

清水建設㈱土木設計部 正会員 田 蔵 隆
 清水建設㈱土木設計部 正会員 ○ 清 水 勝 美
 東京ガス㈱工 務 部 正会員 倉 橋 君 夫

1. 概説 本報は、24の観測地震の65成分の記録から、基盤地震動の特性に関して検討したものである。その結果、基盤地震動はその周期特性によって3つのグループに大別できることがわかり、さらに、加速度レベルの小さな地震に対しては、横田らが定義した震源深さと震央距離⁽¹⁾の比が地震動の特性に関してきわめて良いパラメータになり得ることがわかった。

2. 地震観測 地震観測が行われている地盤の概要を図1に示す。G.L.-42mは工学的にみて地震基盤と考えて良いと思われる。地震計は、G.L.-1m, G.L.-18m, G.L.-42mの各深さに埋設されており、これまでに24の地震が観測されている(表1)。そのうち24番目に観測された地震(No.24地震)は、1980年9月25日の千葉県中部地震(M=6.1)で、この地震による記録(G.L.-1mで193.6 gal, G.L.-42mで63.5 gal)が全記録の中の最大値になっている。

3. 平均パワースペクトル G.L.-42mの基盤での全観測記録のパワースペクトルから、基盤地震動は記録の方向(水平2方向および上下方向)によらず、その周期特性によって3つのグループに大別できることがわかった。それぞれのグループに分けられた地震動のパワースペクトルを正規化し、平均すると図2に示すような平均パワースペクトルが得られた。Aグループとして分けられた地震動は、0.9秒以上の長周期の側でスペクトルの山ができる特性をもち、Bグループの地震動は0.2秒から1.0秒、Cグループの地震動は0.3秒以下の短周期側でスペクトルが卓越している。Housnerが、地震動の特性はマグニチュードと震央距離の大きさに依存するとして、その特性の変化を非減衰速度応答スペクトルの形で示しているが、⁽²⁾これと上記3つのグループの非減衰平均速度応答スペクトルを比較すると図3のようになり、それぞれの傾向は良く似ている。

4. 震源深さと震央距離の比 横田らは⁽¹⁾震源深さDを震央距離 Δ で割った値、 $\tan \theta = D/\Delta$ を定義し、この値が地震動の特性を把握する上で有力な指標になる事を示した。この場合の θ は、地表と震源方向とのなす角度を表わし、 $\tan \theta$ の値が大きいほど観測点の下方で地震が起った事になる。いま、No.1からNo.23までの各地震に対して、上記3つのグループごとにこの $\tan \theta$ の値を計算すると、Aグループは $\tan \theta$ が0.11~0.32、Bグループは0.66~1.44、Cグループは1.70~7.27という数値になり、この値によってそれぞれのグループが明確に分けられる事がわかる。しかし、加速度が大きかったNo.24地震だけは例外で、図4に示すようにスペクトルの卓越周期に関して言えば、AあるいはBグループに分かれる地震動であるが、 $\tan \theta$ は3.57となり、この値の分類ではCグループになる。No.1からNo.23地震のG.L.-42mでの加速度は、最大でも26.1 galではほとんどが10 gal以下であり、No.24地震に比較して加速度レベルはかなり小さかった。これらの事から、地震動の特性に影響を及ぼす要因の1つとして、加速度の大きさが考えられる。

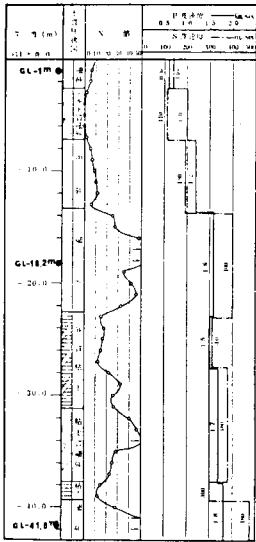
5. 結語 地震動の特性は、一般にマグニチュードと震央距離の大小によって支配されるとして、多くの研究成果がまとめられている。しかし、本報における考察からは、加速度レベルが小さい地震動に対しては、マグニチュードの大きさに地震動の特性が左右される事は少なく、震源深さと震央距離の比が大きな影響を与えていることがわかった。しかし、一例であるが加速度レベルが大きくなるとこのパラメータは有効でなく、地震動の強さに関する指標が別途必要になると考えられる。なお、本報をまとめるにあたり、清水建設㈱研究所、石井清氏から助言をいただいた。記して感謝の意を表わす次第である。

6. 参考文献 (1) 横田他3名; 軟弱地盤の地震観測と解析, 清水建設研究所報, Vol.25, 昭和50.

