

-

平成 21 年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「多品種中・少量生産に対応したセル生産システムの開発」

## 成果報告書

平成 22 年 3 月

委託者 関東経済産業局

委託先 國本工業株式会社



## 目次

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| まえがき                           | 3  |
| 第 1 章多品種中・少量生産に対応したセル生産システムの概要 |    |
| .....                          | 4  |
| 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標.....      | 4  |
| 1-1.1 研究開発の目的.....             | 4  |
| 1-1.2 研究開発内容.....              | 4  |
| 1-2 研究開発の推進体制.....             | 6  |
| 1-2.1 研究開発体制.....              | 6  |
| 1-3 成果概要.....                  | 8  |
| 1-4 研究開発の連絡窓口 .....            | 8  |
| 第 2 章平成 21 年度の研究成果             |    |
| .....                          | 9  |
| 2.1 材料投入システムの成果 .....          | 10 |
| 2.1.1 パレットチェンジャーの成果 .....      | 10 |
| 2.1.2 パーツフィーダーの成果 .....        | 11 |
| 2.1.3 ビード検出機の成果.....           | 12 |
| 2.2 検査システムの成果 .....            | 13 |
| 2.2.1 洗浄機の成果.....              | 13 |
| 2.2.2 検査装置の成果.....             | 14 |
| 2.2.3 完成品パレットチェンジャーの成果.....    | 15 |
| 2.3 加工システム（加工設備）の...成果.....    | 16 |
| 2.3.1 曲げ設備の成果.....             | 16 |
| 2.3.2 成形設備の成果.....             | 17 |
| 2.3.3 切断設備の成果.....             | 28 |
| 2.3.4 穴あけ設備の成果.....            | 19 |
| 2.3.5 油塗布の成果.....              | 20 |
| 2.3.6 スクラップ回収の成果 .....         | 21 |
| 2.3.7 油回収の成果.....              | 22 |
| 2.4 加工システム（搬送設備）の成果.....       | 23 |
| 2.5 システム全体の成果 .....            | 25 |
| 2.5.1 システムの成果.....             | 25 |
| 2.5.2 品質確保（着座の確実性にかかる成果）.....  | 28 |
| 2.5.3 汎用性の成果.....              | 30 |

### 第 3 章事業化への取組み

|                           |    |
|---------------------------|----|
| .....                     | 32 |
| 3.1 自動車部品におけるハイトのニーズ..... | 32 |
| 3.1.1 エンジン部品のニーズ.....     | 32 |
| 3.1.2 排気部品のニーズ.....       | 33 |
| 3.1.3 ボディ部品のニーズ.....      | 34 |
| 3.2 省エネ、省資源、軽量化のニーズ.....  | 35 |
| 3.3 事業化への検討 .....         | 37 |

### 第 4 章今後の課題

|                              |    |
|------------------------------|----|
| .....                        | 38 |
| 4.1 研究開発において克服すべき技術的課題 ..... | 38 |
| 4.2 商品事業化の課題及び今後の目標 .....    | 39 |

## まえがき

当社は 「省エネ・省資源・軽量化」を経営理念として掲げ、川下自動車産業と共にものづくりの研究に努めてきた。

しかしながら昨今の経済情勢は世界の自動車産業を直撃し、高品質を武器として飛躍的に成長してきたわが国自動車産業も例外ではなく、厳しい状況に立たされている。

さらに川下自動車産業においては、国内以上の生産量を誇る海外生産車について、現地生産・現地調達により部品コストを低減して販売を維持しようと必死である。この現象は国内の部品調達にも深刻な影響を及ぼしており、部品のグローバル調達等により我が国部品業界の存続を脅かしている。

このような経済情勢の中を生き残るためには、途上国で生じる生産コストに太刀打ちできる低コスト部品の開発が最大の課題であり、下記の各々の課題を川下自動車産業と共有し合理的に解決することが必要であるとの判断から、品質と生産性を両立した合理的な自動化セル生産ライン（多品種・小ロット生産が可能な自動化生産ライン）の開発を行うことにした。

### 川下自動車産業と共有し合理的に解決すべき課題

- ・ 部品の信頼性・安全性に係る課題の克服
- ・ 製造エネルギーの低減に係る課題の克服
- ・ 製造コストの低減に係る課題の克服

## 第 1 章多品種中・少量生産に対応したセル生産システムの概要

### 1.1 研究開発の背景・研究目的及び目標

#### 1.1.1 研究開発の目的

川下自動車産業界においては昨今の経済減速の直撃を受け、世界規模での販売不振が続いている。各自動車製作者は、商品販売のための原価低減・ユーザーニーズの多様化に対応した商品開発および、タイムリーな低価格商品提供のため生産ロットの縮小、等を図り販売量確保に懸命である。このような現状に鑑み、本研究開発の目的は、重量軽減に効果的な管素材を使用した複雑形状部品に対する自動化システムを開発し、低コストの複雑形状部品の安定供給を可能とする。

研究の目標として、サイクルタイム 20 秒を 50%低減し 10 秒とする。また、中・少量生産時に生産性低下の根源である、段取り時間現状 2～4 時間要しているものを、10 分以内で段取り完了を可能とした、多品種中・少量生産に対応した合理的なラインとする。

#### 1.1.2 研究開発内容

パイプ素材の部品加工においては、「加工時に、金型で形状を確実に押さえ込んだ状態で成形パンチ（凸形金型）を挿入しないと、正確な寸法精度が得られない」というパイプ素材特有の課題がある。このためパイプ加工用の金型構造は、「2 軸加工（上下＋左右）を基本としており、この点が汎用自動化ラインとした場合の製品品質および生産性（段取り時間短縮）にかかる最大の課題となっている。

加えて「10 工程以上の工程数を必要とする」パイプ加工の宿命から、生産ラインの機種切り替えに、長時間を要するため、量産時 1 ロットの生産数量が大きく、その結果中間在庫が多くなる、という経済的な課題がある。

本件開発の「多品種中・少量生産に対応したセル生産システム」では、パイプ素材特有の課題である、これら品質維持及び経済性にかかる 2 つの大きな課題を同時に克服するための手段として、2 軸を同時に加工できる機構等を開発し金型に折り込む事により、部品精度・及び信頼性を確保した上で、段取り時間 10 分で金型交換が可能なワンタッチ段取り

機能を付加した高機能金型の開発、並びに、これ等に対応した設備の開発を行なう。

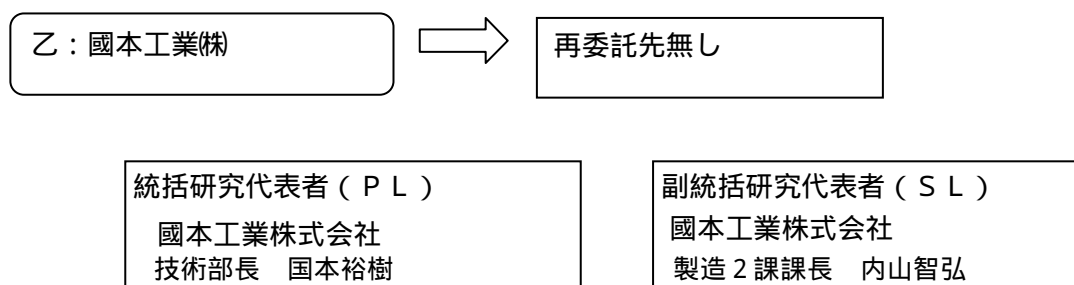
さらに、本件「多品種中・少量生産に対応したセル生産システム」の自動化を図る上での大きな課題として、搬送時の「取り出し位置・荷重・方向・正確な着座位置への固定」が製品品質に直接影響を及ぼすというパイプ材特有の技術的課題がある。

