

地中内温度がコーン係数に及ぼす影響

東亜建設工業	正会員	○松岡	達也
東亜建設工業	正会員	平林	弘
東亜建設工業	正会員	西田	浩太
北海道大学大学院	正会員	田中	洋行

1. はじめに

筆者らはこれまで、軟弱粘性土地盤上に構造物を築造する際、電気式静的コーン貫入試験(CPT)を中心とした調査・設計・施工管理方法を提案し、実施工に適用してきた。CPTを用いて土層判別や支持層の確認等を行う際には、必ずしも高精度の測定データを必要としないが、CPTの計測値を設計・施工に適用するためには高精度の測定データが求められる。これは、CPTより地盤強度を算出する際には、原位置試験および室内試験との相関関係から地盤強度を推定するためである。最近の研究より、CPTの測定値は温度変化の影響を受けやすいことが指摘されており^{1),2)}、高精度の測定値を得るためには、温度による影響を考慮する必要がある。本稿では、札幌拓北、福岡市内埋立地の2地点で行ったCPT結果を基に、温度変化がコーン係数 N_{kt} に及ぼす影響について報告する。

2. 調査概要

札幌拓北地区と福岡市内埋立地にて、原位置試験としてCPTおよび原位置ベーンせん断試験(FVT)を実施した。なお、通常のCPTに加えてRI-CPTも行い、地中内温度を測定した。また、採取した不攪乱試料を用いて、一軸圧縮試験(UCT)を行った。両地点でのCPTより得られたコーン先端抵抗($q_{net}=q_t-\sigma_{v0}$)と地中内温度の深度分布をそれぞれ図-1に示す。札幌拓北の詳細な地盤情報については、文献3)を参照されたい。福岡では、表層より4m程度まで礫混じり砂質土層があったため、事前に深度4mまで削孔した。CPTは、砂質土層の下に10m程度堆積している粘土層を対象に実施した。福岡の詳細な地盤情報は、文献4)を参照されたい。

CPT実施前には直射日光の当たらない水中にてCPTプローブを30分程度静置後、初期値(ゼロ点)の測定を行った。初期値計測時の温度は、拓北24.4℃、福岡7.2℃であり、地中内の温度が安定した深度での温度はそれぞれ約14℃、18℃であった。図-1より、拓北では地中内温度より初期値取得温度が約10℃大きく、福岡では、逆に約10℃小さいことが読み取れる。今回の調査で使用したCPTプローブは、事前にチャンバー容器を用いて温度変化による測定値の変動を調べており²⁾、先端抵抗(q_c)は温度が1℃変化すると約23kN/m²変動する。また、間隙水圧(u_d)と先端抵抗(f_s)の1℃当たりの変動は、 q_c の変動値の約1/100と温度変化の影響が小さい。 u_d の変化が小さいため、 q_c の変化はそのまま q_t と考えることができる。

