

コーン貫入抵抗 q_c から算出した粘着力 c の評価事例

上山試験工業株式会社 ○土田 雄貴, 山上 友也, 佐々木 隆

1. はじめに

北海道の軟弱地盤における調査では、ボーリング調査の他に機械式コーン貫入試験が用いられることが多い(図-1 参照)。

機械式コーン貫入試験は、測定間隔 20cm 毎にマントルコーンを約 5cm 静的に貫入した際の圧入力よりコーン貫入抵抗 q_c (kN/m^2) を測定し、その q_c 値より調査地の地盤構成、地盤定数を推定する調査方法である。

今回紹介する事例は、軟弱地盤上の河川堤防箇所における地盤強度の把握を目的とする地質調査業務において、同一箇所ではボーリング調査と機械式コーン貫入試験を実施し、ボーリング時に採取したシンウォールサンプリング試料の一軸圧縮強さ q_u 、コーン貫入抵抗 q_c により泥炭層および粘性土層の粘着力 c を設定したものである。

本報文では、泥炭層および粘性土層の粘着力 c の設定にあたり、一軸圧縮試験結果 (q_u 値) および機械式コーン貫入試験結果 (q_c 値) から算出した値を比較、検討した事例を紹介し、 q_c 値と粘着力 c の関係性について報告する。

一軸圧縮試験を行い、得られた q_u 値より以下に示す関係式から粘着力 c を算出した。

$$c = q_u / 2 \text{ (kN/m}^2\text{)} \dots \text{式-1}$$

(2) 機械式コーン貫入試験

機械式コーン貫入試験で得られた q_c 値より以下に示す関係式から粘着力 c を算出した。

粘性土層は「道路土工 軟弱地盤対策工指針」³⁾に示される以下の関係式を用いて算出した。

$$q_u = 1/5 q_{cp}$$

$$q_{cp} = 0.741 q_c$$

$$c = q_u / 2 = (0.741 q_c / 5) / 2 = 0.0741 q_c \text{ (kN/m}^2\text{)} \dots \text{式-2}$$

$$(\approx q_c / 13.5)$$

ここに、

q_{cp} : ポータブルコーン貫入試験のコーン貫入抵抗 (kN/m^2)

q_c : 機械式コーン貫入試験のコーン貫入抵抗 (kN/m^2)

泥炭層は「泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル」⁴⁾に示される以下の関係式から算出した。

$$c = q_c / 20 \text{ (kN/m}^2\text{)} \dots \text{式-3}$$

3. 考察

(1) q_u 値、 q_c 値より算出した粘着力 c の比較結果

一軸圧縮試験を行った泥炭層、粘性土層において、 q_c 値、 q_u 値からそれぞれ算出した粘着力 c を比較した。

表-1 に、各関係式を用いて q_c 値および q_u 値より算出した粘着力 c 、図-2、図-3 に q_c 値・ q_u 値から算出した粘着力 c の標高分布図をそれぞれ示す。

泥炭層 A_p では、 q_c 値と q_u 値からの算出値はほぼ同様の値となっている。一方、粘性土層 A_{c1} 、 A_{c2} は q_u 値からの算出値が小さい値となっていることが確認された(図-2 参照)。

そのため、粘性土層についても $c = q_c / 20$ の関係式より粘着力 c を算出すると、粘性土層 A_{c1} 、 A_{c2} ともに q_c 値、 q_u 値からそれぞれ算出した粘着力 c はほぼ同様の値を示すことが確認された(図-3 参照)。