これに対応する為、本件研究開発では、工程順序・工程数・大きさ・形状・材質が変化しても品質に悪影響を及ぼすことのない、サーボモーターとロボットを組み合わせた「ハイブリット搬送システムの開発」を行い、サイクルタイム 10 秒で量産が可能な合理的な自動化セル生産ラインの完成を目指す。

## 1.2 研究開発の推進体制

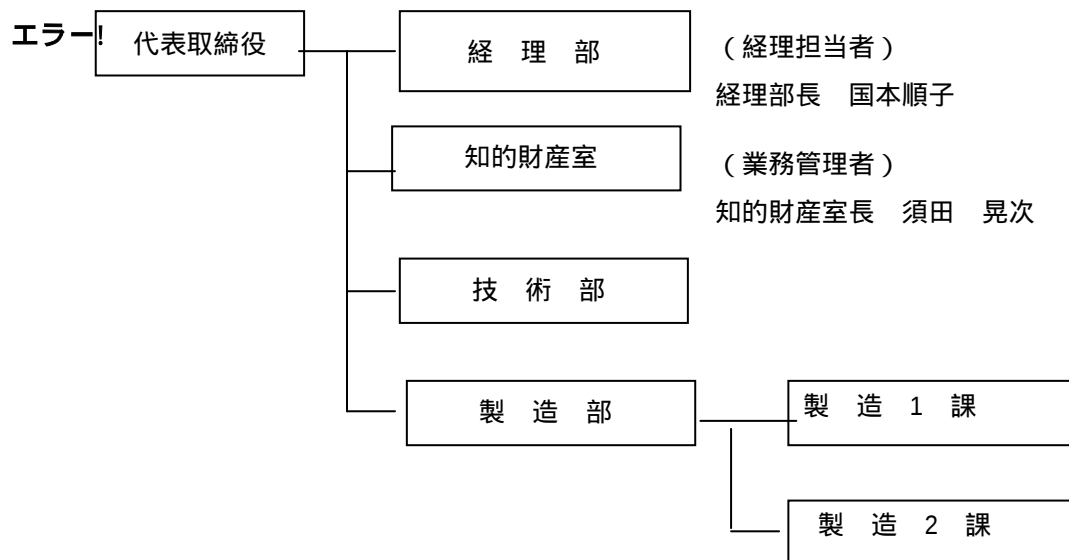
### 1.2.1 研究開発体制

#### 1) 研究組織（全体）



#### 2) 管理体制

事業管理者〔國本工業株式会社〕



### 3) 管理員及び研究員

#### 管理員

| 氏名    | 所属・役職 | 実施内容（番号） |
|-------|-------|----------|
| 国本 裕樹 | 技術部長  | 【3】      |

#### 研究員

| 氏名       | 所属・役職      | 実施内容（番号）        |
|----------|------------|-----------------|
| 国本 裕樹（再） | 技術部長       | 【1-1】【1-2】【2-1】 |
| 内山 智弘    | 製造部 製造2課課長 | 【2-1】           |
| 市川 光俊    | 技術部リーダー    | 【1-1】【2-1】      |
| 鈴木 義典    | 技術部        | 【1-2】           |

#### 他からの指導・協力者

| 氏名    | 所属・役職           | 備考     |
|-------|-----------------|--------|
| 中村 保  | 静岡大学 教授         | アドバイザー |
| 鈴木 唯嗣 | 有限会社ハヤシ鉄工所 営業部長 | アドバイザー |

### 1.3 成果概要

本研究開発により次のような成果を得る事ができた。

#### (1) 材料投入システム

設備を効率的な連続稼働時間を(2時間)無人で動かす為に、800本を自動で供給できる材料供給システムとする。そのため、材料供給箱8箱を自動で供給することが可能で且つ、空箱を所定の省スペース領域に収納することが可能な設備とする。

また、多機種に対応する為、外径・材料長の違うワークを傷つけずに供給し、第一加工工程において、パイプ素材の電縫部(溶接部)を検出し、品質に影響を及ぼさない位置に設定した上で、次工程に供給することを可能とした「検出機能」と「供給機能」の2つの作業をサイクルタイム10秒以内で実現可能とすることができた

#### (2) 検査システム

800本の完成品をサイクルタイム10秒で検査・箱詰めできるシステム。完成品箱8箱を自動で供給し完成品を定数入れ積み上げる。また、多機種に対応する為、外径・材料長の違うワークを位置精度検出及び機密性検出を同時に行い、NG品はNG箱に。OK品は加工油を洗い落とす洗浄工程→箱詰めすることができた

#### (3) 加工システム(加工設備)

多品種に対応するため、サイクルタイム8秒で2軸加工できるようにすることで、一般的な汎用機では加工できない加工をサイクルタイム10秒でできるようにした。さらに、油塗布など補助要素を最適化することで、一般的な汎用機では加工できない加工精度を実現した2機種の製品を加工可能とした。

#### (4) 加工システム(搬送設備)

多品種に対応する為に3軸サーボモーターと5軸ロボットを最適に組み合わせ、2機種の製品の搬送に成功した。ただし、干渉や強度確認の時間が足りず、サイクルタイムは20秒かかっている。

### 1.4 当該訓旧開発の連絡窓口

國本工業株式会社(担当: 國本 裕樹 又は 須田 晃次)

連絡先 TEL (053) 434-1237

FAX (053) 434-5636

E-Mail [hiroki@kunitokogyo.co.jp](mailto:hiroki@kunitokogyo.co.jp)

## 第 2 章平成 21 年度の研究成果

### 成果報告書

設備名・工程名

2.1 材料投入システム

2.1.1 パレットチェンジャー

ねらい

設備を効率的な連続稼働時間を（2 時間）無人で動かす為に、800 本を自動で供給できる材料供給システムとする。そのため、材料供給箱 8 箱を自動で供給することが可能で且つ、空箱を所定の省スペース領域に収納することが可能な設備とする。

また、多機種に対応する為、外径・材料長の違うワークを傷つけずに供給し、第一加工工程において、パイプ素材の電縫部（溶接部）を検出し、品質に影響を及ぼさない位置に設定した上で、次工程に供給することを可能とした「検出機能」と「供給機能」の 2 つの作業をサイクルタイム 10 秒以内で実現可能とする。

成果

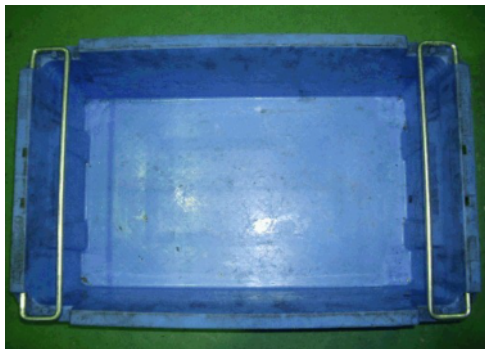
材料投入箱は、8 箱を積むと、高さが非常に高くなるため、4 箱を 2 列に配置したレイアウトを採用している。

