

泥炭地盤における電気式コーン貫入試験による土質判別（その2）

北海道土質試験協同組合 ○金井 克尚, 中川 範彦, 伊藤 秀一, 今 聖人

1. はじめに

電気式コーン貫入試験（以後 CPT と表す）は、測定結果からロバートソンによって提案された土質判別チャートを用いて土層判別が行える特性を有している。しかし一般的な土についての土質判別は良好な結果を得られるのだが、泥炭の判別は困難である。このため北海道に広く分布する泥炭地盤の調査においてこの CPT の特性を活用し、CPT の使用機会を増加させるための第一歩として「技術フォーラム2016」熊本で泥炭地盤の CPT 結果について報告した¹⁾。今回は異なる地区で得られた結果を用い、本チャートでの泥炭判別について確認できた結果を報告する。

2. 試験結果

(1) 試験箇所

試験は道央地区の石狩郡新篠津村の、ピートモス生産業者の採取地内で実施した。

図-1 北海道の泥炭性軟弱地盤分布図²⁾

(2) 土層構成と泥炭の基本的性質

CPT を行った試験箇所の柱状図を図-2に示す。試験箇所の土層構成は、表層から5.20mまで泥炭でその下が深度7.70mまで粘土となっている。また、泥炭層を対象として含水比試験と強熱減量試験を実施した。含水比結果を図-3に、その含水比 W_n と強熱減量 L_i の関係を図-4に示す。結果は含水比 W_n は400%~900%、強熱減量 L_i は40%~90%となっている。また含水比については、深度3.80m以浅は $W_n=500\%$ 以上、以深は $W_n=500\%$ 以下となる傾向が見られる。これは泥炭の分解度や粘土の混入状態等が理由として考えられる。また含水比 W_n と強熱減量 L_i は相関係数 $R^2=0.611$ と相関が得られていることが確認できる。

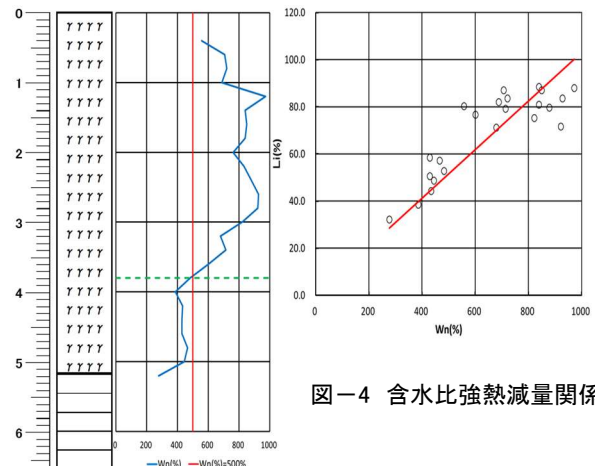


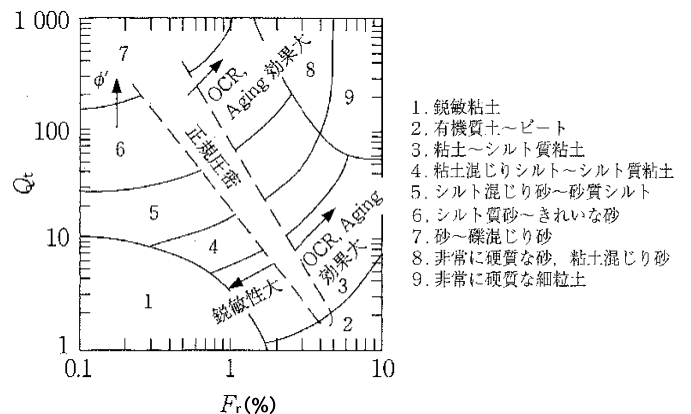
図-4 含水比強熱減量関係図

図-3 含水比

図-2 柱状図

3. 土質判別法

使用した土層判別法は1990年にロバートソンが提案した土被り圧の影響を考慮して基準化された先端抵抗 q_t と周面摩擦比 F_r の計算結果を図-5のチャートにプロットして判別する方法である。



1. 鋭敏粘土
2. 有機質土〜ピート
3. 粘土〜シルト質粘土
4. 粘土混じりシルト〜シルト質粘土
5. シルト混じり砂〜砂質シルト
6. シルト質砂〜きれいな砂
7. 砂〜礫混じり砂
8. 非常に硬質な砂、粘土混じり砂
9. 非常に硬質な細粒土

図-5 ロバートソンによる土質判別チャート³⁾

q_t と F_r は以下に示す式-1によって算出される。また、式-2に示す指針 I_c で求められる境界によって2から7までの土質境界が定義されている。

$$q_t = \frac{(q_t - \sigma_{v0})}{\sigma_{v0}'}, \quad F_r = \frac{f_s}{(q_t - \sigma_{v0})} \times 100(\%) \quad \text{式-1}$$

σ_{v0} : 当該深さにおける鉛直全応力 (kN/m²)

σ_{v0}' : 当該深さにおける鉛直有効応力 (kN/m²)

$$I_c = \{(3.47 - \log_{10} q_t)^2 + (\log_{10} F_r + 1.22)^2\}^{0.5} \quad \text{式-2}$$

4. 試験結果と考察

(1) 試験結果

CPT の試験結果と柱状図を図-6に示した。ロバートソンの土質判別では粘土層は粘土と分類されているが、泥炭層は粘土～シルト質粘土が判定範囲外に分類されている。また土被り圧算定に用いる単位体積重量は、泥炭層は 10.5 kN/m^3 、粘土層は 16.0 kN/m^3 を用いた。

