

RI-CPT による Robertson の土質分類の検証

ソイルアント[®]ロックエンジニアリング[®](株) 正会員 ○後藤政昭
同上 正会員 吉村 貢
同上 重富正幸 松浦良信 吉留花江

1. はじめに

地盤工学会「低コスト・高精度な地盤調査法に基づく宅地の液状化被害予測研究委員会」の研究の一環としていくつかの地点でサウンディング一斉試験が実施された。筆者らは、これらの内3地点において、静的貫入試験の一種で、RI 密度水分計と電気式コーンを組合せた貫入試験（以降 RI-CPT と称す）を適用し、Robertson による土質分類の検証を行った。

実施場所は琵琶湖大橋の湖東側の野洲川の旧河道に位置する滋賀県守山市今浜町（地点 1：粘性土主体）と、この南に約 1km 離れた同市水保町（地点 2：砂質土主体）¹⁾並びに、千葉県香取市佐原地区の利根川下流右岸河川敷で、東日本大震災により液状化が発生し噴砂が確認された砂質土主体の場所²⁾である。

2. RI-CPT 結果

反力荷重装置を兼ねた自走式の貫入車を試験地点に設置して RI-CPT を実施した。RI-CPT は 1 回目にコーン貫入抵抗 q_c 、周面摩擦 f_s 、間隙水圧 u に加えて、自然ガンマ線強度（BG 検層）測定を行い、2 回目に後方散乱型ガンマ線密度計による湿潤密度 ρ_t 、3 回目に散乱型中性子水分計により含水量 w_n を深度方向に連続的に計測した。貫入可能深度は、 N 値が 20 程度までであった。

RI 測定結果から得られる湿潤密度 ρ_t 、自然含水量 w_n 、CPT 試験結果から得られる補正コーン貫入抵抗 q_t 、周面摩擦 f_s 、間隙水圧 u を図-1～図-3 に示す。間隙水圧の図には静水圧の分布を合わせて示した。同図には RI 測定結果による湿潤密度 ρ_t 、自然含水量 w_n と不攪乱試料並びに標準貫入試験で採取した土質試料を用いた室内試験結果の湿潤密度 ρ_t と自然含水量 w_n を対比して示しているが、両者の整合性は良い。

