

常時微動測定による名古屋地盤の 振動特性と震害について

飯田 汲事, 正木 和明, 谷口 仁士

Observation of Microtremors and Seismic
Characteristics of the Ground in Nagoya Area

Kumizi IIDA, Kazuaki MASAKI and Hitoshi TANIGUCHI

名古屋市域81地点において常時微動の測定を行い、卓越周期、平均周期、最大振巾を求め、名古屋地盤の振動特性を調べた。また、これら諸量の相互関係から地盤種別の判定を行った。庄内川流域および南部臨海工業地域は卓越周期が0.5~1.0秒と長く、地盤種別もⅢ~Ⅳであり、軟弱な地盤であることが明らかとなった。卓越周期が0.4秒ないし1.0秒の地域では被害率が大きいことを考慮すると、この地域での震害危険度は高いと言えよう。

1 はじめに

高感度地震計を用いて微小地震を観測する際バックグラウンドノイズとしての微小振動—いわゆる常時微動—が存在し、この微小振動はその地盤の構造を反映した振動特性を有していることが知られている。そしてこの常時微動の振動特性と地震動の振動特性との間には強い相関関係が存在することが明らかとなった¹⁾²⁾³⁾。この関係を利用して、常時微動の振動特性から地震時における地盤の動的挙動を推定する研究が近年盛んになった。金井は常時微動の周期、振巾特性から建築基準法関係の地盤種別を推定する試案を提唱した⁴⁾⁵⁾。金井の試案に基づいて、東京、大阪、川崎、新潟等の地域で地盤種別の分布図が作製されている。

名古屋市域は過去、濃尾(1891)、東南海(1944)、三河(1945)地震に襲れた地域であり、また近い将来、東海沖地震の発生する可能性があると言われている地域でもある。かかる意味において、名古屋地盤の振動特性を求めることは地震対策上急務であると考えられる。

今回、名古屋市域81地点において常時微動を測定し、卓越周期、最大振巾のゾーニングマップを作製した。また金井の試案に基づき地盤種別を求めた。同時に、常時微動の振動特性と地盤構造、震害との関係も調べたので報告する。

2 観測および解析方法

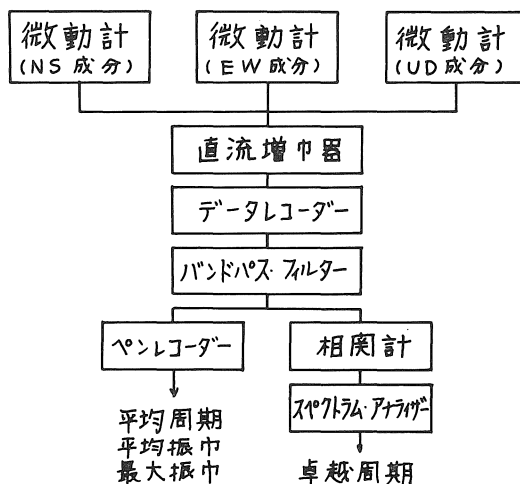


図1 観測および解析のフローチャート

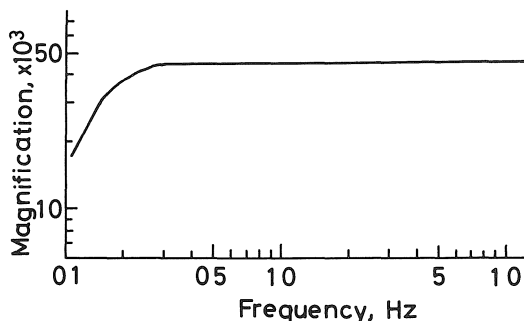


図2 微動計と増巾器の総合周波数特性

観測および解析方法を図1に示す。微動計（保坂製MTKH-1C, MTKV-1C）の固有周期は1秒であるが増巾器（保坂製TA406）との組み合わせにより、図2に示すような5秒～0.03秒の領域でフラットな総合特性を与えることができる。従来、常時微動の測定は1秒以下の周期について行われてきた。しかし、今回対象とした名古屋市中港区一帯は沖積層厚が50mにも達する軟弱地盤であることを考慮して、微動計の感度はやや落ちるが図2に示した周期特性を与えることとした。また、微動計は動コイル速度型であるが増巾器を通す際一度積分することにより変位記録を得ることができる。微動計の最高感度は0.24V/ミクロンであるが、一部の地点においては減衰器により感度を落して測定を行った。

卓越周期は相関計（TEAC製C-110）とスペクトルアナライザ（同社製F-100）を用いてパワースペクトルを求め、そのピークを読みとって求めた。相関計のサンプリング時間はx(t)軸40msec, y(t)軸400msecとした。従って、分解能 Δf は0.13Hzで低周波数帯域では良くない。解析はDC～12.8Hzの帯域について行った。解析時間は多くの場合10分間とした。

平均周期、最大周期、平均振巾、最大振巾は次の方法によって求めた。磁気テープに収録した記録をペンレコーダーを用いて記録紙上に描かせ、その波形から周期および振巾を読みとる。図3に実例を示す。波形がゼロ線を横切る間隔 Δt_i を読みとる。平均周期 T_M は

$$T_M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 2 \Delta t_i$$

である。ここでNはサンプリング個数であり今回はN=50とした。最大周期は Δt_i のうち最大のものである。振巾は全振巾2Aの半分とする。平均振巾は1分間の記録波形を4秒ごと15区間に等分し、各区分中で最も大きい振巾を読みとったのち、平均したものである。最大振巾とは、1分間の記録波形中、最大の振巾である。図で示したように、短周期成分と長周期成分が混在した複雑な波形の場合には、ゼロ線を切る

