

I-436

気象庁1倍強震計記録による長周期地震動の距離減衰特性

建設省土木研究所 正員 相沢 興

" 正員 佐々木康

" 正員 田村敬一

1. はじめに

気象庁1倍強震計記録(以下,JMA記録と呼ぶ)を用いた長周期地震動の距離減衰特性の検討結果を報告する。本小文では、これまでの検討¹⁾に用いた記録に1978年の宮城県沖地震による記録を追加している。

2. 検討対象

検討対象は、JMA記録から求めた固有周期 T および減衰定数 h の加速度応答スペクトル $S_a(T, h)$ の距離減衰特性であり、

T は2~20秒間の13周期、 h は0.02, 0.05の2種類とした。また、水平2成分の $S_a(T, h)$ のうち大きい方の値を検討対象とした。検討に用いた記録は表1に示すとおりである。マグニチュード M の範囲は7.1~7.9であるが、7.4と7.5の地震による記録が全体の約6割を占めている。各観測点までの震央距離 Δ [km]の範囲は70~600km程度であり、その大部分は150~500kmの間である。また、岡田・鏡味による各観測点の揺れやすさの指標 X_i ²⁾をもとに観測点の地盤の影響を考慮し、観測点をG1(揺れにくい: $X_i < 0.67$)、G2(平均的: $0.67 \leq X_i < 1.5$)、G3(揺れやすい: $1.5 \leq X_i$)の3グループに分類した。なお、記録の数値化、計器補正(補正範囲は2~20秒)および変位から加速度を算出する計算方法の詳細については文献³⁾に述べた方法によった。

3. 長周期地震動の距離減衰特性

解析結果から得られる $S_a(T, h)$ の距離減衰の一般的な特徴は以下のとおりである。

1) $S_a(T, h)$ の値は同一地震の同程度の Δ であってもかなり広い範囲でばらついているが、 Δ が大きくなるとおおむね $S_a(T, h)$ の値も小さくなる。2) $S_a(T, h)$ の値はおおむね M の増加に伴い大きくなり、また、 T が長くなると M による差が大きくなる。しかしながら、 $S_a(T, h)$ のばらつきが大きいので、この関係が逆転するものもある。

このような $S_a(T, h) \sim M \sim \Delta$ の関係を既往のSMAC型強震計記録(以下,SMAC記録と呼ぶ)による距離減衰式⁴⁾を参考にして次式で仮定する。

$$S_a(T, h, M, \Delta, G_i) = a(T, h, G_i) \times 10^{b(T, h, G_i)M} \times (\Delta + 30)^{c(T, h, G_i)}, \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで、固有周期 T 、観測点グループ G_i 、マグニチュード M および震央距離 Δ は上記2.に示した通りであり、係数 a, b, c は各 T, h および G_i ごとに定まる係数である。 $h=5\%$ の場合について式(1)の係数 a, b, c を重回帰分析により求めた結果を示すと図1ようになる。なお、図1には推定式の標準誤差 $\sigma = \sqrt{[\sum \{ \log(\text{実測} S_a / \text{予測} S_a)^2 \} / \{ \text{データ数} - \text{回帰式の自由度}(2) - 1 \}]}$ を合わせて示すとともに、SMAC記録の結果(観測点の地盤条件の分類はJMA記録の場合と異なる)も参考に示してある。

係数 a, b, c をもとに $S_a(T, h)$ の距離減衰の特徴を示すと以下のようなになる。

1) $M \sim \log(\Delta + 30)$ 間の相関係数は0.183と小さいため、 b の推定に与える $\log(\Delta + 30)$ もしくは c の推定に与える M の影響は小さいと考えられる。 M の平均 $\bar{M}$ は7.53、 $\log(\Delta + 30)$ の平均 $\log(\Delta + 30)$ は2.49であり、 b もしくは c の変動が a の変動に及ぼす影響の度合は、 $M / \log(\Delta + 30) \div 3$ であるので、 b の方が c の約3倍程度大きいと考えられる。2) b の範囲は全周期では、0.3~1.6である。 $T < 7$ 秒では0.4~0.8であり、 G_3 を除くと $T > 7$ 秒で、 b は単調に増加し、 $T > 10$ 秒で $b > 1$ と大きい。また、 b と a の間には負の相関が認められる。3) c の範囲は全周期では-2.0~-0.4であり、 $T < 10$ 秒では、 T が長くなると c はおおむね単調に増加する。

表1 解析に用いた記録

地震名	マグニチュード M	記録数	地盤分類ごとの記録数		
			G1	G2	G3
1964年新潟地震	7.5	23	5	12	6
1968年日向灘地震	7.5	14	3	9	2
1968年十勝沖地震	7.9	13	6	6	1
同上最大余震	7.5	3	2	1	0
1978年宮城県沖地震	7.4	17	3	7	7
1983年日本海中部地震	7.7	20	8	9	3
同上最大余震	7.1	7	2	2	3
合計		97	29	46	22

