

III-286

粘土の物理化学特性と圧密特性の相関に関する研究

福山大学 正員 ○ 田辺 和康  
福山大学 正員 富田 武満

1. はじめに

粘土の物理特性と圧密特性との間に存在する相関関係についてはこれまでに数多く提案されており、その多くは、圧縮指数  $C_c$  を液性限界  $LL$ 、自然含水比  $W_n$ 、初期間隙比  $e_n$  などの値から推定する試みが行われてきた。しかし、粘土の場合には  $C_c$ 、 $C_s$  は物理特性のみならず化学特性にも影響しているものと考えられる。

本報告では、化学特性に注目し、粘土の変形特性としての圧縮指数  $C_c$ 、膨潤指数  $C_s$  との関係について若干の考察を加えた。

2. 実験内容

用いた試料は、モンモリロナイト系およびカオリナイト系の粘土とマサ土（ $74\mu m$  通過）の3種を表-1に示す配合割合に調整して供試した。

試験項目は液性限界・塑性限界試験と粒度試験によって物理特性を求め、化学特性については陽イオン交換容量をセミマイクロ Schollenberger 法を用いて測定した。また変形特性の  $C_c$ 、 $C_s$  はそれぞれ標準圧密試験によって圧縮指数と膨潤指数を求めた。 $C_s$  については膨潤開始点と過圧密比10の点を結んだ直線の傾きを意味する。

3. 実験結果と考察

表-1は各種配合試料の実験結果を整理したもので、土の種類の影響によって特性が異なっている。特に、モンモリロナイト系粘土が物理化学的および変形特性に影響を与えていることが予測できる。これらの要因も含めて、以下では変形特性と物理化学的特性の関係について調べた。

——  $C_c$ 、 $C_s$  と物理特性との関係 ——

$C_c$  と  $LL$  の関係を示すと図-1のようになる。なお図中には Skempton<sup>1)</sup> と Terzaghi and Peck<sup>2)</sup> の関係を示し、比較するとかなりの差異が見られるが、 $LL$  が50%以下の土を対象とする場合には、

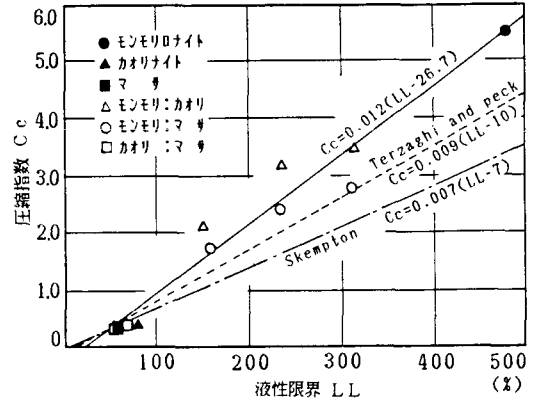


図-1 圧縮指数と液性限界の関係

表-1 物理化学特性と変形特性

| 土の種類     | LL (%) | PL (%) | PI (%) | Cf (<2μ%) | Ac   | C.E.C meq/100g | 圧密特性 |            |
|----------|--------|--------|--------|-----------|------|----------------|------|------------|
|          |        |        |        |           |      |                | Cc   | Cs(OCR=10) |
| モンモリロナイト | 480.0  | 39.3   | 440.7  | 64.1      | 6.88 | 80.9           | 5.58 | 0.85       |
| カオリナイト   | 79.0   | 27.8   | 51.2   | 90.0      | 0.57 | 6.73           | 0.38 | 0.04       |
| マサ       | 59.0   | 23.7   | 35.3   | 26.3      | 1.34 | 4.15           | 0.35 | 0.02       |
| モンモリ:カオリ |        |        |        |           |      |                |      |            |
| 7:3      | 315.0  | 28.6   | 286.4  | 69.8      | 4.10 | 58.19          | 3.46 | 0.79       |
| 5:5      | 237.2  | 20.4   | 216.8  | 72.0      | 3.01 | 41.53          | 3.19 | 0.50       |
| 3:7      | 154.5  | 21.6   | 132.9  | 76.6      | 1.73 | 29.91          | 2.10 | 0.22       |
| モンモリ:マサ  |        |        |        |           |      |                |      |            |
| 7:3      | 312.4  | 20.4   | 292.0  | 45.0      | 6.49 | 57.13          | 2.77 | 0.76       |
| 5:5      | 235.0  | 29.0   | 206.0  | 33.1      | 6.22 | 39.09          | 2.42 | 0.57       |
| 3:7      | 158.8  | 25.9   | 132.9  | 27.2      | 4.89 | 26.51          | 1.74 | 0.35       |
| カオリ:マサ   |        |        |        |           |      |                |      |            |
| 7:3      | 69.0   | 20.4   | 48.6   | 71.5      | 0.68 | 6.52           | 0.36 | 0.04       |
| 5:5      | 60.1   | 20.2   | 39.9   | 55.4      | 0.72 | 6.20           | 0.37 | 0.04       |
| 3:7      | 55.8   | 18.7   | 37.1   | 46.8      | 0.79 | 6.40           | 0.32 | 0.03       |

