海上調査における採取方法の違いが土質試験結果へ与える影響に関する基礎的検討（その２）

基礎地盤コンサルタンツ（株）正会員　○赤坂　幸洋,友清　悟,野村英雄
日本風力開発（株）　鳥居　周
深田サルベージ建設（株）　池信　勝之

１．はじめに

近年,わが国では先端抵抗,周面摩擦,間隙水圧を測定する電気式静的コーン貫入試験（以下,CPT）が普及しつつある. 特に欧米では,CPT 技術と解釈,その評価・適用については,すでに,地盤調査法として,設計・施工に実用化されている.特に,海洋地盤においては,静的に押し込むために汚泥が発生しない環境面や,多岐にわたる地層構造が連続して明確に判るなど数多くの利点を有する. しかしながら,わが国では,N 値や JGS 規格に基づいた土質試験に比重を置いた設計法が確立されており,CPT 実用化に向かっては問題点があることも確かである. そこで本報告は,洋上風力設計にて欧州で実績のあるシェルビーサンプラーと国内基準のサンプリング方法で採取した土質試験結果を比較した上で,シェルビーサンプラーの室内土質試験と CPT 結果との比較検証を行い,地域地盤特性や土質区分を考慮したシェルビーサンプラーの適用結果について考察を述べたものである.

本稿は,スパット台船上より機械ボーリングにて国内基準で採取したサンプリング試料とドリルシップにてシェルビーサンプリングで採取したサンプリング試料を対象に土質試験を実施し,採取方法の違いによる試験結果に及ぼす影響についての基礎的検証を行った.なお,各調査地点の位置は,同位置,同深度で行うこととし,2 地点を対象に比較を行った.さらに, 比較検証を行ったのちには, 連続する粘性土に対し, 船上からの CPT 調査から得られる各種定数と隣接した同地点でのシェルビーサンプラーの室内土質試験結果に対し評価し, 適用可否について述べたものである.

２．CPT 測定及びシェルビーサンプリング方法

スパット台船上での機械ボーリングによるサンプリング方法は,国内基準（JGS）に準拠し,シンウォール式,デニソン式にて実施した.

ドリルシップによるシェルビーサンプリング法は,**図-1** に示す SBF ユニットを反力として,サンプラーを地盤に圧入し試料を採取する方法である.以下に,CPT 測定, シェルビーサンプリングの概略的な手順を示す.

① 調査船から SBF ユニットを海底に着座させたのち,ドリルパイプを降下し,接続を行う.
② CPT ツールをドリルパイプ内に降下させ,CPT ロッドを 3.0m 貫入する.サンプルデータは,調査船上で回収を行う.
③ CPT ツールをワイヤーラインで船上に回収し,ドリルで 3.0m の掘削を行う.
④ 再び CPT ツールを降下させて貫入を行う.サンプリングを行う場合は,掘削孔内の掘削残土（スライム）を除去し,シェルビーチューブを静かに孔底に降ろす.
⑤ 速度管理（1.0cm/sec）を行いながら, シェルビーチューブを地中に押し込み,試料採取を行う.採取された試料は,船上に回収し,JGS 規格に準じた方法で養生・保管を行う.

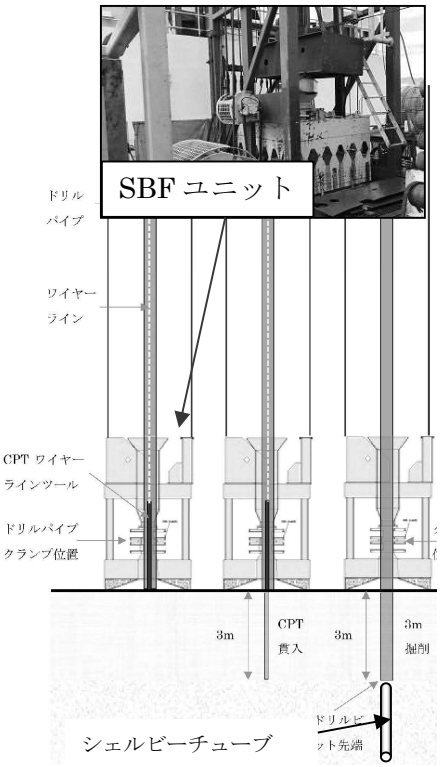

図-1 シェルビーサンプラー採取図

キーワード　海上調査, サンプリング, 三軸圧縮試験
連絡先　〒135-0016　東京都江東区東陽 3-22-6 東陽町 AXIS ビル　基礎地盤コンサルタンツ(株)　TEL03-5632-6823

© Japan Society of Civil Engineers

３．土質試験結果検証比較

土質試験結果の評価は,海面下に堆積する軟弱な粘性土を対象に,JGS 規格によるサンプリングとドリルシップ試料による室内土質試験結果の検証比較により行った.土質試験結果の比較は,粘性土 1,2 地点を対象に実施した.

なお,JGS 基準で採取した土質試料を Bor 試料,シェルビーサンプリングにて採取した土質試料をドリルシップ試料と記載する.

