

数値解析のための高有機質土の土質パラメータと原位置調査結果の関係性

茨城大学	学生会員	宮本	賢志
茨城大学	正会員	村上	哲
茨城大学	正会員	安原	一哉
茨城大学	正会員	小峯	秀雄
興亜建設	正会員	菅野	康範

1. はじめに

高有機質土地盤に盛土を構築する場合、地盤の変形が問題となる。これを検討するための手法として数値解析がある。数値解析を実施するためには、地盤の力学パラメータを室内試験により決定する必要がある。有機質土地盤の場合は、その地盤物性値がとりわけ鉛直方向に変化するため、地盤の変形を精度よく予測するためには、多くの室内試験を実施する必要がある。しかし、必要な力学パラメータを原位置試験や簡便な土質試験より推定することができれば、実務的に有効であると考えられる。そこで本稿では有機質土の K_0 圧密非排水圧縮試験を実施し、限界状態の応力比、非排水せん断強度、 K_0 値などの力学パラメータと強熱減量試験結果、および原位置で行った3成分コーン貫入試験（以下 CPT と略す）との関連性についての検討を行ったことについて報告する。



図1 試料採取地点

2. 対象地盤とCPT結果

本研究で対象とした地盤は、茨城県ひたちなか市宅地造成予定地で採取した有機質土である。この地域で3箇所の地点（以下 B-1、B-2、B-3）で試料を採取した。図1は盛土構築前の試料採取地点の空中写真とボーリング地点である。B-1地点は10m、B-2地点は1.6m、B-3地点は2.1mの高さの盛土が構築されている。そのため地盤の圧密履歴を考慮すると正規圧密状態にあると考えられることができる。また村上ら³⁾と本実験で用いた試料を以下の表1で示す。村上ら³⁾が用いた試料は数字で本実験で用いた試料はアルファベットで示した。

表1 採取地点とその深度

採取地点	採取地点の深度 (m)							
	1	2	3	4	5	A	B	C
B-1	10.75-11.90	10.90-11.05						
B-2	4.05-4.2					3.0-3.15	3.15-3.40	3.0-3.55
B-3	4.05-4.20	4.5-4.65	4.65-4.8	5.1-5.25	5.25-5.40	4.0-4.85	5.0-5.9	

3. K_0 圧密非排水圧縮試験概要

本研究の対象地域の有機質土の円柱供試体を作成する際に、ワイヤーソウを用いたトリミングでは有機物が
 キーワード 高有機質土, CPT, K_0 圧密

混入しているため作成が困難であったため、先端を鋭利に尖らせた円筒モールドをトリマーに設置し、サンプリング試料を貫入させることによって供試体（φ48mm×高さ 10mm）を作成した。これを用いて K_0 圧密非排水圧縮試験を実施した。供試体は実地盤の有効上載圧にほぼ等しい鉛直応力で K_0 圧密した後、軸ひずみ速度 0.05%/min、側圧一定条件で非排水せん断を行った。実験手法の概要は文献²⁾を参照にしたい。また、試験に用いた供試体の残りを使用し強熱減量試験を実施した。

4. 各種力学パラメータとCPTおよび強熱減量との関係

(1) 破壊時の有効応力比と強熱減量の関係

図2は破壊時の有効応力比 $M(q_f/p'_f, q_f, p'_f)$:破壊時の軸差応力, p'_f :破壊時の平均主応力と強熱減量値 Li との関係を示した。 Li の増加に伴い M が増加していることが認められる。このような関係は村上ら(2006)³⁾も示しており、本研究と対象地域が同一であるため本実験も同一の傾向を示した。採取地点の応力比の分布が広いことからわかるように、圧密履歴に破壊時の応力比はあまり関連することはないことがわかる。後述するが、この破壊時の有効応力比 M は静止土圧係数 K_0 の推定に大きく影響するため特に精密に推定式を構築する必要がある。

