

## 有明粘土の圧縮指数と物理的性質の間の相関

Correlation between compression index and index properties of Ariake marine clay

おに つか かつ ただ\* よし たけ しげ き  
鬼 塚 克 忠\* 吉 武 茂 樹\*\*

## 1. はじめに

圧密試験の  $e-\log_{10} p$  曲線より得られる圧縮指数  $C_c$  は圧密沈下量を算定するのに有用である。従前より、有明粘土の圧縮指数  $C_c$  を液性限界  $w_L$  などの値から推定する試みが行われてきた。しかしながら、これら提案式の根拠となる試験データの数は十分とは言えず、また広い地域の有明粘土に対しては液性限界と圧縮指数の間に高い相関関係を見出すことはできない。そこで、著者らは佐賀平野の有明粘土を対象にし、数多い試験データの統計処理により、自然間隙比  $e_n$  と圧縮指数、自然含水比  $w_n$  と圧縮指数の間に高い相関の直線関係があることを明らかにした。自然含水比、自然間隙比と圧縮指数の関係式を提案する。

2. 有明粘土<sup>1),2)</sup>

有明海周辺部はがた土（潟土）と呼ばれる青灰色の粘土またはシルト質の粘土層に覆われている。この層が有明粘土層である。平均して地表から15~20mの厚さであり、深い所では30mにも及ぶ。この下には洪積層の砂層や軽石を含む礫層が続く。図-1は有明海周辺における沖積層の分布を示す。

本報告は佐賀平野の有明粘土を対象にした。すなわち有明海の西岸地域の一部と北岸地域である。佐賀平野の有明粘土層の等層厚線を示すと図-2<sup>3)</sup> のようである。特に層厚の大きいところは、おおむね次の4か所である。

- 早津江川下流部：川副町犬井道から大詫間に至る部分。最深部は25m以上の層厚
- 佐賀市東部：15m以上の層厚
- 六角川、嘉瀬川下流部：15~20mの層厚
- 白石平野（六角川右岸部の平野）南部：20mの等層厚線は大町附近にまで及ぶ。最深部は25m以上の層厚。

