

# Visualization of Contact Condition between Workpiece and V-shape Die (Metal Forming 2012)

神奈川工科大学 創造工学部 自動車システム開発工学科  
非常勤講師 萩野直人  
(平成 24 年度国際会議等参加助成 AF-2012032)

キーワード：薄板加工，超音波，接触状態

## 1. 開催日時

2012 年 9 月 16 日 (日) ～2012 年 9 月 19 日 (水)

## 2. 開催場所

ポーランド クラクフ

AGH-University of Science and Technology

## 3. 国際会議報告

### 3.1 会議について

今回発表を行った Metal Forming 2012 は 1974 年に第一回が開催され、その後 2 年に一度開催される金属加工に関する国際会議である。今回はポーランドのクラクフで開催された。論文に関しては講演発表が 403 件と多数の論文が発表された。平均して各セッション 5～6 編の発表とそれに対する活発な討論が行われた。本研究は sheet forming セッションにて発表された。

### 3.2 発表内容

プレス加工においてネットシェイプ加工法を実現するためには金型形状を高精度で製品に転写する必要がある。従来、超音波を用いて金属接触面の接触面圧を計測した研究が行われてきた[1]。著者らは金型と製品の接触状態を超音波を用いて計測する手法の開発を行っている[2][3]。本研究では、この手法を傾斜面を有する金型に適用し、傾斜面における超音波の反射・透過特性を調べた。

図 1 に実験装置を示す。超音波探傷器、探触子（超音波センサ）およびモデル金型で構成される。金型は  $90^\circ$  の V 角度を有する。金型の間に薄板の試験片を挟み、鉛直下方に油圧シリンダを用いてされる。超音波の反射と特性を調べた。その結果を図 2 に示す。金型と試験片の接触面圧が増加すると、反射波高比は減少し、透過波高比は増加した。また接触面圧が 55MPa を超えると、波高比はほぼ一定となった。これは接触面の状態が荷重によりほとんど変化しない、すなわち密着状態であると見なせる。この波高比がほぼ一定となる圧力（以下；密着圧力  $P_F$  と表す）は平面の場合[3]と比べ大きい。傾斜面に超音波を入射すると、その入射面が楕円状になり、平面の場合の入射面より大きくなる。そのため金型や試験片の表面にある傷や表面粗さによる影響を受けやすくなることや、経路長が異なってくるなどが原因であると考えられる。

次に試験片の材質を変更して実験を行った。その結果を図 3 に示す。材質を変更すると、 $P_F$  が変化することが分かる。

そこで、図 4 に示すようにブリネル硬度と密着圧力の関係を調べた。ブリネル硬度が大きいと  $P_F$  も増加することが分かる。これは、傾斜面に平行な力が加わることにより試験片にせん断力が発生し、それが波高比に影響している可能性がある。一方、縦波で入射した超音波が横波に変換される事も考えられるため、さらに詳しく調べる必要がある。また、波高比が一定となったときの波高比と試験片の音響インピーダンスの関係を調べた。その結果を図 5 に示す。試験片の音響インピーダンスが増加すると、反射波高比は減少し、透過波高比は増加する傾向がみられた。これらの傾向は平面の場合と同様であった。

さらに、超音波の反射・透過特性に対する試験片の厚さの影響を調べた。接触面圧と反射および透過波高比の関係を図 6 に示す。試験片の厚さを変更しても、密着圧力はほとんど変化しなかった。よって密着圧力は材質による影響が大きいといえる。次に波高比が一定となったときの波高比と試験片の音響インピーダンスの関係を調べた。その結果を図 7 に示す。平面では、反射および透過波高比は板厚により変化したが、傾斜面においても波高比は板厚に影響されることが分かった。図 7 に示すように反射波高比が減少するとき、透過波高比も減少する傾向が見られた。一方、平面においては、反射波高比が減少するとき、透過波高比は増加した。これは、試験片内における超音波の伝達経路が長くなり、挙動が平面の場合と異なってくると考えられる。また、前に述べたように、傾斜面方向のせん断力が発生し、それが波高比に影響している可能性がある。

以上の結果より、傾斜面を有する金型においても、超音波の反射波あるいは透過波を計測することで金型—試験片間の接触状態を計測できることがわかった。

## 謝 辞

本国際会議への参加に当たり、公益財団法人天田財団より国際会議等参加助成を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] Masuko, M., Ito, Y., 1969. Measurement of contact pressure by means of ultrasonic waves. Annals of CIRP XVII(3), p. 289-296.
- [2] Hagino, N., Endou, J., Katoh, S., Okudera, S., Maruyama, M., Kubota, M., Murata, C., 2010. In-process monitoring for press forming. Steel research international 81 (9), p. 674-677.
- [3] N. Hagino, J. Endou, S. Katoh, S. Okudera, M. Maruyama, M. Kubota, 2011. Visualization of Contact Condition between Workpiece and Die During Stamping, Steel research int. 2011 Special Edition, p.390-395

