

設計用入力地震動作成手法としての疑似点震源モデルを用いた強震動シミュレーション

Simulations of Strong Ground Motions Based on the Pseudo Point-Source Model as the Method Calculating the Waves in the Time Domain for Structural Design



仲野健一 Kenichi NAKANO*1 · 境 茂樹 Shigeki SAKAI*1

研究の目的

疑似点震源モデルに基づく地震動計算手法は強震動シミュレーションの一つである。既往研究によれば、他の計算手法に比べて、過去の地震の再現性が高いことが確認されている。またその手法はシンプルな数理的表現であることから工学的な利用が期待されている。そこで本研究では、日本で発生した地殻内地震（2004年新潟県中越地震、2005年千葉県北西部地震、2014年長野県神城断層地震）への疑似点震源モデルの適用性を確認した後、2003年十勝沖地震（ M_{JMA} 8.0）を対象にして、複数のサブイベントで構成される巨大地震への手法拡張に取り組み、中小～巨大地震までを対象にした、設計用入力地震動作成手法としての有効性と現状の課題について報告する。

研究の概要

疑似点震源モデルに基づく強震動シミュレーションは、以下の(1)、(2)式に従って行われる。振幅成分についてBooreの ω -2モデルに基づく加速度フーリエ振幅を、位相成分について対象地震に近い震源位置で発生した過去の地震で観測された時刻歴波形の位相スペクトルを用いて、 $F^{PRE}(f)$ を逆フーリエ変換することで加速度時刻歴波形を得る。

$$F^{PRE}(f) = |S(f)| \times |P(f)| \times |G(f)| \times |O(f)| / |O(f)|_p \tag{1}$$

$$|S(f)| = R_{\theta\theta} \cdot FS \cdot P_{RITTN} \cdot \frac{M_0}{4 \cdot \pi \cdot \rho \cdot V_s^3} \cdot \frac{(2 \cdot \pi \cdot f)^2}{1 + (f/f_c)^2} \tag{2}$$

ここで、 $F^{PRE}(f)$ は地表面での加速度フーリエスペクトルを、 $S(f)$ は震源スペクトル、 $P(f)$ は伝播経路特性、 $G(f)$ は経験的サイト増幅特性を示し、 $O(f)$ は過去の中小地震の加速度フーリエスペクトルである。ただし $P(f)$ は震源距離 R と振動数依存の Q 値に従い減衰するモデルとする。また、 $R_{\theta\theta}$ は放射特性、 FS は地表か地中で決まる係数、 P_{RITTN} はエネルギーの分配係数、 M_0 は地震モーメント、 ρ 、 V_s はそれぞれ震源層の密度とS波速度、 f_c はコーナー振動数である。なお、各スペクトルは複素数で定義されており、 $| \quad |$ はその絶対値を、添え字 P はParzen window (0.05Hz)による平滑化処理を意味する。この平滑化処理によって時刻歴波形の位相特性が保持される。

結論

本研究では、疑似点震源モデルによる強震動シミュレーションを、3つの地殻内地震、1つの海溝型地震に対して実施した。その結果、設定したパラメータは平均的な値であり、パラメータの事前推定を行っていないにも関わらず、観測記録を概ね再現することが可能であることがわかった（例として図-A、図-Bの計測震度分布比較を参照）。このことから、設計用入力地震動作成手法としての有効性が確認できた。

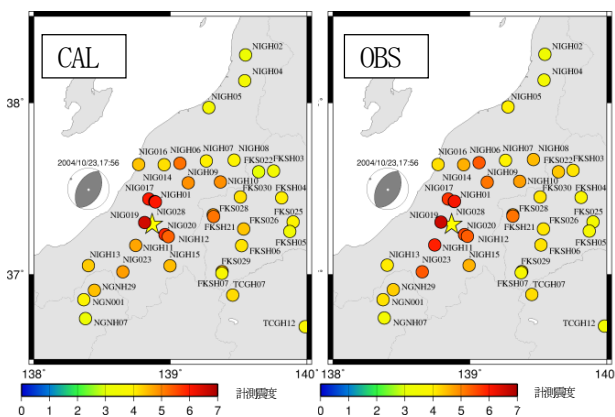


図-A 2004年新潟県中越地震における計測震度分布例（左：計算、右：観測）

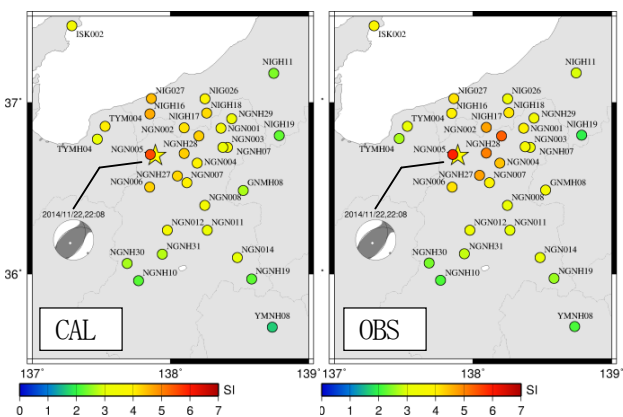


図-B 2014年長野県神城断層地震における計測震度分布例（左：計算、右：観測）

*1 建築研究第一部