

宮城県塩竈市新浜地区に堆積する沖積粘土の微視的観察と圧密特性

石川工業高等専門学校
石川工業高等専門学校
中日本ハイウェイ・エンジニアリング
石川工業高等専門学校

正会員 重松宏明
学生会員 ○小川 真
川瀬拓也
学生会員 高井静也

1. 緒言

宮城県塩竈市新浜地区は、昭和 40 年代後半に埋立て造成された水産加工団地である。海底には軟弱な沖積粘土が厚く堆積し、かつ未改良の埋立地であることから、長期にわたって地盤沈下が進行している。本論文は、この沖積粘土の特性が圧密沈下にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることを目的としている。そのために、現地で採取した土試料に対して、各種物理試験、標準圧密試験、走査型電子顕微鏡による微視的観察を行った。そして、土の圧縮性を特徴づける各種定数を集約し、既存データ¹⁾との比較も交えて当該地区に堆積する沖積粘土の圧密特性を検証した。

2. 塩竈粘土の基本的性質および微視的観察

図-1 に一連の室内実験で使用した塩竈市新浜地区に堆積する土試料(以後、塩竈粘土と呼ぶ)の採取地点を示す。なお、図中には後述する既存データの対象になる堆積土の地点も併記した。表-1 に採取深度ごとに実施した各種物理試験の結果を示す。表より、深度 11m の土試料のみが若干多くの砂分を含有しているため、砂質粘土(CHS)に分類される。他の深度の土試料は高液性限界粘土(CH)もしくは高液性限界シルト(MH)に分類され、自然含水比が高いことも影響して液性限界が非常に高く、これに伴って塑性指数も高い値を示している。写真-1 に塩竈粘土(深度 17m)の電子顕微鏡写真を示す。なお、筆者らは 1 つの供試体に対して 10 カ所以上の場所で観察を行



図-1 塩竈粘土の採取地点

表-1 塩竈粘土の物理特性

採取深度(m)	8m 8.0~8.8m	11m 11.0~11.8m	14m 14.0~14.8m	17m 17.0~17.8m
土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.640	2.667	2.580	2.577
自然含水比 $w_n(\%)$	116.8	89.1	147.9	137.4
砂分(%)	0.9	30.9	0.6	2.5
シルト分(%)	30.5	31.2	18.3	26.1
粘土分(%)	68.6	37.9	81.1	71.4
液性限界 $w_L(\%)$	138.2	96.2	172.0	163.1
塑性限界 $w_P(\%)$	49.5	40.1	64.9	57.8
塑性指数 I_P	88.7	56.1	107.1	105.3
工学的分類	CH	CHS	MH	CH

