

馬込における泥炭層を有する地盤の1次元地震応答解析

東京電機大学理工学部 フェロー会員 安田 進
東京電機大学大学院 学生会員 ○小澤 直輝

1. はじめに

東京の中心部には谷底低地が存在しそこには軟弱層が堆積しているため、地震時に大きな揺れが生じるのではないかと考えられる。その中でも泥炭層の堆積している地区では特に大きな揺れが生じるのではないかと推定される。そこで筆者達は東京に分布する泥炭層の動的土質特性を把握するために、試料を採取して動的変形特性などを試験し、また、原位置でPS 検層も行った¹⁾。本研究ではこれらの結果を用いて1次元地震応答解析を行って地震動の増幅特性を調べた。

一方、筆者達は東京の中心部において既往のボーリングデータを用いて「電子地盤図」を作成してきている²⁾。この場合には250m メッシュの地盤モデルが作成されており、さらに、この地盤モデルを用いて1次元地震応答解析も行っている²⁾。そこでこの結果と今回行った地震応答解析の結果との比較も行った。

2. 解析条件

表1に今回解析を行った地点の地層構成を示す。解析には1次元地震応答解析のSHAKEを用いた。ただし、室内繰返しねじりせん断試験およびPS 検層で求めた腐植土層の微小ひずみ時のせん断剛性が異なっていた¹⁾ため、両者の物性を考慮した2ケース(Case 1、2)の解析を行った。表1にはCase1、2及び電子地盤図の地盤モデルを用いた解析に使用された地盤の地層構成及び物性値を示す。Case1、2では腐植土層はGL-1.8m~5.7mに堆積し、電子地盤図の地盤モデルではGL-1.0m~6.0mに堆積している。 $\gamma=10^{-6}$ における等価せん断剛性 G はCase1では繰返しねじりせん断試験により得られた値である G_0 を直接入力し、Case2ではPS 検層で得られたせん断波速度 V_s から G_0 を推定して入力した。基盤層における物性値は電子地盤図の地盤モデルにおける基盤層の値を用いた。各層の $G/G_0 \sim \gamma, h \sim \gamma$ 関係はCase1、2ともに繰返しねじりせん断試験により求められたものを用いた。入力地震波は東京湾臨海部模擬地震波(最大加速度 3.106m/s^2)を使用した。

3. 解析結果

表2に地表面における最大応答値、図1~4に繰返しねじりせん断試験結果を用いたCase1と、PS 検層結果を用いたCase2および電子地盤図の地盤モデルを用いた解析の結果を最大加速度、最大速度、最大

表1 地層構成及び物性値

Case1(室内試験)、Case2(PS検層)				電子地盤図			
深さ (m)	地層	Case1	Case2	地層	$G_0(\text{kN/m}^2)$		
		$G_0(\text{kN/m}^2)$	$G_0(\text{kN/m}^2)$				
5	埋土	3.00×10^4	1.73×10^4	▽ 粘性土	1.95×10^5		
	▽シルト	1.28×10^4	1.44×10^4		2.20×10^3		
	腐植土	2.21×10^3	水位より上	腐植土	2.20×10^3		
			4.61×10^3		2.20×10^3		
			水位より下		2.20×10^3		
砂混じりシルト	2.16×10^4	2.62×10^4	粘性土		2.20×10^3		
シルト混じり細砂	2.42×10^4	3.97×10^4		1.02×10^4			
10	シルト	2.14×10^4	2.82×10^4	砂質土	3.50×10^4		
	粘土質シルト	3.45×10^4	4.66×10^4		3.74×10^4		
					2.99×10^4		
				3.31×10^4			
				8.21×10^4			
15	砂混じりシルト	3.12×10^4	5.02×10^4	基盤	8.15×10^4		
					基盤	2.50×10^5	8.15×10^4
							2.50×10^5
							2.50×10^5
	20	基盤	2.50×10^5		2.50×10^5		

表2 地表面における最大応答値

Case No.	解析に用いた物性	地表面最大加速度 (m/s^2)	地表面最大速度 (cm/s)	地表面最大変位量 (cm)
1	室内試験結果	2.60	61.7	9.84
2	PS検層結果	2.96	49.5	2.61
-	電子地盤図の地盤モデル	4.85	83.5	14.4

変位量、最大ひずみににおいて比較したものを示す。これを見ると、Case1 では地表面最大加速度が 2.60m/s^2 、地表面最大速度が 61.7cm/s 、最大変位量が 9.84cm となった。これに対し Case2 では地表面最大加速度が 2.96m/s^2 、地表面最大速度が 49.5cm/s 、最大変位量が 2.61cm となった。Case1 の方が地表面最大速度で 10cm/s 以上、最大変位量ではおよそ 4 倍程度 Case2 より大きな値を示した。これは Case1 の G_0 の方が Case2 の G_0 よりも小さいため、大きな地震応答となったことが考えられる。また、図 4 を見ると腐植土層での最大ひずみが Case1 の場合 2.5% と、Case2 の最大ひずみ 0.3% に比べおよそ 8 倍程度ほど大きくなった。

