

熊本大学工学部 正会員 ○北園芳人
熊本大学工学部 正会員 鈴木敦巳

まえがき

これまで火山灰質粘性土について、非排水の先行載荷効果を調べてきた。その結果、十分に圧密した供試体において、非排水強度については強度変化はほとんどみられないうが、変形係数については結晶質の粘土鉱物を主成分とする試料には増加がみられる。しかし、非晶質のアロヘンを主成分とする、赤ぼくや黒ぼくについては、変形係数にも増加はみられなかった。そこで、さらに現在は、排水の先行載荷、つまり圧密した場合の非排水強度について、赤ぼくと黒ぼくを用いて研究を行なっているが、今回は、これまでの成果を報告する。

試料および試験方法

試料の黒ぼく・赤ぼくは、熊本県阿蘇郡産山村で採取したものである。

試料の物理的性質および供試体作製時の諸元は表-1に示す。供試体は、JISA1210の空固め試験と同じエネルギーで、高さ12.5mm、直径5.0mmに固めて作製して、一週間以上恒温室で養生したあと試験に供した。試験はまず、図-1に示すように三軸圧縮試験機の圧力室を使って24時間の等方圧密(

表-1 物理的性質および供試体の諸元

	黒ぼく	赤ぼく
自然含水比	22.0 (%)	10.1 (%)
比重	2.454	2.791
液性限界	252.0 (%)	118.1 (%)
塑性指数	51.1	36.9
作製時含水比	20.9~22.2 (%)	9.5~10.2 (%)
乾燥密度	3.6~3.8 (KN/m ³)	6.6~7.1 (KN/m ³)
間げき比	5.27~5.66	2.91~2.19
飽和度	44.2~98.4 (%)	87.2~95.0 (%)

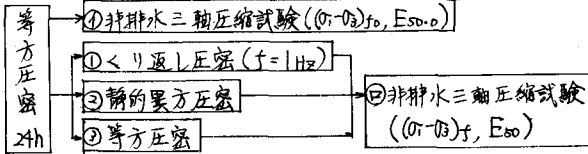


図-1 試験のフローチャート

今回は拘束圧 $\sigma_3 = 98 \text{ KN/m}^2$ も行ない、その後①~③の圧密を行なう。①の場合、載荷回数を10回、②と③については載荷時間を $t = 10^5$ 秒、圧密荷重は、①の破壊強度 $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\sigma_0}$ の20, 40, 60, 80%と軸方向荷重として①と②については与えた。③については、①および②の載荷時の平均有効主応力 σ'_m と同じになるような拘束圧を圧密荷重とした(表-2)。圧密終了後、④の非排水三軸圧縮試験を行なった。

表-2 圧密荷重 (KN/m²)

	20%	40%	60%	80%
黒ぼく 軸荷重① 拘束圧④	35.3 109.8	70.6 121.5	105.9 133.3	141.2 145.1
赤ぼく 軸荷重① 拘束圧④	45.2 113.1	90.3 128.1	135.4 143.1	180.6 158.2

試験結果

図-2は、黒ぼくの圧密載荷後の非排水三軸圧縮試験④と、24時間等方圧密後の非排水三軸圧縮試験①と比較したものである。 w/w_0 において、 w' は、非排水三軸圧縮試験後の含水比(圧密終了後)、 w_0 は、24時間等方圧密後の含水比(圧密時の排水量から逆算して推定値)であり、圧密による含水比の変化の割合を知ることができ、圧密荷重が小さい範囲では、③等方圧密と異方圧密(①より返し・③静的)にはほとんど差がない。また、圧密荷重が大きくなると、等方圧密と異方圧密の差は若干でてくるが、静的異方圧密とより返し圧密による差はほとんどみられない。つまり、小さな圧密荷重では圧密方法による体積変化の差はほとんどないが、大きくなると、異方圧密の方が等方圧密より体積変化が大きくなる。

次に、 $(\sigma_1 - \sigma_3)_\tau / (\sigma_1 - \sigma_3)_{\sigma_0}$ は、④と①の破壊強度比である。圧密荷重が大きくなると、破壊強度も大きくなり、 $\sigma'_m = 145 \text{ KN/m}^2$ でより返し圧密で約5割、静的異方圧密で約4割の強度増加がみられ、等方圧密はやや小さくなっている。これは w/w_0 の変化と比較すると、全体的に、 w/w_0 の低下と共に、 $(\sigma_1 - \sigma_3)_\tau / (\sigma_1 - \sigma_3)_{\sigma_0}$ は増加しており、また、圧密方法の違いによる w/w_0 の低下と $(\sigma_1 - \sigma_3)_\tau / (\sigma_1 - \sigma_3)_{\sigma_0}$ の増加は対応している。つまり、含水比の低下は圧密

