各種地盤材料の強度特性を評価するための接地圧分布測定装置の開発

九州大学大学院 学 大茂知資 九州大学大学院 正 大嶺聖 正 安福規之 正 小林泰三

荷重0

### <u>1.はじめに</u>

現在、土構造物を設計する上での土質調査として、近年では改良地盤において、非破壊試験として荷重落下式 変形測定装置により改良地盤の強度が推定されている<sup>1)</sup> など、改良地盤の土質特性の解明がなされている。本研

究では改良地盤のほか砂や粘土においても適用でき、土質特性を評価で きる非破壊試験方法の提案を目的として、剛板載荷時において砂質土と 粘性土とで接地圧の分布が異なることに着目した、新たな試験方法につ いて検討する。本研究では、三軸圧縮試験との相関性によって実験式を おくことで *c*、 *φ*を推定し、表層地盤においての品質管理への適用を目指 す。現段階では豊浦砂・マサ土・セメント改良土を対象に *c*、 *φ*の推 定が可能であり<sup>2</sup>、本論文ではさらにカオリン粘土を加えて、*c*、 *φ* の推定について検討する。



荷宜0

## 2.各種地盤材料の力学的特性の評価

### <u>2.1 弾性地盤内の応力分布</u>

地盤表面に外力が加わり地盤が変形する際、地盤内に応力が発生する。半無限弾性体の地盤に摩擦のない底面を持つ 剛性基礎が作用するときの接地圧分布は、ブーシネスクにより理論的に求められ、基礎端部に応力が集中する分布形状に なる。砂質土地盤と粘性土地盤とでは、図1のように接地圧分布の傾向は異なるため、地表面の応力分布形状を調べ ることで地盤の性質を知ることができる<sup>3</sup>。

### 2.2 接地圧分布測定装置による載荷試験の概要

図2に示すような試験装置を作製し、直径5cmの円盤の剛板載荷を行う。載荷板を中心部分と外側のドーナツ形の部分の二つに分け、それぞれの荷重を計測する。上部と下部にある二つのロードセルはそれぞれ載荷板全体にかかる荷重と中心部分にかかる荷重を読み取るので、二つの荷重の差し引きにより外側の荷重も求められる。載荷板を分けて別々に荷重を計測することで図1のような接地圧分布形を中心と外側の平均された応力(荷重強さ)で表せるため、応力伝播の大まかな傾向を把握できる。そ 300

して、載荷試験における弾性範囲内の地盤反力係数 に着目し、中心・外側部分に作用する荷重の分担割 合を考察した。ここで、図3に載荷実験結果の一例 を示すが、地盤反力係数 Kを変位 - 荷重強さ関係の 最大の接線勾配とし、変位 - 荷重強さ関係の最大の 接線勾配で定めて、(式1)のように定義した。

$$K = \frac{Q/A}{s}$$
 (式 1)

# (Q:荷重、A:載荷板面積、s:貫入量)





(a)試験機底面

(b)試験機全体





そして、図3のように載荷板中心における地盤反力係数 $K_1$ 、載荷板外側部分における地盤反力係数 $K_2$ との比を地 盤反力係数比 $K_1/K_2 = R$ とする。載荷板の中心部分と外側部分とでは、貫入量が等しいため、Rは荷重の分担率を表 す。図3(a)のより、豊浦砂は R=1.97 > 1 となり砂質土地盤としての接地圧分布を示すが図3(b)のカオリン粘土は R=0.55 < 1 となり粘性土地盤としての分布を示すことがわかる。また、図3のように載荷板全体にかかっている荷重の地盤反力係数を $\overline{K}$ とおく。載荷速度はひずみ制御の条件で1.0mm/min で載荷し、供試体は豊浦砂、マサ土、カオリンにセメントを添加したセメ キーワード:地盤反力、非破壊試験、応力分布

連絡先:819-0395 福岡市西区元岡 744WEST2 号館 1101-2 地盤工学研究室、TEL:092-802-3378、FAX:092-803-3378

ント改良土を用意した。豊浦砂、マサ土は締固め回数を、セメント改良土はセメント添加量を変え条件を変化させて試験を行

 $R = K_{J}/K_{c}$ 

(WRUE) 15

1

2

い各種地盤材料の地盤反力係数を算出し、豊浦砂、マサ土では CD 試験、改良 土では UU 試験を行った結果から得られる  $c_d$ 、  $\phi_d$  および  $c_u$ 、  $\phi_u$  との相関性を考 察する。このとき、いずれの c、 øとも全応力で表す。これにより、 算定した R およ  $\vec{U}_{K}$ と三軸試験から求めた c、 $\phi$ との関係に実験式を設定することで、  $\mathbf{Z}$  4 に示 すような流れで設置圧分布測定装置による載荷試験より、算定したRおよびKか ら実験式を用いることにより*c*、 *φ*が推定される。