区間のとり方、振巾の読み方に多少の恣意性がある。ここでは、波形の特徴を考慮して決めた。波形は10分間の記録の中から、最も定常的な部分を取り出し、明らかに突発的と思われる部分は削除した。

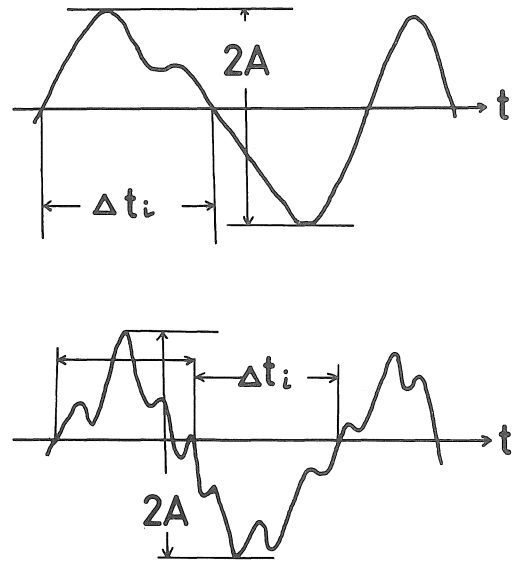


図3 ゼロクロス法による周期、振巾の求め方

3 周期、振巾の24時間変動

常時微動は交通機関、工場、繁雑地などの人工的騒音を振動源とすると考えられている。従って、常時微動の振動特性はこれら人工的振動源の強弱、方向等の影響を受ける。常時微動の振動特性から地盤の振動特性を得ようとする際には、これら振動源の影響を十分知っておくことが必要である。

常時微動の卓越周期、振巾には24時間変動が存在することがよく知られている。金井⁶⁾によれば、卓越周期の変動は比較的小さいが、振巾の変動は大きく、昼間の振巾は夜間の振巾の数倍になる場合もある。今回、常時微動の解析に当り、その周期、振巾の時間変動をチェックしておくことにした。

周期および振巾の時間変動を調べた測定点の所在地、地盤条件、周囲の状況を表1に示す。記録は30分ごとに10分間磁気テープに収録し、解析した。

表1 常時微動の24時間変動測定点

番号	測定場所	地質	周囲の状況
1	名東区田代町平和公園	洪積台地	西500mの所に交通量の多い道路あり。
2	中区名城公園	"	四方交通量の多い道路に囲まれている。
3	中川区中島新町	沖積層 5m	東に川が流れ南に国道一号線あり。
4	" 富田町千音寺小学校	" 21m	西に商店街あり。
5	港区船見町八号地	" 28m	周囲に工場あり。
6	海部郡飛島中学校	" 50m	北側に名四国道が走っている。

図4に卓越周期の24時間変動を南北、東西、上下の各成分別に示す。卓越周期がふたつある場合には、ふたつとも示してある。3秒以上の卓越周期の時間変動は大きい、3秒以下の卓越周期の変動は小さい。測定点によって卓越周期は異なるが、この差は時間変動の大きさに較べてはるかに大きい。従って、卓越周期の違いは測定点の、即ち、地盤の振動特性の違いを表わしていると考えられる。

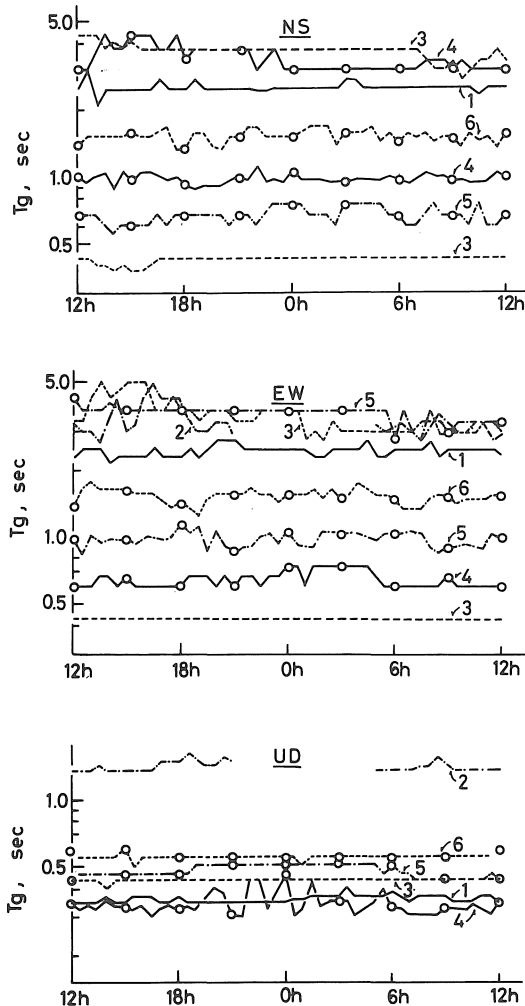


図4 卓越周期24時間変動

図5に平均振巾の24時間変動を各成分別に示す。各成分とも深夜20時から4時にかけての振巾は小さく、1マイクロン以下であるが、昼間6時から18時にかけては深夜の数倍にもなり、時間変動は大きい。これは昼間、社会活動が活発化し、振動源が増加するためと考えられる。

