

コーン貫入試験による圧密沈下量の概略推定法

(株)フグロ・ジオサイエンス 正会員 ○大久保達也*

住友建設株式会社 正会員 山地斉

住友建設株式会社 正会員 松原博

中央大学 正会員 斎藤邦夫

1. はじめに

粘性土層の圧密沈下量を推定する場合、通常、ボーリングにより土層を確認し、採取した試料の圧密試験で得た C_c 、 m_v 等を用いて算定する。これに対し、コーン貫入試験(以下、CPTと称する)による方法では、既往データに基づきコーン貫入抵抗 q_t と側方拘束条件下の変形係数 M (constrained deformation modulus) との関係を援用して、想定される荷重条件における沈下量を評価する。しかしながら、 $M \sim q_t$ 関係は地盤の特性が強く反映するために一般性が薄く、その使用条件に大きな制約があることも指摘されている¹⁾。

そこで、本文ではボーリング調査実施点近傍でCPTならびに採取試料に対する室内土質試験を実施し、圧密試験結果とCPT結果を対比させ、CPTによる圧密沈下量推定の可能性を検討した。

2. 既往の研究事例

粘性土の圧密パラメーターとコーン先端抵抗 q_t の相関が、欧米で種々報告されている²⁾。一般的には、 q_t と側方拘束条件下の変形係数 M (標準圧密試験からの体積圧縮係数 m_v の逆数に等しい) の相関を示した事例が多い。代表的と考えられる提案式を次に示す。

$$M = \alpha_m \cdot q_c \quad (\text{Mitchell and Gardner, 1975, Sanglerat, 1972})$$

ここに、 α_m : 土質、コーン先端抵抗 q_c 、含水比 w に依存する係数で $0.4 < \alpha_m < 8$ の範囲にある。

$$M = q \cdot (q_t - \alpha_0) \quad (\text{Senneset et al., 1982, 1989, Senneset et al., 1989})$$

ここに、 q : 過圧密粘土では $5 < q < 15$,

正規圧密粘土では $4 < q < 8$

の範囲にある。

α_0 : 全土被り圧

3. 地盤特性の概要

本検討に用いた2箇所の調査地点は、いずれも軟弱層が厚く分布する。図-1に両地点の代表的なボーリング結果とCPT結果を示す。▼印はCPTと圧密試験の相関をとった位置である。地盤特性の概要を以下に示す。

(a) 敦賀(福井県敦賀市): 本地点では、地表面から深度20mまでは軟弱なシルト質粘土(上部)と腐植粘土(上部)、GL-20~30mは粘性土と砂質土の互層、それより下位は中位~硬いシルト質粘土(下部)と腐植粘土(下部)が堆積する。自然含水比 w_n は、シルト質粘土(上部)で40~130%、シルト質粘土(下部)で40%、腐植粘土(上部)で100~200%、腐植粘土(下部)で70~100%である。

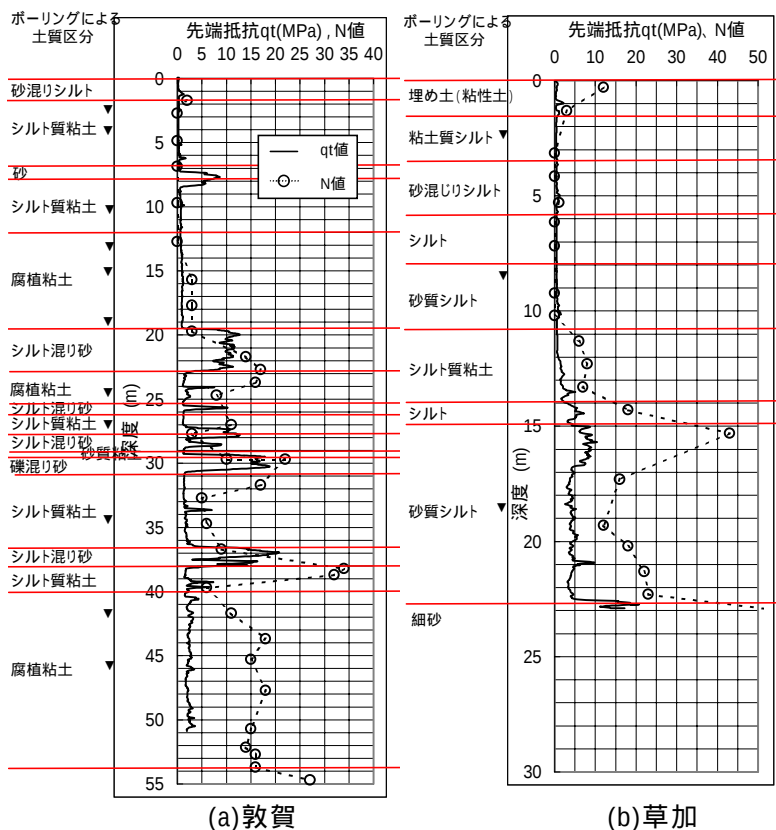


図-1 ボーリング結果とCPT結果

キーワード : 変形係数, コーン先端抵抗, 圧縮指数, 土の種類

* 〒102-0073 東京都千代田区九段北4-3-16, TEL.03-3288-2936, FAX.03-3288-2984

(b)草加(埼玉県草加市):本地点は、シルト質系の地盤であり、深度10mを境に軟弱な砂質シルト(上部)と中位～硬い砂質シルト(下部)に区分される。 w_n は、砂質シルト(上部)で50～70%、砂質シルト(下部)で30～60%である。

