

7. 半経験的手法を用いた三河地域の強震動予測

入倉孝次郎・倉橋奨

1. はじめに

地域や企業の防災対策を行う際、地震動の特性を考慮する必要があることから、その地点における強震動を予測することが最重要課題である。三河地域には、本コンソシアムに地震計が密に設置されており、それによる地震記録を利用し三河地域の強震動予測することが可能である。

地震動予測手法には大きく分けて、地盤構造を構築し数値計算により推定する理論的方法と、対象とする震源域付近に発生した小地震をグリーン関数とみなして波形合成する半経験的方法、および最大加速度、最大速度、震度などに関する経験的な距離減衰式を用いる経験的な手法の3つがある。第1の方法は、巨大地震の地震動予測をする場合、震源のモデル化に加えて、広域な地盤構造の構築と計算領域が必要である。第2の方法は、余震など適切な観測記録があれば、震源サイトまでの地盤構造の情報が十分に得られない場合も地震動を予測することが可能である。第3の方法も地盤の情報が十分なくても出来るが、構造物の安全性の評価に必要とされる時刻歴特性が得られない問題がある。そこで、半経験的手法による強震動予測を実施することにした。用いる小地震の観測記録は本コンソシアムによるAi-netにより収集された記録を用いることにした。本報告では、その手法についてまとめる。

2. 予測手法

想定する地震は、南海トラフ沿いの地震である東南海地震と南海地震が同時発生する東南海・南海連動地震とする。この地震の震源パラメータは、中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」、「東海地震対策専門調査会」、「東南海・南海地震などに関する専門調査会」で想定されたものを用いる予定である。

強震動予測の手続きのフローチャートを以下に示す。

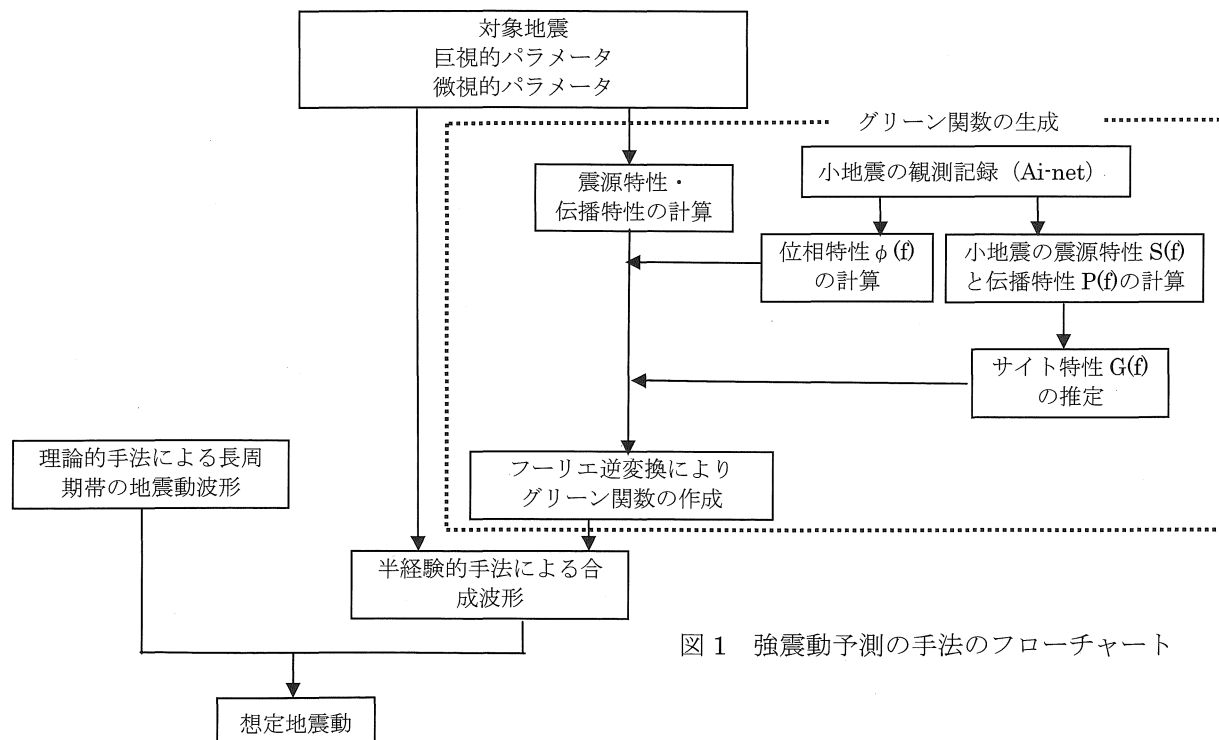


図1 強震動予測の手法のフローチャート

3. サイト特性の推定

観測された地表での地震波 $O(f)$ は、震源特性 $S(f)$ 、伝播特性 $P(f)$ 、サイト特性 $G(f)$ の積で表される。

$$O(f) = S(f) \cdot P(f) \cdot G(f) \quad (1)$$

ここで、基盤における入力地震動を $S(f) \cdot P(f)$ より計算し、予測地点のサイト特性 $G(f)$ をこれに乗ずることに
より、想定する地震の地表での地震動 $O(f)$ を予測することができる。予測地点におけるサイト特性 $G(f)$ は、観
測地震動 $O(f)$ が得られている場合、以下の手続きにより求められる。

