

高有機質土の動的変形特性に関する研究

中央大学理工学部 正会員 石原研而 同 左 正会員 國生剛治
 同 上 学生員 堤 千花 同 上 学生員 石田寛和

1. はじめに

高有機質土の動的性質に関する研究は一般的な砂や粘土に比べ研究例が非常に少なく、沈下や安定問題を解決するための合理的な方法が確立されていない。高含水状態で間隙比の大きい高有機質土が地震動などの繰り返し载荷を受けた場合、その力学的性状は大きく変化することが予測される。そこでせん断剛性率 G と減衰比 h のひずみ依存性と、拘束圧の増加に伴う初期せん断剛性の変化を調べることを目的として、採取した不攪乱試料について三軸試験機により非排水繰り返し载荷試験を行った。

2. 試料の基本物性

実験に使用した試料は大田区上池台の工事現場からブロックで採取した不攪乱試料である。図1に試料採取地点の土質柱状図を深度7.5m付近まで示す。高有機質土は表土層下に6m堆積しており、その直下には砂礫層が続いている。試料の物理・化学特性を、一般的な高有機質土、沖積粘土、沖積砂の値とあわせて表1に示す。なお表中で強熱減量率とは有機物の含有量を、分解度

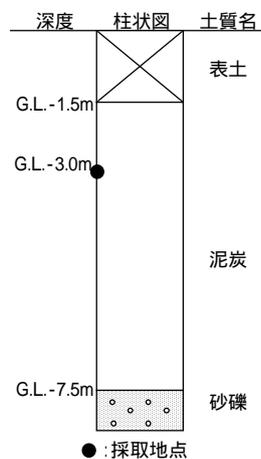


図1 土質柱状図

表1 採取試料の物理・化学特性

試料 (採取深度)	物理特性					化学特性	
	含水比 [*] (%)	土粒子密度 (g/cm ³)	湿潤密度 (g/cm ³)	乾燥密度 (g/cm ³)	間隙比	強熱減量率 (%)	分解度 ^{**} (%)
a (G.L.-3.0m)	217 ~ 518 (330)	2.079	0.98 ~ 1.16	0.16 ~ 0.35	4.86 ~ 11.75	40.4	88.2
高有機質土	80 ~ 1500	1.3 ~ 2.6	0.9 ~ 1.2	0.05 ~ 0.40	3 ~ 16	20 ~ 98	-
沖積粘土	50 ~ 80	2.65	1.20 ~ 1.80	0.50 ~ 1.40	0.9 ~ 3.5	-	-
沖積砂	10 ~ 30	2.70	1.60 ~ 2.00	1.20 ~ 1.80	0.6 ~ 1.4	-	-

*:()内は、採取時に測定した自然含水比を示す **：水洗い法による

とは有機物の腐植の進み具合を示す値である。表1より、沖積粘土や沖積砂等の一般的な土質材料と比べると含水比、間隙比は非常に大きく特異性を良く示しているが、高有機質土全般においては中位の値であることが分かる。

3. 試験方法

採取した不攪乱試料はトリマーにセットし、ワイヤーソウ、カッターを用いて直径5cm、高さ10cmの円柱供試体に成形する。カッターを用いることにより混入している腐植物を切り取る際の試料の乱れをできるだけ防いでいる。作成した供試体は図2に示す三軸試験機を用いて有効拘束圧19.6kPa、背圧294kPaで等方圧密する。有効拘束圧は上載土かぶり圧を使用して算出すると約24.0kPaとなるが、試験機の操作上の都合と既往のデータとの比較のしやすさの関係上19.6kPaとしている。圧密終了後全ての供試体について、応力制御、周波数0.1Hz、繰り返し回数11波の繰り返し载荷試験を、せん断ひずみ $=10^{-5} \sim 10^{-3}$ 程度まで段階的に荷重を大きくして行う。その後、半数の供試体はさらにステージテストを $=1 \times 10^{-1}$ 程度まで続行し、拘束圧19.6kPaでのせん断剛性 G と減衰比 h の変化を求める。残りの半数は拘束圧を9.8kPaずつ上昇させ、圧密終了ごとに $10^{-5} \sim 10^{-4}$ 程度の小せん断ひずみ振幅での繰り返し载荷試験を行い、初期せん断剛性 G_0 を求める。なお供試体の軸方向変位は図2に示

