

企 業 名 : 富士油圧精機 株式会社

研究代表者 : システム生体工学科
教 授 王 鋒

研究テーマ : 「5軸加工の段取り工数が最大
1/100 で済む「工作物ワンタ
ッチ押さえ装置」の精度向上」

研究開発結果報告書

研究題目 5軸加工の段取り工数が最大 1/100 で済む「工作物ワンタッチ押さえ装置」の精度向上

研究目的及び内容

5軸加工機では工作物ごとに専用の「押さえ具」が必要で、かつ位置決めに多くに時間を要してきた。当社で開発した「工作物ワンタッチ押さえ装置」の位置決め精度は5/100mm程度で、高精度加工に適用するには精度向上が必要である。本装置の位置決め精度を5/100mm以下にし、高精度加工へ適用できる実機を開発することを目的とする。研究内容は、精度が5/100mm程度である原因を究明するため、工作物の中心出しを行うネジ軸のたわみ、ネジのあそび、押さえ具の戻り量等を、1/1000mm単位でそれぞれ計測し、剛性とクリアランスの両面より、装置を再設計し、高精度化を図る。

1) プレス時の挙動

既存の油圧式プレス機で、加工前の立方体材料へ四角錐の溝を付ける際、0.05mmから0.2mm程度のズレが発生してしまう。まずこれらの原因を調査するため、四角錐が材料に食い込んでいく過程で、材料がどのような挙動をするのかレーザー変位計を用いて計測を行う事とした。

計測は図1に示すように材料上面4か所、左右1カ所ずつ、計6点を同時にレーザー変位計でプレス動作中の時間経過とともに材料の挙動をモニタリングできないかを検討した。

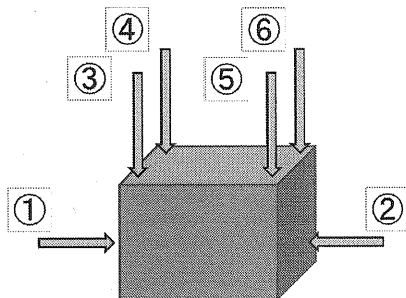


図1 レーザー変位計の計測箇所

既存のシステムでは6点の計測データを瞬時に可視化することができず、一度PC上でデータを加工する必要があった。本研究ではプレス中に材料が動いている様子をリアルタイムで監視する必要があるため、専用のシステムを開発した。

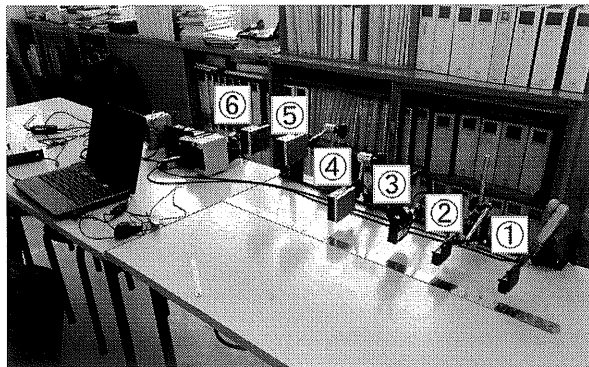


図2 レーザー変位計6台同時テスト

図2は6台のレーザー変位計を同時に起動し、PCに取り込むテストをした際の様子。表1は使用したレーザー変位計を示す。

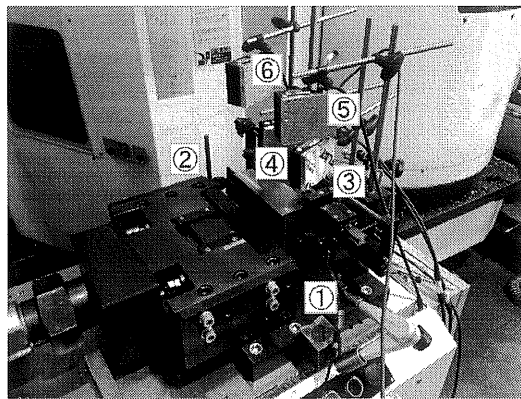


図3 測定の様子

図3は実際の既存油圧式プレス機での測定の様子で6台のレーザー変位センサの配置を示す。

従来の測定方法では複数センサを同時に取り込み、比較や解析をするためには一度表計算ソフト等で加工する必要があった。しかし評価システムを使用することにより、プレス動作中にリアルタイムで変位量やプレス中の挙動を判断できるようになった。

