

# B3-19 ハンマ鍛造作業の打撃音を用いたリアルタイム技能評価システム

知能システム制御研究室 國田 未央

## 1. はじめに

ハンマ鍛造とは、約 1100~1250 °C に熱した金属素材を下金型の上に置き、足踏みペダルを操作して上金型が装着されたラムを打ち付けることで、圧縮・加工を行う製造法である。ハンマ鍛造には作業者の熟練が必要であり [1]、先行研究では、鍛造音解析に基づく鍛造技能評価システムを構築していたが、鍛造作業に対する処理速度不足、複雑な操作性、評価基準の校正など、実用性に問題があった。

そこで本研究では、解析速度向上のための並列処理化、GUI による操作性向上、統計処理による評価基準値の自動生成を行うことで、リアルタイム性と実用性を備えた鍛造技能評価システムを構築する。

## 2. 鍛造技能評価システムの概要

打撃評価システムのコンセプト図を Fig. 1 に示す。鍛造技能評価システムは熟練作業者の打撃音を周波数解析して打撃の強さの基準を定め、一般作業者の打撃を評価するシステムである。システムの基本構造を以下に示す [2]。

- 鍛造音から打撃部分のみを抽出して周波数解析し、0.4~0.5kHz の最大スペクトルピーク値を算出
- 鍛造作業の 1 工程には ①曲げ、②つぶし 1、③つぶし 2、④つぶし 3、⑤荒打ち、⑥仕上げの 6 打撃があるが、本システムでは強打となる④~⑥を解析対象と設定
- 熟練作業者の打撃の平均と標準偏差から信頼区間を求め、区間内なら Good、区間を超過すると Strong、区間を下回ると Weak とし、それぞれ緑、赤、黄の光でパトライトに表示

## 3. 鍛造技能評価システムの改訂

### 3-1 GUI による操作系の構築

Fig. 1 ①の GUI 操作系を Fig. 2 に示す。これによりシステムの開始・終了操作が容易となった。同時に判定基準値の自動生成機能を実装した (3.3 節)。

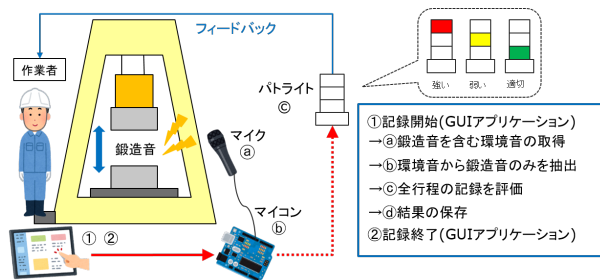


Fig. 1 提案システムのコンセプト

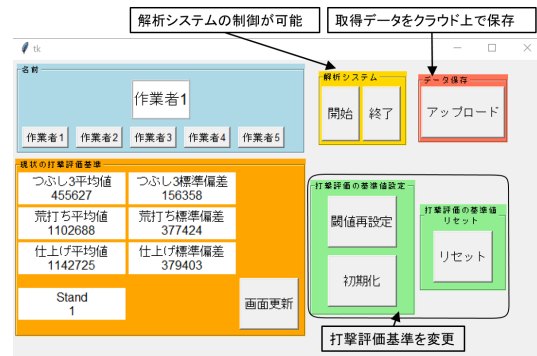


Fig. 2 Python(Tkinter) で作成した GUI 操作系

### 3-2 解析処理速度の改訂

打撃部分の抽出処理に必要な二乗平均平方根計算など、高速計算ライブラリ (Numpy) で代用可能なコードを置き換え、解析処理の高速化を行った。また、鍛造技能評価システムと、GUI 操作系が並列処理となるよう実装した。これらにより、打撃音解析時間が約 4.0s から 0.5s と短縮された。

### 3-3 判定基準値の自動生成

鍛造作業対象の金属素材は、天候・温度・湿度等に影響を受けることから、作業者の打撃も変わると現場では言われている。そのため、打撃判定基準値を校正する機能が必要である。今回は、始業時に任意回数の打撃データを取得し、その平均値と標準偏差から、信頼区間を自動生成することで、打撃判定基準の校正を実現した。

## 4. 検証・考察

鳥取県内にあるハンマ鍛造工場で、実用検証を行った。対象とした工程数は 456 であり、本システムにて 451 工程が判定可能であり、稼働率は従来の 50% から 98.9% に向上した。判定不能な 5 工程は、打撃の録音時間の開始タイミングが鍛造作業と合わず、結果として解析が次の工程にずれ込み、処理できなかったことが原因であった。また、打撃評価基準値の自動生成も試み、基準値が校正されることも確認した。

## 5. おわりに

鍛造技能評価システムの実用化を目指し、システム全体の改良と GUI による操作系の構築を試みた。その結果、98.9% の工程の判定が可能となった。

## 参考文献

- [1] 井上：「分かりやすい鍛造加工」, 日刊工業新聞社, p. 145(2005)
- [2] 原, 榎田：「ハンマ鍛造の打撃音解析に基づく鍛造技能の定量化」, 2019 年電気学会電子・情報・システム部門大会 pp. 367-371(2019)