測定点1の平和公園は昼間でも閑静な場所であるために時間変動は極めて小さく、逆に南部工業地帯に隣接する八号地では変動が大きいことが注目される。

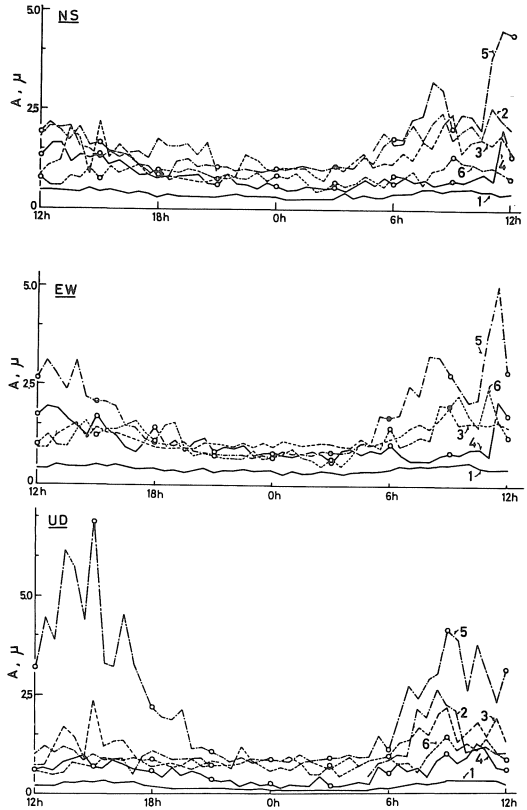


図5 平均振巾24時間変動

名古屋市域20地点において昼間1回、夜間1回、それぞれ10分間測定を行い各成分別に平均振巾を求めた。表2に結果を示す。図6は昼間と夜間の平均振巾の関係を示したものである。プロットした点のばらつきは大きい。両者の間には次のような関係がみられる。

$$\begin{aligned}
 \text{南北成分 } A_0 &= 0.55 A^{0.70} \\
 \text{東西成分 } A_0 &= 0.54 A^{0.75} \dots\dots\dots (1) \\
 \text{上下成分 } A_0 &= 0.38 A^{0.75}
 \end{aligned}$$

ここでAおよびA₀はそれぞれ昼間および夜間の平均振巾である。上下成分の係数はやや小さいが、南北および東西成分の係数はよく一致している。指数は各成分ともよく似た値となる。金井は固有周期1秒の微動計を用いて測定した結果から、今回の結果と似た式

$$A_0 = 0.3 A^{1.5}$$

を得ている。係数、指数の差は測定方法、測定地域の違いによるものと思われる。

表2 昼夜間常時微動測定点

番号	測定場所	昼間振巾A (マイクロン)			夜間振巾A ₀ (マイクロン)			振巾比 A/A ₀		
		NS	EW	UD	NS	EW	UD	NS	EW	UD
1	名東区神丘町	0.35	0.71	0.28	0.33	0.46	0.25	1.08	1.53	1.14
2	千種区平和公園	0.42	0.42	0.22	0.35	0.36	0.09	1.22	1.18	2.59
3	千種区名古屋大学	0.86	0.80	0.53	0.68	0.75	0.39	1.27	1.07	1.35
4	昭和区名古屋工業大学	1.85	1.64	1.08	1.57	1.00	0.45	1.18	1.64	2.42
5	端穂区津賀田中学	2.03	2.19	1.17	1.37	1.53	0.53	1.49	1.45	2.22
6	中川区中島新町	1.49	1.46	1.28	0.98	0.98	0.62	1.53	1.49	2.07
7	端穂区船原町	2.24	3.29	1.15	1.54	1.42	0.30	1.46	2.33	3.88
8	中村区向島町	0.85	1.03	0.56	0.45	0.46	0.27	1.90	2.23	2.07
9	港区高木小学校	2.82	2.84	3.04	1.29	1.20	1.50	2.17	2.37	2.02
10	西区西陵商高	0.63	0.61	0.64	0.32	0.31	0.36	1.95	1.98	1.80
11	港区稲永町	2.63	2.38	2.69	0.98	0.86	0.72	2.70	2.77	3.73
12	中村区日比津中学	1.18	1.04	0.63	0.39	0.60	0.27	3.05	1.73	2.31
13	西春井郡新川町寺野	1.05	0.76	0.56	0.29	0.28	0.11	3.56	2.75	5.05
14	中川区千音寺小学校	1.36	1.76	0.63	0.58	0.82	0.23	2.37	2.15	2.78
15	西春井郡甚目寺中学校	0.73	0.61	0.70	0.19	0.17	0.11	3.74	3.56	6.36
16	中川区下ノ一色町	1.17	2.03	2.71	0.66	0.71	0.78	1.73	2.87	3.28
17	港区南陽中学校	0.71	0.68	0.41	0.48	0.50	0.30	1.47	1.35	1.37
18	南区船見町	4.46	2.86	2.61	1.00	0.72	0.88	4.46	4.00	2.98
19	港区南陽中学	0.89	0.83	2.02	0.65	0.64	0.28	1.35	1.30	7.21
20	海部郡飛島村	2.84	—	—	1.75	—	—	1.63	—	—

