

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の評価とそれを利用した強震動シミュレーション

Evaluation of site amplification factors at Kashiwazaki-Kariwa Nuclear Power Plant and its application to strong motion simulation

野津 厚 [1]

Atsushi Nozu[1]

[1] 港空研

[1] PARI

<http://www.pari.go.jp/bsh/jbn-kzo/shindo/index.htm>

2007年7月16日に発生した新潟県中越沖地震では、震源近傍の柏崎刈羽原子力発電所において強いパルス状の地震動を観測するなど、各地で強い揺れが生じた。地震後に実施された調査研究により、この地震は、南東傾斜の逆断層で生じたものであることがほぼ確定的となっている。今回観測されたような震源近傍での強いパルス状の地震動は、これまではフォワードディレクティブィティ効果として説明されることが多かったが、今回の地震の震源断層が南東傾斜であることを前提に考えると、強いパルス状の地震動をフォワードディレクティブィティ効果によって説明することができなくなる。そこで、今後の強震動予測のためにも、今回原子力発電所で観測された地震動が、どのような震源モデルを導入すれば説明できるのか、よく検討しておく必要がある。震源モデルの検討を行うための準備として、本研究では、まず、原子力発電所の敷地におけるサイト増幅特性の評価を行った。本研究で採用するサイト増幅特性の評価方法は、現地で得られた中小地震記録のフーリエスペクトルを、当該地震の震源特性と伝播経路特性で割るものである。この方法を適用するため、原子力発電所と、これを取り囲むように存在する K-NET (木下, 1998) の3地点 (寺泊, 長岡, 柏崎) で同時に観測されている余震をピックアップした。余震の震源スペクトルはオメガスクエアモデル (AKi, 1967) に従うと仮定し、K-NET の3地点における観測スペクトルが十分再現されるように震源スペクトルのチューニングを行った上で、この震源スペクトルから計算される基盤スペクトルで、原子力発電所における観測記録のフーリエスペクトルを割ることにより、原子力発電所の敷地におけるサイト増幅特性の評価を行った。その際、K-NET の3地点におけるサイト増幅特性としては既往の研究 (野津・長尾, 2005) のものを用いた。計算された原子力発電所の敷地におけるサイト増幅特性を図に示す。この図からわかるように、原子力発電所の敷地 (1号機~7号機の基礎版上) 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以下での倍率は10倍程度となっており、原子力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、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。同じ枠組みで評価され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。次に、ここで評価された経験的サイト増幅特性を利用し、原子力発電所における本震記録を再現するための強震動シミュレーションを実施した。その際、強震波形計算手法としては経験的サイト増幅・位相特性を利用する方法 (古和田他, 1998; 野津他, 2007; 野津・菅野, 2008) を用いた。この方法は、1995年兵庫県南部地震の震源近傍で観測されたパルス状の強震動を再現できる方法である (野津他, 2007)。震源モデルとしては、波形インバージョンの結果 (Nozu, 2008) を参照しながら、特性化震源モデルを構築することにした。波形インバージョンの結果によると、この地震の破壊は、大局的には破壊開始点から南西に向かって進展し、破壊開始点よりも約20kmほど南西の位置に最もすべり量の大きい部分が存在していたと推定される。この位置に、面積が小さくモーメントの大きい (言い換えれば応力降下量の大きい) 矩形のアスペリティを配置した特性化震源モデルを用いると、原子力発電所で観測された地震動を再現できることが確認された。ここで設定された矩形アスペリティは、そこで解放されたモーメントに比べて、かなり面積の小さいものとせざるを得なかった。著者は同様の方法で2007年能登半島地震の特性化震源モデルの構築も行っているが、震源近傍の複数地点で観測された速度波形を再現するためのアスペリティは、モーメントの割りにかなり面積の小さいものであった。このことは、強震動予測の将来にとって極めて重要であると考えられるので、今後、他の内陸地震についても検討を行い、こうした傾向がどの程度一般性を有するものであるか調べる必要がある。なお、本研究で用いた K-NET 観測点におけるサイト増幅特性の数値データと強震波形計算プログラムはそれぞれ港空研資料 No.1112 と No.1173 で公開されている。

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。関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