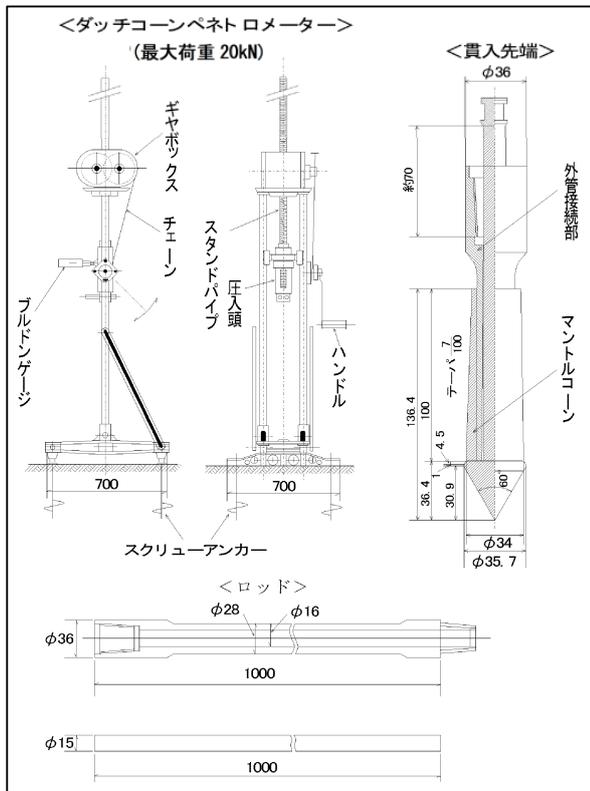


図-1 機械式コーン貫入試験の概要図 ¹⁾²⁾

2. 粘着力 c の算出方法

粘着力 c は、つぎに示す方法により算出した。

(1) 一軸圧縮試験

シンウォールサンプリングにより採取した試料を用い

表-1 q_c 値、 q_u 値より算出した粘着力 c

土層区分		粘着力 c (kN/m^2)		
		qc値からの算定値		qu値からの算定値
		粘性土式 $c = 0.0741 q_c$	泥炭式 $c = q_c / 20$	
Bk	盛土 (粘性土)	27~62 41	18~42 28	-
A_p	泥炭層	-	14~22 18	12
A_{c1}	粘性土層	27~47 37	18~32 25	23
A_{c2}	粘性土層	43~72 55	29~49 37	37

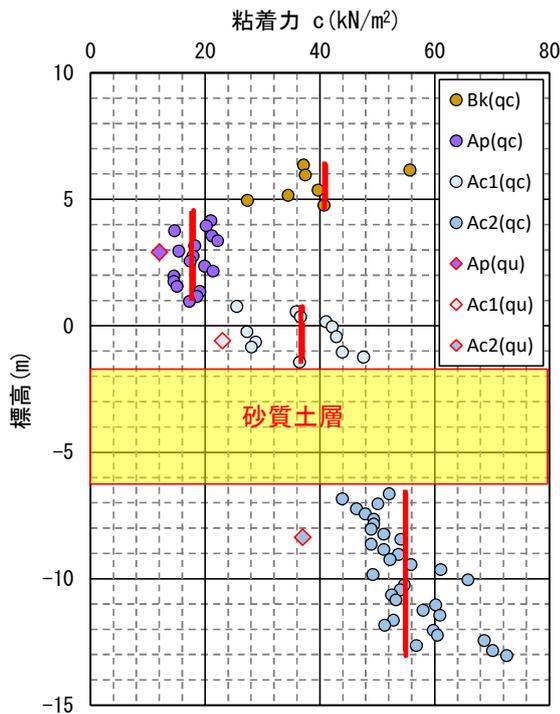


図-2 qc 値・qu 値から算出した粘着力 c の標高分布図
(泥炭層: $c=qc/20$, 粘性土層: $c=0.0741qc$)

