

宮崎大学大学院 学生員 ○織田 隆夫

宮崎大学大学院 学生員 嶋田 剛

宮崎大学工学部 正員 原田 隆典

1. まえがき これまでに著者らは、確率的方法を援用して、地震動の場所による変動状態の推定を試みている¹⁾。このモデルを地盤急変部に適用し、地盤急変部と平坦部の最大ひずみを比較することにより、地盤ひずみの側面からみた地盤急変部の定量的評価を試みたので、ここに報告する。

2. モデルの概説 本解析で用いる地盤モデルを図-1に示す。地盤急変部BCにおける地盤の卓越周期 $T_g(\text{sec})$ は、 T_{g0} から T_{g1} に直線的に変化するものと仮定する。ここに、 T_{g0} と T_{g1} は平坦地盤ABとCDの卓越周期である。場所による地盤変動を規定するスペクトル密度関数は、(1)式および(2)式で与え、これを図-2(a), (b)に示す。(1), (2)式において、 D_1 , D_2 は地盤変位の場所に関する標準偏差、 b_1 , b_2 は地盤変動の度合を表わすパラメータ、 k は波数である。著者らのこれまでの研究より、^{2), 2)} 非超過確率 $P=0.37(=e^{-1})$ に対して、 T_g が一定の地盤条件では、(3), (4), (5), (6)式が成立することがわかっている。(4), (6)式において、 r_{max} は地盤変位の最大値である。そこで、 T_g と r_{max} が直線的に変化すると仮定すれば、(3), (4), (5), (6)式より、地盤急変部BCでの b_1 , D_1 , b_2 , D_2 は次の4式で与えられる。

$$S_{r1}(k) = \frac{D_1^2}{\sqrt{\pi} b_1} \exp\left(-\frac{k^2}{4b_1^2}\right) \text{-----(1)}$$

$$S_{r2}(k) = \frac{D_2^2 k^2}{2\sqrt{\pi} b_2^3} \exp\left(-\frac{k^2}{4b_2^2}\right) \text{-----(2)}$$

$$\log b_1 = -(1.564 \log T_g + 1.971) \text{-----(3)}$$

$$D_1 = r_{max} (2 \ln b_1 + 12.219)^{-\frac{1}{2}} \text{-----(4)}$$

$$\log b_2 = -(1.533 \log T_g + 2.159) \text{-----(5)}$$

$$D_2 = r_{max} (2 \ln b_2 + 13.318)^{-\frac{1}{2}} \text{-----(6)}$$

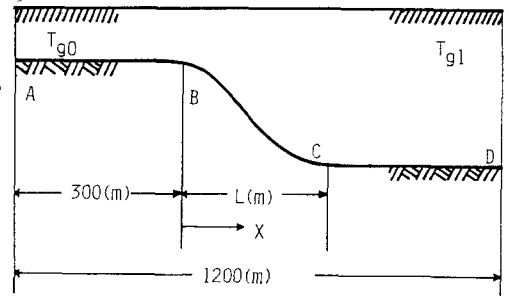


Fig.1 Mathematical Model of Ground and its Notations

$$\log b_1 = -\left\{1.564 \log \left(T_{g0} + \frac{T_{g1} - T_{g0}}{L} x\right) + 1.971\right\} \text{-----(7)}$$

$$D_1 = \left(r_{max0} + \frac{r_{max1} - r_{max0}}{L} x\right) (2 \ln b_1 + 12.219)^{-\frac{1}{2}} \text{-----(8)}$$

$$\log b_2 = -\left\{1.533 \log \left(T_{g0} + \frac{T_{g1} - T_{g0}}{L} x\right) + 2.159\right\} \text{-----(9)}$$

$$D_2 = \left(r_{max0} + \frac{r_{max1} - r_{max0}}{L} x\right) (2 \ln b_2 + 13.318)^{-\frac{1}{2}} \text{-----(10)}$$

上式において、 L は地盤急変部BCの長さ(m)、 x はB地点からの距離である(図-1参照)。なお、添字0および1は、それぞれ区間ABおよびCDでのパラメータであることを表わす。(7)と(9)式中の (T_{g0}, T_{g1}) の組み合わせとして、図-4, 5中に示す(a)~(e)の5ケースを考えた。また、(4)と(6)式中の r_{max} の値は、応答変位法³⁾における地表面での変位振幅で与え、設計水平震度 $K_h=0.15$ として、各ケースごとに表-1に示す値とした。したがって、(3)~(10)式および表-1より得られる値を(1), (2)式に代入すると、図-1に示す地盤の変動を規定するスペクトル

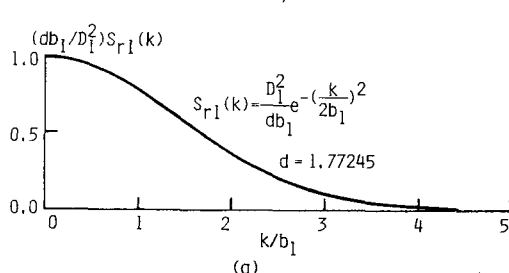
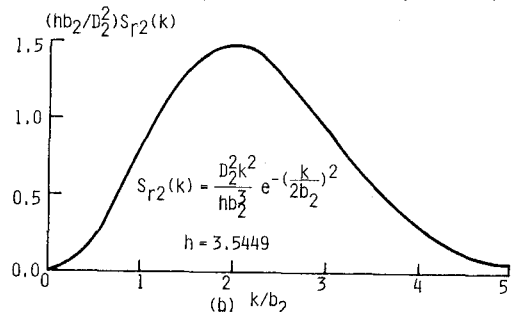


