

軟弱地盤上における空港島築造工事への CPT の適用（その 1）

羽田再拡張 D 滑走路建設工事 JV      正会員      深沢   健  
国土交通省   東京空港整備事務所      正会員      ○野口   孝俊

1. はじめに

東京国際空港再拡張事業（羽田空港 D 滑走路建設工事）の滑走路島建設予定海域には軟弱な粘性土が厚く堆積している．このような地盤上において大量急速施工を行う場合，工学的諸問題の検討のため実施される地盤調査には，短期間で必要十分な精度が得られ，調査から施工管理まで一貫した方法が求められている．原位置試験としてのコーン貫入試験（CPT）は，深度方向に変化する地盤の実相を連続するデータとして測定できるなど有用な地盤情報が短時間に得られ，試験方法の単純さと低コストを併有するなどの利点を持つ．また，CPT 結果のばらつきは少なく再現性が高いという報告もある<sup>1), 2)</sup>．CPT の迅速性を活用し，平面的に数多くの試験を実施すれば地盤の状況をより詳細かつ面的に捉えることができ，得られる豊富な情報から設計に用いる土質定数を精度良く推定することが可能となる．これらの特徴を重用し，軟弱粘性土地盤上に建設された海上空港護岸工事において CPT を中心とした調査・設計・施工管理法を適用した事例もある<sup>3)</sup>．このような状況の下，本工事の埋立部における地盤調査（施工管理）には CPT を適用する予定である．本稿は，CPT を用いた空港島建設予定海域（埋立部）の事前地盤調査の概要と土質分類（地層区分）結果を報告する．

2. 調査概要と実施試験

本調査は，D 滑走路を建設するに当たり公告された土質調査参考資料<sup>4)</sup>（公告資料）のデータを補完することおよび施工管理に用いる土質定数の初期値の取得を目的とした追加土質調査である．これは，公告資料のデータが諸々の外的要因からボーリング調査孔の間隔が約 500m と疎であったことや滑走路中心線が当初計画より時計回りに 7.5° 変更（回転）されたことに起因する未調査区域の存在による．追加土質調査では，地盤状況を深度方向に連続的に把握するため，CPT（護岸部は RI-CPT）を調査の中心としボーリング・サンプリングおよび採取された不攪乱試料に対する室内試験を併用している．また，調査孔の間隔を 200m と海上における地盤調査としては密に設定したことで地盤の特性を平面的に捉えることを期待している．実施した主な調査・試験とその内容を表－1 に，調査位置を図－1 に示す．なお，CPT に使用したコーンは，プローブ内に温度計を内蔵しており測定結果は温度補正されている．

3. 調査結果

コーン先端抵抗（ $q_{net}=q_t-\sigma_{vo}$ ）と貫入時に発生する過剰間隙水圧（ $u_d$ ）の挙動および湿潤密度（ $\gamma_t$ ）に着目し，Robertson の図表<sup>5)</sup>に基づく土質分類結果を併用して RI-CPT による地層区分を行った結果の一例を図－2 に示す．図中に併記した地質学的な地層区分と工学的な区分および各層の概要については渡部ら<sup>6)</sup>により詳述されているので参照されたい．図より，中間土が卓越する部分や砂質土層・弱層の挟在が認められるが，粘性土中の層境界であっても CPT 結果により明確な地層判別が可能である．これは，既往の研究成果を追認したことになるが，今回のような大規模工事において，広大な範囲の地盤の層序構成を短期間かつ直接的に把握できるという CPT のメリットが再確認された．

