

表層地盤の多層モデルによる振動特性と 常時微動との対応について

毛呂 眞*, 渥見 智紀**

Vibration characteristic by the many layer models of the foundation and constantly the correspondence nature between the tremors about

Makoto MORO* and Tomoki ATSUMI**

Abstract

It understood the vibration characteristic by the many layer model of the surface foundation and the proportion that constantly the calculation excellence cycle and measurement excellence cycle agree about the correspondence nature between the tremor to are about 70% and almost converge at the approximation range of $R2=1.0\pm0.2$. Therefore, it understood the vibration characteristic by the many layer model of the surface foundation and that almost constantly the tremor agrees.

Keywords: Vibration characteristic, of the surface foundation constanly the tremor characteristic, excellence cycle

1. はじめに

大地震における建築構造物等の被害は地形・地質により大きく左右される。現に、これまでは地盤の硬い地域では被害が少なく、軟らかい地域では被害が多いという説が正しいとされてきた。しかし、まだ不明な点が多いのが現状である。そのため、大地震時における地盤の振動特性を知るとはとても大切なことである。地盤は常に微小な振動を行っているため、この地盤の微小な振動特性を知るとは、大地震における建築構造物等の被害を予想する上で有力な手がかりの一つとしてかなりの成果をあげている。

そこで本稿では、表層地盤の多層モデルによ

る振動特性と常時微動との対応性について、常時微動波形のフーリエスペクトル分布特性と層モデルより求められる伝達関数との比較を主に卓越周期に注目し検討をした。

本稿では八戸市の地盤を例として、比較・検討を行った。

ボーリングデータ資料を多層モデルとして略算法で計算し、市内 134 地点の物理的伝達関数と計算卓越周期を求める。その中の市内 38 地点で実測調査を行い常時微動を測定し、フーリエスペクトルと実測卓越周期の解析を行った。これらの両卓越周期を比較・検討し、伝達関数とフーリエスペクトルとの対応関係を明確にすることを目的とした。

2. 地盤の伝達関数

地盤ボーリング図が有り層特性がある程度わかる八戸市内 134 地点について、層モデルに

平成 12 年 10 月 2 日受理

* 建築工学科・教授

** 大学院工学研究科建築工学専攻修士課程・1 年

よってその伝達関数を求める。求め方を図-2に示すボーリング柱状図を例に説明する。

2.1.1 軟弱地盤層厚 (H)

軟弱地盤層厚とは、建築物の支持杭が打てる地盤となる層までの厚さのことである。

図-1では N 値50を過ぎた深さ36.5mのところまでを軟弱地盤層厚(H)とし、以下は基盤として仮定した。

2.1.2 地質分類分け

地質分類分けは層に分割するために必要となる。図-2に示すように地盤の硬さが大きく変化し、及び地質も変化する場所を境目に層分けした。

2.1.3 密度

密度は基礎の設計資料集(文献2)に記載の表-2の値を用いた。

地質が砂質土(玉石を含む)、粘性土(シルト等を含む)のどちらかを区別し、各層の平均 N 値を表-2中の N 値のどの範囲なのかを調べ、密度の値を決定する。

表-1 単位堆積重量の目安 (tf/m^3)

	N 値	単位体積重量	
		一般	水中
砂質土	50 以上	2.0	1.0
	30~50	1.9	0.9
	10~30	1.8	0.8
	10 未満	1.7	0.7
粘性土	30 以上	1.9	0.9
	20~30	1.7	0.7
	10~20	1.6	0.6
	10 未満	1.5	0.5

2.1.4 平均 N 値 (N)

平均 N 値(N)とは、各 N 値分布形状図をもとに図-2の地質分類分けで分けた各層の N 値の平均が平均 N 値である。図-2中には層ごとの平均 N 値を示した。

2.1.5 セン断波速度 (V_s)