(2) Housner, G. W., Behavior of Structures during Earth quakes, EM 4, ASCE, Oct., 1959.

表1. 観測地震一覧表

No.	発生日	震央地名	マグニチュード	震源深さ (km)	震大距離 (km)	tan ϕ
1	1976.11. 6	静岡・山梨県境	4.9	180	125	1.44
2	1976.11. 9	千葉県北部	4.2	60	83	0.72
3	1976.12.29	群馬県北部	5.8	140	178	0.79
4	1977. 2.14	千葉県北部	4.7	80	47	1.70
5	1977. 3.20	千葉県中部	4.4	80	18	4.44
6	1977. 5.13	千葉県中部	4.4	70	23	3.04
7	1977. 6. 4	東京都北部	4.6	60	10	6.00
8	1977. 6.22	千葉県東方沖	5.0	40	50	0.80
9	1977. 8.21	千葉県東方沖	5.4	40	124	0.32
10	1977.10. 5	千葉県北部	4.6	70	33	2.12
11	1977.10. 5	茨城県南部	5.4	60	91	0.66
12	1977.12.17	茨城県沖	5.6	50	160	0.24
13	1977.12.31	東京都中部	3.5	50	18	2.22
14	1978. 1.14	伊豆大島近海	7.0	00	108	0.00
15	1978. 1.15	伊豆半島中部	5.8	20	128	0.16
16	1978. 2.20	茨城県沖	6.7	50	119	0.12
17	1978. 3. 7	飯海連はるか沖	—	440	446	0.99
18	1978. 3.20	茨城県南部	5.5	60	42	1.43
19	1978. 4. 7	千葉県東方沖	6.1	30	123	0.24
20	1978. 6.12	茨城県沖	7.4	40	360	0.11
21	1978. 7. 1	東京都北部	3.8	20	5	4.08
22	1978. 8.13	千葉県西部	4.7	80	11	7.27
23	1980. 6.29	伊豆半島東方沖	6.7	10	90	0.11
24	1980. 9.25	千葉県中部	6.1	80	22	3.57



●印は地震計設置位置
図1. 地盤概要

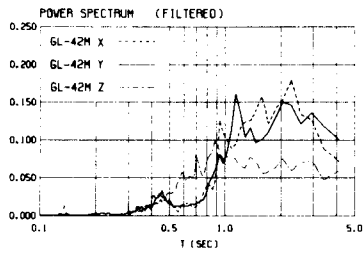


図2.1 Aグループの平均パワースペクトル

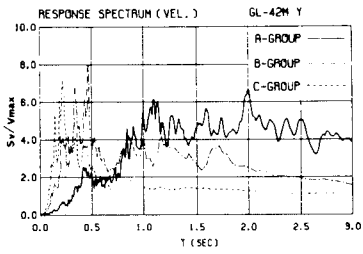


図3.1 平均速度応答倍率スペクトル

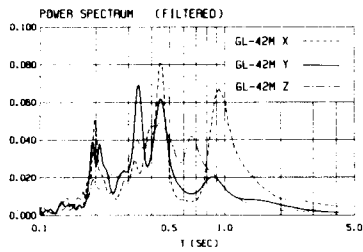


図2.2 Bグループの平均パワースペクトル

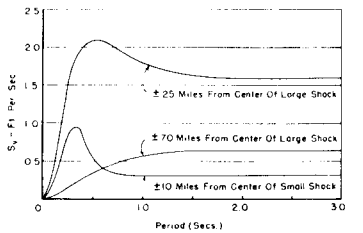


図3.2 Housnerによる速度応答スペクトル

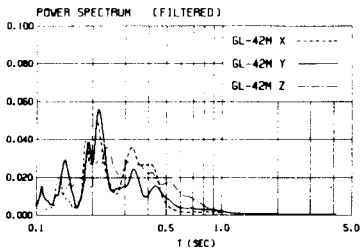


図2.3 Cグループの平均パワースペクトル

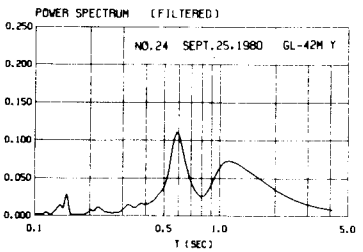


図4. 24 地震のパワースペクトル