3. 非排水せん断強さとコーン先端抵抗の関係

図-2に非排水せん断強さ s_u と q_{net} の関係を示す。 s_u には、UCT

キーワード：コーン貫入試験、粘性土、非排水せん断強さ

連絡先 〒230-0035 神奈川県横浜市鶴見区安善町1-3 東亜建設工業(株) 技術研究開発センター TEL045-503-3741

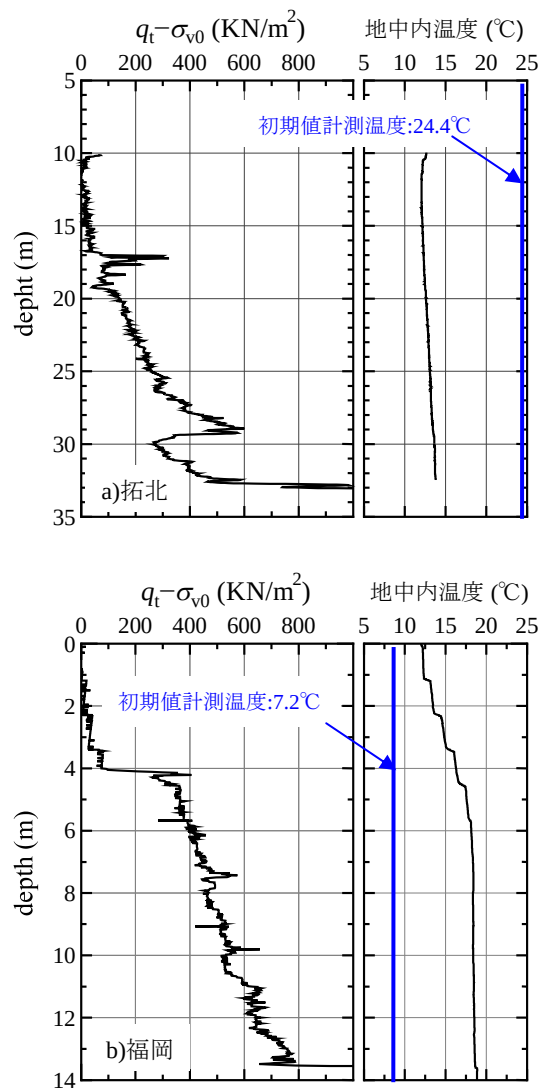


図-1 計測された q_{net} と地中内温度

による一軸圧縮強さ q_u より求めた $q_u/2$ と FVT より求めた $s_u(FVT)$ を用いた。同図中には、計測された値をそのままプロットしたもの（白抜き）および初期値計測温度と各深度での地中内温度の差から補正を行った値をプロットしたもの（灰色）を示している。図-2 より、地中内温度で補正を行った場合、 q_{net} と s_u の比で表されるコーン係数 N_{kt} は、両地点で 12 程度と同様の値を示すことがわかる。それに対し、温度補正を行わない場合には、拓北で $N_{kt}=21$ 程度、福岡で $N_{kt}=5.5$ となっており、温度補正した場合と大きく異なる N_{kt} が得られた。

図-3 に UCT および FVT より得られた s_u と N_{kt} の関係をそれぞれ示す。同図より、温度補正を行った場合では、UCT、FVT 共に s_u の大きさに関らず N_{kt} はほぼ一定値を示していることがわかる。一方、温度補正を行わない場合は、 s_u の大きさにより N_{kt} が異なることが読み取れる。拓北の s_u が約 40kN/m^2 以下の範囲においては、 s_u に比例して N_{kt} が増加しており、 $s_u = 40\text{kN/m}^2$ 以上ではほぼ一定値となっている。福岡における N_{kt} は、拓北と逆の傾向が見られ、UCT と FVT で多少の違いはあるが $s_u = 20\text{kN/m}^2$ 程度を境界として、それ以下では s_u に比例して減少、それ以上ではほぼ一定値となっていることがわかる。また、UCT と FVT を比較すると、FVT の方が測定値のばらつきが小さく、 s_u を求める際に FVT を用いることが有効であることを示している。

前述の通り、拓北、福岡両地点で適切に温度補正を行った場合の N_{kt} は同程度の値となるが、温度補正を行わない場合には初期値取得温度と地中内温度の差により N_{kt} に大きな差が見られる。また、地中内温度を基準に初期値計測時の温度が高いか低いかによって、 N_{kt} の傾向が異なっており、初期値計測温度が地中内温度より大きい場合、 N_{kt} が小さくなり、逆の場合には N_{kt} が大きくなる。これは、特に初期値取得温度と地中内温度の差が大きくなることが予想される夏冬期に CPT を実施する際には、温度による補正を適切に行わなければならない、信頼性の高いデータ取得ができないことを示唆している。

