

泥炭性軟弱地盤の静止土圧係数について

（独）北海道開発土木研究所 正会員 林 宏親
同 正会員 西本 聡

1. まえがき

地盤の弾塑性有限要素解析が実務においても普及してきた中で、静止土圧係数 K_0 値を正しく評価する必要性が増してきた。粘土地盤に対しては、 K_0 値の研究が多く実施されているが、泥炭性軟弱地盤に関して十分な検討がなされているとはいえない。また、近年、三軸 K_0 圧密試験の試験方法が確立するとともに、いくつかの原位置試験の適用が検討されてきている。そこで、北海道の泥炭性軟弱地盤から採取した試料に対する三軸 K_0 圧密試験と原位置においてダイラトメーター試験を行ったので報告する。

2. 試験の概要

北海道開発局札幌開発建設部が建設を進めている道央圏連絡道路の美原道路において、試験を実施した。当該地盤は、表層に自然含水比 400%~500%の泥炭があり、その下位に有機質粘土、砂質シルト、粘土が堆積している典型的な泥炭性軟弱地盤である。泥炭層はほぼ正規圧密状態であるが、有機質粘土層はやや過圧密である（図-1）。

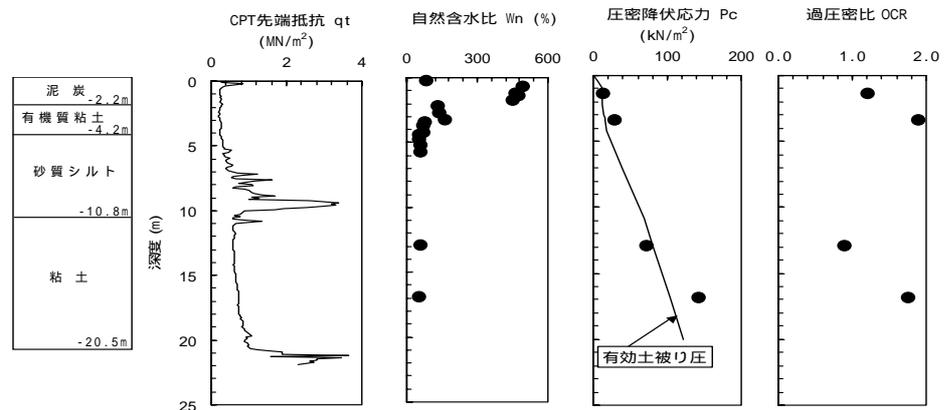


図-1 試験箇所の地盤物性

泥炭層（採取深度 1.00m~1.86m）、有機質粘土層（採取深度 3.00m~3.86m）および粘土層（採取深度 12.50m~13.36m）からシンウォールチューブにて採取された試料に対して、地盤工学会基準に従い三軸 K_0 圧密試験を実施した。泥炭試料については、トリミングを行わず、直径 75mm・高さ 75mm の供試体寸法とした。これは、乱れを極力少なくするためである。それ以外の試料の供試体寸法は、直径 50mm・高さ 100mm である。

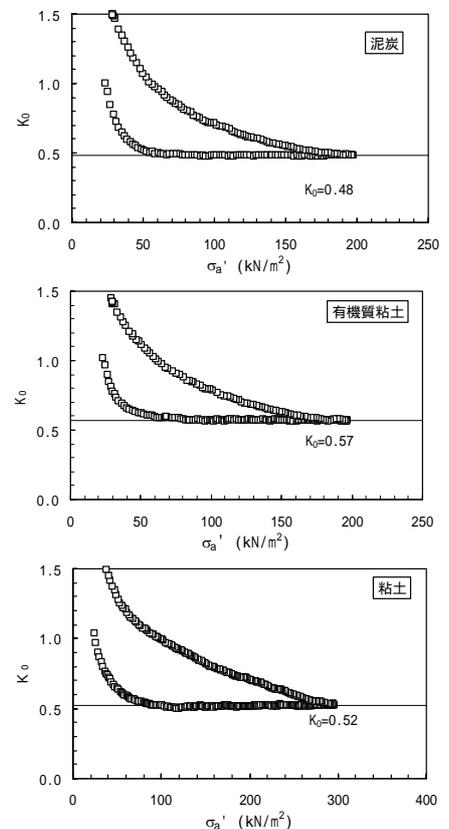
K_0 圧密の制御は、軸変位と体積変化の測定により間接的に側方ひずみを検出し、それに応じて側圧を増減する方法を採った。また、供試体内に過剰間隙水圧が生じないように、 $0.2\text{kN/m}^2/\text{min}$ の軸方向載荷速度とした。

ダイラトメーター試験は、幅 93mm 厚さ 16mm の薄いブレードを地盤の所定深度まで貫入した後、ブレードに内蔵されたメンブレンをガス圧によって、1.1mm 膨張させ、地盤を水平方向に載荷する原位置試験である。得られる測定値はインデックスであり、経験式を用いて地盤定数を推定する。

3. 試験結果と考察

3.1 三軸 K_0 圧密試験

現時点において、 K_0 値を求める手法として最も精度が高いものは、三軸 K_0 圧密試験と考えられる。そこで、この方法を用いて、泥炭の K_0 値を測定した。比較の意味で、有機質粘土と粘土も試験を実施した。泥炭におい

図-2 軸方向圧密圧力と K_0 値

泥炭、静止土圧係数、三軸 K_0 圧密試験、ダイラトメーター試験

北海道開発土木研究所土質基礎研究室（〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3 TEL011-841-1709, FAX011-841-7333）

ても、他の土質同様に、圧縮過程での正規圧密領域において、 K_0 値がほぼ一定値となっている。また、除過過程（過圧密領域）では、 K_0 値が急激に増大する一般的な傾向を示した。泥炭、有機質粘土および粘土の正規圧密領域での K_0 値（以下、 K_{0NC} ）は、各々0.48、0.57、0.52であった（図 - 2）。

