

K-NET 強震観測データを用いた統計的グリーン関数の生成とそれによる福岡市における強震動予測

Statistical Green's function based on the K-NET strong motion data and its application to strong motion prediction in Fukuoka City

伊藤 茂郎[1], 川瀬 博[1]

Shigeo Itoh[1], Hiroshi Kawase[2]

[1] 九大・人間環境・都市共生

[1] Grad. School of Human-Env. Studies, Kyushu Univ., [2] Grad. School of Human-Environ. Studies, Kyushu Univ.

本研究では、統計的グリーン関数を用いた波形合成法による強震動予測をめざして、まず強震観測網 K-NET のデータを用いて中小地震の統計的性質を抽出し、次に 1997 年鹿児島県北西部地震に適用して統計的グリーン関数法の有効性を確認し、最後にその手法を用いて仮想福岡地震の強震動予測を行った。その結果、観測記録をよく再現する統計的経時特性・スペクトル特性が求められ、それを用いて鹿児島県北西部地震の強震動がよく再現できることが示された。仮想福岡地震の強震動予測では福岡市中心部で最大速度 100cm/sec に達すると予測された。これは兵庫県南部地震の強震動レベルよりも低いが、それは福岡の地盤が比較的良好であることによる。

近年、経験的グリーン関数法が強震動予測手法として注目されその有効性が検証されてきている。この手法は、従来の回帰スペクトルを用いた経験的手法では考慮できない断層の破壊過程の影響を表現でき、理論的手法において問題となる短周期領域まで地盤構造を直接知ることなく予測することが可能である。しかし、中小地震記録そのものを用いる場合記録がないと波形合成できないことから、多数の中小地震記録を統計解析し、その平均的特性を有する中小地震相当の波形を用いる統計的グリーン関数法が最近提案され予測に用いられるようになった。本研究では、まず防災科研の強震観測網 K-NET のデータを用いてその統計的地震動特性を抽出する。次に 1997 年鹿児島県北西部地震の強震動を評価し、半経験的手法の有効性を確認する。そして最後に統計的グリーン関数法を用いて仮想福岡地震の強震動予測を行う。

経験的方法により強震波形を生成するためには、経時特性とスペクトル特性が必要である。本研究で用いたデータは 25 地震、九州の K-NET 観測点 142 地点の 1,278×2 成分(NS,EW)である。経時特性については、まず Boore(1983)の包絡線関数 $W(t)$ でモデル化し、最小自乗法を用いて観測記録と $W(t)$ がフィッティングするようにパラメータ T_d と T_r の同定を行う。ここで T_d は地震動の継続時間、 T_r は最大値をとる時刻を表す。次に T_d と T_r をマグニチュード M と震源距離 X で重回帰する。またスペクトル特性については壇ら(1996)の二段階回帰分析手法を用いて分離を行った。こうして得られた統計的経時特性と統計的スペクトル特性は観測記録と良く対応していることを確認した。

次に、4つの手法で鹿児島県北西部地震の強震動を再現し、その妥当性を検証する。[手法1]は最大値を基準化する手法、[手法2]は統計的地震動特性をそのまま用いる手法、[手法3]は経験的グリーン関数法、[手法4]は統計的グリーン関数法である。波形合成には入倉ら(1997)の手法を用いる。断層モデルには三宅ら(1999)の最終モデルを用い、解析地点は震源断層を取り囲む KGS002(出水)、KGS004(阿久根)、KGS005(宮之城)、KGS007(川内)とした。断層の破壊進行方向に位置する KGS004 では周期 1 秒程度のやや短周期パルス波が明瞭に観測されている。[手法1]では、継続時間や周期特性がうまく再現できなかった。[手法2]では [手法1]と同じく周期 1 秒程度のやや短周期パルス波は再現できなかった。[手法3]では、最大値、継続時間ともほぼ同程度であり観測記録の周期 1 秒程度のパルス波もうまく再現できた。[手法4]でも観測記録のやや短周期パルス波をうまく再現できた。それ以外の地点については、どの手法でもある程度観測記録を説明できた。これらの結果は、破壊伝播によるディレクティブティの影響が大きい場所では点震源を仮定した従来型の経験的方法では限界があり断層モデルに基づいた半経験的手法が必要であることを示している。以上により、経験的グリーン関数法のみならず、統計的グリーン関数法を用いても強震動予測を行うことが可能となった。

最後に統計的グリーン関数法を用いて仮想福岡地震の強震動予測を行う。ここでは兵庫県南部地震とほぼ同じ規模の地震が発生すると仮定している。福岡市における町丁目ごとの強震動予測を行うために、まず基盤面(S波速度約 1km/sec)における強震動を求め、次に各町丁目の地盤特性を考慮して地表面の強震動を予測するという2段階の手法を用いた。まず、松島・川瀬(2000)の兵庫県南部地震の断層モデルを用いて強震動シミュレーションを行った。断層の破壊進行方向ほど大きな最大速度が得られており、「震災の帯」を形成した一つの要因であるディレクティブティの影響をうまく再現できた。次にこの断層モデルを警固断層に沿って配置し、各町丁目ごとの基盤面予測波形を計算する。その後表層の影響を考慮するために福岡地盤図に基づいて各町丁目ごとの基盤深さを推定した。この基盤深さを基に福岡市内の地盤の平均的な S 波速度構造を用いて、次元重複反射理論により地表面予

測波形を計算した。その結果、福岡市では最大でも100cm/s程度の最大速度となり兵庫県南部地震のような大被害は考えられないことが分かった。これは、福岡市の地盤が比較的良好であることによるものである。

本研究では、鹿児島県北西部地震の強震動評価を通してここで提案する統計的グリーン関数法の有用性を確認し、さらにその統計的グリーン関数法を用いて仮想福岡地震の強震動予測を行った。本研究の強震動予測プロセスを用いれば日本全国で同様のシミュレーションが可能となるが、想定地震の震源パラメータなど不確定な要因については、ばらつきなどを考慮して設定する必要があり、今後の課題と言えよう。