

統計的手法による模擬地震波の最大加速度と断層の位置との関係について

京都大学防災研究所	正会員	土岐憲三
京都大学防災研究所	正会員	佐藤忠信
京都大学防災研究所	正会員	清野純史
京都大学大学院	○学生員	若林治郎

1. まえがき：本研究では、自己回帰-移動平均(AR-MA)過程によって作成した統計的予測モデル¹⁾²⁾を用い、マグニチュード、震央距離、観測点の位置、dip angle を変化させて近距離大地震動を模擬した。そしてこの波形の最大加速度に着目し、数量化理論I類による統計解析を行って断層と観測点との位置関係や破壊過程が最大加速度に与える影響を考察した。

2. 模擬地震波の合成：統計的予測モデルを作成するにあたっては震央距離によってデータベース1、2の2種類を用いた。前者は震央距離が30~90kmのアメリカでの地震記録、後者は10~30kmの日本の微小地震である。AR-MA過程を用いて作成した予測モデルは、マグニチュードと震央距離に関する回帰分析により求めたものである。したがって震源は点震源として捉えられている。震央距離が数百kmにも及ぶ地震では震源は点震源と見なしう

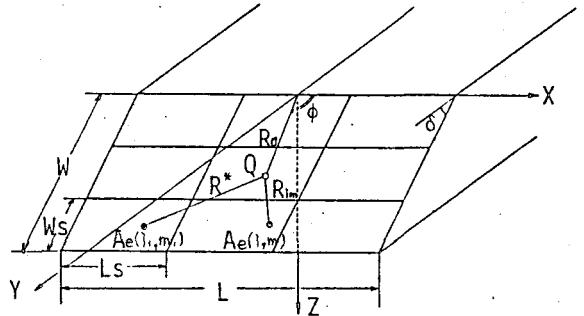


図-1 断層モデル

るが、震央距離が短くなるにつれて断層の拡がりを無視することができなくなる。そこで、ある有限な拡がりを持つ断層を想定して地震動の模擬を行なわなければならない。

図-1は本研究で用いた断層モデルを示したものである。断層を、長さL、幅W、dip angle(断層の傾斜角)、破壊の伝播速度 V_R 、くいちがい量D、ライズタイム(立ち上がり時間) τ の6つのパラメータで記述した。この断層はいくつかの小断層から成っており、各小断層で発生する地震として統計的予測モデルで得た波形をあてはめた。この波形を断層の破壊過程を考慮した時間遅れにしたがって多数重ね合わせることにより、震源の拡がりを考慮した地震動を模擬した。

3. 数量化理論I類の適用：模擬地震波の最大加速度のみに着目し、マグニチュード、震央距離、破壊開始点、観測点の位置、dip angle がどのような影響を及ぼすかを数量化理論I類を用いて調べた。数量化理論I類では、予測値が数量の線形和で表されるので予測式は次のようになる。但し、 a_{jk} は数量を表す。

$$Y_i = \sum_{j=1}^R \sum_{k=1}^C a_{jk} \delta_{ijk} \quad \delta_{ijk} = \begin{cases} 1 \cdots \text{サンプル } i \text{ がアイテム } j \text{ の} \\ \text{カテゴリ } k \text{ に反応するとき} \\ 0 \cdots \text{その他のとき} \end{cases}$$

したがって最大加速度を外的基準としたときの変数 δ に関する重回帰分析を行い、アイテム内の数量の差（レンジ）及び偏相関係数によ

って外的基準に対する影響の大きさを判断するわけである。まず、表-1に示すようにアイテム5つの組み合わせによって4つのCASEを設定して解析を行なった。その結果、重相関係数及び寄与率の値からアイテムに5つ全てを用いる場合が最も最大加速度を良く説明することがわかった。各々のアイテム内でのカテゴリー分けは次の通りである。マグニチュードは5.5 6.0 6.4 7.0 の4つに、震央距離はデータベース1については30~50km、50~70km、70~90kmの3つに、データベース2については10km 20km 30kmの3つに分類した。破壊開始点、観測点、dip angle については図-2に示すようにそれぞれ6、3、6に分けた。

4.解析結果： 表-2、表-3は解析結果を表したものである。レンジ及び偏相関係数から、震央距離が100km以下の比較的近距离での地震では、最大加速度に影響を及ぼす要因として従来から考慮されているマグニチュード、震央距離に加えて破壊開始点が無視できないということがわかる。また、アイテム内の数量を比較することによってその影響は観測点の方向へ破壊が進んでくる時が一番大きく、逆に破壊が遠ざかる場合は小さいという結果も推測される。観測点の位置とdip angleについてはデータベース1、2ともに数量には明確な傾向が見られず、またアイテムのレンジも小さいことから最大加速度への影響は破壊開始点ほどではないといえる。

参考文献：1)土岐、佐藤、江尻：時系列理論による強震動予測モデルとその応用、第6回日本地震工学会シンポジウム講演集、pp.385-392,1982. 12.

2)土岐、佐藤、清野：統計的グリーン関数を用いた設計地震動の予測とその特性、第21回自然災害科学シンポジウム講演概要集、pp.109-112,1984.10.

表-1 予測値の精度の検討

CA SE	マグニチュード	震央距離	破壊開始点	dip angle	観測点	重相関係数	寄与率
1	○	○				92.5	0.85
2	○	○	○			94.5	0.89
3	○	○	○	○		94.7	0.90
4	○	○	○	○	○	95.4	0.91

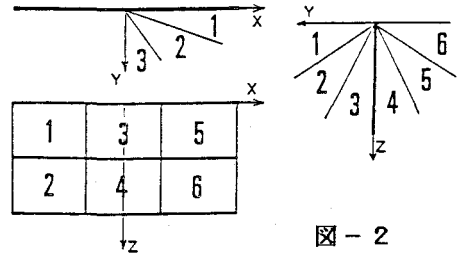


図-2

表-2 データベース 1

重相関係数：95.4% 寄与率：0.910

	カテゴリー	サブ数	数量	レンジ	偏相関係数
マグニチュード	5.5	32	-9.7	239.7	0.946
	6.0	50	28.4		
	6.4	35	77.2		
	7.0	33	230.0		
震央距離 (km)	30~50	46	66.2	66.2	0.662
	50~70	56	25.5		
	70~90	48	0.0		
dip angle	1	28	6.0	17.0	0.187
	2	20	6.1		
	3	22	2.2		
	4	26	9.0		
	5	30	17.0		
	6	24	0.0		
観測点	1	48	-1.7	6.5	0.095
	2	55	4.8		
	3	47	0.0		
破壊開始点	1	25	24.5	36.8	0.363
	2	28	14.5		
	3	28	23.0		
	4	24	36.8		
	5	18	10.0		
	6	27	0.0		

表-3 データベース 2

重相関係数：89.5% 寄与率：0.801

	カテゴリー	サブ数	数量	レンジ	偏相関係数
マグニチュード	5.5	47	-103.80	554.6	0.846
	6.0	35	23.14		
	6.4	34	168.35		
	7.0	34	450.78		
震央距離 (km)	10	45	279.14	279.1	0.660
	20	44	125.98		
	30	61	0.00		
dip angle	1	19	-100.63	153.2	0.366
	2	29	-80.70		
	3	24	52.59		
	4	18	-56.03		
	5	24	-71.23		
	6	36	0.00		
観測点	1	53	165.05	165.1	0.462
	2	50	72.65		
	3	47	0.00		
破壊開始点	1	24	191.73	276.4	0.609
	2	28	225.03		
	3	28	107.21		
	4	25	173.36		
	5	27	-51.46		
	6	18	0.00		