

強震動予測における震源パラメータのばらつきが地震動予測に与える影響の評価

長岡技術科学大学

○松田晃知

長岡技術科学大学 正会員

池田隆明

東京都立大学 正会員

志賀正崇

1. はじめに

2024 年能登半島地震以降、地震調査委員会により日本海側の海域活断層の再評価が進められており、**図-1** に示す新潟県上越市、糸魚川市沖に位置する上越沖断層帯は其中でも重要な対象の一つである。同断層帯は 3 つの断層で構成され、それぞれが活動した場合にマグニチュード 7.0 以上の地震が生じると推定されている。以上のことから、現在報告されている地震被害想定の見直しを実施する必要性がある。

地震被害想定は防災計画立案のための基礎資料として、国や地方自治体で調査が行われ、地震が発生したときのゆれの大きさなどを想定し、地震が原因で発生する被害の状況を推定するものである。また、地震動の予測は地震被害想定の本幹をなす部分として位置づけられ、その予測手法は多岐にわたる。工学的基盤における地震動の算出に本研究で取り上げるのは、距離減衰式を用いる手法と震源断層の動的パラメータを考慮する手法である。距離減衰式を用いる手法は、司・翠川 (1999) の手法が主流であり式 (1) により最大加速度と最大速度を算出する。

$$\log_{10} A = b - \log_{10}(X + c) - kX \quad \dots (1)$$

式 (1) の A は最大加速度または最大速度、 b 、 c 、 k は地震タイプや算出する最大値でかかる係数である。すなわち、 X の断層面最短距離のみが距離減衰式にかかわる関数であり、その計算は簡便である。一方、

震源断層の動的パラメータを考慮する手法は震源断層を複数の小さな断層に分割し、断層破壊の伝播を模式的に行う考え方である。時刻歴波形を予測でき、断層の破壊形態や SMGA (強震動生成領域) の影響を考慮できる。耐震設計にも適用可能で、実際の地震の震源モデルの再現性も高く、これは距離減衰式では限界がある。ただ、震源パラメータを決める点で、破壊形態等の不確定性が大きいという課題がある。²⁾

以上のことから、両手法は、各々に利点と課題がある。これらの点を考慮し、地震被害想定における地震動評価を実施する。本研究では、震源断層の動的パラメータを考慮する手法において震源パラメータの不確定性に焦点を当て、ばらつきが地震動予測に及ぼす影響を評価 (感度解析) する。

2. 強震動予測手法

本研究では、杉戸らによって提案された「工学的基盤における非定常強地震動の予測モデル EMPR」を用いて地震動予測を行う。断層を $M=6$ 相当の小断層に分割し、小断層からの非定常スペクトルを時間軸上で重ね合わせることにより (**図-2**)、断層の大きさ、破壊方向、破壊速度、破壊様式の影響を考慮できる予測モデルである。**表-1** の震源パラメータの設定を要し、**図-3** に示すような断層モデルでの破壊開始点の位置、SMGA の配置、形状、大きさ等の不確定性に留意して設定する必要がある。³⁾

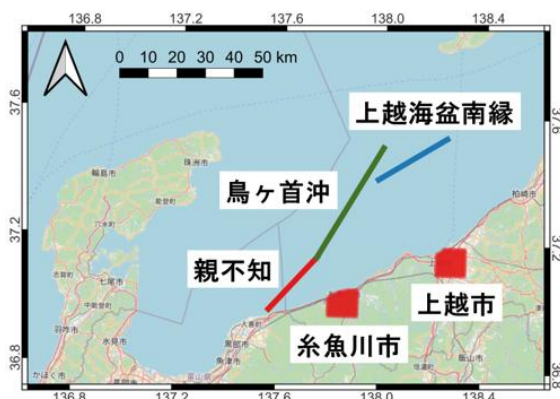


図-1 上越沖断層帯の位置¹⁾

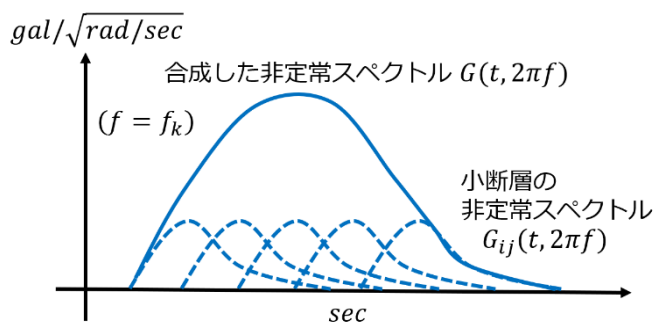


図-2 非定常スペクトルの重ね合わせの概念図

表-1 震源パラメータの種類

設定する震源パラメータ	
地震モーメント	小断層数（分割数）
断層面積	地震波伝播速度
断層の傾斜	破壊伝播速度
SMGA と背景領域の地震モーメントの比率	位相特性を決める乱数の種
破壊開始点	SMGA（位置・形状等）

