超高強度繊維補強コンクリート製弦楽器の楽音特性

立命館大学　学生員　○平尾　一樹、中村　彩乃
立命館大学　フェロー会員　岡本　享久

1. はじめに

コンクリートは一般的に‘暗い’‘冷たい’というイメージから、良い印象を持たれていないのが現状である。また、その利用方法も土木建造物をはじめ、インフラの整備に用いられることが主となるものの、その技術は一般に知られていない場合が多い。本研究では多くの人が楽しめる音楽という分野、特に楽器の製作にコンクリート技術を適用することで、より多くの人に親しめるコンクリートの在り方を提案することを目的とした。

2. ダルシマー製作

ヤマハなど専門家の意見では、コンクリート製楽器は弦楽器よりも管楽器に向いていると指摘している。しかし、本研究では超高強度繊維補強コンクリート（以下、UFRC）の登場により、超薄肉コンクリート製作が可能になったこと、管楽器に比べ様々な音階を出すことができること、さらに誰でも持ち運べる大きさで簡単に演奏してもらいたいことより、写真 1 に示すようなコンクリート製弦楽器の一つであるダルシマーを製作した。

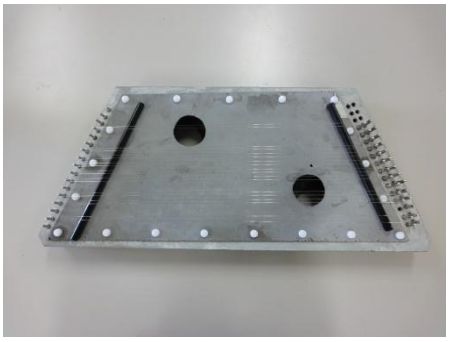


写真-1　ダルシマー完成写真

3. 官能検査

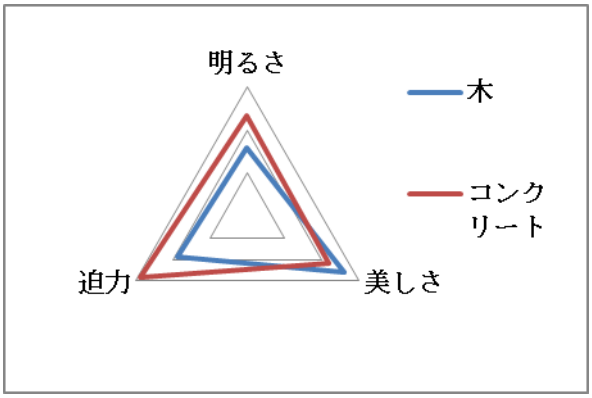
3.1　検査概要

20 代前半の 35 名の被験者に音の 3 大要素である‘明るさ’‘美しさ’および‘迫力’を連想させる形容詞の対 3 つずつをアンケート項目とし、 官能検査を行った。コンクリート製ダルシマーと木製ダルシマーを交互に聴き比較し、アンケート項目別の形容詞レベルに○をつけてもらった。

周波数： 低 240Hz（ド）、中 391Hz（ソ）、高 522Hz（ド）
被験者：35 名（立命館大学環境システム工学科 3 回生）
評価：9 つの形容詞対の 5 段階

3.2 結果と考察

弦楽器ダルシマーについて弦を同じ力で弾くとコンクリート製が木製と比較して大きな音が長い間共鳴した（図－3 参照)。検査結果をまとめた図－1 コンクリート製楽器特有の‘響く音’、すなわち煌びやかというプラスの印象に働き、‘明るさ’‘迫力’という項目で顕著な差が出た。また木製楽器では音がきれいに吸収された。その結果、‘美しさ’という項目で被験者にアピールした。よって、音の響き方が‘明るさ’‘迫力’に、音の収束の仕方が‘美しさ’に関係していることが分かった。



図－1　官能検査総合評価

4. 音響解析

4.1　解析概要

既往の研究によると、管楽器においてコンクリート製楽器は木製楽器と比べると、 高周波域において卓越した楽音となることが分かった[1)]。今回の実験でも同様に、弦楽器におけるコンクリート楽器と木製楽器（弦

キーワード：UFRC, 弦楽器, ダルシマー, 官能検査, 音響解析, FFT,
連絡先　〒527-8577 滋賀県草津市野路 1-1-1 イーストウイング 2F　環境マテリアル研究室　TEL 077-561-2666

楽器）の音響解析から楽音評価を行う。

4.2 測定方法

図－2 の装置を用い、２種（コンクリート製と木製）の楽器からそれぞれマイクロホンを用いて音響解析ソフトでデータを集計し、評価を行った。また、発生音はコンクリート製および木製で高周波域（ド)、中周波域（ソ)、および低周波域（ド）について 2 回ずつ計 6 回行う。

