

共役断層面を考慮した2008年岩手・宮城内陸地震の震源過程の再検討と強震動

Source process of the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake considering the conjugate faults and its relation to strong motion

*引間 和人¹、中村 亮一²

*Kazuhito Hikima¹, Ryoichi Nakamura²

1.東京電力、2.東電設計および東大地震研

1.TEPCO, 2.TEPSCO and ERI, Univ. of Tokyo

【はじめに】

K-NETが構築されて以降、KiK-net等も含めて強震観測点は飛躍的に増加し、国内で大規模な内陸地震が発生した場合に断層近傍で複数の強震記録が得られることも多い。それらを使い詳細な震源過程解析が可能となり、いくつかの地震では断層面そのものが複雑な形状を有することが明らかになってきた。そのような例として、2008年岩手・宮城内陸地震(Mj 7.2)ではKiK-net一関西(IWTH25)をはじめ、震源近傍で1Gを超える大振幅の地震動が観測されている。引間・瀬藤(2013)では、Abe et al.(2013)がInSARデータから推定した西・東傾斜の曲面からなる共役断層面を参考に、複数平面を設定して強震波形・測地データを使い地震時のすべり分布を求め、東傾斜の断層面上にも大きなすべりが存在する結果を得た。本稿では、若干の改良を加えた解析プログラムでの再解析結果を示し、あらためて東傾斜の断層面の必要性について議論する。また、共役断層面を有する複雑な断層形状が震源域の強震動に及ぼす影響についても考察を行った。

【解析条件】

今回設定した断層面は、基本的には引間・瀬藤(2013)で設定した面と同様である。西傾斜の断層面は2枚の平面からなり、全長42kmである。東傾斜の断層面はAbe et al.(2013)の曲面を全長20kmの平面に近似した。なお、引間・他(2008)で本震および地震発生後4週間の余震をDD法により再決定しており、断層面もそれらに対応するように設定している。また、断層南部での余震分布を考慮して、断層面の一部を西にシフトした設定でも解析を行った。この場合は4枚の平面で構成される。

解析に使用するデータはこれまでの解析とほぼ同じである。強震波形は防災科研K-NETおよびKiK-netで観測された加速度波形に0.03~0.5Hzのバンドパスフィルタをかけ積分した速度波形を用いた。グリーン関数を計算するための一次元水平成層構造は、余震波形を用いた波形インバージョンにより観測点ごとに設定した。また、国土地理院GEONETによるGPS観測値も解析に使用した。震源インバージョン解析はマルチタイムウィンドウ法[Yoshida et al.(1996), 引間(2012)]により行った。なお、断層浅部の推定結果への影響を低減するため、今回は断層周囲のすべり量を0とする拘束条件は断層上端には設定しない。

【解析結果・考察】

前回同様に、東傾斜の断層面上のやや深部に大きなすべりが存在する結果が得られた。また、東傾斜断層の必要性を検証するため、西傾斜断層のみの解析についても条件をほぼ揃えて今回あらためて解析を行った。以下、これらの比較など結果の特徴についていくつか記す。

*観測波形の再現性

東+西断層面ではパラメータが増えているために一概に比較はできないが、東傾斜を設定した解析では全般的に観測波形との一致は良い。特に断層直上のIWTH25では西傾斜のみよりも観測波形の再現は格段に良好である。

*震源近傍の地殻変動

震源の極近傍のGPS観測点である栗駒2での観測値の再現は東+西断層面の方が良好である。さらに、震源近傍での強震波形を積分した永久変位を含む波形と、計算波形とを比較した。変位波形は積分条件により多少の任意性はあるものの、少なくとも断層直上のIWTH25で推定される1.5m程度の隆起は東+西断層面の結果により十分に再現されることを確認した。

*余震分布との対応

断層面は再決定した震源位置をもとに設定しており、気象庁一元化震源に基づく他の解析よりも全体的に浅部に位置している。また、Yoshida et al.(2014)は本震・余震の震源再決定をしているが、断層面はそれらとも

概ね対応しており、余震にも東傾斜に並ぶ分布が見られる。

＊断層面での応力降下量

西傾斜だけでも、観測波形をある程度再現することは可能であるが、そのためには大きなすべり量が必要である。西傾斜だけの結果から計算される応力降下は最大で約30MPa、大すべり域の平均でも約25MPaとなるのに対して、東+西断層では最大は約25MPaであるが、大すべり域の平均では15MPa程度と標準的な値になる。

