

大型三軸土槽を利用した室内摩擦力試験

九州共立大学 ○正 徐 光 黎 正 前田 良刀

九州大学 正 落合 英俊 正 安福 規之

1. まえがき

近年、 N 値などの経験的手法による地盤の強度定数や構造物基礎との摩擦強度定数の決定法はかなり安全側であるとの報告がなされつつある。このため、安全かつ経済的な設計をするためには、基礎と地盤の挙動を合理的に評価することの重要性が認識されてきた。特に、今回の大地震の経験から基礎の終局限界状態までを説明できる地盤の諸定数の測定法とその評価法が求められている。

筆者らは、原位置での摩擦強度を直接推定する試験装置として、S.B.I.F.T.(Self Boring-typed In-situ Friction Test)装置の開発、試験結果について報告した^{1),2)}。この中で、S.B.I.F.T.の測定データの地盤力学的な特徴、原位置の杭の載荷試験および不攪乱試料を用いた三軸圧縮試験でのせん断強度や摩擦強度との比較、およびせん断地盤反力係数の推定などを検討した。

しかしながら、この原位置試験法の適用性については地盤の性状のはっきりした条件下では確認しておくことが必要である。今回、大型三軸土槽を製作し、これを利用して、I.F.T.装置による室内摩擦力試験を行なった。本文では、得られたデータの特徴、および別に実施された室内モデル杭の支持力試験との比較結果について報告する。

2. 実験装置と載荷法

図-1には大型三軸土槽とI.F.T.装置の概要を示す。大型三軸土槽は、内径900mm、高さ1500mmであり、壁面に2つの土圧計を設置している。実験に用いたProbeは、直径100mm、長さ500mmである。Probe以外の周囲にはグリスを塗ってメンブレンを取り付けた。先端抵抗力を除出するため、スポンジを先端に装着した。Probe表面の粗滑は任意の形状に変えられるのが特徴である。今回の試験では、図-2に示したように2種類の表面形状を用いた。

地盤は乾燥状態の岡垣砂を用い、空中落下方法により作成した。相対密度は $D_r=35\%$ (乾燥密度 $\gamma_d=1.46\text{g/cm}^3$)程度であり、毎回ほぼ均一な地盤が作成されたことを確認した。

荷重の載荷は、垂直応力 q_v を多段階で載荷し、その値を保持したまま壁面に平行な応力 q_{H} を載荷した。各 q_v に対する q_{H} が約5mm変位するまで(約杭径の5%)載荷された後、新たな q_v と q_{H} に移行した。今回、壁面への q_v は上載空気で加圧し、土圧計により測定した。 q_{H} と変位 δ_{H} はロードセルを介して測定した。 q_{H} の載荷は、①上方引き上げ後、下方押し込み、②上方引き上げのみ、と③下方押し込みのみ、とした。

3. 実験結果とその考察

図-3はすべての試験ケースでの静止土圧係数 K_0 の統計結果である。静止土圧係数にはばらつきがあるが、平均値は $K_{0,\text{mean}}=0.354$ になっている。この値はJaky式と良く対応している。岡垣砂の三

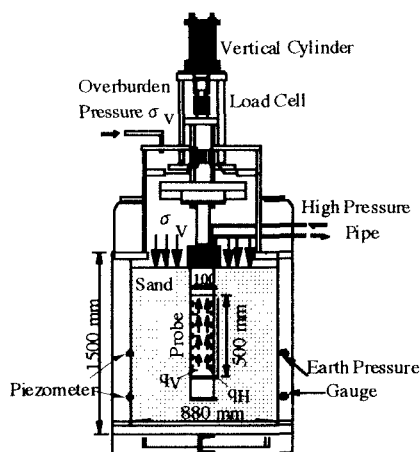


図-1 大型土槽とI.F.T.装置の概要

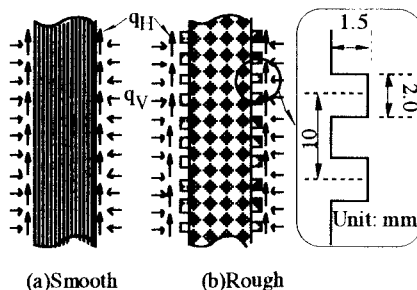


図-2 測定に用いた表面形状

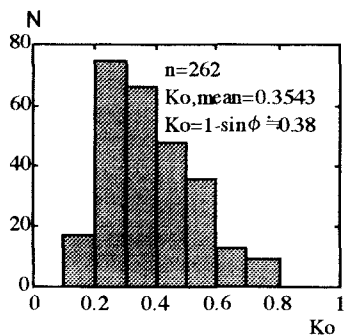


図-3 静止土圧係数の分布図

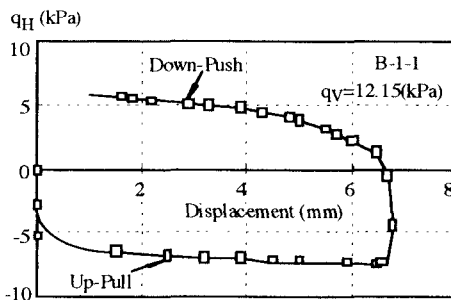


図-4 引き抜きと押し込み载荷試験例 (滑)

