

各種震源過程結果を用いた 2011 年東北地方太平洋沖地震における強震観測記録の再現性について

正会員 ○渡辺 莉奈^{*1}正会員 平井 敬^{*1}正会員 護 雅史^{*2}正会員 福和 伸夫^{*3}強震動予測 経験的グリーン関数法 アスぺリティ
震源過程 2011 年東北地方太平洋沖地震

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震は、津波や原子力発電所事故による複合災害が大きく取り上げられているが、地震動の観点からは、「 $M_w 9.0$ 」「震度 6 強が広域で観測されたこと」「長周期地震動」「50m に及ぶ断層すべり」などが注目された。この地震においては、様々な研究者によって震源過程のモデルが提案されている。そこで、本論では、東北地方太平洋沖地震で解析された様々な震源過程の一部を抽出し、推定されている断層すべり分布から断層モデルを設定し、経験的グリーン関数法により波形合成を行い、推定震源過程からの強震動の再現性を検討する。

2. 経験的グリーン関数法による波形合成

本節では、web 上で断層すべり量データが公開されている八木⁽¹⁾による震源過程を一検討例として、経験的グリーン関数法によって波形合成を行うことにより当該モデルの強震動記録の再現性について検討する。東北地方太平洋沖地震の前震とされる 3 月 9 日 11:45 に発生した $M7.3$ の地震を

グリーン関数とし、図 1 に示した八木による震源過程の断層すべり量分布に基づき震源断層モデルを作成し、3 月 11 日の本震を再現して、観測波形と比較することで推定震源過程からの強震記録の再現性について検討した。

八木の震源過程に基づいて作成した震源断層パラメータを表 1 に示す。要素地震は、2011 年 3 月 9 日 11:45 に発生した地震を用いた。表 1 に震源断層パラメータを併せて示す。

ここで、要素地震の断層面積 S 、平均応力降下量 $\Delta\sigma_c$ 、平均すべり量 \bar{D} は、以下の式に従って求めた。

$$S = 10^{M_w - 4.0} \quad \dots(1)$$

$$\Delta\sigma_c = 7\pi^{3/2} \cdot M_0 / 16 \cdot S^{3/2} \quad \dots(2)$$

$$\bar{D} = M_0 / \mu S \quad \dots(3)$$

今回の地震では、震度 6 強が広域で観測されていることから、強震動を合成するサイトを図 4 に示す北海道から関東地方にかけての 5 点とした。各サイトでの要素地震の加速度波形の NS 成分を図 4 に示す。

以上をもとに、次のように断層モデルを設定する。まず、スケーリング則に基づき大断層の分割数を求める。今回想定する大断層は長さ×幅が 520×200 [km] と長方形であり、分割する小断層がほぼ面積の等しい正方形となるように、長さ方向に 13 個、幅方向に 5 個ずつに分割することとした。八木が推定に用いているメッシュサイズは、本検討で用いるサイズに比べて小さいため、検討に用いる各小断層のすべり量は、小断層に含まれる全メッシュのすべり量の平均値を用いることとした。また、各小断層の応力降下量は、断層全体での平均応力降下量が、海溝型地震の標準的値であ

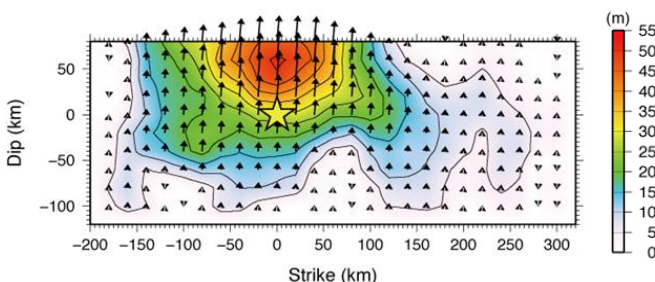


図 1 八木モデルの断層すべり量

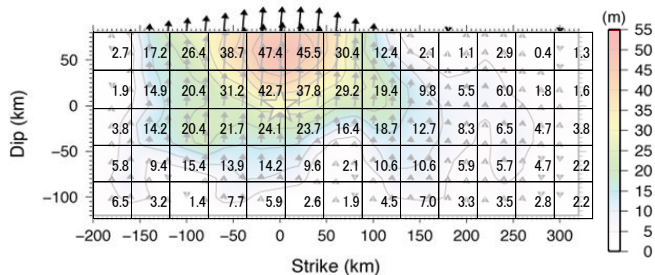


図 2 八木の震源過程から求めたすべり量分布[m]