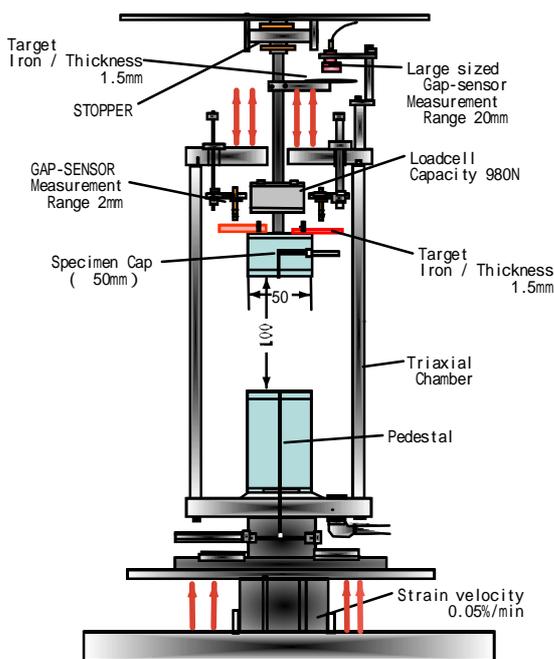


図2 試験機概要

キーワード 高有機質土 動的性質 非排水繰り返し载荷 三軸試験 せん断剛性 減衰比
 連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土質研究室 TEL03-3817-1799

すようなセル室内の非接触変位計（Gap-Sensor）を用いて測定している¹⁾。

4. 試験結果と考察

図3は拘束圧19.6kPaにおいて求めた試料aの G/G_0 、 h と e の試験結果を、初期含水比ごとに分類して示したものである。等方圧密終了後の供試体の初期含水比は233~506%と広範囲であったが、含水比による分布の有意な差は見られなかった。これらの試験結果から、ひずみレベルの違いによりデータに差はあるものの、おおむね図3に示す曲線が得られるものと考えられる。

図4は図3に示す今回の実験から得られた曲線と、文献^{2),3)}から読み取った北海道泥炭, Sherman Island peatにおける試験結果を重ねたものである。拘束圧はいずれも19.6kPa, 含水比は図中の凡例の通りである。これによると h の曲線には際立った差は見られず、またSherman Island-2を除いた G/G_0 の3つの曲線はいずれも $e=10^{-3}$ 程度から G に低下傾向が見られる。しかしさらに e が大きくなると、我々の求めた試験結果では他の2つの試料よりも急激にせん断剛性が低下している様子が見て取れる。ただし e の大きな範囲ではデータが少ないため、今後さらに実験を行うことで曲線の形状を明確していく必要がある。

G_0 と空隙比 e , 拘束圧 σ' との間には、一般に次のような経験式が提案されている。

$$G = A \cdot F(e) (\sigma')^n \quad (A, n: \text{任意定数}) \quad \dots (*)$$

図3より $e=1 \times 10^{-4}$ 程度のせん断剛性を初期せん断剛性 G_0 と考え、今回の試験結果と文献²⁾から読み取ったデータにより式(*)を高有機質土において提案した。図5にその結果を示す。 n は一般に0.5が広く用いられているが、空隙比の比較的大きな粘土では0.6とされている例も考慮し¹⁾, 分散 R^2 が最も小さくなった $n=0.65$ を先に決め、後に $F(e)$ と A を選定した。若干のばらつきは見られるものの、各データはほぼ近似曲線に沿って分布していると考えられる。

5. まとめ

- ・ 今回の実験と文献による調査により、高有機質土のせん断剛性 G はせん断ひずみ $e=10^{-3}$ 程度から低下傾向が見られ、さらに e が大きくなると今回の実験では他のデータより急激に G が小さくなった。
- ・ $G/F(e)$ は拘束圧の0.65乗に比例する可能性が考えられる。