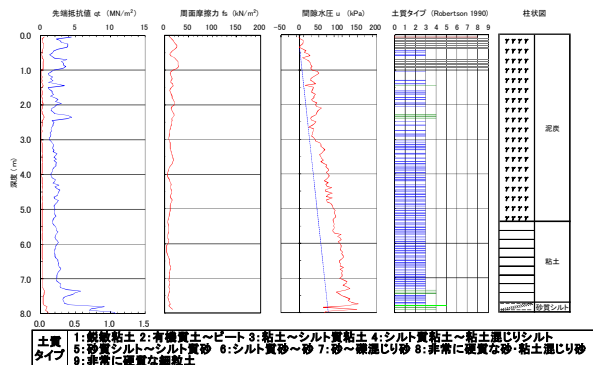


図-6 CPT 試験結果

(2) 泥炭の分布傾向と判別境界

試験箇所の泥炭と粘土をロバートソンチャートにプロットしたものを図-7に示す。

泥炭は、本チャートの泥炭判別範囲と比較すると、基準化周面摩擦比 F_r は概ね泥炭判別範囲内にあるが、全体に大きい値を示しており、チャート外の $F_r > 10.0$ の範囲に分布しているものもある。この F_r が大きい理由としては、泥炭が先端抵抗に比して周面摩擦が大きい傾向にあるためだと考えられる。基準化先端抵抗 q_t は泥炭判別範囲の上の $12.0 < q_t < 80.0$ に分布している。全体としてチャートの泥炭判別範囲の右上に集約されている。また含水比別では、 $w_r=500\%$ 以下では $F_r=6.5 \sim 9.0$ に、 $w_r=500\%$ 以上では概ね $F_r=7.0 \sim 15.0$ に分布していることが確認できる。このことは含水比が低くなるにつれ、粘土の分布範囲に近づく傾向を示していると考えられる。また、泥炭と粘土の分布範囲には明確な差異が見られ、粘土は泥炭の左下に分布している。

これらの結果より、泥炭の判別境界については泥炭が先端抵抗に比して周面摩擦が大きい傾向にあると考えられることから、この傾向を考慮し、今回は F_r に着目して考察する。泥炭は図-7に破線で示した $F_r=6.5$ を境界とし、それ以上の範囲に分布していることが確認できる。そのためこの $F_r=6.5$ が当該地盤の泥炭と粘土の判別境界となり得ると考えられる。

また、比較検討を行うため、前回の泥炭のデータ¹⁾も併せてプロットした結果を図-8に示す。泥炭が $F_r=6.5$ 以上の範囲に分布している傾向が一致している。また前回では F_r の範囲が広く、 q_t の値が小さいという差異が見られる。この差異が生じた理由としては、泥炭が分布地域により、堆積状況や物理的性質等に違いがあることが原因だと考えられる。

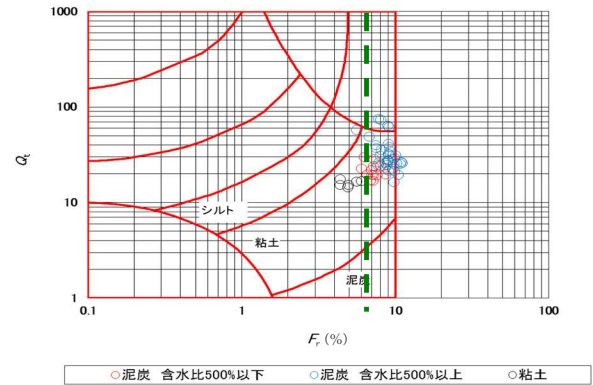


図-7 泥炭と粘土の分布状況

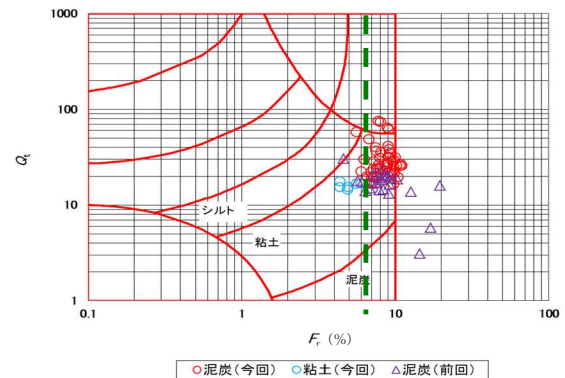


図-8 前回との分布状況比較

5. まとめ

今回の結果から、以下のことが確認された。

- ① 室内試験から泥炭の含水比や強熱減量の変化に対する分布傾向を確認できた。
- ② 泥炭の基準化周面摩擦比 F_r は、本チャートの泥炭判別範囲内あるいはチャート外に分布する。
- ③ 泥炭の基準化先端抵抗 q_t は、本チャートの泥炭判別範囲の上に分布する。
- ④ 泥炭は泥炭判別範囲の右上に集約している。
- ⑤ 粘土は泥炭の左下に分布しており、泥炭とは明確に分布傾向が異なる。

これらから、本チャート上に新たに $F_r=6.5$ を境界として判別境界を設定することにより泥炭の判別ができる可能性を確認できた。しかし、前回の結果との比較から地域による分布傾向の違いも確認されたため、今後は泥炭判別の精度を高めるべく、CPT データの集積と、その検討を継続していくことに努めたい。

《引用・参考文献》

- 1) 今聖人ほか: 泥炭地盤における電気式コーン貫入試験による土層判別について, 「技術フォーラム2016」熊本
- 2) 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所: 泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル, p.3, 2018.3. に加筆修正
- 3) 地盤工学会編: 地盤調査の方法と解説, p.392, 2013.3.