

伝統構法で建てられた鐘樓の制震改修について
その1 制震改修の概要

正会員 ○魚津忠弘*
同 石垣秀典**
同 石丸辰治***

制震設計 振動測定 地震応答 伝統構法

1. はじめに

日本古来の伝統構法により建てられた木造建築物の地震被害を低減するための研究は近年活発に行われているものの、鐘樓や手水舎のような小規模建築物を対象とした研究事例は数少ない。鐘樓のような小規模木造建築物は、壇上や礎石からの転倒や倒壊などの大きな被害に結びつく事例が多いことも過去の地震被害から明らかである。大きな被害に結びつく要因のひとつとして、柱脚が基礎に固定されていないため、地震時に激しく建物が移動することが挙げられる。

本報では、そのような建物の地震時応答を効果的に抑制するために、増幅機構を介してオイルダンパーを設置する方法を提案し、実在する鐘樓に適用した事例について報告を行なう。

2. 建物概要

本節では、制震改修の対象とした鐘樓の概要について述べる。対象とした鐘樓の建立時期は、江戸末期頃であり愛知県に実在している。改修前の建物の外観を写真-1に示す。鐘樓は石垣上部に建てられており、礎盤に載せられた四方転びの柱、貫、台輪、斗供、瓦葺の屋根(入母屋造)から成っている。建屋部分の総質量は、約 16ton である。梵鐘は直径 90cm、高さ 180cm の青銅製であり、質量は約 1ton と推定される。実測によって描いた平面図および立面図を図-1 に示す。この鐘樓は、1945 年三河地震の際に建物北側構面の腰貫が破損し、破損部に対して鋼棒による補強が施されている。

改修前に常時微動測定を実施してパワースペクトルを算出した結果を図-2 および図-3 に示す。図から 1 次振動モードが 0.88~0.92Hz、2 次モードは 1.40~1.46Hz、3 次モードは 1.50~1.51Hz 付近であることが読み取れる。

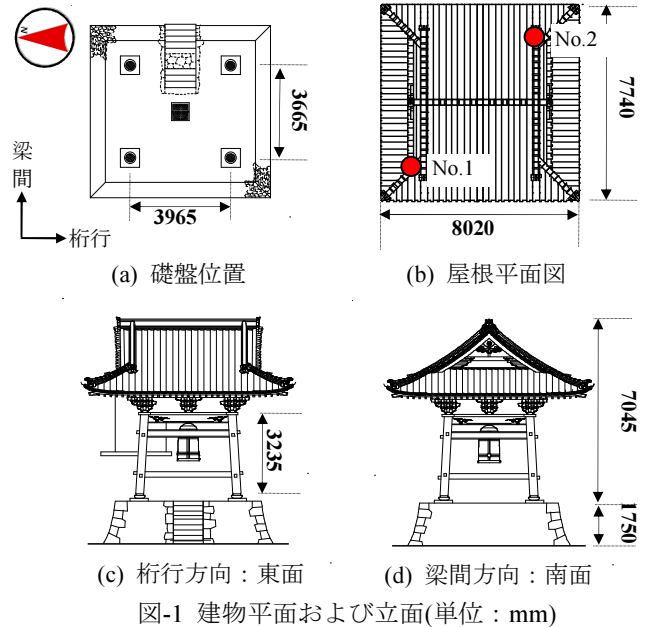


図-1 建物平面および立面(単位: mm)

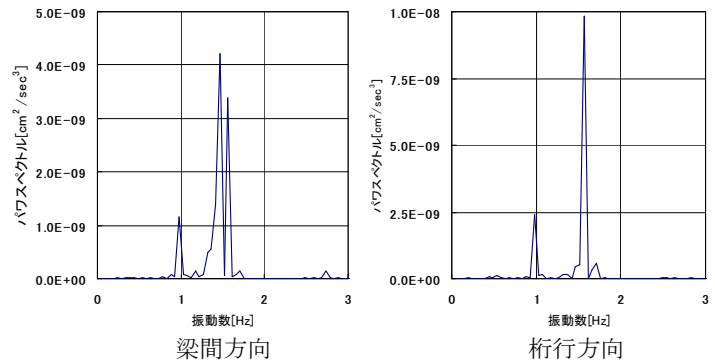


図-2 パワースペクトル(観測点 No.1)

