

第 部門 PC 鋼線を用いたコンクリート製弦楽器の作製

立命館大学理工学部	学生員	○原田 佳実
立命館大学理工学部		竹内 正喜
立命館大学理工学部	正会員	武田 字浦
立命館大学理工学部	正会員	岡本 享久
立命館大学理工学部	正会員	児島 孝之

1. はじめに

本研究では、癒しや娯楽性の効果を持つエココンクリートの開発を目指して、コンクリートを共鳴盤とし PC 鋼線を弦とした弦楽器の作製を目的とする。

一般的なアコースティックの弦楽器は、音源の振動が楽器のボディに伝わり、音が増幅するという仕組みになっているため、固有振動数大きい木材を使用して作製されている¹⁾。しかし、コンクリートの固有振動数は木材に比べて大幅に低く、楽器作製においては、この固有振動数の克服が一番の課題となる。本研究で使用した超高強度繊維補強コンクリートは、薄型部材の作製に実績のある建設材料で、共鳴盤としてのコンクリート部材の固有振動数を増やせると期待できる。

一般に、コンクリートは「硬い」「冷たい」などのイメージを持たれているが、この研究により温かみのある癒しのイメージを付与できると期待する。また、癒しや娯楽性の要素を持ったコンクリートの開発を進め、「音とコンクリートの融合」により、新たなコンクリートの活用方法を把握することを目的とした。

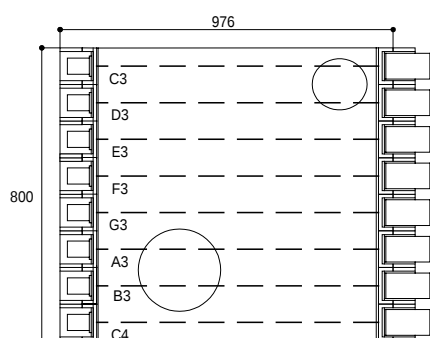


図1 楽器の設計図(上面) (単位: mm)

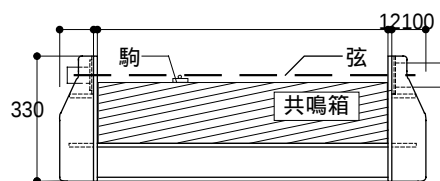


図2 楽器の設計図(側面) (単位: mm)

2. 実験概要

2.1 楽器の設計図

図1および図2に楽器の設計図を示す。図2の点線部を弦(PC 鋼線)とし、それぞれ音階 C3 ~ C4 の音となるように、駒で弦の長さを調整した。PC 鋼線の定着具を 8 つ連ねたものと弦の間に、超高強度繊維補強コンクリートで作製した 745mm × 800mm × 160mm で版厚 5mm の共鳴箱を設置した。共鳴箱の上部には、大小 2 つの音響孔を設けた。

2.2 使用材料について

楽器作製に使用した材料を表1に示す。共鳴箱には、超高強度繊維補強コンクリートを使用し、弦にはPC鋼線を使用した。超高強度繊維補強コンクリートは、セメントを基材とし厳選された各種構成材料を使用したプレミックスに、鋼繊維を混入したコンクリートである²⁾。また、弦の長さ調整に木板と木棒で作製した駒を使用した。

2.3 共鳴箱の作製

共鳴箱に用いた超高強度繊維補強コンクリートの使用材料および示方配合をそれぞれ表2および表3に示す。超高強度繊維補強コンクリートには、株式会社太平洋セメント社製のダクトアルプレミックスを使用し、配合は太平洋セメントのダクトアル配合表に基づき設定した。共鳴箱の作製に使用した板厚は全て 5mm とし、745mm × 810mm を 2 枚 (内 1 枚に 2 箇所の音響孔を設けた)、810mm × 150mm を 2 枚、735mm × 150mm を 2 枚作製した。各供試体は 48 時間の蒸気養生の後、接合部に接着剤を使用し組み立て、共鳴箱を作製した。完成した共鳴箱を写真1に示す。

