

III-33

超軟弱地盤の地震応答特性

基礎地盤コンサルタンツ欄 正員 〇田 上 裕
九州工業大学 工学部 正員 安 田 進
基礎地盤コンサルタンツ欄 正員 森 本 巖

1. は じ め に

軟弱地盤上の構造物は地震により被害をよく受けてきているが、その一因として地表面での応答が大きいことが挙げられる。筆者達はいくつかの地層構成の地盤モデルに対し地震応答解析を行ったことがあるが、それによると地表面付近に粘性土が存在する場合に特に地表面での応答が大きい事が指摘された²⁾。また宮城県沖地震(1978年)やメキシコ地震(1985年)などで被害の特に大きかった地区では、表層に超軟弱な粘性土層やピート層が堆積していると見受けられた。そこで、表層に超軟弱な層が堆積する地盤タイプに対し、その層厚とせん断波速度を変えた地震応答解析をいくつか実施し、地表面での応答特性を調べてみた。

2. 解 析 条 件

解析に用いた地盤条件は、大崎²⁾により分類された地盤モデルのうち「A-5」のパターンを基本とした。これは、地表より粘性土(層厚8.5m)、砂質土(7.5m)、粘性土(6.0m)というモデルであるが、今回の解析では、表-1に示すように表層を超軟弱層とし、この軟弱層の V_s 値及び層厚 H を種々に変化させている。解析に用いた地盤定数は、道路橋示方書を参考として決定した。地震応答解析は、水平載荷地盤を想定し、一次元重複反射法によるプログラム「SHAKE」を用いた。解析の基本パターンは、基盤入力波形を長周期の八戸(十勝沖地震の際に八戸港で記録されたものを基盤にもどした波形)、表層軟弱部の $G/G_0 \cdot h \sim \gamma$ 関係をピートの試験値³⁾(以下 $Peat$ と称す)を用いたものとした。表層の V_s 及び H の変化は表-2のようにし、基本パターンの他に、入力波形を短周期の開北橋(宮城県沖地震の際に開北橋で記録された波形)に変えた場合、 $G/G_0 \cdot h \sim \gamma$ 関係を通常の軟弱粘性土(以下 $Clay$ と称す)に変えた場合もいくつか実施している。基盤入力加速度($2E_0$)は $150gal$ とした。解析に用いた $G/G_0 \cdot h \sim \gamma$ 関係は図-1に示した。このうち、①については熊谷ら³⁾の試験値($W=368\%$, $\sigma'_c=0.4kgf/cm^2$)、②~④については安田・山口の提案式³⁾により求めたものである。

表-1 解析用定数の仮定値

柱状図	土質名	N	層厚 H (m)	γ (%)	V_s (m/sec)	D_{vs} (mm)
▽	ピート	0	5	1.1	25	(0.001)
▽	砂質土	15	7.5	2.0	100	0.1
▽	粘性土	10	6	1.7	215	0.005
▽	基盤	50	—	2.0	300	—

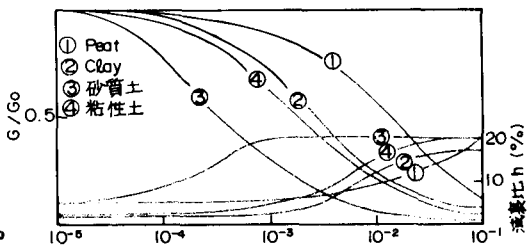
表-2 解析パターン

V_s (m/sec)	層厚 H (m)	5	10	15
25	○	●	○	
50	●	●	●	
75	○	●	○	
100	○	●	○	

○: 基本パターン
●: ○+波形を開北
●: ●+ $G/G_0 \cdot h \sim \gamma$ を $Clay$

3. 解 析 結 果

図-2にピート層の厚さが10mの場合の最大加速度 α_{max} 、最大せん断ひずみ γ_{max} 、最大変位 D_{max} の深度分布を示した。この図より〔八戸, $Peat$ 〕の場合を比較してみると、加速度では、 V_s が50及び75の場合、変位では V_s が50及び25の場合に大きく増幅している。ただし、 V_s が50の場合でも、入力波形や表層の $G/G_0 \cdot h \sim \gamma$ 関係を変えると、大きく増大する傾向はな

図-1 解析に用いた $G/G_0 \cdot h \sim \gamma$ 関係図

なるようである。なお、 $V_s=25$ の場合はせん断ひずみが2~3%生じているため、結果の信ぴょう性は若干薄れると考えられる。また、図-3には V_s 及び H と地表加速度増幅率 β ($\beta=\alpha_{smax}/2E_0$)の関係を示した。この図より、入力波形が八戸と開北橋の場合で増幅傾向が異なり、開北橋の場合は増幅程度は小さく、