せん断波速度 V_s は、基礎の設計資料集に示された $V_s = 97 N^{0.314}$ という式を使い求めた。この式は、土質の種類に関係なく全土質に使える関係式である。この式の N に平均 N 値を入れ V_s 値を求めた、図-1は上記近似式のもととなった V_s と N 値の関係図である。図-1を見ても分かるように、 V_s はかなり分散している。

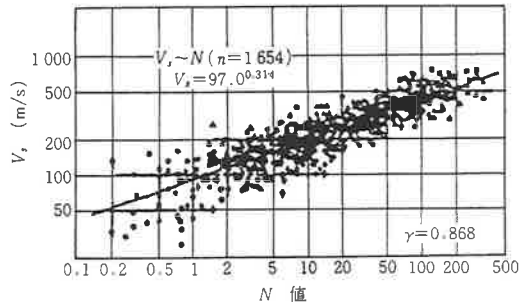


図-1 N 値とせん断波速度の関係図

2.1.6 各層の物理諸量

層モデルに伝達関数を求めるための諸量は、各層の層厚、土質密度、 V_s 値、それに減衰である。

表-2に図-2の場合の諸量を例として示す。

2.2.1 伝達関数波形グラフ

表-2中の各数値を用いて伝達関数解析ソフトに入力し、波形グラフを求める。その求められた伝達関数グラフの例が図-3である。この図-3の伝達関数で卓越した点の順に第1ピーク周期(計算卓越周期)、第2ピーク周期、第3ピーク周期とした。