強熱減量の増加に伴い K_{0NC} が減少することは既に指摘されている¹⁾が、ここでも同様な傾向を示している（図 - 3）。この関係の精度が高まれば、強熱減量から泥炭の K_{0NC} の推定が可能となる。泥炭は極めて不均質に堆積しており、少ないサンプルから地盤全体の力学定数を決定するより、数多くの簡易的な試験から推定する方が有効と考えられる。

K_{0NC} の推定式として Jaky の式 ($K_{0NC} = 1 - \sin \phi'$) がよく知られている。Jaky 式は砂質土だけではなく、粘土に対しても有効な関係式であることが確認されている²⁾。そこで、今回の試験結果について、 $\sin \phi'$ との関係を整理した。粘土については、Jaky 式とほぼ等しい関係であったが、泥炭および有機質粘土では、その傾向は認められなかった（図 - 4）。

3.2 ダイラトメーター試験

先に述べたように、泥炭地盤の不均質性を考えると、簡便な試験調査を数多く実施し、その結果から地盤全体の代表値を決定する方法が合理的と考えられる。その観点から、ダイラトメーター試験（以下、DMT）の適用性を検討した。この際、 K_0 値を推定には、日本の沖積粘土への適用性が高いとされている³⁾ 次式を用いた。

$$K_{0DMT} = 0.29 K_D^{0.57}$$

ここで、 K_{0DMT} : 推定された K_0 値

K_D : 実測された DMT インデックス

DMT から推定された K_0 値（以下、 K_{0DMT} ）の深度分布を図 - 5 に示す。三軸 K_0 圧密試験から得られた原地盤の過圧密比に応じた K_0 値（以下、 K_{0OC} ）も併記した。泥炭および粘土については、 K_{0OC} とほぼ等しい K_{0DMT} が得られている。しかし、有機質粘土では、 K_{0DMT} からの推定値が過小である。DMT は連続的かつ簡便に K_0 値を推定できることから、泥炭性軟弱地盤の K_0 値の評価法として有効な手法と考えられるが、推定式の適用性について検討を継続する必要がある。

4. まとめ

泥炭性軟弱地盤の K_0 値を精度良く評価する方法を確立することを目的にして、三軸 K_0 圧密試験とダイラトメーター試験を実施した。その結果、強熱減量の増加に伴い K_{0NC} が減少することが再確認された。

また、泥炭には Jaky 式の適用性が低いことがうかがえた。さらに、ダイラトメーター試験から推定された K_0 値は、土質によって三軸 K_0 圧密試験から得られた K_{0OC} と異なる結果となり、DMT インデックス K_D から K_0 値を推定する式について、今後の検討を必要とすることが明らかとなった。本報告は、少ないデータからの検討であり、明確な結論を導くには至っていない。今後も試験結果の蓄積を図りたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 土質工学会・高有機質土の力学的性質および試験方法に関する研究委員会：高有機質土の工学、pp158-162、1990。 2) Watabe, Y., Tanaka, M., Tanaka, H. and Tsuchida, T.: K_0 -consolidation in a Triaxial Cell and Evaluation of In-situ K_0 for Marine Clays with Various Characteristics, Soils and Foundations, Vol.43, No.1, pp.1-20, 2003。 3) 岩崎公俊：フラット・ダイラトメーター試験による静止土圧係数の評価、第30回土質工学研究発表会発表講演集、pp.271-272、1995。

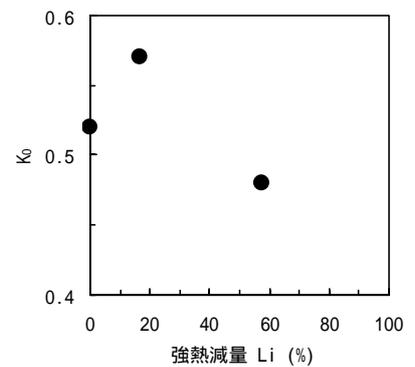


図 - 3 強熱減量と K_{0NC}

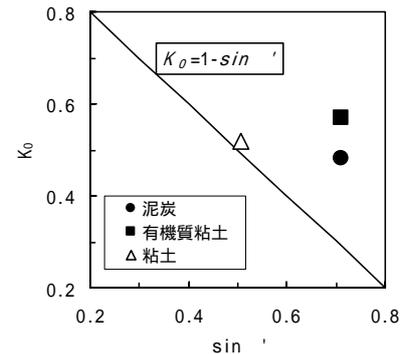


図 - 4 $\sin \phi'$ と K_{0NC}

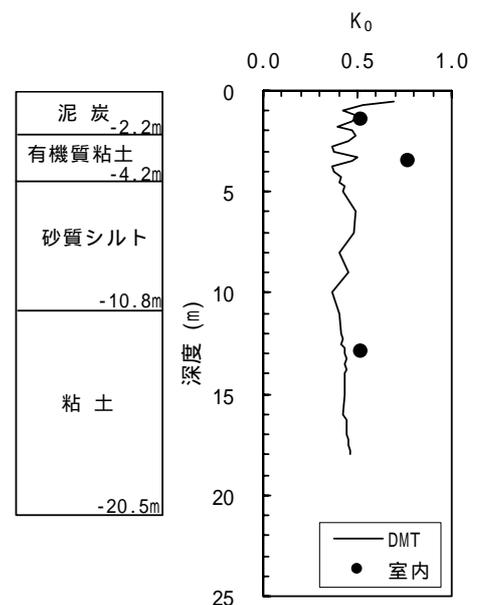


図 - 5 DMT から推定した K_{0DMT} の深度分布