

## 2004年新潟県中越地震の震源モデルと強震動シミュレーション, その2 表層地盤の非線形性を考慮した強震動シミュレーション

### Source modeling and strong ground motion simulation of the 2004 Mid Niigata prefecture earthquake, Part 2 Strong motion simulation

# 池田 隆明[1]; 釜江 克宏[2]; 三輪 滋[1]

# Takaaki Ikeda[1]; Katsuhiko Kamae[2]; Shigeru Miwa[1]

[1] 飛鳥建設・技研; [2] 京大・原子炉

[1] Tech. Res. Inst., TOBISHIMA Corp.; [2] KURRI

経験的グリーン関数法は適切な小地震動を経験的グリーン関数に用いることにより、サイト特性と伝播経路特性を適切に評価できることから、最も適切な地震動評価方法と考えられる。しかし、波形合成では小地震動を相似則に従い線形で重ね合わせるため、地盤が軟弱な地点や震源近傍のような強い地震動を受ける地点での強震動予測では、表層地盤の非線形特性の影響を考慮できない。

その1において、経験的グリーン関数法により2004年新潟県中越地震における震源近傍のK-NET観測地点を対象に強震動シミュレーションを行った。その結果、NIG020(小出:逆断層である震源断層の下盤側)ではほぼ観測記録が再現できたが、NIG019(小千谷:震源断層面の西側:上盤側)では合成結果が非常に過大評価となった。K-NETの地盤調査結果によると、NIG019の地盤はG.L.-3m程度で砂礫層( $V_s=380\text{m/s}$ )があらわれ比較的條件の良い地盤であるが、ごく表層は $V_s=100\text{m/s}$ の軟弱な埋土層であること、震源ごく近傍で大きな地震動を受けたため比較的 $V_s$ が大きい地層の非線形化も含め、観測された地震動は表層地盤の非線形特性の影響を受けている可能性がある。そのため、前述したNIG019における合成結果が観測結果を過大評価した理由が、地盤の非線形特性に起因すると考えられたため、ここではその影響について検討を行った。

検討の手順は、まず経験的グリーン関数法により合成された地表での地震動をNIG019地点の地盤モデル(線形)を用いて基盤まで引き戻し、その後表層地盤の非線形特性を考慮した地震応答解析により、地表の地震動を求めるものである。NIG019の地盤モデルの作成では、比較的 $V_s$ が大きい地層も非線形化したと考え、G.L.-20mまではK-NETの地盤調査結果を用い、それよりも深い部分は川瀬・松尾(2004)のインバージョン結果に基づき $V_s=3\text{km/s}$ を越える基盤が現れるG.L.-100m程度までを対象とした。地盤の非線形特性については地盤調査結果がないため、既往の経験的関係式から推定し、修正Ramberg-Osgoodモデルで表現した。

地盤の非線形特性を考慮することにより、地表で合成された地震動は大幅に低下し、加速度波形、速度波形ともに観測波形との一致度が大幅に向上した。応答スペクトルについても、表層の非線形性を考慮しない合成スペクトルは観測スペクトルに対して短周期側に大きな振幅が見られたが、地盤の非線形性を考慮することによりピーク周期が長周期化するとともに振幅も低下し、観測スペクトルとよく一致した。

これらの検討結果から、表層地盤の非線形特性の影響を受けた地点でも、その影響を考慮することにより経験的グリーン関数法が有効な強震動予測手法であることが確認された。NIG019以外にも、震源近傍では合成結果が観測結果を過大評価する地点があるため、今後同様の検討を行う予定である。

(独)防災科学技術研究所のK-NETのデータを使用した。ここに記して謝意を表します。また、本研究の一部は文部科学省科学技術振興調整費による「地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究」によって行われた。