空箱回収は、運搬に使っている標準台車をセットすると、その上に空箱 8 箱を自動的に積み重ねる仕様とする。

材料投入箱には可倒式取っ手が備えてあるが、材料投入時は箱内側、空箱回収時は箱外側に出し、段重ね収納をする事により収納面積の省スペース化を図っている。



- 材料投入時の収納箱の状態



取っ手は外側に回転され空箱は底面同士が接する状態  
近くまで押し込まれ積み重ね高さが低い状態で収納可能となる



- 空箱回収時の収納箱の状態



取っ手は内側にセットされ部品を収納した状態で積み重ねが可能な状態



# 成果報告書

設備名・工程名                      2.1 材料投入システム  
                                             2.1.2 パーツフィーダー

## ねらい

設備を効率的な連続稼働時間を（2 時間）無人で動かす為に、800 本を自動で供給できる材料供給システムとする。そのため、材料供給箱 8 箱を自動で供給することが可能で且つ、空箱を所定の省スペース領域に収納することが可能な設備とする。

また、多機種に対応する為、外径・材料長の違うワークを傷つけずに供給し、第一加工工程において、パイプ素材の電縫部（溶接部）を検出し、品質に影響を及ぼさない位置に設定した上で、次工程に供給することを可能とした「検出機能」と「供給機能」の2つの作業をサイクルタイム 10 秒以内で実現可能とする。

## 成果

素材を供給する際、材料が確実にパーツフィーダーに入るように賽銭箱にあるような2段式シューターを設け、箱を傾ける速度もエア－ハイドロを使い、調整可能とした。

さらに、サイクルタイム 10 秒に対応する為、パーツフィーダーからピード検出までの間に材料を5つストックできるようにする事で、パーツフィーダー内の材料供給時間のバラツキを吸収できるシステムになっている。



# 成果報告書

設備名・工程名 2.1 材料投入システム  
2.1.3 ビード検出機

## ねらい

設備を効率的な連続稼働時間を（2 時間）無人で動かす為に、800 本を自動で供給できる材料供給システムとする。そのため、材料供給箱 8 箱を自動で供給することが可能で且つ、空箱を所定の省スペース領域に収納することが可能な設備とする。

また、多機種に対応する為、外径・材料長の違うワークを傷つけずに供給し、第一加工工程において、パイプ素材の電縫部（溶接部）を検出し、品質に影響を及ぼさない位置に設定した上で、次工程に供給することを可能とした「検出機能」と「供給機能」の2つの作業をサイクルタイム 10 秒以内で実現可能とする。

## 成果

| 項目         | 評価 | 備考 |
|------------|----|----|
| 鉄検出        | ○  |    |
| SUS400 系検出 | ○  |    |

# 成果報告書

設備名・工程名 2.2 検査システム  
2.2.1 洗浄機

ねらい

800 本の完成品をサイクルタイム 10 秒で検査・箱詰めできるシステム。完成品箱 8 箱を自動で供給し完成品を定数入れ積み上げる。また、多機種に対応する為、外径・材料長の違うワークを位置精度検出及び機密性検出を同時に行い、NG 品は NG 箱に。OK 品は加工油を洗い落とす洗浄工程→箱詰めする

成果

多機種を加工するため、サイクルタイムもワークの大きさも異なるものを洗浄する装置。

1 ヶ流しで実現するには、洗浄工程の多仕様化、多数設置化につながり、非常にコストがかかる。さらに、洗浄工程の悪雰囲気のため、サーボのような速度の速い電動運搬装置も使えない。その為、ドラム式洗浄を高度化し、洗浄液が大量に投入できない、乾燥ができない 等のドラム式洗浄機の弱点を克服し、性能と価格の両立を図る。



|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

# 成果報告書

設備名・工程名 2.2 検査システム  
2.2.2 検査装置

ねらい

800 本の完成品をサイクルタイム 10 秒で検査・箱詰めできるシステム。完成品箱 8 箱を自動で供給し完成品を定数入れ積み上げる。また、多機種に対応する為、外径・材料長の違うワークを位置精度検出及び機密性検出を同時に行い、NG 品は NG 箱に。OK 品は加工油を洗い落とす洗浄工程→箱詰めする

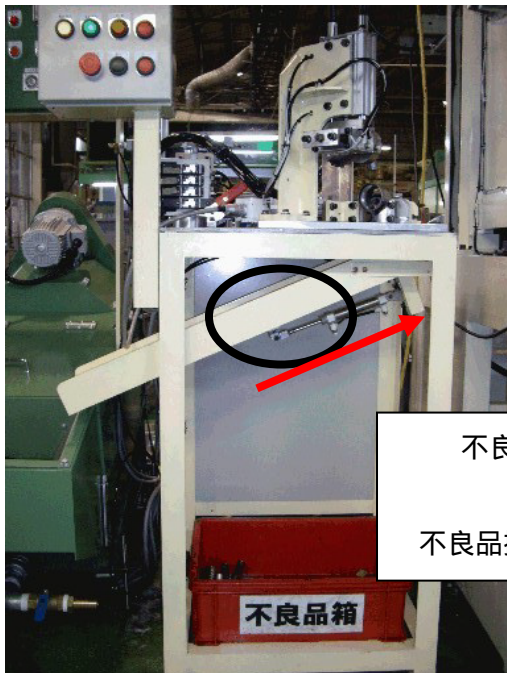
成果

自動で出退する検具とその中に機密性を満たす事が出来るゴムを入れ、位置精度検出及び機密性検出を同時に行う自動検出装置である。

さらに、2つの検査のどちらかでも NG となった場合は、治具台下部にある穴からワークが落ち、直接赤箱に入れる構造とし、不良品が後工程に流れない製造方式を取っている。

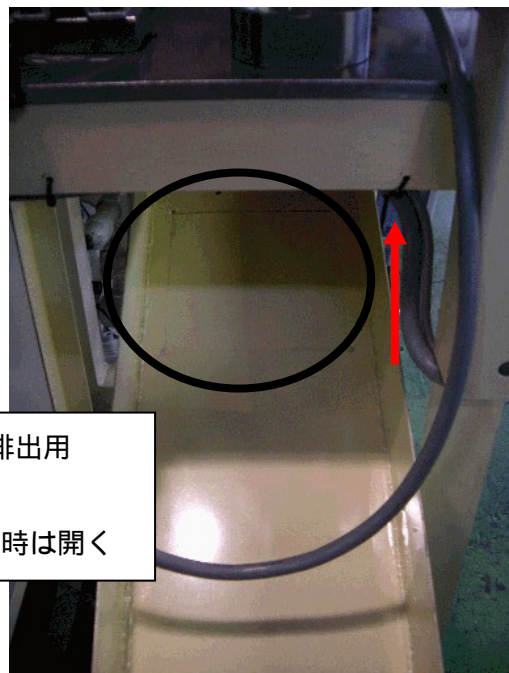
OK 品は、同じく下部にある穴からシューターを通り、後工程の洗浄に移動する。

従来の方法では、位置精度検査・機密性検出は分離した工程で行われるのが一般的である。



不良品排出用

不良品排出時は開く



# 成果報告書

設備名・工程名

2.2 検査システム

2.2.3 完成品パレットチェンジャー

ねらい

800 本の完成品をサイクルタイム 10 秒で検査・箱詰めできるシステム。完成品箱 8 箱を自動で供給し完成品を定数入れ積み上げる。また、多機種に対応する為、外径・材料長の違うワークを位置精度検出及び機密性検出を同時に行い、NG 品は NG 箱に。OK 品は加工油を洗い落とす洗浄工程→箱詰めする