## 3. 佐賀平野の地域区分

佐賀平野（筑後川右岸部の平野の総称、白石平野も含む）を流れる3大河川を境界として次の3地域に区分した。

- 地区1：筑後川以西および嘉瀬川以東の地域  
地区2：嘉瀬川以西および六角川以北の地域

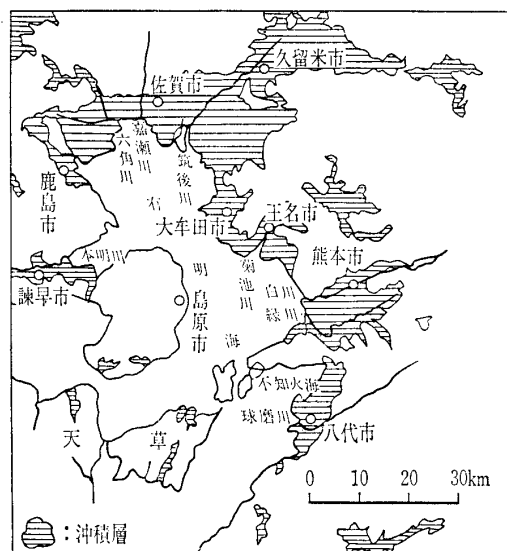


図-1 有明海周辺の沖積層分布

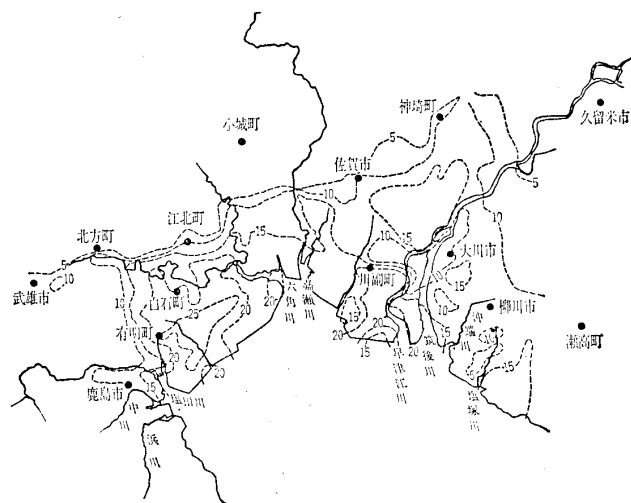


図-2 有明粘土層等厚線（単位m）

地区3：六角川以南の佐賀県内地域（白石平野を含む）  
有明粘土試料採取地点数は、地区1：44、地区2：43、地区3：68、計155地点である。

これら3地区から採取した有明粘土の試験データより物理的性質、圧密特性を調べた結果、地区の違いによる性質、特性の差異はほとんど見られなかった。有明粘土層は、堆積当時の環境の違いから上層部と下層部の2層に区別され、その深さは地表下（あるいは海底下）10~12mと言わ

\*佐賀大学助教授 理工学部土木工学科

\*\*佐賀大学助手 理工学部土木工学科

資料-404

れている。しかし圧密特性に関しては、層の違いによる明りょうな差は確認できなかった。そこで、以後、3地区をひとまとめにして佐賀平野の有明粘土の圧縮指数について考察する。なお、砂分含有率約40%以下のものを対象にした。

4. 液性限界と圧縮指数の関係

図-3に佐賀平野の有明粘土の液性限界  $w_L$  と圧縮指数  $C_c$  の関係を示した。プロットした測定値は相当ばらつきがある。相関係数は  $r=0.497$  である。液性限界と圧縮指数の関係式を求めることは無意味である。

図-3の液性限界の大部分はJIS 1201の空気乾燥による試料調整を経て得られている。試料調整方法の適否や、他の物理的諸性質の試験に比して大きい測定誤差などが、液性限界と圧縮指数の間の低い相関関係に少しは影響しているかも知れない。しかし同一の有明粘土を対象にする場合、土の種類を表す1指標の液性限界では圧縮指数を十分に表現できない。後述のように、緩・密の状態を表す自然間隙比や自然含水比の方が、圧縮性の大小を示す圧縮指数と高い相関関係にある。

同図には多くの人による提案式も示した。

- 1) Skempton  $C_c=0.009(w_L-10)$  (あまり鋭敏でない正規圧密粘土) .....(1)
- 2) 土質工学会九州支部<sup>4)</sup>  $C_c=0.013 w_L$  .....(2)
- 3) 内田・松本<sup>5)</sup>  $C_c=0.029(w_L-50)$  (大牟田沖海底粘土) .....(3)
- 4) 山口・難波ら<sup>6)</sup>  $C_c=0.012(w_L-4)$  .....(4)
- 5) 梶島・油田<sup>7)</sup>  $C_c=0.020(w_L-35)$  (嘉瀬川以西の六角川流域の有明粘土) .....(5)

