

# プレス加工におけるインプロセスモニタリング —超音波の検出強度に関する接触媒質の影響—

木岡 桂太郎\* 萩野 直人\*\*

## In-process monitoring in stamping —Effect of contact medium on ultrasonic wave detection intensity—

Keitaro KIOKA\* Naoto HAGINO\*\*

Stamping is suitable method for mass production because it is able to shaping materials in an instant. However, there are uncontrolled slight gaps between the workpiece and dies. Therefore, processing with high-precision is difficult. Gaps between the workpiece and dies can be detected by ultrasonic waves. And in order to detect the gaps, it is necessary to apply a contact medium between the dies or the die and the workpiece, because the ultrasonic wave becomes easier propagate. In this time, we investigated the relation of type of contact medium and the propagation efficiency of ultrasonic waves.

*Keyword* Stamping, Ultrasonic wave detection, Contact medium

### 1. 緒言

プレス加工は部材を瞬時に成形できるため大量生産に向いている。しかし微細な部分まで形状を精密に制御することは難しく、追加加工が必要となる場合もある。プレス加工時において部材と金型の間には意図しない僅かな空隙が生じることが知られており、これが微細な形状の制御を困難にしている原因の一つと考えられている。この空隙の位置と大きさは超音波により検出できることが報告されている[1, 2]。この手法は効率的に超音波を伝播・反射させ、必要な空隙の情報のみが検出されるように、グリセリンのような接触媒質を金型と部材間、あるいは金型と探触子などの界面に塗布する必要がある。

本研究はプレス加工中に部材と金型の接触状態を観測し、プレス動作へフィードバックをかけることで追加加工が不要な精緻な成形（ネットシェイプ加工）を可能とするこ

とを目指している。本稿では接触媒質の種類によって超音波の検出強度がどのように変化するかを調査し、報告する。

### 2. 実験方法

今回は接触媒質の違いによる超音波検出の反応を調査するため、単純な構造である平金型を選択し、被加工部材は不使用とした。

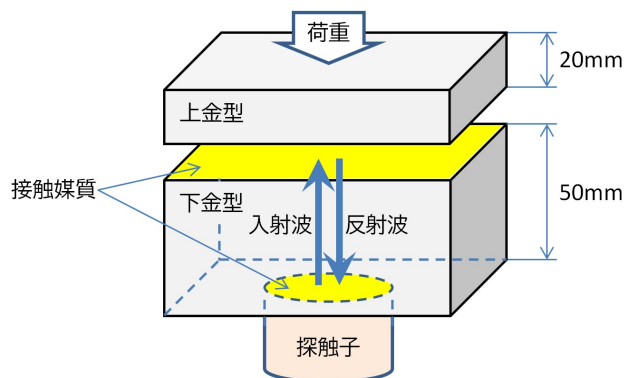


図1 金型、探触子および接触媒質の位置関係

\*近畿大学工業高等専門学校

総合システム工学科 機械システムコース

\*\*神奈川工科大学

工学部 機械工学科

図1に金型と探触子の位置関係を示す。上下の金型の界面および下金型と探触子の界面に接触媒質を塗布するが、上下の金型間に挟まれる部分の接触媒質の影響を調査するため、下金型と探触子の界面の接触媒質はエンジンオイルで統一した。

調査する接触媒質は、グリセリン（健栄製薬社製）、エンジンオイル（Castrol EDGE 5W-30 FE）、スピンドルオイル（TRUSCO TOSP22N）、浸透防錆潤滑材 5-56（KURE 1005 HTRC2.1）の4種であり、評価はデジタル超音波探傷器（菱電湘南エレクトロニクス UI-27）を用いた。

接触媒質の塗布状態を極力統一するため、探触子側の接触媒質は全実験を通して変化を与えず、最初に下金型に接触させた状態を保った。また上下金型間の接触媒質は、下金型上部の全面に広がるように十分滴下し、気泡が入り込まないように注意深く上金型で挟み込み、さらに 58.8kN (= 6t) の荷重を掛け、界面から漏れ出た分をふき取ることによって統一を図った。そして荷重を除去し、これを初期状態とした。

初期状態( 負荷荷重 0kN )の金型に 9.8kN (= 1t )ずつ 58.8kN (= 6t)までの荷重を掛け、都度、探触子から 50mm の位置にある接触媒質が塗布された面からの超音波の反射強度を測定した。上下金型間への接触媒質の塗布から超音波の反射強度測定までの手順を、各条件について5回繰り返した。

尚、超音波の反射強度（波高）が高い程、探触子から見た空隙の投影面積が広いことを示している。

### 3. 実験結果と考察

図2に各接触媒質および各荷重における超音波の反射強度（n=5 平均値）を示す。荷重を掛け始めた 9.8kN、19.6kN の範囲では、全ての接触媒質において初期状態に比べて反射波の強度が上昇した。これは荷重により空隙が押し潰されて平たく広がり、体積としては小さくなるもの

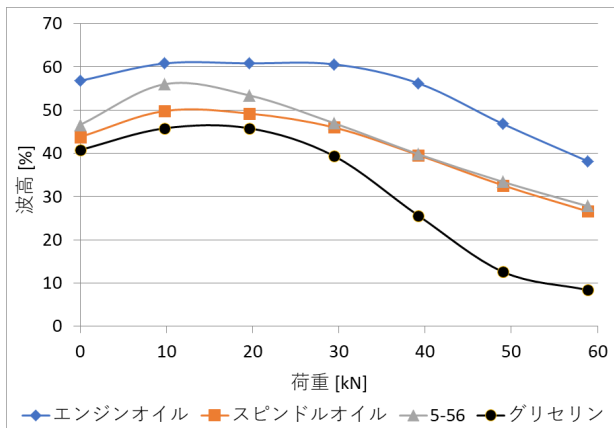


図2 各接触媒質および各荷重における超音波反射強度

の、探触子から見た投影面積は増えるためと思われる。さらに荷重を掛けることで反射波の強度は下がっていく挙動を示しており、これは空隙がさらに潰れて上下の金型が密着し、超音波の界面での反射の割合が減り、上金型への透過の割合が増えたためと考えられる。

本実験においてはどの媒質も概ね同じ傾向の変化を示しているが、高荷重域ではグリセリンを使用した場合の反射波の強度が顕著に下がった。これはグリセリンの音響インピーダンスの値が  $2.4 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$  で他のオイル系の媒質 ( $\sim 1.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{s}$ ) に比べ金属の値と近く、超音波の伝搬が効率的になったためと思われる。

図2ではグラフが煩雑になるためエラーバーは省略して表示しているが、平均値から最大で約20%の誤差が見られたため、よりバラツキの少ない評価方法を検討していく必要がある。

### 4. 結言

被プレス加工部材と金型の間に発生する空隙を超音波探傷器にて検出することを想定し、4種の接触媒質を評価した。どの接触媒質も荷重の変化に対して似た挙動を示したが、グリセリンが最も超音波を効率的に伝搬することが示され、音響インピーダンスの観点から考察した。

今回は超音波の伝搬・反射についてのみ言及しているが、インプロセスモニタリングによるネットシェイプ加工を実現するには接触媒質が部材と金型の間に瞬時に浸透する必要があること、部材や金型を腐食しないことなど、多くの観点から検討する必要がある。

### 参考文献

- [1] Naoto Hagino, Seiji Komiya, Junichi Endou, Masao Ishihama, Sensors and Materials, Vol. 31, No. 10 (2019) 3129-3140.
- [2] 萩野直人、小宮聖司、遠藤順一、石濱正男、Journal of the JSTP vol. 57 no. 669 (2016) 983-990.