成果

8 箱空箱を用意しておくことが出来る。

検査→洗浄が終わった製品を完成品箱に定数入れる。

（基本は 100 本/1 箱）

箱替えをしている間に製品が落ちてこないようストックする機構を設けているのと、1 箱当りの入り数をカウントし、機種により変更する機構が付いている



# 成果報告書

設備名・工程名 2.3 加工システム（加工設備）  
2.3.1 曲げ設備

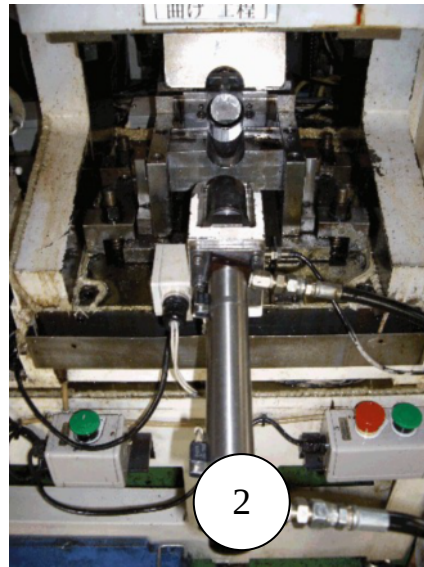
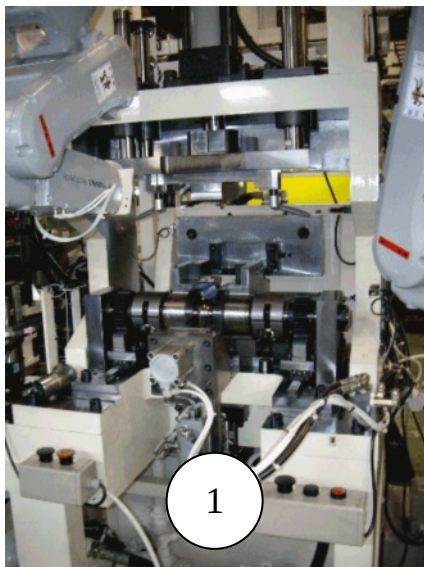
ねらい

多品種に対応するため、サイクルタイム 10 秒で生産ができるよう、80%（8 秒）で 2 軸加工できるようにすることで、一般的な汎用機では加工できない加工や、精度の向上ができるようにする。

成果

世界で当社にしかない 2 つのタイプの曲げ金型がある。 は縦 2 軸横 3 軸で稼動し、 は縦 1 軸横 2 軸で稼動する。この全く違う機構 2 型が、段取り替えをする事でどちらでも使えるようになった。

さらに、油圧機のデメリットである加工スピードを改良し、一般的クランクプレスと同じサイクルタイム 5 秒で加工できるようにした。



# 成果報告書

設備名・工程名      2.3 加工システム（加工設備）  
                             2.3.2 成形設備

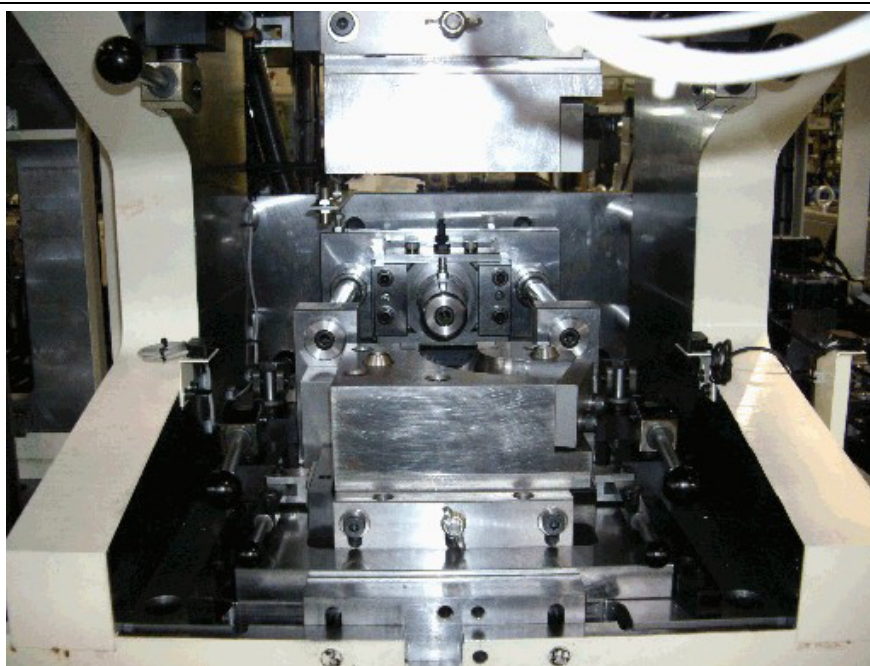
## ねらい

多品種に対応するため、サイクルタイム 10 秒で生産ができるよう、80%（8 秒）で 2 軸加工できるようにすることで、一般的な汎用機では加工できない加工や、精度の向上ができるようにする。

## 成果

縦・横の 2 軸を用いた加工ができるようにする事で、加工精度  $\pm 0.01$  の真円度がでる構造にした。

さらに、サイクルタイム 8 秒を実現する為、縦軸や横軸の油圧回路を高度化した



# 成果報告書

設備名・工程名                      2.3 加工システム（加工設備）  
                                                 2.3.3 切断設備

---

ねらい

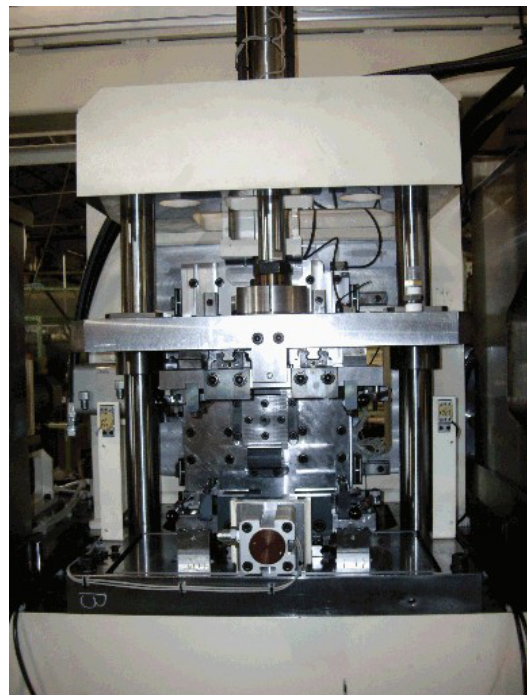
多品種に対応するため、サイクルタイム 10 秒で生産ができるよう、80%（8 秒）で 2 軸加工できるようにすることで、一般的な汎用機では加工できない加工や、精度の向上ができるようにする。

成果

切断設備は、当社独自開発品がすでにあるが、その複雑な機構のため、サイクルタイム 5 秒が非常に難しい。

特にネックになっていたのはワークを金型に投入するために、下型をスライドさせなければいけないことで、金型にて拘束していないためゆっくりとした速度で運ばなければいけないことである。

