

佐原河川敷緑地における CPT 現場一斉試験（その 1：鉛直・斜めの CPT データ比較）

CPT 斜め調査 砂質土

(株)地盤試験所  
(株)タカラエンジニアリング  
興亜開発(株)  
(株)プラント\*ツリース  
CPT 技術協会

正会員 ○仲 優太朗 正会員 北條 豊  
正会員 福田 昶也  
正会員 松尾 宣明  
非会員 極 檀 春彦  
国際会員 後藤 政昭

1. はじめに

電気式コーン貫入試験（以下、CPT）<sup>1)</sup>は、原位置における地盤の力学・物理特性を迅速かつ詳細に把握できる有効なサウンディング手法である。筆者らは、CPT を斜めに貫入させる手法に着目し、供用中の道路・鉄道盛土や河川堤防、既設構造物直下の地盤調査における有効性や課題について、粘性土を対象とした実験的検討を行ってきた<sup>2)</sup>。本報では、東日本大震災で液状化が確認された千葉県香取市佐原河川敷公園内の砂地盤を対象に、斜め CPT 調査を含む一連の試験結果について報告する。

2. 調査内容

調査内容を表-1 および図-1 に示す。本試験では、水平方向に対して 90°、75°、60°、45°の 4 通りの角度で CPT を実施した。調査深度は鉛直深度 20m とした。あわせて、現地盤の層序、物性を確認するため、SPT、RI-CPT、サイスミックコーン試験、試料採取、室内試験および検層を実施した。

3. 調査結果

図-2～図-4 に、鉛直および斜め CPT における補正先端抵抗  $q_t$ 、周面摩擦  $f_s$ 、間隙水圧  $u$  の深度分布、ならびに  $q_t$  について鉛直 3 測点と斜め 4 測点の変動係数 (CV) を示す。図-5 に、土質性状分類結果を示す。

(1) 鉛直 CPT

鉛直 CPT の  $q_t$  と  $f_s$  は、全般に 3 地点間のばらつきが見られるものの、GL-16m 以深はほぼばらつきなく推移している。GL-16m 以深の  $q_t$  の CV は 0.1 未満と小さく、表-2 において「高精度」と評価されることから、CPT の高い測定精度が示されている。GL-8m～-16m におけるデータのばらつきは、地盤自体の不均質性を反映したものと考えられる。

(2) 斜め CPT

鉛直 CPT に対する斜め CPT の補正先端抵抗差は、 $\Delta q_t = -10 \sim +10$  MPa の範囲に分布し、局所的に大きな差異を呈したが、貫入角度に依存する系統的な相関は見出されなかった。周面摩擦においても、 $\Delta f_s = -100 \sim +50$  kPa の範囲に分布し、貫入角度の依存性は見られなかった。また、鉛直 CPT で不均質な砂層と推定される GL-8 m～-16m では、貫入角度によらず平均 30kPa 程度低い値となった。間隙水圧は貫入角度によらず、ほぼ同等な測定値であった。以上の結果より、貫入角度は測定データ ( $q_t, f_s, u$ ) に有意な影響はないものと推察される。

(3) 土質性状分類

土質性状分類の解析結果では、いずれの貫入角度においても GL-3.0m 以深の砂層は概ね、6. シルト混り砂～きれいな砂と判定された。本調査条件の範囲内においては、貫入角度が土質性状分類の判定結果に及ぼす有意な影響はないものと推察される。

表-1 調査内容

| 調査内容        | 調査深度(m)     |       | 測点          |
|-------------|-------------|-------|-------------|
|             | 斜め          | 鉛直    |             |
| CPT         | 90°         | 20.47 | 3測点         |
|             | 75°         | 20.09 | 1測点         |
|             | 60°         | 23.71 | 1測点         |
|             | 45°         | 30.36 | 1測点         |
| 鉛直SPT       | 20.45       |       | 1測点, 0.5m間隔 |
| RI-CPT      | 20.15       |       | 1測点         |
| サイスミックコーン試験 | 20.15       |       | 1測点         |
| 検層          | 密度検層        | 20.50 | 1測点         |
|             | PS検層        | 20.00 | 1測点         |
| 試料採取        | 砂質土6深度      |       |             |
| 室内試験        | 物理, 力学, 液状化 |       |             |

