

各種地盤調査手法による有明粘土の力学・変形特性の評価

(株)ダイヤコンサルタント 正会員 岩本 直樹

非会員 石賀 弘祐 中村 和範

1. はじめに

近年、構造物基礎の挙動を弾性域～塑性域の変形領域まで合理的に評価した上で設計することの重要性が認識されており、従来から多用されてきた「N 値からの推定」という方法に変わる精度の高い調査手法の確立が望まれている。その中でも地盤の変形特性や強度特性を評価する地盤調査法として、ボーリング孔を利用した原位置試験やサウンディング、サンプリング試料による室内土質試験等が挙げられる。しかし、原位置試験と室内土質試験ではそれぞれに一長一短があり、その特性を十分理解した上で適用する必要がある。

本報告は、有明海沿岸地域において数種の地盤調査手法を実施し、有明粘土の力学特性・変形特性等について整理を行ったものである。

2. 各種地盤調査手法

有明海沿岸地域は、我が国有数の軟弱地盤地帯である。中でも佐賀低平地に分布する有明粘土は高鋭敏性の超軟弱粘性土であることが知られており、特殊土として位置づけられている。

当該地では表-1 に示す原位置試験および室内土質試験を行った。原位置試験は、実際の地盤で直接試験ができるが、ボーリング孔壁や載荷地盤面での乱れによる影響を受けやすい。また、室内土質試験は、より厳密な条件下で実施できるが、試料採取時や運搬時に生じる試料の乱れや応力解放を克服することが課題とされている。サンプリングが困難な場合や試料が不均質な地盤には室内土質試験は不向きである。

表-1 実施した各種地盤調査手法

原位置試験	孔内水平載荷試験(LLT)
	孔内せん断摩擦試験(SBIFT)
	PS 検層(ダウンホール法)
	サイスミックコーン貫入試験(SCPT)
	三成分コーン貫入試験(CPT)
室内土質試験	物理試験
	圧密試験
	一軸圧縮試験
	三軸圧縮試験 $[\overline{CU}]$
	中空ねじりせん断試験

原位置試験のうち、SBIFT(Self Boring Typed In-situ Friction Test)は、セルフボーリング型の孔内せん断摩擦試験であり、地盤の変形特性の他に粘着力、内部摩擦角等の強度特性を精度良く同時に測定できる試験法である。また、サイスミックコーン貫入試験(SCPT)は静的貫入試験の一種で、貫入抵抗と同時に地盤の S 波速度(V_s)を測定し、動的解析に必要な原地盤のせん断剛性率(G_f)を求める試験である。PS 検層や SCPT から求められるせん断剛性率 G_f は、微小ひずみレベル($10^{-5} \sim 10^{-6}$)程度であり、中空ねじりせん断試験で得られる動的諸定数の基準となる重要な初期値($G_f \doteq G_0$)となる。

3. 地盤力学特性の評価

図-1 に室内土質試験(三軸圧縮試験)と原位置試験(SBIFT)による地盤強度特性の比較図を示す。三軸圧縮試験 $[\overline{CU}]$ 条件は、有効応力の変化によって地盤のせん断特性がどのように変化するかを把握するための試験である。SBIFT では圧密による強度増加を考慮した段階的載荷法は不可能であるが、圧密前の急速載荷段階で比較すると、ほぼ近似した結果となっている。

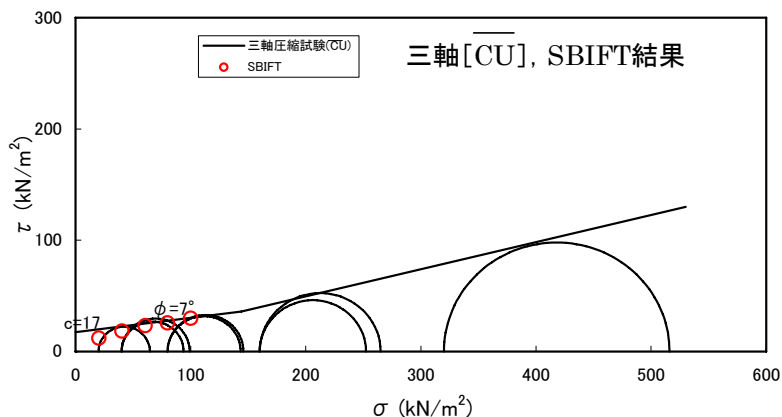


図 -1 三軸圧縮試験とSBIFTによる強度定数

4. 変形特性の評価

図-2に各種地盤調査手法で得た地盤の変形係数の比較図を示す。比較の結果、一軸圧縮試験およびSBIFTの結果は深度に応じて変形係数が大きくなっているが、LLTは他の調査結果に比べて変形係数が小さく、深度に影響をされていないことが分かった。また、SBIFTはさらに大きな値を示すが、微小ひずみレベルであるPS検層や、SCPTによる値よりは小さい値を示している。

一般に、建設工事の際に生じる軟弱地盤のひずみレベルは、通常 1%程度以下と言われている。しかし、通常よく行われている静的地盤調査手法は、ひずみレベルが中～大[10^{-2} ～ 10^{-1}](1%～10%)程度であり、「応力～ひずみ関係」が線形～非線形の範囲を対象としている。また、動的な試験は、ひずみレベルが 10^{-6} レベル程度の微小ひずみであり、「応力～ひずみ関係」は線形で弾性的な範囲を対象としている。

