

黄銅の打音の減衰特性に関する実験的検討

Experimental study on attenuation characteristics of hitting sound of brass

長沼琉世

指導教員 加藤太朗, 古井光明

東京工科大学大学院工学研究科サステイナブル工学専攻 材料グリーンプロセス研究室

金属材料の音の高さは形状や拘束条件、材料のヤング率や密度によって決まる。しかし、金属材料の音色に関する研究は極めて少ない。本研究では、黄銅の打音の減衰時間を測定し、材料学的観点から考察した。その結果、黄銅は硬さの増加に伴って減衰時間が増加することが明らかとなった。

キーワード：音響解析, 黄銅, 減衰時間

1. 緒言

音は大きさ (dB)、高さ (Hz)、音色の3つの要素で表され、これらの違いによって人に与える印象は変化する。特に、音色は現実の音環境において、種々の音源の特徴を顕著に反映する主要な属性である⁽¹⁾。

金属材料が音を発する例としてシンバルが挙げられ、これらは体鳴楽器に分類される。物体の音の高さは形状や拘束条件、それを構成する材料のヤング率や密度によって決まる。しかし、金属材料の音に関する研究例は極めて少ない。

本研究では、金属材料と音響特性の関係を明らかにすることを目的としている。そこで本検討では、黄銅の打音の減衰時間を測定し、金属の機械的性質との関係を検討した。

2. 供試材

実験には 99.90 %純度のタフピッチ銅 C1100、15 %の亜鉛を含む丹銅 C2300、35 %の亜鉛を含む黄銅 C2700 を使用する。供試材の化学組成を表 1

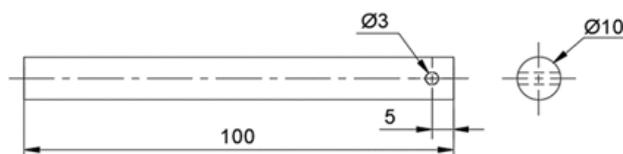


図1 使用した試験片

に示す。これらの供試材を直径 10 mm、長さ 100 mm の丸棒に加工した。その後、丸棒の端から 5 mm の位置に直径 3 mm の穴を開け、直径 0.435 mm の釣り糸を通して図 1 のような試験片とした。

表 1 供試材の化学組成 [mass%]

	Zn	Pb	Fe	Cu
C1100	—	—	—	99.90 ≦
C2300	15.0	0.05 ≧	0.05 ≧	Bal.
C2700	35.0	0.05 ≧	0.05 ≧	Bal.

3. 実験方法

図 2 に試験片の打音測定の様子を示す。実験では試験片の打音以外の音をなるべく抑えるため、無響室にて実験を行った。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、試験片に入力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。その後、MATLAB を用いて録音した音声の減衰時間を測定した。なお、減衰時間は試験片を打撃した瞬間から正負の振幅が 0.005 以下になるまでとした。

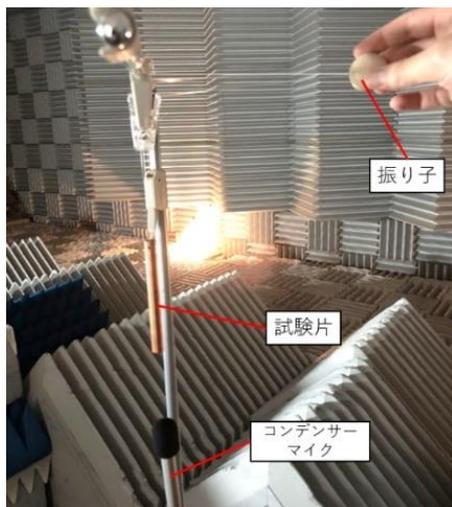


図2 実際の録音環境

4. 結果および考察

音響測定にて録音した各打音の減衰時間の測定結果を図3に示す。また、時刻歴を図4に示す。各試験片の減衰時間 C1100 (0 %亜鉛) が 0.37 s、C2300 (15 %亜鉛) が 1.85 s、C2700 (35 %亜鉛) が 2.61 s、となり、亜鉛含有量の増加に伴って減衰時間が増加した。これは、亜鉛含有量の増加に伴って、硬さが増加したからであると考えられる。黄銅は亜鉛含有量が増加すると固溶強化により硬さが増加する。軟らかい材料は振動を吸収しやすいが、硬い材料は振動を吸収しづらくなる。また、同じ銅合金である青銅も錫の含有量の増加に伴って硬化し、音の減衰時間が長くなる⁽²⁾。そのため、固溶強化による硬さの増加によって減衰時間が増加したと考えられる。

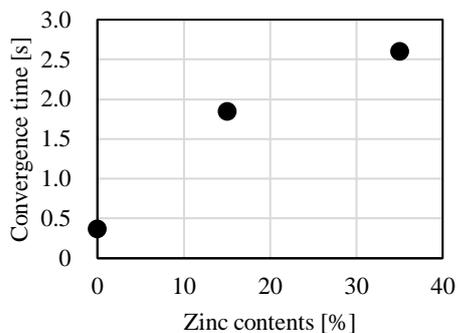
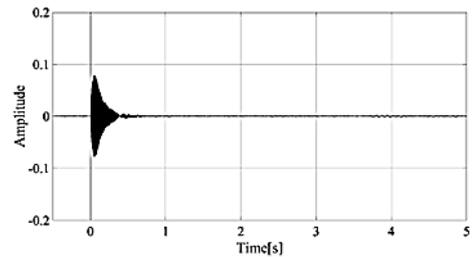
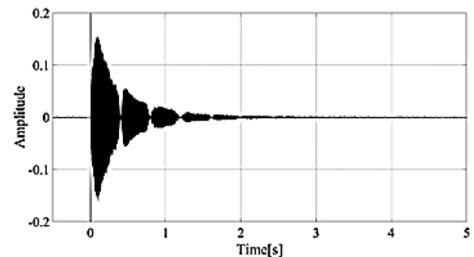


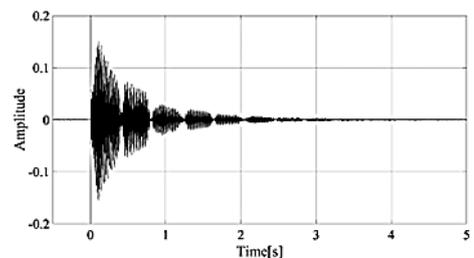
図3 減衰時間の測定結果



(a) C1100 (0 %亜鉛)



(b) C2300 (15 %亜鉛)



(c) C2700 (35 %亜鉛)

図4 各試験片の時刻歴

5. 結言

本検討では、黄銅の打音の減衰特性と機械的性質の関係を明らかにするために実験的に検討を行った。実験では、亜鉛含有量が異なる黄銅の試験片を作製し、各試験片の打音の減衰時間を振り子を用いて測定した。その結果、亜鉛含有量の増加によって硬さが増加し、減衰時間が増加することが明らかとなった。

参考文献

- (1) 難波精一郎, "音色の定義を巡って", 日本音響学会誌, Vol 49, No 11, pp823-831, (1993)
- (2) 大熊恒靖, 星野和義, 大谷利勝, "梵鐘に用いられる Cu-Sn 系合金の機械的性質及び音響特性", 日本音響学会誌, Vol 57, No 5, pp319-325, (2001)