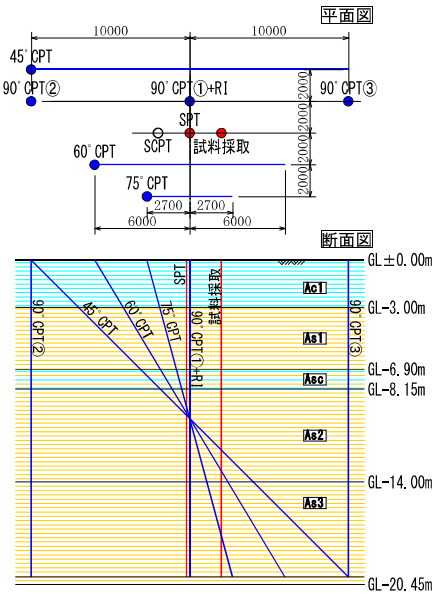


図-1 調査位置

|                                             |                                                                         |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| CPT field tests at Sawara Riverbed Green    | Yutaro Naka (Jibanshikenjo Co., Ltd.)                                   |
| Space (Part 1 : Comparison between vertical | Yutaka Hojo (Jibanshikenjo Co., Ltd.)                                   |
| and inclined)                               | Takeya Fukuda (Takara Engineering Co., Ltd.)                            |
|                                             | Nobuaki Matsuo (Koa Kaihatsu Co., Ltd.)                                 |
|                                             | Haruhiko Gokudan (Plant Trees Co., Ltd.)                                |
|                                             | Masaaki Goto (Technical Association for Electric Cone Penetration Test) |

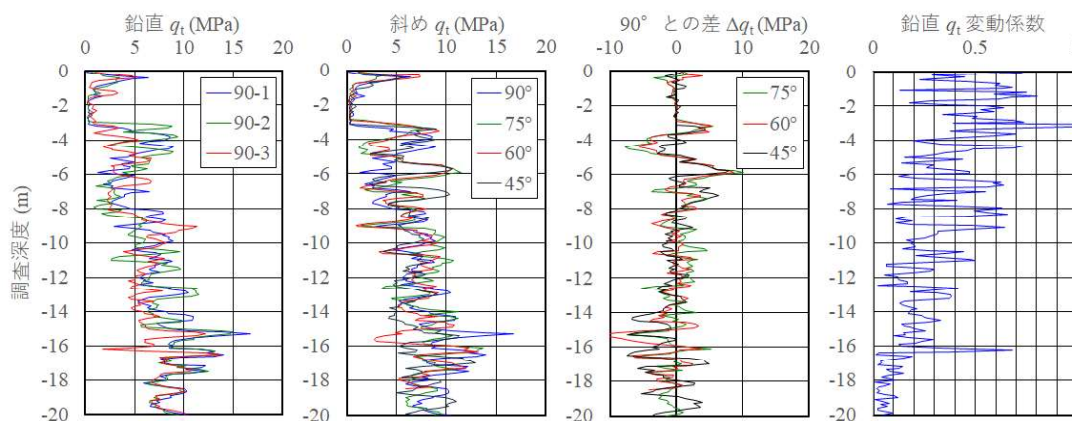
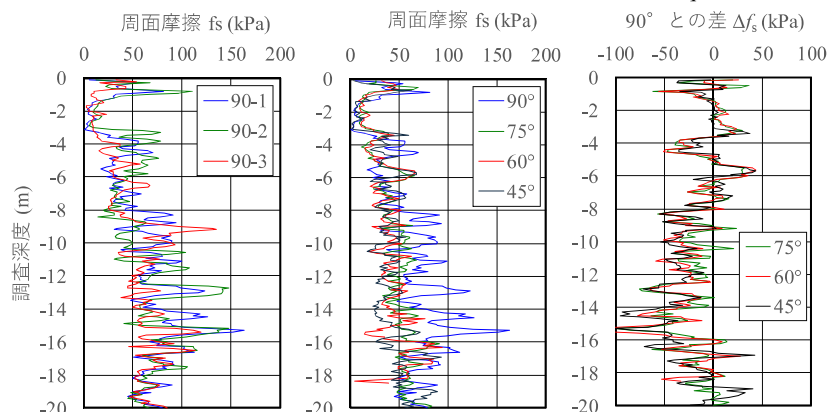
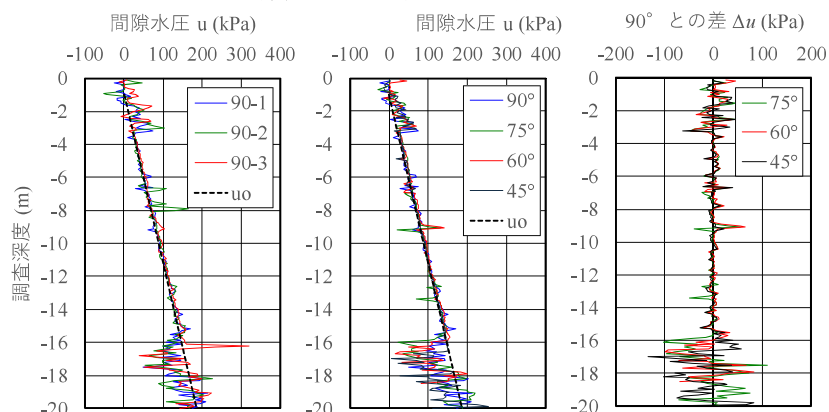
図-2 鉛直 CPT と斜め CPT の補正先端抵抗  $q_t$  と変動係数 CV図-3 鉛直 CPT と斜め CPT の周面摩擦  $f_s$ 図-4 鉛直 CPT と斜め CPT の間隙水圧  $u$ 