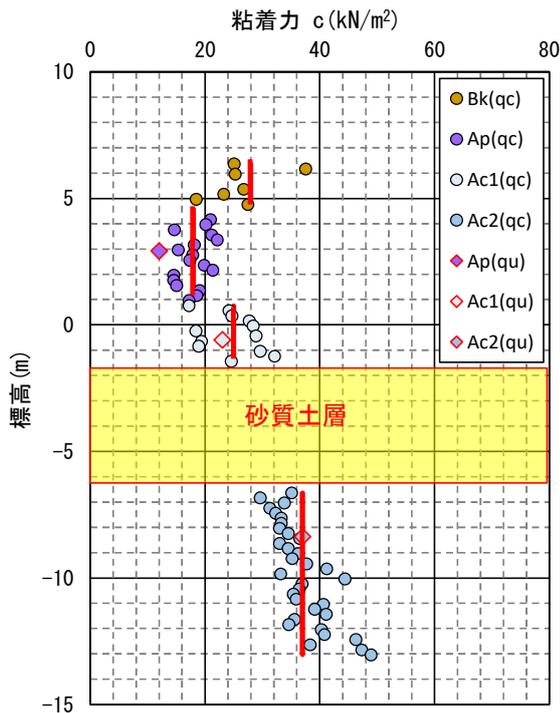


図-3 qc 値・qu 値から算出した粘着力 c の標高分布図
(全層: $c=qc/20$)

紹介事例の業務では、複数の調査地点において同様の調査を行っている。図-4 に他地点における粘着力 c の標高分布図 (qc 値からの算出は全層 $c=qc/20$ を適用) を示す。

他地点の粘性土においても、 $c=qu/2$ と $c=qc/20$ で算出した粘着力 c はほぼ同様の値を示していることが確認された。

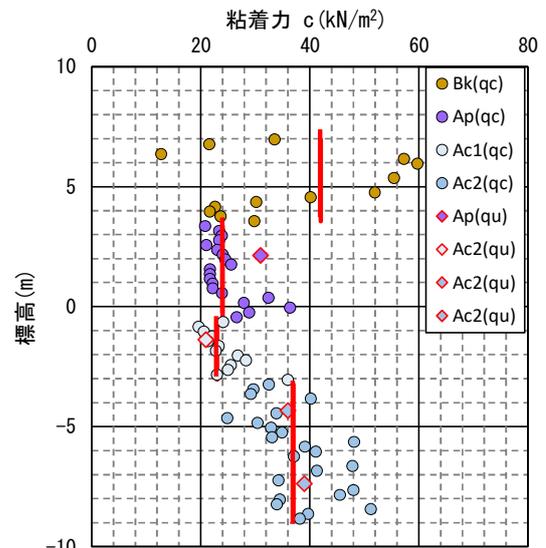


図-4 qc 値・qu 値から算出した粘着力 c の標高分布図
(全層: $c=qc/20$)

(2)粘着力 c の設定, 評価

一般に qu 値は、サンプリングや供試体成形時の乱れ等の影響により原地盤よりも強度が低下していることがあり、 qc 値の方がより精度良く原地盤の強度が評価できるとされている。しかし、道路土工に示される $c=0.0741qc$ ($\approx qc/13.5$) の関係式は、 qc 値から qc_p 値、 qc_p 値から粘着力 c へと 2 段階の換算を行っているものであることから、誤差も大きいと判断された。以上のことから、安全側も踏まえた上で、全層において $c=qc/20$ の関係式から算出した値を設計用の粘着力 c と評価した。

4. まとめ

限られたデータ数であるが、一軸圧縮強さ qu とコーン貫入抵抗 qc からそれぞれの方法で算出した粘着力 c について比較、検討を行った。その結果、泥炭では $c=qu/2$ と $c=qc/20$ からの算出値はほぼ同様の値を示すことが確認された。一方、粘性土では $c=qu/2$ からの算出値は $c=0.0741qc$ ($\approx qc/13.5$) からの算出値よりも小さい値を示し、泥炭と同様、 $c=qc/20$ からの算出値がほぼ同様の値を示すことが確認された。そのため、紹介事例の業務では、安全側も踏まえた上で泥炭層、粘性土層ともに $c=qc/20$ で算出した値を粘着力 c として設定した。

今後もデータを蓄積し、コーン貫入抵抗 qc と粘着力 c の関係の精度向上に努める所存である。

《引用・参考文献》

- 1) 関東地質調査業協会:改訂版 現場技術者のための地質調査技術マニュアル, p334, 2015.
- 2) (社)地盤工学会:地盤調査の方法と解説, p297, 2004.
- 3) 社団法人 日本道路協会:道路土工 軟弱地盤対策工指針, p. 46, 2012.
- 4) 国立研究開発法人 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. 54, 2019.