

減衰定数の設定に関する補足資料

地震応答解析において考慮される建物の主な減衰機構は、地盤と建物の動的相互作用に起因する地盤逸散減衰、構造材料の内部摩擦などからなる構造減衰、構造材料の塑性化に伴う履歴減衰（免震装置や制震ダンパーによる減衰もこれに含めるものとする）があげられるが、建物が弾性範囲で振動している場合には地盤逸散減衰と構造減衰の2つが支配的である。特に地盤と建物の動的相互作用が考慮できる振動解析モデルを構築しない場合は、2つの減衰を合わせて1次の減衰定数や各次の減衰定数として設定されることが多い。

設計で多く用いられる1次減衰定数 h_1 の値は、日本建築センター高層評定委員会で評定した建物（1966～1996年）によると、S造建物ではそのほとんどが $h_1=2\%$ 、またRC造では70%以上の建物が $h_1=3\sim 4\%$ でそのほとんどが $h_1=3\%$ 、残りのほとんどが $h_1=2\sim 3\%$ である¹⁾。

一方、文献1)では、建築物の減衰について、関連する振動理論、これまでの研究成果、および減衰定数の実測値データなどの紹介がなされ、前述した減衰定数の慣用値についても必ずしも建物の振動性状に対応しておらず、逆に危険側となる場合も指摘している。また構造減衰の大半は構造部材における多くの摩擦機構や粘着効果であり、その総和的效果が見かけ上の粘性減衰の効果をもたらすとある。さらに減衰定数の評価について、構造種別のほかに建物高さ（または振動数）や振幅に依存した評価式が示され、実測値と評価値の対比や設計における減衰定数の推奨値などが提案されている。

本資料は、地震応答解析プログラムにおいて入力が必要な条件で、かつ建物の減衰評価のもっとも基礎的な数値である減衰定数について、プログラム利用者が正しく適切な設定を行うための参考として文献1)の内容を要約したものである。

RC造建物の1次減衰定数

RC造建物（建物高さ $30\text{m} < H < 100\text{m}$ 程度で比較的小振幅の範囲）の安全性検討時における1次減衰定数 h_1 は、1次固有振動数 $f_1(\text{Hz})$ 、頂部振幅 $x(\text{m})$ および建物高さ $H(\text{m})$ の関数として次式で与えられる。ここに、安全性検討時における減衰定数とは、建物が弾性範囲にとどまる振幅領域での減衰定数である。

$$\begin{cases} h_1 = 0.014f_1 + 470 \frac{x}{H} - 0.0018 \\ f_1 = \frac{1}{0.018H} \end{cases} \quad (1,ab)$$

式(1,ab)には地盤による影響が加味されている。また、式(1,ab)をまとめ、減衰定数が頭打ちとなる無次元振幅 x/H の値を 2×10^{-5} とすると次式となる。

$$h_1 = \frac{0.78}{H} + 0.0076 \quad (2)$$

S 造建物の 1 次減衰定数

S 造建物（建物高さ $30\text{m} < H < 200\text{m}$ 程度で比較的小振幅の範囲）の安全性検討時における 1 次減衰定数 h_1 もまた RC 造の場合と同様に次式で与えられる。ただし，次式は高層事務所ビルの結果から評価されたものであり，これと傾向が異なる塔状建物（空港管制塔や観光タワー）へは適用できない。

$$\begin{cases} h_1 = 0.013f_1 + 400 \frac{x}{H} + 0.0029 \\ f_1 = \frac{1}{0.024H} \end{cases} \quad (3,ab)$$

式(3,ab)には地盤による影響が加味されている。また，式(3,ab)をまとめ，減衰定数が頭打ちとなる無次元振幅 x/H の値を 2×10^{-5} とすると次式となる。

$$h_1 = \frac{0.54}{H} + 0.0109 \quad (4)$$

設計用の固有振動数および減衰定数の参考値

設計用の固有振動数および減衰定数を構造種別および建物高さについてまとめたものが表 1 である。表中の減衰定数の標準値は式(2)および式(4)の値を丸めたもの，また推奨値は安全性を考慮して RC 造では標準値の 80%，S 造では 70%とした値である。

表 1 設計用の固有振動数と減衰定数の標準値と推奨値¹⁾

建物高さ H (m)	RC 造建物の安全性評価（弾性範囲）			S 造建物の安全性評価（弾性範囲）		
	固有振動数 f_1 (Hz) $1/0.018H$	減衰定数 h_1 (%)		固有振動数 f_1 (Hz) $1/0.024H$	減衰定数 h_1 (%)	
		標準値	推奨値		標準値	推奨値
30	1.9	3.5	3.0	1.4	3.0	2.0
40	1.4	2.5	2.0	1.0	2.5	1.8
50	1.1	2.5	2.0	0.83	2.0	1.5
60	0.93	2.0	1.5	0.69	2.0	1.5
70	0.79	2.0	1.5	0.60	2.0	1.5
80	0.69	1.5	1.2	0.52	1.5	1.0
90	0.62	1.5	1.2	0.46	1.5	1.0
100	0.56	1.5	1.2	0.42	1.5	1.0
150				0.28	1.5	1.0
200				0.21	1.5	1.0

まとめ

文献 1)に記載の中から，地震応答解析プログラムに対して 1 次減衰定数を設定する際に参考になる内容をまとめた。なお詳細や根拠等については文献 1)他を参照されたい。また同文献では，高次減衰定数や振れ振動における固有振動数や減衰定数についても言及している。

(2009/09/01 山崎久雄)

参考文献

- 1) 日本建築学会：建築物の減衰，pp.189-213，丸善，2000.10