

## 強震動を対象とした海溝型巨大地震の震源モデルをより単純化する試み

地震動 震源モデル 東北地方太平洋沖地震

港湾空港技術研究所 正会員 野津 厚

**1. はじめに** 一般に自然界の現象を記述するための数理モデルには、複雑なものから単純なものまで、用途に応じて様々なものがある。震源モデルについても同様である。断層面におけるすべりの時空間分布をできるだけ精緻に表現しようとするモデルがある一方で、やや単純化されたモデルとして特性化震源モデル<sup>1)</sup> (矩形的アスペリティの組み合わせからなる震源モデル)も存在している。後者のモデルは、ハンドリングのしやすさから、予測問題で用いられることが多い。本研究は、これをもう一歩すすめて、海溝型巨大地震を対象とし、特性化震源モデルよりもさらに単純化された新たな震源モデルの提案を行うものである。

**2. 提案モデル** 震源モデルの単純化のポイントは、強震動の生成に関わる各々のサブイベントに対し、その内部におけるすべりの時空間分布を詳細にはモデル化せず、各々のサブイベントが生成する震源スペクトルのみをモデル化するという点である。このような単純化を行う理由としては次の二点がある。①地震動の特性をフーリエ振幅とフーリエ位相に分けて整理した場合、フーリエ位相は伝播経路特性とサイト特性で決まっている場合が多く、サブイベントの破壊がフーリエ位相特性に及ぼす影響の詳細を評価する必要性は小さい。②海溝型巨大地震の際に岩盤サイトで実測されている地震動のフーリエ振幅は山谷の少ない形状をしている。サブイベントを小断層に分割し、各々の小断層からの地震動を重ね合わせることでサブイベントからの地震動を評価した場合、生成される地震動のフーリエスペクトルには、サブイベントのサイズや小断層のサイズに起因する山谷が生じるのが実状である。むしろサブイベント全体からの地震動が単純なオメガスクエアモデル<sup>2)</sup>に従うと考えた方が、観測との誤差が小さくなる可能性がある。

提案モデルでは、サブイベントの破壊に起因する震源スペクトルはオメガスクエアモデル<sup>2)</sup>に従うと仮定する。これに伝播経路特性とサイト増幅特性<sup>3)</sup>を乗じることにより、対象地点での地震動のフーリエ振幅が計算され、これと対象地点における中小地震記録のフーリエ位相を組み合わせ、フーリエ逆変換することにより、サブイベントからの地震動の時刻歴波形が求まる。さらに、複数のサブイベントからの地震動を、サブイベントの相対的な破壊時刻を考慮して重ね合わせることで、地震動の全体が計算できる。

提案モデルにおけるモデルパラメータの数は、サブイベント1個あたり、東経・北緯・深さ・破壊時刻・地震モーメント・コーナー周波数の6個であり、従来の震源モデルと比較して大幅に少なくなっている。提案モデルにおいては、サブイベントの位置は一組の座標によって示されるが、サブイベントのコーナー周波数として有限の値を設定することにより、サブイベントの破壊領域の有限性(点ではないこと)を考慮することができる。その意味で、提案モデルを本稿では「疑似点震源モデル」と呼ぶ。

**3. 東北地方太平洋沖地震を対象とした強震動シミュレーション** 提案モデルの適用性を検討するため、2011年東北地方太平洋沖地震を対象として具体的に疑似点震源モデルを構築し、それによる強震動シミュレーションを行った。東北地方太平洋沖地震に関して、著者はスーパーアスペリティ<sup>4)</sup>の組み合わせからなる特性化震源モデルを提案している<sup>5)</sup>。