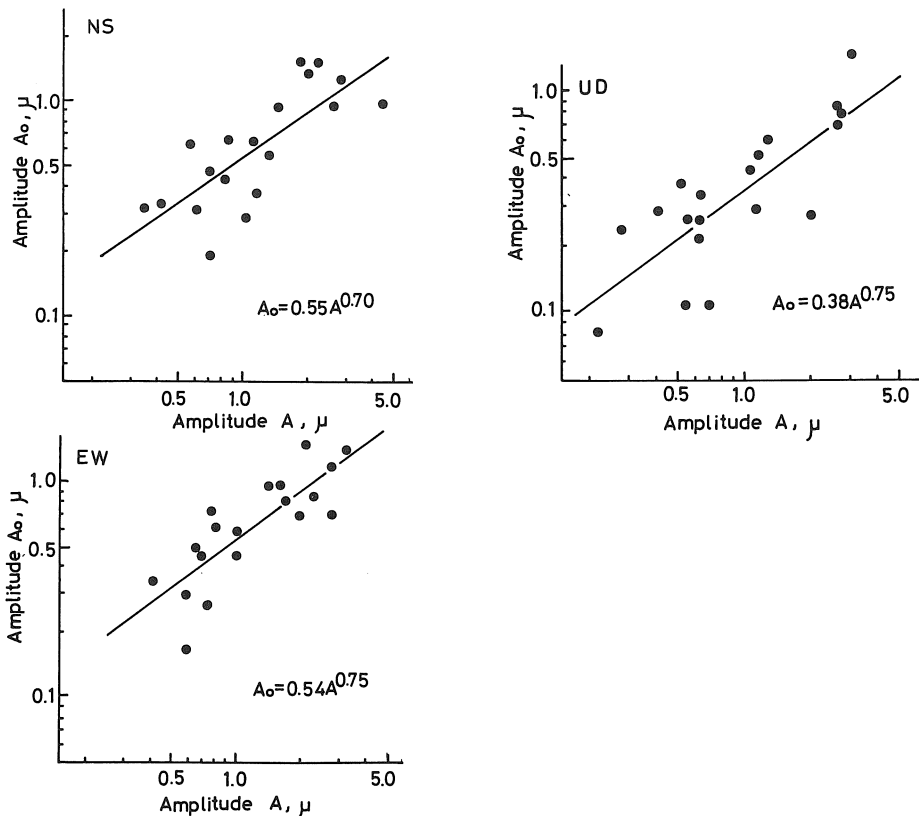


図6 夜間平均振巾A₀と昼間平均振巾Aとの関係

4 結果および考察

名古屋地域の地盤振動特性を調べるために81地点において常時微動を測定し、卓越周期、平均周期、最大振幅、および平均振巾を求めた。各地点で得られた結果を表3に示す

表3 常時微動測定点

番号	測定場所	卓越周期(秒)				平均周期(秒)	最大周期(秒)	最大振幅(ミクロン)	幅最大振幅(ミクロン)	地盤種別			
		南北成分	東西成分	上下成分	南北東西平均					判定法I	判定法II	判定法III	
1	名東区神里町あいわ幼稚園裏公園	0.38	0.84	0.38	0.44	0.38	0.41	0.78	0.38	II-III	II-III	II-III	
2	天白区天白町植田山住宅	0.44	0.47	0.47	0.47	0.46	0.43	0.76	0.38	II-III	II-III	II-III	
3	千種区丘上町植田山附属幼稚園	0.38	0.38	0.34	0.38	0.42	0.72	0.74	0.74	II-III	II	II-III	
4	〃 鶴屋上野町清明山住宅	0.50	0.36	0.42	0.43	0.39	0.60	0.52	0.52	II-III	II	II-III	
5	名東区田代町平和公園内市バス駐車場	0.47	0.36	0.50	0.38	0.44	0.38	0.48	0.35	II-III	II-III	II-III	
6	千種区田代町東山公園内	0.44	0.44	0.63	0.44	0.44	0.46	0.72	0.37	II-III	II-III	II-III	
7	〃 自由ヶ丘自由ヶ丘第2小学校	0.58	0.38	0.44	0.36	0.54	0.36	0.37	0.38	0.64	0.37	0.37	
8	〃 猪子石原小原橋	0.44	0.26	0.47	0.36	0.29	0.32	0.33	0.42	0.65	0.65	II-III	
9	〃 名古屋大理学部	0.50	0.36	0.50	0.36	0.68	0.40	0.36	0.51	0.90	0.45	0.45	
10	守山区大塚垣外大永寺	0.24	0.47	0.34	0.44	0.29	0.41	0.52	0.58	0.58	II-III	II-III	
11	中川区中郷町荒子小学校	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.26	0.70	4.79	2.18	II	II-IV	
12	中川区島森町柳小学校東公園	0.63	0.36	0.40	0.38	0.38	0.26	0.78	5.42	2.44	II	II-IV	
13	〃 大正町熊野社	0.33	0.75	0.33	0.34	0.33	0.28	0.69	4.69	2.13	II	II-IV	
14	〃 稲築地町豊正中学校東門	0.42	0.44	0.44	0.42	0.43	0.39	1.06	4.27	1.95	III	III-IV	
15	〃 中村町名古屋競輪場駐車場	0.75	0.44	1.08	0.44	0.36	0.44	0.35	3.96	1.82	II	II-IV	
16	〃 松原町則武小学校北国鉄住宅	0.68	0.36	0.63	0.34	0.40	0.35(0.65)	0.29	0.76	4.17	1.91	II	II-IV
17	〃 塩池町土江神社	0.75	0.40	0.68	0.44	0.47	0.42(0.72)	0.28	0.90	4.48	2.04	II	II-IV
18	西区堀越町神明社北東駐車場	0.34	0.36	0.38	0.35	0.26	0.64	4.48	2.04	1.81	II	II-IV	
19	〃 西原町平田小学校西門	0.63	0.44	0.68	0.44	0.42	0.43	0.98	1.67	0.81	II-III	II	
20	〃 山田町庄内緑地野球場南	0.63	0.42	0.63	0.42	0.38	0.63	0.35	0.80	2.09	1.00	II-III	II
21	〃 山田町山田中学校	0.63	0.36	0.63	0.36	0.47	0.63	0.33	0.66	4.69	2.13	II	II-IV
22	〃 比良洗堰緑地南端	0.34	0.34	0.40	0.34	0.30	0.58	3.75	1.73	1.73	II	II-IV	
23	北区池端端店寺	0.63	0.40	0.63	0.41	0.75	0.38	0.34	0.82	1.04	0.52	II	II-III
24	〃 桶町松橋	0.31	0.38	1.49	0.38	0.35	0.28	0.68	1.46	0.71	II	II	
25	〃 平手町志賀公園	0.34	-	-	-	0.34	0.18	0.38	4.07	1.87	II	II-IV	
26	〃 西区畑場町聖教新聞名古屋支局	0.68	0.33	0.47	0.33	1.49	0.40	0.33	0.22	0.78	2.09	1.00	
27	昭和区名城大学	0.36	0.40	0.38	0.38	0.35	0.38	0.35	1.19	1.86	0.90	II	II-III
28	〃 隼人町南山中高女子校	-	-	-	-	-	0.68	1.12	8.13	3.58	II-IV	-	
29	瑞穂区瑞穂運動場駐車場	1.49	0.47	0.47	-	0.47	0.45	1.27	3.96	1.73	II-IV	II-IV	
30	〃 高田町東立女子短期大学	0.31	0.33	-	-	0.32	0.27	0.74	4.17	1.91	II	II-IV	
31	昭和区名古屋工業大学	-	-	-	-	-	0.33	1.16	3.03	1.14	II	II	
32	千種区豊年町内山小学校	-	-	0.33	-	-	0.32	1.60	3.13	1.46	II	-	
33	〃 鋳物師岡千種高校	-	-	0.50	-	-	0.30	1.02	5.63	2.53	II-III	-	
34	〃 猪子石神明社	-	-	0.22	-	-	0.44	1.52	2.29	1.09	IV	-	
35	守山区瀬古小学校北駐車場	1.49	0.33	0.34	0.42	0.34	0.17	0.90	0.84	0.42	II-III	II-III	
36	〃 茶臼陸上自衛隊グラウンド	0.47	0.33	0.94	0.40	0.33	0.39	0.43	0.31	0.17	II-III	II-III	
37	北区下飯田町北小学校	0.31	0.31	1.49	0.34	0.31	0.20	0.60	4.28	1.96	II	IV	
38	東区矢田町矢田小学校	0.34	0.44	1.49	0.34	0.34	0.27	0.52	1.77	0.86	II	II-III	