V_s や H を変えても大きく異ならない。

八戸の場合は V_s , H , $G/G_0 \cdot h \sim \gamma$ を変えると、かなり増幅が大きくなる場合があることがわかる。図-4には V_s 及び H と最大変位 D_{max} の関係を示した。図より、 V_s が小さくなると変位は大きくなり、八戸のように長周期の波形だと、その増幅も大きくなり易いことがわかる。図-5は β と地盤特性値 $T_g(\text{sec})$ の変化率 $Pa\lambda t$ をまとめたものである。 $Pa\lambda t$ とは表層軟弱層の $T_g(=4H/V_s)$ をそれ以深の地層の T_g で除したものと定義する。図によると、解析数量が少ないこと、表層軟弱層以深の T_g が常に一定であること、などより断定は出来ないが、また入力波形や表層の $G/G_0 \cdot h \sim \gamma$ 関係により微妙に異なるが、 β は $Pa\lambda t$ が2～3程度のとき大きくなり、それより $Pa\lambda t$ が大きくなると β は低下する傾向である。なお、この T_g は G の低下を考慮していないため、今後はそれを考慮したものや波形の周期との関連性などについて、研究が必要となろう。

4. お わ り に

以上の解析結果より、モデル地盤の種類数などの面で問題はあつたものの、表層に超軟弱な地層が分布する場合、地表の地震応答性が極端に大きくなり得ことは確認できた。今後は、メキシコ及び宮城県沖地震で被害の大きかった地区及び基盤の傾斜や盆状構造などを考慮して解析を進める予定である。

〔参 考 文 献〕 1) 井上素行、安田進他：種々の液状化対象地盤の地震応答解析、第41回土木工学年次学術講演会、1986 2) Osaki Y. and Sakaguchi O.: Major Types of Soil Deposits in Urban Areas in Japan, Soil and Foundation, Vol.13, No.2, 1973 3) 熊谷守晃、能登繁幸：泥炭の動的変形特性について（その1）、第21回土木工学研究発表会、1986 4) 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回土木工学研究発表会、1985

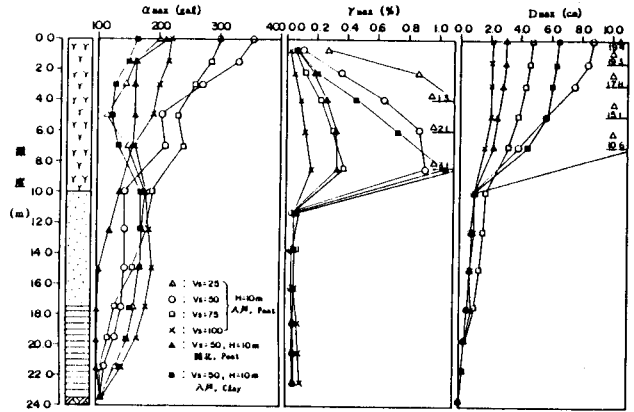


図-2 $H=10\text{m}$ の場合の α_{max} , γ_{max} , D_{max} の深度分布図

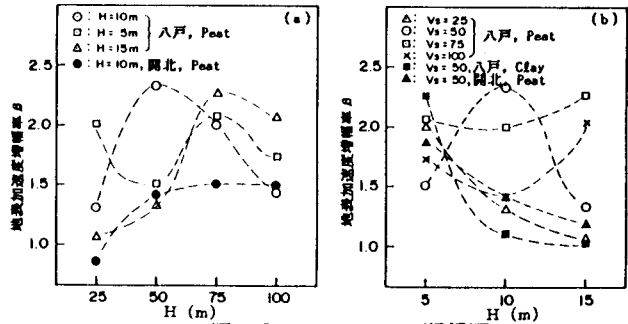


図-3 β と V_s , H 関係図

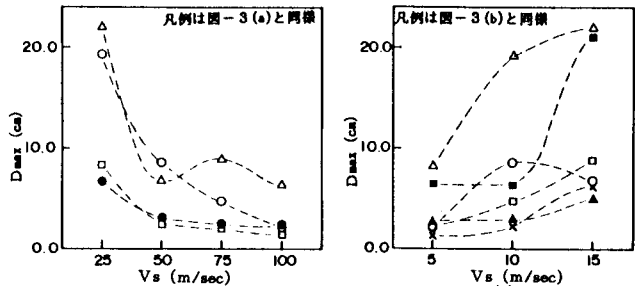


図-4 D_{max} と V_s , H 関係図

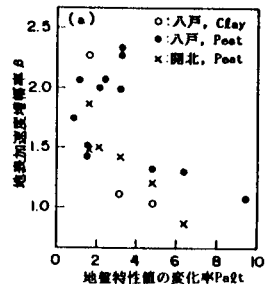


図-5 β と $Pa\lambda t$ 関係図