有明粘土を対象にした式(2)~(5)はかなりの差異がある。液性限界  $w_L$  と自然含水比  $w_n$  を比較すると、多くのも

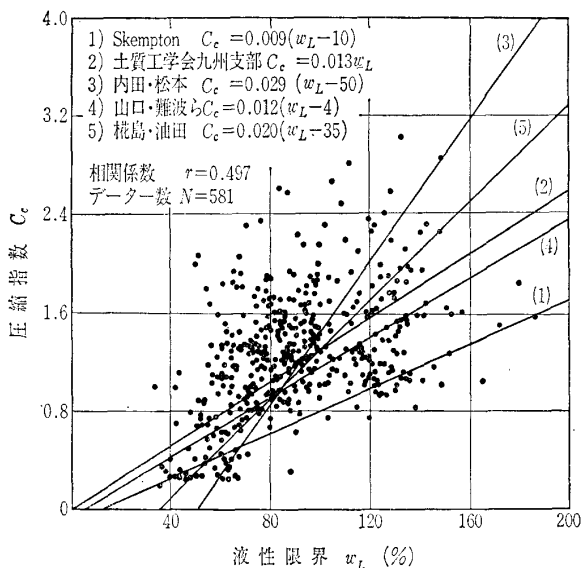


図-3 液性限界と圧縮指数の関係

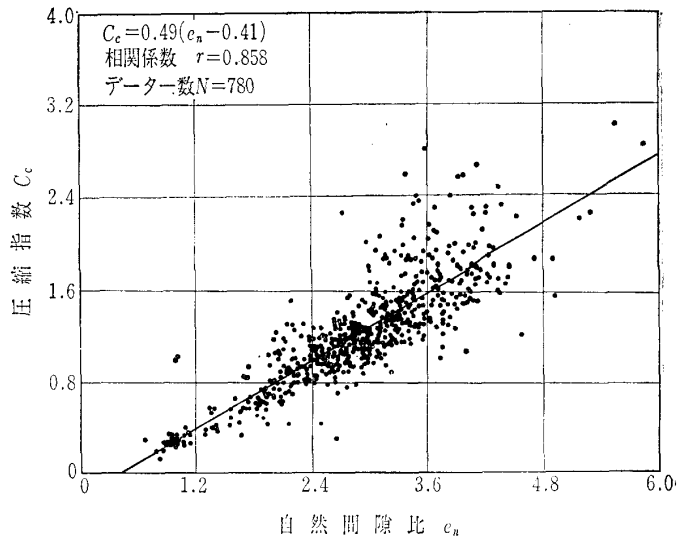


図-4 自然間隙比と圧縮指数の関係

のは自然含水比が液性限界より高い。液性指数  $I_L$  は1~2の範囲のものが多い。液性限界と自然含水比の関係をプロットすると、図面は省いたがばらつきが大きく、相関係数は  $r=0.574$  である。

5. 自然間隙比と圧縮指数の関係

自然間隙比  $e_n$  に対して圧縮指数をプロットすると図-4のようになる。今度は相関が高くなり相関係数は0.85以上である。佐賀平野の有明粘土の圧縮指数  $C_c$  と自然間隙比  $e_n$  の関係は次式で与えられる。

$$C_c=0.49(e_n-0.41) \dots \dots \dots (6)$$

間隙比の値は液性限界に較べ簡単に求まることや高い相関関係などを考えると、圧縮指数は  $C_c-e_n$  の関係式から求めるとよい。

有明粘土に関する同様な式がいくつか提案されている。参考のために以下に示す。

- 1) 土質工学会九州支部<sup>4)</sup>  $C_c=0.48(e_n-0.50) \dots \dots (7)$
- 2) 山口・難波ら<sup>6)</sup>  $C_c=0.36(e_n-0.14) \dots \dots \dots (8)$
- 3) 梶島・油田<sup>7)</sup>  $C_c=0.55 \frac{e_n^2}{1+e_n} \dots \dots \dots (9)$
- 4) 鬼塚<sup>1)</sup>  $C_c=0.57(e_n-0.64) \dots \dots \dots (10)$

上式の(7)~(9)は有明海周辺沿岸部、式(10)は佐賀市内南部の有明粘土を対象にしている。

なお、藤川・高山ら<sup>8)</sup> は、土の力学的性質はその種類と状態で定まるので圧縮指数  $C_c$  が粘土の種類指標である  $w_L$  のみ、あるいは状態量の一つである  $e_n$  のみで決定されないと述べている。しかしながら、上記のように  $C_c-e_n$  の間には高い相関があり、式(6)は実用公式として有用である。