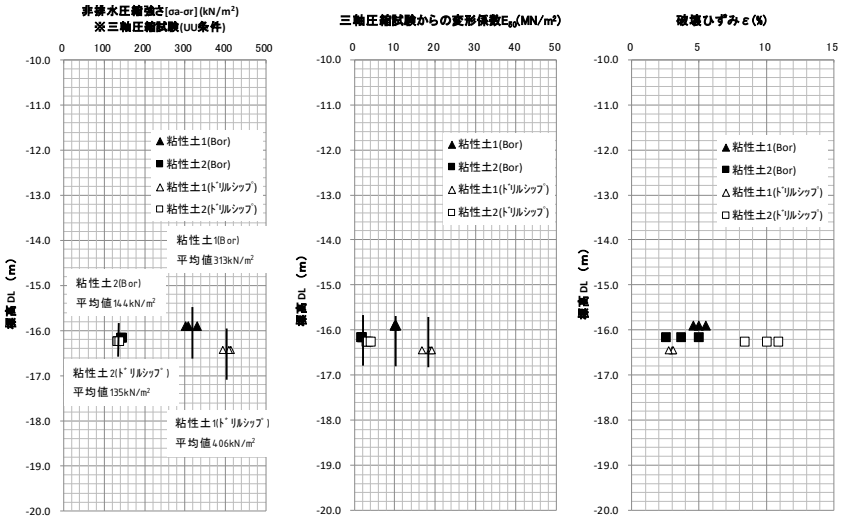

図-2 三軸 UU 試験結果深度分布図

図-2 に三軸 UU 試験結果の標高分布図を示す.

粘性土 1(Bor)はデニソンで採取した試料である.Bor 試料は軸差応力で平均値 313kN/m², ドリルシップ試料の平均値で 406kN/m² と若干値が異なる結果となった.一方,粘性土 2(bor)はシンウォールサンプリング試料での対比である.Bor 試料の平均値 144kN/m² に対し,ドリルシップ試料の平均値 135kN/m² と一致する結果となる.

図-3 は CPT 調査結果からの推定各地盤定数とドリルシップによる室内試験結果の深度分布対比図である.

各諸定数は,下記に示す各研究者により報告されている相関式を基本にして算出した.

$pc^{1)}=1/3.44\times(qt-\sigma vo)$

$cu^{2)}=(qt-\sigma vo)/Nkt$

$E^{3)}=1/mv=\alpha_M*(qt-\sigma vo)$

Ic>2.2 の場合において

$\alpha_M=Qt$・・・Qt＜14 の場合

$\alpha_M=14$・・・Qt＞14 の場合

Ic≦2.2 の場合において

$\alpha_M=0.0188*(10^{(0.55*Ic+1.68)})$

同図の補正値とは,1.0m ごとの CPT 試験結果とドリルシップによる室内土質試験結果が一致するような当該地の補正係数を考慮して算出したものである.その結果,ドリルシップ試料による室内土質試験結果との CPT の相関性は良く,正規圧密粘性土を呈していることが判る.変形係数数 E_{50} では, 比較的一致している.

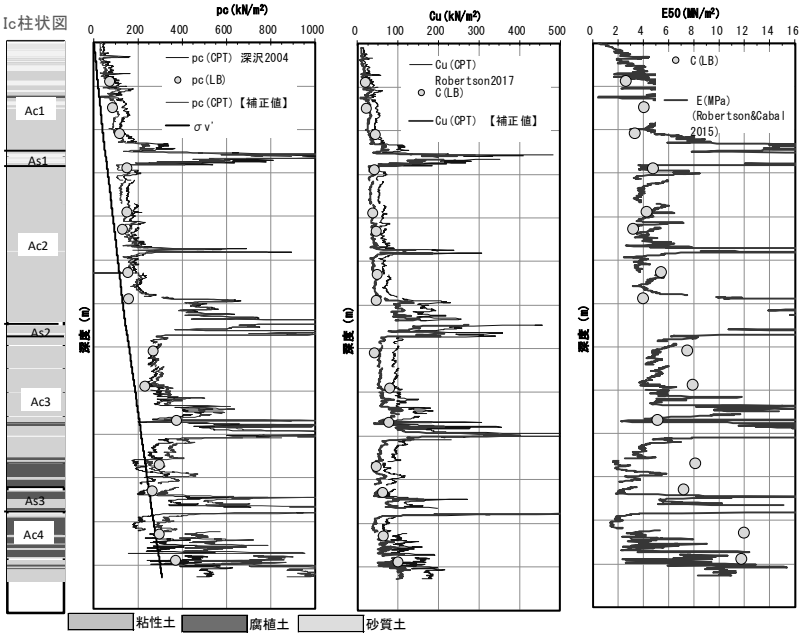

図-3　ドリルシップ試料による試験結果と CPT 比較図

4. まとめ

JGS 規格によるサンプリング手法比較では,シンウォール式ではほぼ同強度が得られ,高品質の試料が採取されていることが判った.対して,デニソン型では若干強度が異なる値となったが,デニソン式は二重管方式で構造が異なることや土層の違いによって生じたものと推測される.今後は,更なるデータの集積を行い,各物性値の比較,補正方法の検討や設計地盤定数の提供に伴う考察が必要となる.

参考文献：1) 深沢,粘性土地盤におけるコーン貫入試験の適用性に関する実証的研究, 東京工業大学博士論文, 2004 年
2) Lunne.T.,Robertson.P.K.,Powell.J.J.M.;Cone penetration Testing in Geotechnical Practice,1997
3) Robertson.P.K.,Cabal.K.L.,GUIDE TO CONE PENETRATION TESTING 6ThEdition,2015,GREGG

© Japan Society of Civil Engineers