

## 各種地盤材料の力学的特性の評価法—新たな試験方法の検討—

九州大学 学○大茂知資  
九州大学大学院 F 落合英俊 正 大嶺聖  
九州大学大学院 正 安福規之 学 石蔵良平

### 1.はじめに

現在、土構造物を設計する上で地盤の情報となる土質強度定数  $c$  (粘着力)、 $\phi$  (内部摩擦角) などは三軸圧縮試験などにより求められている。一方、コーン貫入試験では比較的簡単に地盤の特性や土質区分を知ることができる。さらに、近年では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>。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。

### 2.弾性地盤内の応力分布

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。しかし、 $c$  が卓越する砂質地盤では、基礎端部付近の土が側方移動しやすいため、図 1(a)に示すような基礎中心部に荷重が集中する接地圧分布形状になる。また、 $\phi$  が卓越する粘性土地盤では、粘着力によって側方移動しにくいいため、図 1(b)に示すような基礎端部に荷重が集中する分布形状になる。このように、砂質地盤と粘性土地盤とでは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>2)</sup>。

### 3.実験概要

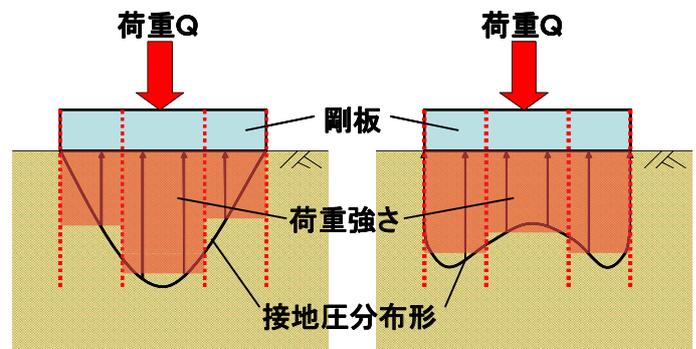
#### 3.1 実験方法

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 (内径 3.5cm・外径 5cm)、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。

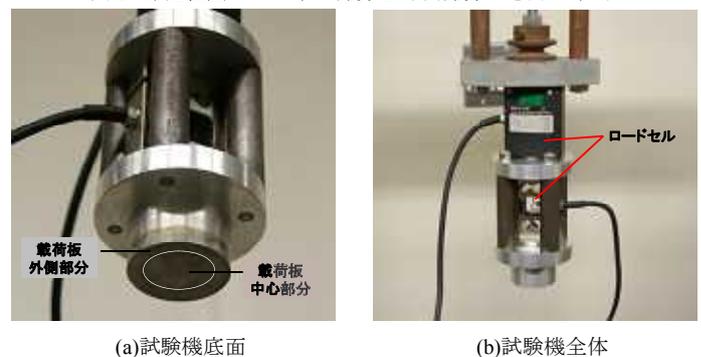
全体の荷重を読む上のロードセルの容量は 10kN、中心の荷重を読む下のロードセルの容量は 5kN に設定した。また、砂質土のような貫入抵抗の小さい供試体でも正確に荷重を読み取れるように、一回り小さい容量の試験装置 (上: 1kN 下: 500N) も用意した。また、ひずみ制御の条件で 1.0mm/min の速度で載荷した。

#### 3.2 供試体

内径 10×高さ 12.5cm の円柱型モールドに詰めた豊浦砂、マサ土、直径 10×高さ 20cm の弾性ゴム体、カオリンにセメントを添加したセメント改良土 (内径 10×内高 10cm の容器に作製) 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や養生日数を変え条件を変化させて試験を行う。



(a)砂質地盤 (b)粘性土地盤  
図 1. 弾性範囲内での中心部分と外側部分の応力の平均



(a)試験機底面 (b)試験機全体

図 2. 接地圧分布を知るための試験装置

4.実験結果および考察

4.1 実験結果

各供試体に対する変位 - 荷重強さ関係の実験結果の一部を図3~図6に示す。弾性ゴム体では、外側部分の荷重強さが大きく、ブーシネスクの理論に見られるような、基礎端部に荷重が集中する傾向が確認できた。豊浦砂では、中心部分の荷重強さが大きいことから、砂質土の傾向を示している。カオリン改良体では、外側部分の荷重が大きいことから、粘性土の傾向を示すことが確認できた。しかし、マサ土では中心部分と外側部分とで大きな差は見られず、砂質土と粘性土のどちらの傾向も示さなかった。