サイクルタイムが 15 秒あれば、この機構でも成立するが、今回は 5 秒のため、スライドする前に金型でワークを拘束し、それから前に送り出すようにした。



# 成果報告書

設備名・工程名 2.3 加工システム（加工設備）  
2.3.4 穴あけ設備

## ねらい

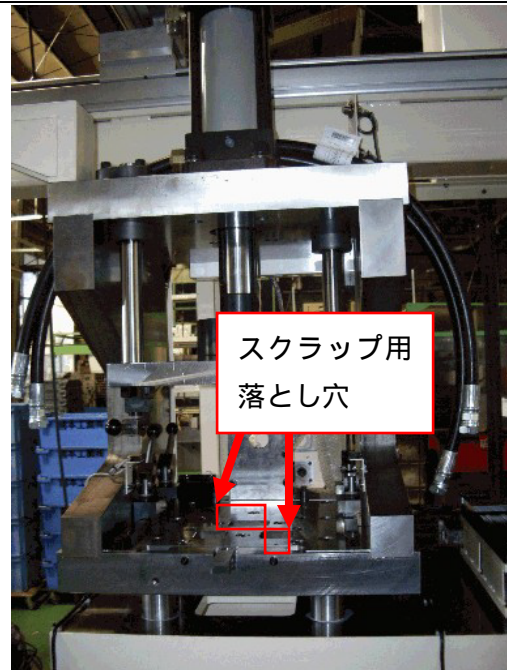
多品種に対応するため、サイクルタイム 10 秒で生産ができるよう、80%（8 秒）で 2 軸加工できるようにすることで、一般的な汎用機では加工できない加工や、精度の向上ができるようにする。

## 成果

縦 1 軸・横 2 軸の計 3 軸の加工機を用い、通常ドリルを使って穴あけするのを金型を用いた加工ができるようにした。

ドリルを使った穴あけは、通常 20 秒程度かかり、さらに穴あけによって出来るバリを取る作業が 30 秒程度追加でかかる。

今回の設備を用いる事でバリ取り工程の廃止、加工サイクルタイム 5.8 秒を実現した。さらに、形状の異なる製品にピアス加工をするので、前後にピアススクラップ用の落とし穴を設け、どちらからでもスクラップが排出できるようにする事で汎用性を持たせた。さらに、この設備は成形機としても使える。



# 成果報告書

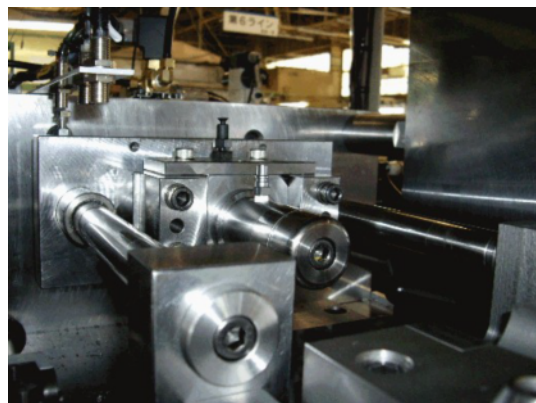
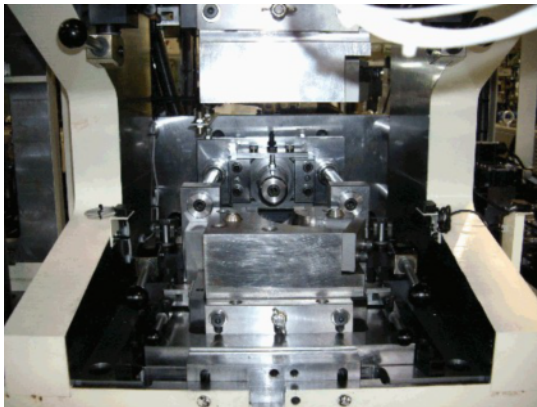
設備名・工程名 2.3 加工システム（加工設備）  
2.3.5 油塗布

ねらい

多品種に対応するため、サイクルタイム 10 秒で生産ができるよう、80%（8 秒）で 2 軸加工できるようにするためには、成形パンチや切れ歯など潤滑を必要とするところに適正な潤滑油を塗油しなければならない。このため、潤滑材を使用することによる作業環境の低下を防ぎ設備装置の長寿命化を図るための適正材料の選定、塗油方式、塗油頻度など最適条件を組み入れたものとし、2 軸加工できるようにすることで、一般的な汎用機では加工できない加工や、精度の向上ができるようにする。

成果

塗油方法には、ワーク塗布、金型塗布、雰囲気通過の 3 種類がある、簡便なスプレーによるミスト噴霧は、細かなスプレー範囲の調整が困難な為、型構造上必要のない箇所まで油が付き不具合が起きる。さらに、油量の調整も難しく、最適より多く必要になる。従って本研究では、金型を高度化する事で、金型の必要な箇所に必要なだけ油を塗布する構造にした。



# 成果報告書

設備名・工程名 2.3 加工システム（加工設備）  
2.3.6 スクラップ回収

ねらい

プレス加工の自動化において、比較的目に付きにくい項目であるが、量産時に人手のかかる作業にスクラップの回収作業がある。いくら加工が自動化されていてもスクラップ処理に人手を要するようでは自動化の意味が半減してしまう。本研究においては、スクラップ処理を含めた自動化ラインを目指すもので、多品種に対応するため、多品種に対応するため、サイクルタイム 10 秒で生産ができるよう、80%（8 秒）で 2 軸加工できるように高度化することで、一般的な汎用機では加工できない加工や、精度の向上、及び管理コストの低減を図る。

成果

スクラップの回収は、加工設備の下側からシューターを経由してスクラップ回収箱に收容される。收容容量は、品物にもよるが、最低 2 時間毎、4 時間毎、8 時間毎のように、休憩当により設備が停止する時間に回収作業が完了できる量とし、スクラップ処理による設備稼働率の低下を予防出来る容量とする。

また、加工油が設備から床に落ちる事の防止をするとともに、スクラップの処理がやりやすくなるよう配慮している。



# 成果報告書

|         |                               |
|---------|-------------------------------|
| 設備名・工程名 | 2.3 加工システム（加工設備）<br>2.3.7 油回収 |
|---------|-------------------------------|

## ねらい

加工時に使用した潤滑油は基本的には再利用が可能であり、効率よく回収する事により、使用量の削減、作業環境の維持、環境負荷の防止に寄与する。  
したがって、本設備についてはオイルミスとの飛散を含め回収を対象とした設備とする。

## 成果

加工油を塗布時の余剰油を回収するため各設備に溝を設け、余剰油が設備外に流出しない構造とし、さらに、加工時の熱や衝撃で気化した油についても飛散防止を図るため、設備周囲に飛散防止カバーを取り付け、カバー側面を伝わって垂れた油を樋で受け止める等、オイルミスについても回収の対象とした設備とした。最終的に設備およびカバーに溜まった油を回収し、異物などを取り除いた後、1箇所に集め再利用可能な構造とした。

# 成果報告書

設備名・工程名

2.4 加工システム（搬送設備）

ねらい

取り出し位置・荷重・方向・正確な着座位置への固定が製品品質に直接影響を及ぼす為、工程順序・工程数・大きさ・形状・材質が変化しても品質に悪影響を及ぼすことのないシステムをつくる。その為に基本的にはシンプルな 3 軸サーボモーターで搬送し、多機種に対応する為に必要と思われる箇所だけ多関節ロボットを組みこんだハイブリット搬送システムを構築し、生産サイクルタイム 10 秒での生産を可能とするため、移送時間の目標は生産サイクルタイムの 80%以内で完結できる設備とする。