謝辞: 強熱減量率は北海道の基礎地盤コンサルタンツに測定を依頼しました。また試料採取の際、株式会社間組上池台作業所にご協力いただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献: 1)Kokusho, T. et al, Dynamic Properties of Soft Clay for Wide Strain Range, Soils and Foundations Vol. 22 No.4, pp. 1-18, 1982 2)能登繁幸他, 泥炭の動的変形特性に関する実験的研究, 土木試験所月報 No.393, pp.12-21, 1986 3)T. M. Wehling et al., Confinement and Disturbance Effect on Dynamic Properties of Fibrous Organic Soil, XV ICSMGE Satellite Conference on "Lessons Learned from Recent Strong Earthquakes", pp.211-217, 2001

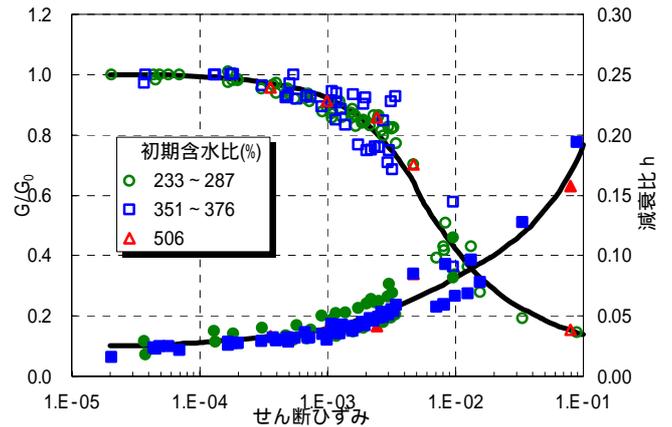


図3 試料aの G/G_0 , h と e の関係

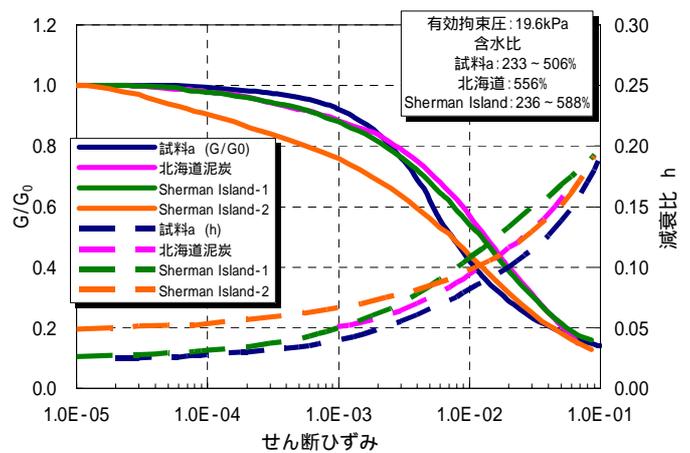


図4 G/G_0 , h と e の関係

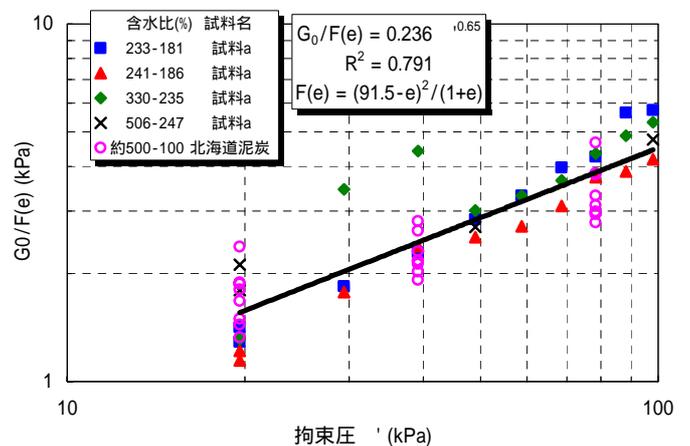


図5 空隙比を考慮したせん断剛性と拘束圧の関係