## 表層に強度を持つ正規圧密模型粘土地盤の強度特性の評価

中央大学 学生会員 深井孝多朗 正会員 斎藤邦夫 日建設計中瀬土質研究所 正会員 大野雅幸 片桐雅明

1.はじめに: 現実の粘性土地盤は、図-1 に示すように地下水位の変動や波 による繰り返し載荷などにより、表層に強度を持つ過圧密層(O.C.)を有し、 それに正規圧密層(N.C.)が続く場合が多い。このような地盤条件における 基礎の支持力を、遠心模型実験装置を用いて検討するためには、図-1のよう な強度分布を持つ模型地盤を作製し、その強度特性を評価する必要がある。

これまで、模型地盤の強度特性は、遠心模型実験後に採取した試料を用いて一軸圧縮試験を行うか、含水比と三軸圧縮試験などにより求めた強度増加率の関係を用いて非排水せん断強度を算出して評価してきた。

本研究では、表層に強度を持つ正規圧密模型粘土地盤を作製し、遠心加速 度場にて三成分コーン貫入試験を行い非排水せん断強度を求めた。そして一 軸圧縮試験や含水比分布から求めた非排水せん断強度と比較した。さらに支 持力実験から推定される非排水せん断強度と三者の強度を比較したので報告 する。

2.実験方法: 実験に用いた試料は塑性指数 Ip=23.7 の低塑性の海成粘土である(土粒子密度  $_{s}=2.665g/cm^{3}$ 、液性限界  $w_{L}=51.7\%$ 、塑性限界  $w_{P}=28\%$ )。等方圧密非排水(CU)三軸圧縮試験を行い、強度増加率を正規圧密状態において  $s_{u}/p=0.35$ 、過圧密状態において  $s_{u}/p=0.12(c'=11.5(kPa))$ と求めた。同様に e-logp 関係を  $e=-0.203 \cdot logp+1.465$  と求めた。

実地盤と模型地盤の応力状態を図-2 に示す。図-2(a)に示すように層厚 20 mの表層 1/4 が過圧密である実地盤を検討対象として、遠心加速度場 50G に おいて、実地盤と相似となる縮尺 1/50 の模型地盤モデルを目標とし、模型地 盤を作製した。まず、50kPa の上載荷重(図-2(b)の斜線部)で圧密して過圧 密層部分を作製した。次に、50G における鉛直有効土被り圧を再現するため に、粘土層の上面に 140kPa の水圧を与え、容器底部より排水することによっ て、浸透力(図-2(b)の青色部)を加えて圧密を行った。

実験装置の概要を図-3 に示す。三成分コーンは、断面積 1 cm<sup>2</sup>、先端角 60° のものを使用した。貫入速度は、非排水条件を満足するように 300mm/min<sup>1)</sup> とし、貫入量は 250mm に設定した。直接基礎は基礎幅 150mm 奥行き 200mm のものを用いた。載荷速度 1.74kN/min で鉛直方向に載荷した。載荷中、基礎 の沈下量と基礎に作用する荷重を計測した。

両試験終了後、模型地盤からサンプリングした試料に対して含水比試験と 一軸圧縮試験を行った。一軸供試体の寸法は、直径 35mm、高さ 40mm とし た。ただし、端面摩擦を軽減するために、2 枚のメンブレンの間にグリース を塗布し、供試体両端に取り付けた。

キーワード:非排水せん断強度、浸透圧密、三成分コーン貫入試験 連絡先:日建設計中瀬土質研究所 TEL 044-599-1151 FAX 044-599-9444



55

叉-3

模型の概要図

## 3.実験結果

含水比分布:模型地盤の含水比分布を図-5 に示す。含水比は 0mm から 80mm まで約 47% で一定値を示し、約 80mm 以深では減少していた。含水 比から、地盤の間隙比を求め e-logp と su/p との関係より非排水せん断強度 s<sub>1</sub>を算出した。その結果を図-7 に示す。

一軸圧縮試験:得られた一軸圧縮強度 qu から、su=qu/2 として非排水せん 断強 su 求めた。その結果を図-7 に示す。

三成分コーン貫入試験(CPT):コーン先端の荷重計で測定した貫入抵抗 Pmを図-6 に示す。Pmは貫入に伴って深さ方向に増加していた。先端抵抗 q<sub>t</sub>は P<sub>m</sub>から式(1)を用いて間隙水圧による補正を行い算出した。非排水せ ん断強度 s<sub>u</sub>は、Meyerhof の支持力理論<sup>2)</sup>(式(2))を用いて q<sub>t</sub>から求めた。 その結果を図-7 に示す。また、Meyerhof の提案する通り、支持力係数はコ ーンの貫入量  $D_f$ によって区別し、 $D_f < 0$ mm の時  $N_{kf} = 5.71$ 、0mm  $D_f < 0$ 7.99mmの時 N<sub>kt</sub>=6.65、7.99mm Df の時 N<sub>kt</sub>=8.85 とした。

A<sub>e</sub>:有効断面積(m<sup>2</sup>) A<sub>p</sub>:コーン底面積(m<sup>2</sup>)  $q_t = \frac{p_m}{A_p} + \left(1 - \frac{A_e}{A_p}\right)u \cdots \cdots (1)$ v: 土被り圧(全応力)(kPa)  $s_u = \frac{q_t - \sigma_v}{N} \cdots (2)$ N:支持力係数

4.模型地盤の非排水せん断強度の評価: 三つの方法で求めた地盤の 非排水せん断強度を示したものが図-7である。同じ深度における三者の 非排水せん断強度は、最大で15%程度のばらつきはあるものの、概ね同 じ値を示していることが判る。

非排水せん断強度の分布形状は、一軸圧縮試験の結果では、サンプリ ング数が限られているので明確には現れていない。それに比べ、含水比 分布と三成分コーン貫入試験では、過圧密領域と正規圧密領域の強度分 布の違いを把握することができる。地表面から 120mm までの非排水せ ん断強度は概ね一定の値を示し、続いて深さ方向に増加していることが

読み取れる。前者は過圧密層の、後者は正規圧密層の特徴を表 している。層境界は深さ約 120mm となり、設定した 100mm に 近い値を示した。

図-8は、基礎の荷重沈下関係と実験後の滑り線の模式図であ る。この結果より極限支持力 qfは 2200N と求めた。ここで、破 壊領域が130mmと浅いので、この領域を一様強度地盤と考え、 Terzaghi の支持力公式<sup>3)</sup>を適用すると、非排水せん断強度 su=14.4kPa が得られた。その結果を図-7 に示す。先に示した三



含水比 (%) 45

含水比分布

50

40

40

O.C.

40

⊠-5

貫入抵抗(N)

図-6 貫入抵抗

 $s_u(kPa)$ 

20

0

(mm) 200

账 300

400

0

€<sup>100</sup>

300

400

0

0

50

先端深さ

荷重~沈下関係 図-8

60

者の非排水せん断強度は、模型地盤の浅い部分において、支持力から推定された非排水せん断強度と一致し ていることが判る。

5.おわりに:表層に強度を持つ正規圧密模型粘土地盤を、上載荷重と水の浸透力による圧密を組み合わせ て作製することができた。三つの手法によって求めた模型地盤の強度は、ほぼ同じものと評価できた。 [参考文献]1)Katagiri,M.&Okamura,M.:Cone penetration test,Centrifuge 98,Vol.2, pp.1059-1065, 1998. 2)大崎順彦: 建築基礎構造, pp.237-249, 1991. 3)石原研而:土質力学, pp.249-265, 2001.