

I-B 260 地震応答スペクトルに影響を及ぼす減衰定数の補正法

三菱重工業 正会員 ○田島啓司  
東京工業大学 正会員 川島一彦

1. はじめに

本研究では、我が国の地盤上で得られた多数の強震記録にもとづいて絶対加速度、相対速度、相対変位の各地震応答スペクトルに及ぼす減衰定数の影響をそれぞれ定式化する。

2. 解析対象とした強震記録と解析方法

解析対象としたのは、昭和38年3月27日から昭和55年6月29日までの間に我が国に生じたマグニチュード5以上の浅発地震によって地盤上で観測された394成分の水平成分の加速度記録である。

地震応答スペクトルに及ぼす減衰定数の影響を表す指標として、次式のように地震応答スペクトル比 $\xi_{SK}(T, h)$ を定義する。

$$\xi_{SK}(T, h) = S_K(T, h) / S_K(T, 0.05) \quad (K=A, V, D) \quad (1)$$

ここで、 $S_K(T, h)$ は減衰定数 $h$ 、固有周期 $T$ (秒)の地震応答スペクトル(A: 絶対加速度、B: 相対速度、C: 相対変位)である。

まず、マグニチュード $M$ 、震央距離 $\Delta$ が $\xi_{SA}(T, h)$ にどのような影響を及ぼすかを調べた結果の一例( $h=0.02$ 、 $T=0.5$ (秒)の場合)が図-1である。これより、 $\xi_{SA}(T, h)$ は、 $M$ 及び $\Delta$ に対して系統的には変化しないこと、また強震記録ごとにばらつきも大きいことが分かる。次に、 $h$ 及び $T$ と $\xi_{SK}(T, h)$ の平均値との関係を示した結果が図-2である。これより、 $T$ を(1) $0.0 < T \leq 1.0$ 、(2) $1.0 < T \leq 2.0$ 、(3) $2.0 < T \leq 3.0$ の3区間に分け、それぞれの区間で $h$ の関数として回帰する。

3. 減衰定数の補正式

$h$ の範囲に応じて、ここでは、以下の2つの条件で回帰式を求めることとした。ここで、厳密式とは $0.0 \leq h \leq 2.0$ を対象とした式であり、実用式とは $0.0 \leq h \leq 0.1 \sim 0.4$ の範囲を対象とした式である。 $\xi_{SK}(T, h)$ の平均値と式(2)、式(4)、式(5)及び式(7)の $0.0 < T \leq 1.0$ での回帰式との一致度を示した結果が図3である。一般の構造物では、 $h$ はせいぜい0.4以下であることから、実務には実用式が有効であると考えられる。

1) 厳密式

$$C_D^A = \begin{cases} -0.320 + 1.00\sqrt{h} - 0.364 \log(h + 0.0005) \cdots 0.125 \leq T \leq 1.0 \\ -1.773 + 3.43\sqrt{h} - 0.691 \log(h + 0.006) \cdots 1.125 \leq T \leq 2.0 \\ -3.345 + 6.03\sqrt{h} - 1.056 \log(h + 0.01) \cdots 2.125 \leq T \leq 3.0 \end{cases} \quad (2)$$

$$C_D^V = \begin{cases} 0.276 - 0.249 \log(h + 0.0002) \cdots 0.125 \leq T \leq 1.0 \\ 0.516 - 0.166 \log(h + 0.002) \cdots 1.125 \leq T \leq 2.0 \\ 0.667 - 0.115 \log(h + 0.004) \cdots 2.125 \leq T \leq 3.0 \end{cases} \quad (3)$$

$$C_D^D = \begin{cases} 0.248 - 0.256 \log(h + 0.0002) \cdots 0.125 \leq T \leq 1.0 \\ 0.296 - 0.242 \log(h + 0.002) \cdots 1.125 \leq T \leq 2.0 \\ 0.351 - 0.226 \log(h + 0.004) \cdots 2.125 \leq T \leq 3.0 \end{cases} \quad (4)$$

2) 実用式

$$C_D^A = \begin{cases} 1.5/(40h + 1) + 0.5 \cdots 0.125 \leq T \leq 1.0 \quad \cap \quad 0.0 \leq h \leq 0.4 \\ 1.1/(50H + 1) + 0.7 \cdots 1.125 \leq T \leq 2.0 \quad \cap \quad 0.0 \leq h \leq 0.2 \\ 0.8/(60H + 1) + 0.8 \cdots 2.125 \leq T \leq 3.0 \quad \cap \quad 0.0 \leq h \leq 0.1 \end{cases} \quad (5)$$

$$C_D^V = \begin{cases} 2.0/(40h + 1) + 0.5 \cdots 0.125 \leq T \leq 1.0 \quad \cap \quad 0.0 \leq h \leq 0.4 \\ 0.9/(30h + 1) + 0.65 \cdots 1.125 \leq T \leq 2.0 \quad \cap \quad 0.0 \leq h \leq 0.4 \\ 0.5/(20h + 1) + 0.75 \cdots 2.125 \leq T \leq 3.0 \quad \cap \quad 0.0 \leq h \leq 0.4 \end{cases} \quad (6)$$

$$C_D^D = \begin{cases} 1.9/(45h+1)+0.4 \cdots \cdots \cdots 0.125 \leq T \leq 1.0 \quad \cap \quad 0.0 \leq h \leq 0.4 \\ 1.4/(25h+1)+0.4 \cdots \cdots \cdots 1.125 \leq T \leq 2.0 \quad \cap \quad 0.0 \leq h \leq 0.4 \\ 1.2/(20h+1)+0.4 \cdots \cdots \cdots 2.125 \leq T \leq 3.0 \quad \cap \quad 0.0 \leq h \leq 0.4 \end{cases} \quad (7)$$