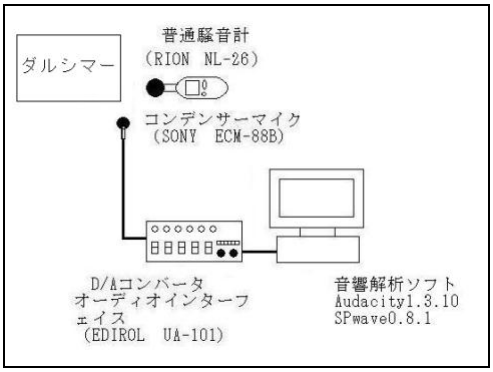
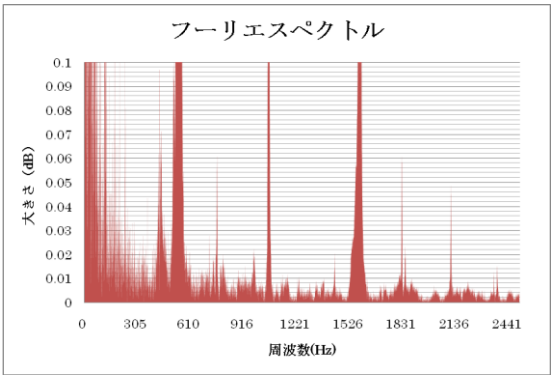


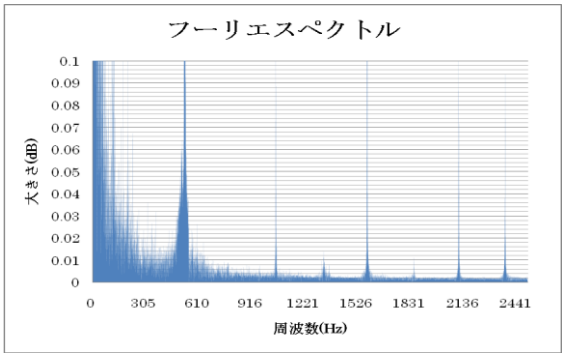
図-2 測定モデル

4.3 結果と考察

（1）高音域



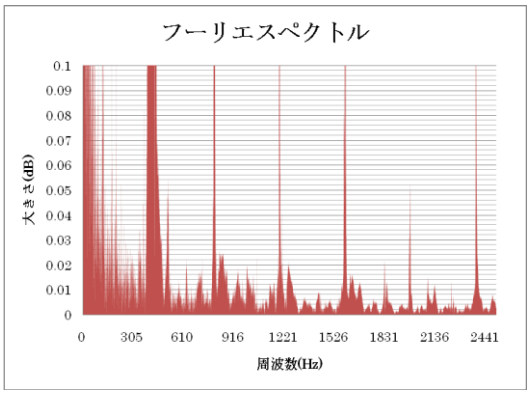
図－3 高音域（コンクリート製）



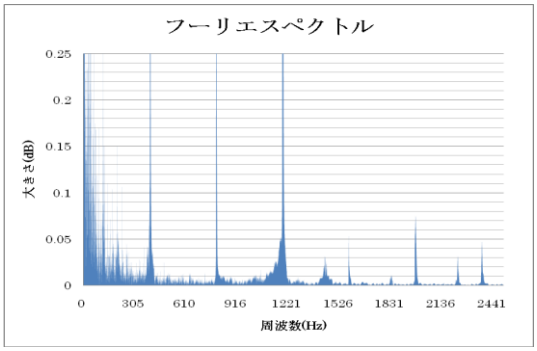
図－4 高音域（木製）

高音域においてコンクリート製（図－3）と木製（図－4）のフーリエスペクトルを比較してみると， コンクリート製楽器は多くの倍音が表れている。この差により、高音域では、コンクリート製の楽器は特徴ある音色をパネラーに与えていると考えられた。 その結果が官能検査の高音評価(図－1)の‘明るさ’‘迫力’の評価に表れたと言える。

（2）中音域



図－5 中音域（コンクリート製）



図－6 中音域（木製）

中音域においてもコンクリート製（図－5）と木製（図－6）のフーリエスペクトルを比較してみると，コンクリート製楽器には多くの倍音が表れた。以上の図－3 から図－6 の影響により官能検査結果の‘明るさ’に表れた。なお、低音域においてコンクリート製と木製のフーリエスペクトルを比較したところあまり大きな差は見られなかった。

5. まとめ

研究結果をまとめると以下となる。

（1）官能検査より、明るさ’‘迫力’ではコンクリート製、 ‘美しさ’では木製の音色が卓越した。

（2）解析検査より、高周波、中周波域においてコンクリート製楽器の音色は倍音が多く煌びやかな特徴を持つことが分かった。

[参考文献]

1) 加藤 勇人，竹内 正喜，小倉 直幸，北原 有希子，岡本 享久：繊維補強コンクリートの楽音への適用性に関する基礎的研究，土木学会論文集 E2，Vol. 67，No. 1，pp.48-56，2011.2.18