

北海道新篠津村での地盤調査一斉試験（CPT-M と CPT-E の比較）

北海道土質試験協同組合 ○小笠 裕貴、中川 範彦、伊藤 秀一、金井 克尚、今 聖人
 大阪公立大学大学院 大島 昭彦

1. はじめに

北海道では泥炭性軟弱地盤が広く分布している（図-1）。そのため、北海道の泥炭性軟弱地盤の地盤調査では機械式コーン貫入試験（以降 CPT-M と記す）が多く利用されている。これらの軟弱地盤の内、特に泥炭の場合は、地盤定数を CPT-M より求められるコーン貫入抵抗 q_c より推定する人が多い。しかし、日本工業規格（以降 JIS と記す）の適用分類による解釈では、電気式コーン貫入試験（以降 CPT-E と記す）が「信頼性の高い地盤定数の推定」と高い評価となっている一方で、CPT-M は「他に情報がある場合、地盤構成の推定が可能である」という低い精度評価にとどまっている（表-1）。

今回の地盤調査一斉試験では泥炭層、粘性土層におけるコーン貫入抵抗に着目し CPT-M の q_c と CPT-E の q_t の比較を行った。さらに CPT-M における JIS 旧規格の貫入速度 10mm/s と JIS 新規格の貫入速度 20mm/s への貫入速度への変更による実務上での適用性の考察を行った。

2. 調査概要

(1) 調査位置

一斉試験は、北海道新篠津村のピートモス採取地内で 2022 年 9 月に実施された（図-1）。



図-1 北海道の泥炭性軟弱地盤分布図¹⁾

(2) 土層構成

一斉試験で行われたボーリング調査結果²⁾によると、表層より深度5m までの区間では泥炭が厚く堆積し、深度5m～深度25m の区間では粘性土を主体に砂層や砂混じりの層を所々に分布する土層が確認された。

(3) 貫入先端について

CPT-M の貫入先端は JIS A1220:2013⁴⁾では 3 種類の貫入先端が規定されているが、北海道内の実務で使用され

ている M1 貫入先端（マントルコーン）を使用した。

(4) 試験機と計測装置について

一斉試験では CPT-M、CPT-E ともに貫入速度のばらつきで測定値に影響を与えないよう、油圧式貫入試験機械（写真-1）を使用した。この油圧式貫入機は貫入速度の制御が可能であり、設定された速度での貫入が可能となっている。計測は CPT-M はブルドン管式圧力計、CPT-E は電気センサーによって測定される。

表-1 コーン貫入試験対比表³⁾

項目	機械式コーン貫入試験	電気式コーン貫入試験
使用貫入先端	M1貫入先端	—
測定間隔	200 mm	20 mm
貫入速度	(20±5) mm/s	(20±5) mm/s
測定成分 ()内は貫入管理に使用する成分	1成分 ・コーン貫入抵抗 q_c (MN/m ²)	3成分 ・コーン貫入抵抗 q_t (MN/m ²) ・周面摩擦 f_s (kPa) ・間隙水圧 u (kPa) (先端コーン傾斜角) (温度)
貫入方法	不連続貫入	連続貫入
ISO上の試験方法	TM3	TE2
ISO上の使用対象	・土質に関わらず F [※] : 外に地盤情報がある場合、地盤構成の推定が可能	・土質に関わらず G: 信頼性の高い地盤構成及び土の種類 の推定 ・精度、土質によって H: 信頼性の高い地盤定数の推定 H [※] : 地盤定数の推定



写真-1 油圧式貫入試験機

3. CPT-M の JIS 旧規格と JIS 新規格について

CPT-M の貫入速度は JIS 旧規格（JIS A1220:2001⁵⁾）では 10mm/s であったが、現行の JIS 規格（JIS A1220:2013⁴⁾）では 20mm/s と変更されている。この時の改正理由は「ISO に従い（20±5mm/s）とした」と ISO の規格と整合を図るために改定されたと記載されている。しかし、両者の貫入速度での q_c を比較した文献等が見当たらないため、今回の一斉調査で貫入速度の違いによる q_c の相違を確認した。