表層地盤の多層モデルによる振動特性と常時微動との対応について

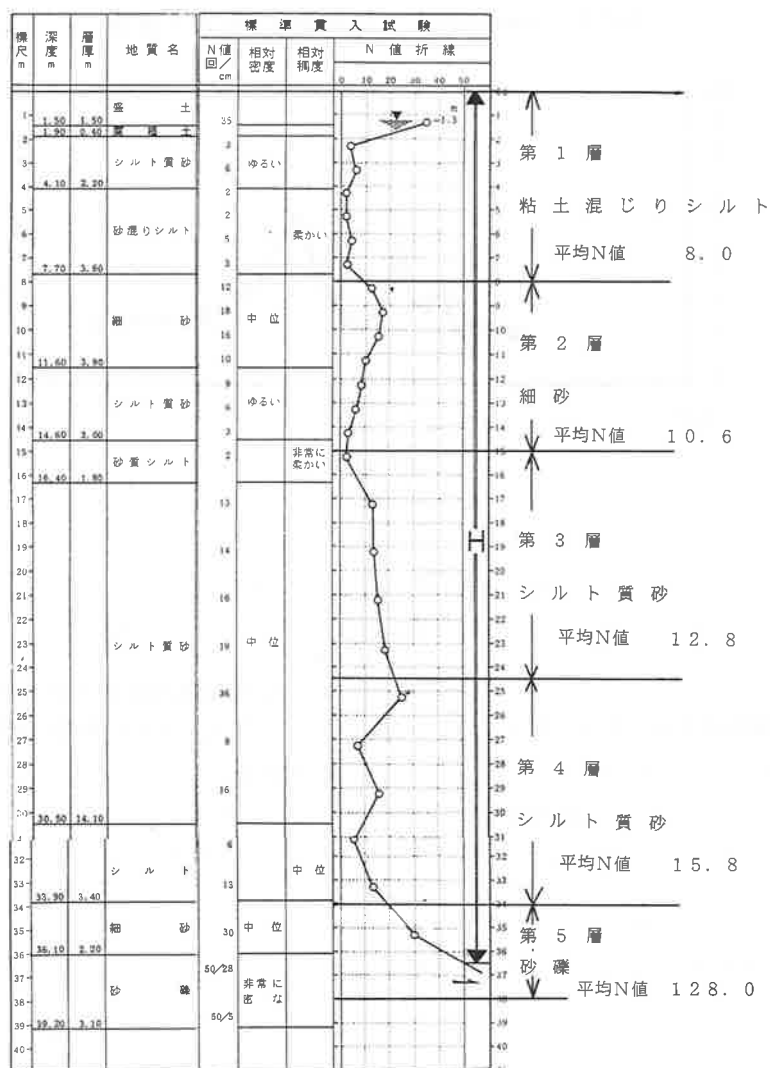


図-2 ボーリング柱状図

表-2 各層の物理諸量

NO	地層名	層厚	密度	平均 N 値	V_s	減衰
1	粘土混じりシルト	8.0	1.5	8.0	186	0.05
2	細砂	7.0	1.8	10.6	204	0.05
3	シルト質砂	9.5	1.8	12.8	216	0.05
4	シルト質砂	9.5	1.8	15.8	223	0.05
5	砂礫	4.0	2.0	128.0	445	0.05

N.O35 HAZU3124 日本通運(株)八戸支店

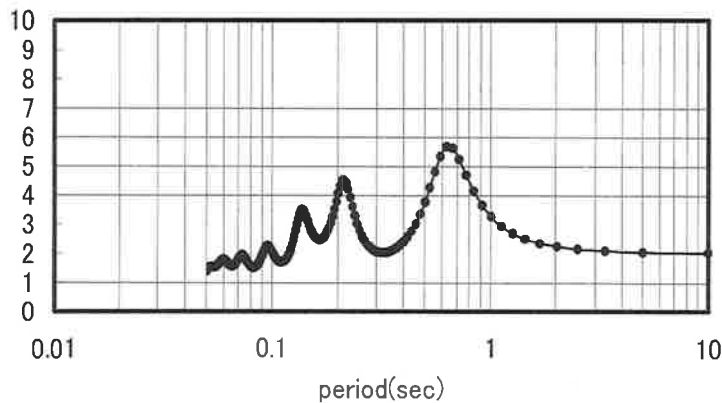


図-3 伝達関数グラフ

本稿では第1ピーク周期の値のみを調査対象とした。また、HAZU3124というのは、調査整理番号である。

ピーク周期とした。伝達関数との対応をはかるため、第1ピーク周期を対象とした。

2.2.2 地盤微動のフーリエスペクトル

実測で得られたデータを解析ソフトによりアナログ波形図として出力し、比較的安定しているとおもわれる区間をサンプリング区間とする。微動波形をフーリエスペクトル解析、グラフ化を行う。ここでも卓越した点順に第1ピーク周期(実測卓越周期)、第2ピーク周期、第3

2.3 伝達関数波形グラフと地盤微動のフーリエスペクトル解析の比較法

伝達関数グラフと地盤微動のフーリエスペクトル図を比較するため、両者とも縦軸の値を最大値ですべて基準化し、同一図面上に合わせた図が図-4である。この点を比較・検討する。