1) 予測地点において観測された地震の変位スペクトルから、震源変位フラットレベルとコーナー周波数を目視
により求め、地震モーメントと応力降下量を計算する。その値から、 ω^2 モデルとした震源特性 $S(f)$ と、幾何減
衰と内部減衰の影響を考慮した伝播特性 $P(f)$ を計算する。(目視によるパラメータ推定の有効性は推定されたサ
イト特性に基づいて計算された小地震の地震動と各観測点での観測記録の比較で行う)

図 2 に Ai-net 観測地点 (AIN018) で観測された加速度波形と加速度スペクトル、変位スペクトルの一例を示
す。このスペクトルを ω^2 モデルに当てはめると、コーナー周波数は 2Hz、震源変位フラットレベルは約 0.02cm*s
であることがわかる。また、0.2Hz 以下では ω^2 モデルからはずれるため、ノイズの影響があると考えられる。

2) 1) で得た値と (1) 式より、 $G(f)$ を推定する。観測地震記録が複数ある場合は、各地震の $G(f)$ を平均し予
測地点のサイト特性とする。この際、海溝型と内陸型では S 波速度や応力降下量の違いが予想されるため、別々
に計算し、最終的に平均する。

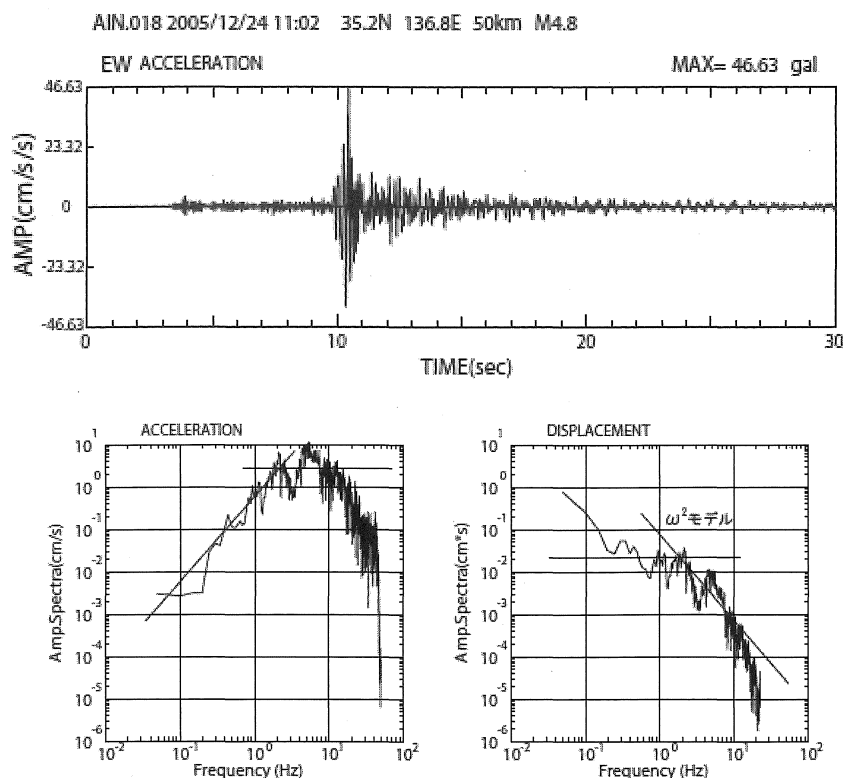


図 2 Ai-net 観測地点 (AIN018) で観測された加速度波形 (上図) と
加速度スペクトル (左下)、変位スペクトル (右下)

4. 入力地震動の推定

基盤までの入力地震動の推定方法として、経験的グリーン関数法 (Irikura, 1986) を用いる。この方法は、大地震の震源断層を観測された小地震の断層サイズを持つ小断層で分割し、それぞれの小断層から小地震が生成されると考え、予測される大地震の地震動は、小地震記録の重ね合わせにより計算される。以下に入力地震動の推定する手続きを示す。

- 1) 中央防災会議において想定された震源パラメータをもとに、 ω^2 モデルに基づく震源スペクトル $S(f)$ を推定し、伝播特性 $P(f)$ と 4. で推定したサイト特性 $G(f)$ を考慮したものを振幅特性とする。
- 2) 時間領域での波形にするために必要な位相特性には、経験的に求められた群遅延時間特性を利用し (古和田ほか、1998)、フーリエ逆変換することにより経験的グリーン関数法で使用する小地震の波形を作成する。
- 3) 中央防災会議で想定されているアスペリティーを正方形とみなして小断層に分割し、その一つの小断層における地震を 2) で求めた小地震とみなして、波形合成する。
- 4) 東南海、南海地震は、海溝型地震であり長周期成分の影響が大きいと考えられる。よって、長周期帯では、1Hz 前後から長周期帯で精度よく評価できるといわれている理論的方法で強震動波形を予測する。そして、両者を足し合わせて地震動を求めるハイブリッド法を適用することで、長周期を含めた広周波帯における地震動を計算する。

5. まとめ

本報告では強震動予測シミュレーションの手続きを示した。一例として示した AIN018 の観測記録から、震源スペクトルを ω^2 モデルとして考えると、コーナー周波数と変位フラットレベルはそれぞれ 0.2Hz、0.02cm*s となった。今後は、Ai-net のデータが蓄積することで、より精度あるサイト特性を推定する。そして、グリーン関数を生成した後、半経験的手法により想定地震動の予測を行う。

参考文献

Irikura, K.: Prediction of strong acceleration motions using empirical Green's function, Proc. 7th Japan, Earthq. Eng. Symp., 151-156, 1986

古和田明・田居優・岩崎好規・入倉孝次郎：経験的サイト増幅・位相特性を用いた水平動および上下動の強震動評価、日本建築学会構造系論文集、第 514 号、pp97-104、1998