

信州大学工学部 正員 泉谷恭男

1. 目的 本研究の目的は、中規模程度であってもかなりの被害を及ぼす直下型地震に対する地震波予測モデルの作成である。図-1のような予測地震波を得るために一つの方法¹⁾における最大のネックは回帰式を用いたモデルパラメーター予測の箇所である。回帰式によって予測を行う場合、その回帰式を得るために用いたデータの範囲外への外挿には大きな危険が伴う。しかし、近地における大地震のデータは不足しており、何とか工夫によって外挿の危険を減らすことが必要である。その一つの手段として、用いたデータの範囲内において予測した地震波をいくつか重ね合せて大きい地震の波形を予測する、という方法も提出されています²⁾。ここでは重回帰分析の際に震源理論によって裏付けられた説明変数を用いる方法について検討する。

2. データ データには松代地震の強震記録、水平動々々成分のみを用いた。もっと多くのデータを用いることも重要であるが、何か役に立つパラメーターであるかを見極めることが先決であり、また、地盤特性を適確に評価するためには小数の観測点でのまとまり記録が有効である。

3. モデルパラメーター モデルパラメーターは1/2種の狭帯域フィルタを通過した強震記録の全パワー及び震動継続時間である。前回³⁾と異ことこでは、狭帯域フィルタを通過した記録の水平動の全パワー

$$E_i = E_i^{\text{NS}} + E_i^{\text{EW}} \quad (i=1, \dots, 12) \quad \dots \dots (1)$$

を用いたこと、震動継続時間 D_i としては、パワー積算曲線を関数近似する時の精度を考慮して、パワー積算曲線の0.05から0.85までの時間としたことである。

4. 全パワーについての重回帰分析 回帰式の形としては従来よく用いられる

$$\log \hat{E}_i = b_0 + b_1 \log L + b_2 \log r + \sum_{j=1}^3 s_j x_j \quad (i=1, \dots, 12) \quad \dots \dots (2)$$

を採用した。 L は断層を円形と考えた時の直径、 r は震源距離、 x_j は観測点が保科Aの時 $i=(1, 0, 0)$ 、保科B $(0, 1, 0)$ 、若穂 $(0, 0, 1)$ 、松代C $(0, 0, 0)$ の値となるダミー変数である。 (2) 式に従って1/2個の重回帰分析を行うと、重相関係数は0.79~0.94とかなり良好である。しかしながら回帰値について調べると、 $L \rightarrow$ 大、 $r \rightarrow$ 小につれて \hat{E}_i は単調に増加し、ついには発散してしまう。これは近地地震動についてよく知られている、「断層の大きさがある程度以上大きくなればそれ以上いくほど大きくなる」にも近地地震動には大して影響しない」という事実と矛盾し、外挿を行った誤った予測をしたことに過ぎない。最近、従来の震源理論を応用した確率論的震源モデルが提出されており⁴⁾、それによると、コナ

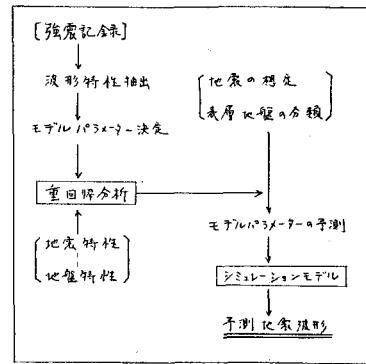


図-1 強震地震動予測モデル

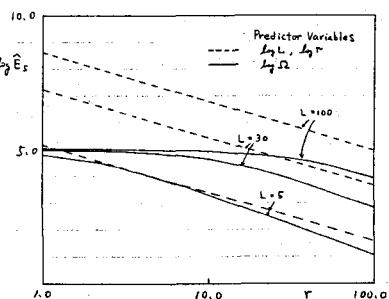


図-2 (2)式、(4)式による予測値

一周波数よりも短周期部のパワースペクトルは、

$$S(\omega) \propto E\{r^2\} \cdot F(ar, R/r) \quad \dots \dots \dots (3)$$

である。 r は断層中心から観測点に至る距離、 R は円形断層の半径、 α は減衰係数、 $E\{r^2\}$ は断層上における破壊強度の分散、 $F(ar, R/r)$ は断層上の各部分からの寄与が、各部分から観測点 I に至る距離の違いに影響されたための項である。 $F(ar, R/r)$ はかなり複雑な関数であるが、その R/r に対する変化の仕方は観測点から断層を見込む立体角 (Ω)、 R/r に対する変化と非常に良く似ている。このことから、回帰式

$$\log \hat{E}_i = b_0 + b_i \log \Omega + \sum_{j=1}^3 s_j x_j \quad (i=1, \dots, 12) \dots \dots (4)$$