グラフ中のNS+EWは実測スペクトル、responseは伝達関数を示している。

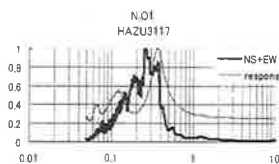


図-4-1

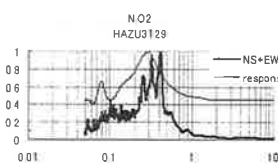


図-4-2

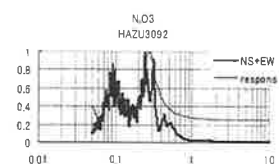


図-4-3

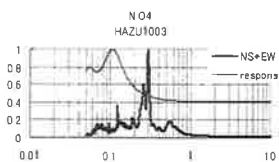


図-4-4

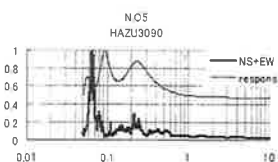


図-4-5

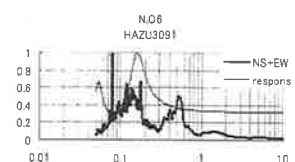


図-4-6

表層地盤の多層モデルによる振動特性と常時微動との対応について

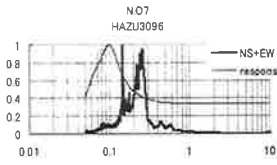


図-4-7

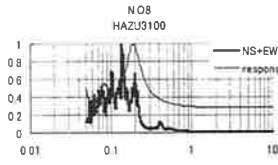


図-4-8

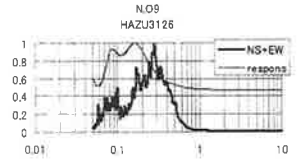


図-4-9

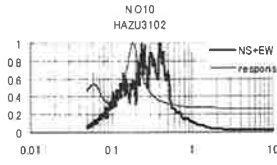


図-4-10

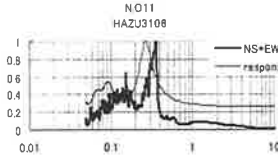


図-4-11

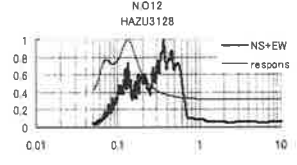


図-4-12

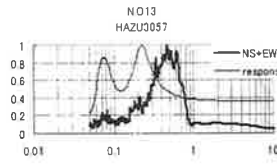


図-4-13

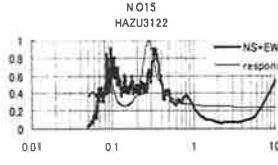


図-4-14

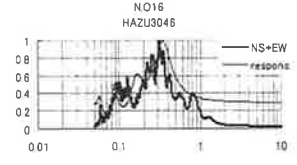


図-4-15

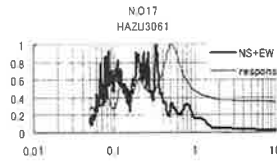


図-4-16

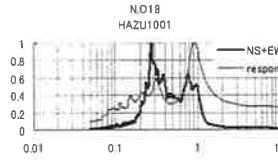


図-4-17

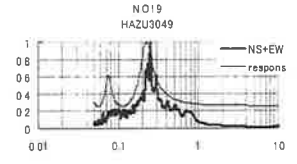


図-4-18

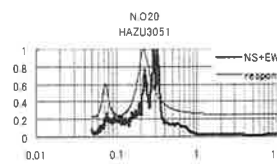


図-4-19

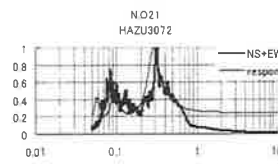


図-4-20

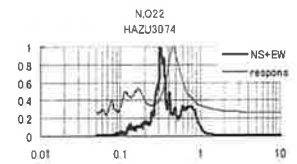


図-4-21

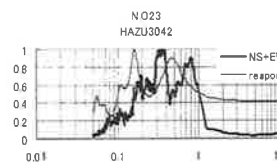


図-4-22

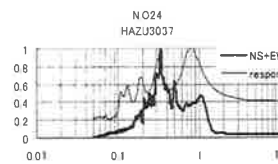


