

京都大学工学部 正会員 ○亀田弘行

スコピエ地震工学研究所 Zoran Milutinović

はじめに 弾塑性系の応答スペクトル（擬似加速度応答）を減衰定数5%の線形応答スペクトルに補正係数を乗じて求める簡便法を報告する。このモデルは、動的地震動を静的な地震荷重に変換する等価加速度の概念^{1,2)}と結びついて開発されたものであるが、それ以外にも、非線形応答スペクトルの推定問題で種々の問題に応用できる。わが国の強震記録と1979年のMontenegro地震を中心とするユーゴスラビアの強震記録についてそれぞれ別個のモデルを作成したが、ここでは主として前者について報告する。

1. 定式化とモデル化 加速度応答スペクトルの推定値 S_A を次式で表す。

$$S_A = C \mu h \hat{\xi}_r A_p \quad \dots \dots (1) \quad \text{Table 1 Tabular Presentation of Referent Standard Acceleration Response Ratio } \xi_r \text{ (RSRR) Curves}$$

ただし、 A_p は最大加速度、 $\hat{\xi}_r$ は減衰5%に対する線形加速度応答倍率スペクトル（標準応答倍率；RSRR）で、固有周期 T_0 の高次多項式で表現するが³⁾、その値はTable1のとおりである。 $C \mu h$ は、任意の塑性率 μ と減衰定数 h に対する補正係数で、次式で表す。

$$\log C_{\mu h} = [1 \quad \log \mu] \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & b_{11} & b_{12} \\ a_{21} & a_{22} & b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \log T_0 \\ \log h \\ \log h \log T_0 \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

係数 a_{ij} , b_{ij} , ($i, j=1, 2$)の値をTable 2に示した。また、Fig. 2 上半は $C \mu h$ ，下半は S_A / A_p の値を示す。

2. 従来の研究との比較 $C \mu h$ を次のように h の主たる影響を表す $C h$ と μ の影響を主として表す $C \mu$ とに分解する。

$$\log C_h = [1 \quad \log h] \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ b_{11} & b_{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \log T_0 \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

$$\log C_\mu = [1 \quad \log \mu] \begin{bmatrix} a_{21} & a_{22} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \log T_0 \end{bmatrix} \log \mu \quad \dots (4)$$

Period To (sec)	Soil Condition			
	Rock (JPN1-R)	Diluvial (JPN2-D)	Alluvial (JPN3-A)	Very Soft Deposit (JPN4-SD)
0.10	2.603	1.671	1.892	1.418
0.13	3.647	1.801	1.932	1.459
0.16	3.906	1.921	2.236	1.619
0.19	3.565	2.039	2.318	1.761
0.22	3.013	2.136	2.247	1.868
0.25	2.471	2.201	2.130	1.951
0.28	2.015	2.234	2.021	2.019
0.31	1.654	2.237	1.939	2.080
0.34	1.374	2.216	1.884	2.137
0.37	1.158	2.178	1.853	2.191
0.40	0.990	2.126	1.839	2.244
0.44	0.820	2.045	1.841	2.310
0.48	0.695	1.956	1.854	2.371
0.52	0.600	1.866	1.873	2.422
0.56	0.527	1.777	1.890	2.463
0.60	0.469	1.691	1.901	2.491
0.64	0.422	1.610	1.905	2.506
0.68	0.384	1.533	1.899	2.507
0.72	0.353	1.462	1.883	2.494
0.76	0.326	1.396	1.857	2.468
0.80	0.303	1.334	1.822	2.429
0.94	0.244	1.149	1.646	2.216
1.08	0.205	1.004	1.426	1.929
1.22	0.177	0.886	1.207	1.626
1.36	0.156	0.788	1.011	1.342
1.50	0.139	0.705	0.846	1.096
2.20	0.090	0.423	0.396	0.415
2.90	0.067	0.268	0.240	0.207
3.60	0.054	0.181	0.169	0.135
4.30	0.044	0.131	0.126	0.102
5.00	0.035	0.104	0.094	0.078

Table 2
Summary of the
Coefficients in
Eqs.2--4

Soil Condition	Period Range (sec)	a_{11}	a_{12}	a_{21}	a_{22}	b_{11}	b_{12}	b_{21}	b_{22}
Rock (JPN1-R)	0.10-0.19	0.7298	0.4630	-1.0442	-0.6624	-4.1141	-3.1581	1.1975	0.9299
	0.19-0.44	0.0621	-0.4628	-0.0887	0.6623	-0.6320	1.6699	-0.0831	-0.8455
	0.44-5.00	0.2438	0.0469	-0.3488	-0.0671	-1.2569	-0.0827	0.2174	-0.0027
Diluvial (JPN2-D)	0.10-0.44	0.3694	0.2452	-0.5285	-0.3508	-1.5479	-1.1048	0.2588	0.1900
	0.44-1.08	0.2397	-0.1186	-0.3429	0.1697	-1.2019	-0.1345	0.1458	-0.1271
	1.08-5.00	0.2357	0.0005	-0.3372	-0.0008	-1.1954	-0.3295	0.1384	0.0935
Alluvial (JPN3-A)	0.10-0.44	0.2946	0.0778	-0.4215	-0.1114	-1.1994	-0.4405	0.2741	0.0329
	0.44-1.08	0.3055	0.1085	-0.4371	-0.1551	-1.4806	-1.2294	0.2889	0.0744
	1.08-5.00	0.3125	-0.0997	-0.4470	0.1427	-1.5283	0.1975	0.2903	0.0297
Very Soft Deposit (JPN4-SD)	0.10-0.44	0.3373	0.2126	-0.4826	-0.3043	-1.3061	-0.8468	0.2358	0.1327
	0.44-1.08	0.3738	0.3149	-0.5347	-0.4504	-1.6745	-1.8801	0.4560	0.7503
	1.08-5.00	0.4026	-0.6492	-0.5760	0.7857	-1.7874	1.4977	0.5166	-1.0622