Fig.2 Graphical Representation of Spectral Density



密度関数 $S_{r1}(k, x)$, $S_{r2}(k, x)$ が求まる。これは、地盤急変部では場所 x に関して非定常となり、地盤変位 $r(x)$ の場所による変動の様子は、次式によって計算できる。⁴⁾

$$r_k(x) = \sum_{k=1}^N \sqrt{2S_{r1}(k, x) \Delta k} \cdot \cos(kx + \phi), \quad (k=1, 2) \text{-----}(11)$$

Table 1 Value of $r_{\max}$

T_g	$r_{\max}$
0.25	0.004331 (m)
0.33	0.006549 (m)
0.50	0.012159 (m)
0.67	0.016292 (m)

(11)式により計算した $r_k(x)$ の一例を図-3に示す。図-3は、 $S_{r1}(k)$ に関して (b) (0.25, 0.67) の地盤で、地盤急変部の長さ $L=24(m)$ として、地盤変位および地盤ひずみを求めたものである。地盤急変部 (300~324m, 図中の矢印部分) において、地盤ひずみが増大している。そこで、地盤急変部と平坦部の最大ひずみ ε_{ine} , ε_{ne} の比 $n(\varepsilon_{ine}/\varepsilon_{ne})$ により地盤急変部を評価してみた。この計算は、種々のケース (a)~(e)) に対して、モデル地盤全体の距離を 600(m) とし、地盤急変部の長さ $L(m)$ を変えて n を求めるものである。結果を図-4, 5に示す。なお、図-4は $S_{r1}(k)$ に対応し、図-5は $S_{r2}(k)$ に対応している。この結果は、5個のサンプル波による n の平均値であるが、次のようなことが読み取れよう。

- 地盤急変部の長さ L が大きくなるにつれて、急変部と平坦部の最大ひずみの比 n は4から0.8に減少する。
- 図-2(a), (b) に示す2つのスペクトル密度関数を用いたが、この違いによって n はあまり変化しない。
- n の減少は地盤条件に大きく支配され、(b) (0.25, 0.67) のケースが n の値は最も大きい。 $L \geq 30(m)$ の急変部では、大きなひずみは発生しない。

今後は、不均質地盤の応答計算結果との比較等から、このような空間スペクトルを使って地盤の空間的変動の工学的整理法を検討したい。

(参考文献)

- 1) 織田, 嶋田, 原田「地震動変位の工学的平面分布モデルに関する一考察」第37回年次講演会概要集, I-318 (1982)
- 2) 原田 "Spatial Correlation and Spectrum of Strong Earthquake Ground Displacements" 第6回日本地震工学シンポジウム講演集 (1982)
- 3) 久保慶三郎「地震と土木構造物」P52, 鹿島出版会 (1981)
- 4) M. Shinguka, C.-M. Fan "Digital Simulation of Random Processes and its Applications" Journal of Sound and Vibration, vol. 25(1), PP.111-128 (1972)

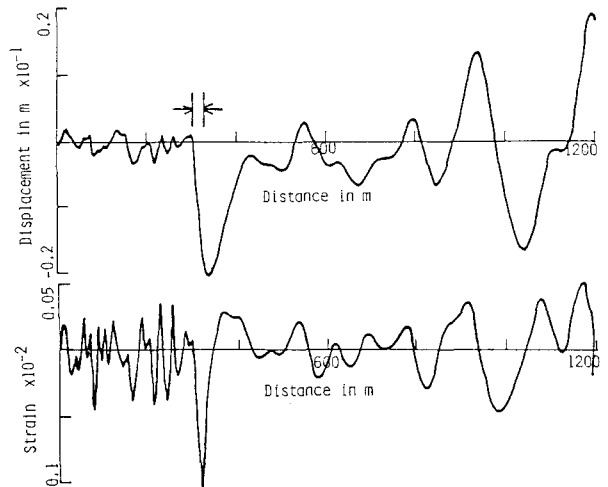


Fig.3 Sample Waves of Spatial Variation of Displacement and Strain

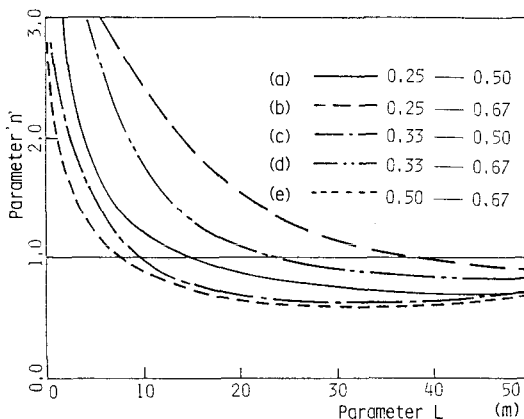


Fig.4 Relationships among L , n and Ground Condition for $S_{r1}(k)$

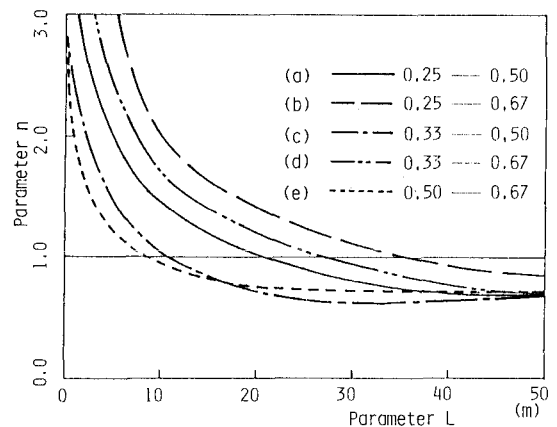


Fig.5 Relationships among L , n and Ground Condition for $S_{r2}(k)$