

ラジオアイソトープコーン貫入試験の斜め下方貫入(砂質土地盤への適用性)

RI-CPT 斜め下方貫入 砂質土地盤

ソイルアンドロックエンジニアリング(株)

正 ○石井正紀 国 後藤政昭

同上

正 重富正幸 正 米田安沙佳

(株)地圏総合コンサルタント

正 佐渡耕一郎

北海道土質試験協同組合

特 中川 範彦

興亜開発(株)

正 橋 久生

三菱商事石油開発(株)

国 深沢 健

1. はじめに

第53回地盤工学研究発表会にて、粘性土地盤に対するラジオアイソトープコーン貫入試験(以降、RI-CPTと記す)の斜め下方貫入における実験結果の評価が長澤らにより報告され、斜め下方貫入においても通常の鉛直下方貫入と遜色がない結果が得られることが示されたり。今回筆者らは、砂質土地盤に対してRI-CPTの斜め下方貫入を行い、粘性土地盤にて実施したような貫入角度や室内土質試験結果などと比較し、砂質土地盤に対するRI-CPTの斜め下方貫入の適用性について検証した。

実験場所は、茨城県稲敷市浮島地先にある某社の実験場である(図-1)。浮島という地名から本実験場所は明治~大正期は島であったが昭和初期から埋立が行われ、昭和47年以降は現在とほぼ同じ地形となっている。本実験場所は、低地の微高地(砂州、砂堆)に分類され、過去の海岸や湖岸付近にあり、波浪や沿岸流によって運ばれてきた砂や砂礫から形成されていると考えられている。ごく近傍にて実施したボーリング調査結果から地層層序は、地表面からGL.-15.0m程度までがN値10前後の砂質土層、GL.-15.0m~GL.-20.0m程度までがN値が2~5程度のシルト分をやや多く含む砂質土層、それ以深から調査完了深度であるGL.-25.46mまでがN値1~3程度の粘性土やシルト主体の軟弱層となっている。実験時の地下水位はGL.-1.70mであった。



図-1 実験場所
(電子地形図25000に加筆)

2. 貫入角度による比較

RI-CPTは、電気式コーン貫入試験(以降、CPTUと記す)で計測する先端抵抗

(q_c), 周面摩擦(f_s), 間隙水圧(u)に加えて、ガンマ線源を利用した後方散乱型RI密度計コーンプローブにより湿潤密度(ρ_t), 中性子線源を利用した散乱型RI水分計コーンプローブにより含水比(≒含水量, w)を連続的に計測することができる試験である。実験は、ごく近傍において通常

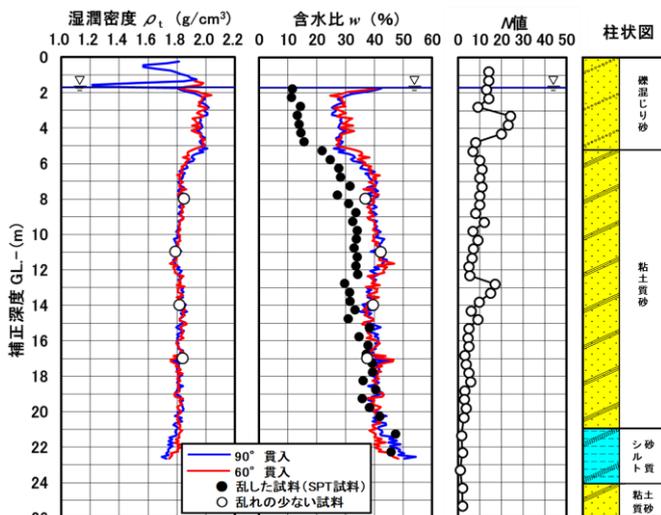


図-2 RI-CPT測定結果他

の鉛直下方貫入(以降、90°貫入と記す)と鉛直から30°傾斜させた斜め下方貫入(以降、60°貫入と記す)について実施した。なお、斜め下方貫入を行う際の貫入装置、貫入に必要な治具やスクリーアンカーの設置方法などは、前回の実験と同様である²⁾。

