

不飽和粘土の圧縮特性について

愛媛大学工学部 正 八木 則男
愛媛大学工学部 正 矢田部 龍一
愛媛大学大学院 学 〇 相原 宏

1. まえがき

盛土やアースダムの土構造物や、地下水面上の土は一般に不飽和状態になっている。不飽和粘土の圧縮特性に関しては、実験的あるいは理論的研究がいくつかなされているが、水と空気の間隙圧の複雑な挙動のゆえに、いまだ不飽和土の圧縮挙動を充分には説明できていないのが現状である。本研究は、不飽和粘土の圧縮特性を実験的に明らかにするため実固めた不飽和粘土を用いて圧密試験を行ない、不飽和粘土の先行荷重や圧縮指数に飽和度や実固め強度等が与える影響、水浸の影響、また構造が不安定な場合のコラプス現象等について考察を行なったものである。

2. 試料、実験方法

試料には、砥部焼に用いる粘土を使用した。物性は、 $G_s = 2.68$, $W_L = 49.3$, $W_p = 27.2$, 粒度分布はシルト分48%, 粘土分52%であり最適含水比は19.5%である。不飽和土の圧縮特性には、飽和度や実固め強度、初期間隙比等が大きく影響を及ぼすと考えられるので、試料を所定の数種の含水比に充分均一になるよう注意して調整し、標準締固め試験機によって10cm径モールドに5回、15回、25回と実固め回数を変えて供試体を作成した。この不飽和供試体を用いて非水浸、あるいは水浸条件下で圧密試験を、直径6cm、高さ2cmの圧密リングを用いた標準圧密試験機により行なった。載荷時間は各載荷とも1日とし、水浸も1日強制的な水圧をかけないように注意して行なった。なおコラプスは、土が不安定な間隙の大きい構造を持っていたり、高いサクションにより土の構造が一時的に剛性を保っている場合等に起ると考えられるので、1) 最適含水比より乾燥側でゆるく締固めた供試体、2) 最適含水比より乾燥側でかなり密に締固めた供試体、3) 最適含水比より湿潤側で割合ゆるく締固めた供試体、等について実験を行なった。

3. 実験結果と考察

1). 不飽和粘土の先行荷重、圧縮指数について。図-1に各種の飽和度、初期間隙比を持つ供試体の $e \sim \log P$ 関係を示す。飽和土のNC-lineも同一図上に示す。同図から締固めた不飽和粘土でも飽和粘土と同様な先行荷重が存在し、先行荷重を越えるとほぼ直線的に急勾配の沈下性状を示すことがわかる。NC-lineよりゆるい側に処せ曲線を持つものは、NC-lineの圧縮指数より大きな圧縮指数を示し、NC-lineより密な側に処せ曲線を持つものでは、NC-lineのそれより小さな圧縮指数を有し、圧密荷重が大きくなるにつれてNC-lineに漸近していく傾向がある。当然のことながら、初期間隙比の大きいものほど、圧縮指数は大きくなる。

締固め土の先行荷重は、締固め方法や飽和度あるいは締固め荷重等によって大きく影響されると考えられる。本実験に用いた供試体は、静的に締固めて作成したものではないのでその締固め荷重を表現するものとして、初期乾燥密度とか締固めエネルギーを考え先行荷重との関係を調べてみた。締固めエネルギーとしては、供試体作成時の実固め回数を用いた。図-2に先行荷重と実固め回数の関係を示す。先行荷重の決め方にも問題はあるであろうが

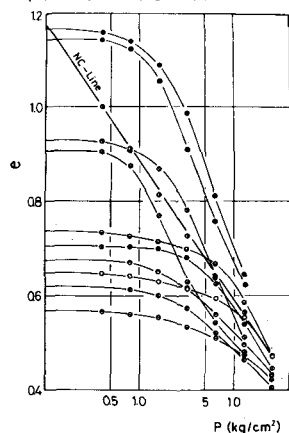


図-1 e と P の関係

かなりばらつき、先行荷重を評価することはできない。同じ締固めエネルギーを加えて作った供試体でも、先行荷重はかなり異なっている。これは、先行荷重と飽和度の関係を示している図-3をみるとわかるように、同じ締固めエネルギーで作成した供試体でも、飽和度が低いものほど先行荷重は大きくなる傾向がありサクシジョンの影響を受けている。図示はしていないが初期乾燥密度で整理してもばらつき先行荷重を評価できない。このように突固め土の先行荷重は各雄の要因に支配されていると思われる、ひとつの要因では評価できないことがわかる。

