

精密深絞り加工の安定生産に関する研究（第1報）

西嶋隆*、浅井博次*、松原早苗**、岩田英司†、奥田智裕†、林達彦†

Study on stable production method of precision deep drawing (I)

NISHIJIMA Takashi*, ASAI Hirotsugu*, MATSUBARA Sanae**, IWATA Eiji†, OKUDA Tomohiro†
and HAYASHI Tatsuhiko†

当県では県内ものづくり企業の競争力強化への施策として、デジタル技術を活用したスマートファクトリー化や業務改革（DX）の推進を支援している。本研究では、金属プレスによる精密深絞り加工業を対象とし、プレス加工時のワーク寸法情報のデータ化とデータ解析に基づいた不良品発生の低減に取り組み、高騰する原材料費の削減に向けた歩留まり向上を目指す。具体的には、完成品の表面性状やエッジ形状の不良抑制や加工前の捨て打ち回数の最適化による原材料の歩留まり向上を目指し、多段プレスの中間工程ワークの各種寸法を自動測定し、蓄積したデータをもとに完成品の良否との関連を解析する。本報ではその第一段階として実施した、中間工程ワークの自動寸法測定システムの開発について報告する。

1. はじめに

近年、製造業においては原材料費の高騰や人材不足、国際競争力低下の課題に対し、デジタル技術を活用したDXの推進が行われつつある¹⁾。本研究で対象とする金属プレス加工においても、生産管理のDX化、品質管理のDX化の取り組みも報告されている²⁾。

県内の金属プレス加工企業においても、生産前の過剰な「捨て打ち」や大量生産時の成形不良や表面性状不良による歩留まり低下の課題があり、デジタル技術を活用した解決が期待されている。

一般に深絞り加工における形状や表面性状の不良は、金型温度や潤滑剤の影響を強く受けることが知られており³⁾、多くの生産は金型温度や潤滑剤を馴染ませる「捨て打ち」の後に行われる。本研究では、十分な捨て打ち後においても不定期に不良が発生する現状を鑑み、不良の発生は、深絞り金型に供する素材体積（寸法）の過剰や不足の影響が強いと仮定し、深絞り工程における中間工程ワークの各種寸法と不良との関連を解析することとした。中間工程ワークの寸法データと完成品の良否の関係が明らかになれば、金型の改修指針を得ることや適切な量の捨て打ちが可能になると考えられる。

本報告では研究の第一段階として実施した、中間工程ワークの寸法測定箇所の選定と中間工程ワークの寸法計測システムの開発について報告する。

2. 中間工程ワークの寸法測定箇所の選定

測定対象とする中間工程ワークの概形を図1に示す。寸法測定箇所は、同図に示す①～⑤の箇所の長さに焦点

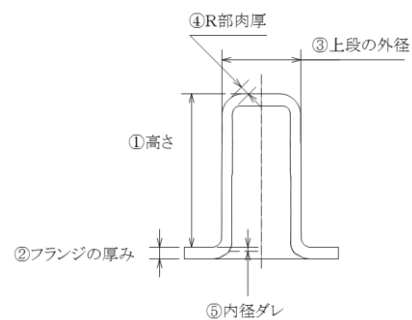


図1 中間工程ワークの概形

をあて、現用の複数の生産ラインで加工した中間工程ワークを測定し、その範囲（最大最小差）を評価した。

測定ではX線CT（TOSCANER-32300μFD：東芝ITコントロールシステム）を用い、中間工程ワークの外形エッジをSTLデータ化し、CAD（Fusion360：オートデスク）を用いて長さを評価した。

結果、①ワーク高さ、②フランジの厚み、③上段の外径、⑤内径ダレの測定値の範囲は100μm程度と比較的大きな値となった。そこで、測定の簡便性を考慮し、①、②、③の項目を中間工程ワークの寸法測定箇所と選定した。

3. 中間工程ワークの寸法測定用金型の開発

選定した①～③の測定箇所に対し、ここでは機能を分離し、ワーク高さと同径のフランジ厚さの2箇所を測定する金型とワーク外径を測定する金型の2種類を開発した。これらの計測用金型は、トランスファープレスの途中工程に設置し、プレス動作と同時に長さ測定を行う。