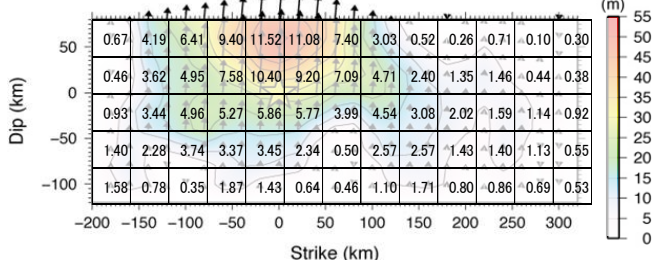


図 3 八木の震源過程から求めた応力降下量[MPa]

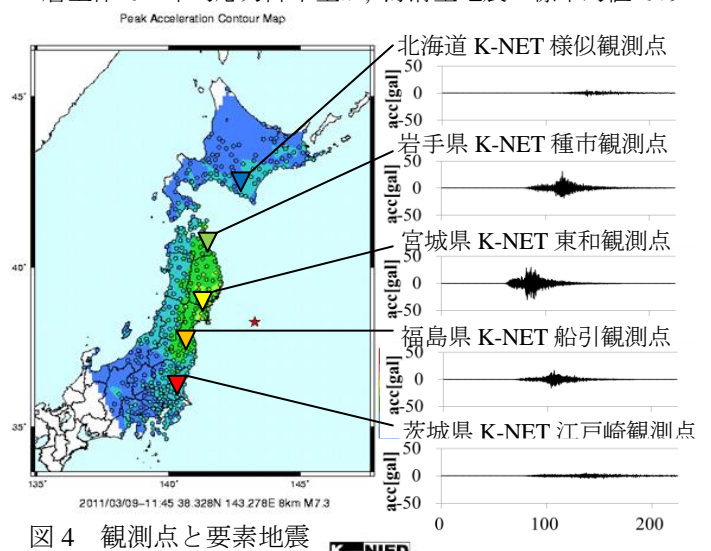


図 4 観測点と要素地震

表 1 八木モデルの震源断層パラメータ

震源	緯度[°]	38.103	38.328
	経度[°]	142.86	143.278
	深さ[km]	22	8
	断層長さ[km]×幅[km]	520×200	1995.3
断層パラメータ	走向[°]	200	190
	傾斜[°]	12	12
	平均すべり角[°]	85	70
地震規模 M_w		9.1	7.3
地震モーメント[Nm]		5.62×10^{22}	1.12×10^{20}
平均すべり量[m]		12.59	0.96
平均応力降下量[MPa]		2.96	3.06

る 3.0[MPa]となるように、すべり分布に比例して与えることとした。想定した断層モデルのすべり分布と応力降下量の分布を、それぞれ図 2、図 3 に示す。

以上により合成された加速度波形・速度波形と本震で観測された加速度波形・速度波形の比較を図 5 に、またそれぞれの減衰定数 5% の速度応答スペクトルの比較を図 6 に示す。波形を見ると、宮城県 K-NET 東和観測点と岩手県 K-NET 種市観測点で顕著に表れている、観測波形が第一波と第二波に分かれている特徴を合成波形は再現できていないことが分かる。また、応答スペクトルの比較では、特に震源より南の観測点で本震より過小評価である。一方、K-NET 種市で過大評価であるのは、要素地震として重ね合わせた観測波

形の振幅が大きいことに依存していると考えられる。

ここで八木の震源過程は、すべりが大きい部分が震源の東側に 1 ヶ所のみ存在しているため、二波に分かれる地震動は表現できない。このことは、ある条件に基づいて推定された震源過程が必ずしも観測記録を再現できるわけではないということを意味している。

3. まとめ

本論では、東北地方太平洋沖地震に関して提案されている八木の震源過程に着目し、経験的グリーン関数法を用いて波形合成することで、強震動の再現性について検討した。今回の東北地方太平洋沖地震は、様々な研究機関によって断層すべり量が解析されているが、そのうちのある震源過程のみに着目して震源モデルを作成し、波形合成すると、観測波形と合成波形で図 5、図 6 に示すような差異が認められることを示した。震源モデルの設定によりこのようなばらつきが生じることを常に念頭に置いて、波形合成法による強震動評価を行う必要がある。

参考文献

- (1) Yuji Yagi Geodynamics, University of Tsukuba, (最終アクセス 11 年 11 月 2 日) <http://www.geol.tsukuba.ac.jp/~yagi-y/EQ/Tohoku/>

謝辞

本論をまとめるにあたり、強震観測網 K-NET の観測データを利用させて頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