4.2 地盤反力係数比

中心・外側部分に作用する荷重の分担割合を考察するために、載荷試験における弾性範囲内の地盤反力係数に着目した。ここで、地盤反力係数は変位 - 荷重強さ関係の最大の

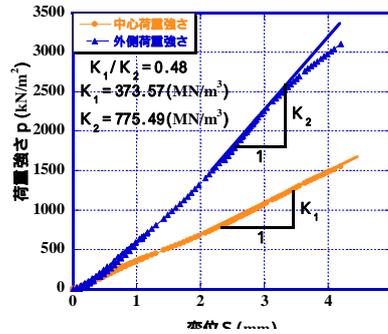


図3.ゴム 変位 - 荷重強さ関係

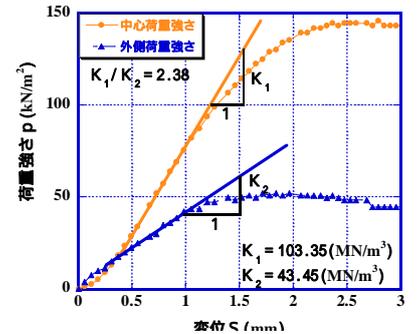


図4.豊浦砂 変位 - 荷重強さ関係

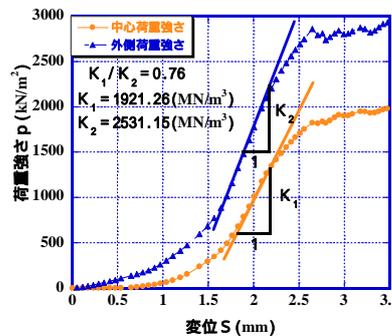


図5.セメント改良土 変位 - 荷重強さ関係

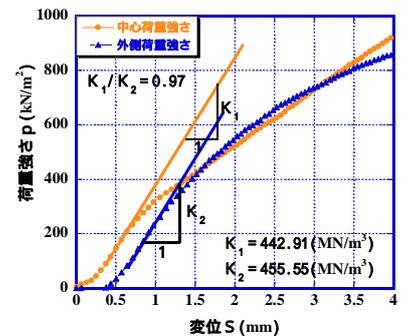


図6.マサ土 変位 - 荷重強さ関係

接線勾配とした。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  $K_1/K_2$  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、 $K_1/K_2$  は荷重の分担率を表す。弾性ゴムとセメント改良土では、 $K_1/K_2 < 1$  となり、 $c$ 材としての挙動を示すことが確認できた。また、マサ土では、 $K_1/K_2$  は1前後となり、 $c \cdot \phi$  どちらも持つ砂質土と粘性土の中間の性質を有することが示された。豊浦砂では、 $K_1/K_2 > 1$  となり、 $\phi$ 材としての挙動を示すことが確認できた。

4.3 豊浦砂の地盤反力係数比と三軸試験から得られた  $\phi$  との比較

豊浦砂については、三軸試験から導いた $\phi$ と、相対密度をそろえて同条件下で行った載荷実験から求めた  $K_1/K_2$  とを比較した。このとき、 $\phi$ については  $c = 0$  として算定した。図7より、 $\phi$ の増加に伴い  $K_1/K_2$  も増加する傾向が示された。このように初期の剛性を測れば、非破壊状態であっても、 $K_1/K_2$  が  $\phi$  の傾向を捉えることができるため、非破壊試験により砂質土の  $\phi$  の違いを評価する指標となり得ると考えられる。

5.まとめ

供試体の種類の違いが地盤反力分布に反映されており、砂と粘土の違いを明確に示すことができた。特に豊浦砂については、地盤反力係数比と  $\phi$  に相関があることが明らかとなった。今後は豊浦砂だけでなく、マサ土、カオリン粘土改良体においても三軸試験を行い、地盤反力係数比  $K_1/K_2$  と  $c$  あるいは  $\phi$  との相関性を検討していく予定である。

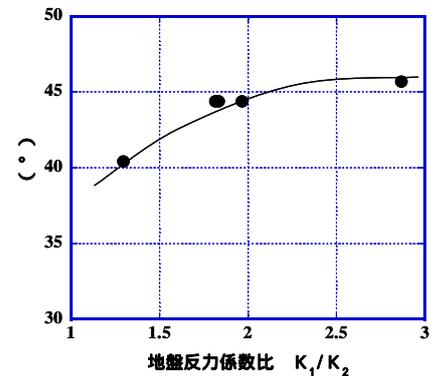


図7.豊浦砂  $K_1/K_2 - \phi$  関係

【参考文献】

- 1) 松岡元: 基礎土工学シリーズ15 土質力学 pp87-89
- 2) 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