- 4) 2), 3)より, $T < 10$ 秒では, T が長くなるに従って震央距離による $S_a(T, h)$ の減衰は小さくなり, $T > 10$ 秒では, M による $S_a(T, h)$ の変動が大きく, M が1増加すると $S_a(T, h)$ は10倍以上となる。
- 5) σ の範囲は全周期では $0.17 \sim 0.35$ である。 $T = 7$ 秒前後で最小となり, $T > 7$ 秒では, $T < 7$ 秒より大きな増加傾向がある。
- 6) 全体として係数 a, b, c および σ には, G_i による系統的な差は認めがたい。

上記1)～6)の特徴は減衰2%の場合にも同様である。また, JMA記録は既往のSMAC記録による結果とは対象としている周期範囲が異なるため直接比較することはできないが固有周期による各係数の変動はJMA記録の方が大きい。ここで, $M = 7, 8, 8.5$, $\Delta = 150$, 300km , $h = 5\%$, G_1 の $S_a(T, h)$ の推定結果を示すと図2のようになる。これより, JMA記録による $S_a(T, h)$ は T が長くなるに従っておおむね単調に減少するが, $T > 10$ 秒では M の影響が大きいので, $M = 8, 8.5$ では $S_a(T, h)$ が増加する傾向が認められる。この傾向は G_2, G_3 の場合も同様であり, 推定された $S_a(T, h)$ のレベルは G_1, G_2, G_3 の順に大きくなる。

【参考文献】

- 1) 相沢ほか：気象庁1倍強震計記録による長周期地震動の距離減衰特性, 土木学会年次講演会概要集, 第42回。
- 2) 岡田・鏡味：日本各地におけるやや長周期の地盤特性の定量評価の試み, 日本建築学会論文報告集, 第267号。
- 3) 建設省土木研究所：気象庁1倍強震計記録に基づく長周期地震動特性の解析, 土研資料, 第1869, 2245, 2387, 2493号。
- 4) 川島ほか：最大地震動及び地震応答スペクトルの距離減衰式, 土研報告, 第166号。

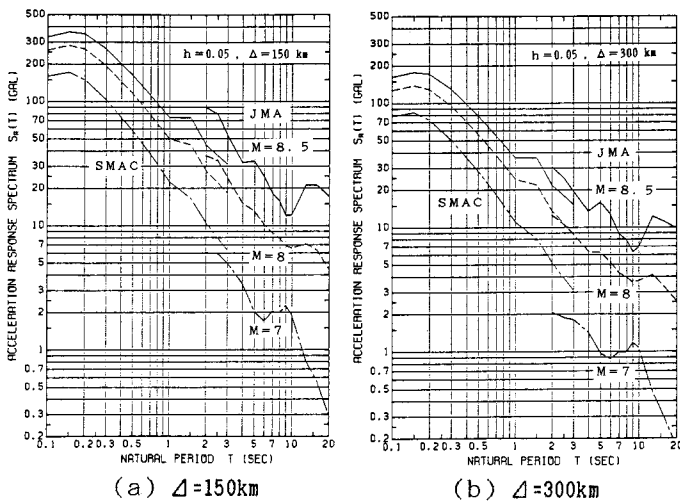


図2 $S_a(T, h=5\%)$ の推定例 (G_1 の場合)

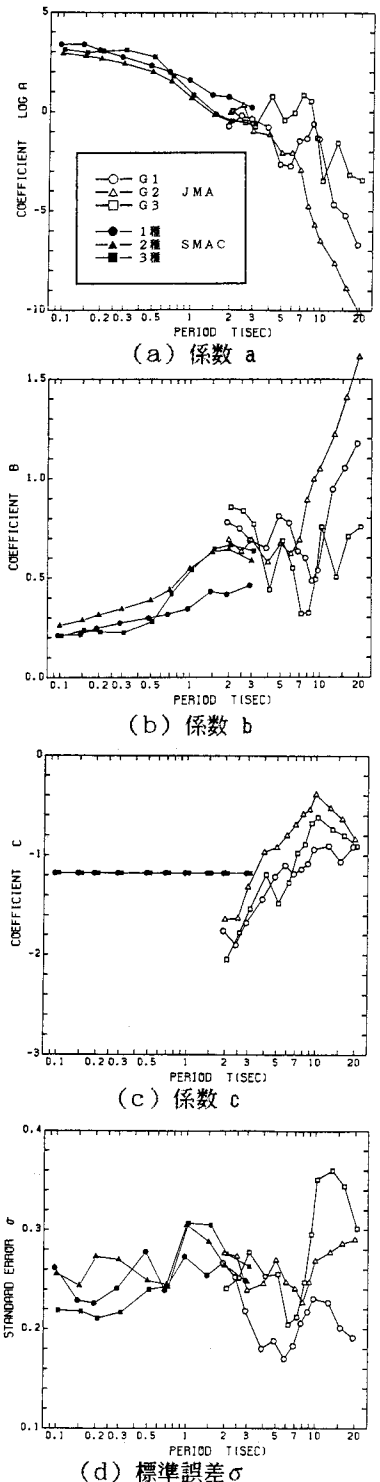


図1 式(1)の係数 a, b, c および標準誤差 σ