軸圧縮試験によると、相対密度 $D_r=35\%$ に対する内部摩擦角度 $\phi=38^\circ$ である。

図-4 は垂直応力 $q_v=12.15\text{kPa}$ における上方引き抜き後、下方押し込んだ载荷試験の例である。上方引き抜きでは抵抗力が早く発揮されるが、下方押し込みでは抵抗力が徐々に増加する。これは既に一方向せん断ひずみを受けた砂が引続いて逆向きにせん断される際の特徴であろう。しかし、両方とも発揮された抵抗力はほぼ同じである (図-5)。

図-6 は、図-2 に示した表面形状の違いが q_{v1} と q_{H1} の関係に及ぼす影響を示したものである。得られた摩擦強度は Probe 表面形状の粗滑によって違うものの、いずれにおいても、垂直応力 q_{v1} と平行応力 q_{H1} の関係が一定である。これらの結果より、I.F.T. 試験では Probe と地盤の接触面での直接摩擦強度を得られることが分かる。今回、用いた滑、粗表面形状における摩擦角度 δ はそれぞれ約 25° と 36° であった。これらの角度はそれぞれ地盤と鋼製杭の摩擦強度、および地盤と地盤との摩擦強度に近い。従って、表面の粗滑の程度を種々の杭材に一致させれば、杭の周面摩擦強度が分かり、十分に粗とすれば地盤の内部摩擦強度に近づくものと考えられる。

図-7 は I.F.T. 装置で測定したデータとモデル杭の支持力試験の結果を比較したものである。モデル杭の表面形状は図-2 の Smooth 表面と同一である。図-7 から、同じ表面形状での I.F.T. 試験とモデル杭試験において発揮された周面摩擦力がほぼ対応していることが分かる。

4. まとめ

大型三軸土槽を用いた室内摩擦試験を行った。垂直応力と平行応力の間には一次比例関係が見られ、別途原位置で測定したデータの特徴と同じく、本試験法の適用性が確認された。なお、I.F.T. 試験から得られる摩擦強度は境界面の粗滑によって異なるため、摩擦強度を推定するには、対象とする杭材の粗滑の程度に Probe 表面形状を一致させる必要がある。

参考文献

- 1) 前田良刀, 落合英俊, 安福則之, 坂田隆博, 森田靖章: S.B.I.F.T. から得られたデータの支持力理論的考察, 九州共立大学工学部研究報告, 第 21 号, 1996
- 2) 徐光黎, 前田良刀, 落合英俊, 安福則之: ボーリング孔内での原位置摩擦試験による強度定数とその特徴, 第 41 回地盤工学シンポジウム, 1997, 1

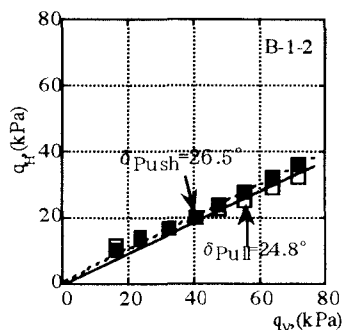


図-5 I.F.T. 試験測定結果の例

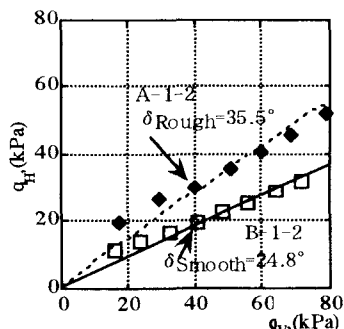


図-6 表面形状の影響

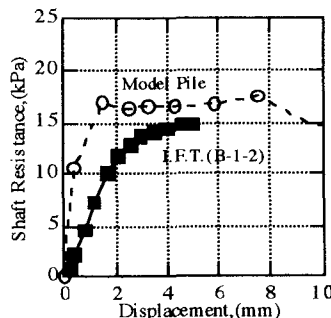


図-7 I.F.T. 試験と杭载荷試験から得られた周面摩擦の比較