I-376　震源過程のための強震計アレイの最適配置

東京大学地震研究所　正会員　○飯田 昌弘
〃　　　　　　　　宮武 隆
〃　　　　　　　　島崎 邦彦

1. 目的

地震動を合理的に推定するためには，震源や構造をより明らかにしていく必要がある。その最も有効な手段は，絶対時刻を有する強震計を計画的に配置することである．けれども，現在までのところ配置方針は不明確で，系統的・定量的な研究はなされていない．

本研究の目的は，震源過程のための強震計アレイの最適配置を評価することである．強震計アレイの配置効果を，アレイで得られるであろう記録から，震源過程の波形インバージョンを行なったときの解析精度と定義し，これを求める．こうした評価を前もって行なっておくことは重要な意義があろう。つまり，震源インバージョンの限界の理解と将来の配置計画の両方に有効であると考えられる。

2. 方法

以下のような手順で行なう。①震源断層を分割し，各要素にすべり量と破壊時刻を仮定して波形を計算する（無限媒質，S波を仮定）。②いくつかのパラメータ及び波形に誤差を加える．③すべての要素の中で，すべり量と破壊時刻の誤差の標準偏差の最大のものを求める．ここで，［すべり量の誤差の標準偏差／すべり量］の最大値を，インバージョンの精度σと定義する。理由は，すべり量は破壊時刻に比較して誤差が大きく，かつ観測点配置に依存するからである．

ところが，インバージョンは多くのくり返し計算を必要とするので，モンテカルロ法は不適当である。そこで，統計的手法であるWolbergの予測解析法（1967）を使って，誤差伝播に着目し，インバージョンのくり返し計算をすることなく誤差の評価を行なう。

3. 想定ケース

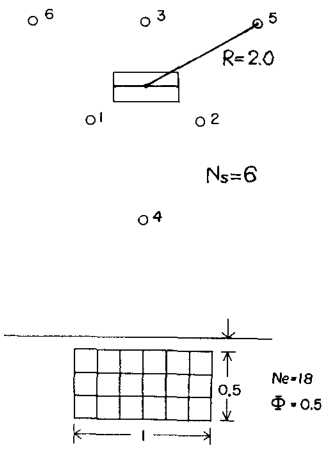
パラメータを無次元化（たとえば，長さの次元は断層長さを1とおく）することによって，震源インバージョンの精度と震源及びアレイパラメータの間の関係を調べる。図−1のような断層と観測点（図中の数字は基本となる設定値）に対し，横ずれ断層（Dip Angle $\delta=90^\circ$）と逆断層（$\delta=30^\circ$）を想定し，パラメータを系統的に変化させる。

考慮するパラメータには，以下のものがある。

（A）断層の要因…①断層の分割度Ne，②断層の分割数（Aspect Ratio Φ），③Dip Angle，④断層深さ，⑤破壊様式

（B）観測点の要因…⑥観測点数Ns，⑦観測点のひろがり（アレイ半径R），⑧方位カバーφ

（C）その他の要因…⑨個々の観測点の影響，⑩観測成分，⑪海底強震計の必要度（断層近くに観測計を置けない場合）



図−1　断層と観測点

4. 結果

いくつかの結果を示す。

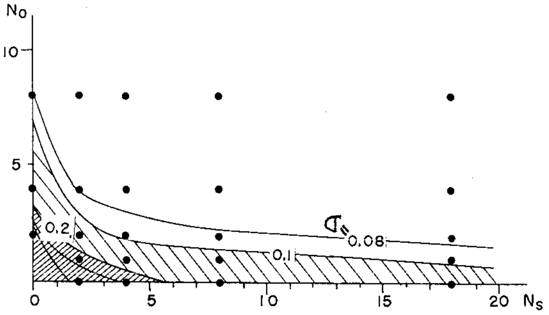
（A）断層の要因…○$\sigma \propto Ne^2 \cdot 10^{c\delta}$（C：定数）