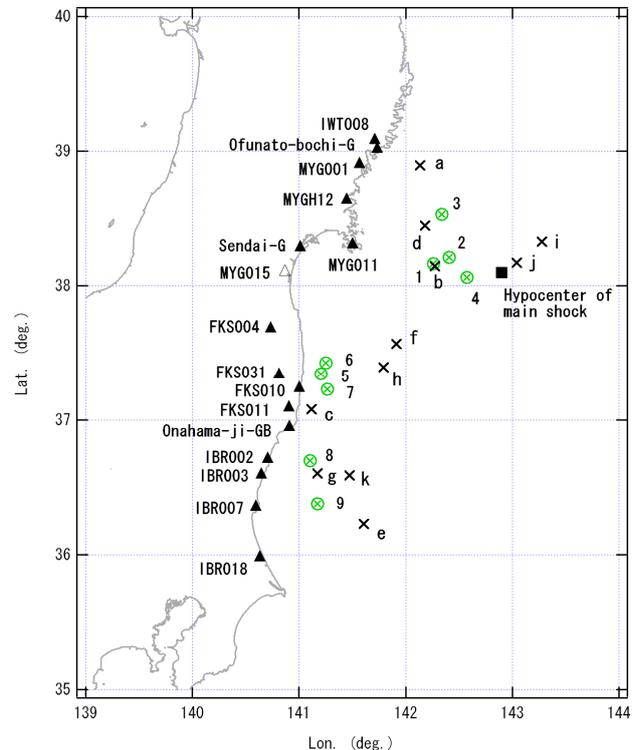


図1 2011年東北地方太平洋沖地震を対象として作成した疑似点震源モデル(1-9はサブイベントの位置)

表1 疑似点震源モデルのパラメータ

	Rupture time (h:m:s)	Depth km	Moment Nm	Corner frequency Hz
Subevent 1	14:46:43.5	33.6	8.0E+18	1.05
Subevent 2	14:46:46.9	31.8	8.0E+18	0.74
Subevent 3	14:47:33.4	35.3	4.0E+18	0.91
Subevent 4	14:47:26.3	28.3	2.3E+19	0.79
Subevent 5	14:47:57.1	42.2	2.5E+18	0.74
Subevent 6	14:48:04.4	42.2	2.5E+18	0.74
Subevent 7	14:48:15.0	40.5	5.0E+18	0.74
Subevent 8	14:48:25.8	38.8	8.0E+18	0.53
Subevent 9	14:48:30.9	35.3	1.6E+19	0.37

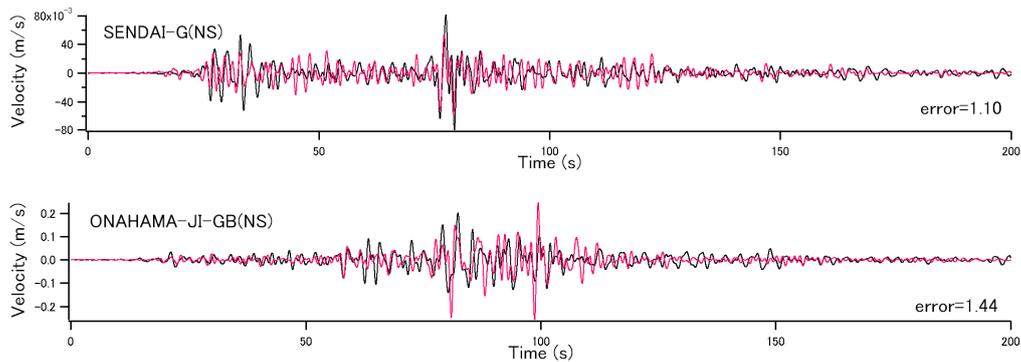


図2 疑似点震源モデルによる仙台港と小名浜港での速度波形 (0.2-2Hz) の計算結果 (赤) と観測結果 (黒)