39	〃 西二葉町明和高校	-	-	-	-	-	0.15	0.56	5.11	0.96	I-II	-	
40	西区菊元町愛知女子高校	0.54	0.36	0.63	0.44	1.49	0.34	0.40	0.41	0.96	7.29	3.19	
41	中区栄三丁目若宮神社駐車場	-	-	-	-	-	0.34	0.80	7.09	3.14	II	-	
42	熱田区鍋釜町日比野中学校	0.44	0.30	0.44	0.33	0.34	0.44	0.37	0.90	11.67	5.02	II-III	IV
43	港区九番町九番町地北側	0.40	0.28	0.42	0.28	-	0.30	0.80	9.38	4.09	II	-	
44	南区松下町白水小学校	0.83	0.40	0.75	0.42	1.49	0.42	0.79	0.44	0.96	8.34	3.66	
45	港区朝見町日本石油近く	0.40	0.47	1.49	0.40	0.43	0.36	1.18	5.52	2.49	III	II-IV	
46	緑区大高町大高小学校	0.42	0.42	1.49	0.42	0.42	0.41	1.28	5.32	2.40	II-IV	II-IV	
47	〃 有松町有松グリーンハイツ	1.49	0.58	0.44	1.49	0.38	0.51	0.31	0.92	4.59	2.09	II	II-IV
48	〃 鳴海町鳴海中学校	0.38	0.38	-	-	0.38	0.32	0.70	7.71	3.40	II	II-IV	
49	南区霞町榎台公園	0.44	0.50	1.49	-	0.47	0.35	0.51	2.40	1.14	II	II-III	
50	昭和区平針平針団地	0.47	0.44	0.47	0.47	0.46	0.30	0.64	2.71	1.28	II	II-III	
51	緑区鳴海町鳴海東部小学校	0.36	0.40	0.36	0.38	0.50	0.58	4.48	2.04	0.73	II-IV	II	
52	昭和区相生山山根小学校	0.68	0.42	0.68	0.38	0.40	0.36	0.90	2.68	1.14	II-II	II	
53	港区土古町鏡馬場西小公園	1.18	0.42	1.08	0.42	0.42	0.47	1.34	2.88	1.28	II-IV	II-IV	
54	〃 小連町明徳小学校	0.38	0.42	0.25	0.34	0.40	0.26	0.61	2.83	1.16	II	II	
55	中川区小塚町神社横小公園	0.42	0.32	0.34	0.31	0.38	0.33	0.74	3.33	1.31	II	II-IV	
56	〃 野田町寺腰龍源寺	0.68	0.42	0.63	0.47	0.58	0.40	0.45	0.16	0.62	3.38	1.32	
57	〃 伏屋町七所神社	0.63	0.42	0.63	0.42	0.58	0.33	0.63	0.42	1.10	1.45	0.72	
58	〃 富田町戸田神明社	0.36	0.29	0.34	0.33	0.35	0.29	1.15	3.28	1.29	II	II	
59	〃 富永町観音	1.25	0.51	0.63	0.63	0.36	0.57	0.45	1.42	2.98	1.21	IV	II-IV
60	港区南陽町西福田淨恩寺横神社	1.08	0.54	0.54	0.54	0.54	0.39	1.02	1.72	0.81	II-III	II	
61	〃 南陽町小川新神社	0.48	0.34	0.44	0.33	0.50	0.33	0.46	0.34	0.88	6.45	2.11	
62	〃 南陽町藤高新田神明社	0.43	0.42	0.42	0.34	0.42	0.40	0.98	3.03	1.22	II-III	II-IV	
63	中川区法華町妙云寺	0.69	0.36	0.47	0.38	0.38	0.37	0.38	1.37	2.98	1.06	IV	II-IV
64	〃 下ノ色町正色小学校	1.08	0.38	1.08	0.42	0.42	0.41(1.08)	0.57	1.58	4.42	1.60	IV	II-IV
65	港区南陽町七反野神社	0.95	1.08	0.47	0.84	0.54	1.02	0.74	1.70	3.67	1.26	IV	II-IV
66	〃 13号地国際展示場	0.94	0.40	0.68	0.36	0.22	0.38(0.94)	0.44	1.57	3.86	1.46	IV	II-IV
67	〃 汐止町ハードボード北住宅	0.38	0.42	0.36	0.42	0.34	0.38	0.35	0.74	4.54	1.63	II-III	II-IV
68	〃 錦町港西小学校	0.42	0.83	0.42	0.54	0.38	0.42	0.37	1.33	5.44	1.87	II-IV	II-IV
69	〃 高木町高木小学校	0.33	1.49	0.31	0.31	0.32	0.39	0.90	7.22	2.29	II-III	II-IV	
70	〃 いろは町団地	1.49	0.36	0.38	0.36	0.37	0.33	0.80	12.58	3.42	II	IV	
71	〃 千鳥町築地神社	1.49	0.37	1.49	0.38	1.49	0.40	0.37	0.34	0.90	4.13	1.53	
72	〃 北見町立工業高校	0.68	0.50	0.50	0.36	0.23	0.50	0.39	1.06	3.03	1.22	II	II-IV
73	南区観音町東昌寺	0.68	0.47	0.68	0.50	0.38	0.24	0.49	0.28	0.99	3.12	1.25	
74	熱田区内田徳興小公園	0.68	0.47	0.68	0.50	0.40	0.21	0.77	4.48	1.62	II	II-IV	
75	港区土古町土古公園東南隅	0.42	0.33	0.36	0.36	0.29	0.72	9.48	2.79	1.21	II	II-IV	
76	〃 いろは町いろは公園	0.47	0.47	0.40	0.40	0.47	0.35	0.99	4.39	1.58	II-III	II-IV	
77	〃 道徳公園	0.44	0.40	0.42	0.42	0.42	0.31	0.76	6.42	1.71	II	II-IV	
78	熱田区二番町白鳥西公園	0.42	0.42	0.47	0.33	0.42	0.32	0.96	2.97	1.20	II	II	
79	〃 錦鏡町大宝小学校	0.42	0.42	0.47	0.33	0.42	0.32	0.96	2.97	1.20	II	II	
80	港区稲永町道路	0.44	0.38	0.44	0.38	0.41	0.39	1.06	2.34	1.02	II	II	
81	中川区下成町秋葉社	0.44	0.38	0.44	0.38	0.41	0.39	1.06	2.34	1.02	II	II	

