

周波数帯域を考慮した震源過程のインバージョンに基づく地震動波形の推定精度の評価

岐阜大学 正会員○久世益充

岐阜大学 正会員 杉戸真太

岐阜大学 正会員 能島暢呂

岐阜大学大学院 非会員 坪田琢也

岐阜大学大学院 非会員 榎本祐樹

1. はじめに

震源域近傍の地震動を高い精度で予測するためには、当該地震による震源過程を精度良く推定することが不可欠である。これまで、久世ら¹⁾²⁾は加速度時刻歴の再現を目的とした震源過程のインバージョン法を検討している。

久世ら¹⁾は、非定常パワースペクトル³⁾に着目したインバージョン法の検討を行ってきた。検討した手法を1999年台湾集集地震に適用した結果、断層面上の大まかなアスペリティ分布を推定可能なことが確認できた。さらに、周波数帯域を考慮したインバージョン法²⁾により、着目する周波数帯域による分布形状の違いを確認している。

本報では、これまで検討した手法により推定したアスペリティに基づいて合成した波形の精度を考察するため、周波数帯域を考慮したインバージョン手法の再検討、ならびに観測波形と合成波形について二、三の観点から比較を行った。

2. 周波数帯域を考慮した震源過程推定法の概要²⁾

周波数帯域を考慮した震源過程推定法の概要を図1に示す。震源位置(緯度・経度・深さ)、断層位置(長さ・幅・走向・傾斜角)は予め与えられているとして推定を行う。与えられた断層パラメータから、STEP Iでは地震モーメント M_0 、断層の破壊伝播速度 v_r の推定を行う⁴⁾。

STEP Iの推定結果と断層パラメータを用いて、STEP IIでは周波数帯域を考慮した地震動パワーの時刻歴を用いたインバージョンを行う。STEP IIでは、図に示すようにEMPR³⁾に

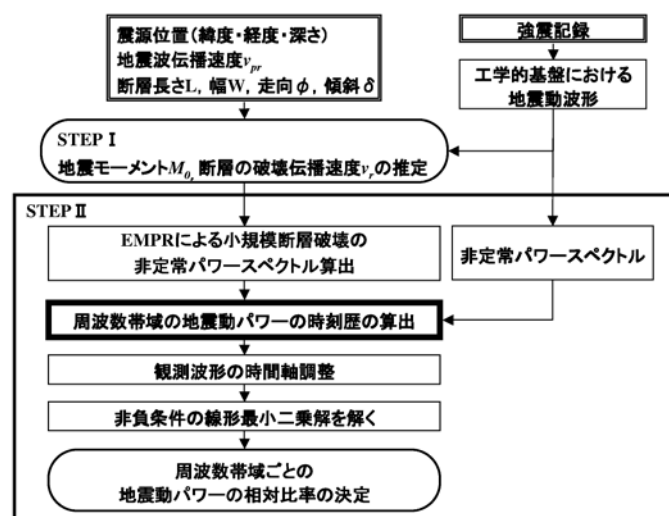


図1 推定手順の概要

基づいて算出した波形と観測波形の時間軸調整を行った後、アスペリティと等価なパラメータである、地震動パワーの相対比率を算出する。地震動パワーの相対比率は、断層を同じ面積の小断層に分割した場合、各小断層の地震モーメントのほぼ0.4乗に比例することが示されている³⁾。

従来の推定法²⁾では周波数帯域ごとのアスペリティを的確に推定するため、着目する周波数帯域ごとに時間軸調整量を算出していた。具体的には、観測波形、EMPRによりそれぞれ算出される周波数帯域ごとの地震動パワーの時刻歴に対して、両者の時間軸上の図心が一致するように波形の立ち上がり時刻を調整する方法であった。

しかし、各周波数帯域で解析時の時間軸調整量が異なるため、推定したアスペリティを用いた波形合成を行うことができなかった。そこで各周波数帯域で時間軸調整を行うのではなく、加速度パワーの時刻歴に基づいて調整することで時間軸調整量を全周波数で一定に与えることとした。

3. 1999年台湾集集地震を対象とした推定結果の比較

検討した手法の適用例として、1999年台湾集集地震の観測記録を用いたアスペリティ分布推定結果を示す。図2に選定した観測地点、想定断層面を示す。従来の検討¹⁾²⁾と同じ地点を選定することとし、推定に使用した観測記録は21地点、水平2成分の合計42個の地表で観測された加速度記録である。推定したアスペリティ分布を図3に示す。周波数帯域ごとで時間軸調整を行う従来の手法²⁾と比較して(図示は省略)、推定したアスペリティ分布に大きな違いは見られなかった。

