

Ⅲ— 1 3 岩盤における強震動の特性に関する一考察

東北大学 工学部 学生員 ○鈴木 寛史  
東北大学 工学部 正会員 柳沢 栄司

1. はじめに

基盤に入射する地震動の特性が、観測地点によってどの程度異なるかについては従来あまり知られていない。そこで、実際に観測された岩盤上の強震記録をもとにして、その位置による基盤入力の変遷を解析し、各地点における地震動特性を予測するための基礎的な資料を得るため、強震記録の距離減衰の周波数領域別の特性を調べてみた。

2. 使用記録および解析

今回、解析に用いたデータは、宮城・福島県太平洋沿岸一帯に設置されている地震観測システムKASSEMのうち、鉛直アレ観測点（V1地点）およびNo. 1～No. 8強震計（図1）において、1987年4月23日に得られた福島県沖を震源とする地震記録を用いた。このうちNo. 1, No. 3, No. 4, No. 7は岩盤と同一と思われるカコウ岩露頭に設置され、またNo. 2, No. 5, No. 6, No. 8, V1は軟岩露頭に設置されている。そこで、軟岩露頭上の記録については、SHAKEプログラム<sup>1)</sup>を用いて、その地点のカコウ岩盤上における入力地震動を推定した。これらの記録とともに他のいくつかの強震記録を強震速報より抜粋し、その最大加速度と震央距離の関係を図2に示す。また、次に述べるいくつかの既往の距離減衰式による距離減衰曲線も図2に同時に示す。

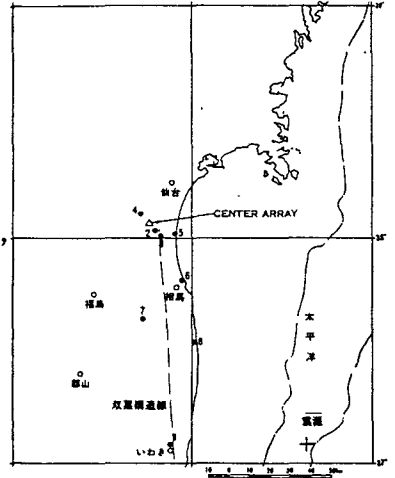


図1

① 岡本の式<sup>2)</sup>

$$\log_{10} \frac{a}{640} = (0.1036M + 1.7244M - 7.604) \left( \frac{0.4+R}{100} \right)$$

② グーテンベルグとリヒターの式<sup>2)</sup>

③ エステバとローゼンブルースの式<sup>2)</sup>

$$a = 2000 e^{0.9M} \cdot R^{-2} \quad (\text{硬質岩盤})$$

④ エステバとローゼンブルースの式<sup>2)</sup>

$$a = 110 e^{0.9M} \cdot R^{-1.6} \quad (\text{岩盤})$$

⑤ シュナベルとシードの最大加速度の距離減衰曲線<sup>2)</sup>

ここで、a：最大加速度 (gal) M：マグニチュード  
R：震央距離 (Km)

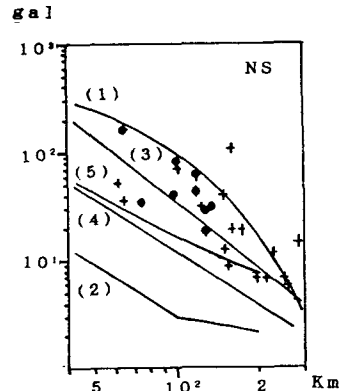


図2

次に、各観測地点ごとに主要動部分の10秒程度のフーリエスペクトルを求める。

そしてその周波数成分が0.5Hz～50Hzの範囲を対数目盛上で10等分した次のような周波数領域

- (1) 0.5～0.79Hz (2) 0.79～1.26Hz (3) 1.26～1.99Hz  
(4) 1.99～3.15Hz (5) 3.15～5.00Hz (6) 5.00～7.93Hz  
(7) 7.93～12.56Hz (8) 12.56～19.91Hz (9) 19.91～31.55Hz  
(10) 31.55～50.0Hz に分けるため、

$$H_n = \exp[-b(f-f_n)^2]$$

ここで、 $b$ : フィルターのバンド両端の値が0.5になる係数  $f_n$ : バンド中心周波数  
 なる、バンドパスフィルターをかけた後、フーリエ逆変換を行い、それぞれの周波数領域における最大加  
 速度を求めてみた。<sup>3)</sup>

