

ねじり変形により加工硬化した工業用純アルミニウムの打音特性

Hitting sound characteristics of Work-hardened industrial pure aluminum by torsional deformation.

匂坂真子

指導教員 加藤太朗, 古井光明

東京工科大学工学部機械工学科 材料グリーンプロセス研究室

現在のアルミニウム製の風鈴は聞き心地を考えた材料の選定がなされていない。そこで本研究では、材料の特性と音の関係を明らかにすることを目的とし、ねじり加工により加工硬化した工業用純アルミニウムの打音測定を行った。その結果、加工硬化した材料は周波数が大きく、残響時間は短くなった。

ねじり変形, 加工硬化, 工業用純アルミニウム, 周波数

1. 緒言

世の中にあるアルミニウム製の風鈴は耐食性や製作にかかる費用対効果によって材料が選定されている。その一方、材料の特性と発せられる音の関係を明らかにすることで、聞き心地が良い音を発する風鈴を生み出すことが望まれている。本研究では、加工硬化が金属材料の打音の音響特性に与える影響について明らかにするため、ねじり加工を施した¹⁾工業用純アルミニウムの打音を測定し、周波数や音の響きに与える影響について実験的に検討した。

2. 実験方法

図 1 に直径 20mm, 長さ 200mm の工業用純アルミニウム A1070 を用いたねじり加工の様子を示す。ねじり加工の回転速度は 1rpm とし、回転数は 1、3、5 回転とした。なお実験では上記に加えて未加工の 4 本の試験片を製作する。

ねじり加工した工業用純アルミニウム A1070 を図 2 に示す。

次に 4 本の試験片を長さ 100 mm に切り出し、図 3 に示すように片端から 5 mm の位置に直径 3 mm の穴を空けた。この穴はピアノ線を通して、後述の実験装置に試験片を吊り下げて設置するためのものである。

図 4 に金属材料の打音の測定実験の様子を示す。実験ではスタンドを設置し、製作した試験片と振

り子を吊るした。また試験片の 50 mm 真下に無指向性コンデンサーマイクを設置し、オーディオインターフェイスを通してパソコンと接続した。試験片の打音は、振り子の木製の玉を 90° 持ち上げて静かに離し、試験片の中央部を打撃した時の音を録音した。振り子を用いる理由は、試験片に inputs する強さのばらつきを抑え、打撃する力を一定とするためである。打音の録音は各試験片につき 5 回ずつ行った。



図 1 ねじり試験機



図 2 ねじり加工した工業用純アルミニウム A1070 丸棒

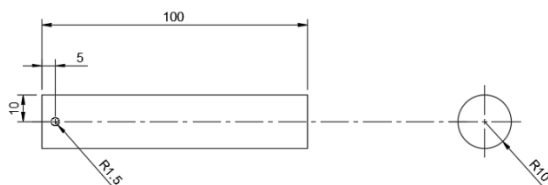


図 3 打音測定用試験片の図面

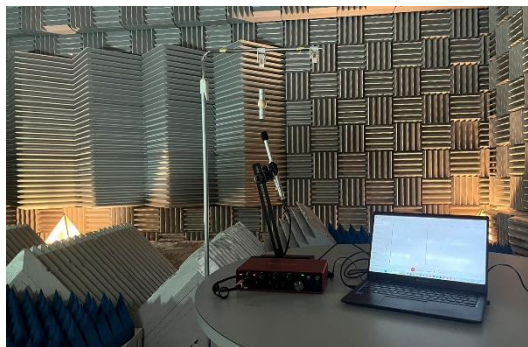


図 4 打音測定の様子

3. 実験結果および考察

3.1 周波数

図 5 に打音の周波数の結果を示す。A1070 の打音はねじり回転数の増加に伴って、すなわち加工硬化につれて、周波数が低くなることが分かった。金属材料の固有振動数は以下の式で求められる。

$$f_m = \frac{1}{2\pi L} \sqrt{\frac{El}{\rho A}} (K_m l)^2 \quad (1)$$

この式において、材料の長さ L [m]、断面二次モーメント I 、断面積 A [m²]、ヤング率 E [Pa]、密度 ρ [kg/m³]、境界条件による定数 $K_m l$ とした場合、金属材料のヤング率が増加すると周波数も増加することが分かる。ねじり変形によって A1070 は加工硬化したにも関わらず、打音の周波数が低くなったことから、打音の周波数は硬さ以外の要因を検討する必要があることが明らかとなった。

3.2 残響時間

図 6 に打音の残響時間の結果を示す。残響時間は試験片を打撃した瞬間から正負の振幅が 0.005 以下になるまでの時間と定義する。ねじり回転数の増加に伴って、すなわち加工硬化につれて、A1070 の打音の残響時間が短くなることが分かった。この理由について、より詳細な検討が必要であるため、今後は引張試験等の機械的性質を明確に

する。なお、固溶強化する黄銅では、亜鉛添加量の増加に伴って打音の残響時間が長くなる、A1070 とは逆の傾向を示すことを長沼ら²⁾が報告している。

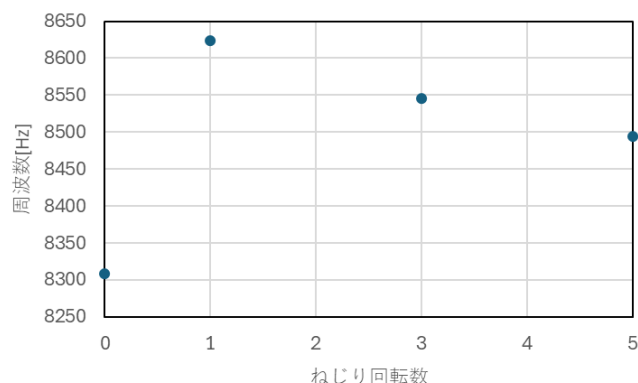


図 5 周波数測定結果

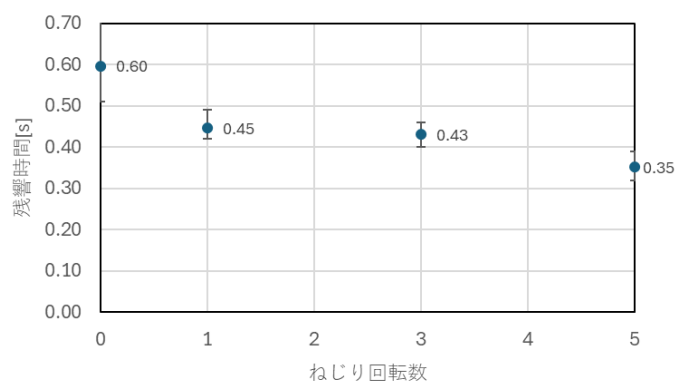


図 6 残響時間測定結果

4. 結言

本研究では、ねじり加工により加工硬化した純アルミニウムの打音を測定し、周波数や音の響きに与える影響について実験的に検討した結果、以下のことがわかった。

- (1) A1070 の打音はねじり回転数の増加に伴って、すなわち加工硬化につれて、周波数が低くなる。
- (2) ねじり回転数の増加に伴って、A1070 の打音の残響時間は短くなる。

参考文献

- 1) 穴田博ら：軽金属, 53 (2003), 169-175.
- 2) 長沼琉世ら：日本銅学会第 64 回公演大会予稿, (2024)