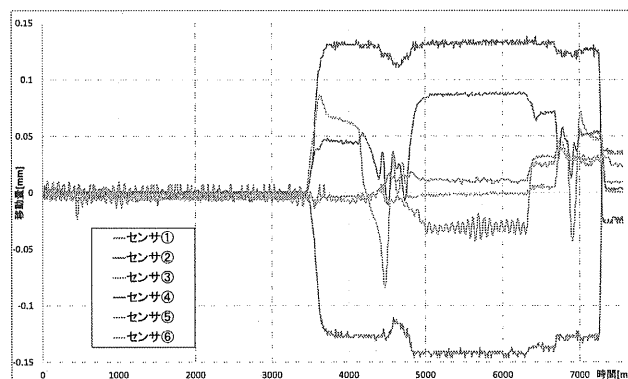


図5 プレス時の材料挙動

図5は既存の油圧式プレス機で実際にSS400(鉄)にマーキングを行った際の挙動をグラフ化したもので、材料の挙動について王教授に考察していただいた。

- | | |
|----------|---------------------------------|
| 0~3.5秒 | プレススタート後、プレスが材料に触れるまでの時間 |
| 3.5~4.0秒 | プレスのクッションがたわみ、マーキング三角錐が触れるまでの時間 |
| 4.0~5.0秒 | 三角錐が材料に食い込んでいく時間 |
| 5.0~6.5秒 | 三角錐が完全に押し込まれてなお、プレスがかけられている時間 |
| 6.5~7.0秒 | プレスが解除され三角錐が抜けていく時間 |
| 7.0~7.5秒 | プレスのクッションが緩んでいく時間 |
| 7.5~ | プレスが材料から離れ、原点へ戻っていく時間 |

既存の油圧式プレス機ではマーキング三角錐（ピラミッド）が触れる前にスプリング式の押さえプレートで材料を横方向にずらしてしまっている様子がうかがえた。またプレス移動側が固定側に比べピラミッドが食い込んでいく過程での変形（移動）が大きくなっている。そしてプレス終了後固定側はほぼゼロ点に戻っているのに対し移動側と左右方向では移動の残留が見られ、ねじれのような挙動が起きていると推察される。

2) 既存プレス機の変形シミュレーション

1) のように既存の油圧式プレス機で材料にピラミッド型のマーキングを行う際に、ワークがずれてしまう原因としてプレス時の動作以外に、より高精度なマーキングを行う為にプレス装置本体の変形シミュレーションを群馬産業技術センターに依頼した。

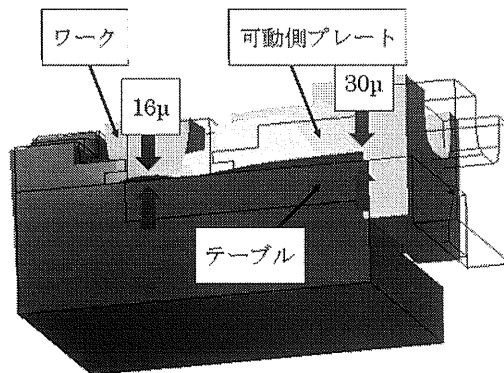


図6 プレス部の変形シミュレーション①

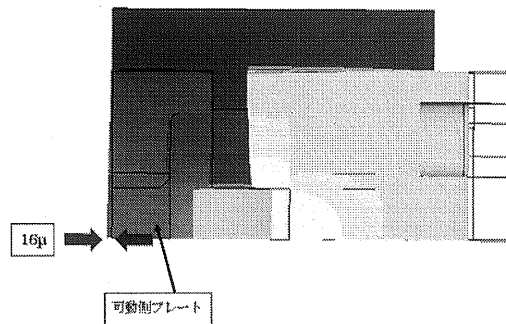


図7 プレス部の変形シミュレーション②

図6と図7はプレスを行った際のプレス部の変形シミュレーションを行った図で、実際にプレスを行った場合と同じ荷重で計算を行うと、材料以外にプレス装置自体に部分的に大きな力が加わり、わずかに変形している可能性があることが分かり、本事業で試作するサーボ式プレス機にフィードバックする必要があることが分かった。

