

疑似点震源モデルによる SK-net 観測点における高密度強震動シミュレーション

港湾空港技術研究所 正会員 長坂 陽介
 港湾空港技術研究所 正会員 野津 厚
 ニュージェック 正会員 山田 雅行

1. 目的

疑似点震源モデル¹⁾は工学的に重要な周波数帯の強震動を精度良く再現できる強震動シミュレーション方法だが、サイト増幅特性が評価されている地点のみでしか計算できず、主に K-NET, KiK-net もしくは港湾地域での強震動予測に用いられてきた。

そこで本研究では、首都圏に高密度に配置されている SK-net 観測点において、算定済みの近傍地点のサイト増幅特性を近傍地点と SK-net の同時記録のスペクトル比によって補正したサイト増幅特性を用いて強震動シミュレーションを行い、結果を分析した。これにより地域的な再現性の傾向がより明確に分かることが期待できる。対象地震は 2005 年 7 月 23 日に発生した千葉県中部の地震 (Mj6.0)とした。

2. 計算方法

疑似点震源モデルは強震動シミュレーション方法の 1 つであり、計算方法は、まず震源特性、伝播経路特性、サイト増幅特性をそれぞれ評価し、それらを掛け合わせることで対象地点でのフーリエスペクトルを求める。次に、これと対象地点での過去の中小地震記録による位相特性をそのまま用いてフーリエ逆変換を行うことで時刻歴波形を得る。詳細については文献 1 を参照されたい。

設定したパラメータは表 1 の通りである。対象地点は SK-net 観測点のうち本震と位相に用いた地震の記録があり、かつサイト増幅特性を設定した 175 地点とした。中でも横浜市が特に高密度で 134 地点あり、分析においても着目する。

3. 計算結果と考察

計算結果の例として YOK.na01d での速度波形と加速度フーリエスペクトルを図 1 に示す。YOK.na01d は横浜市の高密度地帯の中央付近に位置しており、精度良く再現できた地点の 1 つである。

次に、PSI 値の計算結果と観測による値の比の分布を調べたものを図 2 に示す。PSI 値とは速度 2 乗の時刻歴積分

表 1 震源等のパラメーター一覧

パラメータ名	値	出展
震源東経	140° 8.31'	気象庁
震源北緯	35° 34.90'	
震源深さ	68 km	F-net
走向, 傾斜, すべり角	179° , 18° , 82°	文献 2)
地震モーメント	9.39×10 ¹⁷ Nm	
地盤密度	3.4 g/cm ³	文献 3)
S 波速度	4.6 km/s	
Q 値	100×f ^{0.7}	文献 4)
コーナー周波数	0.75 Hz	独自
放射特性	平均値	
位相	2004 年 8 月 6 日千葉県中部の地震(Mj4.6)	

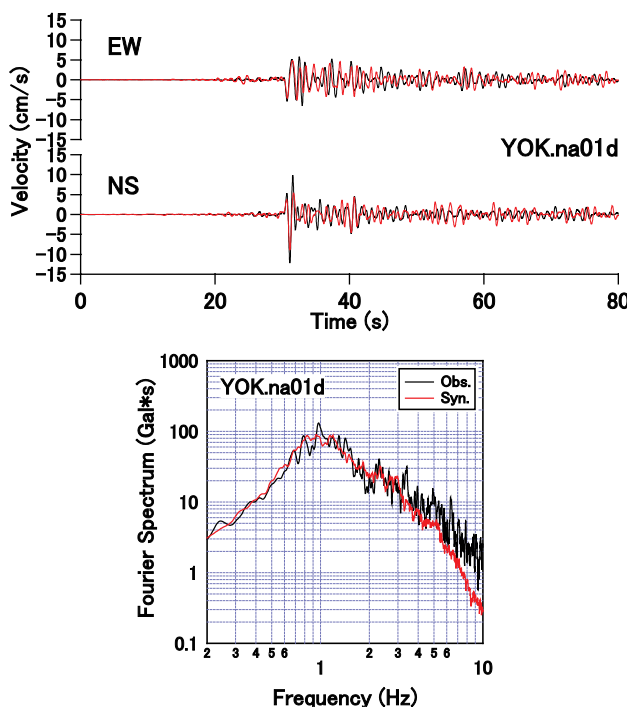


図 1 YOK.na01d における速度時刻歴 (0.2-2Hz) と 加速度フーリエスペクトル

値の平方根であり、港湾構造物の被害と相関の高い指標である。図 2 には K-NET, KiK-net 地点の計算結果も示しているが、震源パラメータ等は SK-net 地点と同じもの

キーワード 強震動シミュレーション, 疑似点震源モデル, SK-net, ラディエーション係数, ディレクティブティ

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 港湾空港技術研究所 地震動研究チーム TEL 046-844-5085

を用いて計算している。図 2 より、横浜市の高密度な地域では北東から南西にかけて過小評価から過大評価へと遷移していることが分かる。このように過大評価・過小評価の分布がランダムではないことを考えると、原因としてはラディエーション係数とディレクティビティが考えられる。ラディエーション係数については、本検討では平均的な値(=0.63)を用いたため、理論的な値を考慮することで改善される可能性がある。また、ディレクティビティについては、疑似点震源モデルでは震源における破壊伝播を考慮せずにあるサブイベントに対して 1 つの震源特性を与えている。従って、震源における実際の破壊の進行が横浜北東部に向かうものであったならば疑似点震源モデルではフォワードディレクティビティの影響を考慮できずに過小評価となってしまうと考えられる。

