

震源断層面の形状を考慮した津波インバージョン解析

藤原了、是永真理子、田宮貴洋、秋山伸一

(伊藤藤忠テクノソリューションズ(株))

Tsunami inversion analysis considering fault plane geometry

Satoru Fujihara, Mariko Korenaga, Takahiro Tamiya,

Shinichi Akiyama

(ITOCHU Techno-Solutions Corporation)

2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)により引き起こされた巨大津波の発生メカニズムを究明することは防災上重要な課題と言える。従来、津波の波源を設定する場合、海底地盤は均質な弾性体とし、波源となる断層は平面として仮定される場合が多かった。しかしながら、実際の地下構造は複雑な3次元形状である。また、今回の東北地震の震源は日本海溝に沿ったプレート境界上に存在すると考えられている。すなわち、震源断層は単純な平面ではなく、プレート境界に沿った複雑な形状を有するものと考えられる。

そこで、本報告では、2011年東北地方太平洋沖地震を対象に、震源断層としてこれまであまり試みてこられなかったプレート形状を考慮した津波インバージョン解析を報告する。ここでは、マルチタイムウインドウ津波波形インバージョン解析の手法(例えば、藤井・その他(2012)など)を用いて、2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)の滑り分布解析を行う。本解析では、藤井・その他(2012)を参照し、各小断層に30秒のDurationを持つTime Window数を5つ、破壊伝播速度は2.0kmと解析条件を設定する。震源断層帯の幾何学情報については、例えば、長・桑原(2011)の日本海溝付近の3次元プレート情報を参照して、プレート面に沿うように断層モデルを設定する。一方、インバージョン解析に用いる観測点については、震源断層エリアに近く、また比較的検知能力の高いとされるGPS波浪計を6点選定し観測記録を用いる。

インバージョン解析の結果、断層面を平面と仮定した解析では、岩手沖・宮城沖・福島沖の観測波形のフィッティングを统一的に説明することが困難であるのに対し、3次元プレート形状を考慮した今回の解析では、より観測記録を説明するのに適した震源断層モデルで構築できることがわかった。これは、3次元プレート形状を考慮したモデルでは、津波波源に作用する変位

成分をより適切に表現できる事が要因と考えられる。

今回の解析では形状を考慮した断層モデルに着目したが、同様に、3次元地下構造情報を考慮した震源再決定や破壊伝播速度の再評価なども、破壊開始時間や津波波形振幅計算などに大きな影響を与えると考えられる、それらの問題については、今後の課題としたい。

(参考文献)

長郁夫、桑原保人、2011: 日本列島の応力蓄積過程をモデル化するための予備解析、活断層・古地震研究報告、No. 11、p.331-350

藤井雄士郎、佐竹健治、原田智也、行谷佑一、2012: 2011年東北地方太平洋沖地震のマルチタイムウインドウ津波波形インバージョン、日本地球惑星科学連合2012年連合大会

[謝辞] 解析にはNOWPHASのGPS波浪計・観測津波波形を使用させて頂きました。記して感謝致します。

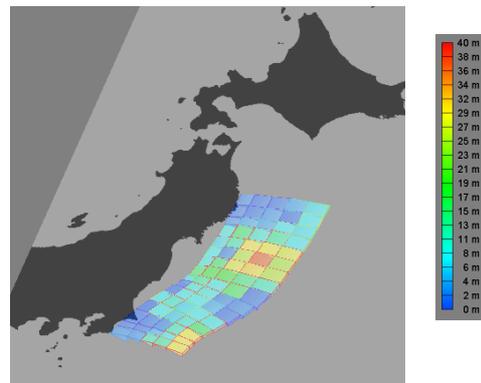


図1: 滑り分布モデル (2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0))

震源断層面の形状を考慮した津波インバージョン解析

Tsunami inversion analysis considering fault plane geometry

藤原了、是永真理子、田宮貴洋、秋山伸一(伊藤忠テクノソリューションズ株式会社)
Satoru Fujihara, Mariko Korenaga, Takahiro Tamiya, Shinichi Akiyama