### 3. 解析結果と考察

○他の地点における強震記録との比較

図2より既往の距離減衰式のなかでは、③のエステバとローゼンブルースの式(硬質岩盤)が、今回使用する地震データならびに他の地点で観測された地震記録ともおおよそ適合していると思われる。図中の印のついたデータがセンターアレーおよび強震計によって観測されたデータである。なお、他の地点の強震動データは地表面で観測されたものを選んだ。

○周波数領域別の最大加速度の距離減衰について

(1)～(10)のそれぞれの周波数領域の距離減衰に関するグラフを作成し、検討を加えてみた。それによると震央距離と最大加速度との関係のばらつきに、周波数領域によってかなり差のあることが分かった。各測定点での地震波形のフーリエスペクトルと照らし合わせてみると、卓越周波数付近の周波数領域で、ばらつきが少なく距離減衰式の直線に近づくと言える。図中の直線は③の距離減衰式において係数の $A=2000$ を変化させ、ほぼ見合った直線になるように値を決定したものである。(図3)

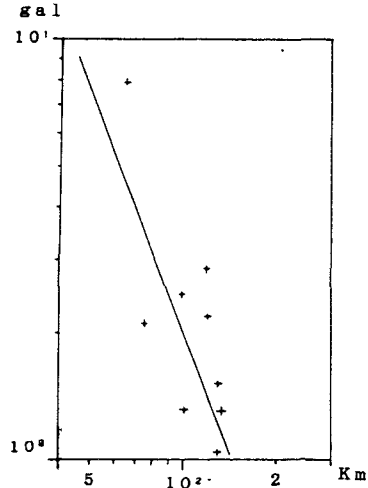
次に、双葉構造線の東側の測定点と西側の測定点の差異に着目する。低周波領域においては構造線の西側と東側で加速度の最大値が構造線を通過する際に減少する傾向がやや見受けられる。高周波領域においては構造線の西側と東側できわだつた差異は見られず、逆にNo. 1, No. 7等の値が大きく現れている。

### 4. まとめ

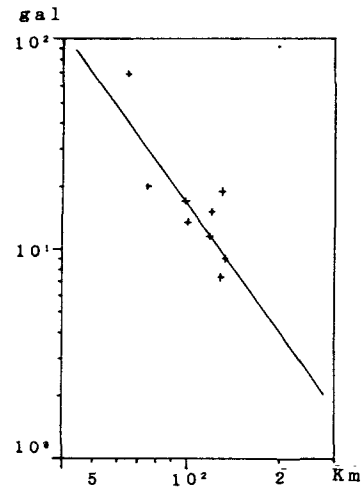
アレー観測の各観測地点よりの震央距離が最大のものと最小のものとの倍率が2倍弱であり、解析データの震央距離の差があまり大きくない。そのためか距離減衰の様子があまりはっきりと現れているとはいえない。しかし卓越周波数領域付近では比較的、距離減衰式の直線にのりそうであることが分かった。また双葉構造線の東西での差異については、はっきりとした関係を見いだすことができなかった。これについては解析を続ける必要があるだろう。

### 5. 参考文献

- 1) P. B. SCHNABEL et al.: SHAKE A COMPUTER PROGRAM FOR EARTHQUAKE RESPONSE ANALYSIS OF HORIZONTALLY LAYERED SITES 2) 日本建築学会(1983): 地震動と地盤—地盤振動シンポジウム10年の歩み—, p. 62—p. 69 3) 大崎順彦: 地震動のスペクトル解析入門



EW (3) A=105



EW (6) A=890

図3

また双葉構造線の東西での差異については、はっきりとした関係を見いだすことができなかった。これについては解析を続ける必要