

CPT 結果から推定する細粒分含有率の評価精度について

正 ○ 加藤 清次 ^{1*}
正 高田 徹 ^{2*}
正 須々田 幸治 ^{3*}

細粒分含有率 三成分コーン貫入試験 液状化判定
小規模建築物 地盤調査 土質判別

1. はじめに

三成分コーン貫入試験（以下、CPT）結果を用いた液状化判定手法は、日本建築学会編「建築基礎構造設計指針」¹⁾に示されており、東日本大震災後、宅盤調査においても利用頻度が増えつつある。しかしながら判定精度や対費用効果の問題で、CPT が敬遠されることも少なくない。これは、実測データ等との精度把握が十分に行われていないからと考えられる。

そこで本稿では、液状化を評価する上で重要な地盤定数の一つである細粒分含有率 F_c に着目し、過去に実施した CPT と粒度試験結果を比較した。

2. CPT 結果による細粒分含有率の評価

CPT 結果（先端抵抗 q_t 、周面摩擦抵抗 f_s 、間隙水圧 u ）から土質を判別する手法には、Robertson が提案する土質分類判別図（図 1）²⁾や土質分類指数（土の挙動特性指

標） I_c （式 1）を用いた判別法（図 1 中の表）³⁾があり、最近ではこれらの手法が一般的である。

$$I_c = \{ (3.47 - \log Q_t)^2 + (\log F_r + 1.22)^2 \}^{0.5} \quad (1)$$

ここに、

Q_t : 基準化先端抵抗 $\{ = (q_t - \sigma_{vo}) / \sigma_{vo}' \}$

F_r : 基準化フリクション比 $\{ = f_s / (q_t - \sigma_{vo}) \times 100 (\%) \}$

σ_{vo} : 当該深さの鉛直全応力

σ_{vo}' : 当該深さの鉛直有効応力

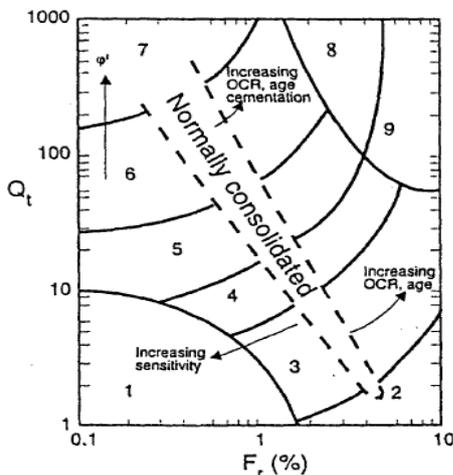
實松・鈴木⁴⁾は、この I_c が大きくなると F_c が増加する傾向を実験的に求め、式 2 を提案している。

$$F_c = I_c^{4.2} \quad (2)$$

3. 比較データ

表 1 に CPT の調査地と概要を示す。これら調査の大半は、住宅地で行われており、新規住宅建設の基礎設計資料とすることを目的として実施されたものである。粒度試験は、CPT を行ったポイントから 1~3 m 程度離れた箇所で行ったボーリングを行い、各深度で土質試料を採取して実施した。

CPT 結果は、土質試料を採取した深度区間で、平均値にて整理した。



Zone No.	I_c	土質分類
9	—	非常に硬質な土
8	—	非常に硬質な砂
7	1.31 以下	礫質土
6	1.31 ~ 2.05	砂~シルト質砂
5	2.05 ~ 2.60	シルト質砂~砂質シルト
4	2.60 ~ 2.95	砂質シルト~シルト質粘土
3	2.95 ~ 3.60	シルト質粘土~粘土
2	3.60 以上	有機質土
1	—	鋭敏粘土

図 1 土質分類図

表 1 調査地点と調査概要

調査地 No.	調査地	粒度試験数	採取深度 (m)
1	東京都足立区	10	1.3~12.4
2	千葉県浦安市	9	2.0~10.0
3	千葉県八潮市	3	4.1~11.2
4	埼玉県草加市	4	2.0~6.8
5	佐賀県佐賀郡	2	3.5, 8.5
6	佐賀県杵島郡	2	2.8, 8.5
7	石川県小松市	4	1.6~7.5
8	千葉県我孫子市	2	3.3, 4.3
9	茨城県神栖市	3	1.3~3.3
10	茨城県神栖市	3	1.3~4.3
11	茨城県神栖市	2	1.25, 3.3
12	茨城県神栖市	3	1.3~4.3
13	茨城県神栖市	3	1.3~4.3
14	山形県酒田市	2	2.4, 6.4
15	静岡県駿東郡	1	6.4
16	茨城県神栖市	4	1.3~4.3
17	新潟県柏崎市	8	3.3~13.3
18	新潟県柏崎市	8	3.3~10.3
	合計	83	

4. 結果と考察

図2にCPT結果およびCPTで求めた F_c の推定値(式2を利用)と実測値の深度分布の代表例(調査地 No.1)を示す。図2中の⑤を見て分かるように、CPTで推定した F_c と実測値は概ね類似した深度分布傾向を示している。ただし、大きくばらついている測点も見られた。

図3に全調査地点の I_c と F_c (実測値)の比較を示す。図中には、式2の直線および当調査結果で得られた近似線($F_c = 4.136 I_c^{2.555} \dots(3)$)を記した。図より、 I_c と F_c の間には相関係数 $r = 0.812$ と高い正の相関が見られており、 I_c から F_c を推定できる可能性は高いことが分かった。

