

北海道に分布する軟弱粘性土地盤の設計定数について

北海道土質コンサルタント株式会社 ○小島 一宏
 同 上 松本 和正
 同 上 松本 博志
 同 上 太田 佳之

1. はじめに

粘性土や泥炭の設計定数 (c, φ, E) を決定する場合、N値のみから推定することが多い。特に、N値が0~2程度の軟弱土ではN値からの推定法は精度的に妥当性が低いとされている。N値が0を示す場合は、強度定数や変形特性などの設計定数が期待できない。このため、オランダ式二重管コーン貫入試験や孔内水平載荷試験等の精度の高い原位置試験を行って、設計定数を確認することが一般的と思われる。当報告では、北海道に分布する軟弱粘性土を対象として行った調査結果から、N値やqc値とc、Eなどとの相関性を報告する。

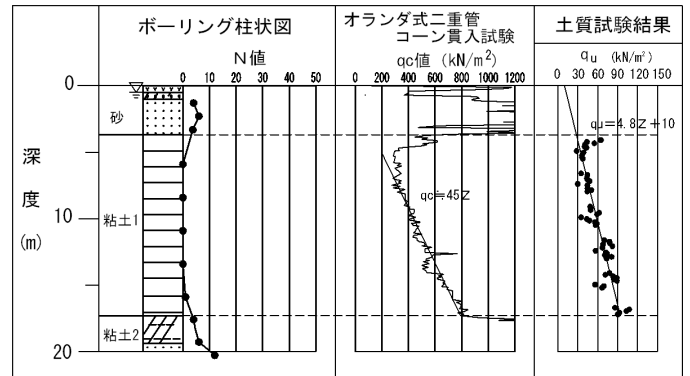


図-1 調査事例1 (札幌市北区)

2. 調査事例

軟弱地盤の調査事例を図-1, 2に示す。

(1) 札幌市北区の例

図-1札幌市北区あいの里地区の調査事例である。当地では、海成粘土に相当する粘土が深度4~17mの範囲に堆積する。N値は0を示し極めて軟弱であるが、札幌市の北部低地の広い範囲で見られる一般的な土層である。一帯は、開発行為が盛んに進められており、建物基礎として杭基礎が採用されている。

(2) 夕張郡長沼町の例

図-2は夕張郡長沼町の調査事例である。当地では沖積層の粘土が深度2~20mの範囲に堆積する。N値は0~1と軟弱でありN値から粘着力は期待できない。

上記の事例では、詳細調査としてオランダ式二重管コーン貫入試験とシンウォール試料を用いた一軸圧縮試験を実施した。

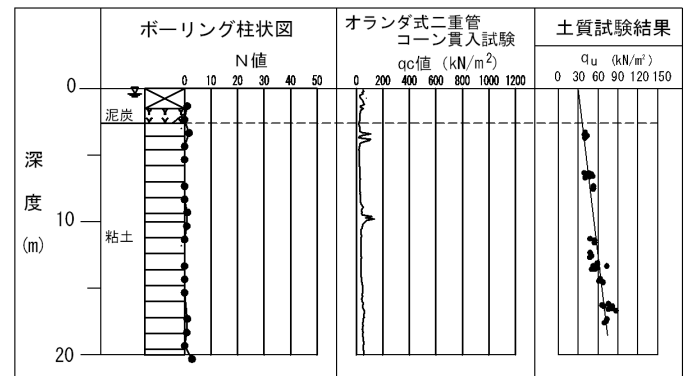


図-2 調査事例2 (夕張郡長沼町)

3. 設計定数

(1) 粘着力

粘着力の推定は、N値やqc値、quから推定される。

- ・ $C = (6 \sim 10) \times N$ (kN/m²) ... N値から
- ・ $C = 1/20 \times qc$ (kN/m²) ... qc値から
- ・ $C = 1/2 \times qu$... qu値から

「泥炭性軟弱地盤対策マニュアル」(北海道開発土木研究所, 平成14年)では泥炭層の非排水せん断強度 C_u の推定法として次式を示している。

$$C_u = qcd/20$$

※qcd はオランダ式二重管コーン貫入試験によるコーン抵抗 (kN/m²)