改善必要箇所としては、

- ①可動側プレートの浮き上がり防止
- ②固定側プレートの補強

特にこの2点の対策が必要となることが分かった。

3) サーボプレス評価装置の製作

既存の油圧式プレス機での計測や変形シミュレーションの結果から、新たなサーボプレス評価装置の設計にあたり、装置の仕様を以下のように決定した。

装置サイズ	W1600mm×D700mm×H1500mm 以内
プレスストローク	200mm
プレス推力	MAX : 200KN (20t)
プレススピード	10mm/s
プレス構造	サーボモータ/ボールネジ トルク制御機構
プレス材料	A5052～NAC 材
材料長	9mm～200mm
材料幅	90mm～250mm
計測①	ロードセルによるプレス圧表示を有する
計測②	材料及び装置のたわみ測定を有する
操作方法	・任意プレス圧を入力し、スタートボタン（2点同時押し）によりプレス開始 ・材料に達するまでは早送り後、設定圧に達した時点でプレス戻り
指定色	N-8

表2 サーボプレス評価装置の仕様

※変形シミュレーションにより脆弱性の発見された2点については補強対策を行う事とする。

既存プレス機の計測やシミュレーションの結果を踏まえ製作したサーボプレス評価装置を以下に示す。

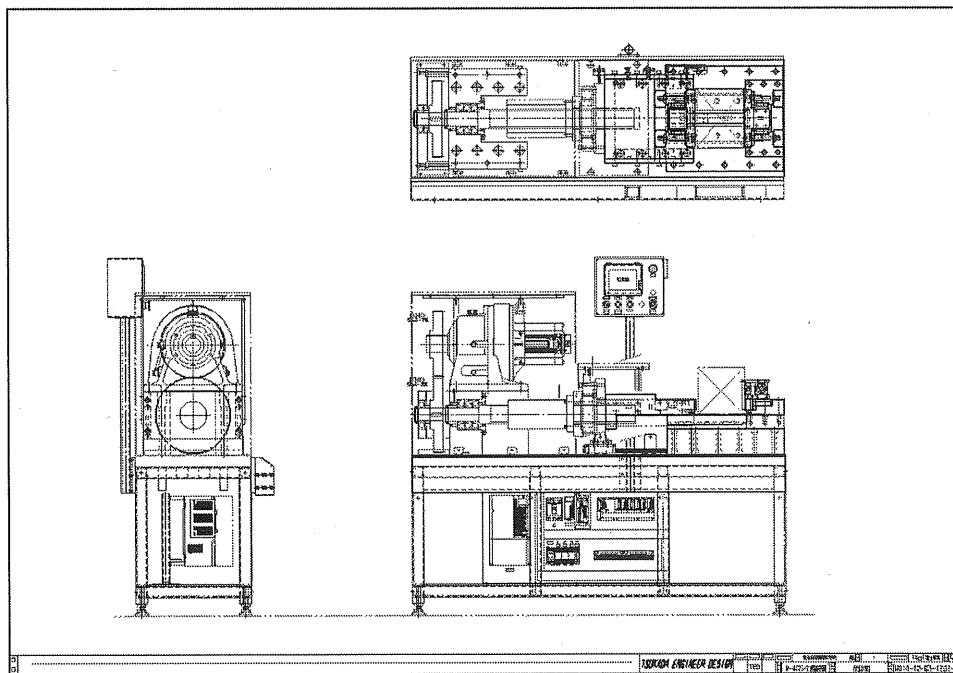


図8 サーボプレス評価装置

今回の補助事業で製作したサーボプレス評価装置の特徴

- ①サーボモータのトルク制御によるプレス圧の任意設定
- ②ロードセルによるプレス中の荷重計測
- ③ひずみ計によるプレス時の装置本体の挙動
- ④レーザー変位計によるプレス時の材料の挙動
- ⑤最大出力200KN(20t)
- ⑥さまざまな材料ごとのデータを品種データとして記憶

4) 今後の展望

本事業で製作したサーボプレス評価装置は、既存の油圧式プレスでは行う事の出来なかった実際に材料にかかる圧力の測定や、異なる材質ごとに適したプレス圧の調整やスピードの調整、また既存装置での装置本体の脆弱性を対策したことにより高精度でのマーキングが可能になり、これから多くの材料のデータを集め、市販装置の製作に繋げていく。