

東京都立大学 正員 国井 隆弘

○ (株) 鴻池組 正員 和田 靖之

1. はじめに

著者らは、文献(1)において、地震動のパワーの変化が長周期構造物に悪影響を及ぼすことを報告した。今回は、地震動のパワーが応答スペクトルに与える影響を考察することによって、あらためて地震動の強さを表わす指標としてパワーを用いることが可能となることを示すものである。

地震動の応答スペクトルは、構造物の耐震設計を行なう場合に広く利用されている。しかし、地震のマグニチュードや震央距離あるいは地盤の特性などによって強く影響を受け、スペクトルが大きく変化するため、問題点が残されている。ここでは、地震動のパワーの大小が地震の規模と密接に関連しているものと考え、応答スペクトルの計算を行なっている。

2. パワーの変化した地震波の設定

応答スペクトルを計算するための入力地震波として最大加速度一定でパワーの変化した二種の人工地震波を作成した。一つは、ホワイトノイズに図-1の包絡関数を乗じたものである(N01~N05; 周波数特性の一樣な人工地震波)。もう一つは、表-1に示すパワースペクトル密度関数を持つ人工地震波である(N01'~N05'; 周波数特性を有する人工地震波)。これらは、上述のN01~N05を線形フィルタに通すことによって作成されたものである。なお、これらの人工地震波の一部とスペクトル特性を図-2と図-3に示す。また、各々のパワーの変化は、表-2、表-3に示す。

3. 応答スペクトルの計算結果

周波数特性の一樣な人工地震波(N01~N05)によって計算された応答スペクトルを図-4に示す。また、周波数特性を有する人工地震波(N01'~N05')の場合は、図-5に示す。なお、減衰定数は、すべて0.05とした。これらを見比べると、パワーの少ない人工地震波によって計算された応答スペクトルは、単調な変化を示している。たとえば、加速度応答スペクトルを見るならば、パワーが少ない場合は、長周期部分になるにつれてスペクトルの値が急激に減少してくる。このような現象は、直下型地震と遠距離巨大地震の両者によって計算された応答スペクトルの形状変化に類似している。また、周波数特性を有する人工地震波によって計算された応答スペクトルの形状は、実地震波による応答スペクトルの形状に近いものである。

4. 結論

以上の結果より次のことが明らかとなった。

- 1) 直下型地震の加速度応答スペクトルは、遠距離巨大地震のそれと比べて、長周期部分での減少の割合が大きい。この理由として、これまでは、遠距離巨大地震には、相対的に長周期成分の波が多く含まれているからであると考えられてきた。しかし、今回の研究によれば、上記のことを否定するものではないが、応答スペクトルを変化させる一因として、地震動のパワーの影響も考えられることが明らかとなった。
- 2) パワーの大きな人工地震波によって計算された応答スペクトルは、長周期部分で相対的にすべて大きな値を示している。地震動のパワーの増大が長周期構造物に悪影響を及ぼし得ることを表わす一つの例と考えられる。
- 3) 包絡関数と線形フィルタを利用すれば、ホワイトノイズから実地震波に近い人工地震波を作成することが可能である。

## &lt;参考文献&gt;

- (1) 和田, 国井: 入力地震動のパワーの変化による1自由度系の応答の評価, 土木学会第54回年次講演会, 554/10

表-1 人工地震波の特性

| 振動の区間の種類             | 特 性                                                                                                                                                                                              |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ホワイトノイズ<br>Δt=1~Δt=5 | パワースペクトル一定<br>最も単純な振動の代表                                                                                                                                                                         |
| 連続フィルター<br>Δt=1~Δt=5 | パワースペクトル幅帯域制限500Hz<br>$\pm 4\beta^2(\frac{\omega}{\omega_0})^2$<br>$500 = (1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}) \pm 4\beta^2 \frac{\omega}{\omega_0}$<br>$\beta = 0.6 \quad \omega_0 = 2.5\text{Hz}$ |

図-1 包絡関数

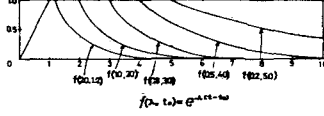


図-2 人工地震波

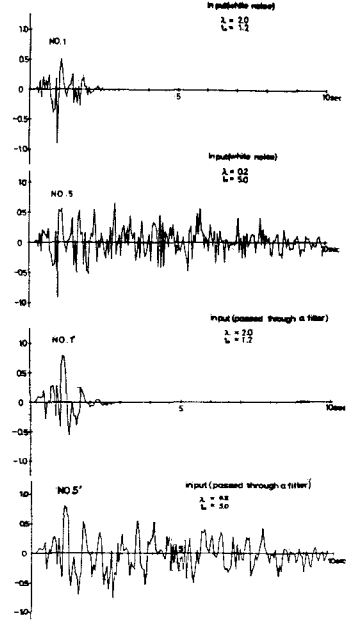


表-2 周波数特性の一樣な人工地震波

| Δ | AMBX<br>(gal) | POWER<br>(gal-sec <sup>2</sup> ) | POWER<br>の比 |
|---|---------------|----------------------------------|-------------|
| 1 | 0.971         | 0.8745                           | 1.00        |
| 2 | 0.971         | 0.164                            | 2.15        |
| 3 | 0.971         | 0.240                            | 3.41        |
| 4 | 0.971         | 0.585                            | 5.05        |
| 5 | 0.970         | 0.545                            | 2.48        |

図-3 スペクトル特性

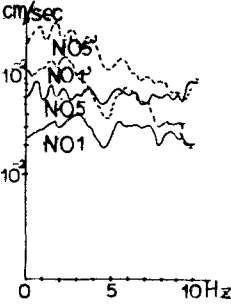


表-3 周波数特性を有する人工地震波

| Δ  | AMBX<br>(gal) | POWER<br>(gal-sec <sup>2</sup> ) | POWER<br>の比 |
|----|---------------|----------------------------------|-------------|
| 1' | 1.00          | 1.577                            | 1.00        |
| 2' | 1.00          | 2.59                             | 1.74        |
| 3' | 1.00          | 5.700                            | 2.40        |
| 4' | 1.00          | 50.20                            | 3.18        |
| 5' | 1.00          | 42.27                            | 3.95        |

図-4 応答スペクトル (周波数特性の一樣な人工地震波)

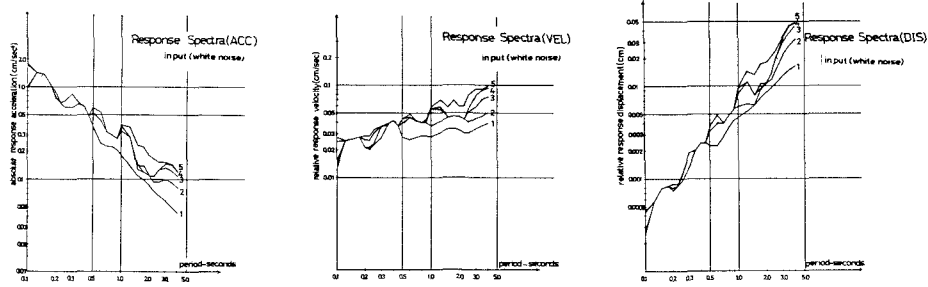


図-5 応答スペクトル  
(周波数特性を有する人工地震波)