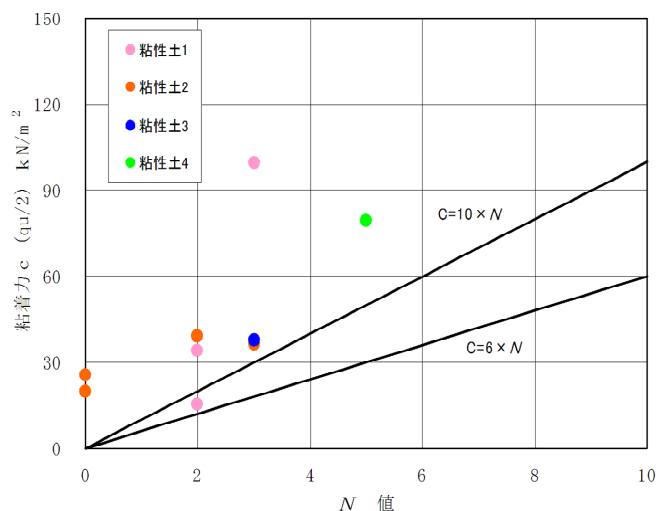


図-3 N値と粘着力cの関係

(2) 内部摩擦角, ϕ

粘性土については, $\phi = 0^\circ$ と扱うが, 詳細な調査法としては三軸圧縮試験法による推定法がある。

(3) 変形係数, E

道路橋示方書ではN値と孔内水平載荷試験によって得られた変形係数 E_B から以下の推定法を示している。

$$E = 2800 \times N \quad (\text{kN/m}^2) \quad \dots N \text{値から}$$

$$E = 4 \times E_B \quad (\text{kN/m}^2) \quad \dots \text{LLTから}$$

この関係から $E_B = 700 \times N \quad (\text{kN/m}^2)$ が得られる。

図-1, 2ではN値が0~1を示すが, qc値とquは深度方向に強度が増加する傾向が認められる。このように, 軟弱土に対しては静的なサウンディングや一軸圧縮試験が有効であることを示している。

N値と粘着力cの関係を図-3に, N値と変形係数Eの関係を図-4に示す。粘着力C, 変形係数Eとも, ばらつきは大きい, 大半はこれらの推定式を上回る結果が確認された。

qc値と粘着力の関係を図-5に, qc値と変形係数Eの関係を図-6に示す。N値に比べてqc値と粘着力, 変形係数の相関性は良いと言える。これは, 軟弱な粘性土地盤に対してN値よりも調査精度が高いことを表している。

したがって, 軟弱な粘性土地盤に対して, N値を用いて設計定数を推定する場合, 安全側となり過大な設計になるケースが多いと予想される。このため, 精度の高い詳細調査の実施が望ましい。

4. むすび

以下に概要をまとめる。

- ① N値が0を示す粘性土でも, 粘着力cや変形係数Eが期待できる。
- ② qc値と粘着力cには以下の関係が認められる。

$$c = (1/12.5 \sim 1/20) \times qc \quad (\text{kN/m}^2)$$
- ③ 軟弱粘性土の場合ではN値からの推定法では粘着力cや変形係数Eは安全側の値が得られることが多いと考えられる。このため, 経済的な設計に反映させる定数を得る詳細調査の実施が望ましい。
- ④ 調査方針として, 表-1に示した方法が考えられ, 表中の②あるいは③を採用することが有効である。
- ⑤ 軟弱粘性土に対する詳細な調査法として, オランダ式二重管コーン貫入試験や孔内水平載荷試験が挙げられるが, 構造物の重要度や経済性を考慮して採用すべきである。

