

# 梵鐘の音響的解明に関する研究

## Research on the Acoustic Analysis of a Temple Bell

中西卓二

Takuji NAKANISI

梵鐘の音響に関する重要要素として、その音高、音色、余韻の持続時間、うなりなどがあげられる。このうち音色は駒爪（梵鐘下端部の厚みが大きくなった部分）と密接な関係にあることが経験的に知られている。また、梵鐘の表面にはさまざまな表面装飾（撞座や乳頭等）がある。しかしながら、これまでそれらの梵鐘個別形状要素が梵鐘の音響、特にうなりに与える影響は未だ検討されていない。

本研究では、主として有限要素法（FEM）により、梵鐘の代表的な部分形状である駒爪や撞座がその音響に与える詳細な影響を検討し、以下のことを明らかにした。

1) 駒爪の厚みのみが振動周波数に影響を与えるのではなく、その断面形状も各モードの振動周波数に影響を与え、その結果駒爪断面形状は梵鐘の音色と密接な関係がある。

2) 4-0モード振動中心位置と6-0モード振動中心位置が分離した状態下では、4-0モードと6-0モードの振動周波数を個別にある程度調整することができる。

3) 梵鐘ミニチュアモデルにおける振動周波数の実測値と解析値はほぼ一致する。従って、FEM解析により、同モデルによる梵鐘の音響に関する検討は十分可能である。

4) 撞座は対となるモードの片方に対し付加質量としてほぼ作用している。

5) 撞座の厚み（体積）を増減することにより、うなりの周期を調節できる。

以上の検討の結果、解析において梵鐘各部分形状をできるだけ詳細に再現して検討することにより、梵鐘の音色、うなりなどを予測、調節出来ることを明らかにした。

以上の研究結果は学会発表4件（電気関係学会関西支部連合大会3件、日本音響学会1件）、国際会議発表1件（\*）の成果として具体化した。

（\*）T.NAKANISHI, T.Miura, T.Masaeda and A.YARAI

“Vibration Analysis of a Temple Bell by Finite Element Method”

Forum Acousticum Sevilla 2002, Sept., 2002 (Sevilla, Spain)