

高有機質地盤の動力学物性に関する研究

東北大学工学部土木工学科 学生会員 ○近江健吾

東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 正会員 風間基樹，渦岡良介，仙頭紀明

1. はじめに

1978年に発生した宮城県沖地震において、仙台市東部の苦竹・卸町周辺に建物被害が集中した。苦竹・卸町周辺には高有機質土が厚いところで5mほど分布しており、この高有機質地盤の増幅特性が建物被害に大きな影響を及ぼしたと考えられる。しかし、東北地方の高有機質土についての動力学特性について詳細な調査はほとんど行われていない。

一方、仙台市内の都市化は確実に進んでおり、当然、次の宮城県沖地震で建物やライフラインに大きな被害が発生するものと考えられる。それらの事態に備えて、高有機質地盤の動的変形特性のデータを蓄積し、地震応答を精度よく求めることで地震被害を予測し、被害の軽減に寄与することが重要である。

2. サンプル試料の物理・力学的性質

サンプリングは、仙台市若林区七郷地区2地点、仙台市宮城野区日の出町公園1地点の計3地点で行った。七郷地区では、刈り取りの終了した水田の表土を取り除き、30cmの塩化ビニル管を人力で押し入れる方法でサンプリングを行った。日の出町公園では、固定ピストン式シンウォールサンプリングを行った。採取試料に対して、基本的な物理試験と定ひずみ圧密試験を行った結果を表-1に示す。自然含水比 W_n は100-500%の広範囲にわたり、北海道の高有機質土と比較すると分解度 H に差は見られず、強熱減量 Li はやや低い値を示した¹⁾。

3. 動的変形特性

サンプリング試料の動的変形特性を求めるために、中空ねじりせん断試験を行った。試験は非排水条件のもと、各供試体に対して背圧15kPa、拘束圧は七郷で20kPaと50kPa、日の出町公園は原位置の有効応力にほぼ等しい35kPaで試験を行った。ひずみレベルは $2.5 \times 10^{-3}\%$ から15%まで12~14段階に増加させた。各ひずみ履歴は三角波とし、1段階で11波載

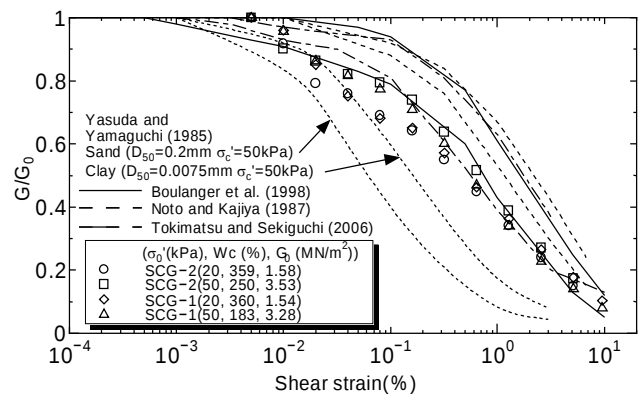


図-1 せん断剛性比とせん断ひずみの関係(七郷)

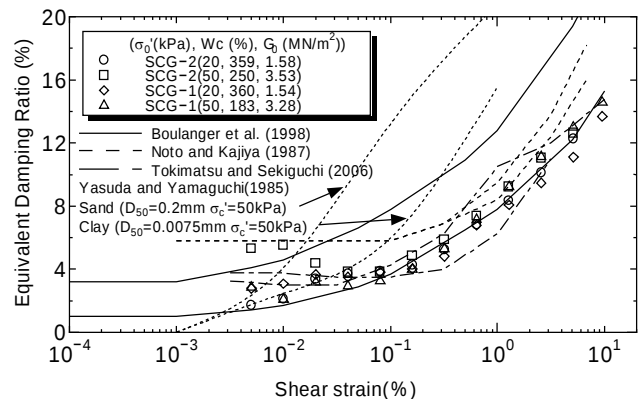


図-2 等価減衰定数とせん断ひずみの関係(七郷)

表-1 サンプリング試料の物性

Test No.	Sampling Point	Depth (m)	W_n (%)	Li (%)	H^* (%)	ρ_t (g/cm ³)	ρ_d (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	e	C_c	P_c (kPa)
SCG-1	Shichigo	0.5-0.8	202-431	37.7	90.1	1.063-1.165	0.244-0.371	2.154	6.17	3.44	29
SCG-2	Shichigo	0.5-0.8	206-512	32.4	67.2	1.038-1.114	0.233-0.288	1.994	5.43	2.32	37
HND-1	Hinode Park	2.4-2.7	84-474	9.25	73.6	1.388-1.504	0.726	2.485	1.50	0.31	89
HND-2	Hinode Park	3.4-3.7	209-251	48.7	93.4	1.063-1.138	0.372	1.916	5.34	3.70	68
HND-3	Hinode Park	4.4-4.7	186-206	18.0	88.1	1.178-1.183	0.406	2.363	4.74	2.80	52
HND-4	Hinode Park	5.4-5.7	102-221	32.8	81.1	1.155-1.165	0.391	2.121	5.93	4.15	69

*水洗法による

荷した。試験結果から求めた等価せん断剛性比 G/G_0 および等価減衰定数 $h(\%)$ とせん断ひずみの関係を図 1~4 に示す。図 1,2 は七郷，図 3,4 は日の出町公園の結果である。図 1 より七郷の高有機質土は拘束圧が低い程，せん断剛性比が小さくなった。また，図 1 と図 3 より採取地点に関わらず砂と粘土と比べて高有機質土は弱い非線形性を示していることがわかる。HND-1 については有機物含有量が低く，砂分を多く含んでいたことから非線形性がやや強く現れたと考えられる。図 2 において h のひずみ依存性は拘束圧が高いと若干大きくなるものの，顕著な差は見られない。全体として砂と粘土の h よりも小さな値になっており，既往の研究と同程度の値を示している。