4. まとめ

地中内温度の影響が N_{kt} に及ぼす影響について検討を行った結果以下の知見が得られた。

①CPT の計測値を設計等に用いる際には、使用する CPT 計測値の温度による変動を予め把握しておき、適切な温度補正を行う必要がある。

②地中内温度より初期値計測温度が大きい場合は N_{kt} が小さくなり、逆の場合には N_{kt} が大きくなる。

③温度補正を行った場合の N_{kt} は、 s_u によらず一定値となる。

【参考文献】 1)田中政典ら：温度変化に伴う CPT 値の変化，第41回地盤工学研究発表会，pp.191-192，2006。 2)平林弘ら：地盤内温度が CPT 計測値に及ぼす影響，第44回地盤工学研究発表会，pp.63-64，2009。 3)松山雄介ら：札幌市拓北の原位置及び室内試験から得られた強度特性，地盤工学会北海道支部技術報告集，第49号，pp.163-166，2009。 4)西田浩太ら：不透気部付ドレーン材を用いた真空圧密工法の実証実験，第54回地盤工学シンポジウム，pp.557-562，2009

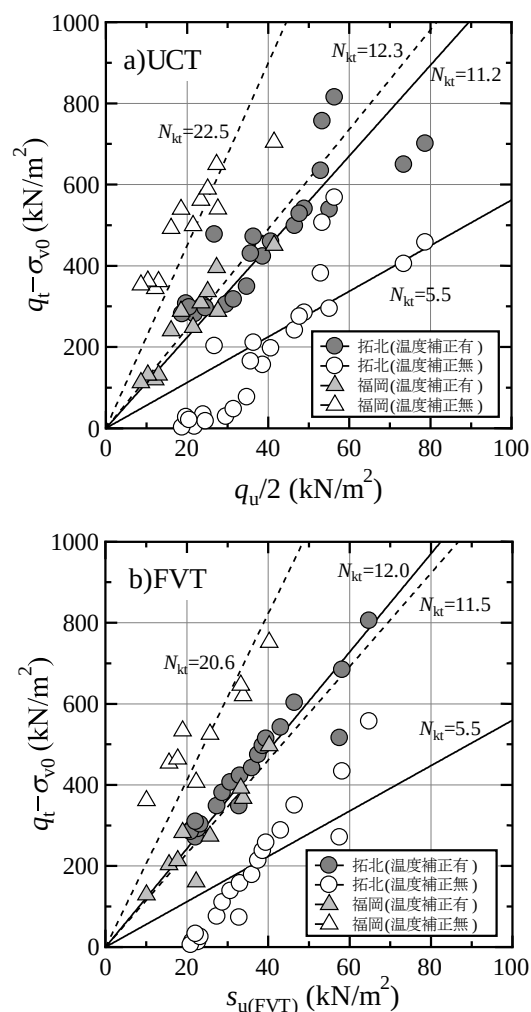


図-2 q_{net} と s_u の関係

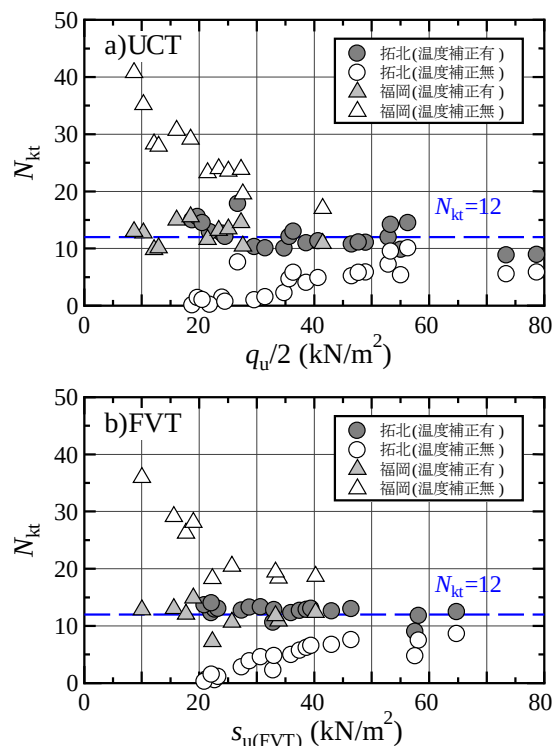


図-3 N_{kt} と s_u の関係