表－1    実施した調査・試験とその内容

| 試験名 |                       | 試験方法                 | 主な仕様                                                          | 図-1の記号                                 |
|-----|-----------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 原位置 | 電気式静的コーン貫入試験 (CPT)    | JGS 1435             | 貫入速度:<br>15～25mm/秒                                            | △:H - type                             |
|     | RIコーン貫入試験 (RI-CPT)    | JGS 1435             |                                                               | ▲:J - type                             |
|     | サンプリング                | JGS 1221<br>JGS 1222 | シンウォール<br>デニソン                                                |                                        |
| 室内  | 一軸圧縮試験                | JIS A 1216           |                                                               |                                        |
|     | 圧密定体積一面せん断試験(再圧縮法による) | JGS 0560             | 圧密圧力: $\sigma'_{vo}$<br>変位速度: 0.25mm/分                        | ●:C - type<br>●:D - type<br>●:E - type |
|     | 簡易CU試験                | JGS 0522             | 圧密圧力: $\sigma'_{vo} \cdot 2/3$<br>圧密時間: 120分<br>ひずみ速度: 0.1%/分 |                                        |
|     | 定ひずみ速度載荷圧密試験          | JIS A 1227           | ひずみ速度: 0.02%/分                                                |                                        |
|     | 段階載荷圧密試験              | JIS A 1217           |                                                               |                                        |