Fig.2に C_h , C_μ と固有周期 T_0 の関係を示した。 C_h については、川島・相沢・高橋の結果（ただし絶対加速度応答を扱っている）⁴ と比較した。Fig.3に、 C_μ の値を Veletsos, Newmark⁵, および Riddell, Newmark⁶ の結果と比較して示した。ただし、文献5), 6)の結果は周期領域ごとに与えられているので、本研究の C_μ は、それぞれの領域ごとの平均値を示してある。これらの詳細については講演時に譲る。

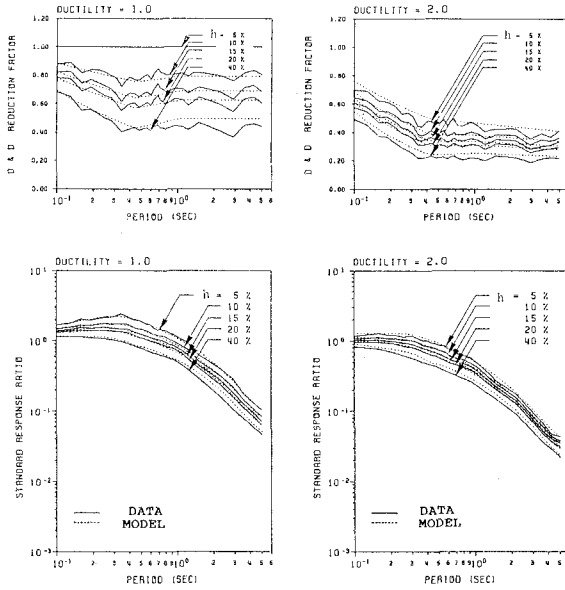


Fig.1 Ductility & Damping Reduction Factor /DRRF/ and Standard Acceleration Response Ratio /SRR/ Curves

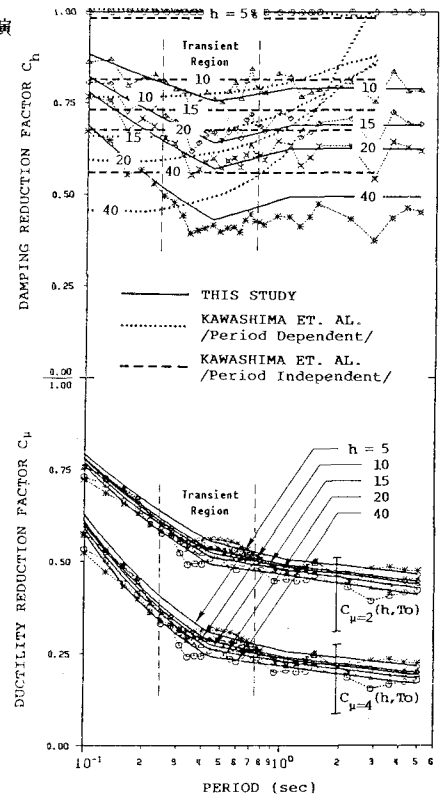


Fig.2 Spectral Behavior of C_h and C_μ Reduction Factors

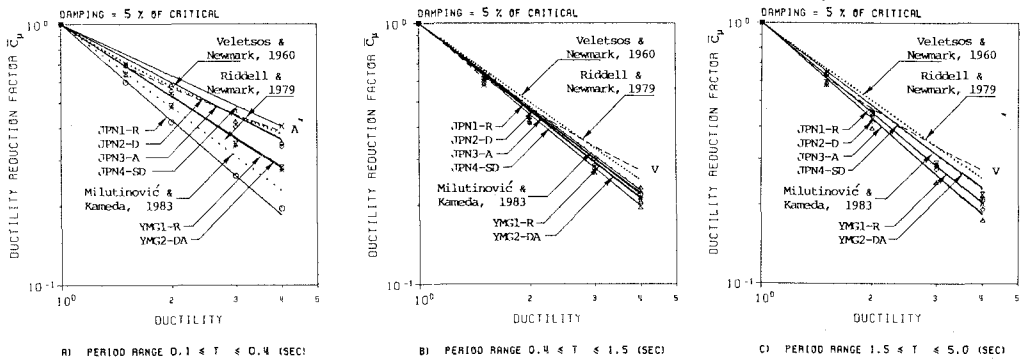


Fig.3 Site-Dependent Average Ductility Reduction Factors (C_μ) for the Japanese (JPN) and the Montenegro, Yugoslavia (YMG) Strong Motion Data Sets (5% Critical Damping). / Symbols designate C_μ values computed from the data for various soil conditions. Corresponding modeled C_μ points are connected by solid lines. /

- 1) Kameda & Kohno, Mem. Fac. Eng., Kyoto Univ., 1983; 2) Milutinović & Kameda, Kyoto Univ. CE Rep., 1983;
- 3) Milutinović & Kameda, Kyoto Univ. CE Rep., 1984; 4) 川島・相沢・高橋, 土研資料 No. 2001, 1983;
- 5) Veletsos & Newmark, 2WCEE, 1980, Vol. II; 6) Riddell & Newmark, Univ. of Illinois, Struc. Res., No. 468, 1979.