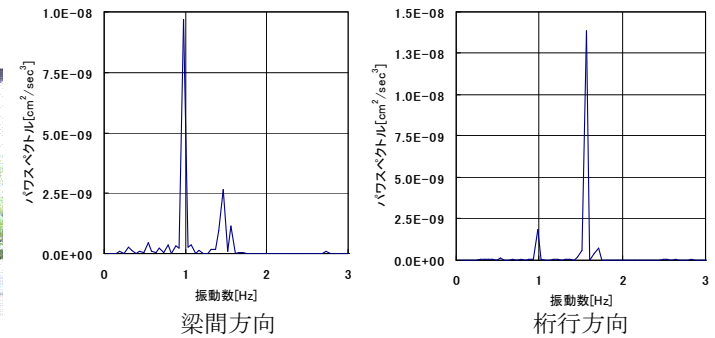


図-3 パワースペクトル(観測点 No.2)

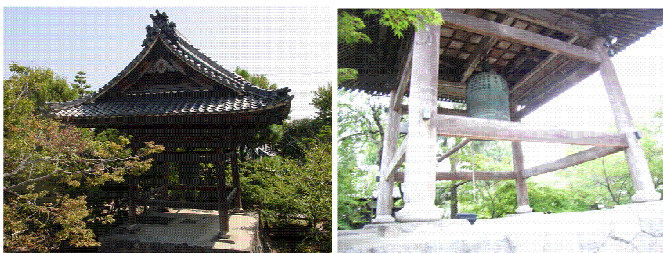


写真-1 改修前の建物外観写真

各図からピークを迎える振動数における振動モードを描いた結果を図-4に示す。同図から、1次モードは振れ、2次モードは梁間方向並進、3次モードは桁行方向並進が主要な振動モードであることが分かる。また、計測波形を基にして、RD法によって固有振動数および粘性減衰定数を算出した結果を表-1および表-2に示す。表-1は、計測波形に対して0.8~1.2Hzのバンドパスフィルターを施した波形にRD法を適用した結果であり、表-2は1.2~3.0Hzのバンドパスフィルターを用いた結果である。

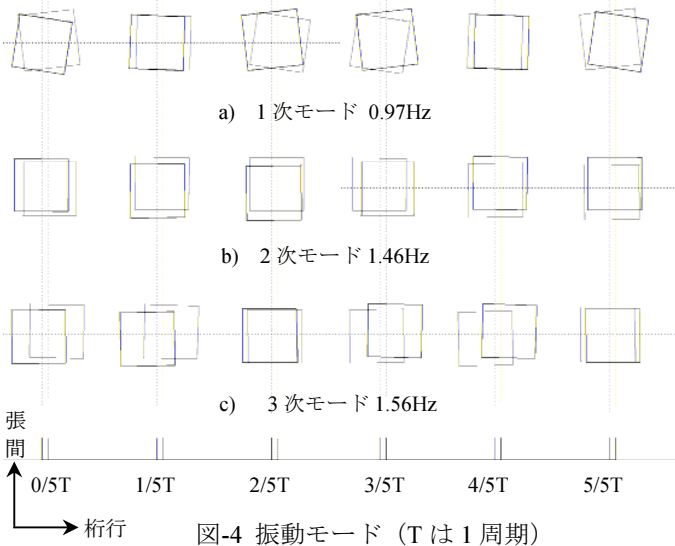


図-4 振動モード (Tは1周期)

表-1 固有周期と粘性減衰定数(0.8~1.2Hz)

方向	No.2		No.3	
	梁間	桁行	梁間	桁行
固有振動数[Hz]	0.88	0.92	0.92	0.90
粘性減衰[%]	5.03	2.26	1.35	1.17

