

大阪市此花区桜島における地盤調査結果(その 3: RI-CPT による地盤特性)

ソイルアンドロックエンジニアリング(株)	正会員	○石井正紀	正会員	後藤政昭
同上	正会員	久保田耕司	非会員	重富正幸
大阪市立大学大学院	正会員	大島昭彦		
大阪府西大阪治水事務所	非会員	安岡政光	非会員	面屋菜波

1. はじめに

本稿は、JR 桜島駅南側の安治川右岸(図-1)にて発生した護岸変状の原因究明と今後の変位予測のために実施したボーリング調査とラジオアイソトープコーン貫入試験(RI-CPT)の結果を比較したものである。



図-1 調査場所
(電子地形図 25000 に加筆)

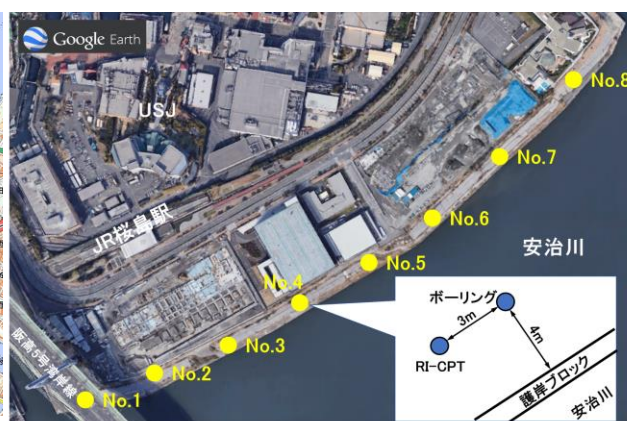


図-2 試験位置図(詳細)

調査地の地層層序は、地表面から GL.-10.15m が大礫や玉石などを多く含む盛土、GL.-10.15m～-11.3m が沖積砂質土層、GL.-11.3m～-38.0m が沖積粘土層(Ma13 層)、GL.-38.0m～-43.25m が第 1 洪積砂礫層、GL.-43.25m～51.0m が洪積粘土層(Ma12 層)、それ以深が第 2 洪積砂礫層である。ボーリング調査は地表面から GL.-61.0m まで標準貫入試験(SPT)を行いながら掘進し、Ma12 層は連続サンプリングにて乱れの少ない試料を採取した。Ma13 層は別孔にて連続サンプリングを実施し、乱れの少ない試料を採取した¹⁾。RI-CPT は、地表面～GL.-38.0m まで実施しているが、地表面～GL.-10.5m までは前述したように、大礫などを多く含む盛土層のため、静的貫入試験である RI-CPT では貫入不可であることから、ボーリングマシンによる先行掘削を行っている。なお、本調査ではボーリング調査を 8 箇所、RI-CPT を 3 箇所実施しているが、本稿では調査地中央付近で実施した No.4(図-2)の結果について報告する。

2. RI-CPT 測定結果

RI-CPT は、欧米を中心に地盤調査や設計に広く用いられている電気式コーン貫入試験(CPTU)で得られる先端抵抗(q_t)、周面摩擦(f_s)、間隙水圧(u)に加え、RI 法を利用することにより湿潤密度(ρ_t)、含水比(w)を連続的に得ることができる静的貫入によるサウンディング試験である。RI-CPT は、測定結果を基に様々な地盤定数の推定や土質分類が可能であり、現場条件によっては非常に迅速、かつ経済的な試験である²⁾。

図-3 は、RI-CPT 測定結果の深度分布図とその結果から算出、分類した換算 N 値、土質柱状図である。換算 N 値は、鈴木・時松らの提案式³⁾を、土質柱状図は Robertson による土質性状分類チャート(SBT チャート)⁴⁾から分類した土質を基に作成したものである。また、同図にはボーリング柱状図、SPT による N 値、乱れの少ない試料の湿潤密度(ρ_t)、含水比(w)を併記している。なお、本調査における RI-CPT による w は、飽和度(S_r)を 100%、土粒子の密度(ρ_s)を 2.67g/cm³として、RI-CPT により得られる ρ_t を用いて算出した値である。Ma13 層上部の含水比分布は、弓形分布を示しており、これは海進から海退に向かう堆積環境の変化によるものである。Ma13 層下部の含水比分布も上部ほど極端ではないが弓形分布を示している。当然ながら ρ_t の分布は、 w を反映したものとなっている⁵⁾。

ボーリング柱状図と RI-CPT から求まる土質柱状図を比較すると、非常によく一致している。RI-CPT から求まるキーワード 安治川, RI-CPT, 湿潤密度, 含水比, 静的貫入

連絡先 〒561-0834 大阪府豊中市庄内栄町 2-21-1 ソイルアンドロックエンジニアリング(株) TEL06-6331-6031

土質柱状図は、ボーリング柱状図に比べ沖積砂質土に狭在する薄いシルト層や粘土層を、Ma13層に局部的に存在する砂層(サンドシーム)を明瞭に把握することができている。次にSPTによる N 値とRI-CPTによる換算 N 値、乱れ

