 - 0.40	3.5 - 37.9	4),5)						
新門司沖土砂処分場	8	40.5 - 116.9	12.3 - 74.2	0.079 - 0.134	1.51 - 1.629	0.19 - 0.25	7.5 - 50.0	6),7)						
東京湾	2	54.0 - 108.3	25.0 - 66.3	0.098 - 0.147	1.54 - 1.553	0.24 - 0.27	10.0 - 25.0	8)						
荒川下流	3	80.2 - 89.7	41.2 - 48.9	0.081 - 0.12	1.47 - 1.563	0.25 - 0.25	12.0 - 18.0	9)						
三河湾	2	59.3 - 93.8	29.1 - 54.9	0.108 - 0.12	1.58 - 1.627	0.20 - 0.28	15.0 - 20.0	8)						
七尾港	2	90.0 - 145.0	60.0 - 107.0	0.132 - 0.161	1.46 - 1.463	0.12 - 0.16	6.0 - 10.0	10)						
徳山港	1	111.6	38.6	0.126	1.672	0.3	9.6	11)						
沖縄那覇港	1	71.0	45.8	0.16	1.58	0.25	7.0	12)						

各試料の物理特性は、 w_L が 40～135 % と広範囲に位置し、圧密パラメータは $\alpha = 0.095 \sim 0.164$, $Cv_1 = 3.5 \sim 37.9$ であった。

4. 浚渫粘土の w_L と圧密特性の相関性に及ぼす地域性

図-3 に、全浚渫粘土の w_L と圧密特性の関係を示す。(a)図の w_L と α の関係は右肩上がりの特性を有し、同じ w_L における傾き α のばらつきは大きく、特に沖縄那覇港粘土は他の浚渫粘土に比べ、 α は大きかった。同図の相関式の傾きは 0.0008、切片は 0.058、決定係数は 0.73 であった。

(b)図の w_L と対数表示の Cv_1 の関係は右肩下がりであり、(a)図と同様に同じ w_L における Cv_1 のばらつきは大きかった。この相関式の傾きは -0.021、切片は $75 \text{ cm}^2/\text{day}$ 、決定係数は 0.758 であった。

図-4 に、試料数が 36 試料と最も数が多い周防灘周辺(北九州空港、新門司沖土砂処分場)の浚渫粘土の w_L と圧密特性の関係を示す。地域に絞ることで、同じ w_L における α のばらつきは小さくなることが確認できた。また、 α の相関式の傾きは 0.0008、 y 切片は 0.062 と、図-3 の関係とほとんど変わらなかったが、決定係数は 0.833 と増加した。一方、(b) 図の w_L と対数表示の Cv_1 の相関式では、 y 切片が 97.36 と図-4 よりも 3 割程度増加し、関係式の傾きは -0.024 で、絶対値で評価するとやや大きくなり、決定係数は 0.872 と向上した。

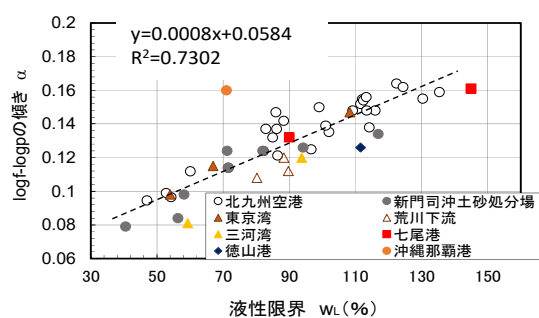
以上より、ある特定の地域に限定した場合の方が、全国各地の浚渫粘土の試料を対象とした相関性よりも決定係数が向上することが確認できた。つまり、粘土の圧密特性に地域性があり、予測精度を向上させるために用いる圧密特性は、その地域の粘土を対象に求めた多層沈降実験の結果を用いることが重要であるといえる。

