

SBIFT による杭の周面摩擦力の推定について

(株) コンサルタンツ大地 ○正会員 徐 光 黎 坂手 道明
九州共立大学 工学部 正会員 前田 良刀
九州大学 工学部 フェロー 落合 英俊

1. まえがき

杭の支持力問題は地盤条件のみならず、杭の施工法、杭種などによって影響を受けるため、杭の支持力を精度よく推定することがかなり難しい。杭の支持力発見メカニズムに近い評価法あるいは試験法の確立が望まれている。著者らが開発してきた原位置摩擦試験 SBIFT(Self Boring In-situ Friction Test)の载荷パターンは杭の周面摩擦力の発見過程に近づく、しかも本装置の载荷表面形状・粗度を自由に変化でき、杭種への対応が容易であると考えられる。

本文は、SBIFT による杭の周面摩擦力の推定について検討したものである。室内载荷試験、杭载荷試験との比較を行うことにより、SBIFT による杭の周面摩擦力の推定法が適用可能であることが明らかである。

2. SBIFT 境界面での摩擦力の特性

SBIFT の基本は、水圧で装置を孔径方向に膨張させ、その後鉛直方向にせん断することで地盤と装置の接触面での摩擦強度が測定される。その測定管境界でのせん断応力 q_H と変位 δ_H との模式的関係を Fig. 1 (a) に示す。地盤が弾性体で、その物体力が無視できる ($\gamma = 0$) とすると、測定管の中心から任意距離 r にある円筒面に働くせん断力、せん断ひずみは、次式で表せる。

$$\text{せん断力: } \tau_{r=r} = \frac{q_H r_0}{r} \qquad \text{せん断ひずみ: } \gamma_{r=r} = \frac{q_H r_0}{Gr} = \frac{\delta_H |_{r=r_0}}{r \ln(r_a / r_0)} = \frac{\delta_H |_{r=r_0}}{r \lambda}$$

地盤せん断ひずみは、測定管に接した部分で最大となるが、測定管から離れるにしたがって急速に減少する。径の2倍離れたところ ($r=5r_0$) では、せん断ひずみが 20%に減少する。実際の地盤では地盤の非線形性により、それほど遠方までひずみが生じない場合が多いと考える。

この理論解析は Randolph and Wroth が提案した杭の簡易モデルにおける考え方と同じである (Fig.1(b))。SBIFT 測定管の境界面でのせん断力の発現特性は、杭の摩擦特性に力学的に相似である。よって、SBIFT による杭の周面摩擦力の推定への適用が可能である。なお、SBIFT 载荷の方向は通常の杭の载荷試験の方向に逆であるが、組合せ荷重下の支持力論および室内载荷試験から、引上げる载荷方式と押し下げる方式ではその支持力に差が無視できる。SBIFT 载荷では、杭先端の鉛直応力の相互作用の影響を受けておらず、杭周面摩擦力の検討に有利であると思われる。

3. 室内载荷試験との比較

SBIFT による杭の支持力推定の適用性を確認するため、室内 SBIFT の摩擦力試験および模型杭の载荷試験を行った。気乾状態の岡垣砂を用い大型三軸土槽にて試験をした。模型杭は、アルミ製で、径 $\phi=100\text{mm}$ 、根入れ長さ $L=600\text{mm}$ で比較的

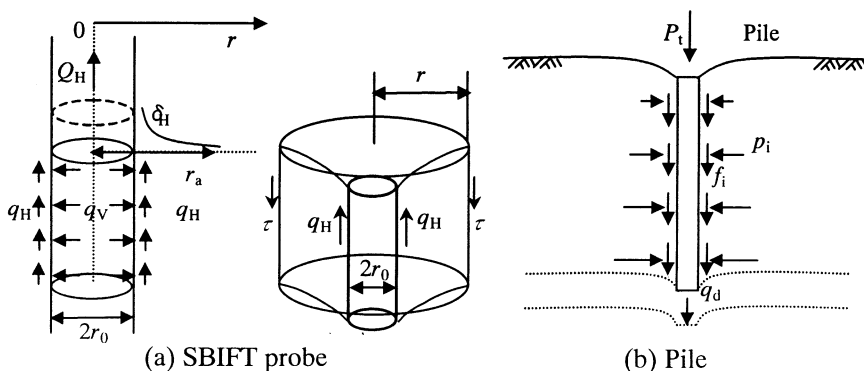


Fig-1 Shaft resistance around SBIFT probe and pile

Key words: self boring in-situ friction test, shear strength, deformation moduli, bearing capacity of pile,

