

接地圧分布測定装置を用いた地盤材料の地盤反力特性

九州大学大学院 学○大茂知資

九州大学大学院 正 安福規之 正 大嶺聖

1.はじめに

現在の土質試験では、コーン貫入試験や平板載荷試験などにより地盤の強度特性や土質区分を知ることができ、様々な土質試験が実務的に行われている。一方、近年では、土質試験では重錘落下式たわみ測定装置(FWD)や重水落下型変形係数測定(FWDM)装置を用いた試験¹⁾など、非破壊での強度試験も多く開発されている。そこで、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、接地圧分布測定装置という室内試験装置を開発した。前回までの報告では、この装置による載荷試験の結果から地盤反力係数比 R を計測し、各種地盤材料のもつ強度特性を評価し、 R と内部摩擦角 ϕ との相関性を示した²⁾。さらに、接地圧分布測定装置の現場への適応を目指すに当たり、平板載荷試験に着目した。そして、平板載荷試験を改良した新たな接地圧分布測定装置を作製している。今回の報告では、改良後の試験装置の地盤材料の強度評価法を検討する前段階として、室内で予備実験を行い、改良効果を考察した。

2.接地圧分布測定装置の現場への適用の考え方

図1に、接地圧分布測定装置の載荷板を示す。改良する接地圧分布測定装置の載荷板の直径を $d=300\text{mm}$ とし、より詳しく接地圧分布形状を測定するために、載荷板を3層に分けた。つまり、現場試験では、平板載荷試験装置の載荷板が3つに分かれていることになる。まずは、現場への適用の前段階として、室内試験で簡単な装置を作製し、載荷板の分割形状が及ぼす接地圧分布形の傾向を把握するための予備実験を行う。この3層に分かれた載荷板が測定する荷重強さと接地圧分布形との関係を求めるために、3層の載荷板を簡易な2つのケースに分けて考える。

typeA を中心円半径 1.77cm 、typeB を中心円半径 2.17cm でそれぞれ分割したものとする。また、これらは載荷板の中心部分面積：外側部分面積 $=1:1$ 、 $3:1$ となっており、typeA は従来の研究に用いてきた装置である²⁾。これら2つの載荷板を用い、接地圧分布形状を考察する。そしてこれらの重ね合わせにより、3層に分かれた載荷板を持つ現場用の試験の強度特性の評価法を検討する。

3.地盤反力係数比 R の定義

図2に豊浦砂の変位－荷重強さ関係の一例を示す。載荷板全体の荷重強さのピークはほぼ一致しているが、typeA と typeB では載荷板面積比が異なるため、中心荷重強さが変化していることが分かる。ここで、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、載荷試験における地盤反力係数に着目した。地盤反力係数 K を原点から任意の変位の荷重強さまでの勾配とする。載荷板中心部分および外側部分での地盤反力係数をそれぞれ K_1 、 K_2 とおき、両者の比を地盤反力係数比 $R=K_1/K_2$ と定義する。これは、ある任意の変位での荷重強さの比であるため、 $R=K_1/K_2=p_1/p_2$ となり荷重の分担比を表す。 $(p$:荷重強さ)

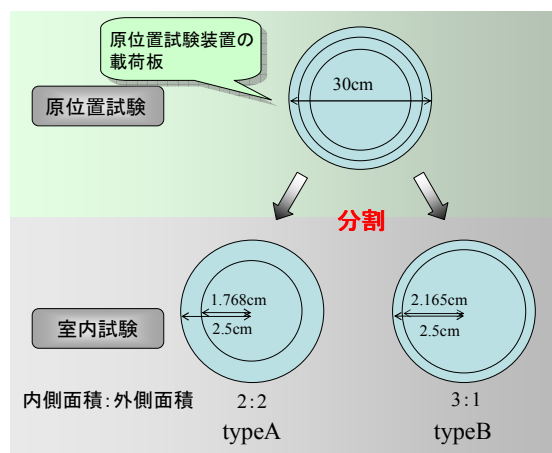


図1. 接地圧分布測定装置の載荷板

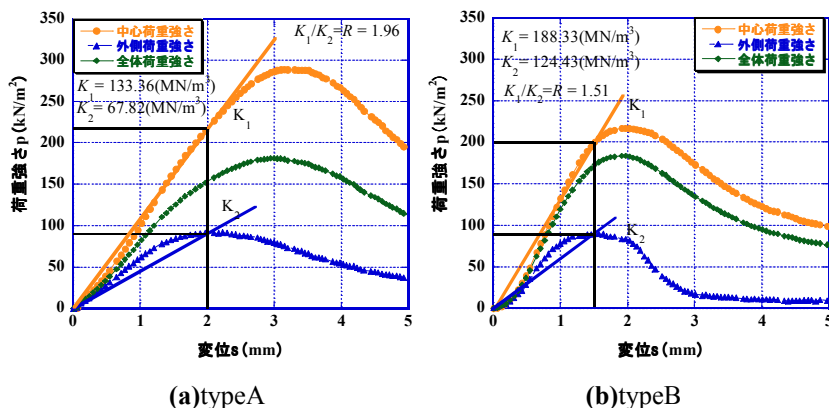


図2. 豊浦砂 $Dr=80\%$ の変位－荷重強さ関係

4.実験概要

弾性ゴム体、豊浦砂、マサ土を対象に typeA と typeB それぞれの接地圧分布測定装置を用いた載荷試験を行う。

弾性ゴム体は $\phi 10 \times 20 \text{cm}$ であり、豊浦砂は $\phi 15 \times 12.5 \text{cm}$ の円形モールドに詰め、モールド側面をハンマーを用いて締め固めた。マサ土も同様に円形モールドに詰め、3層に分け2.5kgランマーで突き固めた。また、装置上部に設置している、載荷板全体にかかる荷重を読み取るロードセルの容量を10kN、載荷板中心部分の受け持つ荷重を読み取る下部のロードセルの容量を5kNに設定した。typeAとtypeBでは、同条件で載荷試験を行うために、試料作製時の突固め回数や含水比、乾燥密度をそろえ、試料自体のばらつきをできるだけ小さくすることで、変位－全体荷重強さ関係の挙動を一致させた。