（B）観測点の要因…○$\sigma \propto 1/Ns$，○$R=0.5\sim1.0$が最適だが，逆

断層ではRが大きくなっても（$R<6$程度）精度が悪くならない

（C）その他の要因……○横ずれ断層では断層走行成分，逆断層では垂直成分が有効，○海底強震計の計算（逆断層のみ想定）では，N_s（陸上観測点数）を一定以上ふやしても精度は向上しないが，N_o（海底観測点数）はふやしただけ精度がよくなる

以上のうち，海底強震計の計算を図−2に，観測点のひろがりの計算を図−3に示す。



図−2 精度σと観測点数（Ns, No）の関係

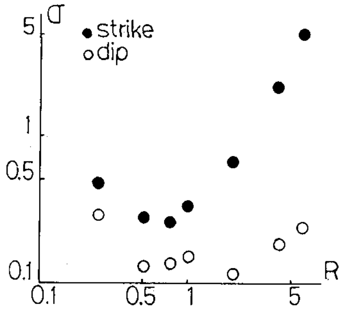
5。解釈

結果を統一的に説明できるファクターを考える。そのために，断層を中心に，同心円上に展開された多数の観測点を考える。

ファクター.I……各観測点で，各断層要素からの到着時刻差の最小値Δtを考え，半径rによる変化（円周上での平均値を計算する）をみる（図−4）。Δtは，断層メカニズムが観測点の広がりに異なった影響を及ぼす理由（図−3）など，多くの結果を説明できる。

ファクター.II……$\frac{\partial \Delta r}{\partial m}$，$\frac{\partial \Delta r}{\partial t}$（$\Delta r$：理論波形と観測波形の誤差，$m$：モーメント，$t$：破壊時刻）という微分量を導入する。2つの量は，同様の傾向を示し，断層直上で最大になる（図−5）。微分量が大きいことは，観測点がモーメントや破壊時刻の変動に敏感であることを意味する。従って，断層近傍に多くの観測点を設置することは有効であるが，遠方に多くの観測点を設置することは無意味である。

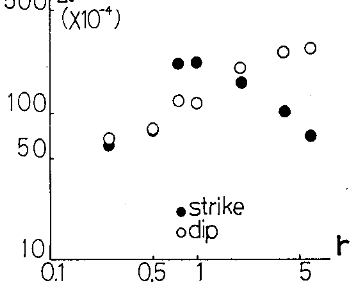
この2つのファクターで，結果がほぼ説明できる。



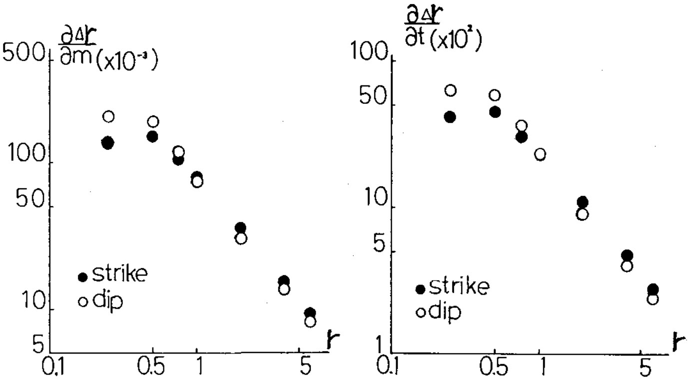
図−3 精度σとアレイ半径Rの関係

6。まとめ

震源過程のための強震計アレイの配置効果を，震源インバージョンの精度と定義することによって，評価を行なうことができた。また，その精度と震源及びアレイパラメータの関係を求め，その結果を統一的に解釈することができた。



図−4 Δtとrの関係



図−5 $\frac{\partial \Delta r}{\partial m}$及び$\frac{\partial \Delta r}{\partial t}$と$r$の関係