図4に F_c の実測値と推定値を1:1スケールで示した。図より実測値と推定値が大きくばらついている測点が見られる。この要因には、推定式の精度や鉛直有効応力に起因した I_c の算出精度によると思われるが、調査測点によっては互層地盤で層の境界付近で試料採取したものも含めていることが上げられる。これらを踏まえた結果ではあるが、CPTで求めた F_c の推定値には、 $F_c = 19.8\%$ (式2)、 $F_c = 12.6\%$ (式3)の標準誤差が認められた。

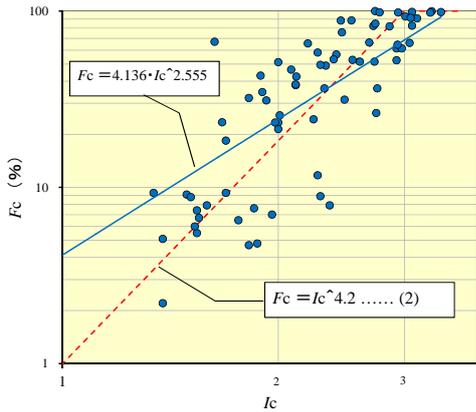
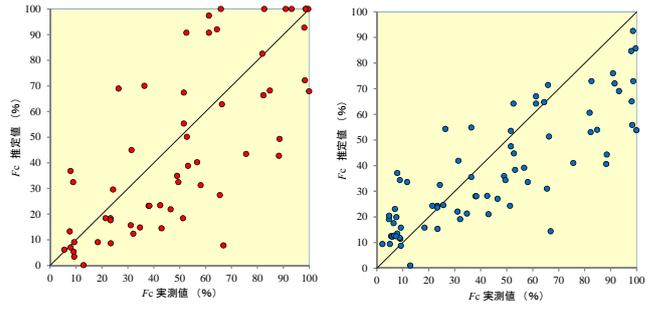


図3 I_c と F_c の比較



(1) 式2による推定 (2) 式3による推定

図4 CPT結果から求めた F_c と実測値の比較

5. まとめ

本稿では、合計18調査地、83測点のCPT結果から推定した F_c と実測値を比較しその評価精度を考察した。 I_c と F_c の間には高い正の相関が見られるが、 F_c 値として12.6~19.8%の標準誤差が認められた。

今後、調査を蓄積しながら精度を再評価していくと共に、そのばらつきが液状化判定にどの程度影響を及ぼすかを見極めたいと考えている。

謝辞

本稿をまとめるにあたって、Soil-i 技術研究会の会員の皆様、ならびに当該データに携わった多くの関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日本建築学会編：建築基礎構造設計指針，日本建築学会，pp. 61-72，1988.
- 2) Robertson, P. K. et al. : Soil classification using the cone penetration test Canadian Geotechnical Journal, Vol. 27, No. 1, pp. 151-158, 1990.
- 3) Robertson, P. K. et al. : Liquefaction of sands and its evaluation, Proceedings of the First International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, IS TOKYO'95, Vol.3, pp. 1253-1289, 1995.
- 4) 實松俊明，鈴木康嗣：コーン貫入試験結果と地盤物性との関係(その1 土質判別と標準貫入試験のN値の評価)，第40回地盤工学研究発表講演集，pp. 59-60，2005.

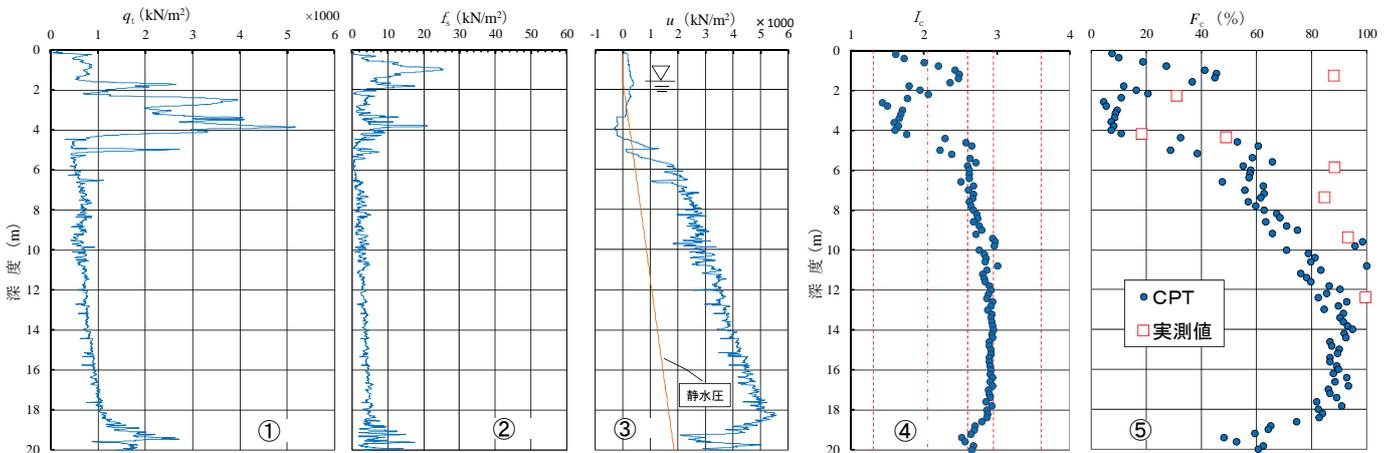


図2 CPT結果とCPT結果から推定した I_c 、 F_c の調査例(調査地 No.1)

*1 アクテック
*2 設計室ソイル
*3 アースリレーションズ

*1 Accutech
*2 Soil Design
*3 Earth Relations