はじめに

- はじめに、 2011年東北地方太平洋沖地震(M9.1)の巨大津波発生メカニズムを究明する事は防災上重要な課題。
- 従来、 津波波源の設定の際、震源断層帯は平面として仮定される場合が多かった (Horikawa, 2004)。
- しかし、 2011年東北地方太平洋沖地震の震源断層帯はプレート境界上に沿った複雑形状を有するものと考えられる。
- したがって、 断層面の形状を考慮した震源断層帯の設定は、津波の高精度予測にとって重要な課題と言える。
- 本報告では、 2011年東北地方太平洋沖地震を対象に、プレート形状を考慮した津波インバージョン解析を報告する。

解析方法

- マルチタイムウィンドウ津波波形インバージョン(例: 藤井・他(2012))
- 震源断層帯を80枚の小断層に分割
- 各小断層に30秒のDurationを持つTime Window数を5つ設定
- 破壊伝播速度、2.0km/s
- 震源断層帯の幾何学情報: 日本海溝付近の3次元プレート構造(長・桑原, 2011) 水平プレート形状 (Fuji et al, 2011)
- 浅水長波理論に基づく津波グリーン関数を有限差分法により算出

解析結果

- 「マルチタイムウィンドウ解析と静的解析の比較」
- 2つのマルチタイムウィンドウ解析は、破壊伝播効果を考慮しない静的解析よりも、観測波形をより良く説明できる。
- 「断層帯幾何の比較: マルチタイムウィンドウ解析における3次元プレート形状モデルの方と水平プレート形状モデル」
- 3次元プレート形状モデルの方が水平プレート形状モデルよりも、福島県沖や岩手県北部沖の波形や各観測点の細かい後続フェーズを含め、観測波形をより精度良く説明している。
- 「考察」
- 3次元プレート形状を考慮したモデルでは、津波波源に作用する変位成分をより適切に表現できると考えられる。
- 以上により、3次元プレート形状を考慮する事により、津波を再現する初期水位分布を適切に設定できる可能性が示された。

