

1948 年福井地震の地震動解析

－不連続格子を用いた動力学的モデルによる解析－

埼玉大学工学部 正会員 谷山 尚

1. はじめに 1948 年福井地震は、典型的な都市直下型地震の 1 つであり、福井市およびその周辺に大きな被害を及ぼした。このような地震の地震動は、震源断層の破壊過程と表層部の地下構造の影響をともに強く受けていると考えられる。断層の破壊過程と地下構造によって強震動が生成される過程を解明することは、強震動を予測する上で重要である。本研究では不連続差分格子を用いた動力学的モデルにより福井地震の強震動解析を行った。不連続差分格子を用いることで表層付近の 3 次元地下構造をより細かくモデル化することが可能であり、また、動力学的モデルを用いることで物理的に妥当な断層面上の滑り時間関数を求めた上で地震動を検討することが可能である。

2. 解析モデル 解析はスタッガード格子を用いた 3 次元差分法により行ったが、表層付近のより細かな地下構造を考慮するために、不連続格子を用いた。断層面を中心に、断層走向方向 67km、断層直交方向 50km、鉛直方向 30km を計算領域とし、そのうち表層 720m は格子間隔を 60m、それ以深は 180m とした。地下構造については、入倉・釜江¹⁾を元に山中ほか²⁾の推定結果を考慮して図 1 に示すようなモデルを用いた。また、震源断層については、鉛直の断層面を持つ長さ 30km、幅 13km の左横ずれ断層と仮定し、その破壊過程に関しては、入倉・釜江¹⁾、宮武³⁾、菊池ほか⁴⁾、鷲谷⁵⁾のモデルおよび推定結果を参考にして、図 2 に示すようなモデルを用いた。図 2 において図中の数字と曲線は時刻と破壊フロントの位置を表している。北側深部に位置する第 1 のアスペリティー北深部で破壊が始まり、第 1 のアスペリティー周辺領域を破壊する一方で、破壊は断層深部を南へと伝播し、7 秒後に破壊が到達している点から南側に位置する第 2 のアスペリティーの破壊が起こるものと仮定した。第 1 のアスペリティーは、水平方向 7km×鉛直方向 8km、応力降下量は 18MPa、2 つめのアスペリティーは水平方向 12km×鉛直方向 10km、応力降下量は 12MPa と仮定した。アスペリティー領域以外では応力降下量は 2.5MPa とし、断層北側の浅部では破壊は起こらないものと仮定した。また、いずれの領域でも、破壊時刻に達すると 1 タイムステップで残留強度まで応力が低下するものとしている。

3. 解析結果 差分法による数値分散の影響を取り除くために、解析の結果得られた速度波形に対し、pass frequency が 0.67Hz のローパスフィルターをかけた。解析結果の 1 例として、図 3 に地動速度の軌跡を示す。図は、震源断層中央直上の地表の点を中心にして 1.92km おきに、断層走向方向に 21 点、直交方向に 13 点取り、それぞれの点におい