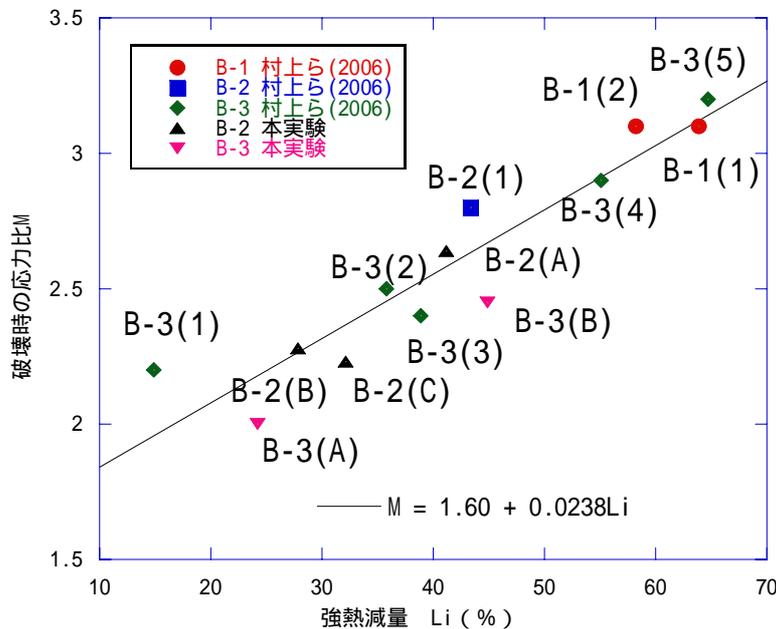


図2 強熱減量と破壊時の応力比

(2) コーン先端抵抗と非排水せん断強度の関係について

コーン貫入試験において計測される先端抵抗 q_t はコーン係数 N_k を用いて、次式で表す非排水せん断強度 s_u を推定するために用いられている。

$$q_t = N_k s_u + \sigma_{v0} \quad (1)$$

σ_{v0} は実地盤における上載圧である。この式を用いて実験で得られた非排水せん断強度とコーン先端抵抗値よりコーン係数を求めた。その結果 4~12 の範囲になった。このような幅の広い値をとったのは土中の有機物の含有率が影響していると考えられる。図3は N_k と Li の関係を示したものであり、 Li の増加に伴い N_k も増加していることがわかる。同一の先端抵抗 q_t が得られたとしても有機物含有量の増加に伴い N_k が増加するので s_u は小さくなることがわかる。また図中に示した曲線は Li と N_k の関係について指数近似したものであり、この関係を用いることによって、次式により原位置での非排水せん断強度を推定できると考えた。以下のコーン係数についての推定式は村上らと本実験のデータとを用いて推定したものである。村上らのデータと比較的よい一致が見られるが、強熱減量 40%以上の採取地点の一部ではやや推定式から外れていることが認められる。そのため今後はこの点を考慮し、推定式を構築しさらなる推定式の精度の向上を目指す。

$$s_u = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_k}, N_k = 2.84 \exp(0.0185Li) \quad (3)$$

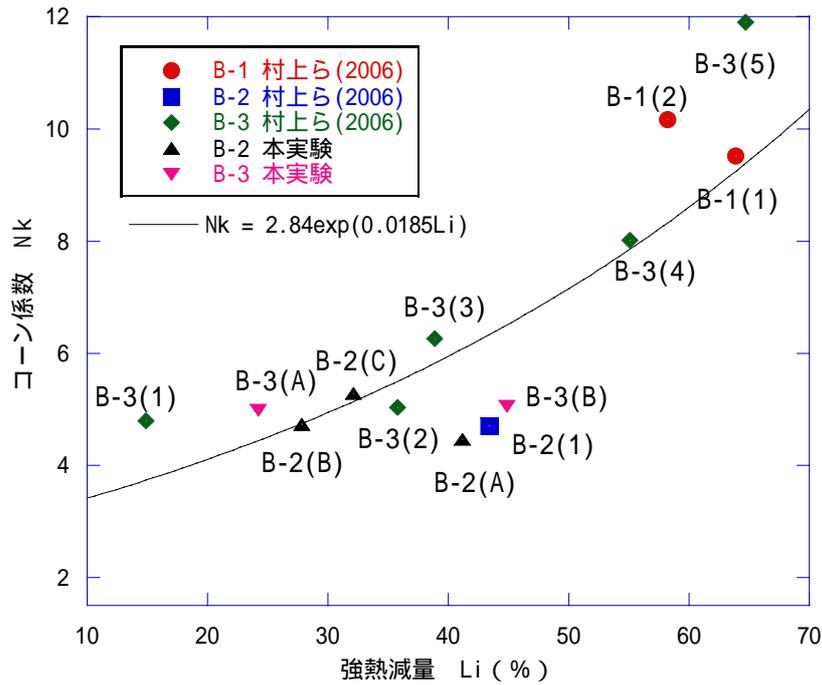


図3 強熱減量とコーン係数

(3) 破壊時の過剰間隙水圧と強熱減量の関係

図4がLiと破壊時の過剰間隙水圧 u_f についてのプロットしたものである。通常、強熱減量が同じでも圧密履歴が異なると過剰間隙水圧が異なると考えられる。しかし本研究の対象地域の地盤の応力状態が正規圧密状態に近いと考えられるため、関連性が強くなったと推察できる。