5. 結論

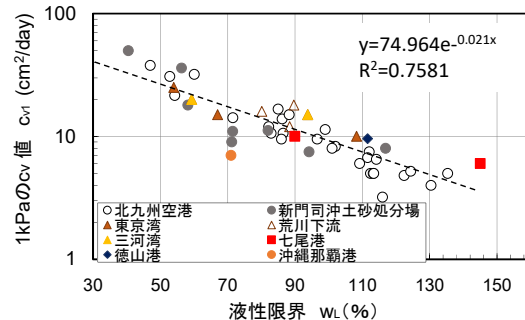
本報告では、全国各地の浚渫粘土と周防灘周辺の浚渫粘土の w_L と圧密特性の关系到着目した。その結果、周防灘周辺の w_L と圧密パラメータの相関性を示す決定係数は全浚渫粘土のそれらよりも高かった。また、ある特定の地域に絞ることで w_L と相関性が高くなることも確認できた。

<<参考文献>>

1) 根木ら(2019): 浚渫粘土の埋立解析に用いる圧密パラメータの設定方法, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.75, No.2, I_223-I_228. 2) 田中ら(1991): 港湾地域における土の一次性質の統計解析, 港湾技術資料, No.719, 36p, 1991. 3) 山内ら(1990): 沈降堆積土の泥面変化解析と圧密係数, 第25回土質工学会研究会発表, pp.359-362. 4) Katagiri, et al., (2001): Back analysis of reclamation by pump-dredged marine clay - Influence of ground water lowering-, S&F, Vol.41, No.5, pp.73-86. 5) 佐藤ら: 採取試料および事後解析から求めた浚渫粘土の圧密パラメータ, 第35回地盤工学発表会, pp.1383-1384, 2000. 6) 江頭ら: 浚渫粘土の圧密パラメータと w_L の関係, 第56回年次学術講演会, 第3部, pp.304-304, 2001. 7) 宮地ら: 投入時の含水比を考慮した浚渫粘土の沈降実験, 第46回地盤工学発表会, pp.263-264, 2011. 8) 國田ら: 低塑性から高塑性の浚渫粘土の多層沈降実験, 土木学会第72回年次学術講演会, pp.829-830, 2017. 9) 久保井ら: 数種の海成粘土の圧密パラメータと初期含水比の関係, 土木学会第58回年次学術講演会, pp.987-988, 2003. 10) 信田ら: 河川浚渫粘土の多層沈降実験, 土木学会第65回年次学術講演会, pp.163-164, 2010. 11) 杉村ら: 七尾港浚渫粘土の多層沈降実験, 第48回地盤工学会研究発表会, pp.1023-1-24, 2013. 12) 片桐ら: 徳山港粘土の低拘束圧下の圧密特性, 土木学会第73回年次学術講演会, pp.357-358, 2018. 13) 村川ら: 多層沈降実験における投入履歴の影響検討, 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会, III-258, 2020.

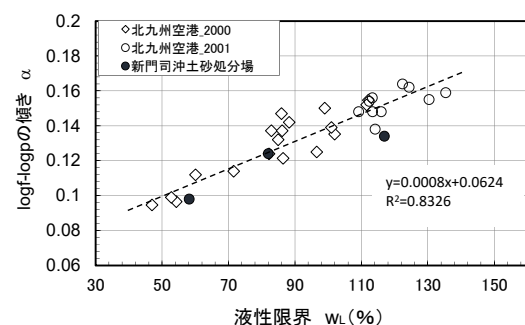


(a) $\log f - \log p$ 関係の傾き α

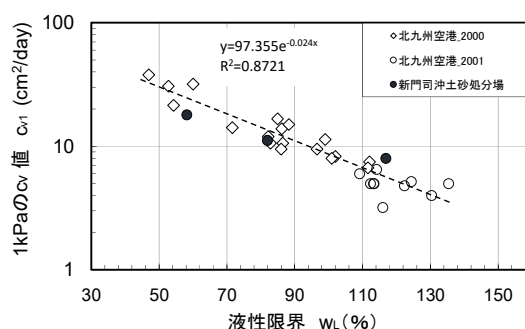


(b) $\log Cv - \log p$ 関係の 1kPa での Cv_1 値

図-3 全浚渫粘土の w_L と圧密特性の関係



(a) $\log f - \log p$ 関係の傾き α



(b) $\log Cv - \log p$ 関係の 1kPa での Cv_1 値

図-4 周防灘の浚渫粘土の w_L と圧密特性の関係