

南海沖地震を対象とした早期地震システム

神戸大学工学部 正会員 高田 至郎
神戸大学大学院 学生員 〇村上 貴夫

1. はじめに 本研究は、過去において京阪神地区に被害をもたらした南海道沖地震を対象として、主要動到来前に当該区域に警報を発令することを目的としている。その方法は、紀伊半島の先端に位置する潮岬に地震計を配置して、大規模地震をその励起直後に初動部で検知し、その地震規模と震源をパソコンにより推定する。その推定値より阪神地区に与える影響を判断して、警報を必要とする場合は電話回線を用いて伝達する。本研究では上記推定量の精度を改善する手法を主要課題としている。

2. 南海道沖地震の発生地 南海道沖地震は図-1に示すように、阪神地区からの震央距離にして160~240km程度であり、有史以来この範囲内に7度のマグニチュード8を越える地震と、17度のマグニチュード7以上の地震を記録している。

3. 早期検知方法 このシステムが都市地震防災に役立つためには、警報の受信から主要動の到来までの防災行動に移る時間を増加させる方向にシステムの開発が成される必要がある。この観点から考慮された早期検知システムの基本概念を示す。



図 1 南海道沖地震の震央

(1) 地震動をP波の部分で捉える

(2) 地震動をその発生域で捉える

図-2に本システムの観測局側装置の概念図を示す。強震計より負荷される加速度アナログ電圧はA/D変換を施すことによりデジタル記録でパソコン内に取り入れられる。パソコン内でのシステムの流れを図-3に示す。最大振幅を検知すれば、地震規模の推定を行う。

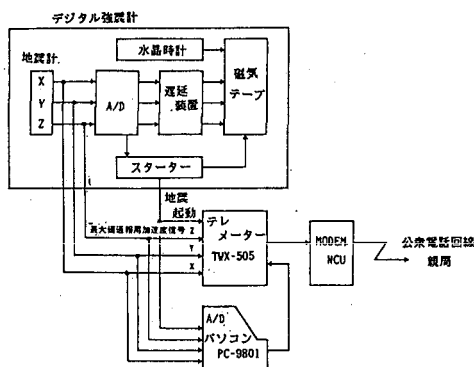


図 2 早期検知システムの概要 (観測局)

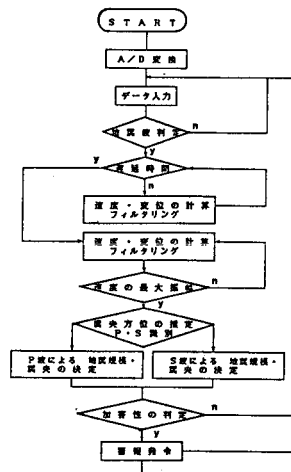


図 3 早期地震検知のフロー

ここでこの推定式は次頁に示すMODEL2の回帰式による。これは、従来のモデル式(MODEL1)に振幅量を加えたものであるが、検知対象を近傍地震に限定している、この方法による推定精度が改善が見られた。表-1にMODEL1, MODEL2式の回帰分散分析結果を示す。ここで X_1 は周期を、 X_2 は振幅量を表しており、 X_2 の寄与により重相関係数が1に近づき精度の改善が確認される。

Shiro TAKADA and Takao MURAKAMI

MODEL 1 $M = \beta_{20} + \beta_{21} \times \text{Log TP}$
 MODEL 2 $M = \beta_{40} + \beta_{41} \times \text{Log TP} + \beta_{42} \times \text{Log V}$
 MODEL 3 $M = \beta_{20} + \beta_{21} \times \text{Log T} + \beta_{22} \times \text{Log V} + \beta_{23} \times \text{Log TM}$
 MODEL 4 $M = \alpha_0 + \alpha_1 \times \text{Log V} + \alpha_2 \times \text{Log } \Delta$

β_{ij} : 偏回帰係数
 M : マグニチュード
 V : 最大速度振幅
 TP : 周期 (最大周期)
 TM : 経過時間
 Δ : 震央距離

表 1 MODEL2の回帰誤差分析

変動因	自由度	平方和	分 散	F 値	重相関係数
全体 (T)	39	31.6948	0.8127		
回帰 (R)	2	24.3270	12.1635	81.0850	0.8781
x_1 の寄与	1	13.9423		70.0182	0.6632
x_2 の寄与	1	10.3847		52.1518	0.8781
残差 (e)	37	7.3676	0.1991		

また、本解析は時系列解析であるため回帰モデルに時間量の導入を考える(MODEL3 式)。これと共に、MODEL2式の偏回帰係数を地震波立ち上がりより経過時間内での回帰分析を行い、単位時間毎に回帰係数を変動させるモデルを考案し両モデルの比較を行う。その結果、MODEL3式の回帰分散分析では重回帰係数が0.5に満たないため、モデル化の有意性が得られなかった。MODEL2式の偏回帰係数変動解析の結果は表-2と同程度であるので、これより時間量の導入は、回帰係数変動モデルで考慮すれば良いことが確認された。

震央距離についてもMODEL4式による回帰分析を行い推定式を決定している。また震央方位は、P波初動部の3方向成分波形は互いに相似であるということを利用して、次のように上下動と水平動の相互相関を連続的に計算して、これらの波動の到来方向即ち震央方向を時系列的に算出する。

$$\text{Rud} \cdot \text{ns}(i \Delta t) = \text{Xud}(i \Delta t) \times \text{Xns}(i \Delta t) + \text{Rud} \cdot \text{ns}((i-1) \Delta t) \times \alpha \quad (1)$$

$$\text{Rud} \cdot \text{ew}(i \Delta t) = \text{Xud}(i \Delta t) \times \text{Xew}(i \Delta t) + \text{Rud} \cdot \text{ew}((i-1) \Delta t) \times \alpha \quad (2)$$

$$\theta(i \Delta t) = \text{Tan}(R) \quad (R = \text{Rud} \cdot \text{ns} / \text{Rud} \cdot \text{ew}) \quad (3)$$

4. 模擬起動テスト この模擬テストは、2台のパソコンを用いて、1台は地震検知システム起動用(A)に、もう1台はD/A変換ボードにより、デジタル加速度データのアナログ変換用(B)に用いて起動試験を行った。したがって実際のシステムの強震計の部分コンピュータBが担当し、Bからアナログ化された地震波記録がコンピュータAに送られることになっている。地震情報の伝達は地震検知側のパソコンのディスプレイ上に表示するのみとし、また同時に影響度も表す。

(1) 1968 十勝沖 (M=7.9, Δ =247)

(2) 1978 塩釜 (M=7.4, Δ =100)

(3) 1978 伊豆大島近海 (M=7.0, Δ =76)

(4) 1983 日本海中部 (M=7.7, Δ =107)

(1)

Magnitude	7.6
Epicenter	Shiono 128.5 km
	Kobe 272.265 km
Latitude	32 ° 16 '
Longitude	135 ° 41 '
Danger Rank	B

右図はこれらの起動試験結果のディスプレイ表示である。

(2)

Magnitude	7.3
Epicenter	Shiono 141.5 km
	Kobe 168.755 km
Latitude	33 ° 23 '
Longitude	134 ° 14 '
Danger Rank	B

(3)

Magnitude	7
Epicenter	Shiono 84.3 km
	Kobe 145.802 km
Latitude	33 ° 24 '
Longitude	134 ° 51 '
Danger Rank	D

(4)

Magnitude	7.4
Epicenter	Shiono 103 km
	Kobe 247.052 km
Latitude	32 ° 30 '
Longitude	135 ° 42 '
Danger Rank	D