〒733-0812 広島市西区己斐本町2-20-16

TEL 82-273-1471

FAX 82-273-1473

〒807-8585 北九州市八幡西区自由ヶ丘1-8

TEL 93-693-3229

FAX 93-603-8186

〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1

TEL 92-642-3283

FAX 92-642-3322

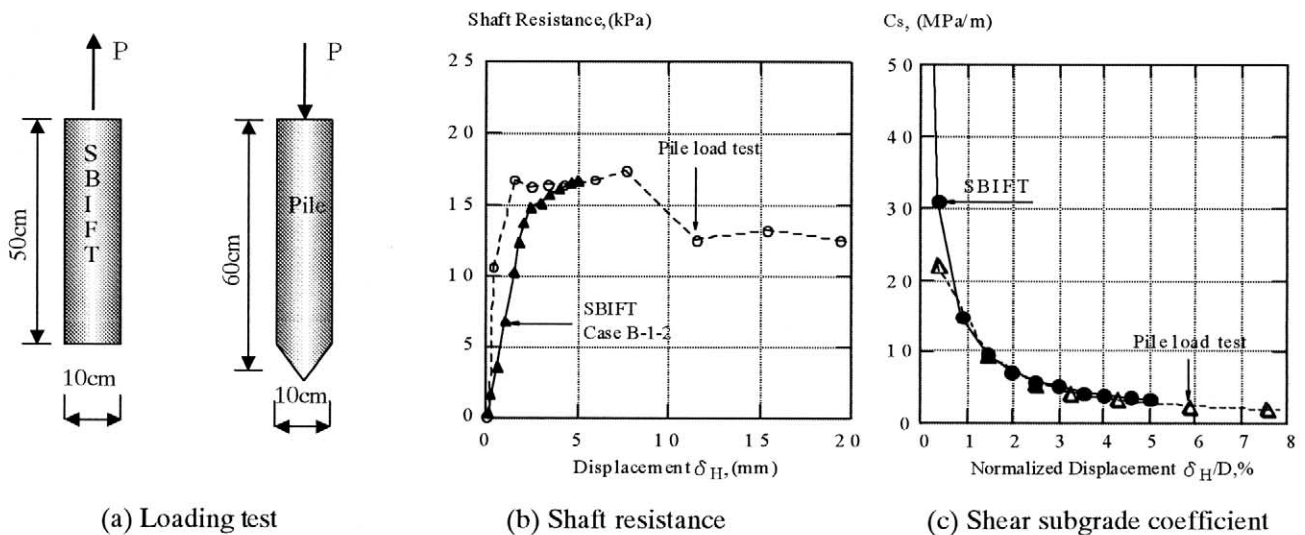


Fig.2 An example of SBIFT and pile loading tests in laboratory

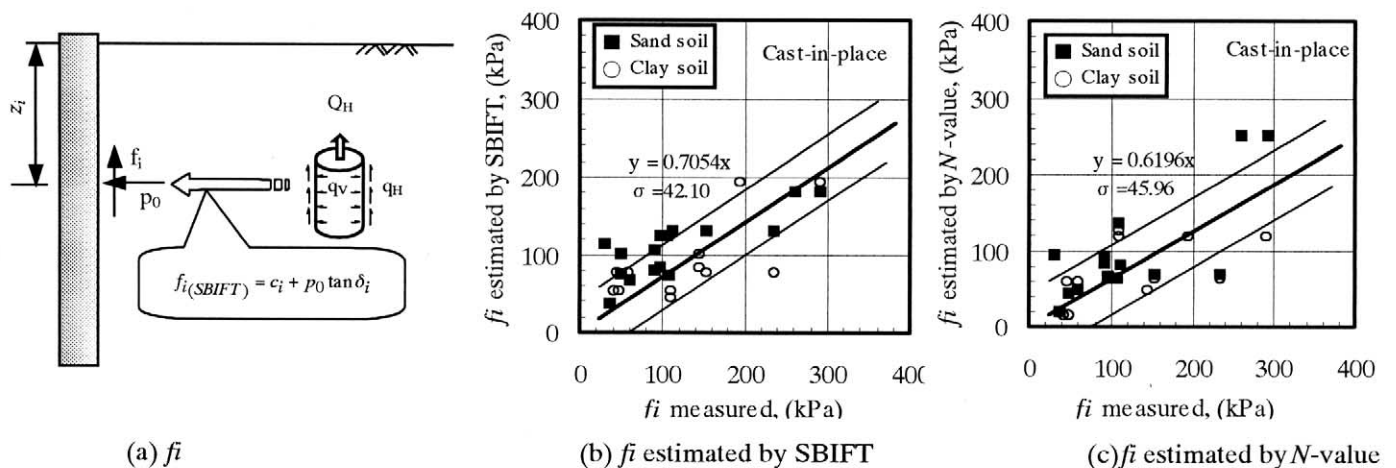


Fig.3 Shaft resistance measured by pile loading test and estimated by SBIFT/N-value

大型杭である。両者の比較試験の上載圧を $\sigma_v = 49 \text{ kPa}$ とした。

SBIFTと模型杭の試験結果から得られた周面摩擦力～変位の関係を Fig.2 に示す。この図より、SBIFT で発揮された摩擦力は杭の周面摩擦抵抗と一致している。せん断地盤反力係数と正規化した変位の関係を着目すると、SBIFT での周面摩擦力度の発現過程は杭の支持力発現過程に近似であることが明らかである。

4. 杭載荷試験との比較

SBIFT 載荷の特徴より、SBIFT から杭の周面摩擦力を推定することができる。Fig.3 は場所打ち杭の載荷試験データから、SBIFT、杭載荷試験および N 値による推定した周面摩擦力を整理・比較したものである。図より、SBIFT による推定した周面摩擦力の値は杭載荷試験の値の約 7 割である。これに対し、実務的に汎用された N 値から推定した周面摩擦力は杭載荷試験の値の約 6 割である。すなわち、SBIFT による推定した杭の周面摩擦力のバラツキは N 値の推定法とほぼ同程度であるが、支持力は N 値の推定法より約 1 割大きい。

4. まとめ

測定管の境界面でのせん断力の発現特性は、杭の摩擦特性に力学的に相似しており、SBIFT による杭の周面摩擦力の推定への適用が可能である。今後、載荷試験のデータを蓄積した上で、SBIFT による杭の支持力の推定方法を検討していく。

参考文献：徐光黎，前田良刀，落合英俊，安福規之，坂手道明：原位置摩擦試験による地盤の強度・変形係数の推定と実務への適用，土木学会論文集，No. 617/III-46，pp. 191-200，1999。