

# 精密電子部品の打抜き精度に及ぼすプレス機械と金型の動的精度

京都教育大学 産業技術科学科

教授 関根文太郎

(平成 17 年度国際会議等参加助成 AF-2005035)

**キーワード**：動的精度，プレスと金型，偏心荷重

**国際会議名**：第 8 回塑性加工に関する国際会議(8<sup>th</sup> International Conference on Technology and Plasticity)

**開催日時**：2005 年 10 月 9 日 16：00～2005 年 10 月 13 日 18：00

**開催場所**：ベローナ会議場（イタリア ベローナ市）

## 国際会議報告

第 8 回 ICTP (8<sup>th</sup> International Conference on Technology and Plasticity) は、上記のように開催された。34 国から、22 のセッションに関してポスターセッションと E セッション（大学や企業などでの今日的な課題や取組みなど）を含めた 334 の発表がなされた。冒頭、全体会議として、日本塑性加工学会の国際賞の授賞に続いて、ドイツのドッジ先生の記念講義、キーノート講義として、アメリカのアルタン先生による北米における金属加工技術の現状と課題を、ドイツのガイガー先生よりヨーロッパにおける金属加工の現状と今後の展望を、日本の木内先生による超微細結晶粒による鋼の製造技術とその応用技術についての現状と展望が講演された。

国際会議全般を通して、アルミニウム合金、マグネシウム合金など各種の材料について、板材成形、鍛造、転造など各種の加工法における数値計算や実験による解析などの報告がなされた。とくに、環境負荷について考える ICEM セッションが設けられた。

申請者の発表は、打抜きと曲げのセッションで行われ、精密電子部品の打抜き時の金型とプレス機械の動的挙動が偏心荷重に対する挙動について、プレス機械の駆動部の構造も含めて報告した。発表概要は後述する。まず、各セッションの報告について述べる。