推定したアスペリティ分布に基づき波形合成した結果を図

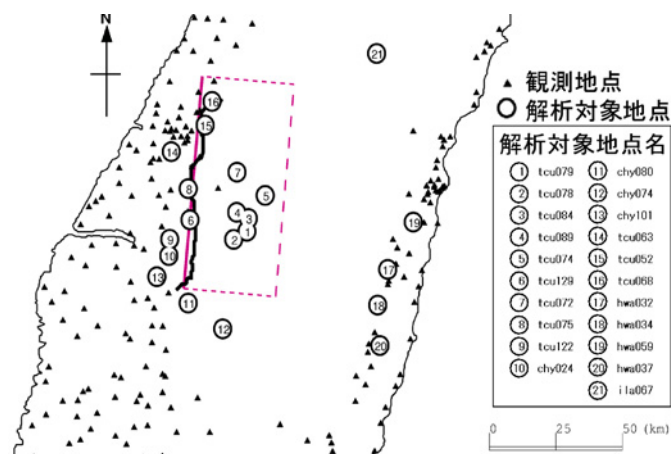


図2 観測地点と着目地点

キーワード 1999年台湾集集地震, インバージョン, 周波数帯域, アスペリティ, 地震動波形の合成
連絡先 〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 TEL: 058-293-2427

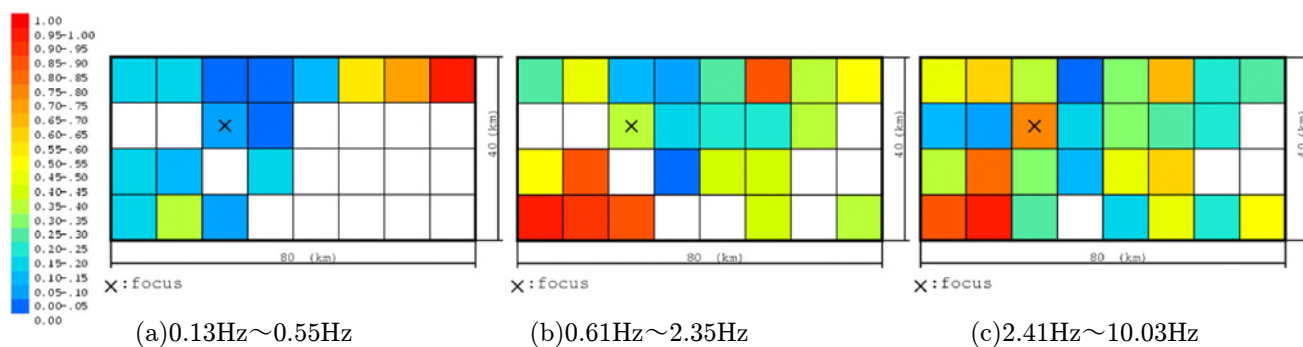


図3 周波数帯域ごとのアスペリティ分布推定結果

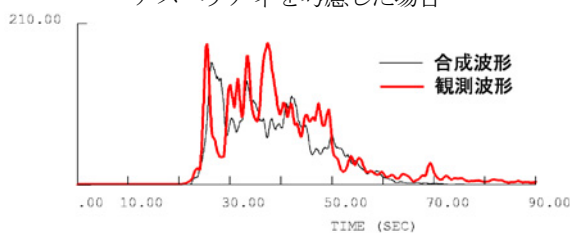
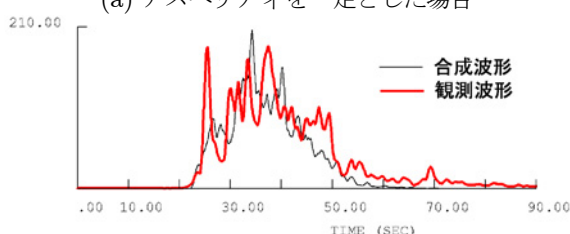
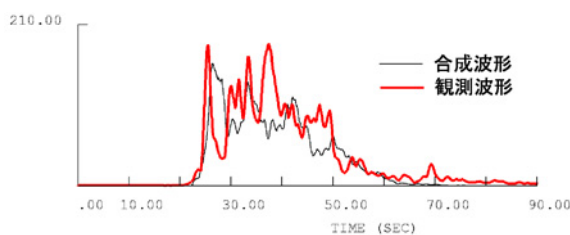