による間げき水の排出であり、強度増加は間げきの減少による土粒子間力の増加と考えることができる。

$E_{50}/E_{50.0}$ は②と④の変形係数比である。等方圧密の場合、 $(\sigma_1 - \sigma_3)/(\sigma_1 - \sigma_3)_0$ が圧密荷重の増加に比例して増加していたように、 $E_{50}/E_{50.0}$ もわずかに増加している。しかし、異方圧密の場合、 $\sigma_{vm} > 120 \text{ kN/m}^2$ で、ほぼ一定の値(2.5~3.5倍)を示し、圧密荷重が増加しても変形係数は増加しない。変形係数の増加には、土粒子間力の増加の他に、土粒子構造の配向による増加が考えられ、等方圧密と異方圧密における構造の差は、 $\sigma_{vm} = 120 \text{ kN/m}^2$ 付近が最大となり、それよりも大きくなると、等方圧密の変形係数の増加(主に土粒子間力の増加)のために、構造の差が減少するようにみえる。

図-3は、赤ぼくの圧密載荷後の②と④の結果を比較したものである。 w/w_0 において、黒ぼくの場合と異なる点は、圧密荷重が大きくなると、異方圧密においても、差が現われ、静的異方圧密よりくり返し圧密の方が w/w_0 の減少率が大きくなり、圧密方法による差が黒ぼくの場合よりも顕著である。

$(\sigma_1 - \sigma_3)/(\sigma_1 - \sigma_3)_0$ においては、 w/w_0 において圧密方法による差が明確なため、やはり同様に、圧密荷重が大きくなると増加率に差が出てくる。しかし、 w/w_0 と $(\sigma_1 - \sigma_3)/(\sigma_1 - \sigma_3)_0$ の関係は黒ぼくとほとんど同じである。つまり、強度増加は土粒子間力の増加によるものと考えられる。

$E_{50}/E_{50.0}$ において、黒ぼくの場合は、増加が2.5~3.5倍の範囲であったが、赤ぼくの場合は、等方圧密についてはほぼ同じ倍前後であるのに対し、異方圧密の場合、5~7倍と大きく増加している。また、黒ぼくと同様に、ある荷重以上になると、その圧密荷重が大きくなっても、変形係数は増加しなくなる。

まとめ

黒ぼくと赤ぼくの変形係数の増加率が異なることは、有機物の影響等による黒ぼく・赤ぼくの本래の性質の違いによるものかどうか。また、圧密(排水)と非排水の違いについても、今後、実験量を増して比較検討していきたい。

参考文献

- ① 北園・鈴木：締固めた有機質火山灰土の変形特性に対する非排水先行載荷効果，土質工学会論文報告集 Vol. 19, NO. 3, Sept, 1979.

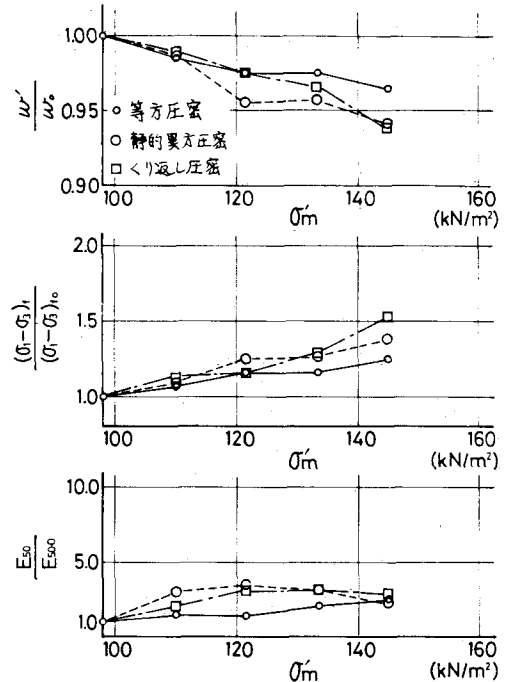


図-2 黒ぼくの圧密効果

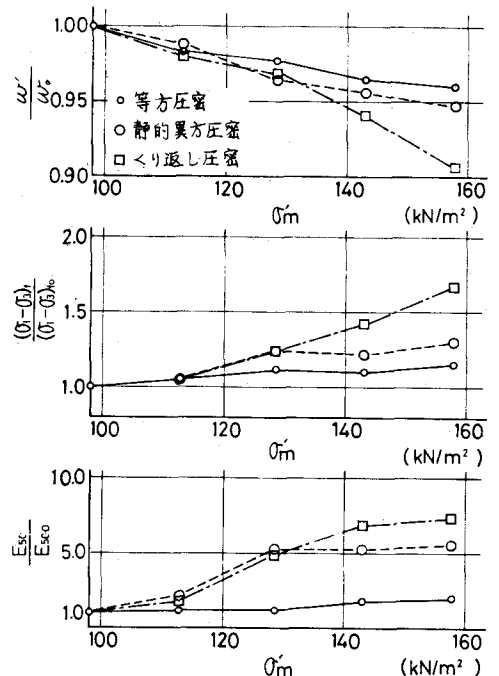


図-3 赤ぼくの圧密効果