

東京大学工学部

学生会員

○岩下 和義

東京大学地震研究所

正会員

伯野 元彦

1. まえがき 大地震の際の構造物の応答を予測するために動的解析や弾塑性解析が行われている。しかし入力地震動の設定には明確な基準がなく予測の精度に疑問がある。地震学の発展により、震源機構の似た地震をグリーン関数として長周期変位記録や短周期の変位、速度、加速度記録の再現が行われるようになった。飯田・伯野は、この方法では、地上でワンクッションおく必要はないと考え、本震と同じ震源域で発生した中小地震の構造物中の加速度記録を使い本震の短周期応答加速度記録を予測した。

本報告は、飯田・伯野の方法に構造物の非線形の影響をとり入れれば、予測の精度が向上すると考えて試みたものである。1978年6月12日の宮城県沖地震の際の仙台市の東北大学建設系RC9階建ビルの9階の水平加速度2成分の記録を同年2月20日の前震の同所の加速度記録より予測する事を試みた。データは、0.02秒おきの2048ヶ、40.96秒分のEW・NS両方向を使った。

2. 方法 まず飯田・伯野の方法により、震源域を同じくする発震機構の似た前震の記録より本震の際の応答記録を合成する。大地震の長方形の断層を大地震と中小地震の規模の比により分割し、各断層要素からの要素波を減衰を考へて中小地震の際の構造物中の記録より合成し、波の到着時間の違いを考へて時間領域で重ね合わせて大地震の際の応答を予測するという方法である。この方法による合成波を合成波1と名付ける。

合成波1は、実記録と較べて波形・フーリエスペクトル共に大きくなり、卓越振動数は前震の値を受け継いでおり実記録の卓越振動数より短周期側にある。これは本震では構造物の塑性化が進展、本震と前震の振動特性が違ふ事を考慮していないためと思われる。振動特性の変化を評価するため構造物を1自由度の1質点系で考へる。周波数領域で前震、本震、合成波の応答は周波数応答関数により以下のように表わせるとする。

$$\text{応答} = \text{周波数応答関数} \times \text{外力} \quad (1)$$

$$\text{前震} \quad F_{u2}(i\omega) = H_2(i\omega) \times F_{p2}(i\omega) \quad (2)$$

$$\text{本震} \quad F_{u6}(i\omega) = H_6(i\omega) \times F_{p6}(i\omega) \quad (3)$$

$$\text{合成波1} \quad F_{u5}(i\omega) = H_5(i\omega) \times F_{p5}(i\omega) \quad (4)$$

$$\text{ニ} \quad H_5(i\omega) \doteq H_2(i\omega), \quad F_{p5}(i\omega) \doteq F_{p6}(i\omega) \quad (5)$$

と考へられるので、本震の際の応答は式(6)で予測できる事になる

$$F_{u6}(i\omega) \doteq \frac{H_6(i\omega)}{H_2(i\omega)} \times F_{u5}(i\omega) \quad (6)$$

周波数応答関数  $H(i\omega)$  は

$$H(i\omega) = \sqrt{\frac{1 + 4\zeta^2 (f\omega/f_n)^2}{(1 - f\omega^2/f_n^2)^2 + 4\zeta^2 (f\omega/f_n)^2}} \quad (7)$$

$f\omega$ : 外力の振動数,  $f_n$ : 系の固有振動数,  $\zeta$ : 減衰定数

と表わせる。式(6)を計算するには前震時と本震時の  $\zeta$  と  $f_n$  を仮定する必要がある。 $\zeta$  は鉄骨鉄筋コンクリート造として前震で3%, 本震で5%とし、前震の  $f_n$  は卓越振動数を使った。本震の  $f_n$  は本来未知の値だが、将来は予測できると考へ今回は本震の卓越振動数を使い、 $f\omega$  を変数として計算した。結果を合成波2と名付ける。

3. 結果・結論 図1, 2に本震と合成波2の波形・スペクトルを方向ごとに示す。両方向とも波形は継続時間、振幅でかなりの一致をみ、スペクトル形状は本震の卓越振動数を再現でき大きさも同程度に予測したが、本震の波数のピークを持つ形状は再現できなかった。

構造物の振動特性を周波数応答関数で表す方法により、予測の精度は向上した。より複雑なモデルで考えればより向上すると思われる。

〈謝辞〉研究の前半の分のプログラムを使わせてくださった東大院生、飯田昌弘先輩に感謝の意を表します。

〈参考文献〉 1) 飯田昌弘・伯野元彦：中小地震の記録を使った大地震時のビルの応答予測

日本建築学会論文報告集登載確定