4.あとなき

従来、提案されていた加速度応答スペクトルに対する補正式に加えて、速度、変位応答スペクトルに対する補正式を提案した。同一の減衰定数に対する式(2)～(9)の補正値は、加速度、速度、変位の順に小さくなる。

参考文献 川島一彦、相沢興：減衰定数に対する地震応答スペクトルの補正法、土木学会論文報告集、第334/I-1号、1984.5

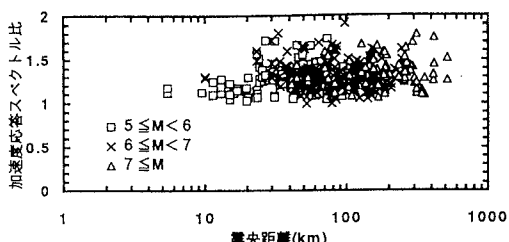


図-1 加速度応答スペクトル比とM、Δの関係

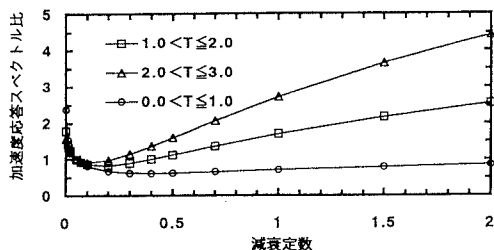


図-2-(a) 加速度応答スペクトル比とh、Tの関係

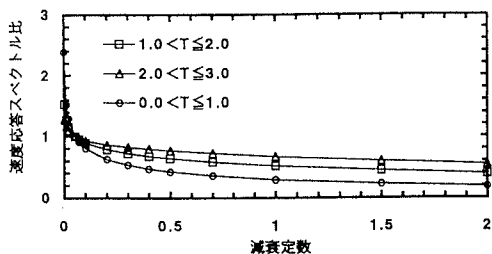


図-2-(b) 速度応答スペクトル比とh、Tの関係

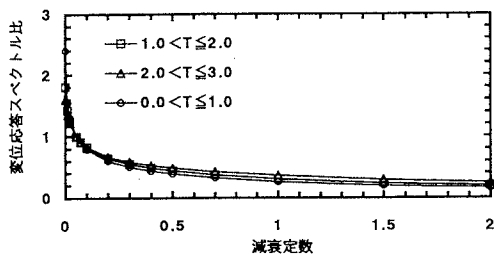


図-2-(c) 変位応答スペクトル比とh、Tの関係

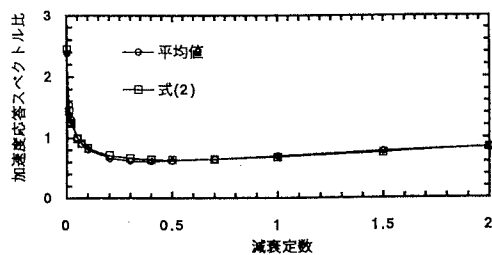


図-3-(a) 加速度応答スペクトル比の平均値と式(2)の比較

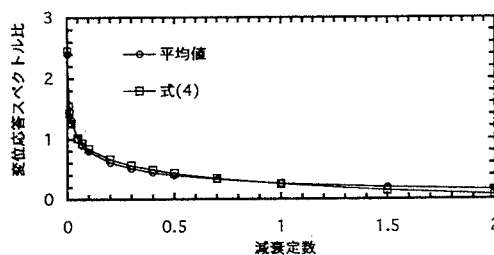


図-3-(b) 変位応答スペクトル比の平均値と式(4)の比較

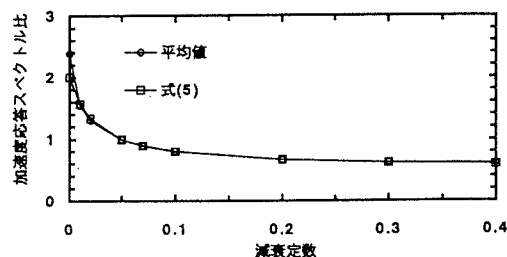


図-3-(c) 加速度応答スペクトル比の平均値と式(5)の比較

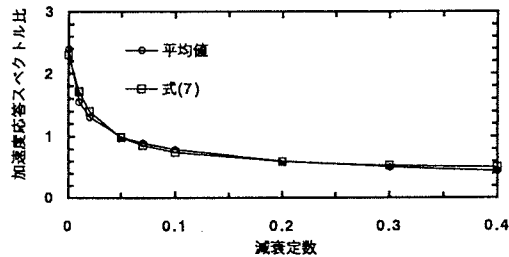


図-3-(d) 変位応答スペクトル比の平均値と式(7)の比較