3. 実験の結果および考察

図-2~4 に塩竈粘土の標準圧密試験の結果を示す。図中の破線は各深度の土試料の圧密降伏応力 p_c を表す。体積

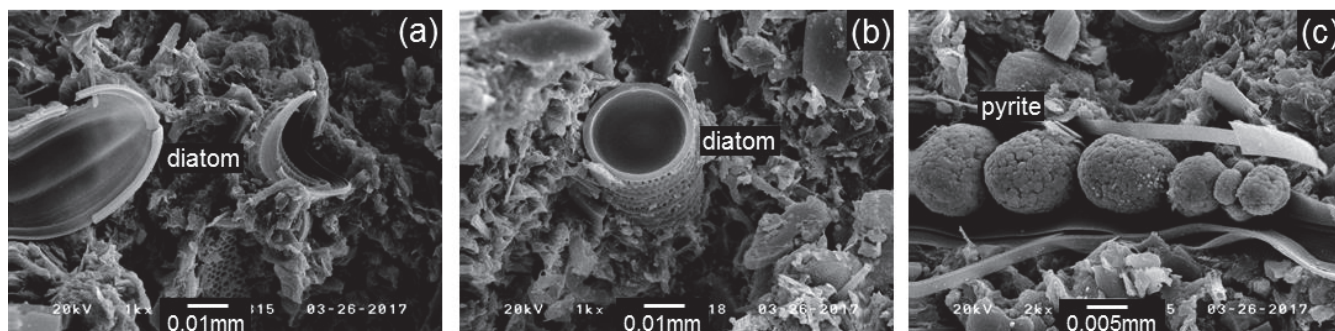


写真-1 塩竈粘土(深度 17m)の電子顕微鏡写真

キーワード 沖積粘土, 圧密, 珩藻遺骸

連絡先 〒929-0392 石川県河北郡津幡町北中条タ1 石川工業高等専門学校環境都市工学科 TEL 076-288-8168

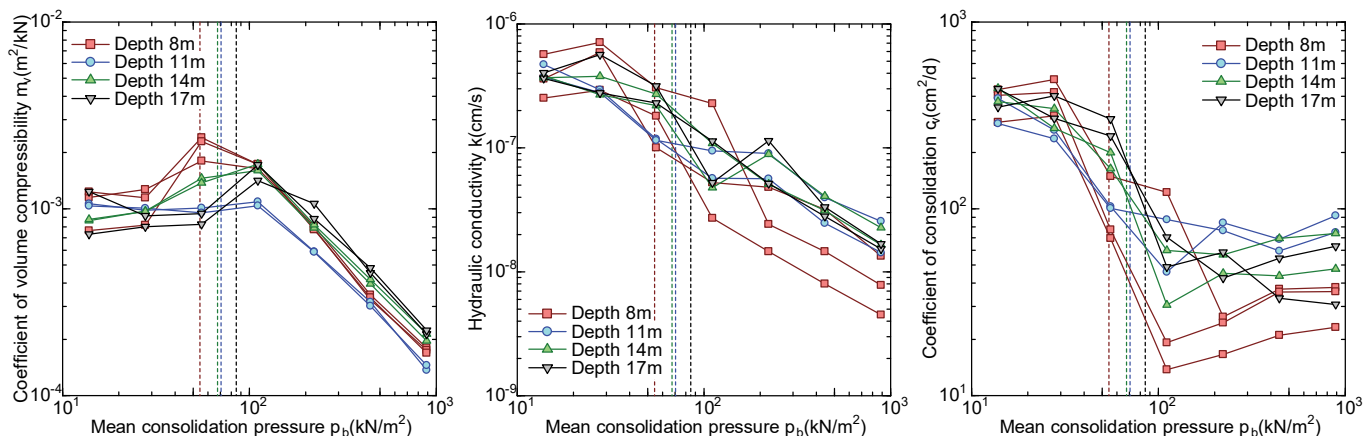


図-2 体積圧縮係数と平均圧密圧力の関係 図-3 透水係数と平均圧密圧力の関係 図-4 圧密係数と平均圧密圧力の関係

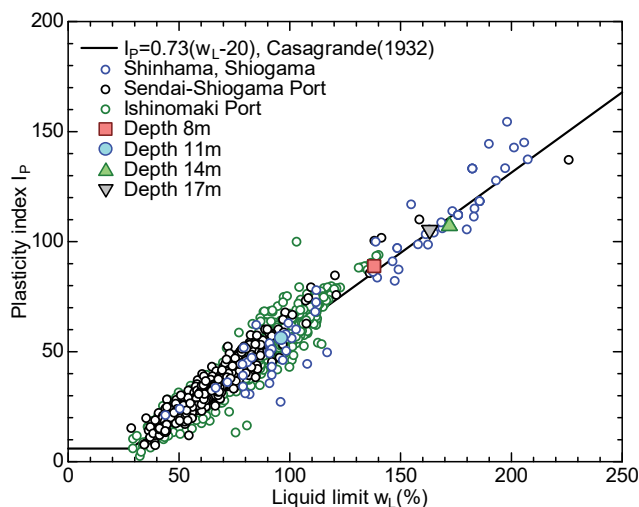


図-5 塑性図

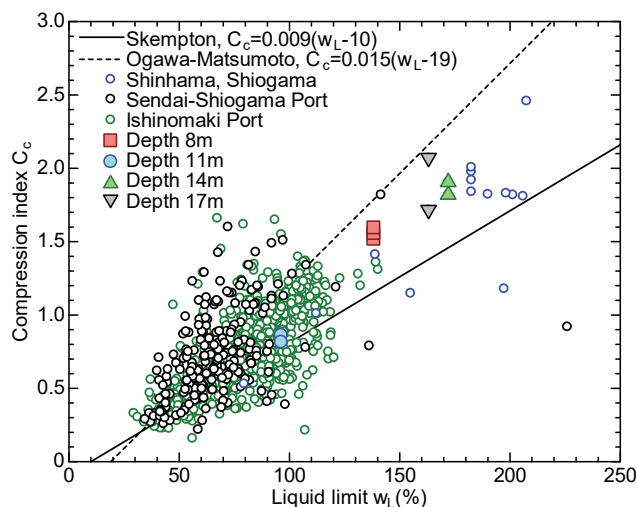


図-6 圧縮指数と液性限界の関係

圧縮係数 m_v と平均圧密圧力 p_b の関係を見ると、すべての深度において m_v は p_c を過ぎたあたりで最大となり、その後、正規圧密領域 ($p_b > p_c$) において $\log m_v$ と $\log p_b$ は直線関係を示し、その勾配は概ね1である。透水係数 k と p_b の関係では、 p_b の増加に伴って k は徐々に減少し、 m_v と同様に p_c を超えたあたりで $\log k$ と $\log p_b$ は直線関係になっている。圧密速度を表す圧密係数 c_v と p_b の関係においては、 p_b の増加とともに c_v は減少し、 $p_b > p_c$ においてほぼ一定値に収束している。

4. 既存データとの比較

