

神奈川大学工学部 O荏本孝久
東京都立大学工学部 国井隆弘

1. はじめに

常時微動測定結果を耐震設計における地盤および構造物の振動特性として考慮して行こうとする試みが以前から実施されている。また通常のSMAC強震計記録と常時微動の測定結果が比較的良好に対応するという報告がなされている。このことが常時微動の工学的利用に関する基本的な裏付けとなっている。一方、SMAC型強震計が多数配置されているが、地震時の被災地域内での強震動記録は極めて少なく、よりミクロに地盤と地震動の強さの相関性に関する検討することは困難であった。そのため墓石調査による震度分布の推定が有益な情報を与えている。本研究は、1978年宮城県沖地震時に実施された墓石調査による地震動の強さの分布調査結果と同一地点での常時微動測定結果から、地盤の性質を考慮して両者の相関性について統計的に検討と試みたものである。

2. 地震動の強さの分布と常時微動測定結果

地震動の強さの分布は墓石調査から宮城県内のほぼ全域について最大加速度値として推定されている。そのうち常時微動測定が実施された地点の推定値と図-1に示した。更に各地点を(A)山地・丘陵地、(B)低地(館前跡、砂州・海岸平野)、(C)低地(谷戸平野・氾濫平野)の地盤に分類した。上記地盤の分類は地表面下10m程度の表層地盤の性質を反映していると考えられる。この地盤分類を考慮して地震動の強さの分布を示したものが図-2である。図より表層地盤の性質が地震動の強さに大きく影響していることが考えられる。一方、常時微動測定結果は外乱の少ない定常的な状態の観測結果についてFFTスペクトルアナライザーによりフーリエスペクトルおよび平均振幅と算定した。その結果を表-1に示す。また、推定された地震動の強さと常時微動測定による卓越周波数と平均振幅の関係を図-3、図-4に示す。両者ともに比較的良好な関係が見られる。

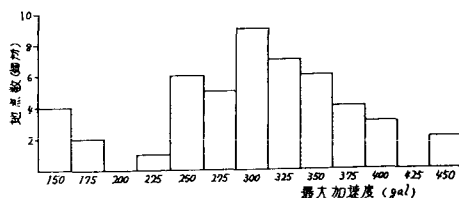


図-1 最大加速度と調査地点数

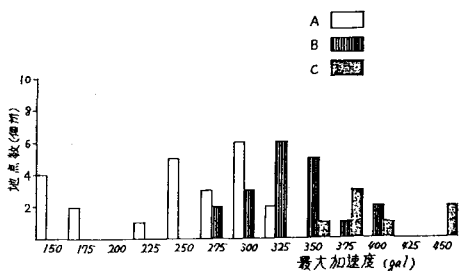


図-2 最大加速度と表層の地盤条件

No	測定地点名 (タイプ)	最大加速度 (gal)	卓越周波数 (Hz)	平均振幅 ($\times 10^{-2}$ m/sec)
94	大通寺 A	150	6.58	0.0213
93	嵐地 A	150	3.73	0.0045
105	清光院 A	150	5.40	0.0869
157	興禅院 A	150	4.20	0.0227
130	葛園墓地 A	175	5.00	0.0652
122	西照寺 A	175	3.03	0.0213
39	松名寺 A	225	4.58	0.0649
123	林養寺 A	250	4.23	0.0395
33	定迎寺 A	250	3.80	0.0154
62	龍国寺 A	250	4.40	0.0392
63	大林寺 A	250	2.90	0.0758
67	通大寺 A	250	5.23	0.0819
74	一栗寺 A	250	1.45	0.0344
128	龍雲寺 A	275	4.00	0.0364
42	福寿院 A	275	4.23	0.0498
73	善光寺 A	275	2.75	0.1305
118	西園禅寺 A	300	3.20	0.0338
55	法泉寺 A	300	2.75	0.0524

No	測定地点名 (タイプ)	最大加速度 (gal)	卓越周波数 (Hz)	平均振幅 ($\times 10^{-2}$ m/sec)
54	興福寺 A	300	2.78	0.1013
53	長興寺 A	300	3.63	0.1173
72	福現寺 A	300	4.95	0.0993
106	萬葉寺 A	300	4.03	0.0620
152	東漸寺 A	325	3.63	0.0682
112	珠光寺 A	325	4.90	0.0136
40	満昌寺 B	275	2.98	0.1088
65	高松寺 B	275	4.38	0.1830
41	墓地 B	300	3.05	0.1077
81	安永寺 B	300	1.83	0.1554
109	慈眼寺 B	300	3.13	0.1769
156	満興寺 B	325	2.90	0.0238
43	法円寺 B	325	3.30	0.1854
64	柳徳寺 B	325	2.73	0.0746
99	福祿寺 B	325	1.88	0.1287
100	墓地 B	325	1.08	0.1188
148	墓地 B	350	3.45	0.0895
47	観音寺 B	350	3.03	0.1466

