

# ICTP2011(10th International Conference on Technology of Plasticity) Visualization of Contact Condition between Workpiece and Die During Stamping

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 23 年度国際会議等参加助成 AF-2011004)

**キーワード:** 薄板加工, 超音波, 接触状態

## 1. 開催日時

2011 年 9 月 25 日 (日) ~ 2011 年 9 月 30 日 (金)

## 2. 開催場所

ドイツ アーヘン Eurogress Convention Center

## 3. 国際会議報告

### 3.1 会議について

今回発表を行った 10th International Conference on Technology of Plasticity (ICTP2011)は 1984 年に第一回が東京で開催され、その後 4 年に一度開催される金属加工に関する国際会議である。今回はドイツのアーヘンで開催された。論文関しては講演発表が 412 件、ポスターセッション 47 件と多数の論文が発表された。平均して各セッション 5 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 Deep Drawing セッションにて発表された。

### 3.2 発表内容

近年、精密部品の大量生産の要求が高まってきており、多くの研究者によってネットシェイプ加工法の研究が行われている。サーボプレスは高精度の加工を行うことが可能であるが、プレス加工中に製品と金型の間にわずかな隙間が生じてしまう場合がある。このわずかな隙間をセンサによって検出し、サーボプレスを制御できればネットシェイプ加工が可能となる。従来、金属接触面の面圧を、超音波を用いて計測した研究が行われてきた[1][2]。本研究では、この超音波法を用い製品と金型の接触状態を計測する手法の開発を行った。

まず、製品と金型の接触面における超音波の反射特性を調べた。Fig.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。金型は鉛直下方に油圧シリンダを用いて加圧される。隙間を模した深さ 0.08mm の溝が加工された金型に SUS304、板厚 0.2mm の試験片をはさみ超音波の反射と特性を調べた。その結果を Fig.2 に示す。溝がない場合比べ、溝がある場合の接触面における超音波反射強度のピークは増加することが分かる。したがって、ピーク高さを計測することにより隙間の有無を調べることができる。このピーク高さを反射波高とした。

次に 3000kN の加圧能力を有するサーボプレスを用いて、実際のプレス加工中の反射波高の変化を計測した[3]。Fig.3 に示

すように下金型の裏面に探触子(超音波センサ)を取り付けた。燃料電池セパレータの加工を対象とし、被加工材は SUS304、板厚 0.1mm のステンレス薄板とした。加工中の反射波高比とスライド位置の計測結果を Fig.4 に示す。ただし、図中の反射波高比は、加工中に計測された反射波高を、金型が開いている場合の反射波高で除したものである。スライドの降下とともに反射波高比が低下し、下死点においてほぼ一定となった。以上の結果より、超音波を用い加工中の試験片と金型の接触状態の変化を計測が可能であることが分かった。

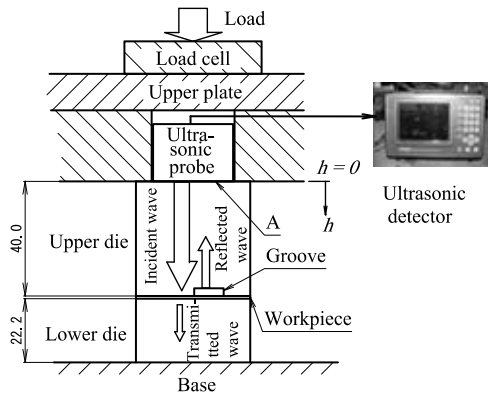
さらに、超音波の反射特性に対する試験片材料の材質と厚さの影響を調べた。まず、超音波の反射波と透過波の関係を調べた。Fig.5 に実験装置を示す。探触子および超音波探傷器を 2 台用い、反射波と透過波を同時に計測できるようにした。Fig.6 に反射波と透過波を同時計測した結果を示す。図中に示す透過波高比は、加圧中に計測された透過波高を、試験片を挟まずに最大荷重とした場合の透過波高で除したものである。荷重の増加とともに反射波高比が減少し、透過波高比は増加した。またある面圧以上では、波高比はほぼ一定となった。これは接触面の状態が荷重によりほとんど変化しない、すなわち密着状態であると見なせる。よって、入射した超音波の一部が試験片と金型の境界面で反射し、残りが透過することが分かった。次に Fig.7 に示すように試験片の材質を変更し実験を行った。その結果、材質により反射波高比は変化することが分かった。これは各材質の音響インピーダンスの差により、境界面における超音波の反射率が異なるためであると考えられる。さらに、材質を SUS304 とし、板厚を変更して実験を行った。その結果を Fig.8 に示す。板厚が薄くなると、反射波高比は減少することが分かった。これは、試験片内における超音波の干渉などによる影響と考えられる。

