

信州大学 工学部 正会員

泉谷 恭男

東北大学 理学部

平澤 明郎

1. はじめに 日本の近海底で発生する震源の浅い大地震は津波を伴い、津波による被害は地震動による被害を上回る場合も多い。現在のところ、図-1に示すように、震源の位置と地震のマグニチュード(M)から判断して気象庁(JMA)より津波予報が出される。津波を数値的により詳しく予報するためには震源位置、地震のメカニズム、地震モーメント(M_0)に加えて断層の長さ及び断層が震源からどちら方向に延びているのを知る必要がある。断層の長さ及び断層の延びている方向を地震発生後即時的に推定するために加速度記録を利用する。

2. 強震動継続時間 図-2に示すように Husid-Plot が 0.05 から 0.85 まで増加する時間が強震動継続時間と定義する。加速度記録は震源での断層破壊の特性、伝播経路での波の分散、観測点近くの地盤内での重複反射などの影響を合んでいる。そのため一般に強震動継続時間はマグニチュード、震源距離(r)及び地盤条件の関数として表現される。ところが 5~10 Hz のバンドパスフィルタを通して加速度記録の強震動継続時間は表面波の影響が除かれるため r にはほとんど依存しなくなる。

3. 強震動継続時間の統計解析 5~10 Hz のバンドパスフィルタを通して地動加速度の強震動継続時間(D)を東北、北海道沿岸地域10地点の強震記録より求め、図-3に例示したように観測点毎にDを断層長さ(L)に対してプロットし、 $D = a_1 L + b_1$ なる直線で近似した。求められた a_1 , b_1 は観測点(i)毎に異なり、震源と地盤の影響を反映したパラメーターである。各観測点での強震記録からDが得られれば、直ちにLを推定できる。DとLの関係式の不確定さは地盤が軟弱な地点ほど概して大きい。

4. Dの指向性の利用 強震動継続時間(D)の観測値は断層の破壊伝播に伴う方位依存性を示す。これを利用すると断層の長さ(L)の他に破壊伝播の方向(θ_0)を推定することができる。図-4の黒丸はDの観測値をAzimuthに対してプロットしたものである。断層破壊伝播の影響を第一近似的にとり入れ下式(図-4)による計算値とDの観測値の残差平方和が最小になるようL, θ_0 , γ/c を求めた。 γ は断層破壊伝播速度、cはS波の見かけ速度である。計算式右辺の定数10は Shimazaki & Mori¹⁾に従って断層破壊の10秒間の休止を考慮したものである。L, θ_0 , γ/c の値は遠方での長周期地震波の解析²⁾によって得られた値と調和的である。

