

膨潤性土質の力学的性質について

秋田工専 学生員 ○鈴木 博
秋田工専 正会員 伊藤 駿

1. はじめに

土の体積変化は粘土で顕著なため⁽¹⁾、粘土は土木材料として極めて扱いにくいものになっている。土木構造物を構築する場合、基礎地盤の体積変化に対しては、いくつかの設計上の問題点が残されているが、特にヒービングや圧密不等沈下は巨大構造物の出現と共に注目されるようになった。この体積変化にはダイレタンスーによるものと圧密によるものと2通りがある。これらは土の締固まり状態によって複雑な変化を示し、特に土の過圧密比がこれに与える影響が大きいと考えられている。

本研究では膨潤性土質の過圧密比による影響を調べると共に、締固め状態による土の強度特性についても調べてみた。

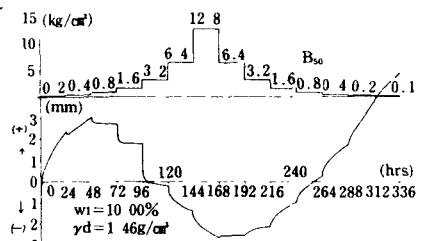


図-1 圧密膨潤試験

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は豊浦標準砂とベントナイト(Bと略記)の混合土である。ベントナイトの混合割合(重量比)を50%, 20%, 10%とし、それぞれB₅₀, B₂₀, B₁₀とした。これは地盤を通常砂質土と粘性土の2つに大別して考えることより、これらの両極端の性質を持つ中間的存在の土の膨潤挙動、強度特性に關する報告例が少ないためである。

土の締固めは、標準締固め試験より行ない、それぞれの締固め密度における一軸圧縮試験および圧密・膨潤試験を行なった。圧密・膨潤試験においては通常の圧密過程を経た後、圧密荷重($P_{c,max}$ = 12.8 kg/cm²)を段階的に除荷した試験と、通常圧密過程を経ないで最初に($P_{c,max}$)を与えて順序除荷することによる体積変化を観察した。また、三軸圧縮による強度試験も行なったが、ここでは省略する。

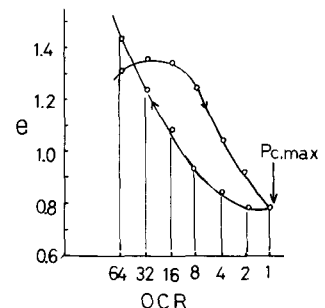


図-2 $e \sim OCR$ 関係図

3. 実験結果と考察

図-1は、通常圧密を経てから順序除荷した場合の圧密・膨潤曲線(B₅₀)を示している。図を見てもわかるように載荷段階ですでに膨潤を示した。 $P_c = 0.8 \text{ kg/cm}^2$ ではほぼ沈下量と膨潤量が平衡状態を示し、以下12.8 kg/cm²まで沈下した。上載荷重が小さいと著しく膨潤しペースト状のスレーキング現象が見られたが、これは通常の粘性土では見られぬ現象である。このような圧密・膨潤曲線を縦ゲキ比(e)と過圧密比(OCR)で表わすと図-2のようになる。これによると、OCRが増加するにつれ著しく e が増加し通常の圧密試験に比べ $e \sim OCR$ 履歴のループが全く異なっている。これは、土の内部

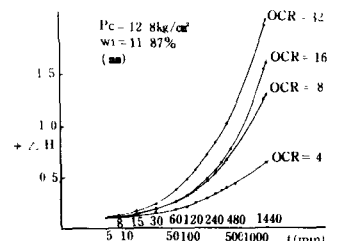


図-3 過圧密比 (OCR) の差異による体積変化

活性を表わすエネルギー量が著しく大きいための現象と思われる。

次に図-1や図-2に見られるように、OCRによって膨潤量が異なることからこの関係を示すと、図-3のようになる。図示のように小さな上載荷重（OCRが大）に対しては、膨潤性土質はさわめて鋭敏な変形挙動を示すことがわかる。この鋭敏性はOCRが大きくなると曲げキ比が増大し、従って水の占める割合が増大し、ベントナイトがこの水と活発に界面活性を起こすためであると思われる。

このような変化を、最初に P_{cmax} を与え試料の初期の含水比(W_i)の相違によって調べたのが図-4である。この場合、ひずみは原試料の値を基準に取っている。図によると P_{cmax} が設定されるとOCR=1における変化量に差はあるが、以下膨潤のしかたは互いに類似した形である。このことは同一試料では W_i が異なっても P_{cmax} の設定条件が同じであれば同じような膨潤挙動を示すことを表わしているものと思われる。

次に、このような膨潤性の強度特性を調べるため一軸圧縮試験を行ない、変形係数(E_{50})を求めた。締固め試験では含水比が除々に異なるが、乾燥密度(γ_d)と含水比(W)との関係は二次曲線的である。従って一つの γ_d は、2つの異なる W で表現されるため γ_d は土の強度を示すパラメータとしては適当でない。 W の変化による土の強度の連続性を把握するため図-5のように、飽和度(S_r)と締固めエネルギー(E_c)を用いることによりこれらの関係を描いてみた。これによるとベントナイト含有量によって明確に強度変化が区別でき、含水比の変化による強度の遷移過程が S_r というパラメータを使って次のような直線式で表わされることがわかった。

$$E_{50} = -a \left(\frac{S_r}{E_c} \right) + b$$

式中 a 、 b は材料による定数で、ベントナイトの含有量により表-1のようになった。 a 、 b がベントナイト量によって特徴的であることより、上式は膨潤性土質の強度を評価するのに有効なものであることがわかった。

4. 結語

ベントナイトなどを含む膨潤性土質の体積変化をOCRで検討し、また強度特性についても考察した。膨潤による体積変化は大きなOCRに極めて影響を受けることがわかり、この体積変化の傾向は P_{cmax} が一定であれば W_i の差異による体積変化の傾向はほとんど類似していることがわかった。また、強度の遷移過程は W の変化に基づくことから、これを S_r で評価することも有用な方法であることがわかった。

謝辞：なお実験を行なうにあたり、終始御援助いただいた文部技官金沢徳雄氏に厚く感謝の意を表します。

<参考文献>

- (1)伊藤 駿：膨潤挙動を示す地盤の力学的性質に関する一考察，第12回岩盤力学に関するシンポジウム(1979, 2)

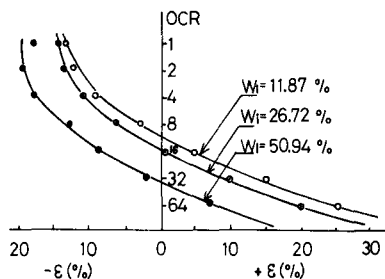


図-4 W_i の差異によるひずみの変化

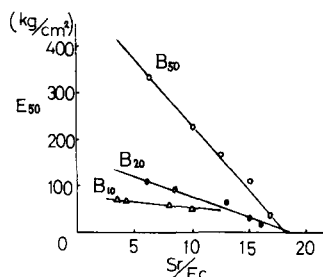


図-5 ベントナイトの含有量による強度変化

	a	b
B ₁₀	28.42	520
B ₂₀	8.90	170
B ₅₀	2.03	82

表-1 定数 a, b