図 5 に能登と熊谷が提案した圧密後の含水比と拘束圧を用いた初期等価せん断剛性 G_0 の実験式と，今回の実験結果の比較を示す。図 5 より，拘束圧が 20kPa と 35kPa において，実験式が G_0 を過小評価する傾向が見られる。表-1 の圧密降伏応力 P_c と拘束圧より，過圧密の影響と考えられる。よって，過圧密比を用いて G_0 を定量的に評価することが今後の課題である。

4. まとめ

仙台市内の高有機質土の動的変形特性を求め，以下の結論を得た。

- せん断剛性比とせん断ひずみの関係は砂と粘土に比べて弱い非線形性を示す。一方，既往の研究と比較するとやや非線形性は強くなった。また，拘束圧が低いほど，せん断剛性比は小さくなった。
- 等価減衰定数は砂と粘土よりも小さく，既往の研究と同程度の値となった。
- 能登と熊谷の実験式は今回の実験結果と比較的よい一致を見せたものの，過圧密の影響を考慮する必要があることがわかった。

今後は，これらの動的変形特性を用いて地震応答解析を行い，高有機質地盤の増幅特性について検討する予定である。

謝辞

本研究は，(社)東北建設協会より「建設事業に関わる技術開発支援制度」による研究助成を頂きました。サンプリングに際し，美土里ネットひがしの木村勇二氏，(株)テクノ長谷の加藤彰氏，高橋一雄氏にご協力頂きました。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 能登繁幸，熊谷守晃：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。
- 2) Boulanger R. W., Arulnathan. R., Harder Jr. L. F., Torres R. A., Driller M. W. : Dynamic properties of Sherman Island peat, J.Geotech.Geoenviro.Eng.,124(1),ASCE,pp.12-20,1997。
- 3) 能登繁幸，加治屋安彦：泥炭の動的変形特性に関する実験的研究(第2報)，土木試験所月報，No.406，pp.14-24，1987。
- 4) 時松孝次，関口徹：K-NET・JMA 小千谷の強震記録に見られる土の非線形性状と室内試験から求めた動的変形特性との関係，日本建築学会構造系論文集，第 603 号，pp.63-68，2006。
- 5) 安田進，山口勇：種々の不攪乱土における動的変形特性，第 20 回土質工学研究発表会，pp.539-542，1985。

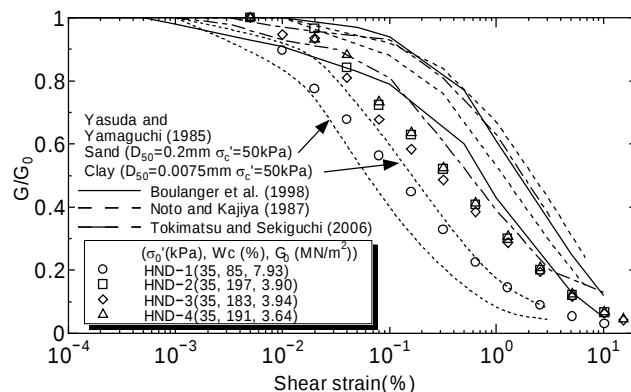


図 3 せん断剛性比とせん断ひずみの関係(日の出町公園)

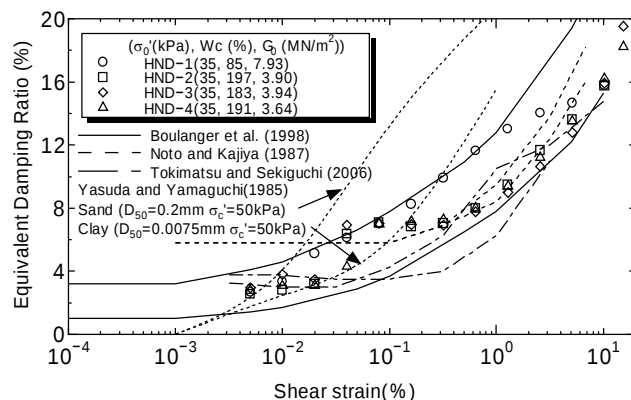


図 4 等価減衰定数とせん断ひずみの関係(日の出町公園)

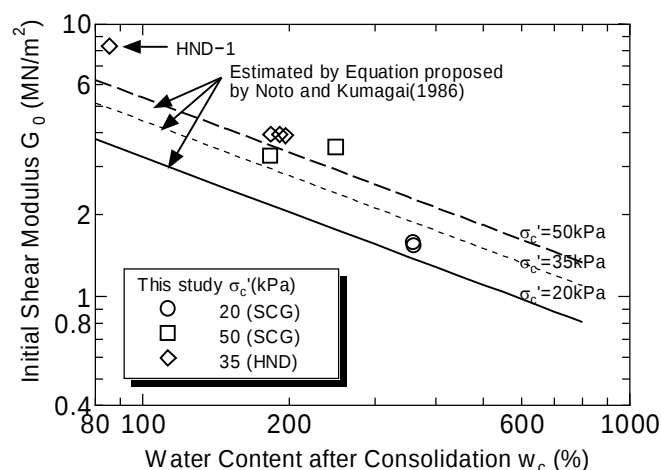


図 5 能登，熊谷¹⁾による実験式との比較