

理論的強震動予測における震源のモデル化と震源インバージョン

How do we use obtained source models from waveform inversion for theoretical prediction of strong ground motions?

岩田 知孝 [1], 関口 春子 [2]

Tomotaka Iwata [1], Haruko Sekiguchi [1]

[1] 京大・防災研, [2] 京大防災研

[1] DPRI, Kyoto Univ.

理論的強震動予測には震源のモデリングが必要不可欠である。震源インバージョンによって得られた不均質な震源モデルを理論的強震動予測手法の際の震源モデル構築に役立てるために、1995年兵庫県南部地震のいくつかの震源モデルを比較し、モデリングの際の長短所について議論を行った。震源近傍の地震記録を用いることは分解能の向上が期待されるが、断層上の一部分に大きな感度をもつため局所的にモデルにバイアスを与えるおそれがある。このため震源インバージョン結果に基づく理論的強震動予測のための震源パラメータの拘束に注意する必要があり、強震動予測のための震源モデルとしては特性化した震源モデルを構築する必要がある。

はじめに

1995年兵庫県南部地震においては震源域を含め数多くの強震記録が得られ、測地データや遠地地震波記録と組み合わせる震源インバージョンがなされ比較された（例えば武村, 1996）。それによれば、明石直下からRadialに破壊が進展したこと、破壊開始点、野島断層、神戸市街地下のやや深部に3つの大きな滑りがあった領域があること、が地震学的にみた兵庫県南部地震の震源モデルとして一致した意見となっている。

一方、地震後に行われた神戸市域の地下構造探査に基づく3次元地盤構造モデルと、震源モデルの組み合わせによって主に理論的手法による地震動評価を行う研究がなされ、特に震源域における強震動評価において、理論的強震動予測手法が経験的予測手法のレベルに達しつつあることが認識された。これをうけて98年12月第2回ESG国際シンポジウムにおいては1995年兵庫県南部地震時の震源及び地下構造情報をもとに震源域の地震動同時シミュレーション実験（強震動評価）が19パーティーの参加で行われた（LOC of 2ESG, 1998）。2～3次元地下構造による波動モデリング、非線形効果の導入、統計的強震動予測手法など様々な強震動評価手法による地震動シミュレーションの比較検討は、理論的強震動予測手法の実現性をへの方向性をより明確にしたと同時に、震源、深部地下構造、表層構造のモデリング精度や拘束、及び計算手法のValidationの必要性を明らかにした。

地下構造のモデルについては、地震波探査手法から得られる構造断面を初期モデルとして、実際に観測されている（入射波動場が比較的簡単と考えられる地震の）地震動データのモデリングを通して、改良地下構造モデルを構築が必要であるが、最近では関東平野（例えばSato et al., 1998）や大阪平野（Hatayama et al., 1995）、神戸のエッジ近傍（例えばMatsushima et al., 1998; Pitarka et al., 1996; 工藤・他, 1998）をターゲットとした研究が始められた。

本研究においては、3次元地下構造モデルとの組み合わせによる神戸～阪神間の波動シミュレーションによる知見も含めて、得られているいくつかの震源モデルを検討して精度よい理論的強震動予測を達成するための震源の特性化についての考察を行う。

強震波形を用いた震源インバージョンによる断層モデル

ここでは、Sekiguchi et al.(1996), Sekiguchi et al.(1998a, b)の震源モデルを用いた議論を行う。それぞれ、0.1-1.0Hz 変位記録点震源、0.1-1.0Hz速度記録点震源、0.1-1.0Hz速度記録とConvolution法で震源インバージョンされた震源モデルである。Convolution法は小断層を点震源で置き換えた時にそのSparsenessを解消するために、Fraunhofer近似のもとで小断層内の破壊進展を仮定して、滑らかなすべり分布を推定する方法である。推定された3つの震源モデルの破壊様式を見ると、先に示した3つのアスペリティについてはその位置、出現時間が同様であるが、アスペリティ内のすべりの空間分布や形状などに差異が見られる。Sekiguchi96モデルに対してSekiguchi98a,bモデルの、特に神戸市側のアスペリティが浅くなり、その周辺部のすべり分布が複雑になっているのは、後者が震源断層東側の観測点記録をターゲット記録として増やした影響とも考えられる。震源インバージョンにおいて、震源近傍の地震記録を用いることは分解能の向上が期待されるが、断層上の一部分に大きな感度をもつため局所的にモデルにバイアスを与えるおそれがあるというジレンマをうむ。このため震源インバージョン結果に基づく理論的強震動予測のための震源パラメータの拘束に注意しなくてはならない。

最近、震源インバージョンによって求められた複雑な震源モデルからFinite extent sourceに置き換え、理論的（入倉, 1996; Matsushima and Kawase, 1998）または経験的グリーン関数法（Kamae and Irikura, 1998）によって震源近傍の地震動を評価し成功を収めている。兵庫県南部地震の場合には観測記録の方向が限られているため、

この手法のValidationは他の地震記録データセットで試される必要があるが、Finite extent fault に特性化した震源のモデリングが解決法のひとつであると考えられる。