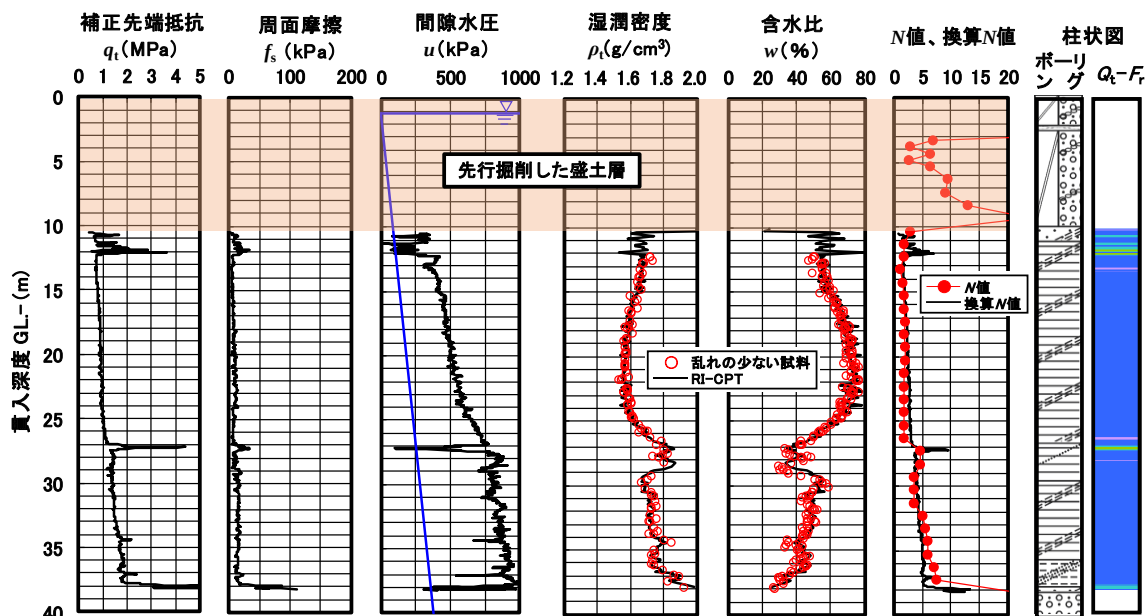


図-3 RI-CPT 測定結果

の少ない試料の ρ , w とRI-CPTによるそれらを比較すると、これらについても両者は非常によく一致している。

3. 力学試験結果との比較

図-4 左は、Ma13層におけるRI-CPTより求まる非排水せん断強さの深度分布図に一軸圧縮試験および一面せん断定体積試験から得られた非排水せん断強さ($q_u/2$, s_u)を併記した図である。RI-CPTより求まる非排水せん断強さ($(q_t - \sigma_{v0})/N_{kt}$)は、RI-CPTで得られる q_t と鉛直全応力(σ_{v0})、およびコーン係数(N_{kt})を用いて算出できる。国内の沖積粘土において N_{kt} は、通常、塑性指数に関わらず8~16の値を示すとされている⁶⁾。本調査においては $N_{kt}=9$ とした。図-4 右は、RI-CPTより求まる非排水せん断強さと強度増加率 m (= $s_u/p=1/3$ と仮定)を用いて算出した圧密降伏応力の深度分布図に圧密試験より得られた圧密降伏応力(p_c)を併記した図である。

RI-CPTより求まる非排水せん断強さは、 $q_u/2$, s_u と、その非排水せん断強さと m から算出した圧密降伏応力は p_c と非常によく一致している。ちなみに、圧密降伏応力と有効土被り圧(σ'_{v0})の関係から、Ma13層はほぼ正規圧密状態であるが、GL.-27.0m程度以深はやや過圧密状態となっている。

4. まとめ

以上の結果から、RI-CPTは、ボーリング調査から求まる柱状図よりも詳細に土質分類を行うことができ、 N 値や ρ , w についてもSPTや室内試験と同等の結果が求められることがわかった。また、RI-CPT測定結果を基に算出される非排水せん断強さや圧密降伏応力は、 N_{kt} や m を適切に設定すれば、これらについても室内試験と同等の結果が求められることがわかった。したがって、RI-CPTは、今回の調査地盤のように軟弱な地盤の調査においては非常に有効な試験であることが再確認された。

参考資料

- 1) 武野航大・大島昭彦ほか：大阪市此花区桜島における地盤調査(その1：ボーリング調査結果)，土木学会第75回年次学術講演会(投稿中)，2020.9.
- 2) 後藤政昭・菊池喜昭ほか：講座 液状化調査手法としてのサウンディング技術 4. 静的貫入試験，地盤工学会誌，Vol.67，No.3，pp.32-39，2019.3.
- 3) 鈴木康嗣・時松考次ほか：コーン貫入試験結果と標準貫入試験結果から得られた地盤特性との関係，日本建築学会構造系論文集，第566号，pp.73-80，2003.4).
- 4) 6) 公益社団法人 地盤工学会：地盤調査の方法と解説，pp.391-392，2013.3.
- 5) 糟谷祐多・大島昭彦ほか：大阪市此花区桜島における地盤調査(その2：Ma12，Ma13層の土質特性)，土木学会第75回年次学術講演会(投稿中)，2020.9.

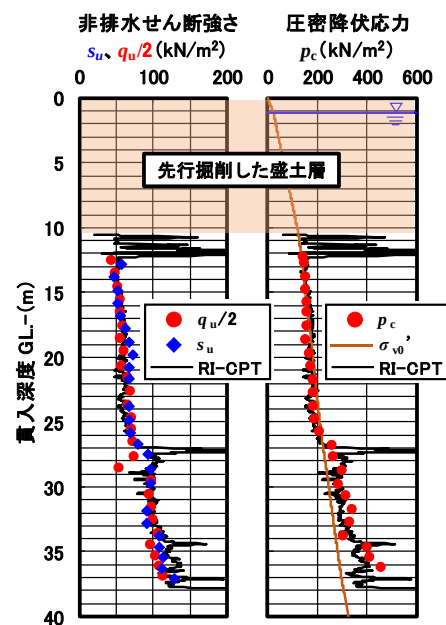


図-4 s_u と p_c の深度分布図