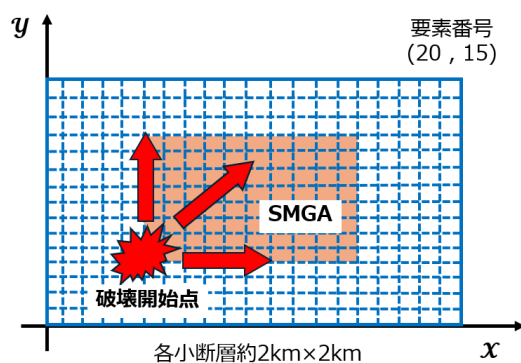


図-3 断層モデルの概念図

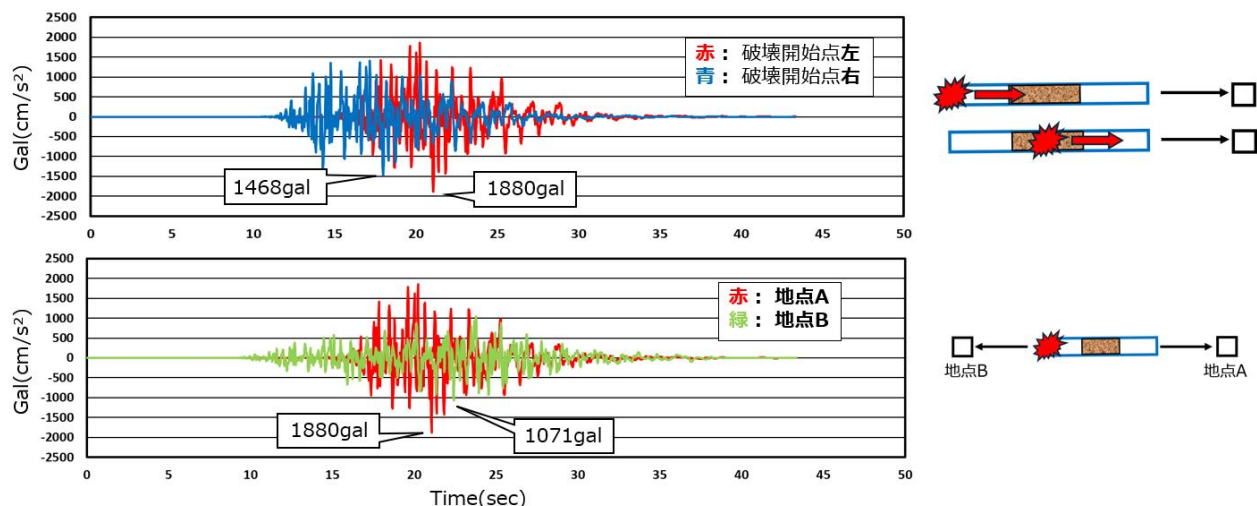


図-4 破壊開始点・対象地点の感度解析結果の一例

3. 検討ケースと解析結果

表-1 の震源パラメータ各々の感度を評価するにあたり、不確定性を考慮するとその検討ケースは無数に設定できる。本研究では、SMGA と破壊開始点に着目し、その感度解析結果の一例を図-4 に示す。

まず予測対象地点や他のパラメータを一致させ、破壊開始点を断層の中央に設定した場合と左端に設定した場合を考える。到達時間は距離が近い中央で早くなるが、継続時間は同じである。加速度のピークは継続時間に対し概ね同じ時刻に現れるが加速度最大値には違いが見て取れる。次に、破壊開始点を左端に固定し、予測対象地点を地点 A、地点 B の位置関係に設定した（破壊開始点までの距離は地点 B が近い）場合、到達時刻は地点 A が遅くなるに対し、加速度のピークは地点 A の方が早くなった。

これらの結果から、破壊開始点や SMGA の設定次第では、地震動の波形が異なることがわかる。断層走向方向上では破壊方向に強震動生成領域の SMGA が多く配置されることにより地震動が大きく出ること

が考えられる。

4. まとめと今後の展望

本研究では、強震動予測における震源パラメータのばらつきが地震動予測に与える影響の評価を行った。断層での破壊開始点や SMGA の配置の設定によっては、距離減衰では表せない地震動予測結果が表れた。また、この論文では述べていないパラメータでも予測結果に対する感度の高さが示唆されている。

これらの震源パラメータが地震動予測に与える影響を把握することで、今後実施予定の上越沖断層帯を対象とした地震被害想定に活用し、地震動分布の妥当性の根拠になることが期待できる。

・参考文献

- 1) 地震本部：日本海側の海域活断層の長期評価，https://www.jishin.go.jp/evaluation/long_term_evaluation/offshore_active_faults/sea_of_japan/ (2026 年 10 月 7 日閲覧)
- 2) 損害保険料率算出機構：国・自治体の地震被害想定における被害予測手法の調査(2021 年度調査)，令和 4 年 9 月
- 3) 杉戸・能島研究室：工学的基盤における非定常強地震動の予測モデル EMPR 使用説明書，2000