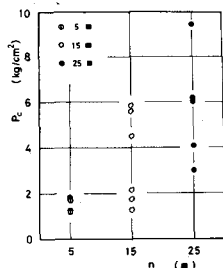


図-2 n と P_c の関係

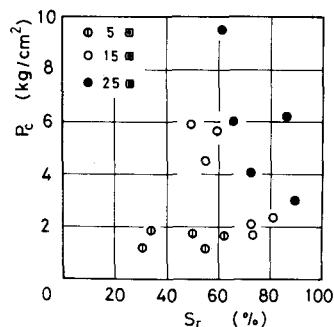


図-3 S_r と P_c の関係

2). 水浸の影響。水浸は 0.05 kg/cm^2 程度の低荷重下で強制的水圧をかけないように1日行なった。水浸により各供試体とも必ずみで5~15%程度の膨張を生じておりコープスによる沈下が生じたものはない。この膨張はサクシジョンが解放されたことによる有効応力の減少のせいであろう。この程度の低荷重下では、コープスは生じないことから考えて、コープスが生じるには、ある程度以上の外的荷重が必要なることがわかる。図-4に低荷重下で水浸させた供試体の $e \sim \log P$ 関係を示す。非水浸供試体で見られた先行荷重は消失し、 $e \sim \log P$ 関係は初期から直線を示し圧密荷重が大きくなればNC-lineに漸近していくことがわかる。

3). コープス現象について。実験方法のところで述べたような各雄の初期状態を有す供試体を、それぞれ4本づつ用意して実験を行なった。そのうち最も顕著な沈下を生じたものを、図-5、図-6に示す。図-5は、初期間隙比はばらばらであるがいずれも含水比14%の試料を5回突固めて飽和度40%程度に作成した供試体についての実験結果であり、図-6は含水比16%の試料を5回突固めて飽和度55%程度に作成した供試体についての実験結果である。いずれも最適含水比より乾燥側でゆるく締固めた供試体である。これから同一条件で作成した供試体は水浸後1本のSoaking-Lineに収束することがわかる。同一な締固めエネルギーで作った供試体でも、飽和度の低い図-5に示すもののほうが大きな沈下を示している。また図示はしていないが、最適含水比より湿潤側で同一の締固めエネルギーを加えて作成した供試体では、水浸によるコープスは生じていないことから、サクシジョンはコープスの大きな要因であると思われる。しかし、締固めエネルギーを大

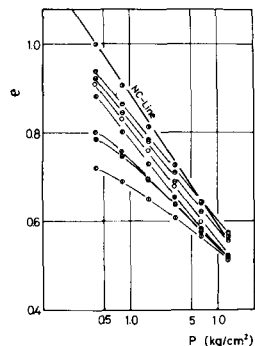


図-4 e と P の関係(水浸)

きくすると同じ飽和度を有す供試体でも、コープスによる沈下は小さくなるので、締固めエネルギーまたは初期間隙比にも影響されており、コープスの生じる限界を、限界飽和度とか限界初期間隙比といったようなひとつの要因で評価することは困難である。

4. あとがき

不飽和粘土の圧縮特性は、締固め方法や飽和度、締固めエネルギー、初期間隙比といった多くの要因に支配されており、それを評価するには、さらなる実験を必要とする。

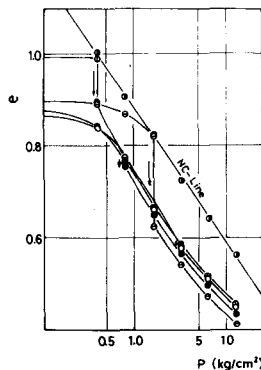


図-5 e と P の関係(コープス)

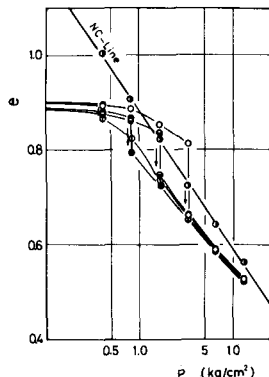


図-6 e と P の関係(コープス)