図-4-23

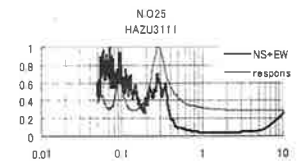


図-4-24

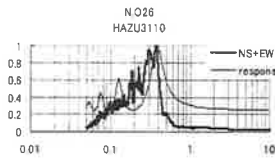


図-4-25

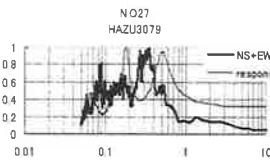


図-4-26

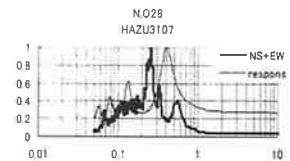


図-4-27

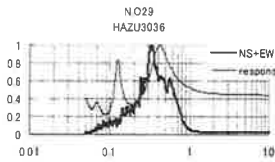


図-4-28

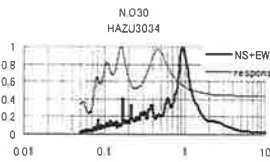


図-4-29

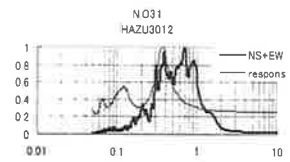


図-4-30

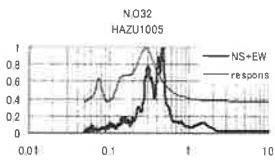


図-4-31

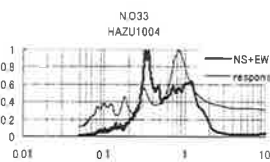


図-4-32

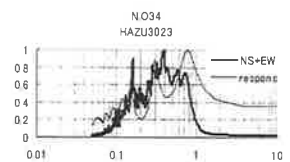


図-4-33

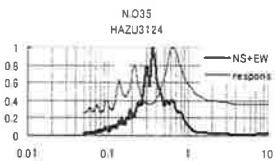


図-4-34

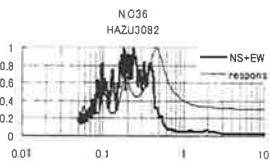


図-4-35

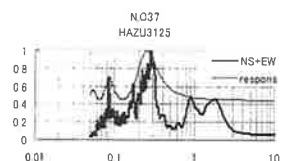


図-4-36

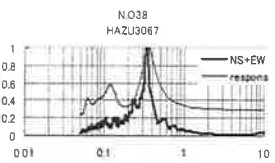


図-4-37

図-4 伝達関数グラフと地盤微動のフーリエスペクトル解析の合成グラフ

3. 計算卓越周期と実測卓越周期の対応

図-4の合成グラフを見てみると、図-4-1, 11, 14, 15, 18, 19, 20, 25, 37など、第1ピークの点から見るとよく対応しているものもある。しかし一方、図-4-4, 7, 9, 12, 17, 23, 29など、対応関係のよくないものもある。しかし、第2ピークとの対応を考慮すれば、伝達関数は卓越周期を予想するのにかなり有力な手法であると考えられる。

各地点ごとの伝達関数の第1ピークより求めた計算卓越周期と微動波形のフーリエスペクトル図の第1ピークより求めた卓越周期の対応を表-3に示す。また両者の関係図を図5に示す。

図-5は縦軸に計算卓越周期、横軸に実測卓越周期を取っている。図中の直線は近似直線であり、 R^2 は相関係数である。直線を境にして分布に多少の散らばりが見られる。

4. 結 論

表層地盤の層モデルによる伝達関係と微動実測波形のフーリエスペクトル分布図との形状は、全体として調和的である。両者の第1ピークの周期の関係は図-5に示す程度の対応性をもつ。

