

ヴァイオリン演奏用の弓毛に関する超微小押し込み硬さ試験機によるヤング率測定

Measurement of Young's modulus of bow hair for violin performance by nanoindenter

東京工業大学

松谷 晃宏

Tokyo Institute of Technology

◦Akihiro Matsutani

E-mail: matsutani.a.aa@m.titech.ac.jp

ヴァイオリンなどの擦弦楽器では、弓も楽器と同様に重要な楽器の構成要素である。弓は主に棒の部分(stick)のと毛(hair)の部分にわけられるが、Suzuki によれば、弓毛の弾力を活かすことが演奏にあたっては特に重要である[1]。筆者は、これまでに弓の顫動に関する実験結果、弓の傾斜が顫動抑制に有効であること、擦弦位置及び弓の傾斜と音色の関係について報告し [2-5]、今回は弓毛の引張試験を行い荷重-伸び線図の測定結果について報告した[6]。今回は、ナノインデントを用いた弓毛のヤング率の測定結果について報告する。

弓毛は馬の尻尾の毛が使われている。弓毛はヒトの毛髪のようにキューティクルとコルテックスから構成され、それぞれ異なるヤング率をもつ。通常の引張試験では、毛全体のヤング率を測定していることになる。今回のコルテックス部分のヤング率の測定には、超微小押し込み硬さ試験機(エリオニクス)を用い、周囲を木工用ボンド(酢酸ビニル樹脂系)で固めた弓毛を薄刃のカミソリで切断して断面を露出させたものを試料として用いた。Fig. 1 に、試験荷重 2 mN、負荷時間 10 s、保持時間 5 s、除荷時間 10 s で、弓毛のコルテックス部分を測定した荷重-伸び線図の例を示す。この測定では弓毛のコルテックス部分のヤング率は 5.5 GPa という結果が得られた。弓毛の構造をコルテックスとキューティクルからなる二層モデルと仮定し、弓毛全体の引張試験から得られたヤング率を含めて算出すると、キューティクルのヤング率は 56 GPa と見積もられた。ヒトの毛髪のキューティクルは約 20 GPa である[7]。弓毛のヤング率はヒトの毛髪のヤング率より大きく、その剛性感は経験と合致する。弓毛全体の引張試験と超微小押し込み硬さ試験の併用により、キューティクルの伸縮方向のヤング率を推定できることがわかった。本研究が弦楽器演奏者への一助となれば幸いである。

謝辞 超微小押し込み硬さ試験機の測定に

ついて、東京都立産業技術研究センターの山田健太郎博士に深く感謝します。

[1]鈴木鎮一, 奏法の哲学, 全音楽譜出版社 (2001) pp. 63-64. [2]松谷, 2006 秋応物 29a-M-14. [3]松谷, 2017 春応物 16a-514-11. [4]松谷, 2017 秋応物 5a-A401-6. [5]松谷, 2019 春応物, 12a-W833-8. [6]松谷, 2019 秋応物, 18p-C206-8. [7]曾我部, 安田, 野田, 粧技誌 36 (2002) 207.

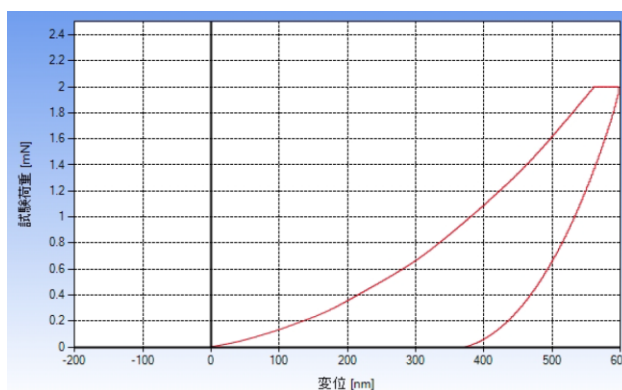


Fig. 1. Load-elongation diagram of bow hair measured by nanoindenter.