キーワード    コーン貫入試験，粘性土，現地調査，成層，空港

連絡先    〒135-0064    東京都江東区青海 2 丁目地先中央防波堤外側埋立地（その 1）羽田再拡張 D 滑走路建設工事共同企業体

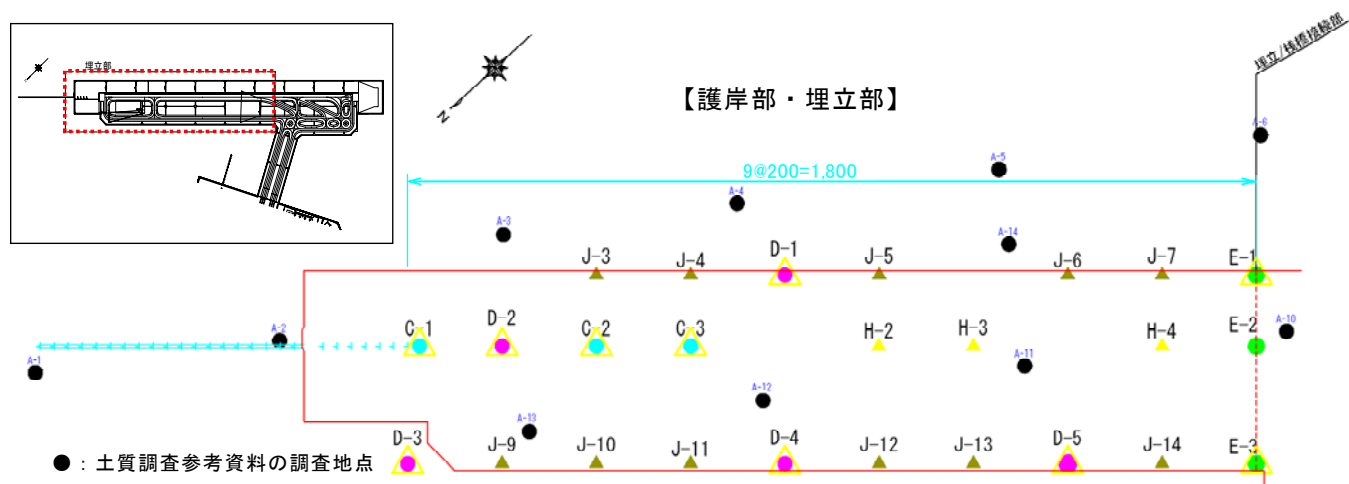


図-1 土質調査位置

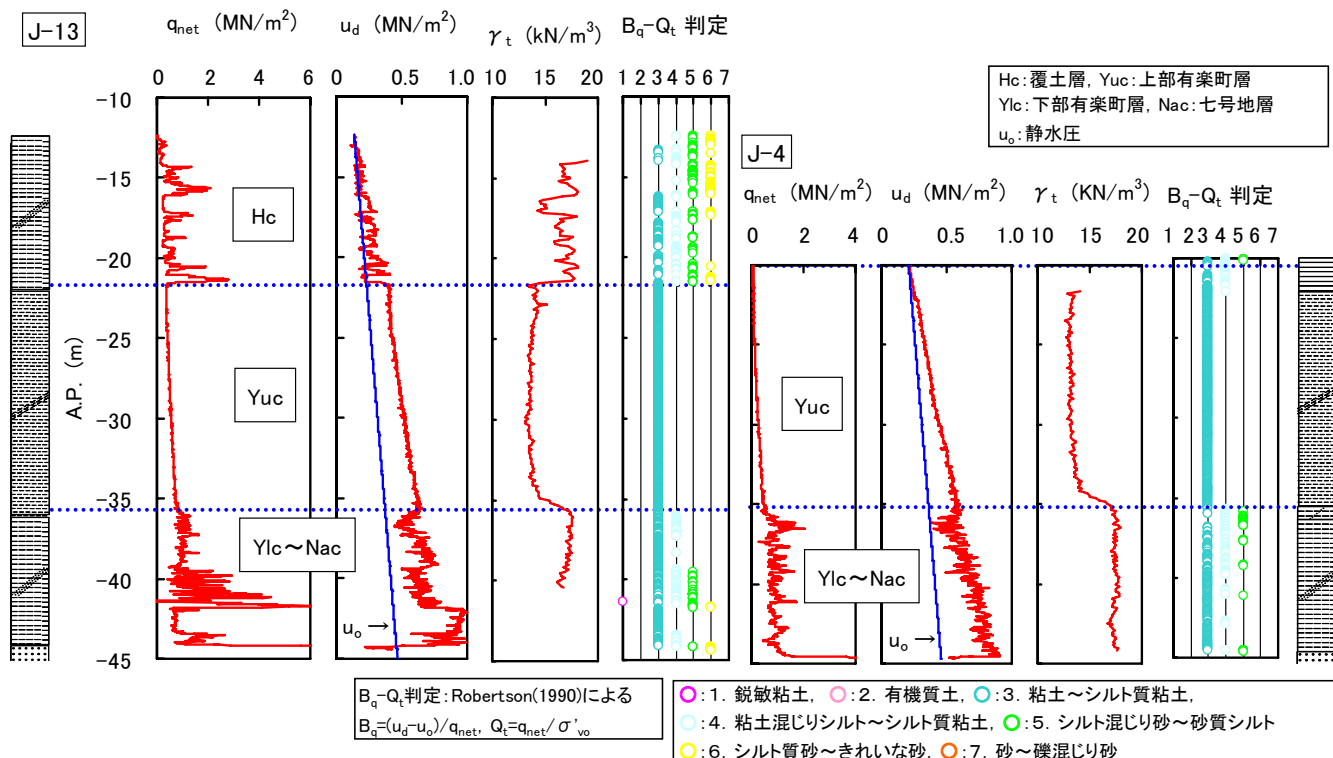


図-2 CPTによる地層区分

#### 4. まとめ

CPTを用いた東京国際空港再拡張事業D滑走路島建設予定海域の地盤調査により以下の知見を得た。

- ①コーン先端抵抗と貫入時に発生する過剰間隙水圧の挙動および湿潤密度に着目し、Robertsonの図表に基づく土質分類結果も併用すれば粘性土中の層境界であってもCPTによる判別が可能である。
- ②CPTにより広大な範囲の地盤の層構成を短期間かつ直接的に把握できる。なお、本報告は東京国際空港D滑走路建設工事の業務の一環として実施した成果の一部である。

#### 参考文献

- 1) 深沢 健: 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, 2004.
- 2) 山根信幸, 深沢 健, 土田 孝: コーン貫入試験の再現性, 第41回地盤工学研究発表会, pp.155-156, 2006.
- 3) Fukasawa, T., Mizukami, J. and Kusakabe, O.: Applicability of CPT for construction control of seawall on soft clay improved by sand drain method, Soils and Foundations, Vol. 44, No.2, pp.127-138, 2004.
- 4) 国土交通省 関東地方整備局: 土質調査参考資料, 2004.
- 5) Robertson, P.K.: Soil classification using the cone penetration test, Canadian Geotechnical Journal, Vol. 27, No.1, pp.151-158, 1990.
- 6) 渡部要一, 田中政典, 宮田正史, 遠藤敏雄, 竹内泰弘: 東京国際空港再拡張事業における海底地盤の調査結果, 第42回地盤工学研究発表会, 2007. (投稿中)