以上のような, 調査方針の決定方法等は, まだ発注者や設計担当者に十分に浸透していないと思われる。このため, 今後も積極的に提案していきたい。

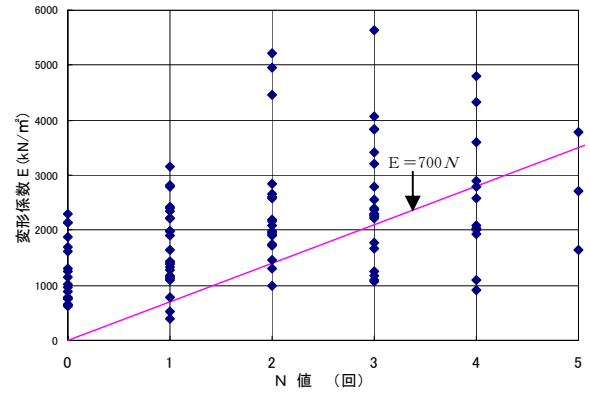


図-4 N値と変形係数Eの関係

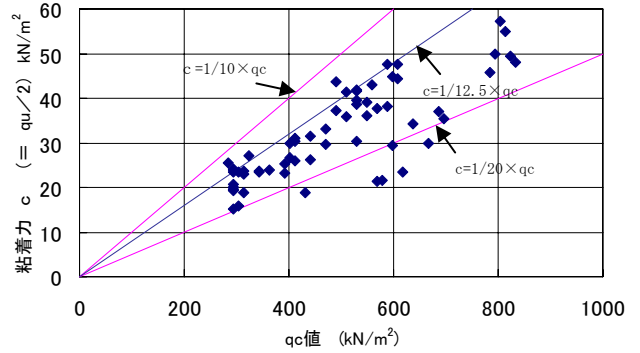


図-5 qc値と粘着力cの関係

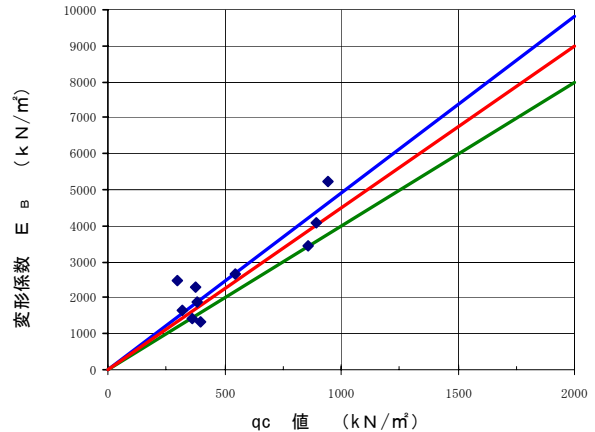


図-6 qc値と変形係数Eの関係

表-1 設計定数の推定方法例

設計定数	粘着力 C (kN/m²)	せん断抵抗角 ϕ (度)	変形係数 E (kN/m²)	単位体積重量 γ (kN/m³)	推定レベル
推定方法	① N値からの推定 粘性土: $C = (6 \sim 10) \times N$ 砂質土: $C = 0$	① N値からの推定 粘性土: $C = (6 \sim 10) \times N$ 砂質土: 各種あり	① N値からの推定	① 土質からの推定	↓ 詳細
	② qc値からの推定 粘性土: $C = qc/20$	② qc値からの推定 粘性土: $C = qc/40$ (沖積)	② 平板載荷試験からの推定 鉛直方向のE	② 室内土質試験 (ω_n, ρ_s, Sr)からの推定	
	③ qc値からの推定 粘性土: $C = qc/20$	③ 三軸圧縮試験からの推定 トリプルサンプリング等が必要	③ 孔内水平載荷試験からの推定 水平方向のE	③ サンプリングによる実測 粘性土: シンウォール, デニソン 砂質土: トリプルサンプリング	
<small>・ N値は標準貫入試験で得られる値 ・ qc値はオランダ式二重管コーン貫入試験で得られる値 ・ ω_nは自然含水比, ρ_sは土粒子の密度, Srは飽和度</small>					

《引用・参考文献》

- 1) 道路橋示方書・同解説, IV下部構造編, pp255
- 2) 島田一功・大竹幸雄・若松幹男・池田晃一: 稲積北部地区の地盤, 土質工学会北海道支部技術報告集第16号 pp. 53~62, 1976. 2