

I - B 492

実測による最明寺鐘樓の振動特性について

東京工業大学 学生会員 橋本直

東京工業大学 正会員 大町達夫

1. 研究目的

1995年の兵庫県南部地震では震度7の地域が、神戸側と淡路島側の両方で生じた。特に淡路島側では本震の記録が全く得られていないため、淡路島での強震動や、それと被害の関連性については不明の部分が未だ多く残されている。

この地震では、淡路島一宮町の最明寺の鐘樓が約75cm跳躍した。過去の研究¹⁾では、鐘樓の跳躍現象を逆解析することにより、震源域での地震動特性(地震動の強さ、卓越振動方向、振動周期など)の推定が行われてきた。しかし、最明寺の鐘樓や地盤に関して実測は行われておらず、推定結果にも説得力に欠ける部分が残っている。²⁾そこで本研究では、最明寺鐘樓の振動特性を実測により解明することを目的とした。

2. 鐘樓跳躍のメカニズム²⁾

過去の模型実験から得られた跳躍メカニズムは次のようである。

地震で地面が鐘樓の対角線の方に急に強く揺らされると、3本の柱が浮き上がり全体が1本の柱で支えられることになる。このとき鐘樓の固有周期は平常時のそれよりも長くなり、これが地盤振動の固有周期に近い値であると、鐘樓の架構がパンタグラフ状に大きく変形して多量の歪みエネルギーが蓄積される。そしてこれが大きな初速度に変換されて低角で空中に飛び出すことになる。

3. 振動測定について

3-1. 鐘樓の振動測定について

常時微動測定と鐘樓の柱に人力で特定の向きに同時に力を加えて、その後の自由振動を測定する自由振動実験を行った。後者は様々な方向に加振する事によって、振動状況からより正確に鐘樓の固有周期や減衰定数を把握できる利点がある。

力を加えた方向は図3-2の実線矢印のように鐘樓が水平並進振動、対角線振動、ねじり振動するような向きである。振動実験では振動計を台輪部分に図3-2の点線矢印のように、つまり横梁の長さ方向に4台設置した。また、釣り鐘を揺らした際の鐘樓の自由振動も測定した。

3-2. 台座・地盤の常時微動測定について

鐘樓の台座、境内の地盤においては図3-2のように水平2成分、上下1成分のセンサーを接続し、常時微動の測定を行った。

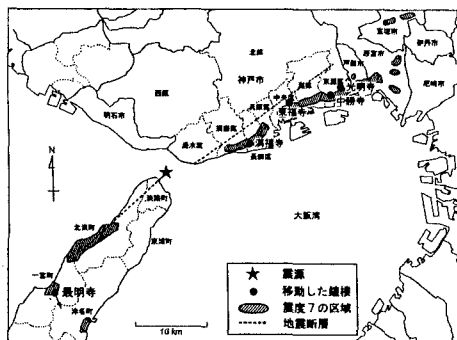


図1-1 兵庫県南部地震の震源域と最明寺の位置

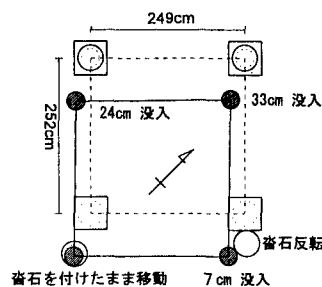


図1-2 最明寺鐘樓の移動図

4. 測定結果

鐘樓の常時微動・自由振動実験の測定記録は、すべての波形データについてフーリエスペクトルをとることによって解析し、また台座・地盤の常時微動記録については、水平2成分の合成スペクトルと上下動のスペクトルの比をとりピーク周期をよんだ。

また自由振動実験の記録に関しては、これらを減衰振動であるとし減衰定数を算定した。

スペクトルの例を図4に、記録から得られた固有周期および減衰定数を表4に記す。

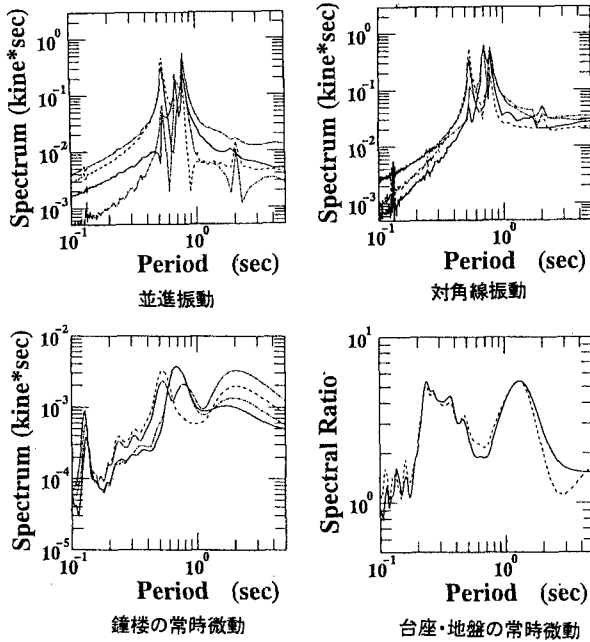


図4 スペクトルの例

表4 最明寺鐘樓の振動特性

	固有周期(秒)	減衰定数(%)
鐘樓の振動		
並進モード	0.68, 0.53	2.3
ねじれモード	0.76	3.2
釣り鐘の振動	1.71	-
地盤の振動	1.14	-
台座の振動	1.14	-

5. まとめ

今回の測定で、最明寺の鐘樓の固有周期は概ね0.5～0.7秒、台座および地盤の固有周期は1.1秒であることがわかった。これらは別に測定した願教寺鐘樓や境内の固有周期にそれぞれ類似している。

前述の跳躍メカニズムをふまえてこの結果をみると、1～2本の柱で支持された状態で鐘樓の大変形状の固有周期は地盤の固有周期に近い値になると考えられ、跳躍のメカニズムとも適合していると言える。

参考文献

- 1) T. Ohmachi, et al : Jumping of Bell House caused by near-field ground motion.-case histories and shaking table experiment. EESD, Vol.26, pp.657-665, 1997.
- 2) 大町達夫、本田基之：鐘樓の飛ぶ話、地震ジャーナルNo21、pp18-24、1996.

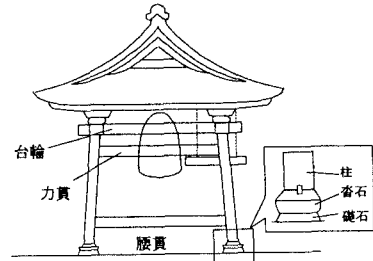
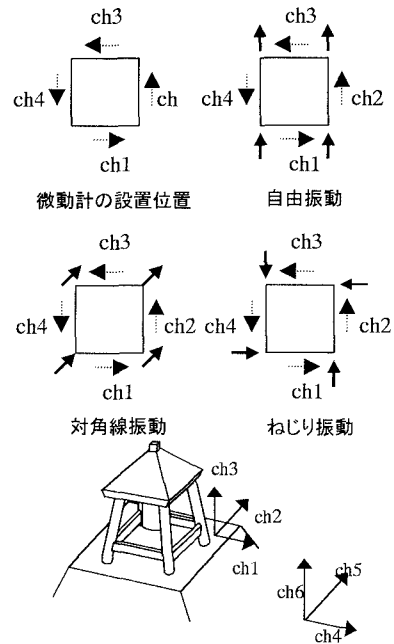


図3-1 鐘樓各部の名称



台座と地盤の微動測定

図3-2 微動計設置位置と加振の方向