表-2 固有周期と粘性減衰定数(1.2~3.0Hz)

方向	No.2		No.3	
	梁間	桁行	梁間	桁行
固有振動数[Hz]	1.46	1.50	1.40	1.51
粘性減衰[%]	2.0	1.8	3.2	1.1

3. 制震改修の概要

本節では制震改修の方法について述べる。制震改修にあたって採用した制震システムは、オイルダンパーを組み込んだ張力導入型トグル制震装置¹⁾である。その制震装置を、架構の水平方向変位および柱脚浮き上がりにより生じる鉛直変位に対して作用するように、腰貫下部へ配置している。制震装置設置後の立面図および平面図を図-5に示す。また、装置に採用したオイルダンパーとコイルバネの特性を図-6および図-7に示す。トグル機構の微小変形時における梘子倍率は、水平変位に対して1.1倍、鉛直変位に対して3.5倍である。各装置の設置状況写真を写真-2に示す。

写真-2に示す。

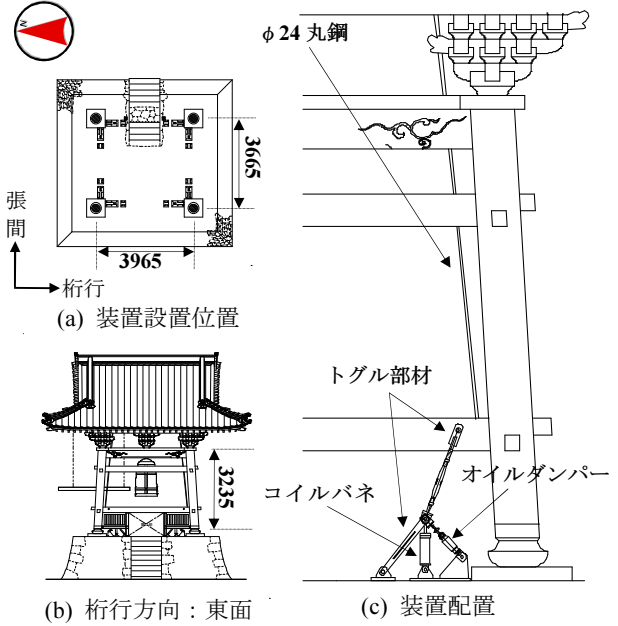


図-5 制震装置の配置状況(単位: mm)

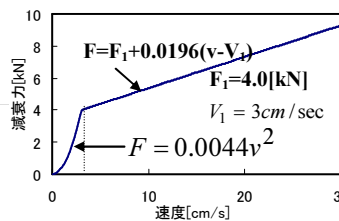


図-6 オイルダンパー特性

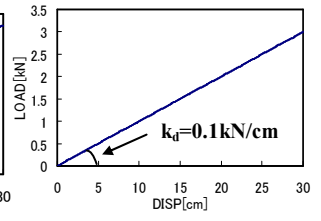


図-7 コイルバネ特性



a) 建物外観

b) 装置設置状況

写真-2 改修後の状況

4. まとめ

愛知県に実在する鐘楼を対象に、増幅機構を介してオイルダンパーを設置する張力導入型トグル制震装置を用いて行なった制震改修事例の概要について述べた。制震設計の概要についてはその2で述べる。

<参考文献>

- 1) 西村陽介、石丸辰治、石垣秀典、秦 一平、杉本直之、吉田明義、橋本純二、小形慶治：張力導入型トグル制震装置に関する研究 その1~その2、日本建築学会大会学術講演梗概集、B-2分冊、2002年、p.801-804

* 魚津社寺工務店 修士(工学)

** ハウスプラス住宅保証株式会社 博士(工学)

*** 日本大学理工学部 教授・工博

* Uotsu Syaji Corporation

** Houseplus Corporation, Inc., Dr.Eng.

*** Prof., College of Science and Technology, Nihon Univ., Dr. Eng.