

原位置せん断摩擦試験による直接基礎設計定数の推定に関する考察

独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○福島 宏文
正会員 西本 聡
正会員 富澤 幸一

1. はじめに

道路橋示方書（以下、道示¹⁾）をはじめとする設計基準・要領で適用がすすんでいる性能規定型基準は、構造物に要求される性能を規定する基準である。要求される性能を満足することが説明できれば、新技術や新工法が採用可能であるため、コストや工期の縮減が期待でき、技術開発の促進が見込まれる。性能規定型設計の導入は、より適正な設計条件設定を要求する傾向にあり、とりわけ、構造物設計の与条件を得るための地質調査については、設計手法に即した調査が求められることになる。直接基礎構造物の設計においては、寸法効果補正が導入されるなどその傾向が顕著であり、信頼性の高い地盤定数を得るため、各種原位置試験の重要度が高くなっていると考えられる。

本報では、新しい試験法である、原位置せん断摩擦試験(SBIFT)²⁾により推定した地盤定数について検討を行った。

2. 直接基礎支持地盤の地盤定数推定法

直接基礎支持地盤の地盤定数の推定法は、各機関の要領基準等によって種々の方法が示されているが（図-1）、実務的には N 値等から間接的に推定する手法によって設計定数が決定されることが多い。

北海道開発局では、岩盤については、一軸圧縮強度及びRQDによる方法（北海道開発局道路設計要領³⁾）と換算 N 値から推定する方法（NEXCO設計要領⁴⁾）により、地盤定数の推定がなされている実態にある。

また、砂れきのせん断抵抗角 ϕ は、道示で提案されている砂の ϕ を N 値から推定する参考式⁵⁾を用いている。砂れきの粘着力 c については推定が困難なことから、設計上 $c=0$ とする事例が多く報告されている。 $c=0$ とすることは、現場条件を反映しているとは言い難く、底版幅が大型化している設計例も見られる。

3. 原位置せん断摩擦試験(SBIFT)の概要

SBIFTはボーリング孔で実施する原位置試験で、粘着力 c 、せん断抵抗角 ϕ 、変形係数 E を測定できる試験である。試験装置の概要を図-2、写真-1に示す。試験機構は従来からの孔内水平載荷試験と直接型せん断試験を組み合わせたものである。水平加圧応力、せん断応力、せん断変位等の計測記録から解析を行い、各地盤定数を推定する（図-3）。写真-2は測定機材をセットした状況である。機材設置場所を確保するために足場を必要とする以外に、特別な作業スペースは不要である。適用可能な土質は、中硬岩、玉石を除く多くの地盤条件が対象である。特に、不攪乱試料の採取が困難な砂れき、強風化軟岩、破碎帯、崩積土などで試験可能な点が特徴として挙げられる。

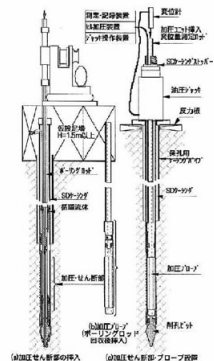


図-2 装置概要



写真-1 SBIFT試験装置

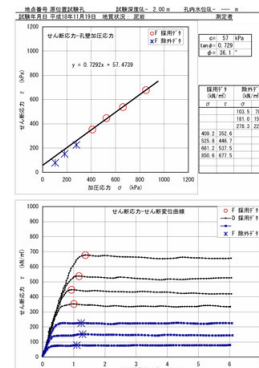


図-3 データシート



写真-2 設置状況

キーワード 原位置せん断摩擦試験 平板載荷試験 地盤定数

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34 土木研究所寒地土木研究所 寒地地盤チーム Tel: 011-841-1709

4. 原位置試験の実施

直接基礎の性能規定型設計に対応した、より信頼性の高い事前調査方法が求められている。ここでは各種地盤定数推定法の設計条件への適用性を判断する基礎資料とするため、直接基礎の支持地盤（砂岩、泥岩、砂れき）において、SBIFT、平板载荷試験（600mm 载荷板による水平試験）（写真－3）、三軸試験(CU・CD)により地盤定数の推定を行い、設計条件との比較検討を行った（表－1）。地盤条件ごとの試験結果を図－4～6に示す。

表－1 比較ケース一覧

	地盤種別	SBIFT	平板载荷試験	室内試験
(1)	軟岩(砂岩)	○	○	三軸 CU
(2)	軟岩(泥岩)	○	○	三軸 CU
(3)	砂れき	○	—	三軸 CD