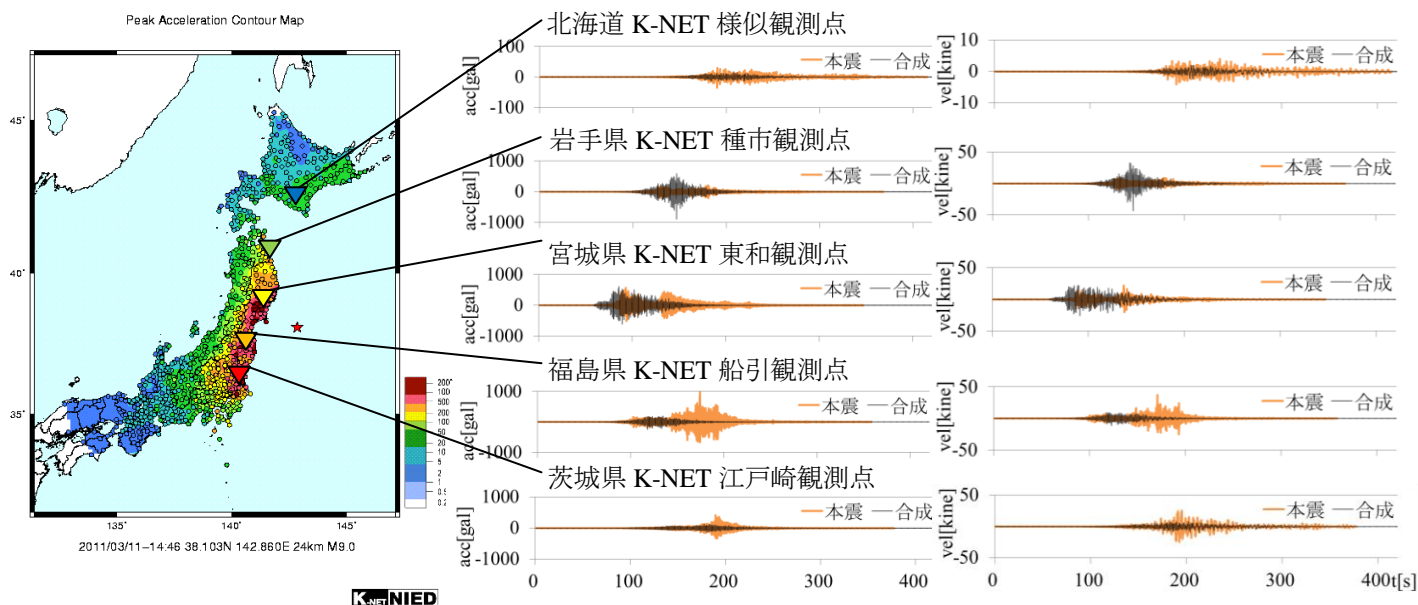


図 5 加速度 (左) と速度 (右) について合成波形と観測波形の比較

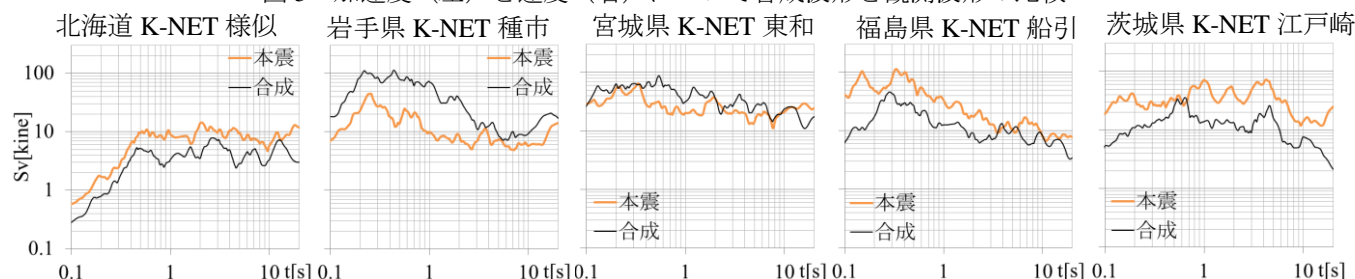


図 6 減衰定数 5% の速度応答スペクトル

*1 名古屋大学大学院環境学研究科 大学院生
*2 名古屋大学減災連携研究センター・准教授・博士 (工学)
*3 名古屋大学減災連携研究センター・教授・工博

*1 Grad.Student, Grad.School of environmental Studies, Nagoya Univ.
*2 Assoc. Prof., Disaster Mitigation Research Center, Nagoya Univ., Dr. Eng.
*3 Prof., Disaster Mitigation Research Center, Nagoya Univ., Dr. Eng.