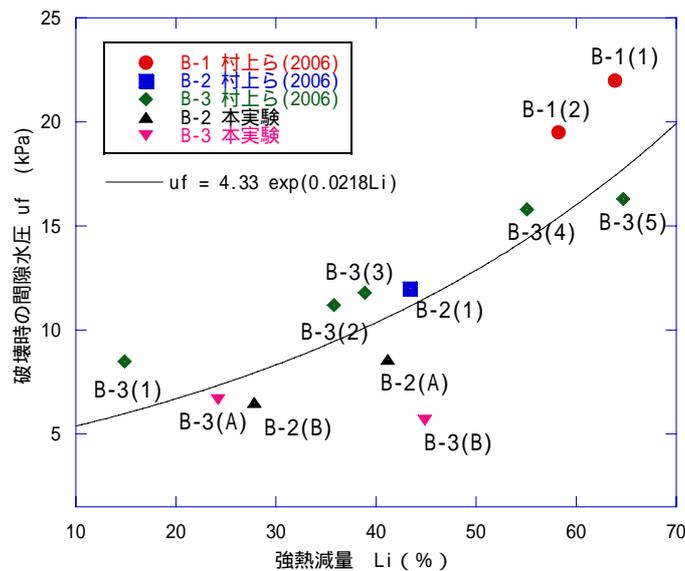


図4 強熱減量と破壊時の過剰間隙水圧

5. 各種力学パラメータ推定式からの K_0 値の予測

地盤の解析の精度の向上には土質パラメータと地盤の初期状態を精度よく決定することが重要である。その初期状態の地盤の応力状態を決定するの重要なパラメータが静止土圧係数 K_0 値である。上述した関係式を用いることによって理論的に次の関係式を用いることができる。

$$K_0 = \frac{1}{\sigma'_{v0}} \left\{ u_f + 2 \left(\frac{1}{M} - \frac{1}{3} \right) s_u \right\} \quad (3)$$

ここで σ'_{v0} は有効上載圧である。強熱減量 Li と先端抵抗値 qt , 有効上載圧 σ'_{v0} 、実地盤における上載圧 σ_{v0} を用いて前述した推定式を用いて破壊時の応力比と非排水せん断強度、破壊時の過剰間隙水圧を推定した。その推定した破壊時の応力比 M 、非排水せん断強度 s_u 、破壊時の過剰間隙水圧 u_f の計算値を用いた静止土圧係数 K_0 と実験値のグラフを図5に示す。これらの図を見る限りばらつきはあるものの、 K_0 値はおおよそ推定できる。式(3)より数学的にみると静止土圧係数 K_0 は破壊時の応力比が大きく影響する。先の村上らの研究と比べると、本研究では破壊時の応力比についての推定式の精度が向上したため、静止土圧係数 K_0 の推定が向上した。しかし B-3 地点の2点については実験値よりもやや大きな値を示したため、今後はこの点について検討していきたい。

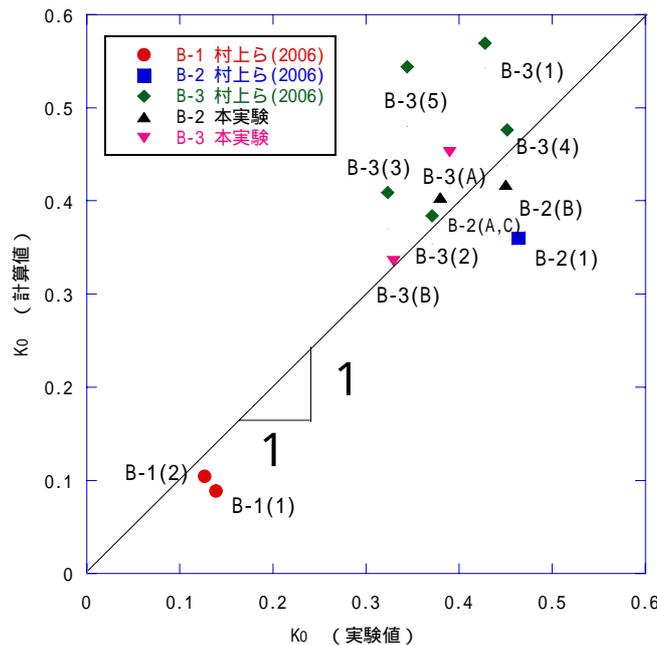


図5 K_0 の実験値と計算値

6.まとめ

- (1)破壊時の応力比 M については採取地点にかかわらず統一的に強熱減量について評価することができた。
- (2)コーン係数 Nk については強熱減量 Li で精度よく推定式を構築できたが、強熱減量が大きいものについてはいくつかはばらつきがみられた。
- (3)破壊時の過剰間隙水圧 u_f は比較的よい強熱減量 Li と関係性が認められたがコーン係数 Nk と同様に強熱減量大きいものについてはいくつかはばらつきがみられた。

今後は各種推定式の精度を向上させることによって、 K_0 値の予測精度も向上させたい。特に前述したコーン係数 Nk と破壊時の過剰間隙水圧 u_f について考慮し推定式を構築していきたい。

謝辞: 本研究を進めるに当たり、ひたちなか市舟窪土地区画整理組合のご協力をいただきました。付記して謝意を示します。

参考文献

- 1)ひたちなか市舟窪土地区画整理組合：地盤調査解析検討及び造成計画検討業務委託報告書，2005.
- 2)小林忠雄, 村上哲, 安原一哉, 小峯秀雄, 菅野康範：有機質土地盤における三成分コーン貫入試験による強度定数の推定の可能性，Geo-Kanto2005(第2回地盤工学会関東支部研究発表会講演概要集), pp.105-112, 2005.
- 3)村上 哲, 小林忠雄, 村上哲, 安原一哉, 小峯秀雄, 菅野康範：数値解析のための高有機質土の力学パラメータに関する実験的検討, 第41回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.889-890, 2006.