図-2は、90°貫入と60°貫入における湿潤密度と含水比の深度分布図である。

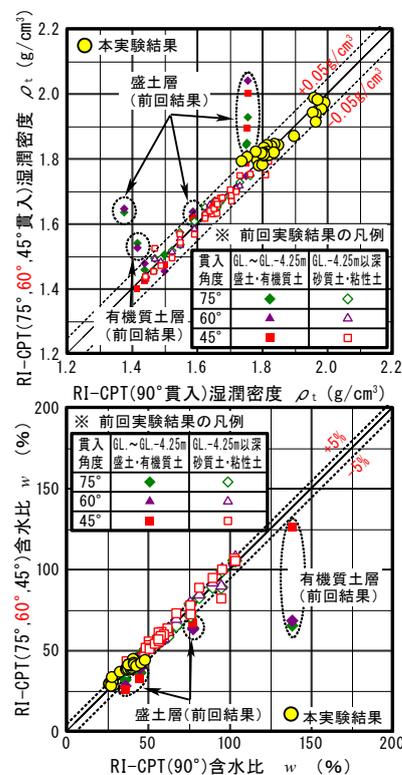


図-3 貫入角度による比較

Oblique downward penetration of radioisotope cone penetration test (Applicability to sandy ground)

Masanori Ishii, Masaaki Goto, Masayuki, Shigetomi, Asaka Komeda, Soil and Rock Engineering Co.,Ltd. Koichiro Sado, Chi-ken Sogo Consultants Co.,Ltd. Norihiko Nakagawa, Hokkaido Soil Research Cooperative Association. Hisao Tachibana, Koa Kaihatsu Co.,Ltd. Takeshi Fukasawa, Mitsubishi Corporation Exploration Co., Ltd.

図中の補正深度は、貫入時に測定している傾斜角度で補正した鉛直深度である。また、図中の含水比は、RI水分計コーンプローブを用いて測定したものではなく、実験地盤の地下水位が比較的高かったことから飽和地盤($S_r=100\%$)であると、RI密度計コーンプローブを用いて測定した湿潤密度と室内土質試験により得られた土粒子の密度(ρ_s)より算出した結果である。結果については次章にて詳述するが、図-2には、深度0.5m毎に実施した標準貫入試験(以降、SPTと記す)により得られた乱した試料の炉乾燥含水比、別孔にてサンプリングした乱れの少ない試料の飽和密度、飽和含水比を併記している。図-3は、RI-CPTで測定した90°貫入と60°貫入の湿潤密度と含水比(深度0.5m毎の平均値)の比較図である。同図には、前回実施した粘性土地盤での結果についても併記している。

結果は、湿潤密度、含水比とも90°貫入と60°貫入に大きな差異はなく、前回の粘性土地盤での実験結果同様、60°貫入は90°貫入に対して湿潤密度が概ね $\pm 0.05\text{g/cm}^3$ 以内、含水比が概ね $\pm 5\%$ 以内の範囲内に分布する結果となっている。したがって、砂質土地盤においてもRI-CPTの貫入角度による測定値への影響はほとんどないものとする。

3. 室内土質試験結果との比較

図-4上は、ごく近傍より採取した乱れの少ない試料の飽和密度とRI-CPTで測定した90°貫入と60°貫入の湿潤密度の比較図である。図-4下は、乱れの少ない試料の飽和含水比および乱した試料(SPT試料)の炉乾燥含水比とRI-CPTで計測した両貫入角度の含水比の比較図である。同図には、前回実施した粘性土地盤での結果についても併記している。

RI-CPTにて測定した湿潤密度については、前回の粘性土地盤の結果も含め、貫入角度、土質に関係なく乱れの少ない試料の飽和密度に対してほぼ $\pm 0.05\text{g/cm}^3$ 以内の範囲に分布する結果となった。

RI-CPTにより得られた含水比についても前回の粘性土地盤の結果を含め、貫入角度、土質に関係なく乱れの少ない試料の飽和含水比と $\pm 5\%$ 以内の範囲に分布する結果となった。しかしながら、乱した試料の炉乾燥含水比とRI-CPTや乱れの少ない試料の含水比試験から得られた含水比を比較すると、前者の含水比は、後者の含水比よりも10%~20%程度低い値となっている。この傾向は、図-2からもよくわかるように今回の実験ではGL.-15.0m以深のシルト分を多く含む砂質土層や粘性土やシルト主体の軟弱層に比べ地表からGL.-15.0mまでの砂質土層の方がより顕著となっている(前回の粘性土地盤での実験でも同様の傾向が確認されている)。乱した試料の採取を行うためのSPTでは、SPTサンプラーを動的貫入した際の試料圧縮による脱水や、SPTサンプラーを地上に引き上げる際のサンプラー内の試料からの逸水³⁾および土の含水比試験実施までの試料保管時の乾燥などが原因で両者の含水比に差異が生じているものとする。