卓越周期については、各成分および南北、東西成分の平均を示した。ほとんどの地点において4~5秒の周期に卓越周期が存在するが、今回は、時間変動が小さく、かつ、地盤構造をよく反映していると考えられる2秒以下の卓越周期についてのみ求めた。一般にパワースペクトルの形は複雑であり、卓越周期を唯一つ決定するのは容易でなく、また、危険でもある。多くの場合、パワースペクトルのピークはふたつ存在することがわかったので、ふたつとも卓越周期として表に示した。また特に先鋭なピークが存在せず、卓越周期を決定することが不可能な場合、無意味な場合には表に(一)印をつけて示した。東西、南北成分の平均卓越周期を求める際には、スペクトルの形、ピーク先鋭度を考慮して、できる限りひとつにしぼるよう務めたが、どうしてもしぼれない場合には第2卓越周期とし、()印で並記した。

平均周期および最大周期は南北成分についてのみ求めたが、東西成分との差は小さい。

最大振巾は南北、東西成分の平均から求めた。前述したように振巾の時間変動は大きいので、実測値に何らかの補正を行った値と比較すべきである。昼間振巾と夜間振巾の間には(1)式の関係があるので、昼間振巾はこの式によって夜間振巾に換算できる。即ち、全ての測定点について、最も変動の小さい夜間振巾を求めることができる。このようにして得られた補正最大値を表に示してある。補正最大振巾は補正前の最大振巾の約半分となる。常時微動は風、波浪等の自然的要因によってもひきおこされるので、24時間変動の他に測定月日、季節による変動も考えられる。これらの補正も必要であるが今回は行っていない。

4-1 卓越周期分布

南北、東西成分の平均から求めた卓越周期の分布を図7に示す。都心部から東部丘陵地域にかけての卓越周期は0.4秒と短く、卓越周期が求まらない地点も多い。西部庄内川流域では0.4~0.6とやや長く、臨海埋立地では1.0秒にもなり、割合に長周期の卓越周期となる。港区築地から稲永にかけての地域、下ノ一色地域では局所的に0.4秒以下の卓越周期となるが、これは、この地域が工場地帯、繁華街であるため人工的騒音とも考えられる。

4-2 補正最大振巾分布

補正最大振巾の分布を図8に示す。明瞭な地域特性は見られないが、北東部に1ミクロン以下の小振巾地域、港区や南区の南部工業地帯に3ミクロン以上の大振巾地域が分布しているのが見られる。

