

東北地方太平洋沖地震の破壊域逐次推定

山本俊六（鉄道総合技術研究所）

1. はじめに

巨大地震の破壊域の即時的な推定結果は、津波予測や震源からやや離れた地域の強震動推定などに利用できる可能性があり、防災上極めて重要な課題である。このような背景のもと、山本・他(2008,2009)は、破壊域の即時推定を目的として、震度の空間分布を利用した推定手法を提案した。

この手法は、正しい破壊域を仮定した場合（実際の破壊域を仮定した場合）の推定震度分布は、誤った破壊域を仮定した場合（実際の破壊域外に破壊域を仮定した場合）の推定震度分布に比べ、推定誤差が平均的に減少する原理を利用している。具体的には、任意の評価点で破壊が発生した場合の震度分布を、震度の距離減衰式を利用して推定し、実際に観測された震度分布との残差の大小から、評価点で破壊が発生したことの確からしさを評価するものである。この際、評価点の位置を変化させ、それぞれの評価点の持つ平均推定残差の空間的に分布させることにより、破壊域の面的イメージングが可能となる。

一方、距離減衰式の単位距離当たりの分解能は距離の増加に伴い相対的に低下するため、評価点と観測点の距離が大きな場合に、平均推定残差がやや不安定になるケースがあることが明らかになった。従って、ここでは上記の手法を大幅に見直し、評価点近傍の観測点を自動的に選択して、これらのデータのみを使用することにより、より安定した破壊域推定を行う手法を開発した。以下、新しい手法の詳細と2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震を対象としたリアルタイムシミュレーションの結果などについて述べる。

2. 破壊域逐次推定手法

解析に必要なデータは、震源と各観測点においてリアルタイムで算出される震度である。これらの情報が緊急地震速報などの即時システムや地震観測網から入手できることが前提である。

はじめに評価領域を一定間隔にグリッド化し、利用できるN個の観測点をN個のサブネットにグルーピングする。この時、1つのサブネットはそれぞれ距離の近いM観測点から構成される。次に評価点に近いL個のサブネットを選択し、評価点を震源とした場合に各サブネットの震度推定残差を最小にする震度マグニチュードと最小となる推定残差をグリッドサーチで求め、L個の推定残差の平均値を評価点の値とする。震度の推定は、国土数値情報に基づく1kmメッシュの地盤増幅率情報を使い工学基盤上の値に変換した後、震度マグニチュードの距離減衰式を用いて行った。

上記の操作を全評価点に関して行うことにより、平均推定誤差の空間分布が作成される。平均推定残差の小さな点は破壊域である可能性が高いため、最終的に平均推定残差が事前に定めた閾値以下である評価点を破壊域としてイメージングする。また観測データは逐次数や値が更新されるため、本手法によるイメージング結果もこれに伴い更新される。

3. 東北地方太平洋沖地震(Mw=9.0)への適用

上記の手法を、東北地方太平洋沖地震で記録されたK-NETによるリアルタイム震度(功刀・他,2008)のデータに適用する。観測点数Nは15~252点、サブネットを構成する観測点数Mは15点、評価点の平均推定残差の計算に利用するサブネット数Lは15とした。利用観測点の条件は、S波が到達し、かつリアルタイム震度が1.0以上となったものとした。また評価点が破壊域に含まれると判断する平均推定残差の閾値として0.7を用いた(山本・他,2009)。

図1に、地震発生後75秒後と135秒後の推定結果例を示す。図より、破壊域が宮城県沖から、福島

県沖に時間をかけて広がったこと、135 秒後には地震の破壊域が 200km 程度となったことなどが分かる。

4. 岩手・宮城内陸地震(Mj=7.2)への適用

次に、内陸型の地震に対する適用性を確認するため、岩手・宮城内陸地震を扱い解析を行った。ここでは K-NET および Kik-NET で記録された震度（最終値）を用いて、オフラインでの解析を実施した。観測点数Nは 252，その他の係数，閾値は前章と同一である。図 2 に解析結果を示す。図より、震源のやや南側に小規模な破壊域がイメージされていることが分かり、観測網の内部で地震が発生した場合も、本手法が適用可能であることが確認できた。

5. まとめ

点震源による震度の推定残差分布を利用した破壊域推定手法を提案し、東北地方太平洋沖地震などに適用したところ、良好な結果を得た。今後様々なケーススタディーを実施し、手法の信頼性を検証したい。

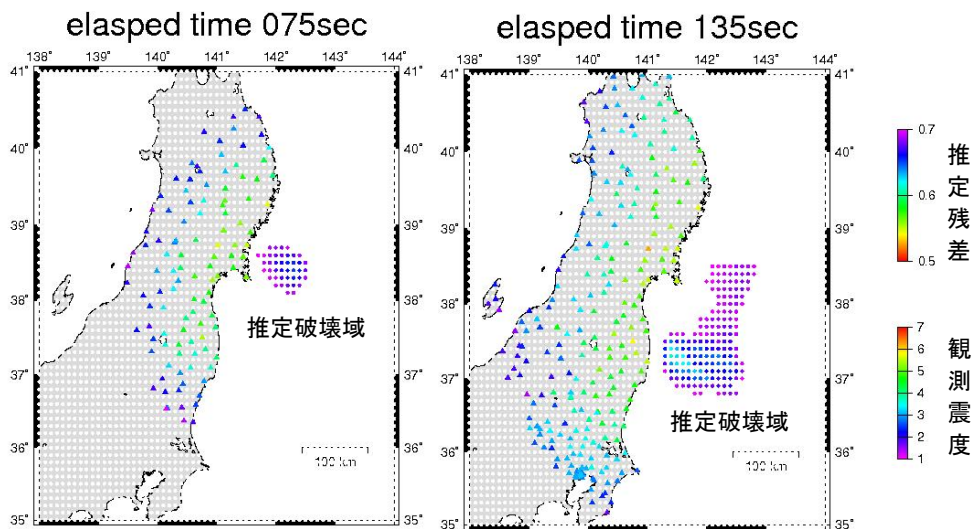


図 1 東北地方太平洋沖地震への適用例（推定破壊域と観測震度）

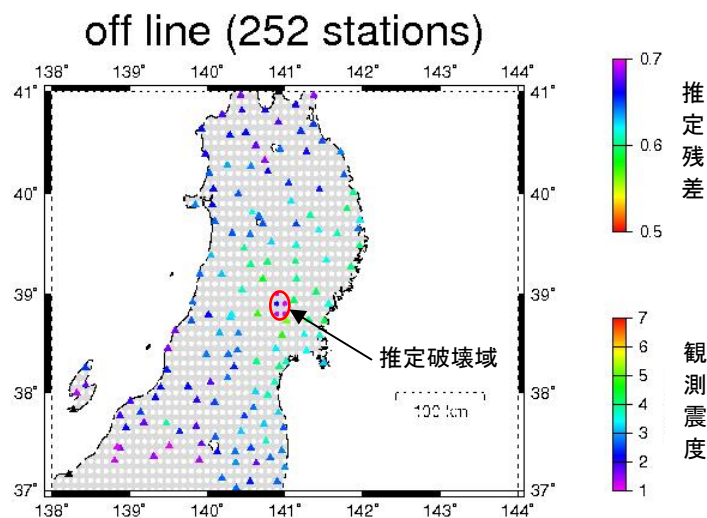


図 2 岩手・宮城内陸地震への適用例（推定破壊域と観測震度）