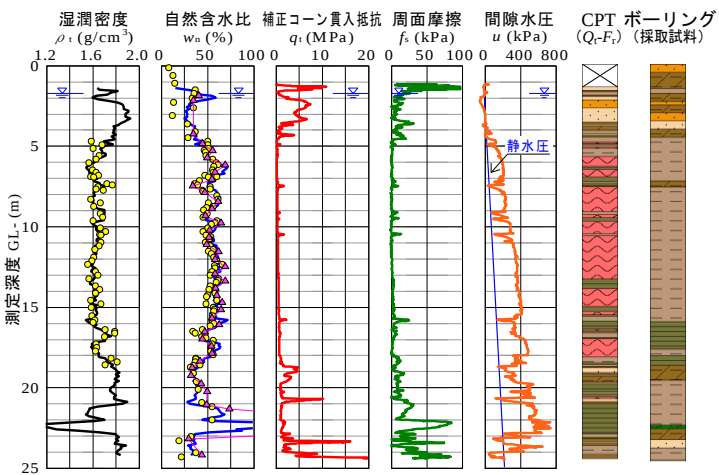


図-1 RI-CPT 結果と柱状図の比較（守山市地点 1）

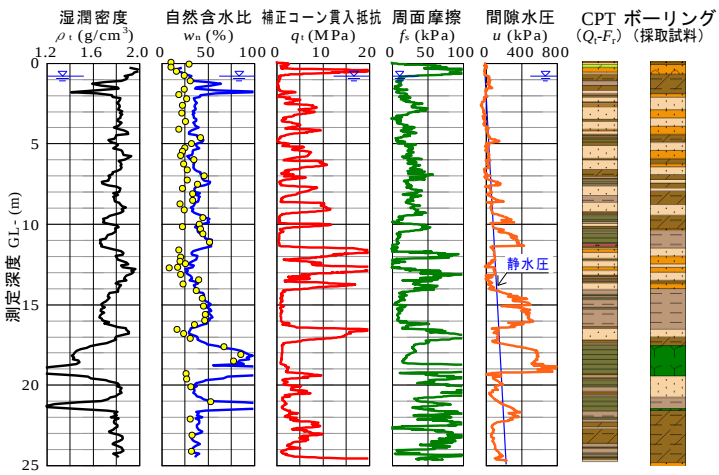


図-2 RI-CPT 結果と柱状図の比較（守山市地点 2）

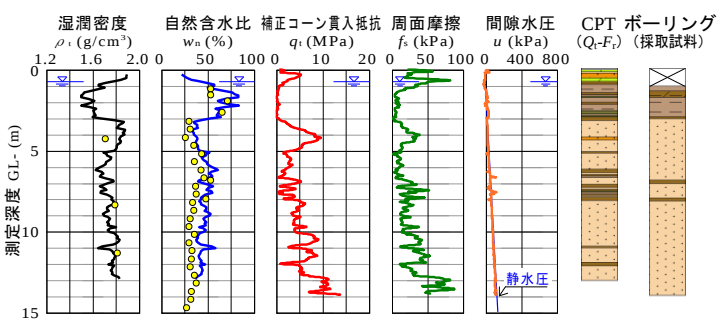
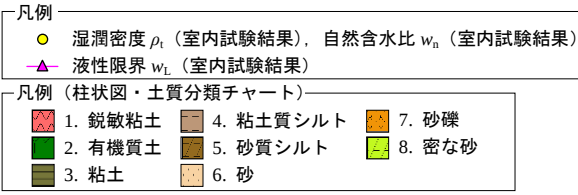


図-3 RI-CPT 結果と柱状図の比較（香取市佐原地区）



キーワード 現場調査, サウンディング, コーン貫入試験, 自然含水量, 鋭敏粘土, 土質柱状図
連絡先 〒561-0834 大阪府豊中市庄内栄町 2-21-1 ソイルアント[®]ロックエンジニアリング[®](株) 第一事業本部 TEL 06-6331-6031

RI 測定結果によると粘性土は $\rho_t=1.5\sim1.7\text{g/cm}^3$, $w_n=50\sim80\%$ であるのに対し, 砂質土は $\rho_t=1.7\sim1.9\text{g/cm}^3$, $w_n=20\sim50\%$ と明らかに差が出ている. 次に, CPT 測定結果についても粘性土は $q_t=0\sim1\text{MPa}$, $f_s=10\text{kPa}$ 前後, 間隙水圧は全体的に静水圧より大きめであるのに対し, 砂質土は $q_t=1\sim10\text{MPa}$ 以上, $f_s=10\sim100\text{kPa}$, 間隙水圧は静水圧と同程度かやや小さめとこちらも土質による差が出ている.

3. Robertsonによる土質分類の検証

Robertson (1990) は規準化先端抵抗 Q_t と規準化周面摩擦比 F_r を用いた土質分類³⁾を提案しており, 3 地点について作成した土質分類チャートを図-4 に示した. また, CPT 結果より作成した柱状図と基準ボーリングで得られた柱状図は前記した図-1～図-3 に併記して示している. 結果は基準ボーリングの土質柱状図と概ね合致しているが, 守山の地点1に着目すると, 大部分を構成する粘土層について, CPT による判定は鋭敏粘土に分類されている. そこで, 守山市地点1の GL-5.0m～-20.0m 間の自然含水比 w_n と液性限界 w_L の関係を拡大して図-5 に示し, 液性指数 I_L も併記して示した. GL-7.5m～-11.0m, -12.0m 付近, -14.3m 付近, -15.7m 付近, -16.5m～-18.0m 等では自然含水比 w_n は液性限界 w_L と同等以上 (液性指数 I_L では1を超える) となっており, 液性限界 w_L と自然含水比 w_n との関係⁴⁾から明らかなように鋭敏性が高いことがうかがえる. なお, GL-19.0m 付近は砂質シルトのため除外した.

