

建設省土木研究所 正員 川島一彦

〇 “ “ “ 相沢 興

“ “ “ “ 高橋和之

1. まえがき

最大地震動の距離減衰特性に関しては現在までも各種の検討が行われているが、従来の解析では距離減衰式を以下のように仮定する場合が多い。

$$X = a \times 10^{bM} \times (\Delta + \Delta_0)^c \quad (1)$$

ここで、 X は最大地震動(最大加速度、速度、変位)、 a, b, c は定数、 M, Δ, Δ_0 はそれぞれ地震のマグニチュード、震央距離、震源($\Delta=0$)での調整用の距離である。

本小文は式(1)の距離減衰式に M, Δ および震源深さ D_p の2項までの項を追加することにより、最大地震動をより正しく推定する上での程度の効果があるかを検討したものである。

2. 検討方法

式(1)の対数をとると

$$\log X = \log a + bM + c \log (\Delta + \Delta_0) \quad (2)$$

となり、式(2)を用いて重回帰分析により定数 a, b, c を定める試みがあるが、今回の解析では式(2)に以下のように M, Δ 、震源深さ D_p に係わる b 変数を追加し、合計9変数による重回帰分析を行って、重相関係数 R が最大となる変数の組合わせを総当たり法により求めた。

$$\log X = \log a + bM + c \log (\Delta + \Delta_0) + dM^2 + e \log (\Delta + \Delta_0)^2 + fD_p^2 + gM \log (\Delta + \Delta_0) + hMD_p + iD_p \log (\Delta + \Delta_0) \quad (3)$$

ここで、地盤条件は1種(道路橋示方書による1種地盤)、2種(同、2および3種地盤)、3種(同、4種地盤)の3区分に分類し、それぞれの地盤種別ごとに解析を行った。

3. 解析対象記録

解析対象としたのは、我国の地盤上で観測された197組の水平加速度の最大値 $\hat{A}_{max}$ および、これより求めた最大速度 $\hat{V}_{max}$ 、最大変位 $\hat{D}_{max}$ である。解析対象とした M, Δ, D_p および最大地震動 $\hat{A}_{max}, \hat{V}_{max}, \hat{D}_{max}$ の頻度分布をそれぞれ図1~4に示す。

4. 検討結果

9変数によるすべての変数の組合せによる重回帰分析の結果は図5~7に示す通りである。

i) $\hat{A}_{max}, \hat{V}_{max}, \hat{D}_{max}$ のいずれの場合も、重相関係数 R は、全体として地盤種別によらず同様の傾向を示している。変数の数 P を1~9個に変化させた場合には、当然 $P=9$ の場合に R は最大となる。ただし、 $P \geq 2$ になると R はほとんど変化しないうえ、 $P=2$ とした推定式に変数を追加しても著しい精度の向上は期待できない。

ii) 変数の数を同じとした場合に推定式に選択される変数の組合せは、 $\hat{A}_{max}, \hat{V}_{max}, \hat{D}_{max}$ ごとに同一ではない。また、地盤種別ごとにも異なっている。しかしながら、 $P=2$ の場合については、 $\hat{A}_{max}$ の3種、 $\hat{V}_{max}$ の1種、および $\hat{D}_{max}$ の1種を除けば、他のケースではすべて M と Δ の組合せである。

以上より、今回検討した範囲では、現在一般に用いられている式(1)に他の変数を追加しても著しい精度の向上は期待できないと考えられる。

参考文献

1) 奥野ら：多変量解析法、日科技連出版社。2) 荒川ら：最大地震動および地震応答スペクトル……、土木研究所資料 {1765号(441), 1841号(462), 1864号(463)}