まずラディエーション係数について文献 2 のメカニズムから求めた理論値の水平成分を等高線として図 2 に示した。これより、観測密度の高い横浜市では理論ラディエーション係数が大きいほど PSI 値は過小評価であり、関係があると思われる。そこで、次に帯域ごとのフーリエスペクトル誤差を式(1)より計算し、図 3 に示した。ラディエーション係数は低周波数ほど理論的な傾向が出やすいこと、ディレクティビティはほぼコーナー周波数(=0.75Hz)以上の周波数帯で影響が出ることを利用し、帯域ごとに誤差の出方に違いが出るかを見るのが狙いである。計算周波数帯は 0.2~0.75Hz と 0.75~2Hz とした。

$$\frac{1}{\log_{10}(f_2/f_1)} \int_{f_1}^{f_2} (\log_{10} FS_{syn} - \log_{10} FS_{obs})^2 d(\log_{10} f) \quad (1)$$

結果を図 3 に示す。まず図 3(a)の 0.2~0.75Hz ではどの地点も誤差が小さく、コーナー周波数より低周波数では精度良く再現できていることが分かる。図 3(b)の 0.75~2Hz では横浜市の高密度地帯の北東の一部に誤差が大きい地点が固まっていることが分かる。従って、過小評価はコーナー周波数より上の周波数帯で主に発生していることから、誤差の原因はラディエーション係数ではなくディレクティビティによるものであると考えられ、さらなる分析が今後の課題となる。

謝辞: 本研究では、K-NET, KiK-net, SK-net の強震観測記録を使用しました。記して感謝申し上げます。

参考文献

1) 野津厚: 強震動を対象とした海溝型巨大地震の震源モデルを

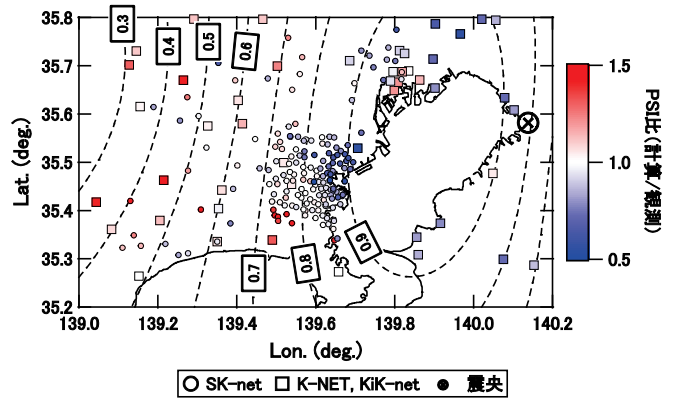
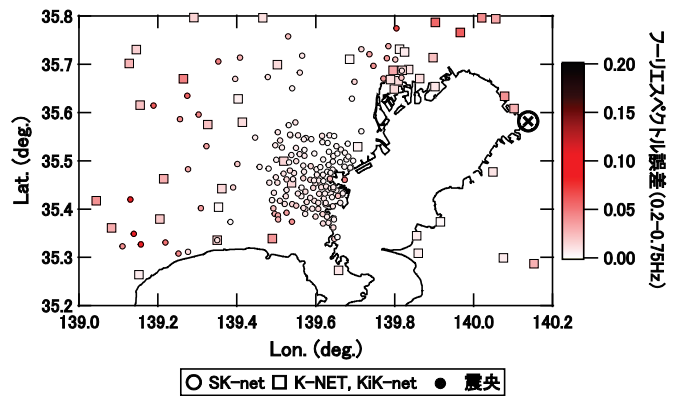
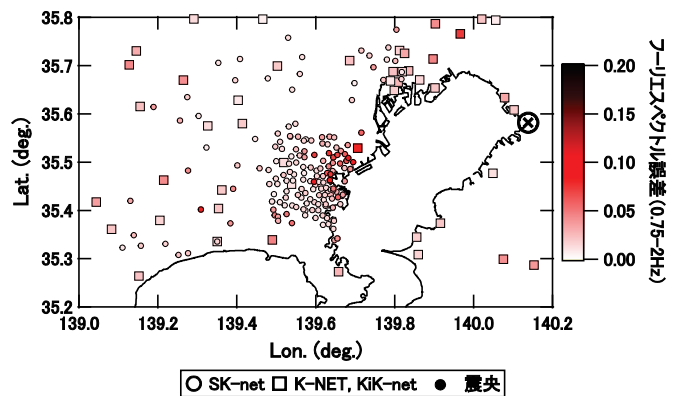


図 2 PSI 比の分布

(等高線は理論ラディエーション係数の水平成分)



(a) 0.2-0.75Hz



(b) 0.75-2Hz

図 3 帯域ごとフーリエスペクトル誤差

より単純化する試み-疑似点震源モデルによる 2011 年東北地方太平洋沖地震の強震動シミュレーション-, 地震 2, Vol.65, pp. 45-67, 2012. 2) 早川崇: 2005 年 7 月 23 日の千葉県中部の地震 (Mj6.0) の点震源モデル, 第 14 回日本地震工学シンポジウム講演論文集, GO15-Fri-7, 2014. 3) 地震調査研究推進本部, 全国 1 次地下構造モデル: http://www.jishin.go.jp/main/chousa/12_choshuki/choshuki2012_a2.pdf. 4) 中央防災会議事務局, 中央防災会議東海地震に関する専門調査会 (第 8 回) 説明資料: <http://www.bousai.go.jp/jishin/tokai/senmon/8/pdf/siryou.pdf>, 2001.