6. 自然含水比と圧縮指数の関係

図-5に自然含水比  $w_n$  と圧縮指数の関係を示した。

$$C_c=0.013(w_n-10) \dots \dots \dots (11)$$

相関係数は  $r=0.808$  である。相関はかなり高いが、自

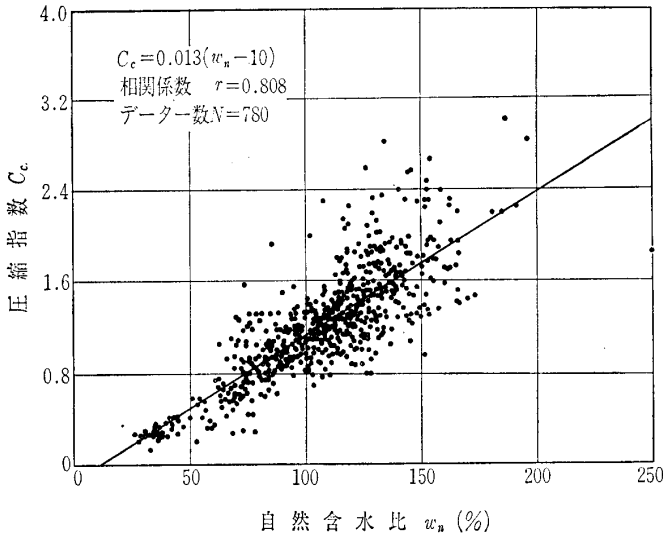


図-5 自然含水比と圧縮指数の関係

然間隙比と圧縮指数の間の相関に較べいくらか低いようである。ただし、自然間隙比は比重（有明粘土の比重はほぼ2.55~2.70の範囲にあり、一般的な値<sup>1)</sup>である）の値が分からないと求まらないが、自然含水比は含水比測定より直ちに得られる。自然含水比からの圧縮指数算定は概略値を知る上で有益である。

なお、同様な関係式として以下のものがある。

- 1) 土質工学会九州支部<sup>4)</sup>  $C_c = 0.013(w_n - 23) \dots\dots (12)$
- 2) 内田・松本<sup>5)</sup>  $C_c = 0.014(w_n - 30)$  (大牟田沖海底粘土)  $\dots\dots\dots (13)$

しかし、上式のいずれの場合も試験データ数は50以下であり、著者らのデータ数 ( $n=780$ ) に較べるとかなり少ない。

図-5において、自然含水比が50%以下のものを除いて整理しても、自然含水比と圧縮指数の関係は式(11)とほとんど変わらない。

7. むすび

佐賀平野の有明粘土の数多い試験データから液性限界、自然間隙比、自然含水比と圧縮指数の関係を調べた。その結果、圧縮指数は自然間隙比、自然含水比との間に高い相関があり、 $C_c = 0.49(e_n - 0.41)$ ,  $C_c = 0.013(w_n - 10)$ の関係式が得られた。これらの式は圧密試験結果の妥当性の確認、圧密沈下量の概算、他地域の粘土の圧密特性との比較などを行う際、工学的に有用である。しかし液性限界との間には相関は見られなかった。

なお、圧密特性のもつ一つの重要な指標である圧密係数  $c_v$  については、有明粘土の場合 ほぼ  $3.5 \times 10^1 (\text{cm}^2/\text{d}) \sim 1.3 \times 10^3 (\text{cm}^2/\text{d})$  の値をとる。圧密降伏応力時の圧密係数と液性限界、塑性指数、自然含水比、自然間隙比との各関係を調べたが、特記すべき相関は得られなかった。

終わりにあたり、有明粘土の試験データを提供していただいた日本地研株式会社、岸本ボーリング株式会社、昭和地下株式会社の各位に感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 鬼塚克忠：九州・沖縄の特殊土, 3. 有明粘土, 土質工学会九州支部編, 九州大学出版会, pp. 23~39, 1983.
- 2) 鬼塚克忠・吉武茂樹・川上一郎：有明粘土の物理的, 力学的諸性質について, 昭和58年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp. 346~347, 1984.
- 3) 建設省九州地方建設局：有明地区軟弱地盤図, 1969.
- 4) 土質工学会九州支部：有明海沿岸の地盤について, 土と基礎, Vol. 7, No. 4, pp. 31~36, 1959.
- 5) 内田一郎・松本錬三：大牟田海底地盤の土質について, 土と基礎, Vol. 7, No. 5, pp. 20~25, 1959.
- 6) 山口英太郎・難波直彦・岡 晃・永石義隆・村岡嘉邦：有明海干拓基礎地盤の土質に関する調査研究, 九州農業土木試験場報告, 第2号, pp. 509~565, 1964.
- 7) 柁島 孝・油田敬吾：有明軟弱土における圧密特性値の相関性について, 土と基礎, Vol. 17, No. 1, pp. 39~42, 1969.
- 8) 藤川武信・高山昌照：有明粘土の圧縮指数, 有明粘土の土質工学的性質について(2), 農業土木学会論文集, 第88号, pp. 51~61, 1980.

(原稿受理 1984.10.25)

学会発行図書案内

現場技術者のための土と基礎シリーズ

9. 薬液注入工法の調査・設計から施工まで

A 5判 252ページ 送料 350円  
定価 3,100円 会員特価 2,400円

発行：土質工学会

東京都千代田区神田淡路町2-23(菅山ビル4階)  
〒101 電話 03-251-7661(代)