

Ⅲ-A382

SBIFTによる地盤の摩擦強度と三軸圧縮試験の比較

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

1. まえがき

最近、地盤の支持力・変形定数を精度良く推定且つ実務に適用する試験法の重要性が認識されてきている。このため、著者らは新しい原位置試験法として、地盤の乱れや応力解放の影響を少なくしたセルフボーリング型原位置摩擦試験 SBIFT (Self Boring In-situ Friction Test)を開発した。これによる地盤強度・変形の評価について研究をしている。

ここでは、現在工事中である二箇所の高速道路建設地点の地盤を対象として行った不攪乱試料による室内での三軸圧縮試験と原位置での SBIFT による地盤強度の測定結果の比較について検討する。

2. SBIFT 試験概要

SBIFT試験機構としては従来からの地盤の変形係数測定のための孔内水平載荷試験とせん断定数を測定するための室内での直接型せん断試験を組み合わせたものと考えることができる。壁面への垂直応力 q_v を作用させ、その値を保持したまま壁面に平行応力 q_H を作用させる。この二つの応力の相互関係、応力と変位の関係から設計に必要な地盤情報が得られる。

試験装置と地盤の接触面での摩擦抵抗として、孔壁に加える多段階の垂直応力 q_v と平行応力 q_H の関係から、粘着力 c 、摩擦角 δ が得られる。この摩擦抵抗は測定装置の粗度により変化するが、表面に凹凸を設けて十分に粗とすると地盤のせん断定数 c, ϕ に近くなる。今回は、装置の表面に十分に粗であり、地盤強度の測定と考えてよい。

3. 室内三軸圧縮試験概要

二箇所の試験は①第二名神高速道路・飛鳥西ランプ橋；②九州自動車道・鳥栖JCT橋の基礎の地盤が対象である。①の対象地盤は主な粘性土であり、②の地盤は砂質土である。試験試料はトリプルチューブサンプラーで慎重に採取し、塩ビパイプに密封され、砂質土の場合は試料をその場で凍結保存した。

整形による影響を少なくするため、三軸圧縮試験供試体の直径を原位置でのサンプリング径 ($\phi=70\text{mm}\pm$)に一致させた。砂質土の場合は、凍結した試料を三軸試験機のセル内にセットし、融解による試料の崩壊を防止するため、 $\sigma_3=0.2\text{kgf/cm}^2$ の拘束圧を加え、24時間経過後常温で完全に融解していることを確認して圧密過程へと移った。圧密時間も24時間確保し、過剰間隙水圧が残っていないことを確認した。

三軸圧縮試験の拘束圧 σ_3 を $\sigma_3 = K_0 \cdot \sigma_v = K_0 \cdot \gamma_{sat} \cdot z$ で決めた値の前後とした。

4. 実験結果とその考察

4.1 第二名神高速道路・飛鳥西ランプ橋(粘性土)

該当の地盤は沖積砂質土層(GL-3.7m~15.5m)および沖積粘性土層(GL-15.5~31.0m)から成っているが、ここでは沖積粘性土層に対して室内三軸圧縮試験とSBIFT実施した試験結果を述べる。

図-1は深さGL-20mの試料に対して非圧密・非排水条件での三軸圧縮試験より得られた応力ひずみ曲線で、その応力モール円を図-2に示す。 $\sigma_3=392\text{kPa}$ のケースでは、試料を成形する時乱れてしまったのでその事例を除くと、せん断強度 $c_U=43\text{kPa}$ 、 $\phi_U=0$ が得られた。また、一軸圧縮試験(図中の $\sigma_3=0$ に相当)も併せて実施した。一軸圧縮試験のピーク強度は他の三軸圧縮試験とほとんど同じ値が得られ、せん断強度は $c_U = q_U/2 = 46.7\text{kPa}$ となった。

図-3は同一地盤で行ったSBIFTの測定曲線を示したものである。垂直応力 q_v を5段階に分けて載荷し、その時のせん断応力 q_H との関係も図-2に示している。これからSBIFTにおける得られたせん断強度が $c_U=46.1\text{kPa}$ 、 $\phi_U=0$ であり、他の試験結果とほぼ等しい。したがって、飽和粘土の場合には、SBIFTでは非圧密・非排水状態で試験

Key words: self boring in-situ friction test, triaxial compression test, shear strength, total stress path, effective stress path

〒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

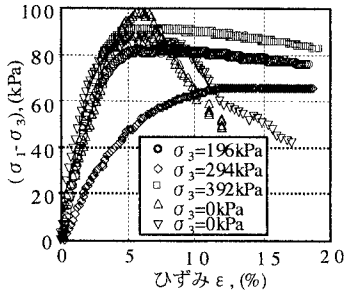


図-1 圧縮試験応力ひずみ曲線
(飛島西ランプ橋, 粘土, GL-20.0m)