成果

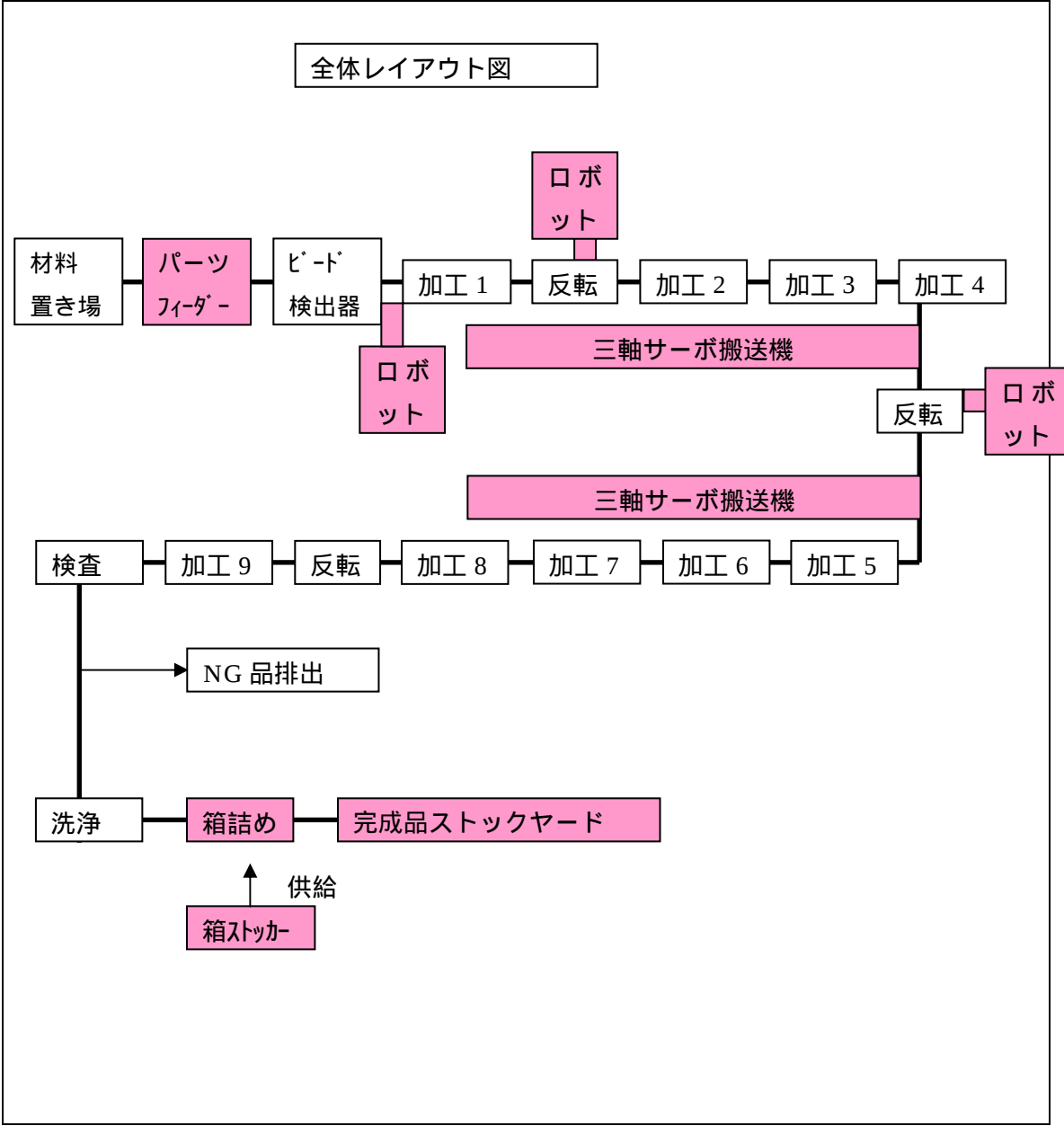
品質と生産性の両立を図るため、本研究開発の要であるセル生産に対応可能な搬送設備は、3 軸サーボモーターを組み合わせた直行ロボットと、多関節ロボットの合理的融合の結果得られるものであり、設備仕様は移送時間の削減と混合生産を可能としたものとする。

## 1. 移送時間削減対策（生産性対策）

本設備は、サーボモーターを採用した事により、種々の条件下で搬送スピードを変化させることを可能としてあり、生産サイクルタイムを 10 秒とした場合の課題を見つけ易い構造を取り入れている。これによって、搬送装置の動的挙動対策を含めた適正な構造設計を可能にした物で、量産使用時における耐久性を含めた評価を行い完成度の高い設備の供給を可能とする。

## 2. 多品種混合生産対策

セル生産に対応可能とするため本設備は、直交ロボットと多関節ロボットを組み合わせたハイブリット搬送システムを取り入れ、1 本のラインで複数の製品を平行して生産することを前提にした、セル生産を可能とするための搬送設備とする。このため、上記 1.2.項を合理的に融合させた搬送システムを取り入れ、パイプ加工において、生産サイクルタイム 10 秒の達成を図る。