(1) 軟岩（砂岩）における試験結果（図－4）

SBIFTにより推定された地盤定数は、設計条件（換算 N 値による推定法）にほぼ近似した。また、平板载荷試験による推定値ともおおむね合致した。一方、三軸試験の結果は、他と異なる傾向を示した。これは、室内試験と原位置の条件（飽和条件、排水条件等）の差異が一因と考えられる。当該地盤においては、SBIFT の結果は他の推定結果とも比較的良好な相関性を示し、設計定数の推定方法の一つとして適用可能であることが示された。

(2) 軟岩（泥岩）における試験結果（図－5）

SBIFTにより推定された地盤定数は、他のいずれとも異なる傾向を示した。これは、当該地盤の強度が試験の適用範囲を超えていたため、孔壁に接触する加圧せん断部が地盤と一体化しなかったことが原因と考えられる。SBIFTを設計に用いる場合、試験の適用範囲について注意する必要がある。

平板载荷試験結果は、設計条件を下回った。これは地盤掘削後から試験実施までに乾湿繰り返しにより風化したことが一因である。SBIFTは、ボーリング孔を利用することから、応力解放やスレーキングの影響を受けにくい。そのため、施工条件との関係を十分把握する必要があると考える。

(3) 砂れきにおける試験結果（図－6）

砂れきの粘着力を設定することは困難なことから、設計条件では $c=0$ としていたが、SBIFTでは平均で $c=20.2 \text{ kN/m}^2$ と、ある程度の粘着力を有する結果となった。また、不攪乱資料を採取し⁶⁾ 三軸試験(CD)を実施したところ、 $c=150 \text{ kN/m}^2$ 以上と SBIFT と異なる傾向が見られた。これは、供試体の採取位置は必ずしも弱点部分を含むわけではないことや、礫どうしのかみ合わせの効果から、強度が高めに測定されたものと考えられる。SBIFTの影響範囲は供試体より十分大きく、試験によるせん断面は地盤の弱点部分に発生すると考えられ、設計条件の推定値としては妥当と考えられる。

5. まとめ

(1) 直接基礎の設計定数の推定方法の一つとして、SBIFTが活用可能である。

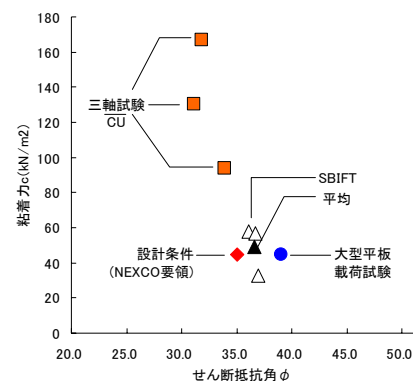
ただし、適用範囲や施工条件との関係を十分把握する必要がある。

(2) 測定が困難な砂れきの粘着力を SBIFTにより算定した。地盤の適正評価によりコスト削減が実現可能である。

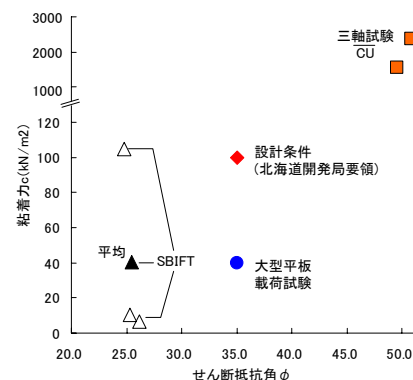
【参考文献】1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説(IV 下部構造編), 2002.3. 2) 前田良刀ほか：原位置せん断摩擦試験(SBIFT)の紹介, 基礎工 pp.76 - 78, 2006.9. 3) 北海道開発局：道路設計要領 第3集 橋梁, pp.3-B-1 - 3-B-12, 2007.4. 4) NEXCO 3社：設計要領 第二集(橋梁建設編), pp.4-8 - 4-12, 2006.5. 5) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 (IV 下部構造編), pp.564 - 566, 2002.3. 6) 小海尚文ほか：礫質土のサンプリング事例, 地盤工学会北海道支部 技術報告集 第48号, PP.225-226, 2008.2.



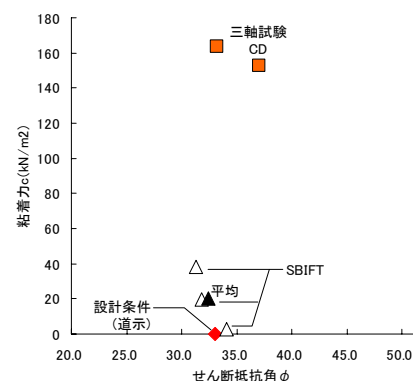
写真－3 载荷試験（水平载荷）



図－4 地盤定数の比較（砂岩）



図－5 地盤定数の比較（泥岩）



図－6 地盤定数の比較（砂れき）