

震源の面的広がりを瞬時に推定するためのアルゴリズム開発

■ 背景: 巨大地震に備えて

東海、東南海、南海地域では、過去に巨大地震が繰り返し発生しており、これらの地震の30年発生確率は、それぞれ、84%、50%、40%だと見積もられています。過去の地震の調査結果や、シミュレーションの結果は、これらの巨大地震が同時に発生する場合もあることを示しています。同時に発生すると、600 kmにもわたる領域が滑ることから、2004年スマトラ沖地震に匹敵する規模の地震になります。この場合には、東海地域から四国にかけての広い範囲で、5~10分程度で数メートル以上の津波が来襲し、甚大な被害をもたらす可能性があります。津波被害軽減には、正確な津波情報が不可欠です。

現在の緊急地震速報では、点震源が求められるのですが、震源域の広がりが即時的に求められれば、大津波の到着時間と波高を正確に予測できます。また、アスペリティーとは地震発生前に断層面の固着が強いところで、地震の時、応力降下が大きく、大きな加速度をもつ強震動を発生させる領域のことですが、震源近くの震度予測の精度向上には、断層面上でのアスペリティーの分布、破壊フロントの時空間分布をリアルタイムで求める必要があります。

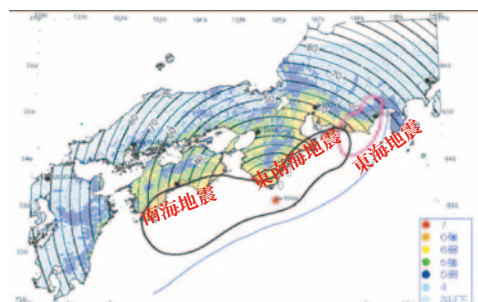


図1 想定東海、東南海、南海地震の震源領域とP波到着時間と予測震度の分布図。

■ アスペリティーの即時決定

従来の波形インバージョン手法を利用して、震源の面的広がりを自動的に決める場合、まず線震源を仮定して、CMT解から断層面を決めます。次に破壊速度を変え、データを最も満足する断層モデルを決定します。この計算は、約30分の時間を必要とします。アスペリティー分布を瞬時に推定するには、単純で、安定した解が得られる計算手法の開発が必要です。

原理: Kirchhoff Migration

新たなtechnique:

1. 一次元水平速度構造に適用するP波走時計算アルゴリズムの開発 (高速、robust)
2. Local Hilbert 変換で、波形envelopeを計算
3. P波初動振幅によるnodal planeの決定
4. 幾何学的拡大効果の補正
5. radiation patternの補正

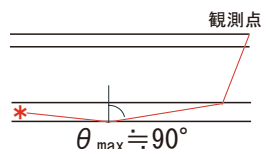


図2 P(=sin θ / Vp)の代わりに tan θ をパラメータとしての走時計算手法; θ_{max}が90°に近づく、Pを直接解くと解は不安定となる。

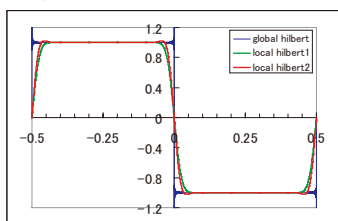


図3 Maxflat filter (NP=68)を利用して、Local Hilbert変換アルゴリズムを開発。従来のglobal Hilbert変換に比べ、Time Windowが短く、長周期ノイズの影響が小さい。

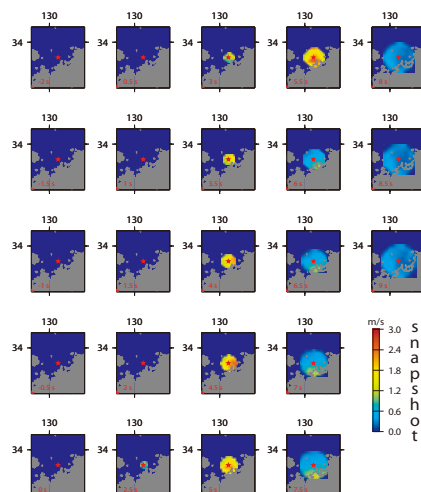


図4 2005年福岡県西方沖地震のアスペリティーが震源の東側にあることがわかりました。

■ Local Array解析法の提案

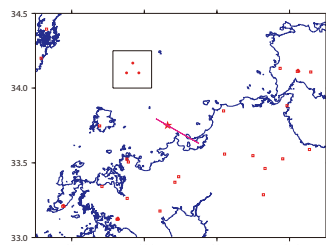


図5 仮想Local Arrayと目標地震。

Local Array (3点以上) データを使って、位相のわずかなずれを検出し、地震波の到来方向を決定することができます。これを連続的に行うと、大地震の破壊進行方向が決められます。例として、2005年福岡県西方沖地震(左図)の local array (1 km間隔)での理論波形を計算し、これらの波形の位相のずれから、波の到来方向を求めました(右図)。波の持続時間を考慮すると、破壊進行方向が推定できます。

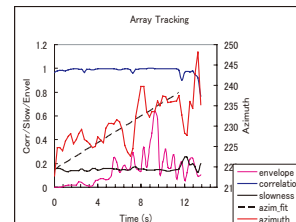


図6 Local Arrayにおける位相のずれから推定した波の到来方位(破壊は西から東に進行していることを示す)。

■ 特定巨大地震の震源モデルに対応する波形データベースの構築(計画)

特定震源領域に対して、歴史地震から得られたアスペリティーマップをもとに、異なる破壊開始点を仮定して、シミュレーション波形を計算します。各震源モデルによる各観測点での波形の特徴をうまく抽出し、データベースを作ります。地震発生時には、データベースの中で観測波形の特徴と一番似ているモデルを選ぶことにより、震源域が推定できます。