# 成果報告書

設備名・工程名 2.5 システム全体  
2.5.1 システムの評価

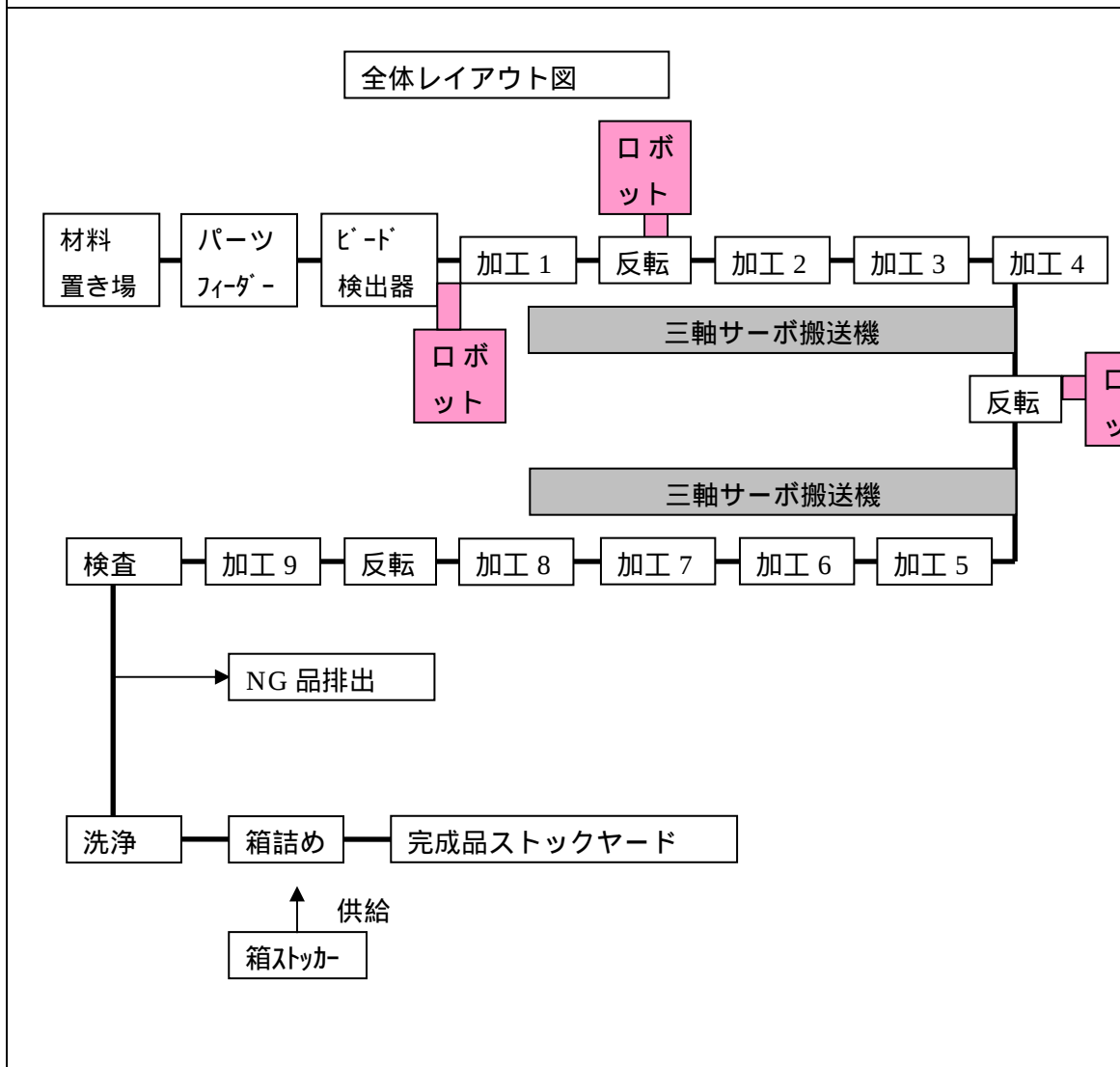
ねらい

・本件開発システムは、・省エネ・省資源生産・軽量化部品の量産において、昨今の経済情勢に対応するため、多品種小ロット生産を効率的に行う生産設備を開発し、川下自動車製作者に新興国からの低コスト攻勢に対応可能な高品質低コスト部品の供給を行うと共に、我が国ものづくり基盤の回復を狙った設備で次の要件を備えた革新的な生産システムである。

| No | 要 件                          | 導入したシステム                                                                                                               |
|----|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | ・ 2 時間連続<br>自動運転             | パレットチェンジャー<br>材料投入 ～ 梱包出荷<br>パーツフィーダー<br>スクラップ回収<br>量産時自動化回収を考慮<br>給油システムの高度化<br>作業環境改善・治工具の耐久性<br>全数洗浄・自動検査設備<br>組み込み |
| 2  | ・ 他機種対応<br>・ 汎用性<br>・ セル生産対応 | ハイブリット搬送システム<br>上記システムの制御方式高度化<br>金型高度化<br>( 段取り時間削減 )                                                                 |
| 3  | ・ 生産性                        | 高速移送システム<br>サイクルタイム                                                                                                    |
| 4  | ・ 品質確保                       | 自動検査 ・ 自動洗浄<br>自動溶接ビード位置決め<br>着座システムの高度化<br>挿入速度                                                                       |
| 5  | ・ 作業環境改善                     | 塗油システムの高度化                                                                                                             |
| 6  | ・ 設備の耐久性                     | 初期流動管理設備に指定し把握                                                                                                         |

## 成果

本件開発システムは、下図及び写真に示した通り、材料搬入から出荷梱包までを自動化した一貫生産システムで、8 か所の加工ステージと 2 か所の検査ステージ、3 か所の姿勢変換ステージ、及び 4 機之多関節ロボット、3 機之多関節サーボ搬送装置で構成されている。また、多関節ロボットはサーボ搬送装置を挟む形で配置し小ロット部品のセル生産を可能としている。個々の設備は、品質段取り替え、無人化および生産性等前記した種々の要件を考慮した設計仕様としている。



全体写真



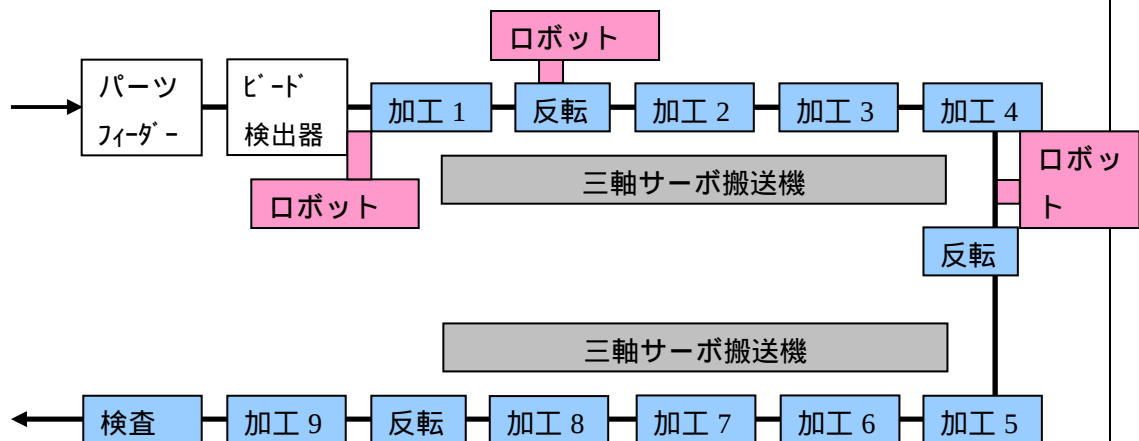
# 成果報告書

設備名・工程名 2.5 システム全体  
2.5.2 品質確保（着座の確実性にかかる評価）

ねらい

本システムのベンチマークはトランスファプレスによる自動生産ラインである。然しながらトランスファプレスシステムは、加工方向が単純な上方のみからの 1 方向でありパイプ素材のような 3 次元からなる製品に対応できるシステムは完成していない。以上の現状を踏まえた上で、取り出し位置・荷重・方向・正確な着座位置への固定が製品品質に直接影響を及ぼす為、工程順序・工程数・大きさ・形状・材質が変化しても品質に悪影響を及ぼすことのない着座システムを下図に示す全加工工程（ ）部に対して完成させる。

全体レイアウト図



その為に製品取り出しのためのチャック方式及び着座位置、構造、等の高度化を図ると共に、挿入動作についても高度化を図り、安定的な品質を確保できる製品を、生産サイクルタイム 10 秒で生産可能とする。

## 成果

通常のトランスファープレスの自動化ラインと同等な生産性及び品質を確保するため、製品を常に安定した位置にセットする必要があり、これを確保するために着座作業においては工程順序やチャック形状の外に、作業スピードが重要な項目となる。本設備における着座動作は 図 1 を基本とし、生産性と品質の両立を図っている。

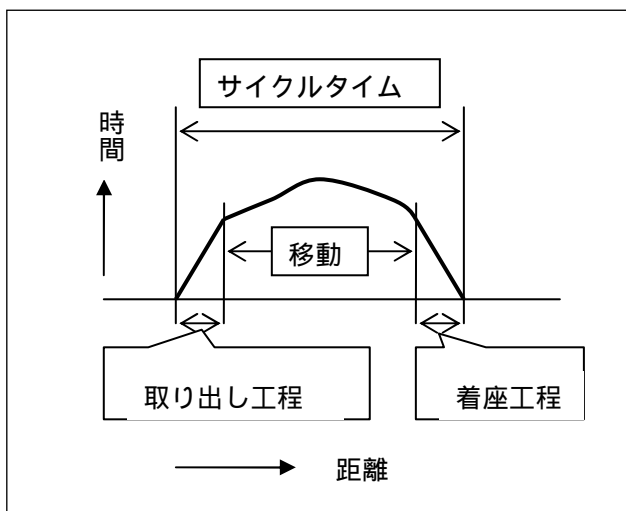


図 1 (着座動作図)