以上、観測値との対応や推定される物性値の観点などから、共役断層面を仮定した結果の説明性が良く、東傾斜の断層面が存在する可能性は高いと考えられる。

【強震動との関連】

実際に共役断層面が存在する場合、震源域の強震動に与える影響はどのようなものであろうか。簡便な検討として、すべり分布から等価震源距離[Ohno et al.(1993)]を計算し比較した。その結果、断層面から離れた場所では、東+西断層、西断層のみによる距離はほぼ同じであり、断層面の直上付近でも、共役断層面に挟まれた領域では1~2km程度の差はあるが違いは大きくないことが確認できた。詳細な検討には強震動シミュレーションなどの必要はあるが、大すべり域は共役断層面が交差する付近に位置しているために、共役断層面が強震動に与える影響は限定的なものと考えられる。

※ 既往研究

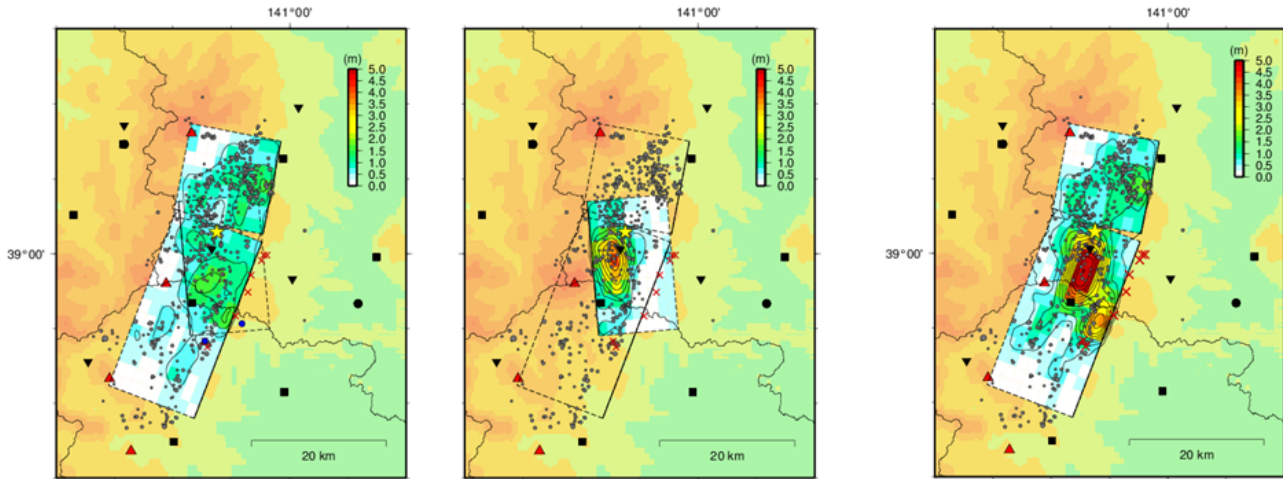
引間・瀬瀬・宮崎：強震波形と測地データから推定した2008年岩手・宮城内陸地震の震源過程，日本地震学会2008年秋季大会予稿集，A11-09，2008。

引間・瀬瀬：2008年岩手・宮城内陸地震の震源過程～東・西傾斜の複数枚断層を仮定した再解析～，日本地震学会2013年秋季大会予稿集，B3202，2013。

キーワード：2008年岩手・宮城内陸地震、震源過程、内陸地殻内地震、震源近傍、強震動

Keywords: 2008 Iwate-Miyagi nairiku earthquake, Source process, Crustal earthquake, Near fault, Strong motion

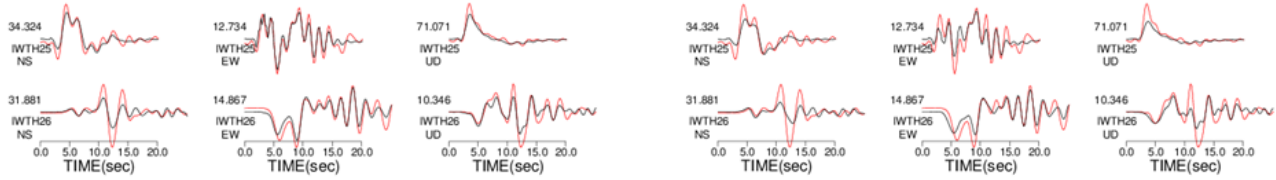
Slip distribution



Conjugate fault model
 $M_0 = 2.55 \times 10^{19}$ Nm (M_w 6.9)

West-dipping model
 $M_0 = 2.54 \times 10^{19}$ Nm (M_w 6.9)

Example of Synthetic waveforms



Velocity waveforms at IWTH25 and IWTH26 (Red: obs., Black: syn.)