石巻港と仙台塩釜港を含む宮城県沿岸域の堆積土に対して実施された土質試験の既存データ¹⁾ 上に、室内実験で使用した塩竈粘土の土質データをプロットし比較したものを図-5および6に示す。なお、図中には筆者らが過去に実施した試験結果²⁾も併記した(青丸)。まず塑性図を見ると、石巻港と仙台塩釜港の堆積土は液性限界が $w_L = 30 \sim 120\%$ 、塑性指数が $I_p = 10 \sim 80$ に集中して分布している。これに対して塩竈粘土は、CHSに分類された深度11mを除くすべてにおいて、実験式 $I_p = (0.73w_L - 20)$ 線上の遙か上方に位置している。このことから、新浜地区に堆積する塩竈粘土は、宮城県沿岸域の中でも、圧縮性が大きく透水性の低い性質を有していることが分かる。次に圧縮指数 C_c と w_L の関係に注目すると、石巻港と仙台塩釜港の土試料 ($w_L < 120\%$) の C_c は1.5以下に集中している。これに対して塩竈粘土の C_c は深度11mを除いてそれよりも高い値を示している。このことから、塩竈粘土の圧縮性が非常に大きいことが理解できる。

5. 結言

本研究で得られた知見をまとめる。①一連の室内実験および微視的観察の結果から、塩竈粘土の内部には、形状や大きさの異なる珪藻遺骸が数多く含まれており、これが土のコンシステンシーや圧縮性に大きく影響している。②既存データとの比較から、新浜地区に堆積する塩竈粘土の圧縮性は宮城県沿岸域の他の堆積土に比べて非常に大きい。

参考文献 1) 田中洋行, 榊原基生: 港湾地域における土の一次性質の統計解析, 港湾技研資料, No.719, pp.3-34, 1991. 2) 重松宏明, 出村隆能, 今西肇, 月館優太: 宮城県塩竈市新浜地区に堆積する超軟弱粘土の圧密特性に関する一考察, 第50回地盤工学研究発表会, pp.797-798, 2015.