

経験的サイト増幅・位相特性を考慮した強震動評価手法による 2007年新潟県中越沖地震の強震動シミュレーション

(独) 港湾空港技術研究所 正会員 ○野津 厚

1. はじめに

2007年新潟県中越沖地震では柏崎市と刈羽村で100cm/sを超える非常に強い揺れが観測され、また各地で大きな被害が生じた。ここでは、①本震記録の得られていない地点での揺れを推定すること、②将来の地震による揺れの予測のための震源モデル構築の信頼性向上を図ること、以上二つの目的をもって、特性化震源モデルの構築を行い、経験的サイト増幅・位相特性を用いる方法^{1), 2), 3)}で強震動シミュレーションを行った。

2. 経験的サイト増幅特性

震源に近い観測点のうち、K-NETの寺泊、柏崎などにおける経験的サイト増幅特性は既往の研究⁴⁾のものを用いた。柏崎刈羽原子力発電所の敷地における経験的サイト増幅特性は次のような手順で求めた。まず、発電所を取り囲むように存在するK-NETの寺泊、長岡、柏崎の3地点で観測されている余震を選択し、余震の震源スペクトルは ω^{-2} モデルに従うと仮定して、3地点でのフーリエスペクトルが再現されるように余震の震源パラメータを決定した。次に、決定した震源パラメータを用いて発電所の地震基盤におけるフーリエスペクトルを計算し、これと発電所における実際の観測スペクトルとの比を計算することによって、1～7号機の基礎版上における経験的サイト増幅特性を求めた(図1)。この図からわかるように、発電所の敷地におけるサイト増幅特性は、K-NET柏崎のような高いピークを有するものではないが、K-NET寺泊のように小さいものでもなく、その中間的なものであることがわかる。1Hz以下の倍率は10倍程度となっており、発電所が比較的厚い堆積層の上に立地していることを示唆している。なお、1号機～7号機の基礎版上におけるサイト増幅特性は高周波側で落ち込んでいく傾向が見られるが、これは建屋による入力損失の影響であると考えられる。同じ方法で求めたサービスホール地表(SG1)におけるサイト増幅特性はこのような落ち込みを示さない。

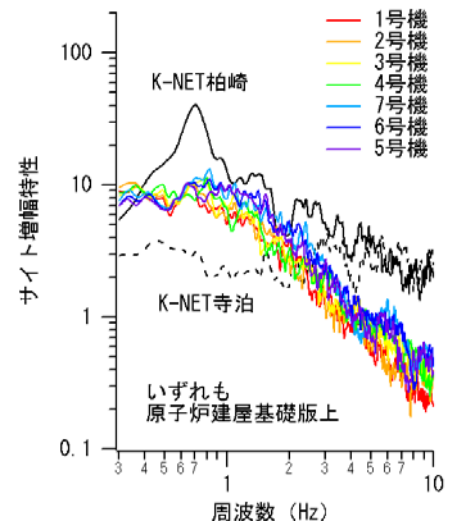


図1 柏崎刈羽原子力発電所の敷地におけるサイト増幅特性

3. 特性化震源モデルによる計算結果と考察

経験的グリーン関数を用いた波形インバージョン結果に基づき、図2に示すような特性化震源モデルを構築した。特性化震源モデルは1～3のアスペリティで構成されており、面積はそれぞれ4km²、24km²、16km²、地震モーメントはそれぞれ0.4E+18Nm、1.0E+18Nm、1.8E+18Nm、ライズタイムはそれぞれ0.17s、0.33s、0.33s、分割数はすべて5×5×5である。この特性化震源モデルにより、発電所におけるパルス状の地震動は良好に再現される(図2右)。K-NET柏崎では、過剰間隙水圧の影響で加速度波形にスパイク状のピークが生じているが、非線形パラメータと有効応力解析を組み合わせる手法⁵⁾を用いることにより、波形の特徴を再現することができた(図3)。各地のフーリエスペクトルの再現状況も概ね良好である(図4)。ここで構築された特性化震源モデルの特徴はアスペリティの総面積が少ないこと(44km²)である。柏崎刈羽原子力発電所は、南東落ちの逆断層に対し、非破壊伝播方向に位置している。この位置でのパルス波を再現するためには、本研究で採

キーワード 2007年新潟県中越沖地震、特性化震源モデル、アスペリティ、サイト増幅特性、位相特性
連絡先 〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1 (独) 港湾空港技術研究所 地盤・構造部 TEL 046-844-5058