電子地盤図の地盤モデルを用いた解析では、該当するメッシュで地表面最大加速度が 4.85m/s^2 、地表面最大速度が 83.4cm/s 、最大変位が 14.4cm という値になっていた。また、腐植土層で最大ひずみが 4% に達していた。表 2 に 3 つのケースの地表面における最大加速度、最大速度、最大変位を比較して示すが、電子地盤図の地盤モデルの場合、この原因として電子地盤図ではメッシュの中のボーリングデータを平均して作成したため、腐植土層が 5m と厚いモデルとなっており、今回の解析に用いた地盤構成の違いによるものと考えられる。

いずれにせよ、今回の解析および地盤モデルでの解析とも大きな応答を示しており、腐植土層が堆積している谷底低地では地震時に地震応答が大きいのではないかと考えられる。

4. まとめ

東京において腐植土層が堆積している谷底低地の地盤に対し、1 次元地震応答解析を行って地震時の揺れ具合を検討してみた結果、地震時の応答が大きいことが分かった。ただし、腐植土層の物性に注意する必要があることが考えられた。

[参考文献]

- 1) 安田進, 會津健司, 藤田義人, 栃尾健, 直井賢治, 松本真吾: 東京の谷底低地に堆積している腐植土の動的変形特性, 第 45 回地盤工学研究発表会発表講演集, No. 369, pp. 737-734, 2010.
- 2) 安田進, 渡部博一: 電子地盤図を用いた東京中心部の地震時の揺れに関する検討, 第 13 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp. 2019-2026, 2010.

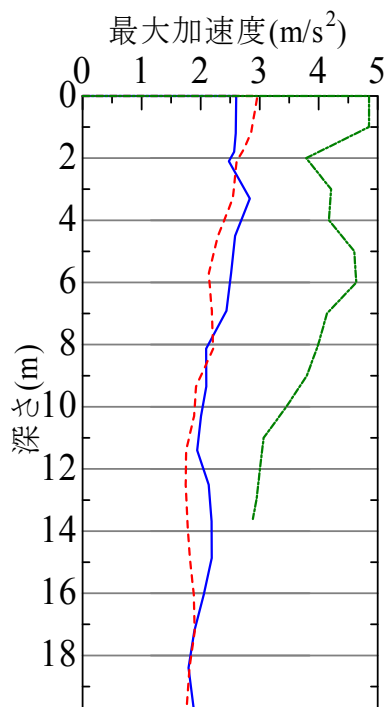


図 1 最大加速度の比較

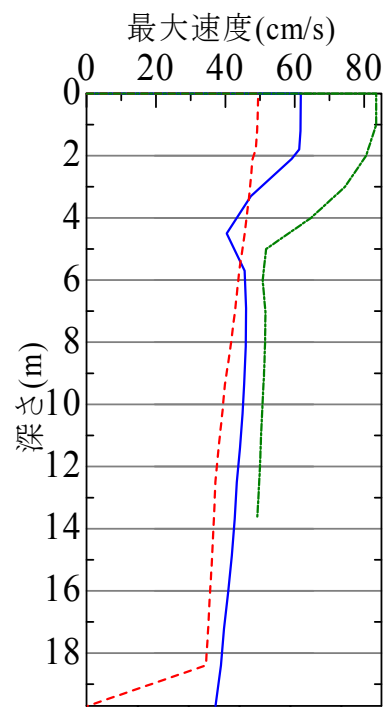


図 2 最大速度の比較

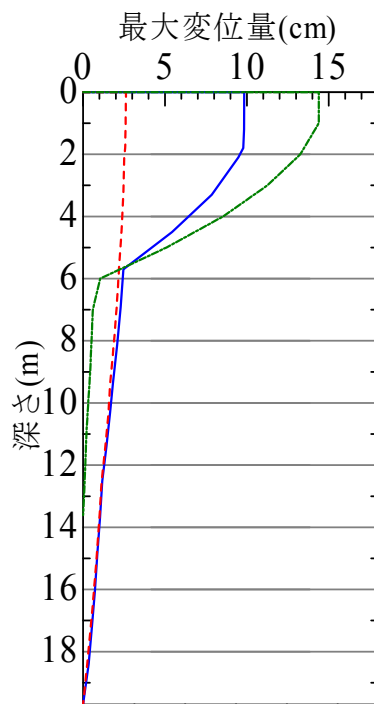


図 3 最大変位量の比較

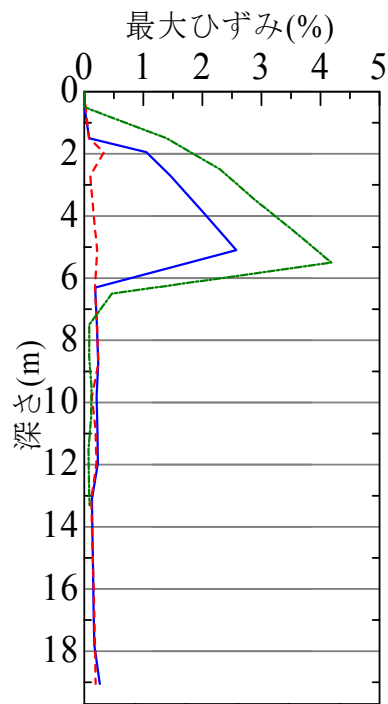


図 4 最大ひずみの比較

凡例 : — Case1 - - - Case2 — 電子地盤図