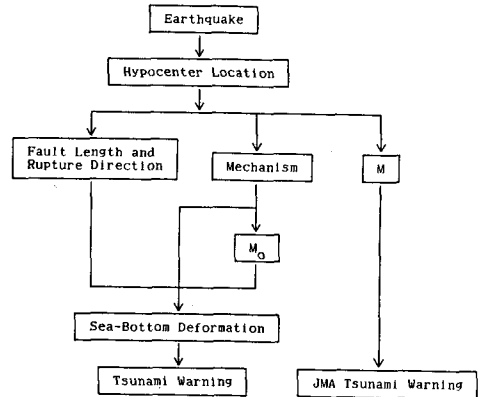


図-1. 津波予報の流れ図

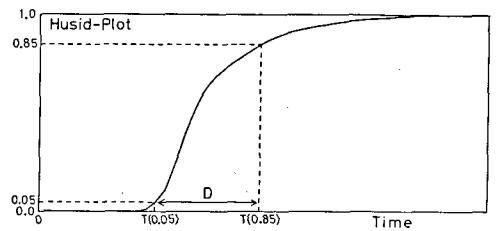


図-2. 強震動継続時間(D)の定義

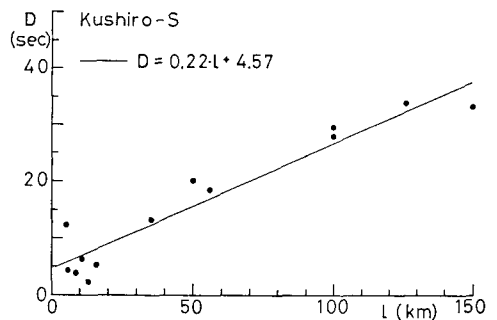


図-3. 釧路におけるDと断層長さ(L)の関係

5. rms 加速度のピーク時刻の利用 強震動継続時間

(d) の観測値は断層破壊の見かけ上の継続時間(図-5の式中のd)を反映していると仮定している。断層が一方向にのみ延びている場合はdの指向性の利用のみで良い結果が得られたが、二方向に延びている場合、短い方の断層長さ(l_2)がdに反映されない場合が多い。従って、dの解析から l_2 を推定することは難しい。また、断層が非常に長い場合には観測点から遠い断層部分の影響は減衰のためほとんどdには反映されないことが予想される。このような場合に備えて観測点に最も近い断層上の点から発した波の到達時刻(T_p)の利用を考える。断層上でのエネルギーの放出が時間的、空間的にそれ程極端には偏っていないと仮定すると、記録上の T_p は振幅の大きい部分の時刻ということになる。長さ/秒の長方形ウィンドウを移動させて求めたrms加速度が最大となる時刻を T_p として採用する。現在のところ、残念ながら加速度記録のほとんどのものに時刻が記録されていないため、 T_p の絶対値を得ることは出来ない。ただ、日本海中部地震の場合には Sato²⁾により加速度記録の記録開始時刻が明らかにされている。

Sato²⁾の結果を利用して T_p の観測値をAzimuthに対してプロットしたものが図-6の黒丸である。白丸はS波の見かけ速度を4 km/sec, l_1 , θ_0 , v/c についてはdの指向性を利用して得た値(図-4)を仮定した場合の T_p の計算値である。 l_2 が0 km, 25 kmの場合について示した。仮定にも依存するが l_1 はせいぜい100 km, l_2 は25 km以内が妥当と思われる。

6. まとめ 加速度記録から得られる強震動継続時間及びrms加速度が最大となる時刻を利用することにより、断層の長さや断層が震源からどちら方向に延びているかを地震発生後の短い時間内に推定できる。精度を更に向上させるためには、硬い地盤上に計器を設置すること、記録に時刻を入れること、震源のまわりのあらゆる方向に観測点を配置することが必要と思われる。

強震記録は港湾技術研究所、弘前大学、電力中央研究所よりお借りした。記して感謝します。

1) Shimazaki & Mori, 地震学会講演予稿集, 1983 秋。

2) Sato, Dr. Thesis, Tohoku Univ., 1984.

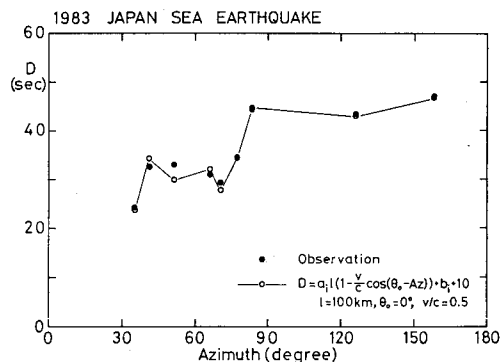
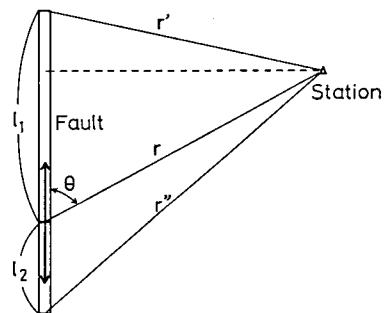


図-4. dの指向性を利用して断層パラメータの推定



$$d = \begin{cases} l_1/v + r'/c - r/c & ; l_1/v + r'/c \geq l_2/c + r''/c \\ l_2/v + r''/c - r/c & ; l_1/v + r'/c < l_2/c + r''/c \end{cases}$$

$$T_p = \begin{cases} l_1/v + r'/c & ; l_1 \leq r \cos \theta \\ r \cos \theta / v + r \sin \theta / c & ; 0 \leq r \cos \theta < l_1 \\ -r \cos \theta / v + r \sin \theta / c & ; -l_2 \leq r \cos \theta < 0 \\ l_2/v + r''/c & ; r \cos \theta < -l_2 \end{cases}$$

(c : apparent velocity of S-wave, v : rupture velocity)

図-5. 断層破壊伝播の影響

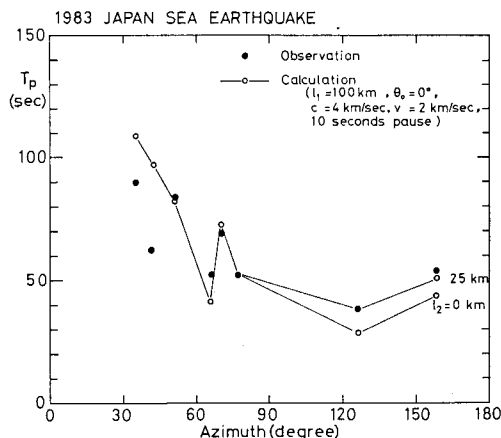


図-6. T_p を利用した断層パラメータの推定