

五重塔の振動特性の評価

Evaluating the Vibration Characteristics of a Five-Storied Pagoda

平野 晋* 山上 聡** 中嶋邦彦*** 吉田峰敏***
Susumu Hirano, Satoshi Yamagami, Kunihiko Nakajima, Takatoshi Yoshida

研究の目的

伝統木造建築物である五重塔は、一般的に耐震性に優れていると言われている。しかしながら被災記録の調査や微動観測などによる研究事例はあるが、実建物の地震観測データにもとづき、その振動特性を定量的に把握した研究はほとんどない。

そこで、五重塔の振動特性の評価を目的として、静岡県富士宮市の大石寺五重塔の常時微動観測、自由振動実験、地震観測を行った。また、実験および観測から得られた振動特性に基づいて、せん断型質点系モデルを作成し、地震時の五重塔建物応答のシミュレーションへの適用性について検討した。

本報告では、地震観測による五重塔の動的な特性を報告するとともに、地震時の建物応答のシミュレーション解析を実施し、モデル化の適用性について述べる。

研究の概要

図-1に示すように、地震計を設置し、常時微動観測、人力加振による自由振動実験、地震観測を行った。

常時微動観測で得られた固有振動数について、塔身と心柱のそれぞれが卓越する振動モードに分類して表-1に示す。微動時の一次固有振動数は0.88Hz、人力加振から得られた、建物の減衰定数は、0.036~0.048である。

せん断型質点系モデルを作成した。観測地震波を用いて、地震応答解析を行った。塔身五重のNS方向応答加速度波形を、観測値と合わせて図-2に示す。下段には、主要動20秒から30秒までを示した。主要動については、概ね再現しているが、高次の応答に違いが見られた。

表-1 常時微動記録から得られたモードの固有振動数

次数	モード名	NS方向		EW方向	
		塔身	心柱	塔身	心柱
一次	塔身	0.88	0.88	0.88	0.89
	心柱		1.13		1.18
二次	心柱	1.89	1.89	1.80	1.80
	塔身	2.30	2.30	2.36	2.36
三次	心柱		3.64		3.64
	塔身	3.97		4.10	
四次	心柱		4.32		4.59

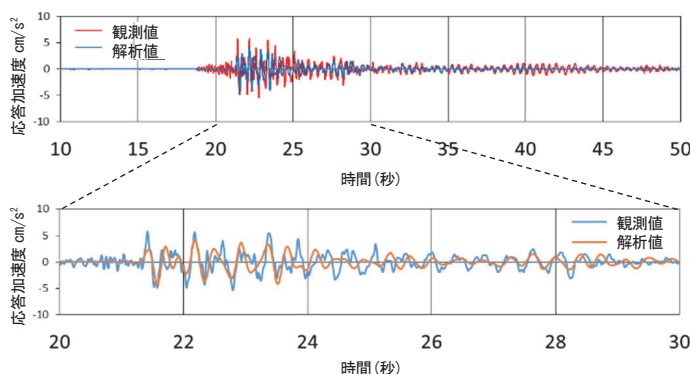


図-2 塔身五重のNS方向応答加速度の比較

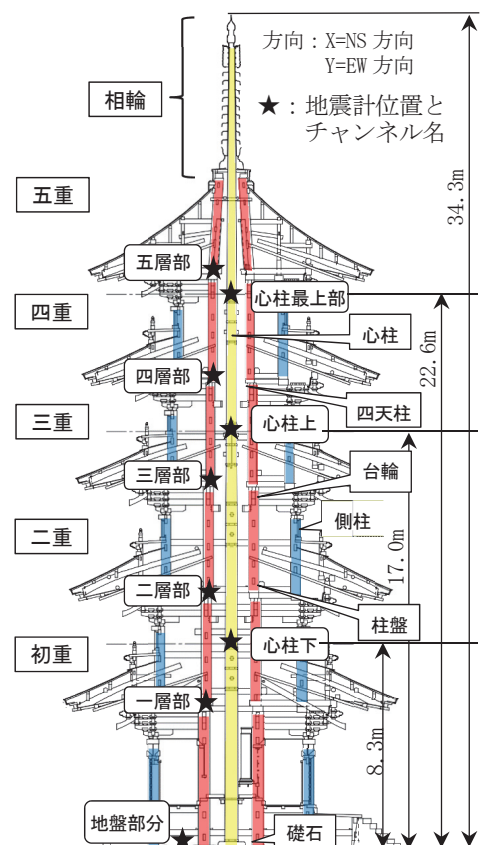


図-1 北断面図と地震計設置箇所、名称

研究の成果

静岡県大石寺五重塔について、微動時、地震時の応答観測および人力加振による自由振動実験により振動特性を把握した。また、せん断型質点系モデルによる固有値解析、観測地震の建物応答のシミュレーション解析の結果、把握した振動特性に基づいて剛性を適切に設定することで、概ねシミュレーションできることを確認した。減衰定数の設定など、今後の課題を確認した。

*東日本支社建築設計部 **技術研究所建築研究グループ ***東日本支社建築部