

Ⅲ-46 一次元圧密を行う粘土の強度特性について

京都大学工学部 正員 赤井 浩一
大学院 学生員 足立 紀尚
大学院 学生員 増本 治夫

はしがき

一般に地盤の圧密は一次元的なもので、自然堆積状態を考えると側方変位は起らず、その圧密過程における応力状態は等方圧力にはほど遠いものである。このように変形に関して一次元的な圧密（以後一次元圧密と称する）を受けた粘土は静止土圧係数 $K = \sigma_{c2}/\sigma_{c1}$ を導入すると、圧密終了時において、すでに $\sigma_{c1}(1-K)$ なる主応力差をうけていることになる。

粘土の強度特性は数多くの因子によって支配されているが、圧密時の異方性応力履歴が、いかなる影響をもつか、ことに非排水条件での強度試験では重要な意義をもつと思われる。そこで一次元圧密を行なった試料について、非排水せん断試験を行なったことでその実験結果について述べる。

試料と試験方法

実験に用いた試料は尾崎で採取した乱さばい飽和粘土でその諸性はつぎのようである。含水比（83～85%）、 LL （102～108%）、 PI （30.9～31.6%）、先行圧密圧力（0.7～0.8 kg/cm^2 ）、粘土分（35～40%）。

供試体は直径 1.5 cm、高さ 8 cm の円柱形で、圧密には paper drain を用いた。側方ひずみ計は供試体中央高さにとりつす。せん断時の間隙水圧は供試体底面で測定した。

一次元圧密の方法は別報で述べた*ので省略するが、この実験では paper drain を用いているので、間隙水の流れは三次元的なものである。せん断時の側圧としては圧密終了時の σ_{c2} を用いて、ひずみ制御で σ_1 を増加させ、ひずみ速度は 0.5%/min を用いた。なお、圧縮時の側方変位も測定した。

比較のため、等方圧密試料についても同様の非排水せん断試験を行なった。

実験結果

図-1 は $\sigma_{c1} = 3 \text{ kg/cm}^2$ における一次元および等方圧密試料の非排水せん断時の応力-ひずみ曲線であるが、この傾向は今まで実験すべてにみられる。一次元圧密の試料について、ひずみが 0 のとき、すでに $\sigma_{c1}(1-K)$ に等しい応力に抵抗しており、ひずみ量 5～7% で $(\sigma_1' - \sigma_3')$ の最大値に達し、やがて急激に強度が減少している。

一方等方圧密試料の方は、ひずみ量 10～15% で $(\sigma_1' - \sigma_3')$ の最大値に到達し、その後の減少は比較的ゆるやかである。

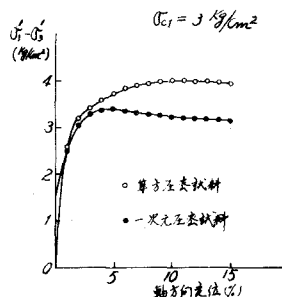


図-1

同じ軸圧力 σ_1 で圧入したもので、一次元圧入試験料は等方圧入のものにくらべて、 $(\sigma_1 - \sigma_3')_{max}$ が 15~25% 程度小さいものとなっている。

図-2 (a), (b) はせん断時の発生間隙水圧を軸方向変位に対してプロットしたものであり、(a) は等方圧入試験料、(b) は一次元圧入試験料に対するものである。

一次元圧入での主応力差 $(\sigma_1 - \sigma_3')$ による発生間隙水圧は等方圧入のものにくらべて小さい。これは図-1 にもあらわれているように、圧入中すでに主応力差による間隙水圧として消費されており、新たに加わる主応力差は小さいことから説明される。

図-3 はせん断時の有効応力の軌跡を応力面上に描いたもので、せん断の発生後は等方圧入では $\sigma_1 = \sigma_3'$ 線上にあり、一次元圧入試験料については、ほぼ $\sigma_1 = 2\sigma_3'$ 、すなわち $\sigma_1 = \sigma_3'$ の線上にあることは、各圧入過程の終了点と一致することから明らかである。

その軌跡は圧入履歴によって異なる形状を示しているが、同一履歴のものについてはほぼ相似である。

つぎに、 $(\sigma_1 - \sigma_3')$ の最大値として定義される破壊時の主応力差の値は一次元圧入試験料については○印、等方圧入試験料に関しては●印で、おのづかの応力軌跡上に示してある。これらの点を結ぶ破壊包絡線 OF は Mohr-Coulomb の破壊包絡線に対応する。この粘土については圧入履歴による違いはそれほど明瞭ではないが、一次元圧入試験料のものが、等方圧入のものにくらべて小さい。図-1, 図-3, から同じ軸圧力 σ_1 で圧入したものについて、強度 $(\sigma_1 - \sigma_3')_{max}$ は一次元圧入試験料の方が小さい。これは破壊包絡線 OF に大差がなく、圧入終了点(せん断の発生点)が一次元圧入の方が OF に近く、せん断中の応力軌跡は両者の間で大きな傾向の違いはないことから強度は圧入終了時の点に依存する。したがって静止土圧係数 K を知ることは、この点から重要な意義をもってくる。

以上のことから、一次元圧入に近い圧入履歴を受けると考えられる現実の地盤の強度として、普通の三軸圧縮試験のようない等方圧入した試験料の強度をもってすることは 15~25% 危険側の誤差が含まれることになる。

*赤井・定立・徳和粘土の一次元圧入における側圧変化と間隙水圧の挙動について、土木学会第18回年次学術講演会 (1965)。

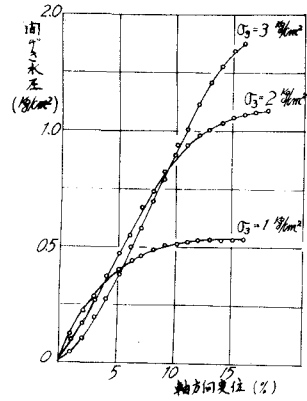


図-2 (a)

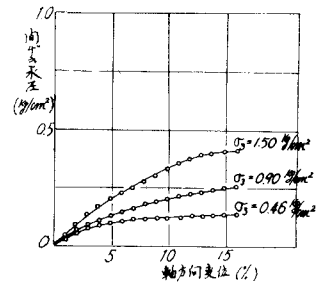


図-2 (b)

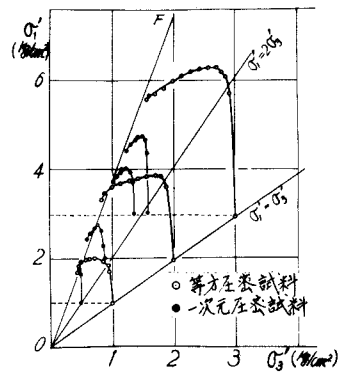


図-3