## 2.4 実験概要

本研究では、圧密したカオリン粘土(圧密圧力 50kPa、150kPa)を対象に接 地圧分布測定装置による載荷試験よりRおよび $\overline{K}$ を算定し、三軸試験の代 替としてベーンせん断試験を行い、粘着力 cを測定した。(式 4)

$$c_u = \frac{T_{\text{max}}}{\pi D^2 H_{2}^{\prime} + \pi D^3_{6}}$$
 (**t** 4)

(cu:粘着力、Tmax:ベーンが回転するときの最大ねじりモ ーメント、H:ベーンの鉛直高、D:ベーンの幅)

## 2.3 結果と考察

**図**5は、*ϕ*と地盤反力係数比*R*との関係のグラフで あり、表1に、以下のグラフの凡例を示す。 φ の増 加に伴い、R も増加する傾向が示される。ゴム体の 理論値を円形基礎の接地圧分布式<sup>3)</sup>よりR=0.417と算 出しφ=0とおくと、(式5)のような近似曲線が描ける。

> $R = 0.417 + m_r \cdot \tan \phi$ (式 5) (定数 m<sub>r</sub>=1.475)

よって、初期の地盤反力係数比を測れば、 φ の傾向を捉えることができ、 各種 地盤の∮の違いを評価できること考えられる。ここに、カオリン粘土を∮=0として 図5にプロットしても、近似線付近に位置することが確認できた。また、図6は 載荷板全体にかかる荷重の地盤反力係数 K と、テルツァギの支持力公式 (式 6) に三軸試験より求められる  $c, \phi$  を導入して算出した極限支持力  $q_u$ との関係である。

 $q_u = \alpha c N_c + \gamma D_f N_r$  (式 6)

(B:基礎の直径, α, β, N<sub>c</sub>, N<sub>r</sub>:支持力係数, c:粘着力) **.**  $\mathbf{Z}_{\mathbf{6}}$ に示すように、 $\overline{K}$ の増加と供に降伏値も増加す る傾向があり、 $q_u = m \cdot \overline{K}$  (式 7)と近似する。この  $\mathfrak{s}$ とき m = 1.267 は  $\overline{K}$  (MN/m<sup>3</sup>)、  $q_u$ (kN/m<sup>2</sup>)に対する定数 である。また、(式のおよび(式7)より、

> $\therefore c = (m\overline{K} - \beta\gamma BN_r) / \alpha N_c$ (式 8)

となる。支持力係数は(式 5)より を求めることで定まる 図 7. (実測値)と (推定値)の比較 ので、地盤反力係数 K から c を算出することができる。また、図6 にカオリン粘土を同様にプロットすると、近似線付近に位置 することが確認できた。 図7と図8は4種の地盤材料において、接地圧分布測定装置による載荷試験から算定したR、Kに より実験式から求めた ム、 Øの概算値を、三軸圧縮試験およびベーンせん断試験から求めた ム、 Øと比較したものである。 実 J測値においては、豊浦砂、マサ土、改良体に対しては三軸圧縮試験よりc、φを求め、カオリン粘土においてはφ=0と仮定し、 ベーンせん断試験より cを求めた。以上のように推定した c、 φ は図 7 と図 8 に示すようなばらつきで評価できる。

## 3.結論

・接地圧分布を知るための試験装置により、豊浦砂、マサ土、改良体を対象とするとき、非破壊条件で地盤反力係 数から三軸圧縮試験で得られる全応力条件での c、 φの概算値を推定できる。

・豊浦砂、マサ土、改良土に対して求められた*c、*↓推定方法はカオリン粘土においても適用できる。 【参考文献】1)梶木雅文、落合英俊、安福規之、大嶺聖、山下勲:非破壊試験による浅層改良地盤の変形係数の測定と品質管理への適用性、平成15年度 土木学会西部支部研究発表会、2004年3月 2)大茂知資、落合英俊、大嶺聖、安福規之、小林泰三:地盤反力分布の違いに着目した各種地盤材料の 力学的特性の評価、第43回地盤工学研究発表会投稿中3)松岡元:基礎土木工学シリーズ15 土質力学 pp87-89



 $q_{\mu} = 1.3 cN_c + 0.3 \beta N_r$ 



 $q_{\rm H} \equiv m \cdot K$ 

(m = 1.267)

1000

1500

前版全住の地盤反力係数 ズ(MNum<sup>1)</sup>

2000

2500

down"

Ę. 1000

「たい」

2500

3000 但和技巧的

1500

500

0.417 + m tan

(m, = 1.475)



500





図 8.c(実測値)と c(推定値)の比較