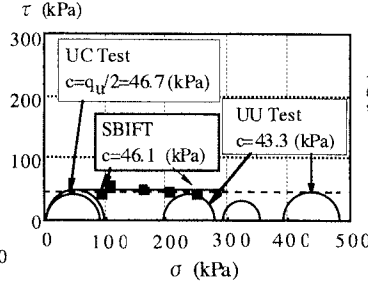


図-2 各試験応力モール円
(飛島西ランプ橋, 粘土, GL-20.0m)

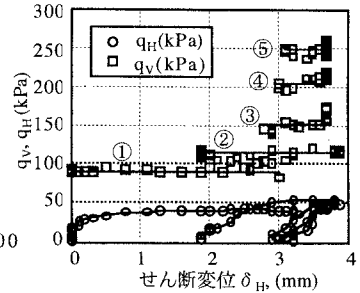


図-3 SBIFT応力変位曲線
(飛島西ランプ橋, 粘土, GL-20.0m)

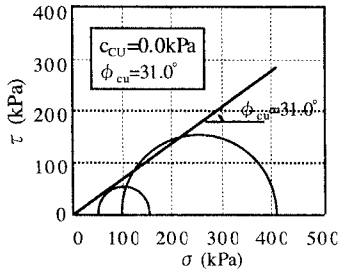


図-4 三軸CU試験せん断強度
(鳥栖JCT, 砂質土, GL-5.0m)

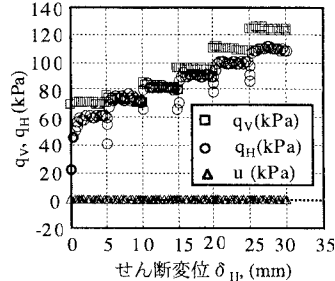


図-5 SBIFT応力変位曲線
(鳥栖JCT, 砂質土, GL-8.5m)

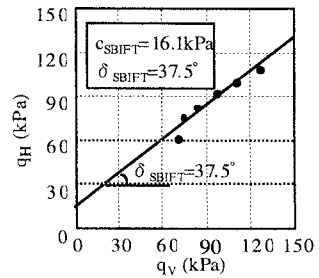


図-6 SBIFTせん断強度
(鳥栖JCT, 砂質土, GL-8.5m)

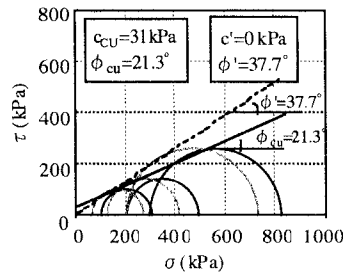


図-7 三軸CU試験せん断強度
(鳥栖JCT, 砂質土, GL-13.0m)

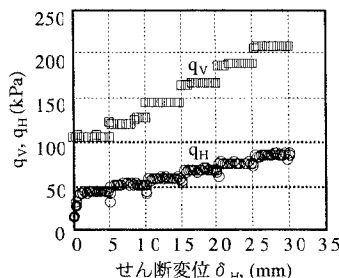


図-8 SBIFTせん断強度
(鳥栖JCT, 砂質土, GL-13.5m)

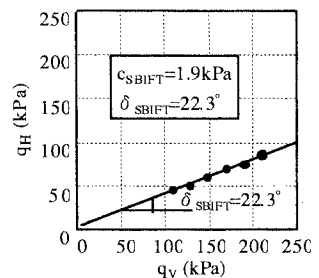


図-9 SBIFTせん断強度
(鳥栖JCT, 砂質土, GL-13.5m)

が行われていることを意味する。

(2) 九州自動車道・鳥栖 JCT 橋（砂質土）

当地区の地盤は沖積砂質土と礫まじり砂地盤が主体であるが、ここでは沖積砂質土の深さ GL-5.0m, および GL-13.0m から採取した試料に対する試験例を述べる。図-4 と図-7 は圧密・非排水条件での三軸圧縮試験より得られた結果である。所定の拘束圧 σ_3 で 24 時間かけて圧密した後、せん断を行なった結果である。図-4 のでは、有効応力が正確に測定できなかったことから、全応力表示のみの強度としている。図-7 の例では、全応力表示で $c_{cu}=31$ kPa, $\phi_{cu}=21.3^\circ$ 、有効応力表示で $c'=0$ kPa, $\phi'=37.7^\circ$ が得られた。

図-5、図-6 および図-8、図-9 は図-4 および図-7 で採取した試料とほぼ同一深度で行なった SBIFT の結果である。GL-8.5m でのせん断強度は $c_{SBIFT}=16$ kPa, $\delta_{SBIFT}=37.5^\circ$ となり、三軸試験の非排水強度より大きい値となっている。また、GL-13.5m での結果は図-7 に示す全応力表示の強度 c_{cu} 、 ϕ_{cu} に近いことがわかる。これはせん断中の間隙水圧の影響によるものと考えられ、SBIFT では間隙水圧の影響の評価が重要であることがわかる。

4. まとめ

地盤の乱れを極力防止するために工夫された原位置での試験法である SBIFT の結果は精密な条件で行った三軸圧縮試験の結果とほぼ一致したが、今後は間隙水圧の測定を工夫して SBIFT の精度を高める必要がある。