4. CPTと圧密パラメーターとの相関

図-2は、Lambe & Whitmann(1969)による粘性土の $C_c/1+e_0 \sim w_n$ (C_c :圧縮指数, e_0 :初期間隙比, w_n :自然含水比)に、当該地盤のデータを加えたものである。凡例に示す土質名は日本統一土質区分に準じたものである。当該地盤の $C_c/1+e_0 \sim w_n$ 関係は、Lambe & Whitmannの示す相関線よりも若干大きめの値を取る傾向が窺われる。しかしながら、両者の相関性は概ね類似の傾向が認められる。

Janbu(1963)は、無次元係数 m (modulus number)を用いて、正規圧密状態では $M = m \cdot \sigma_{v0}$ (σ_{v0} :鉛直有効応力)なる式が成立することを示している。また、係数 m は正規圧密粘土の場合、 $m=2.3(1+e_0/C_c)$ の関係にあることも併せて報告している。図-3は、種々の土質について取りまとめられた係数 m ～間隙率 n に、当該地盤で得られたデータを加えたものである。当該地盤では、各土質とも既往データと良い相関にあることが分かる。

図-4は、Kulhawy & Mayne(1990)による規準化した M ～正味のコーン先端抵抗に、当該地盤のデータを加えたものである。Kulhawy & Mayneは一般的に $M=8.25(q_t - \sigma_{v0})$ の相関関係にあることを示しているが、当該地盤では各土質とも M と $q_t - \sigma_{v0}$ との間に比例関係が見られるものの、その比例定数は有機質土で1.0、粘土とシルトで2.0と小さめの傾向にあることが分かった。

以上の検討から、コーン先端抵抗 q_t と側方拘束条件下の変形係数 M の関係を基礎として、体積圧縮係数 m_v を推測し、結果として圧密沈下量を算定できると考えられる。

5. まとめ

本検討から、当該地盤のデータについて以下の知見を得た。

- 1) $C_c/1+e_0 \sim w_n$ は、Lambe & Whitmannの示す相関線よりも若干大きめの傾向にある。
- 2) $m \sim n$ は、Janbu示す相関線と良い一致が見られた。
- 3) $M \sim q_t$ は、Kulhawy & Mayneの示す $M=8.25(q_t - \sigma_{v0})$ の

相関に比べ、比例定数は小さめの傾向にあり、有機質土では $M_{\text{有機質}}=1.0(q_t - \sigma_{v0})$ 、粘土とシルトでは $M_{\text{粘土,シルト}}=2.0(q_t - \sigma_{v0})$ の相関が見られた。

本文で示した相関式により、当該地盤に限定されるが、CPTから圧密沈下量を推定できる可能性を示せたといえる。今後は、さらにデータを増やすことで相関関係を詳細に検討し、CPTによる圧密沈下量推定方法の確立していく予定である。

参考文献

- 1) Meigh.A.C: Cone penetration testing: method and interpretation, pp.47～54, 1987
- 2) T.LUNNE et al.: CONE PENETRATION TESTING IN GEOTECHNICAL PRACTICE, pp.71～73, 2001

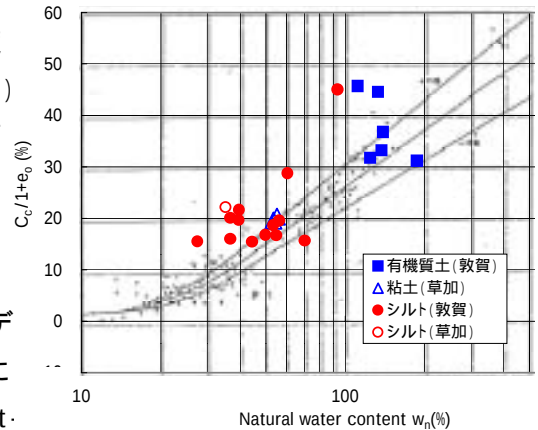


図-2 $C_c/1+e_0$ と自然含水比 w_n の関係

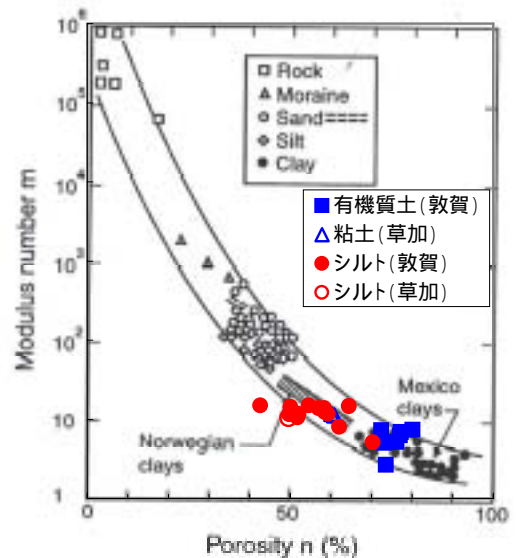


図-3 係数 m と間隙率 n の関係

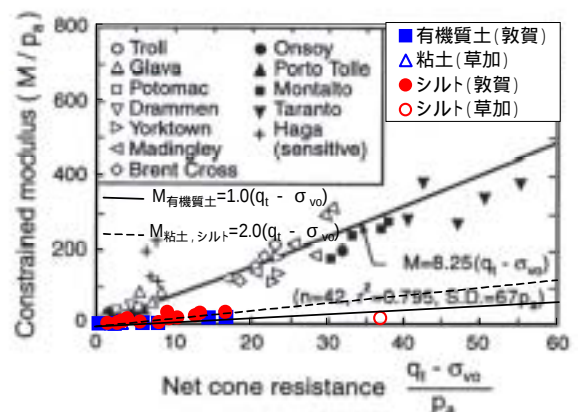


図-4 規準化した M と正味のコーン貫入抵抗