また, RI-CPT 結果の自然含水比 w_n (地下水位以下については RI 測定結果による湿潤密度 ρ_t , 室内試験結果の土粒子密度 ρ_s と飽和度 S_r を用いて算出) は室内試験結果の自然含水比 w_n より若干大きめの評価となっているものの, 値のばらつき具合等については整合性が取れている.

4. まとめ

RI-CPT の利点は通常の CPT から得られる三成分 (コーン貫入抵抗 q_c , 周面摩擦 f_s , 間隙水圧 u) 以外に自然含水比 w_n , 湿潤密度 ρ_t の情報が原位置で得られることである. 今回は図-4 に示した Robertson の土質分類チャートの1.鋭敏粘土について自然含水比 w_n と液性限界 w_L の関係を用いて検証を試みた. その結果, 日本の鋭敏粘土についても Robertson の土質分類を適用できる可能性があることが明らかとなった.

今後は東大阪粘土等鋭敏性の高い粘土が分布する場所での更なる検証を試みたい.

参考文献

- 1) 三村衛, 後藤政昭, 吉村貢, 寺尾庸孝: 滋賀県守山市における地盤調査一斉試験の比較 (その2: RI-CPT), 第48回地盤工学研究発表会, pp.173-174, 2013.
- 2) 三村衛, 後藤政昭, 吉村貢, 松浦良信, 吉留花江: 千葉県香取市佐原における RI-CPT による土質判定と液状化判定, 第49回地盤工学研究発表会, 2014 投稿中.
- 3) Robertson, P.K.: Soil classification using the cone penetration test, Canadian Geotechnical Journal, Vol.27, No.1, pp.151～158, 1990.
- 4) 峯翔太郎, 鈴木達也, 大島昭彦, 久保田耕司, 深井晴夫, 笹尾憲一: 滋賀県守山市におけるサンプリング・サウンディング試験と沖積粘土層の性状, 第48回地盤工学研究発表会, pp.343-344, 2013.

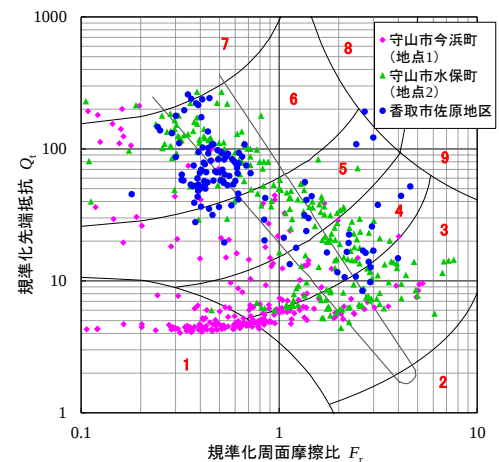


図-4 3 地点の土質分類チャート

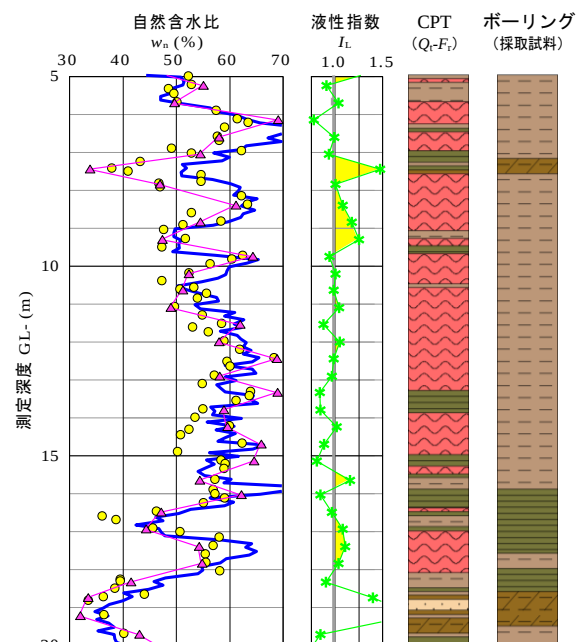


図-5 守山市地点1の

自然含水比と液性限界の関係