5. 実験結果と考察

typeAとtypeBの変位－荷重関係、変位－荷重強さ関係から、それぞれの載荷板が受け持つ荷重を重ね合わせ、接地圧分布形状を測定した。図3に弾性ゴム体の接地圧分布形状を示す。測定した接地圧分布を長方形で示し、上に凸であることから基礎端部に行くほど荷重強さが大きくなっている。またここで、地盤反力係数比 R に着目する。typeAは載荷板中心部分と外側部分の面積が等しいため、typeAの R と分布形を比較する。 $R = 0.48 < 1$ となるため、外側が受け持つ荷重が大きいことが確認できる。また、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。円形基礎の接地圧分布はこのとき

$$p(r) = \frac{Q}{2\pi L^2} \frac{1}{\sqrt{1 - (r/L)^2}} \quad (1)$$

(Q : 円形基礎に作用する荷重、 L : 基礎の半径 r : 基礎の中心からの距離)と表され、図1のような曲線を描く。これより、実験結果から推定した接地圧分布形状は理論解とよい一致を示した。図3に豊浦砂の貫入量1mm時の接地圧分布形状を同様に示す。このように、下に凸の形状を示し、また $R = 1.76 > 1$ となることから、砂質土地盤としての特性を示すことが分かる。図4にマサ土の接地圧分布形状を示す。図4(a)は載荷板変位が約2mmのとき、また図4(b)は変位が約4mmのときである。このように、マサ土の接地圧分布形の凹凸に大きな差が見られないが、やや上に凸の形状を示していることから、マサ土は中間土としての性質を持つが、粘性土地盤の特性を持つことが確認できる。また、変位 $s \approx 2 \text{mm}$ 、4mmのときの地盤反力係数比はそれぞれ $R = 0.81$ 、0.88となり、分布形と相関性が見られる。

6. まとめ

接地圧分布測定装置のtypeAとtypeBでそれぞれ測定した荷重の差し引きにより、接地圧分布が詳しく知ることができた。また、載荷板を細かく分割して別々に荷重を測定することで、接地圧の分布特性が推定できることから、改良した原位置での接地圧分布測定装置においても、同様に地盤特性が判定できることが示唆された。載荷板を分割することで得られた荷重の比較から地盤材料の特性を評価するために、各種地盤材料と応力分布形や地盤反力係数比との関係をモデル化することや、解析によりこの関係を考察することが今後の課題である。また、改良後の接地圧分布測定装置と室内試験との比較検討もこれからの課題である。

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、大嶺聖、安福規之、小林泰三: 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、土木学会全国大会第63回年次学術講演会

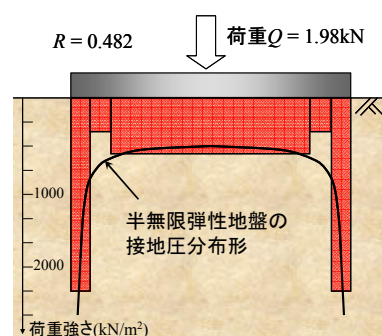


図3. 弾性ゴム体の接地圧分布形状

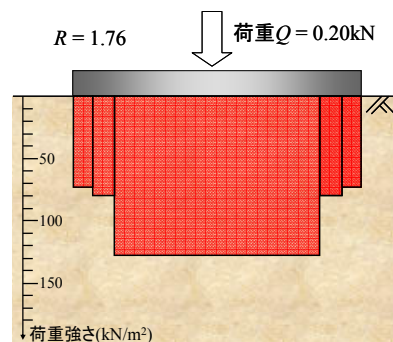
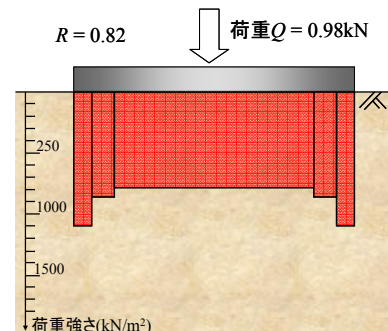
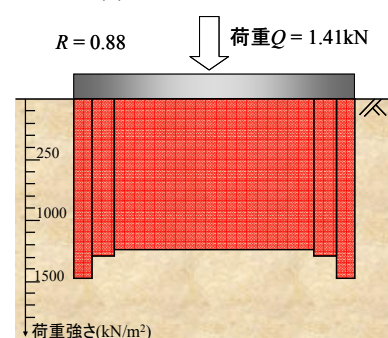


図4. 豊浦砂の接地圧分布形状



(a) $s = 2 \text{mm}$ のとき



(b) $s = 4 \text{mm}$ のとき

図5. マサ土の接地圧分布形状