観測データ

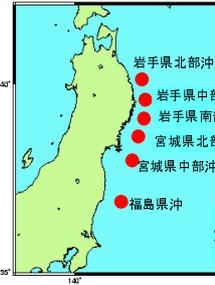


図1: GPS波浪計・観測点分布図
震源エリアに近く、比較的検知能力の高いとされるGPS波浪計を6点選定

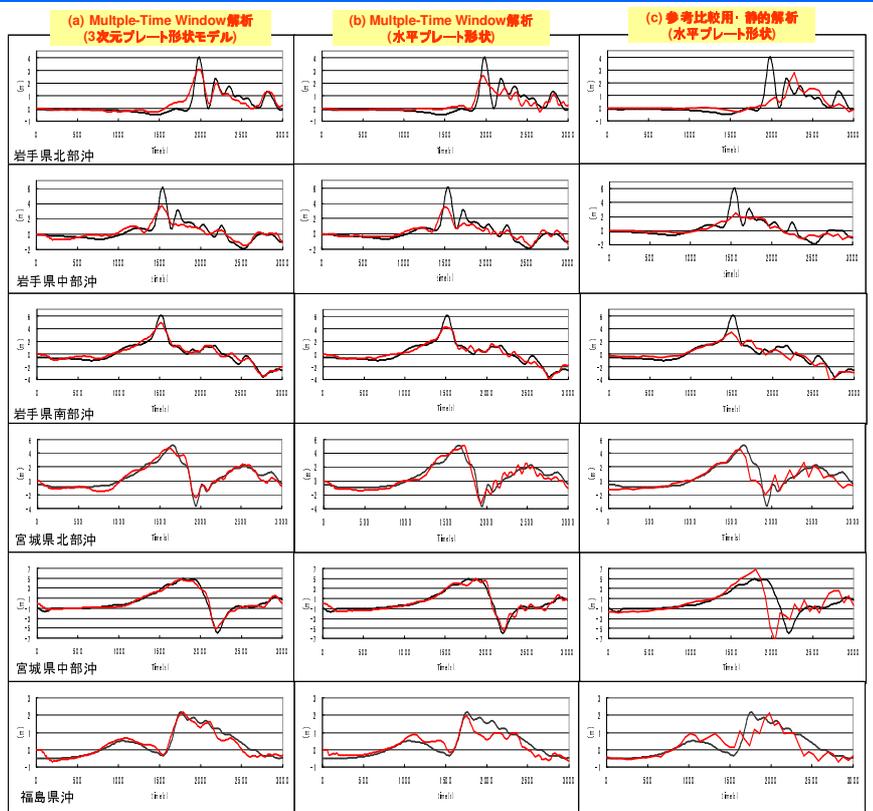


図2: 津波波形比較(黒線が観測、赤色線が理論津波波形): (a) Multiple-Time Window解析(3次元プレート形状モデル)、(b) Multiple-Time Window解析(水平プレート形状)、(c) 参考比較用・静的解析(水平プレート形状)

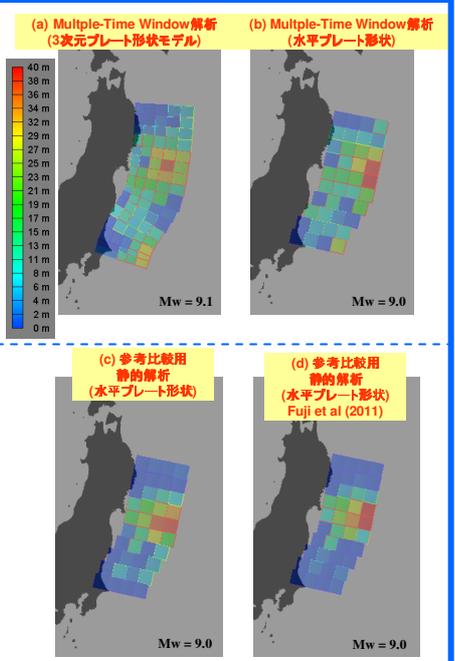


図3: 地震発生時滑り分布
(a) Multiple-Time Window解析(3次元プレート形状)
(b) Multiple-Time Window解析(水平プレート形状)
(c) 参考比較用・静的解析(水平プレート形状)
(d) 参考比較用・静的解析(水平プレート形状) Fuji, et al (2011)

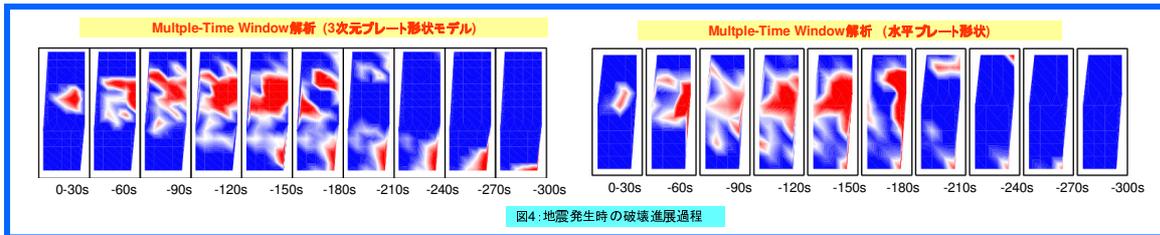


図4: 地震発生時の破壊進展過程

まとめ

- 可能性の示唆: 3次元プレート形状を考慮した解析による、観測記録をより良く説明する震源断層モデルの構築
- 今後の課題: 3次元地下構造を考慮した震源再決定や破壊伝播速度の再評価など

謝辞

本解析では、GEBCO(General Bathymetric Chart of the Oceans)の海底地形データ及び国土交通省港湾局全国港湾海洋波浪情報観測網のGPS波浪計津波波形を使用させて頂きました。一部の作図には、ハワイ大学のGMT(Generic Mapping Tools)を使用させて頂きました。記して感謝します。