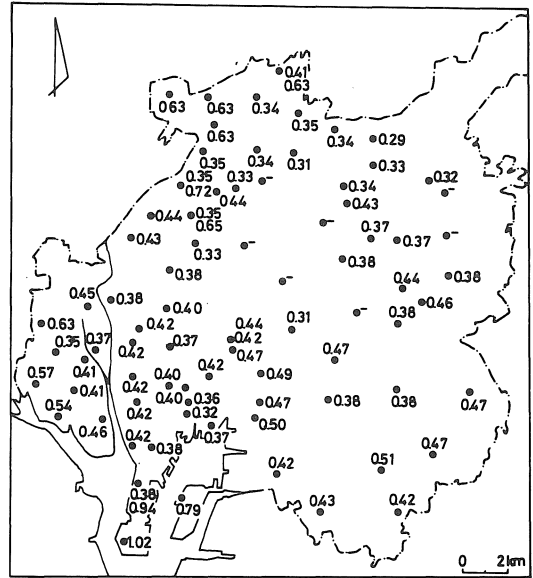


図7 卓越周期分布

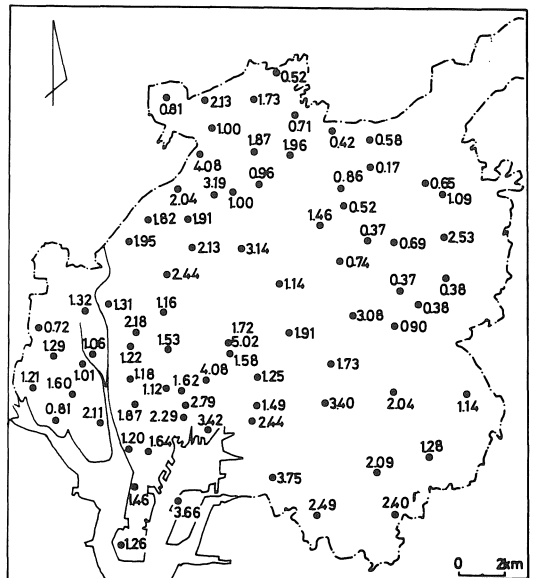


図8 補正最大振巾分布

4-3 地盤種別分布

図9に平均周期と最大周期の関係を、図10に卓越周期と補正最大振巾の関係をそれぞれ示す。図中のI~IVの数字は金井による地盤種別である。図9を用いる第I判定法によって決められた地盤種別、図10を用いる第II判定法によって決められた地盤種別、およびそれらを総合して決められた地盤種別を表3に示す。図11は総合判定による地盤種別の分布図である。市北東部(北, 守山, 千種, 名東, 天白の各区)の地盤はIIないしIII種と考えられる。都市部および北部(西, 中, 昭和の各区)の地

盤はⅢ種と考えられる。西部から南部（中村，中川，港，熱田，南の各区および緑区の一部）の地盤はⅢないしⅣ種と考えられるが，港区臨海埋立地の地盤は明らかにⅣ

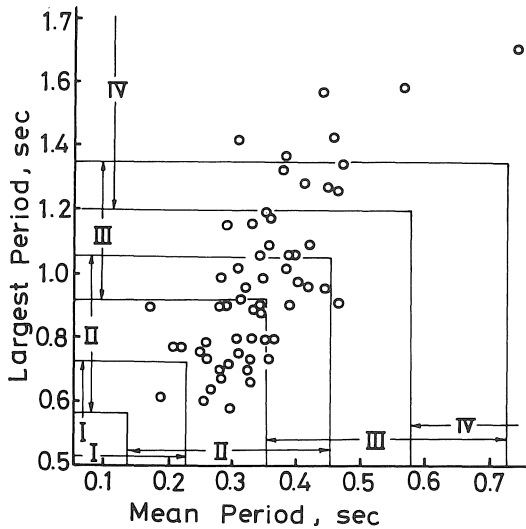


図9 平均周期と最大周期の関係

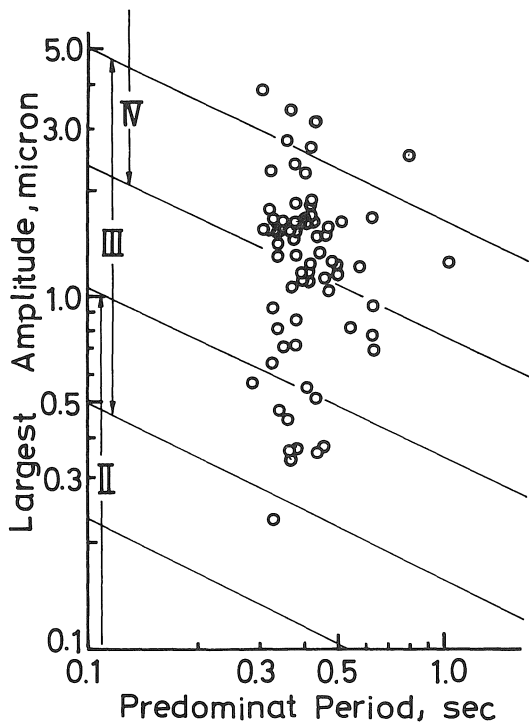


図10 卓越周期と最大振巾の関係

種と考えられる。

最大周期および最大振巾は解析時間の長さにも依存する量である。解析時間を長くすれば，より大きな周期，振巾が出現する確率が高い。従って，得られる最大周期，最大振巾の値は大きくなる。このことを考慮すれば，市

西部から南部にかけての庄内川流域はⅣ種地盤であるとも考えられる。

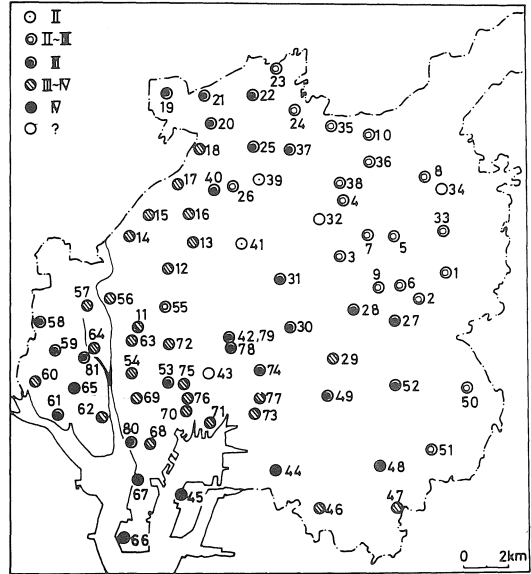


図11 地盤種別分布

4-4 卓越周期と沖積層厚

名古屋地盤は南西方向に大きく傾斜している。都市部から東部にかけては洪積層が露出しているが，西部から南部にかけては沖積層が厚く堆積しており，庄内川流域，山崎川および天白川河口部では20m以上と特に厚い。このことは，卓越周期が都心部，北東部で短く，庄内川流域，臨海部で長いという事実とよい対応を示し，地盤構造と卓越周期との間に相関があることを示唆している。