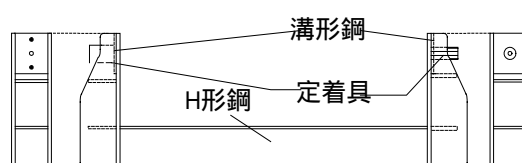


図3 定着具の概要図

2.4. PC 鋼線の弦としての適用

PC 鋼線の定着具の概要図を図 3 に示す。3t までの引張力に耐えられるよう、H 型鋼に PC 鋼線の定着具を設置したものを作製した。PC 鋼線を設置した後、緊張側のボルトを締めることで弦の張力を調整できる構造となっている。C3～E3 にはφ5mm、F3～C4 にはφ2.57mm の鋼線をそれぞれ使用した。φ2.57mm の引張応力が 120kN となるように設定し、φ2.57mm は 6000μ、φ5mm は 4000μ のひずみ量となるようにそれぞれ緊張力を導入した。共鳴箱を設置した後、弦と共鳴箱の間に設置した駒の位置を移動することで音程を調整した。音程の計測には、ギターのチューナーを使用した。

3. 結果

完成した弦楽器を写真 2 に示す。当初、C3～E3 の弦にはφ5mm の PC 鋼線を使用した。楽音とならず音色も心

表 1 楽器作製に使用した材料

	使用材料および概要
共鳴箱	超高強度繊維補強コンクリート
弦	φ5mm および φ2.57mm の PC 鋼線
弦の定着具	H 型鋼に PC 鋼線の定着具を設置
駒	5mm 厚さの木板と φ16mm の木棒

表 2 超高強度繊維補強コンクリートの使用材料

材料	主な性質
ダクトルプレミックス	標準配合粉体 (太平洋セメント社製 ダクトルプレミックス DP-200)
鋼繊維	引張強度：2700N/mm ² 繊維径：0.2mm、繊維長：15mm
減水剤	太平洋セメント社製 ダクトル G ハード専用減水剤

表 3 示方配合

単位量(kg/m ³)			
水	減水剤	プレミックス	繊維
180	25	2254	157

減水剤は練混ぜ水に含む



写真 1 共鳴箱

地よいものではなかった。一方、φ2.57mm の PC 鋼線を弦として用いた場合には、はっきりとした楽音となり、音色もφ5mm の時と比較して澄んだ音であった。このため、全ての弦に、φ2.57mm の PC 鋼線を用いることとした。

弦を叩いたときの振動は、駒を通して共鳴箱とその内部の空気に振動が伝わるため、共鳴箱に触れると振動を感じた。しかしながら、共鳴箱の固有振動数が低く、音を増幅する機能までは期待できなかった。固有振動数は、部材を薄くすることである程度までは高くできるため、部材をさらに薄く作製することで共鳴箱としての機能を持たせることができると考えられる。

また、音響孔を設けることは、多少の雑音は感じたが、音を出力する手段として有効であるといえる。音響孔の位置や大きさなど検討することで、より効果的な音響効果が得られると考えられる。



写真 2 完成した弦楽器

4. まとめ

1. 超高強度繊維補強コンクリートを用いて共鳴箱を作製することにより、コンクリート板の固有振動数の増加につなげることができたが、十分に音を増幅するまでに至らなかった。今後、さらに部材を薄くすることで、共鳴箱としての役割を果たせると期待できる。
2. PC 鋼線を弦として適用する際、より細い弦を使用することが望ましい。

【参考文献】

- 1) 山田伸志著 「生活に生かす音の科学 音と上手につきあう」パワー社、pp.32-33、1996
- 2) 土木学会コンクリート委員会 超高強度繊維補強コンクリート研究小委員会「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)」丸善(株) pp.1-3 2004

【謝辞】

本研究を行うにあたり、片桐氏を始めとする太平洋セメントダクトルチームの皆様、神鋼鋼線の南氏、白濱氏、また副島製作所の副島氏には、材料の提供など多大な御尽力を賜った。ここに記し、感謝の意を表す。