いずれの式を適用しても  $C_c$  に与える影響は少ないことがわかる。このことは、塑性図の圧縮性の高いものと圧縮性の中位のもの  $LL = 50\%$  のラインで分かれていることから考えると適当ではなかろうか。また、 $LL$  が粘土の種類の指標とされていることから考えると、本結果よりモンモリロナイト系粘土鉱物の含有割合量によって  $C_c$ 、 $C_s$  に著しい影響を受けることが説明できる。しかし、これらの実験式を用いて圧密沈下量の推定をすることとなるので圧縮性の高い試料に対しては特に注意が必要である。

次に  $C_s$  と  $LL$  の関係をプロットしてみると図-2に示すように、 $C_c - LL$  の関係と同様な傾向が見られ、高い相関性を示している ( $r=0.922$ )。膨潤指数  $C_s$  は除荷にともなう膨張で、 $C_c$  の载荷にともなう圧密とは逆の過程の現象であることから、両者の間には密接な関係のあることがわかる。

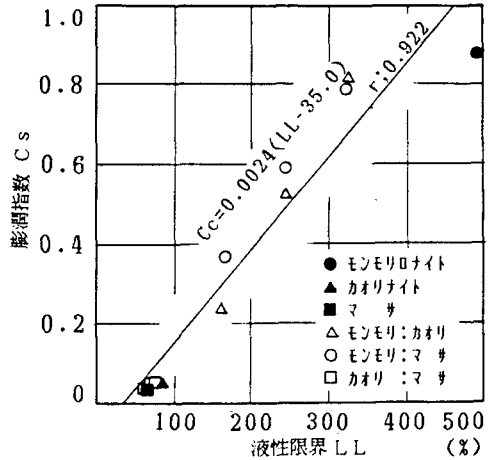


図-2 膨潤指数と液性限界の関係

#### — $C_c$ 、 $C_s$ と化学特性との関係 —

化学特性については、陽イオン交換容量 ( $C.E.C$ ) をパラメーターとして変形特性との関係を見た。 $C.E.C$  は粘土鉱物表面に発現する負荷電量、すなわち、この荷電によって各鉱物が保持することのできる交換性塩基の総量をあらわすものであり、粘土を対象とする場合には荷電特性が重要なファクターとなるように思われる。

図-3、4からわかるように、 $C_c$ 、 $C_s$  ともに  $C.E.C$  との相関性があり、いずれも  $C.E.C$  に対してほぼ比例関係にあることがわかる。粘性土であっても、不活性粘土の場合にはこれらの関係は得られないが、活性粘土 ( $A=1.25$ 以上) であれば  $C.E.C$  がある程度優勢となりこの関係は認められる。また、これらの関係と表-1の粘土含有量 ( $C_f$ ) とを比較すると、変形特性は粘土分含有量よりもモンモリロナイト系粘土鉱物が大きな支配要因となって現れたと考えることができる。

#### 4. おわりに

本報告では粘性土の変形挙動に及ぼす物理化学的特性の影響について述べてきた。試料条件が限定されていることより、定性的ではあるが、荷電特性が  $C_c$ 、 $C_s$  に反映されているように見受けられる。また同時に、モンモリロナイト系粘土鉱物が物理化学のおよび変形特性に著しい影響を与えていることが明らかとなった。

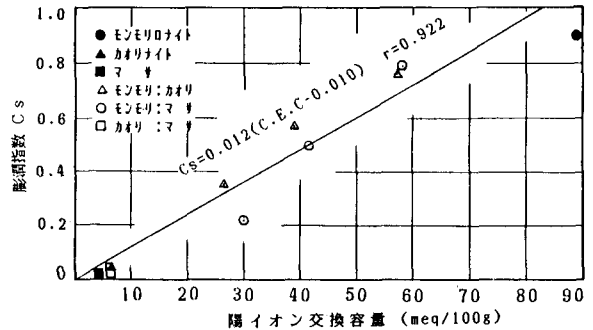


図-3 膨潤指数と陽イオン交換容量の関係

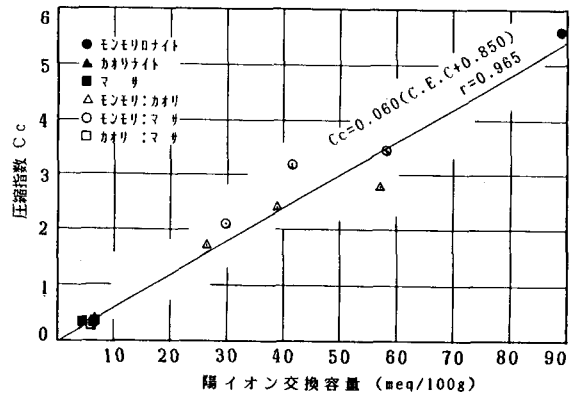


図-4 圧縮指数と陽イオン交換容量の関係

- < 参考文献 > 1) Skempton, A.W.: Notes on the compressibility of Clay, Quart. Jour. Geol. Soc. London, Vol. C, PP. 119~135, 1944 2) Terzaghi, K., and R.B. Peck, 1967, Soil Mechanics in Engineering Practice, 2nd ed. John Wiley and Sons, New York.