図4 観測波形と合成波形の比較 (tcu079 地点)

4(c)に示す．比較のため，アスペリティを一定として合成した波形と，加速度パワーの時刻歴を用いて推定したアスペリティに従って合成した波形をそれぞれ(a),(b)に示す．断層面上のアスペリティを一定として合成した図4(a)に対して，推定したアスペリティに従って合成した(b)，(c)が観測波形に近づいてい

ることが確認できた．また，周波数帯域を考慮した推定結果(c)と加速度パワーの時刻歴による推定結果(b)を比較すると，両者の推定結果には大きな違いは見られなかった．

次に，各選定地点の波形合成結果から計測震度を算定し，観測記録と比較した結果を図5に示す．アスペリティを一定として合成した波形よりも，推定したアスペリティにより合成した波形の方が観測値に近づいている傾向が確認できた．加速度パワーの時刻歴による推定結果と周波数帯域を考慮した推定結果については，共に同精度であることが確認できた．ところで，図に示すように，複数の地点で観測波形より算出した計測震度と合成波形より算出した震度に大きな差が見られる．地震動算定では各観測地点の地盤条件の影響を考慮していないことは，観測値を的確に算定できていない一つの理由と考えられる．

4. おわりに

本報では，著者らが検討した震源過程推定法の精度を評価するため，1999年台湾集集地震を対象に波形記録の評価を行った．周波数帯域を考慮したインバージョン法²⁾について時間軸調整方法の再検討を行い，推定したアスペリティに基づく合成波形の精度について考察を行った．

現段階の精度評価は観測波形と合成波形の目視のみであるため，合成波形の精度を定量的に評価可能な指標を検討する必要がある．

参考文献

- 1) 久世益充，杉戸真太，能島暢呂，柳生健治：強震動加速度記録を用いた1999年台湾集集地震における震源過程のインバージョン，土木学会第26回地震工学研究発表会，pp.537~540，2001.8.
- 2) 久世益充・杉戸真太・能島暢呂・柳生健治：周波数帯域を考慮した震源過程のインバージョン，土木学会論文集，2004.4. (印刷中)
- 3) Sugito, M., Furumoto, Y. and Sugiyama, T.: Strong Motion Prediction on Rock Surface by Superposed Evolutionary Spectra, 12th World Conference on Earthquake Engineering, 2111/4/A, CD-ROM, 2001.
- 4) 久世益充，杉戸真太，能島暢呂，古本吉倫：断層の破壊方向を考慮した即時広域強震動分布推定法の検討，JCOSAR2000 論文集，pp.229~236，2000.11.

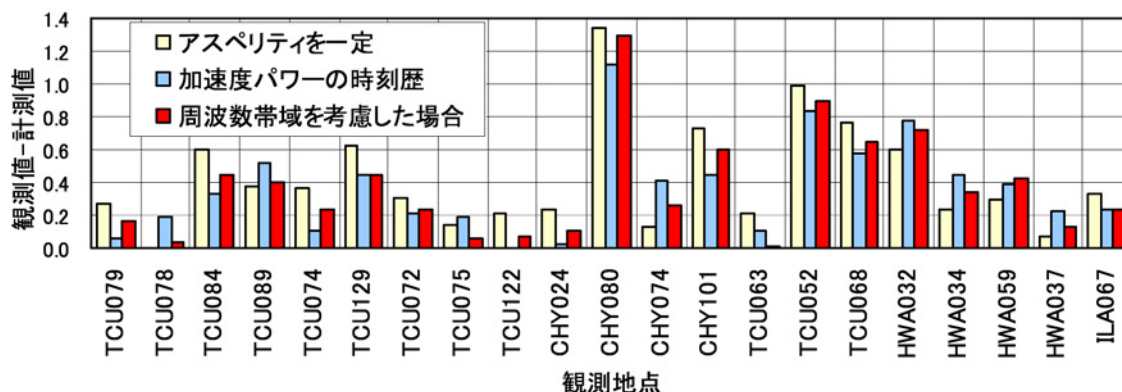


図5 計測震度の比較