### せん断と曲げ

アルミ合金や高張力鋼などの曲げやせん断などについて、有限要素解析と実験の比較などが発表された。

### CAE

精密鍛造やプラスチック成形などの製品精度向上のため、金型設計に FE 解析やニューラルネットワークなどの適用結果が発表された。

### 冷間鍛造

マグネシウム合金やその他鋼の冷間鍛造や引抜きなどの加工方法や工具設計について発表された。

### 破壊とき裂

鍛造や圧延などについて、製品や工具の破壊や損傷の予測について、実験や解析が発表された。

### 深絞り

マグネシウム合金を含むトランスファープレスなどの深絞りにおいて、スプリングバックなどの加工解析や板押えの挙動などについて発表された。

### 金型・工具

鍛造、深絞り、切削加工などの金型や工具について FEM 解析などが行われ、寿命や加工中の挙動の予測や金型設計法などが発表された。

### 押出し

アルミやマグネシウムの合金などの 3 次元加工や成形性について実験と弾塑性 FEM 解析の両方からの検討がなされ、発表がされた。

### 鍛造シミュレーション

鍛造の変形や摩擦などについて、様々な、要素を使った FEM 解析や方法が発表された。

### 成形シミュレーション

板材成形やロール成形において、最適な金型やブランク形状の設計について発表された。

### 熱間鍛造

マグネシウム合金を含め各種鋼の熱間鍛造などについて、結晶粒も含めた材料、製品形状、熱の問題について FEM 解析や実験結果などが報告された。

### 液圧加工

液圧プレスによるアルミ合金やマグネシウム合金の成形限界や金型について発表された。

### ICEM（環境負荷）

冷間接着によるアルミくずのリサイクル、金属の新しいリサイクル法の環境評価、家庭での取組みによる環境負荷の減少などが発表された。

### 逐次バルク成形

バルク金属の逐次成形の工具や方法について、弾塑性 FEM 解析や材料挙動が発表された。

### 逐次板材成形シミュレーションと精度

純チタンや合金鋼などの新しい逐次成形法などが発表された。

### 接合

アルミ合金などの摩擦接合や機械接合などが発表された。

### 機械加工

ステンレスや他の鋼について、鍛造その他金属加工時の熱の影響による変形などについて実験や解析が発表された。

#### 材料試験

アルミやマグネシウムなどの合金について、その粒子の微細構造や歪、応力が調べられ発表された。

#### 微細成形

レーザーや超音波加工などのニッケルやマグネシウム合金などへの応用と微細成形加工への適用について発表がされた。

#### 粉末成形

チタン粉末などのネットシェーブ成形への適用が発表された。

#### 圧延

アルミやマグネシウム合金帯板の各種圧延について、工程、工具、材料に関する実験と解析の結果が発表された。

#### 板材成形工程

アルミやマグネシウム合金の円筒成形や多点成形の成形性が発表された。

#### 表面仕上げ

アルミやコバルト合金の表面仕上げ法や効果について発表された。

#### 半凝固成形

自動車部品などで行われる、アルミ合金の半凝固鋳造方法や組織に関する影響が発表された。

#### 潤滑

板材成形時の摩擦力の測定や潤滑の影響などが発表された。

#### 温間鍛造

マグネシウム板材の温間成形法について発表された。

#### 発表概要

リレー・コネクタ・リードフレームなどの精密電子部品は生産量が多く、その製造においては、プレス加工が有効な方法として採用されてきた。製品の寸法精度に対する要求は、ますますきびしくなっているが、プレス加工による製品欠陥の要因として一般に Table 1 に示すものが挙げられる。筆者らは、リードの変形モデルを提案し、打抜順序、リード幅、工具クリ

Table 1: リード精度に及ぼす要因

- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| 1) Dynamic accuracy of blanking press               | 3) Blanking speed                     |
| 2) Dynamic accuracy of die set                      | 4) Stripper hold-down force           |
| 5) Lubricant  | 6) Slenderness ratio of punch         |
| 7) Unequal tool-clearance                           | 8) Abrasion of tool                   |
| 9) Ratio of leadframe width and length to thickness | 10) Curvature of leadframe            |
| 11) Blanking order                                  | 12) Leadframe material                |
| 13) Residual stress of material by slitting         | 14) Condition of leveling of material |

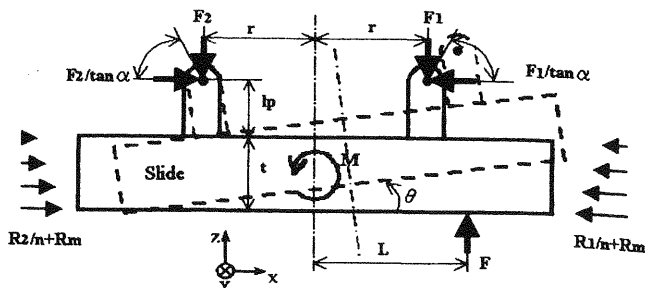


Figure 1: 偏心力とスライドに生じる力

アランスなどの諸条件が製品の変形に及ぼす影響を、リード断面各部における長手方向の伸びの違いによって説明している。しかし、製品の寸法ならびに形状精度は、最終的には金型とプレス機械両者の総合的な案内精度によって決定される。

そこで、偏心荷重に対する金型とプレスの静的・動的総合精度が、単体の静的・動的精度に比べてどうなるか、工具とスライド変位を対象としてスライド駆動部の挙動も含めた変形メカニズムについて調べた。その結果、Fig. 1 に示すモデルが得られた。ここで、力の釣合いは次のように考えられる。

$$F = F_1 + F_2 \quad (Z \text{ 方向}) \quad (1)$$

$$F_2 / \tan \alpha + R_2 = F_1 / \tan \alpha + R_1 \quad (X \text{ 方向}) \quad (2)$$

$$F \cdot (L + r) = M_0 + F_1 \cdot 2r + (R_1 - R_2) (1p + t/2) \quad (Y \text{ 軸まわり}) \quad (3)$$

$M_0$  はスライドが左右のスライドガイドから受ける回転モーメントで回転中心の位置によらず一定である。他の記号は図に示すとおりである。スライドの傾き  $\theta$  は、スライドガイド部転動体上下の変形の違いより抵抗モーメントが発生すると考えて、ガイド部端部の最大変形量の違いを  $\delta_m$  として、

$$\theta = \tan^{-1}(\delta_m / l) \quad (4)$$

とあらわされる。ただし

$$\delta_m = 2k_g \times (M_0 / 2k_g)^\beta$$

ここで、 $k_g$  はガイド長さや個数から定まる定数、 $k_g$ 、 $\beta$  はガイドの種類と寸法によって決まる定数である。(3) 式より

$$M_0 = F \cdot (L + r) - F_1 \cdot 2r - (R_1 - R_2) (1p + t/2) = M_k' - F_1 \cdot 2r - (R_1 - R_2) (1p + t/2) \quad (5)$$

となり、 $F_1 \cdot 2r + (R_1 - R_2) (1p + t/2)$  も、やはり  $M$  に比例すると考えられる。

金型とプレスの総合精度を求めるためには、(1) 式で与えられたモーメントをプレスと金型が負担するものとして、それぞれの単体の変形計算式において横方向の力を考慮して金型とプレスの静的・動的総合精度を予測すればよい。

以上、偏心荷重に対するプレスの変形メカニズムを、駆動部の変形を考慮して検討し、スライドに加わる偏心力に対して金型とプレスの挙動を説明することができた。

本発表に関して、財団法人 天田金属加工技術振興財団より、ご援助いただいた。ここに、深く感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) Advanced Technology of Plasticity 2005, (2005)