

I-253 擬似地震動の作成と検討

名古屋大学 正員 島田 静雄
 名古屋大学 学生員 大内 博 男
 名古屋大学 学生員 〇小 塩 健 二

1. まえがき

本報文は、最近の耐震設計において用いられるようになった擬似地震動の作成方法に関する考察を行なったものである。地震動は本来、非定常ランダムな確率過程として扱えられるべきものと考えられる。本報文における擬似地震動は、地盤を2次系伝達特性をもつ単一の信号伝達モデルと仮定し、その伝達特性を用いて擬似地震動を作成した。そして作成した擬似地震動と実際の地震記録とを応答スペクトルを中心に比較、検討した。

2. 擬似地震動の作成

地震動を理論的にどう捉えるかについては多くの研究がある。一般に基盤から地盤へ入射する地震波は、速度スペクトルで見ると周期0.1～1.7(秒)の周波数範囲でほぼ一定のホワイトノイズとみることができる¹⁾。そして地盤は、振幅特性を変える増幅器とスペクトル特性を変える周波数フィルターとしての特性をもつ、2次系の伝達特性をもつ信号伝達モデルと近似できるものと考えられる。その際モデルの絶対系による加速度の周波数応答関数、 $S(\omega)$ は

$$S(\omega) = \omega \cdot \frac{1 + 4h^2 \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}{(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2})^2 + 4h^2 \frac{\omega^2}{\omega_0^2}} \quad (1)$$

となる。

h : 伝達モデルの減衰定数

T_0 : 伝達モデルの卓越周期 ($T_0 = 2\pi/\omega_0$)

よって擬似地震加速度が有するパワースペクトル密度は

$$P(\omega) = \omega^2 \cdot \frac{1 + 4h^2 \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}{(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2})^2 + 4h^2 \frac{\omega^2}{\omega_0^2}} \quad (2)$$

となる。このパワースペクトル密度をもつ定常ランダム波は近似的に

$$A_n = \sqrt{2P(\omega_n) \Delta\omega_n} \quad (3)$$

なる振幅成分をもつ正弦波の重畳により

$$f(t) = \sum_{n=1}^N A_n \sin(\omega_n t + \delta) \quad (4)$$

δ : $0 \sim 2\pi$ の一様乱数。

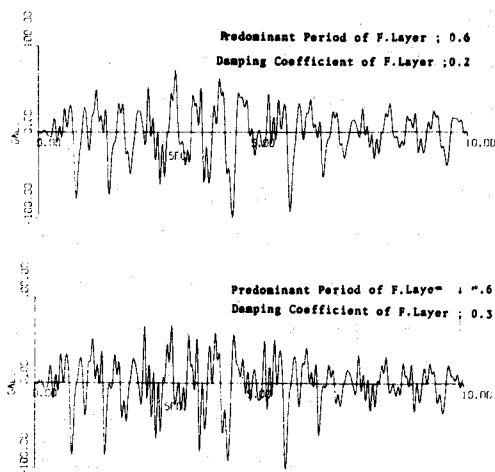


Fig-1. 擬似地震加速度波形。

として擬似地震加速度の定常波形を作成する²⁾。そしてこの定常波形に確定包絡線時間関数 (shape-function) を乗ずることにより継続時間 10 (秒) の非定常な擬似地震動を作成する。本報文ではこの shape-function $N(t)$ を

$$N(t) = e^{-\alpha t} - e^{-\beta t} \quad (5)$$

の形を採用した。

以上の方法で作成した 12 個の擬似地震動を用い、この入力に対する固有周期、減衰定数の異なる一質点系モデルの加速度、速度、変位応答を計算して平均応答スペクトルを作成する。

3. 考察

以上で作成した擬似地震動の平均応答スペクトルについて、実際の地震記録より作成したそれと比較してみると、構造物モデルの固有周期が長くなるにしたがって応答が小さくなることがわかる。(Fig-2,)
 そこでさらに固有周期 5 (秒)、減衰定数 1.0 の長周期の一質点系モデルの、擬似地震入力、実地震入力に対する最大応答を求め、それらと比較してみると擬似地震入力のほうがかなり小さくなる結果が得られた。
 また、速度応答スペクトルにおいてスペクトル強度 $SI_{0.2}$ を計算すると、擬似地震動によるそれは、実地震記録より作成したものより小さくなるという結果が得られた。 $SI_{0.2}$ の値は入力波形に含まれる長周期波成分の割合が多いほど大きくなる傾向がある³⁾。よってこの点からも本報文で作成した擬似地震波形には長周期波成分が実地震動に含まれるよりも少ないことが言える。

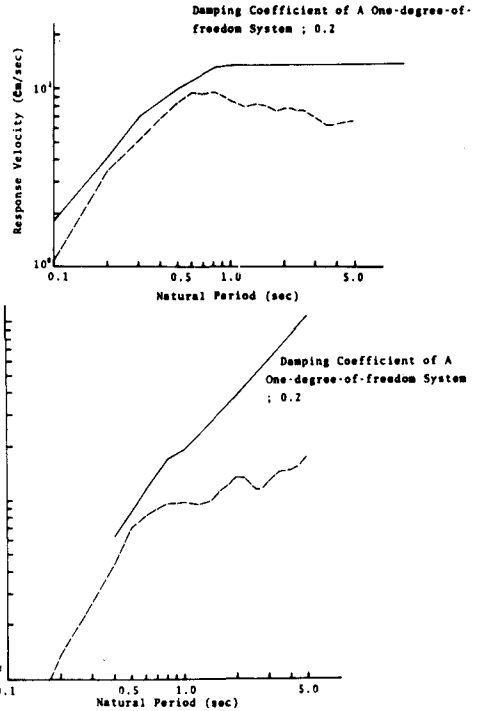


Fig-2. 平均応答スペクトル

〔実線: Housnerの平均応答スペクトル
 破線: 擬似地震動より作成した平均応答スペクトル〕

以上より本報文で作成した擬似地震波形には実際の地震記録よりも総体的に長周期成分が小さいことがわかる。この原因は、1つには擬似地震動のスペクトル特性を(2)のように近似したこと起因すると思われる。この点で言えば、他のスペクトル特性をもつ伝達モデルと近似することも推定されるが、本報文では、2章における考え方を拡張して伝達モデルを二次系の伝達特性をもつ複数並列モデル、あるいは伝達モデルの卓越周期の帯域をさらに長周期まで拡張したほうが実地震記録とよりよい相似性が得られると推定した。また、非定常性の点から言えば、地震継続時間の影響、さらには shape-function を(5)の形で擬似地震動を作成したことにも起因することが推定される。

(参考文献) 1) 金井秀; 「地震工学」 共立出版

2) 山原浩; 「地盤の振動特性を考慮した地震時の地動の推定」 土木学会論文集 第176号, 1970.

3) 片山恒雄; 「擬似地震動の特性に関する研究」 土木学会論文集 第162号, 1969.