図-3に、微小ひずみレベル(PS検層、SCPT)、中～大ひずみレベル(SBIFT、一軸圧縮試験、LLT)、ならびに小～大ひずみレベル(中空ねじりせん断試験)で得たひずみレベルと変形係数の関係をまとめた。ひずみレベルが大きくなると、変形係数が小さくなる傾向が認められる。一軸圧縮試験とLLTの結果を比較すると、一軸圧縮試験の方がややひずみレベルが小さく、変形係数が大きい傾向が見られる。このことから、有明粘土地盤でLLTを行う場合は、プレボーリング時に発生する孔壁部の緩みが極力小さくなるように留意する必要がある。

5. おわりに

本報告では多種に渡る地盤調査手法を超軟弱な有明粘土地盤に適用し、地盤の評価を行うとともに調査手法の特性についても整理をおこなった。その結果から次のようなことが言える。

- 1) 地盤の力学特性を求める試験として、室内土質試験(三軸圧縮試験)と原位置試験(SBIFT)は、同様の値を得ることができた。
- 2) 超軟弱な粘性土地盤では、ボーリング孔壁の緩みの影響を受けないような試験法の適用が望ましい。
- 3) 地盤の変形特性を求める試験は、対象とする地盤や目的に応じて、調査手法が扱うひずみレベルや接線剛性・割線剛性の区別、単調载荷や繰り返し载荷等について理解し適用する必要がある。

今後、対象とする地盤種別を広げて、さらに詳細な検討を進めていく所存である。

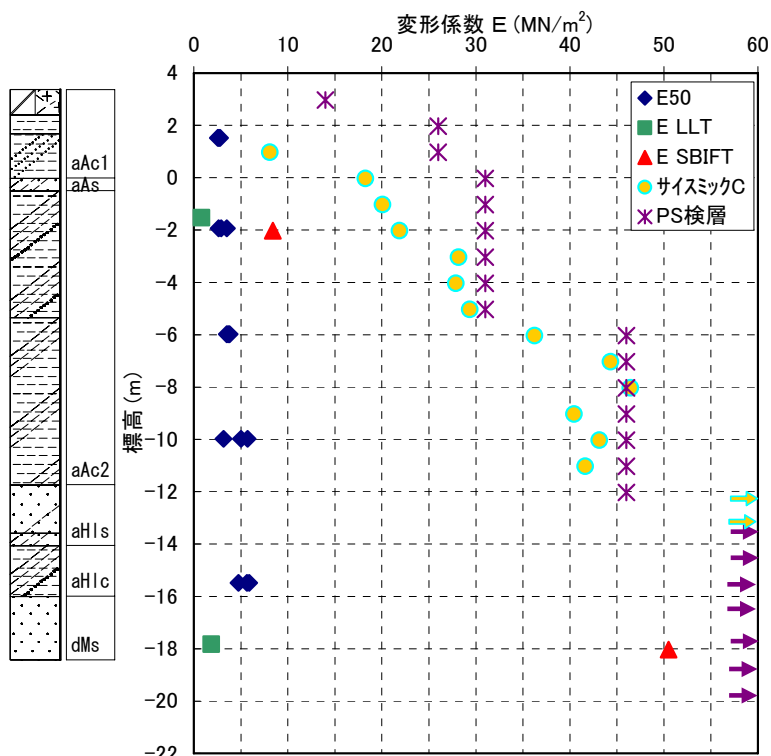


図-2 各種地盤調査手法による変形係数の深度分布図

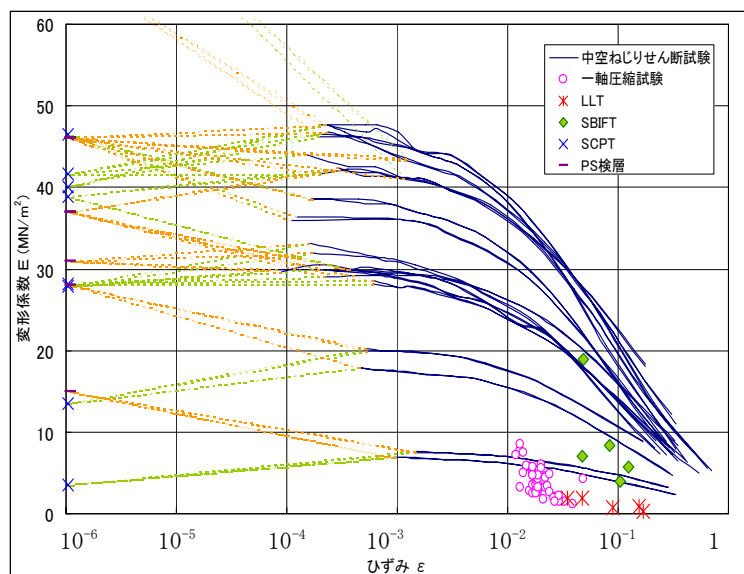


図-3 各種地盤調査のひずみレベルと変形係数の関係