が近地における強震動予測に役立つものと思われる。 $E\{r^2\}$ については観測値が得られず、モデルに導入し難い。重回帰分析の結果、重相関係数は 0.76 ～ 0.94 であった。図-2 は(2)式及び(4)式による $\log \hat{E}_5$ ($f_s = 1.0 \text{ Hz}$) が示されている。 $L \rightarrow$ 大きく、 $r \rightarrow$ 小さくなるにつれて両式の相違が大きくなる。図-3 は Ω と R/r の関係を示したが、 L と r の簡単な関数 $\log \frac{\pi}{4} - 2 \log \frac{L}{r}$ が Ω が大きくなるのは $R/r < 1$ の部分は従来よく用いられてきた形の回帰式(2)を採用し、また、松代地震は震源が浅くて $E\{r^2\}$ が小さいことが予想されるので、安全で見込んで(4)式の $R/r \geq 1$ の部分と(2)式のレベルにまで引上げ、合成したもののが図-4 である。松代地震記録と L, r の範囲の狭いデータから予測値であるため、他の地震記録を説明できることはどうかの検討が勿論必要であるが、とり合えず近地地震動の特性を予測式に反映させること、また、理論的に裏付けのあるパラメーターの導入で図-4 の結果について述べた。

5. 地盤継続時間と地盤の増幅特性 地震動継続時間については、

$$\hat{D}_i = f(L, r) + \sum_{j=1}^3 s_j x_j \quad (i=1, \dots, 12) \dots \dots (5)$$

とし T_d 。データの L , r の範囲の狭いせいかあるが、 D_i に対する地盤条件の影響は非常に大きく、 $f(L, r)$ の関数形を変えて s_j の値はほとんど変化しない。図-5 の上図は(2)式の地盤項を、下図は(5)式の項を示す。横軸はフィルタの中心周波数であり、増幅率の大きい周波数帯で継続時間が長くなることがある。このことは、地震災害を考え上で地盤の増幅効果のみに着目することの不十分さを指摘することともい、單なる「地盤種別」ではなく地盤応答の周波数特性を何らかのパラメーターとして予測モデルに導入できることは可能性を示唆している。

- 参考文献
- 1) 後藤ほか：土木学会論文報告集, 286, 37-51, 1979.
 - 2) 大沢ほか：土木学会講演概要集, 第35回, I-190, 1980.
 - 3) 鹿谷：土木学会講演概要集, 第35回, I-191, 1980.
 - 4) 平沢：自然災害科学成果報告書, A-54-3, 35-44, 1979.

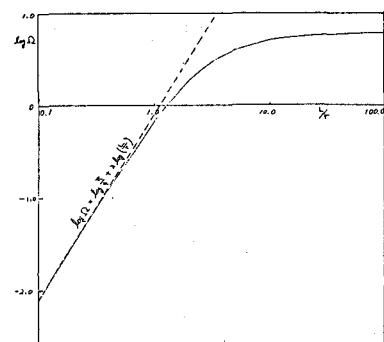


図-3 立体角と R/r

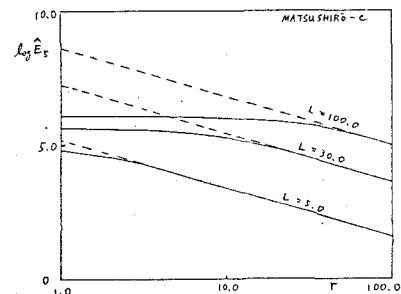


図-4 全パワーの予測値

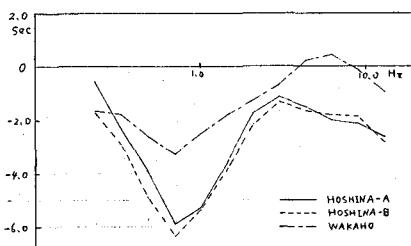
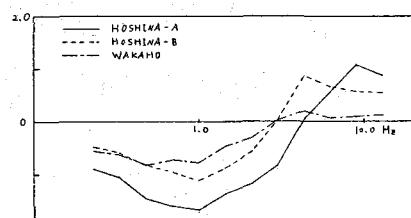


図-5 地盤に関する項 s_j