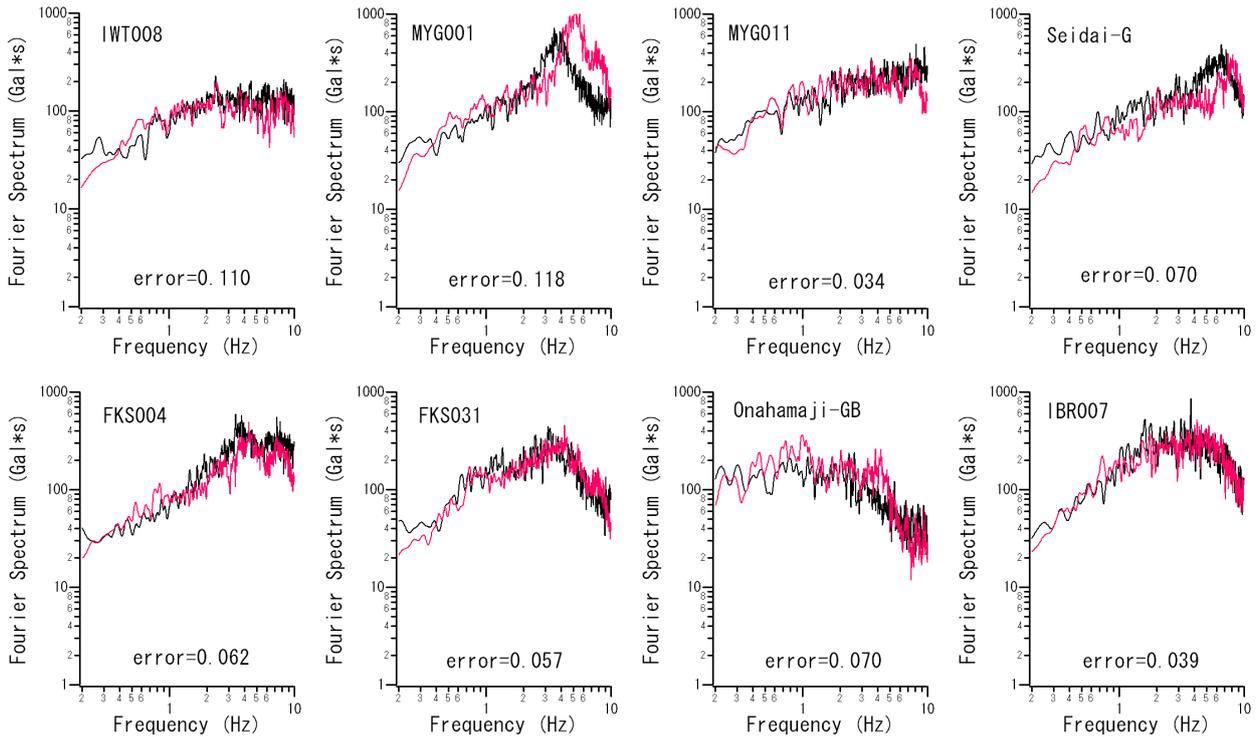


図3 疑似点震源モデルによる各地のフーリエスペクトルの計算結果 (赤) と観測結果 (黒)

(フーリエスペクトルは水平2成分のベクトル和をとりバンド幅 0.05Hz の Parzen ウィンドウを適用したもの)

ここに、スーパーアスペリティとは、大規模な海溝型地震に対して一般に想定されることのないアスペリティ (または SMGA) よりもかなり面積の小さいアスペリティであり、かつ、そのサイズが、海溝型地震の際に震源近傍で観測されるパルスと調和的となるように設定されたアスペリティのことである。疑似点震源モデルの構築は、スーパーアスペリティモデルをベースに行った。すなわち、各々のサブイベントの位置および破壊時刻としては、対応するスーパーアスペリティの破壊開始点座標と破壊開始時刻を与えた。各々のサブイベントの地震モーメントとしては、対応するスーパーアスペリティの地震モーメントを初期値として与え、観測波形の再現性を考慮して微修正を加えた。各々のサブイベントのコーナー周波数は、対応するスーパーアスペリティの面積から求めた。結果的に、宮城県沖から茨城県沖にかけて9つのサブイベントを配した疑似点震源モデルが構築された (図1, 表1)。このモデルにより岩手県から茨城県にかけての強震観測地点 (図1) における速度波形 (0.2-2 Hz) とフーリエスペクトル (0.2-10 Hz) の計算を行ったところ、観測結果を一定の精度で再現できることがわかった (図2, 図3)。さらに、スーパーアスペリティモデルによる計算結果<sup>4)</sup>との比較を行ったところ、速度波形の再現性はほぼ同程度であり、フーリエスペクトルの再現性についてはパラメータ数の少ない疑似点震源モデルの方がむしろ優れていることがわかった。従って本研究で実施した震源モデルの単純化の試みは成功であったと判断できると考えられる。今後はさらに他の海溝型地震や内陸地殻内地震への疑似点震源モデルの適用性を調べていく予定である。

**謝辞** 防災科学技術研究所の K-NET, KiK-net の強震記録を利用しました。心より御礼申し上げます。

**参考文献** 1)釜江・入倉(1997), 日本建築学会構造系論文集. 2)Aki(1967), *J. Geophys. Res.* 3)野津・長尾(2005), 港空研資料 No.1112. 4)松島・川瀬(2006), 月刊地球号外. 5)野津(2012), 日本地震工学会論文集 (投稿中).