表-2 変動係数 CV のばらつき目安

| CV      | 評価                     |
|---------|------------------------|
| 0.05以下  | 非常に高精度                 |
| 0.1未満   | 低ばらつき、高精度              |
| 0.1～0.3 | 中程度のばらつき<br>(一般的に許容範囲) |
| 0.3以上   | 高ばらつき                  |

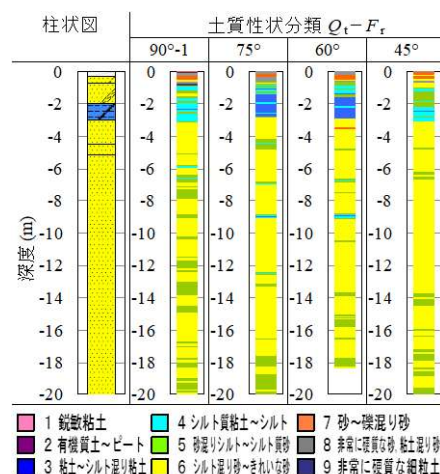


図-5 土質性状分類

#### 4. まとめ

- 鉛直 CPT の GL-16m 以深では、変動係数 (CV) が 0.1 未満と非常に小さく、CPT は高精度な測定データを提供されることが示された。GL-8m～-16m で見られるデータのばらつきは、地盤そのものの不均質性を反映したものである。
- CPT における貫入角度の変化は、周面摩擦 ( $f_s$ ) において不均質な深度において微差が見られるものの、先端抵抗 ( $q_t$ )、周面摩擦 ( $f_s$ ) および間隙水圧 ( $u$ ) の測定データに対して有意な影響を及ぼさないものと推察される。
- 貫入角度 (鉛直 90°～斜め 45°) の違いによる土質性状分類への有意な影響は認められず、貫入角度の相違による影響は極めて限定的であると判断する。

#### 【参考文献】

- 公益社団法人地盤工学会：地盤調査の方法と解説，pp.366-403，2013 年。
- 電気式コーン貫入試験による斜め方向地盤調査研究会：電気式コーン貫入試験 CPTU による斜め方向地盤調査 研究成果論文集，全地連 平成 28 年度「新マーケット創出・提案型事業」，2018 年。