この結果から、層モデルによる伝達関数から推定しうる卓越周期は地盤の卓越周期推定の有力な簡便法として十分役立つものと考えられる。

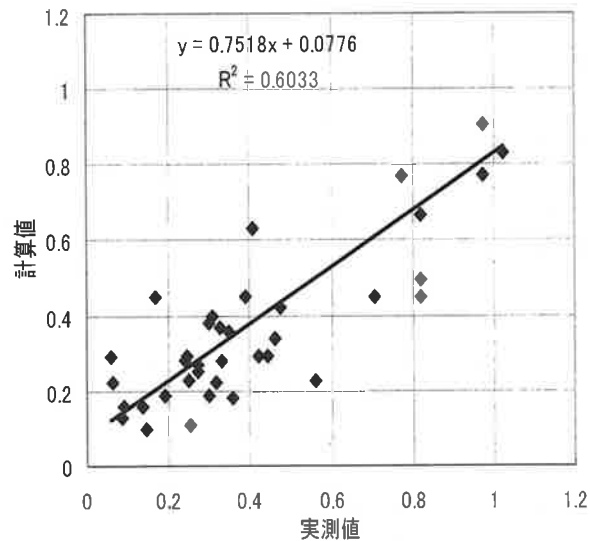


図-5 計算卓越周期と実測卓越周期の対応図

文 献

- 1) (社)青森県建築士、青森県土木部営繕課監修、
- 2) 「青森県建築地盤図集」p 503～677, 昭和55年4月
- 2) (社)土質工学会「基礎の設計資料集編集」p 22, p 23, H7.12.10

表-3 実測38地点とボーリング地点との卓越周期対応表

NO	ボーリングデータ HAZU ナンバー	所在地	建 物 名 称	土地区分	軟弱地盤層厚	計算値	実測値
1	117	美保野	美保野中学校	台地	13.0	0.37	0.325
2	129	大久保	瑞光園	台地	15.0	0.29	0.414
3	92	鮫	鮫中学校	台地	13.0	0.28	0.238
4	1003	鮫	鮫小学校	台地	—	0.11	0.254
5	90	鮫	居合地区改良住宅	台地	5.0	0.09	0.065
6	91	鮫	第一魚市場	低地	8.0	0.16	0.136
7	96	築港街	八戸港湾合同庁舎	低地	3.5	0.10	0.144
8	100	湊	八戸市男山酒造店	低地	6.0	0.19	0.19
9	126	小中野	八戸市いか釣漁業協同組合	低地	7.0	0.16	0.09
10	102	湊	船越外科医院	台地	7.0	0.19	0.325
11	106	白 銀	湊中学校	台地	12.0	0.27	0.271
12	128	小中野	鷗ビル (税友ビル)	台地	7.5	0.13	0.087
13	57	小中野	小中野小学校	台地	12.0	0.23	0.46
14	55	小中野	小中野中学校	低地	40.0	0.67	0.671
15	122	堤 町	大平住宅	台地	11.0	0.28	0.341
16	46	番 町	八戸美術館	台地	11.0	0.34	0.35
17	61	六日町	岩徳ビル	台地	10.0	0.50	0.819
18	1001	類 家	八戸市民センター	低地	—	0.91	0.975
19	49	八日町	岩手銀行駐車場	台地	9.0	0.23	0.25
20	51	柏 崎	富士火災	台地	8.0	0.22	0.22
21	72	類 家	八戸東高等学校	台地	9.0	0.29	0.31
22	74	類 家	柏崎小学校	台地	21.0	0.45	0.32
23	42	内 丸	八戸市公会堂	台地	8.0	0.16	0.344
24	37	城 下	城下小学校前	低地	38.0	0.77	0.975
25	111	旭ヶ丘	旭ヶ丘小学校	台地	13.0	0.29	0.057
26	110	旭ヶ丘	太平洋金属 (株) 旭ヶ丘社宅	台地	16.0	0.38	0.299
27	79	是 川	是川小学校	台地	8.0	0.18	0.356
28	107	大久保	八戸北高等学校	台地	17.0	0.40	0.308
29	36	江 陽	八戸労働基準監督所	低地	8.5	0.42	0.476
30	34	江 陽	東部終末処理場	低地	15.0	0.16	0.169
31	12	河原木	下長農業協同組合	低地	20.0	0.67	0.819
32	1005	根 岸	根岸小学校	低地	13.0	0.29	0.301
33	1004	河原木	河原木団地	低地	—	0.83	1.024
34	23	尻 内	八戸合同庁舎	低地	40.0	0.77	0.773
35	124	一番町	日本通運 (株) 八戸支店	低地	36.5	0.63	0.406
36	82	田面木	八戸工業高等専門学校	台地	—	0.45	0.39
37	125	根 城	母子寮	台地	16.0	0.25	0.273
38	67	根 城	西村整形外科クリニック	台地	20.0	0.36	0.32