4. まとめと今後の課題

前章までの結果から、砂質土地盤に対するRI-CPTの斜め下方貫入においても前回の粘性土地盤の実験結果同様、貫入角度(今回は60°と90°)による測定結果に差異がないこと、乱れの少ない試料の室内土質試験結果とRI-CPT測定結果は非常によく一致することが確認できた。このことから、RI-CPTは砂質土地盤においても斜め下方貫入が適用可能であるとする。

しかしながら、図-5に示す貫入長と貫入角度の関係を見ると、通常の90°貫入では貫入中に貫入角度の大きな変動はないものの、60°貫入ではGL.-4.0m、-8.0m、-19.0m付近で貫入角度が大きく乱れている。これは、RI-CPT実施中の調査孔の崩壊が影響しているものと考えられる。RI-CPTは通常、CPTU実施後の調査孔を利用して測定を行うため、今回実験を行ったような飽和した緩い砂質土地盤ではCPTU実施後の調査孔が崩壊する恐れがあり、斜め下方貫入においてはこの現象が起こる可能性が90°貫入よりも高いものとする。この調査孔の崩壊は、RI-CPTの測定値に影響を及ぼすことが考えられる(調査孔が拡張した場合は密度を過小評価し、崩壊した土を貫入により孔壁に押しつけた場合は密度を過大評価)ことから、調査孔が崩壊する可能性があるような飽和した緩い砂質土地盤においては斜め下方貫入が適用できる貫入角度を検証する必要があるものとする。

参考文献

- 1) 長澤遼, 重富正幸ほか: 電気式コーン貫入試験の斜め下方貫入に関する研究(その5: 斜め下方RI-CPT結果の評価), 第53回地盤工学研究発表会, pp.203-204, 2018.7.
- 2) 松浦良信, 石井正紀ほか: 電気式コーン貫入試験の斜め下方貫入に関する研究(その3: 積算に関わる所要時間等について), 第53回地盤工学研究発表会, pp.199-200, 2018.7.
- 3) 越山賢一: 砂質土の標準貫入試験試料の含水比に対する検討, 全地連「技術e-フォーラム2006」名古屋, 論文No.76, 2006.

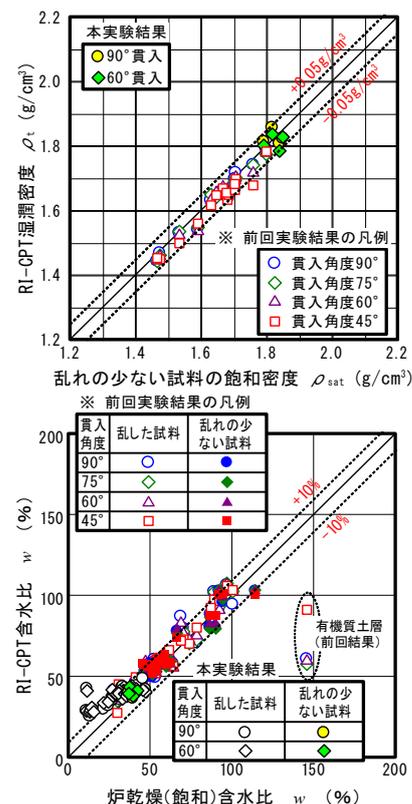


図-4 室内土質試験結果との比較

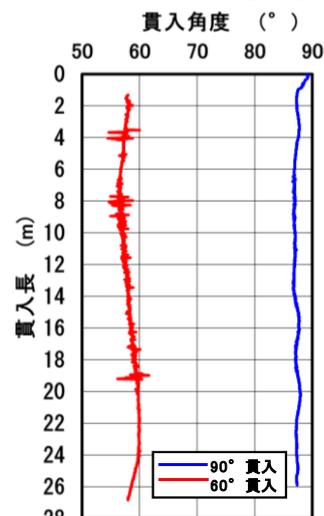


図-5 貫入長と貫入角度