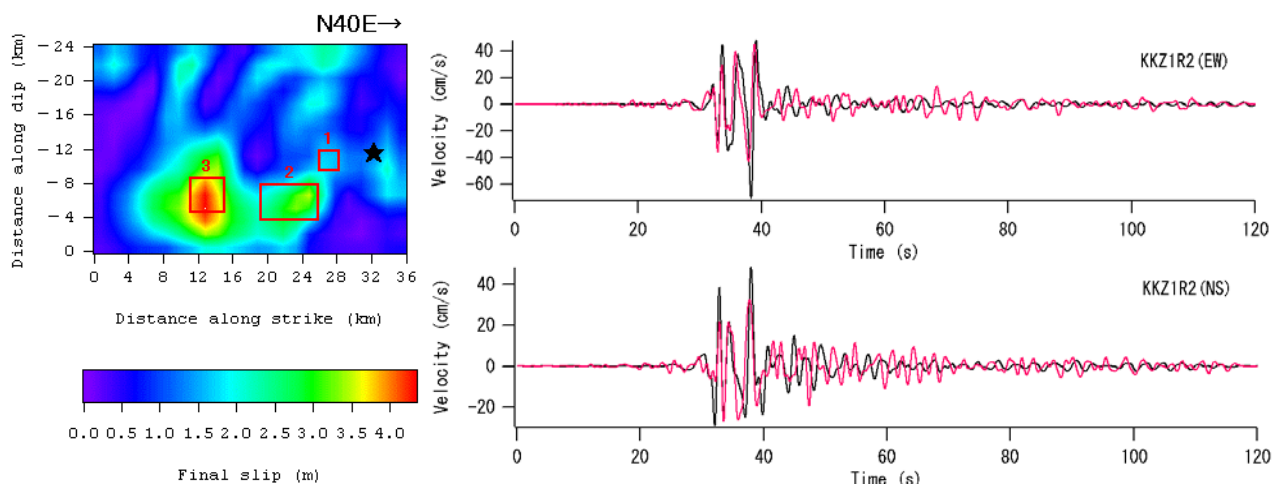


図 2 (左) 経験的グリーン関数を用いた波形インバージョン結果(カラー)と特性化震源モデル(長方形). ★は破壊開始点(北緯 138.608°, 東経 37.557°, 深さ 12km). 走向は 40°, 傾斜は 36°. (右) 特性化震源モデルによる 1 号機基礎版上における速度波形(0.2-1Hz)の計算結果(赤)と観測結果(黒).

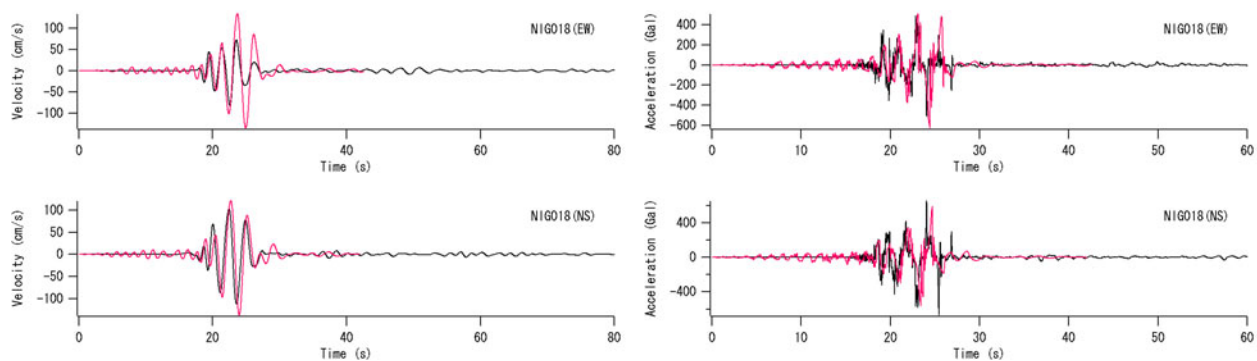


図 3 特性化震源モデルによる K-NET 柏崎における波形の計算結果(赤)と観測結果(黒). 左は速度(0.2-1Hz), 右は加速度.

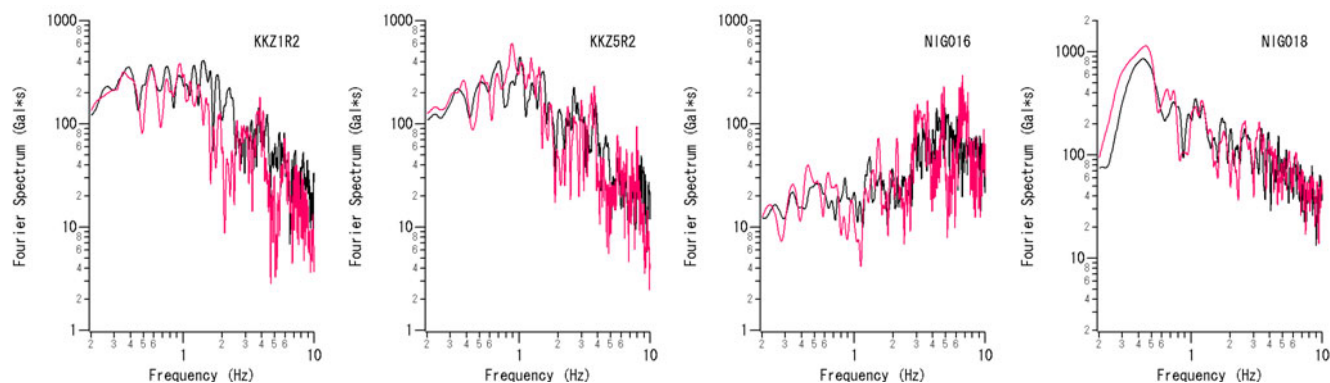


図 4 特性化震源モデルによる各地のフーリエスペクトルの計算結果(赤)と観測結果(黒). 左から順に 1 号機基礎版上, 5 号機基礎版上, K-NET 寺泊, K-NET 柏崎

用したような小さめのアスペリティを採用することが重要であると考えられる. なお, 本研究に使用した K-NET 観測点におけるサイト増幅特性と強震波形計算プログラムは公開されている^{3), 4)}.

謝辞: 本研究では東京電力(株)の強震記録, 独立行政法人防災科学技術研究所の強震記録と CMT 解を利用しています. 有効応力解析ではパシフィックコンサルタンツ(株)交通技術本部の佐藤成さんの助力を得ました. ここに記して謝意を表します.

参考文献: 1) 古和田他(1998), 日本建築学会構造系論文集, 514, pp. 97-104. 2) 野津他(2006), 土木学会論文集 A, 62, pp. 891-905. 3) 野津・菅野(2008), 港湾空港技術研究所資料, No. 1173. 4) 野津・長尾(2005), 港湾空港技術研究所資料, No. 1112. 5) 野津(2007), 土木学会地震工学論文集, 29 (CD-ROM).