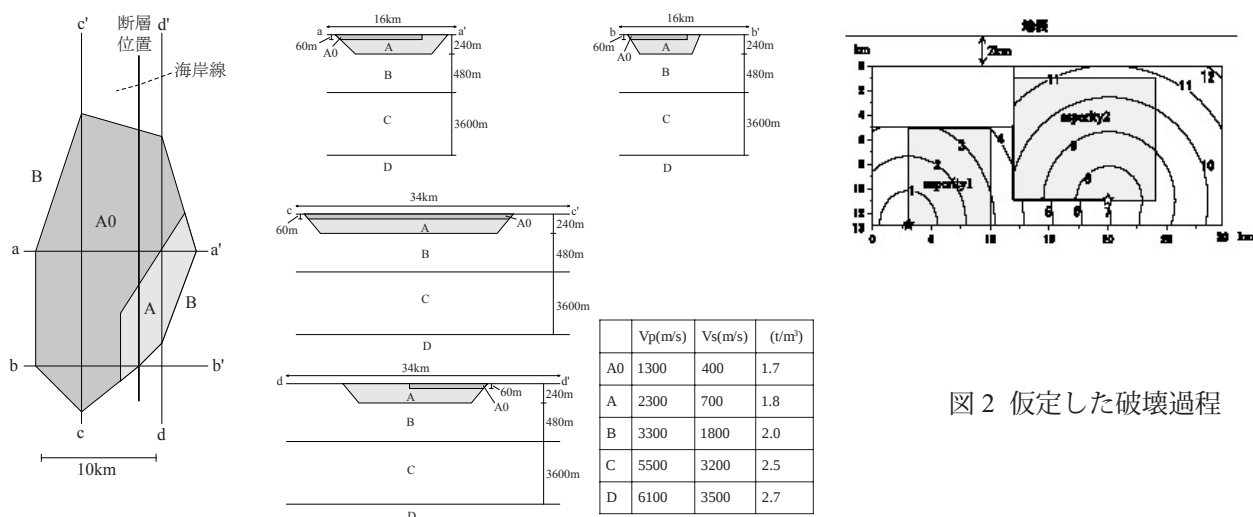


図 1 解析に用いた地下構造モデル

図 2 仮定した破壊過程

キーワード：1948 年福井地震，地震動解析，強震動，動力学的モデル

連絡先（338-8570 さいたま市下大久保 255 埼玉大学工学部，048-852-2111，048-858-7374）

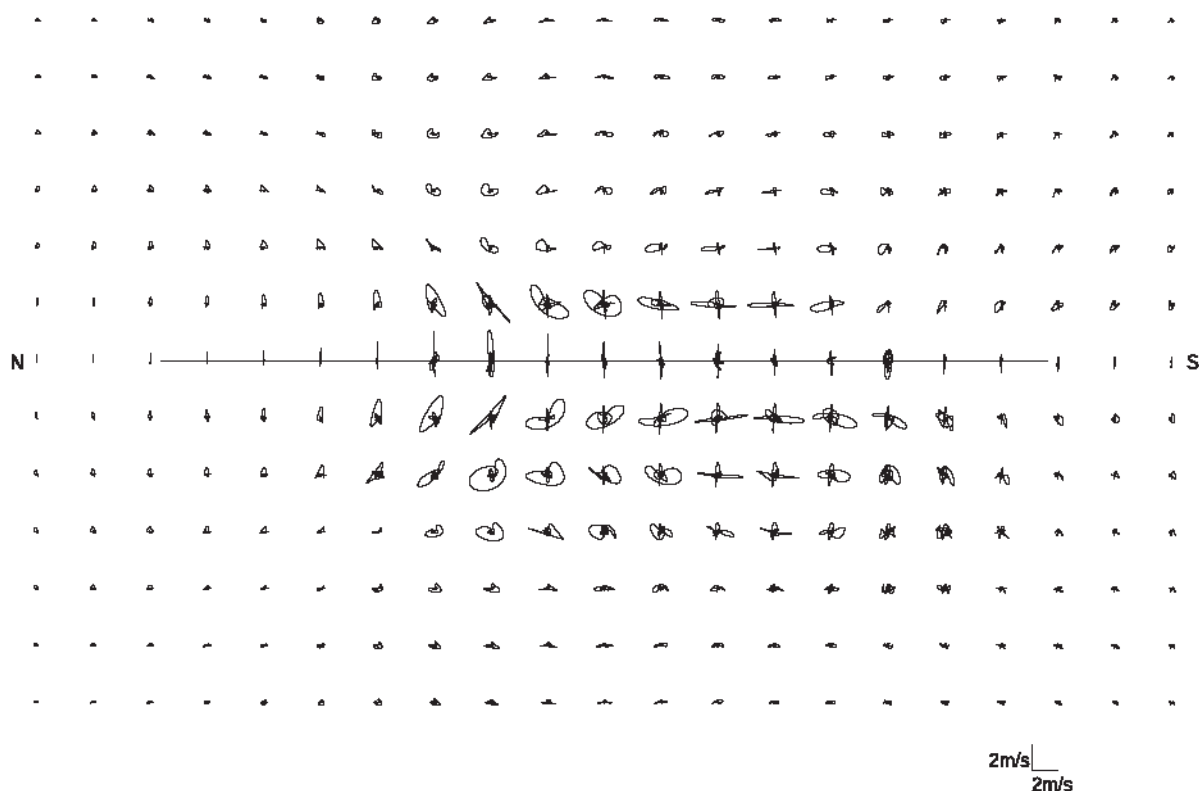


図3 地動速度の軌跡

て、横軸に断層走向方向成分、縦軸に断層直交成分を取って、時刻を追ってその軌跡を表したものである。図中中央部の実線が断層位置を表す。鉛直の横ずれ断層と仮定していることから、断層の直上では断層直交方向のみに震動しているが、直上を除けば、断層の中央から南側にかけては断層平行方向に主に震動している。また、断層南端西側においては、断層の近傍では断層に斜めに交差する北東－南西方向に震動し、少し離れると主たる震動方向ははっきりしなくなる。南端東側においても同じような傾向が見られるが、これらの点は軟岩上に位置するため振幅が小さい。一方断層中央部から北側においては、断層に対して斜めに交差する方向もしくは直交する方向に主に震動している。特に断層近傍ほど主震動方向は断層線と高角で交差する様子が見られる。これらの震動方向パターンは、武村ほか⁶⁾の物体・建築物の転倒・倒壊方向の分布図における転倒・倒壊方向パターンと概して調和的である。

4. まとめ 1948年福井地震の地震動を、不連続格子を用いた動力学モデルによって解析した。震源断層の破壊に関して、断層面の中－南部の比較的浅い領域に位置すると考えられるアスペリティー領域の破壊が、その最深部の中央付近で始まり、上方へバイラテラルに伝播したと仮定すると、震源断層の破壊によって生成される地震動が表層の地下構造によって増幅されることによって、観察された物体・建築物の転倒・倒壊方向と調和的な震動パターンを形成することを示した。

参考文献 1) 入倉孝次郎，釜江克宏：1948年福井地震の強震動－ハイブリッド法による広周期帯域強震動の再現－，地震，第2輯，第52巻，第1号，pp. 129-150, 1999. 2) 山中浩明，栗田勝実，瀬尾和大，小島啓介，佐藤浩章，宮越研，赤澤隆士：微動アレイ観測による福井平野のS波速度構造の推定，地震2輯，第53巻，第1号，pp. 37-43, 2000. 3) 宮武隆：1948年福井地震の強震動－建築物・墓石等の倒壊方向と震源過程－，地震，第2輯，第52巻，第1号，pp. 151-160, 1999. 4) 菊池正幸，中村操，山田眞，伏見実，巽誉樹，吉川一光：1948年福井地震の震源パラメーター－1倍強震計記録の解析－，地震，第2輯，第52巻，第1号，pp. 121-128, 1999. 5) 鷲谷威：1948年福井地震（M=7.1）に伴う地殻変動と震源断層モデル，地震，第2輯，第52巻，第1号，pp. 111-120, 1999. 6) 武村雅之，諸井孝文，八代和彦：明治以後の内陸浅発地震の被害から見た強震動の特徴－震度VIIの発生条件－，地震，第2輯，第50巻，第4号，pp. 485-505, 1998.