

I-511 P波の初動部分で震源距離を推定する方法

鉄道技研	正員	中村 豊
鉄道技研	正員	上野 真
沖電気	正員	橋本民雄

1 はじめに

一般に地震警報システムでは最大加速度の大きさによって警報を発するがその動作は必ずしも満足するものとなっていない。これは地震被害と最大加速度が単純な相関関係にないことが原因である。地震によって被害が生じる領域の震央からの距離は地震の規模によってある程度定まっているといえるので、地震諸元(マグニチュード、震央、深さ、震央方位)が直ちに推定できれば、より精度のよい有効な警報を出すことが可能となる。ここでは、地震諸元のうち文献⁽¹⁾にある初動の振幅と周期から震源距離を推定する方法について検討したので報告する。

2 初動部分で震源距離の推定

1 地点で3成分の地震計で地震波を観測することによりP波部分のみの波形データで震央方位を推定でき⁽²⁾、上下動成分の初動周期よりマグニチュードが推定できる⁽³⁾。

震源距離はP～S時間を用いて精度よく推定することが可能であるがS波の到来まで警報を出すことができない。警報を出すためには多少精度を犠牲にしても、初動部分の波形の情報より震源距離を推定する方法の開発が必要となる。

地震のマグニチュードMは、一般に震央距離 Δ と最大振幅Aから計算される。Mは初動周期 T_p より推定することができるので振幅Aを測定すれば震源距離Rを推定することができる。Gutenberg-Richterのマグニチュードの定義式を変形して初動振幅 V_p [mkine]とマグニチュードMより震源距離R [km]を推定する式を求めることができる⁽¹⁾。

$$m = \log(A/T) \quad , \quad M = 1.59m - 3.97$$

$$M = 1.59(\log V_p + \log R) + 1.53 \quad (1)$$

ここでは、Rをより直接的に計算するために初動振幅 V_p と周期 T_p の自動計測値を説明変数とし気象庁データに基づく R_1 を目的関数として重回帰分析を行った。使用したデータは国鉄宮古地震観測所で収録された地震のうち初動部分で飽和していない約60個の地震である。その結果次の式を得た。

$$\log R = 0.58 \log V_p - 0.092 \log T_p + 2.23 \quad (2)$$

(62地震、重相関係数=0.62)

この式の重相関係数は0.62とあまり良くないがこの式で推定したRと R_1 を比較すると図1のようになり、 $R = 200$ km以遠では近めに推定されるものの文献⁽¹⁾のものよりは多少よくなっている。

3 V/Hの情報を用いた改良

震央距離と震源の深さの比に関係したものととして地震波の上下動成分の振幅と水平動成分の振幅の比V/Hがある⁽³⁾。(2)式では震源の深さに対する考慮は全くなされていない。深い地震では広い範囲で同じような振幅を示すことを考えると深さの影響を考慮する必要がある。

そこで、初動振幅 V_p [mkine]、初動周期 T_p [秒]だけでなく、初動部分のV/Hの最大値も説明変数に加えて重回帰分析を行ったが改良の効果がなかった。

$$\log R = 0.72 \log T_p + 0.43 \log V/H - 0.10 \log V_p + 2.15 \quad (3)$$

(55地震、相関係数=0.64)

そこで、深さ別に地震をグループ分けすることを考えた。 $\Delta > h$ を浅い地震、 $\Delta < h$ を深い地震とするとこれらの境界付近では V/H はほぼ2となる。そこで、 $V/H = 2$ を境界にして重回帰分析を行った。

$$\left. \begin{aligned} \log R &= 0.71 \log T_p + 1.02 \log V/H - 0.25 \log V_p + 2.06 & V/H < 2 \\ (40 \text{地震、重相関係数} &= 0.78) \\ \log R &= 1.10 \log T_p - 1.02 \log V/H - 0.079 \log V_p + 2.98 & \geq 2 \\ (15 \text{地震、重相関係数} &= 0.68) \end{aligned} \right\} (4)$$

いずれも、(2)・(3)式と比べて相関係数は改善されている。深い地震ほど T_p すなわちマグニチュードの寄与は大きく、初動振幅は浅いほど寄与は大きいことがわかる。 V/H は大きいほど深くなると考えてよいが、浅い地震の場合、 V/H が大きいほど R は大きくなる。深い地震の場合、 V/H は小さいほど遠くなる傾向がある。

(4)式によって推定した震源距離と東北大学または気象庁の決定した震源距離とを比較した結果を図2に示す。図1では200 kmを越えると震源距離の推定精度が悪化しているが、図2ではこれが改良されより実用的であることを示している。

参考文献

- (1) 中村・斉藤：地震の早期検知・警報システムの開発、第6回日本地震工学シンポジウム講演集、1982
- (2) 中村・斉藤・橋本：1観測点のデータに基づく震央方位の推定、地震学会講演予稿集、1983、No1
- (3) 中村：地震(津波)警報のために地震早期検知を行う1点検知システムの考え方とパソコンによる実施例、第18回地震工学研究発表会講演概要集、1985

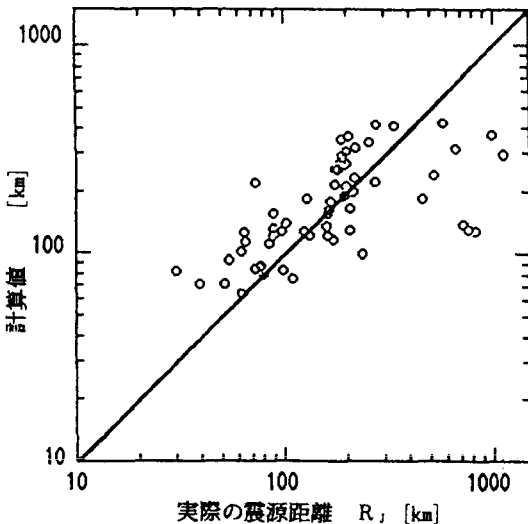


図1 (2)式による R の推定

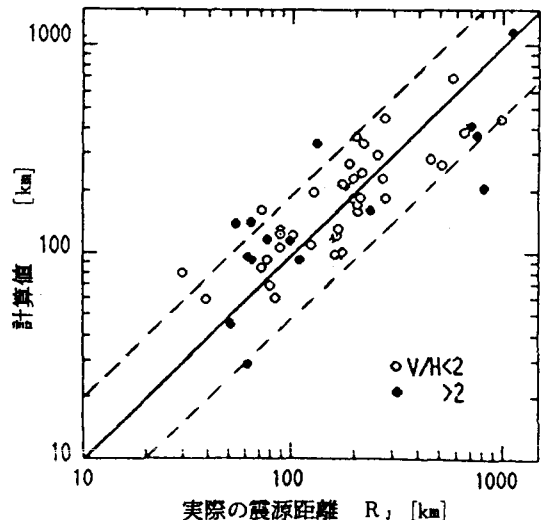


図2 (4)式による R の推定 (V/H による改良)