

異なる固有周期間における地震最大応答の相関性に関する一考察

趙・齊藤研究室 田川栄理

研究概要

建築構造物の耐震安全性評価には地震最大応答の確率分布が用いられている。そこで構造物に生じる地震最大応答を如何に精度良く推察できるかが重要であるが、高精度かつ簡便に推察する方法は確立されていない。また、応答スペクトルは固有周期によって変化している。そこで構造物の地震最大応答を求めるには複数の固有振動モードの複合的な応答を考慮しているため、異なる固有周期間の最大応答の相関性も明らかにする必要がある。

研究目的

東北地方太平洋沖地震(2011年)と新潟県中越沖地震(2007年)における実地震動の強震記録を用いて解析・研究を行った。

- ・ 強震記録から加速度応答スペクトルを求め地震最大応答の確率分布を周期との関係から考察する
- ・ 相関係数を用いて、異なる固有周期間の地震最大応答の相関性を調べる

研究成果

・ 加速度応答スペクトルの確率分布

加速度応答スペクトルのデータから正規分布、対数正規分布、3p分布の確率密度関数を、頻度を表すヒストグラムと比較した。3p分布は過去に提案された分布形であり、次式で表される。

$$f(x) = \frac{3\phi\left[\frac{1}{\alpha_3}\left(\sqrt{9 + \frac{1}{2}\alpha_3 + 6\alpha_3^2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) - \sqrt{9 - \frac{1}{2}\alpha_3^2}\right)\right]}{\sigma\sqrt{9 + \frac{1}{2}\alpha_3 + 6\alpha_3^2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}$$

$$\phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right)$$

統計結果としてⅡ種地盤東西方向の固有周期 3.0 秒の最大応答値のヒストグラムと3つの分布形を、図1に(a)東北地方太平洋沖地震と(b)新潟県中越沖地震の例を示す。3つの分布形とヒストグラムを比較すると3p分布が最も精度よくヒストグラムの形状にフィットしており応答スペクトルの推察に有効であるといえる。そこで、3p分布を用いて地震最大応答の確率分布を求める。固有周期をパラメータとした固有周期の変化に伴う東北地方太平洋沖地震の地震最大応答の分布を図2に示す。

・ 異なる固有周期間における地震最大応答の相関性

確率変数間の類似性の度合いを示す相関係数を用いて異なる固有周期間の地震最大応答の相関性を調べた。固有周期間隔 $\Delta T=0.1, 0.2, 0.3(\text{sec})$ のときに、地震最大応答間の相関係数が固有周期に伴う変化を図3に示す。相関係数は固有周期の増大に伴い大きくなり、1.0に収束していくことが確認された。また各固有周期で計算した同じ固有周期間隔を有する地震最大応答の相関係数の平均値を計算し、固有周期間隔に伴う変化を図4に示す。固有周期間隔 ΔT が大きくなるほど相関係数は小さくなること分かる。ただし図3、図4は東北地方太平洋沖地震Ⅰ種地盤南北方向によるものである。

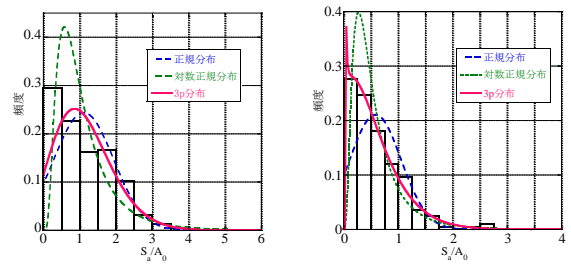


図1 地震最大応答のヒストグラムと3つの分布形の比較

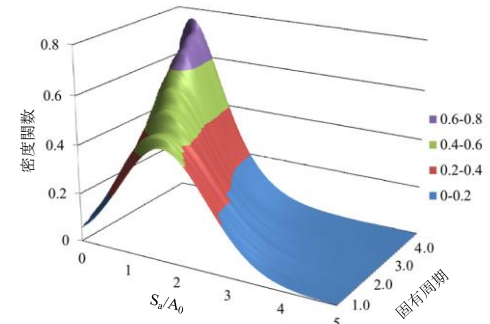


図2 固有周期の変化に伴う地震最大応答分布

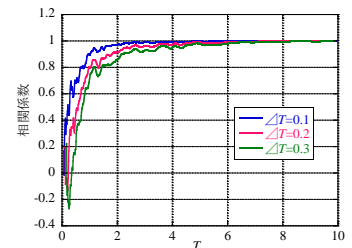


図3 固有周期に伴う相関係数の変化

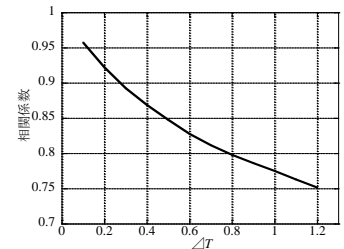


図4 固有周期間隔に伴う相関係数の変化

終盤に計算量が多く大変でしたがマクロやテンプレートを用いて効率の良い解析・計算を行いました。

熱心に指導して頂いた趙先生、サポートして頂いた齊藤先生、ありがとうございました。