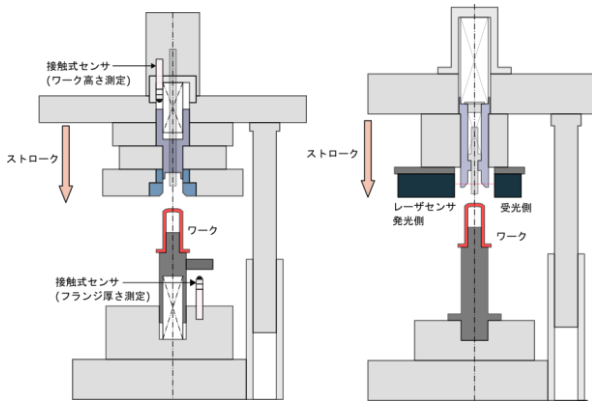
3.1 ワーク高さと同径のフランジ厚の測定用金型

図2左に、ワーク高さと同径のフランジ厚の測定用金型の模式図を示す。測長センサには、高精度接触式デジタル

* 技術支援部

** 情報技術部

† 株式会社加藤製作所



(左：ワーク高さとフランジ厚さの測定用金型)

(右：ワーク外径の測定用金型)

図2 測定用金型の模式図

センサ (GT2：キーエンス) を用いた。ワークは下型に保持し、スライドが下死点に達した時にワーク高さと同フランジ厚さを計測する。

3. 2 ワーク外径の測定用金型

図2右にワーク外径測定用金型の模式図を示す。測長センサには、CCD透過型デジタルレーザセンサ (IG-028：キーエンス) を用いた。ワークは下型に保持し、レーザセンサがプレスストローク時にスキャンすることでワーク外径を測定する。測定高さは、プレスのクランク軸角度に同期したカム信号からスライド位置を計算し、ワークの上段に限らず、任意の高さにおける外径を測定できる。

4. データ収集システムの開発

ワーク高さと同フランジ厚さ測定用金型ならびにワーク外径測定用金型に用いるデータ収集システムを開発した。両者のハードウェアの仕様は、センサインタフェース回路を除いて同一とした。

計算機には RaspberryPi 4 を用い、接触式デジタルセンサと同レーザセンサのアナログ出力を取り込む AD 変換器は、MAX11254 (Maxim Integrated Products) を用いた。測定データは大容量 SSD に保存される。これらのソフト開発には Python を用いた。

主な機能は、サンプリング時の各センサ信号の時系列データならびに特徴量 (ワーク高さ、フランジ厚さ、ワーク外径のデータ) の保存・画面プロット表示とした。

事後のデータ確認に対応するため、すべての測定データはシリアル番号と同タイムスタンプを付加することとした。図3に開発したデータ収集システムを示す。無線 LAN 同 VNC サーバを利用し遠隔操作ができる。

5. システムの動作実験

開発した測定用金型をトランスファープレスに設置し、データ収集システムの動作確認を行った。

図4にワーク外径測定時のデータ収集システム表示画



図3 データ収集システムの外観

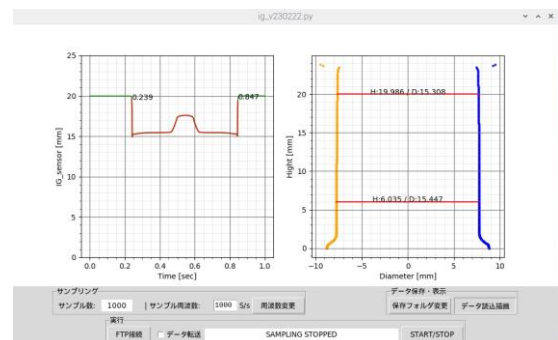


図4 ワーク外径測定システムの実行画面

面の一例を示す。左側のプロットはセンサ出力の時系列データを示し、右側はプレスの運動同センサ出力から計算したワーク概形状を表示し、横軸は外径、縦軸は測定高さである。同プロットには併せて、カム信号に同期して測定された、測定高さ同ワーク外径が数値で表示される。

ワーク高さ同フランジ厚さの測定システムについても同じく動作実験を実施し、機能することを確認した。

6. まとめ同今後の予定

精密深絞り加工の原材料の歩留まり向上を目指し、中間工程ワークの寸法管理による、不良発生同捨て打ちの低減を提案した。

中間工程ワークの寸法管理を行う箇所を選定し、プレス機上で機能する、測定用金型同データ収集システムを開発した。

開発した測定システムをトランスファープレスに設置して動作実験を実施し、所望の動作が機能することを確認した。

今後は、本システムを用いてデータを収集し、完成品の不良同の関連について解析を行う予定である。

【参考文献】

- 1) (独) 情報処理推進機構, DX 白書 2023
- 2) 三田村一広, SOKEIZAI Vol.63, No.9, pp9-14, 2022
- 3) 黒田将文, SOKEIZAI Vol.57, No.8, pp9-15, 2016