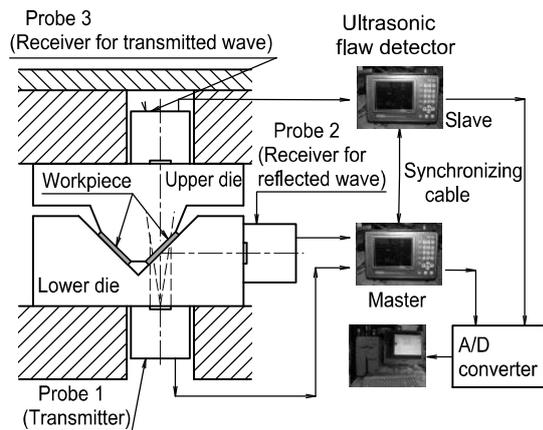


図1 V字金型の傾斜面における超音波の反射および透過特性の実験・計測装置

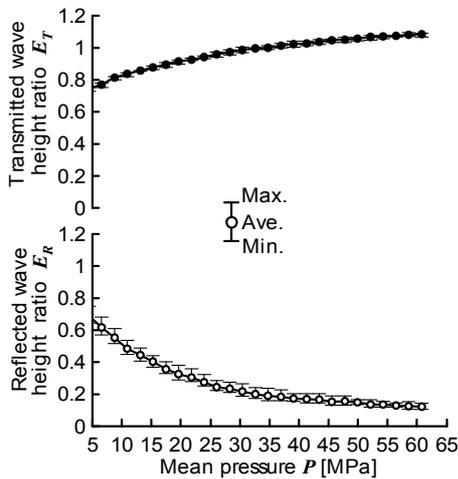


図2 V字金型の傾斜面における接触面圧と反射および透過波高比の関係

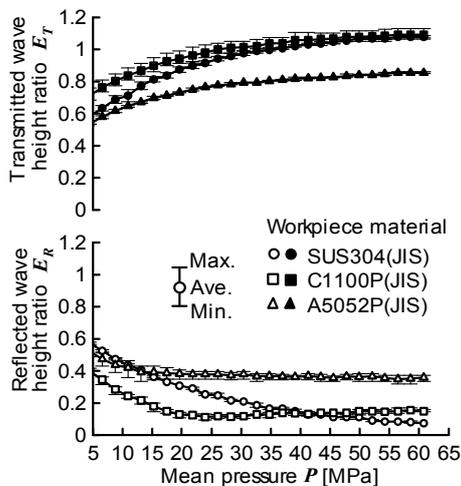


図3 V字金型の傾斜面における反射および透過波高比に対する試験片材質の影響

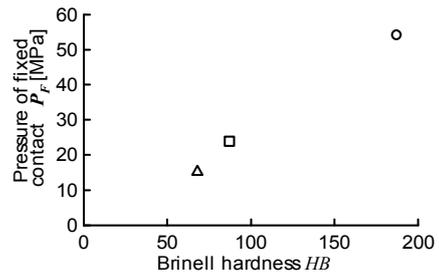


図4 試験片硬度と密着圧力の関係



図5 試験片の音響インピーダンスと反射および透過波高比の関係

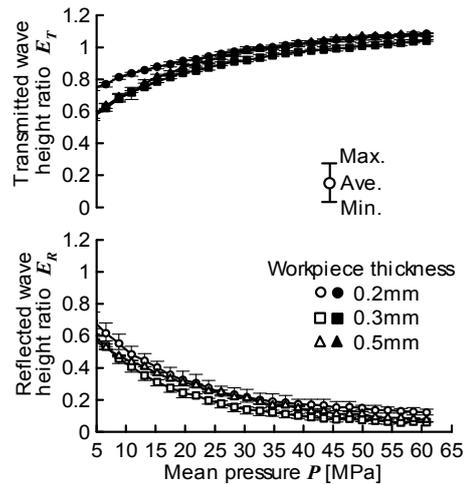


図6 V字金型の傾斜面における反射および透過波高比に対する試験片厚さの影響

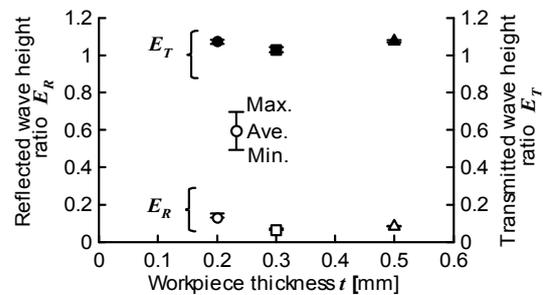


図7 試験片厚さと反射および透過波高比の関係