## 謝 辞

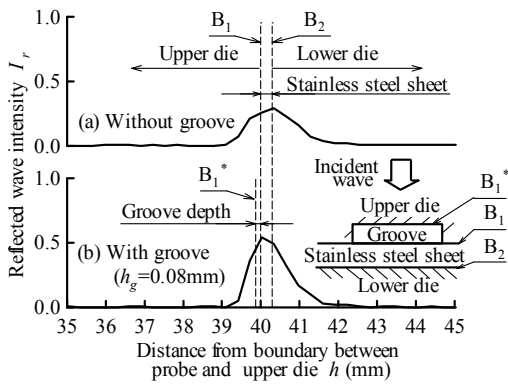
本国際会議への参加に当たり、公益財団法人 天田財団より国際会議等参加助成を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

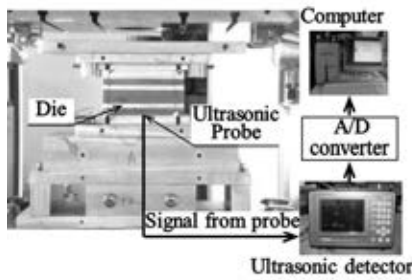
- [1] Masuko, M., Ito, Y., 1969. Measurement of contact pressure by means of ultrasonic waves. Annals of CIRP XVII(3), p. 289-296.
- [2] Takeuchi, A., Kimura, T., Wakabayashi, T., Ishimaru, H., Mori, H., 2003. Early detection of abnormalities in ball bearings using an ultrasonic technique. Trans. of the JSME Series C 69 (687), p.3086-3091 (in Japanese).
- [3] 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.



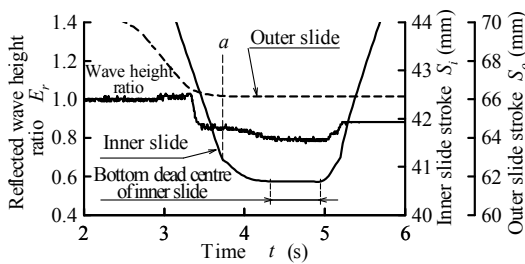
**Fig. 1** Experimental apparatus used to investigate reflection characteristics at boundary between workpiece and die



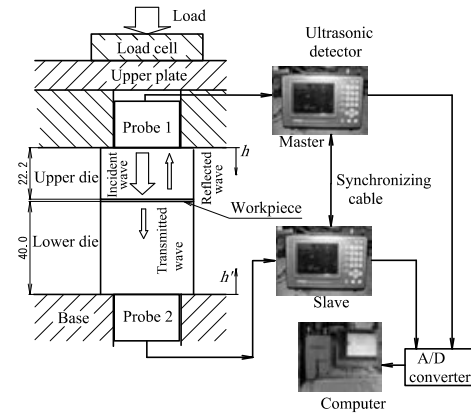
**Fig. 2** Effect of pressure on reflected wave height of ultrasonic waves with workpiece mounted.



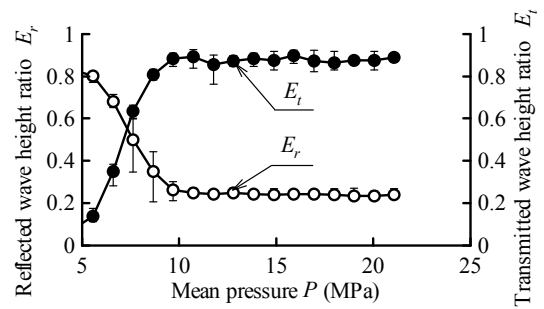
**Fig. 3** Apparatus for measuring gaps between workpiece and die during stamping



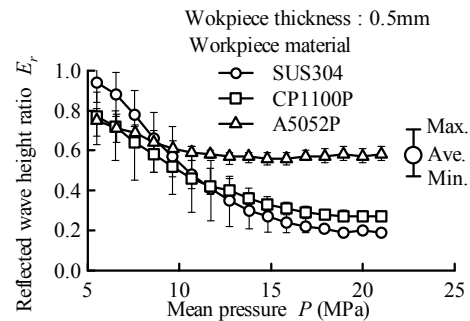
**Fig. 4** Example trace of reflected wave height ratio during stamping



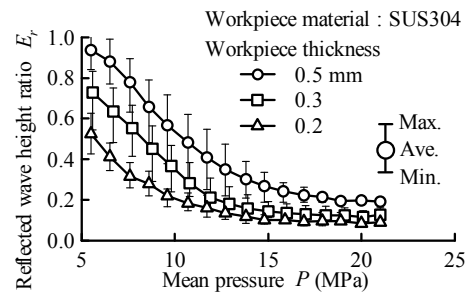
**Fig. 5** Experimental apparatus used to investigate reflection and transmission characteristics at boundary between workpiece and die simultaneously.



**Fig. 6** Relationship between reflected wave height and transmitted wave height in simultaneous measuring.



**Fig. 7** Effect of workpiece material on reflected wave height ratio.



**Fig. 8** Relationship between workpiece thickness and reflected wave height ratio.