No	測定地点名 (タイプ)	最大加速度 (gal)	卓越周波数 (Hz)	平均振幅 ($\times 10^{-2}$ m/sec)
79	徳祥院 B	350	3.33	0.1697
102	長興寺 B	350	1.93	0.1302
126	興安寺 B	350	5.85	0.1451
141	果祥寺 B	375	3.00	0.1015
149	墓地 B	400	2.90	0.1592
125	真神寺 B	400	2.70	0.1731
119	西光禅寺 C	350	3.10	0.2444
145	墓地 C	375	2.50	0.1628
155	慈雲寺 C	375	2.05	0.1462
46	大照寺 C	375	3.30	0.1668
146	霞日墓地 C	400	2.95	0.2788
103	茂林寺 C	450	3.60	0.1320
50	満蔵寺 C	450	2.93	0.1014

表-1 推定最大加速度と微動測定結果

3. 地震動の強さと常時微動特性の相関関係

常時微動の測定結果は極めて local な表層地盤の影響を受け、それに対する情報と反映しているものと思われる。そこで常時微動の測定地点および結果から得られる地盤の性質と4つの説明変数(卓越周波数・平均振幅・スペクトル形状・地盤分類(タイプ))とし、地震動の強さと被説明変数として数量化Ⅰ類による多変量解析を試み、地震動の強さと常時微動の測定結果に関する相関性を検討した。アイテムカテゴリー区分を表-2にし、図-5、図-6および表-3に解析結果を示す。また図-7に実測された地震動の強さと多変量解析手法に基づく予測値の相関図を示した。これらの結果から地盤分類なうに常時微動測定結果の全体的な情報により地震動の強さをよく説明することが示される。

4. あとがき

地震動の強さと常時微動特性に関する相関性が示された。このことにより、常時微動測定による情報と正確に評価することによって地域的なサismicゾーニングへの適用が可能となるものと考えられる。

参考文献

- 1) 国井・佐本「1978年6月高知県地震における基岩顔面に3最大加速度の推定」総合研究ノズル、1979
- 2) 森「地盤の常時微動特性と工学的利用」土木学会論文報告集 No. 313, 1981.9

図-5. 各要因の偏相関係数

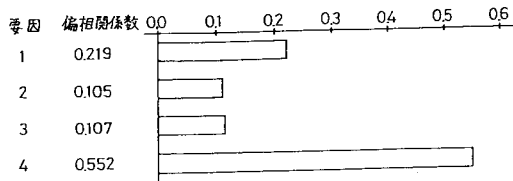


図-6. 外的基準の偏差グラフ

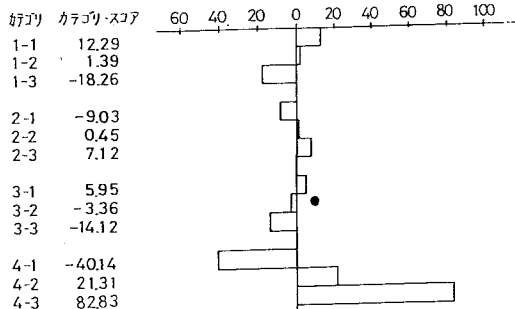


表-3. 要因間相関係数

要因	1	2	3	4
	卓越周波数	平均振幅	パワースペクトルの形状	地盤タイプ
1 卓越周波数	1.000	—	—	—
2 平均振幅	0.337	1.000	—	—
3 パワースペクトルの形状	0.404	0.171	1.000	—
4 地盤タイプ	0.462	0.684	0.163	1.000

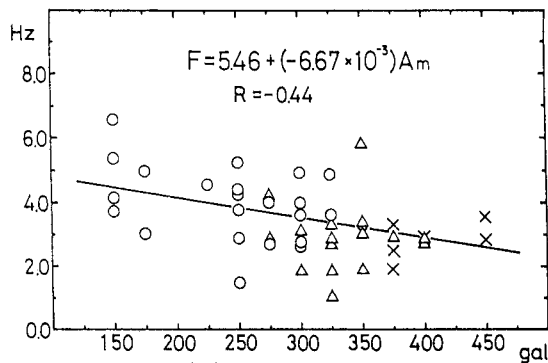


図-3. 卓越周波数と加速度との相関図

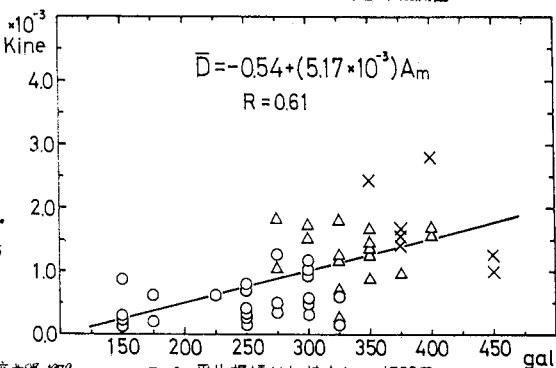


図-4. 平均振幅と加速度との相関図

要因番号 J	要因名称	カテゴリ		平均のカテゴリ qj
		反転コード	カテゴリ区分	
1	卓越周波数	1	0.00 ~ 3.00	3
		2	3.01 ~ 4.00	
		3	4.01 ~	
2	平均振幅	1	0.000 ~ 0.625	3
		2	0.626 ~ 1.250	
		3	1.251 ~	
3	パワースペクトルの形状	1		3
		2		
		3		
4	地盤タイプ	1	A タイプ	3
		2	B タイプ	
		3	C タイプ	

表-2.

要因とカテゴリの細目

図-7.

実測値と予測値の対応グラフ