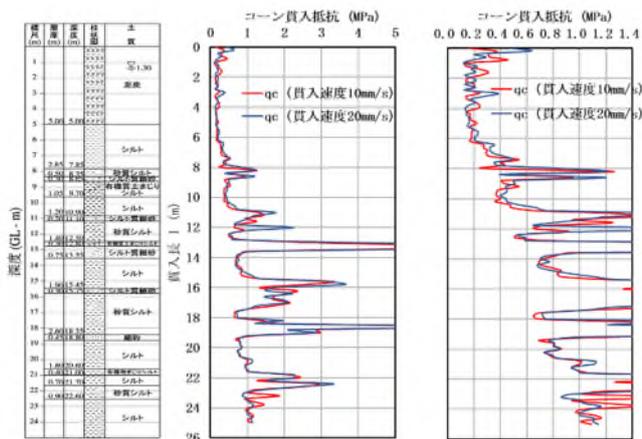


図-2 CPT-M の(10mm/s と 20mm/s)の深度分布

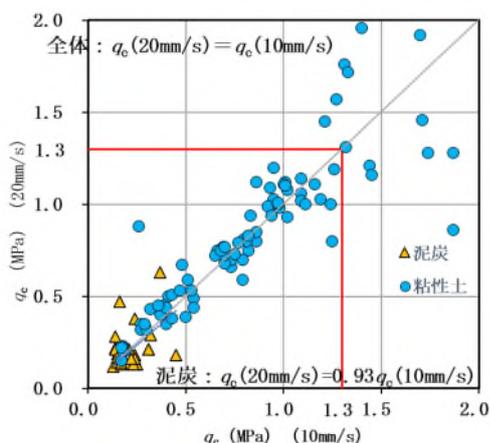


図-3 CPT-M のコーン貫入抵抗(10mm/s と 20mm/s)比較

4. CPT-M(10mm/s と 20mm/s)の比較

CPT-M の両者の試験結果のグラフを図-2 に、 q_c (10mm/s) を X 軸に q_c (20mm/s) を Y 軸に設定し結果を図-3 に示す。全体に q_c (20mm/s) = q_c (10mm/s) という関係が求められ、泥炭層では q_c (20mm/s) = 0.93 q_c (10mm/s) と貫入速度が 10mm/s のほうが若干ではあるが値が高く測定されることが確認された。均質な粘性土層では貫入速度の違いによる q_c の顕著なばらつきは確認されなかった。 $q_c=1.30$ MPa を超える砂混じりの粘性土層では貫入速度による q_c のばらつきが多く確認されたが、これは貫入速度の違いによるものより、砂の混入状況のばらつきに起因する割合が多いと推測される。

5. CPT-M と CPT-E の比較

CPT-M と CPT-E の試験結果のグラフを図-4 に、 q_c を X 軸に q_t を Y 軸に設定し結果を図-5 に示す。全体に $q_t=0.99q_c$ という良好な結果が求められた。地下水位以深の泥炭層では $q_t=0.96q_c$ 、粘性土層では $q_t=0.99q_c$ となり、全体を通して $q_t \approx q_c$ と判断できる結果を得ることができた。

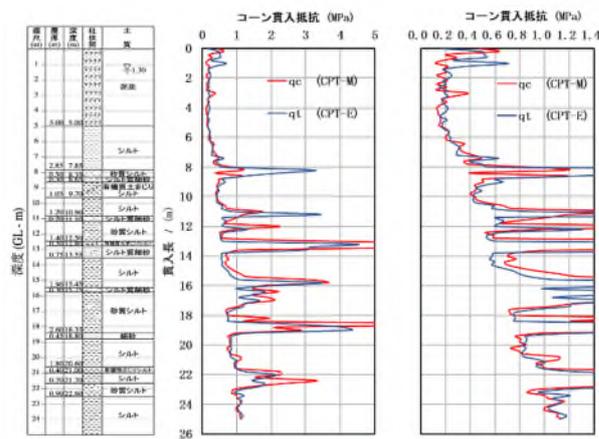


図-4 CPT-E の q_t と CPT-M の q_c 深度分布

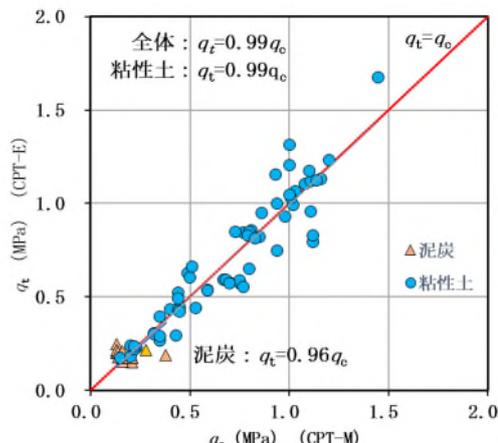


図-5 CPT-E の q_t と CPT-M の q_c の関係図

6. まとめ

今回の試験結果から CPT-M の貫入速度の違いによる q_c には大きな差異がみられなかったため、貫入速度が速くなることによる試験時間の短縮などの利点が考えられるため、実務上の観点からは適正な改定であると考えられる。

CPT-E では周面摩擦や間隙水圧などが測定できる優位性はあるが、先端抵抗値だけを比較すると CPT-M と CPT-E では同程度の精度での測定が可能であり、CPT-M の実務上での適用性は現在でも高いと考えられる。

《引用・参考文献》

- 1) 泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル：平成29年3月， 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所（に加筆） p13
- 2) 中野・他 北海道新篠津村での地盤調査一斉試験（その1：調査概要とボーリング結果），第58回地盤工学発表会，2023
- 3) 地盤調査の方法と解説 p352, p381, 2013.3 加筆修正
- 4) 地盤調査の方法と解説 p361, 2013.3
- 5) 地盤調査の方法と解説 p297, 2001.6