卓越周期と地盤構造の関係を定量的に見るために縦軸に卓越周期を，横軸に沖積層厚をとり，両者の関係を示したのが図12である。今回得られたデータに加えて，これまでに既に得られているデータ⁷⁾も合わせてプロットしてある。この図から沖積層厚が0 mのとき0.3~0.5秒であった卓越周期が，沖積層厚が30m以上になると，0.6~1.2秒と長くなることがわかる。

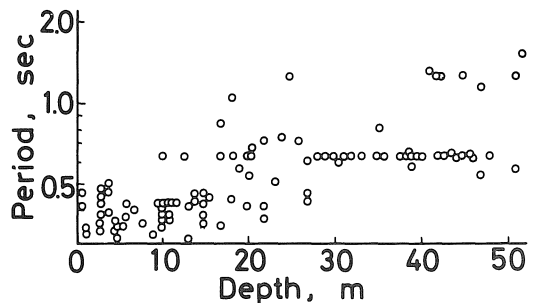


図12 卓越周期と沖積層厚の関係

4-5 卓越周期と被害率

東南海地震(1944年, マグニチュード8)における住家被害率⁸⁾(全壊住家数に半壊住家数の半分を加えて全住家数で割ったパーセント)と卓越周期の関係を図13に示す。図中()印は第2卓越周期である。

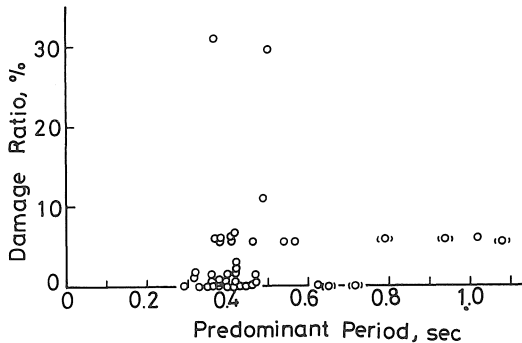


図13 卓越周期と東南海地震時住家被害率

被害率は名古屋市市区単位より小さい区分の地震当時あった連区単位で求めている。地震後市に編入された地域については地震当時の町村単位で求めている。被害率の特に大きな連区は、築地(31.4%)、道徳(29.4%)、神戸(11.0%)、東築地(6.2%)、正色(6.0%)、富田町(5.6%)である。

卓越周期が0.4~0.5秒の付近に被害が集中している。また、1.0秒付近にも被害がみられる。卓越周期と被害率の関係については多くの研究があるが、今回と同じ傾向の結果が報告されている。上記卓越周期に被害が集中するのは、大地震時にはこの地盤周期と木造家屋の周期とが共振しやすく、被害の増大を招くためと考えられる。また、このような卓越周期を持つ地盤はいわゆる軟弱層地盤であり、大地震時には地盤破壊が生じやすく、被害を更に大きくしているものと考えられる。

5 まとめ

常時微動の卓越周期は時間変動が小さく、地盤の振動特性を推定する上で有効な手段であることがわかった。名古屋市81地点で卓越周期を求めた結果、庄内川流域、南部臨海地域では0.5~1.0秒と比較的長い卓越周期であ

ることがわかった。また金井の判定法を用いて地盤種別を求めたところ、上記地域の地盤はⅢないしⅣ種であり、非常に軟弱な地盤であることが明らかとなった。東南海地震の被害率から卓越周期が0.4~0.5秒ないし1.0秒の地域では被害が大きいことがわかったが、このことを考慮すると、上記地域は地震に対して十分注意を払う必要がある地域と言えよう。

終りにのぞみ、本研究について多大なご助言をいただいた名古屋大学の多賀直恒助教授、測定、解析に協力していただいた本研究室の学生諸君に深く謝意を表わす。

参考文献

- 1) F. Omori: On Microtremors. Rep. Imp. Earthq. Inv. comm., **2**, p. 1 (1908)
- 2) M. Ishimoto: Observation sur des secousses d'une petite amplitude. **15** B. E. R. I., p. 697 (1937)
- 3) K. Kanai, T. Tanaka and K. Osada: Measurement of the Microtremor. I. **B. E. R. I.**, **32**, p. 199 (1954)
- 4) K. Kanai, T. Tanaka and K. Osada: Measurement of the Microtremor. II. **B. E. R. I.**, **35**, p. 109 (1957)
- 5) K. Kanai and T. Tanaka: On Microtremors. **VIII**. **B. E. R. I.**, **39**, p. 97 (1961)
- 6) 金井清: 地震工学, 共立出版(1964)
- 7) 飯田汲事, 多賀直恒, 正木和明: 名古屋地盤の常時微動に関する調査, 名古屋市防災会議(1976)
- 8) 飯田汲事: 名古屋市における既往の地震とその災害, 名古屋市防災会議(1974)
- 9) K. Kanai et al.: On Microtremors X, **B. E. R. I.**, **44**, P. 654 (1966)
- 10) 飯田汲事, 正木和明: 濃尾平野南部地域における常時微動の卓越周期と地盤構造・震害との関係, 第12回自然災害科学総合シンポジウム, p. 265 (1975)