

音質設計のためのギターの振動解析（演奏のモデリング）

知能機械力学研究室

山田憲郁

1. 緒言

楽器の音質は材料特性や形状により変化する。良好な音質の楽器を製作する方法として、従来は試作しては音を確認し、また手直しては音を聞くという試行錯誤の方法や職人による経験的な知識で製作されることが多かった。

そこで、本研究ではアコースティックギターを研究対象として、ギターの弦と胴の連成を考慮した有限要素モデルを構築し、コンピュータ上のモデルで音を創生し、試作せずともその音質を評価することによって、少ない試行錯誤で良好な音質を有するギターの設計・製作を可能にすることを目指す。

ギターの音は基本的には弦を弾くことによる自由振動である。この自由振動は複数のモード成分の重ね合わせで表現することができ、これらのモード成分は初期振幅と減衰比で表わすことができる。

本報ではその中で、各モードの初期振幅の大きさについて計算するための弦を弾く動作のモデル化法について仮定し検討する。仮定したモデル化法による理論値と弦の振動の計測実験との比較検討を行い、モデル化の妥当性を検討した

2. 実験方法

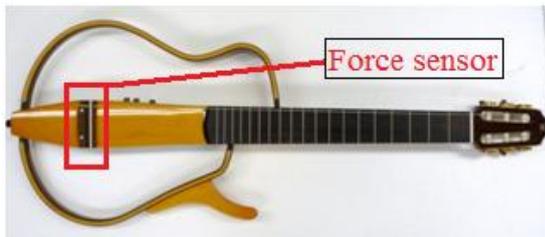


Fig.1 Silent guitar

弦を弾く動作には個人差があり演奏者によって異なると考えられる。そこで、まず、最も簡単な弦を弾く動作のモデル化法として弦を強制変位させた状態から拘束をはずす動作であると仮定する。このように仮定し初期振幅を求める。その妥当性を検証するために図1に示すサイレントギターを用いて振動の計測実験を行う。サイレントギターはブリッジ部分にある力センサの圧電効果により弦の振動の圧力を読み取りデジタル処理して音色を生成するギターである。また、胴が無いので、胴の振動による影響がほぼ無く弦単体の振動が計測できる。

今回の実験は3種類の弾き方とそれぞれ計測位置が力センサから1/2, 1/3, 1/4, 1/5の所で場所を変えて実験を行った。弾き方は理論に近い胴に対して垂直に引っ張って離す方法、胴に対して平行に糸を使い弦を引っ張って離す方法。また通常のギターの弾き方である指の腹で弾く方法の3種類である。

3. 実験結果

図2は1次モードでの振幅の0.1秒毎の時間変化を表わしている。図2の振幅の値のピークの点を初期振幅として推定した。

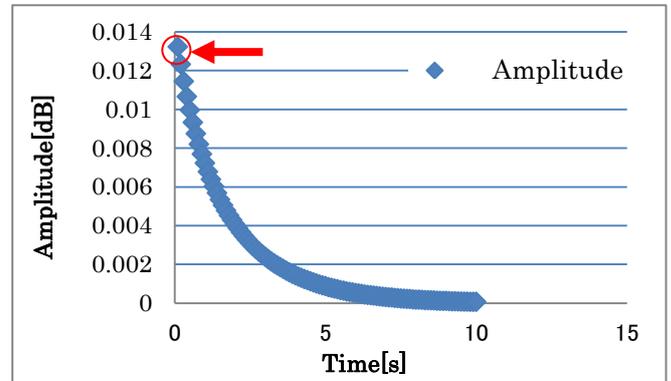


Fig.2 Time change of amplitude

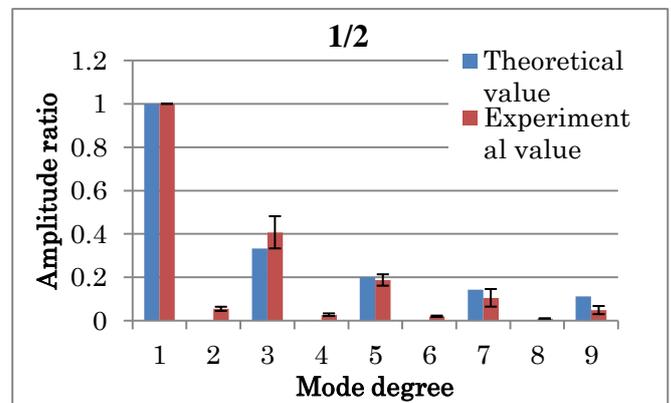


Fig.3 Comparison of the first amplitude

図3は弦の長さが1/2の所で、弦を胴に対して垂直に引っ張る方法で計測を行った実験値と理論値とで比較した図である。計測値は1次モードの初期振幅を1として振幅比を表した。縦軸が振幅比で、横軸はモード次数で実験を5回行った平均値である。図3から分かるように弦を垂直に弾く方法では、各モードでの振動の腹と節の傾向も似ており、理論に近い結果が出た。なお、標準偏差に大きなバラつきはなかった。

しかし、ページの都合上、結果の一部しか示さなかったが指で弦を弾く方法と弦を胴に対して平行に引っ張る方法では十分な精度が得られなかった。これは、力センサに対して横方向の振動が主な振動だった為に力センサに上手く入力されていなかったことが考えられる。

4. 結言

CAEを用いてギターの音質設計を行うことを目的とした研究の一環として弦を弾く動作のモデル化法を提案し、その妥当性について検討した。今回の実験から弦を垂直に引っ張る方法では、理論と実験がよく一致したが、弦を指で弾く方法と平行に引っ張る方法では十分な精度が得られなかった。今後は、その原因と考えている力センサの縦と横の読み取り方を比較検討し、それを踏まえた補正方法を開発し、モデル化の妥当性に努める。