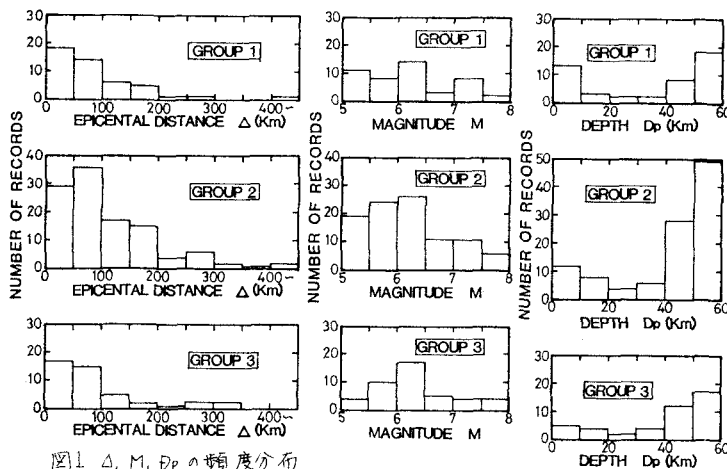


図1 Δ , M , D_p の頻度分布

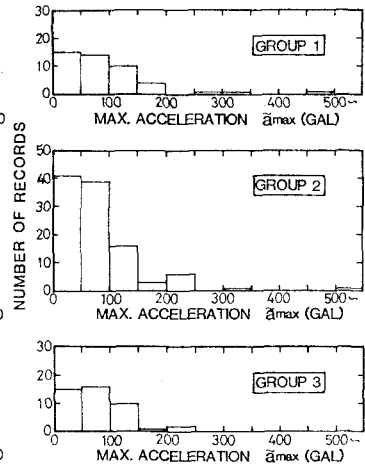


図2 $\bar{a}_{max}$ の頻度分布

変数 数	重相関係数 R	説明変数										重相関係数 R		
		M	Δ	D_p	M^2	Δ^2	D_p^2	$M\Delta$	$M D_p$	ΔD_p		1種	2種	3種
1												0.6314	0.4443	0.5421
2												0.7674	0.6859	0.6795
3												0.8045	0.7224	0.7191
4												0.8134	0.7348	0.7283
5												0.8195	0.7407	0.7346
6												0.8213	0.7475	0.7422
7												0.8230	0.7538	0.7501
8												0.8250	0.7562	0.7503
9												0.8253	0.7567	0.7505

○: 1種, ●: 2種, /: 3種

図5 縮当り法による $\bar{a}_{max}$ 重相関係数と変数の組合せ

変数 数	重相関係数 R	説明変数										重相関係数 R		
		M	Δ	D_p	M^2	Δ^2	D_p^2	$M\Delta$	$M D_p$	ΔD_p		1種	2種	3種
1												0.5564	0.3063	0.2400
2												0.7573	0.6744	0.5387
3												0.7767	0.7295	0.6051
4												0.8155	0.7330	0.6429
5												0.8240	0.7371	0.6653
6												0.8310	0.7446	0.6722
7												0.8327	0.7481	0.6765
8												0.8335	0.7513	0.6771
9												0.8341	0.7528	0.6777

図6 縮当り法による $\bar{v}_{max}$ の重相関係数と変数の組合せ

変数 数	重相関係数 R	説明変数										重相関係数 R		
		M	Δ	D_p	M^2	Δ^2	D_p^2	$M\Delta$	$M D_p$	ΔD_p		1種	2種	3種
1												0.4498	0.5143	0.3768
2												0.7890	0.7434	0.5957
3												0.8414	0.7572	0.6547
4												0.8506	0.7588	0.6977
5												0.8555	0.7643	0.7227
6												0.8576	0.7671	0.7267
7												0.8577	0.7679	0.7270
8												0.8578	0.7679	0.7275
9												0.8578	0.7730	0.7291

図7 縮当り法による $\bar{d}_{max}$ の重相関係数と変数の組合せ

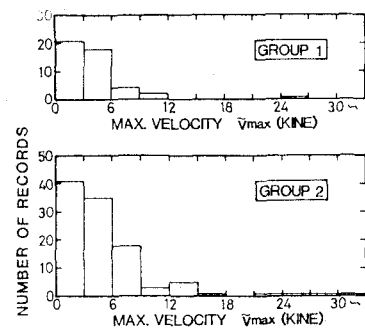


図3 $\bar{v}_{max}$ の頻度分布

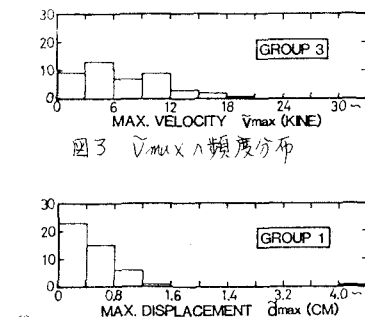


図4 $\bar{d}_{max}$ の頻度分布