# 成果報告書

|         |              |
|---------|--------------|
| 設備名・工程名 | 2.5 システム全体   |
|         | 2.5.3 汎用性の評価 |

---

ねらい

本件開発システムは、2.5.1 項に示したとおり・省エネ・省資源生産・軽量化部品の量産において、昨今の経済情勢に対応するため、多品種小ロット生産を効率的に行う生産設備を開発し、川下自動車製作者に新興国からの低コスト攻勢に対応可能な高品質低コスト部品の供給を行うと共に、我が国ものづくり基盤の回復を狙った設備であり、汎用性を確保するため 2.5.1 項に示した

ハイブリット搬送システム

上記システムの制御方式高度化

金型高度化 （段取り時間削減）

の他に各設備の適用範囲の拡大や共通化実施のための高度化が含まれる。

## 成果

システムとしては 8 か所の加工ステージと 2 か所の検査ステージ、3 か所の姿勢変換ステージ、及び 4 機之多関節ロボット、3 機のサーボ搬送装置で構成されている。また、多関節ロボットはサーボ搬送装置を挟む形で配置し小ロット部品のセル生産を可能とした汎用設備である。セル生産時には多関節ロボット及びサーボ搬送装置は個別に制御する必要があるため本設備の制御方式は単独と組み合わせ制御の 2 系統方式を採用し使用範囲の拡大を図っている。

セル搬送システムを用いた多品種対応状況については計画通り、直交サーボ搬送とロボット搬送及び 2 方向 2 軸設備の動きをシンクロさせ、下記汎用性適合表のパターン 2 より 1 機種、パターン 3 より 1 機種の 2 品種の対応を完成している。

汎用性適合表

|       | 曲げ | 曲げ | 曲げ | 成形 | カット | 面取り | 成形 | カット | 面取り | 成形 |
|-------|----|----|----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|
| パターン1 | ○  |    | ○  | ○  | ○   | ○   | ○  | ○   | ○   |    |
| パターン2 | ○  |    |    | ○  | ○   | ○   | ○  | ○   | ○   | ○  |
| パターン3 |    |    | ○  | ○  | ○   | ○   | ○  | ○   | ○   |    |
| パターン4 | ○  |    | ○  | ○  | ○   | ○   | ○  | ○   | ○   |    |
| パターン5 | ○  | ○  | ○  | ○  | ○   | ○   | ○  | ○   | ○   |    |

## 第3章事業化への取組み

### 3.1 自動車部品におけるパイプのニーズ

自動車における性能向上、燃費向上、排出ガスの低減、の基本となるのは車両重量の軽減にある。このため設計者は、3万点から4万点とも言われている各部品の小型化・軽量化・材料の軽量化に向け改良を重ねている。

材料の軽量化については使用材質の変更による軽量化（樹脂化・新材料化・軽金属化等）及び構造変更による軽量化（一体構造化・中実材の中空材化・小型化等）が一般的である。実用化の面では中空化（パイプ化）が最も代替時の信頼性予測が立て易くコストメリット（切削廃止など）も期待できるため、最も実現性が高い項目ではある。しかしながらパイプ加工は従来より、パイプ加工専用機で加工するのが定常化しているため、加工方法による形状的な設計制約が多く設計者にとって使用し難い選択肢であった。

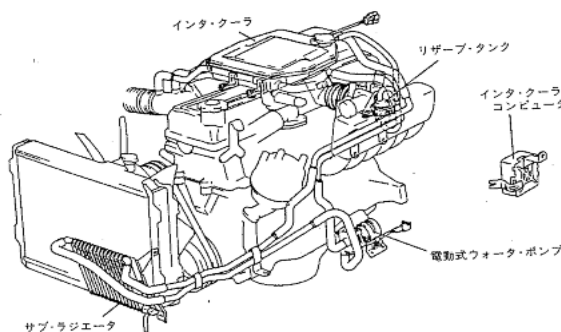
今回の研究はこうした設計者の設計自由度を拘束することなく本来の機能設計が可能になることから今後飛躍的に採用されるものと確信している。

#### 3.1.1 エンジン部品のニーズ

現在のエンジン部品は、強度、耐熱性などの設計要件から、金属パイプを使用するケースが多くみられる。これらの各部品は加工上の理由により金属パイプの溶接構造品、アルミ等軽金属の鋳造品、で設計されていることから、本件開発技術で生産することによりコストメリットも見込まれるため最も代替しやすい部品といえる。

##### ● 実施可能な部品例

・ウオータパイプ・オイルパイプ・デリバリーパイプ・ターボチャージャーパイプ・インレットパイプその他配管部品など



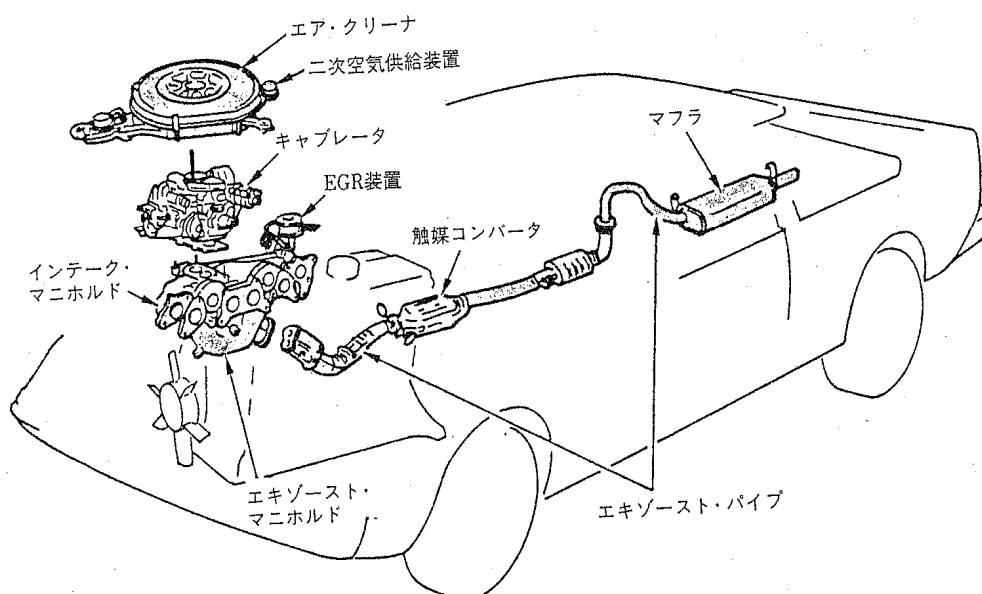
### 3.1.2 排気部品のニーズ

排気系部品は耐熱性が要求されるためほとんどは耐熱性の高い高価なステンレスパイプが使用されている。したがって材料歩留まりに優れた工法であるプレス曲げで構成した本件開発システムで生産することにより従来の曲げ専用機で加工した場合のスクラップ代でも製品化できるため材料費は1/2となり、途上国の低価格にも十分に対応可能な製品が国内で製品化することが可能である。

排気系部品は各機械装置の間を縫って配置されるため設計の自由度が特に要求される部品であることから、本件開発システム採用時のコスト低減が大いに期待できる。

#### ● 実施可能な部品例

- ・ エキゾーストパイプ・エキゾーストテールパイプ等

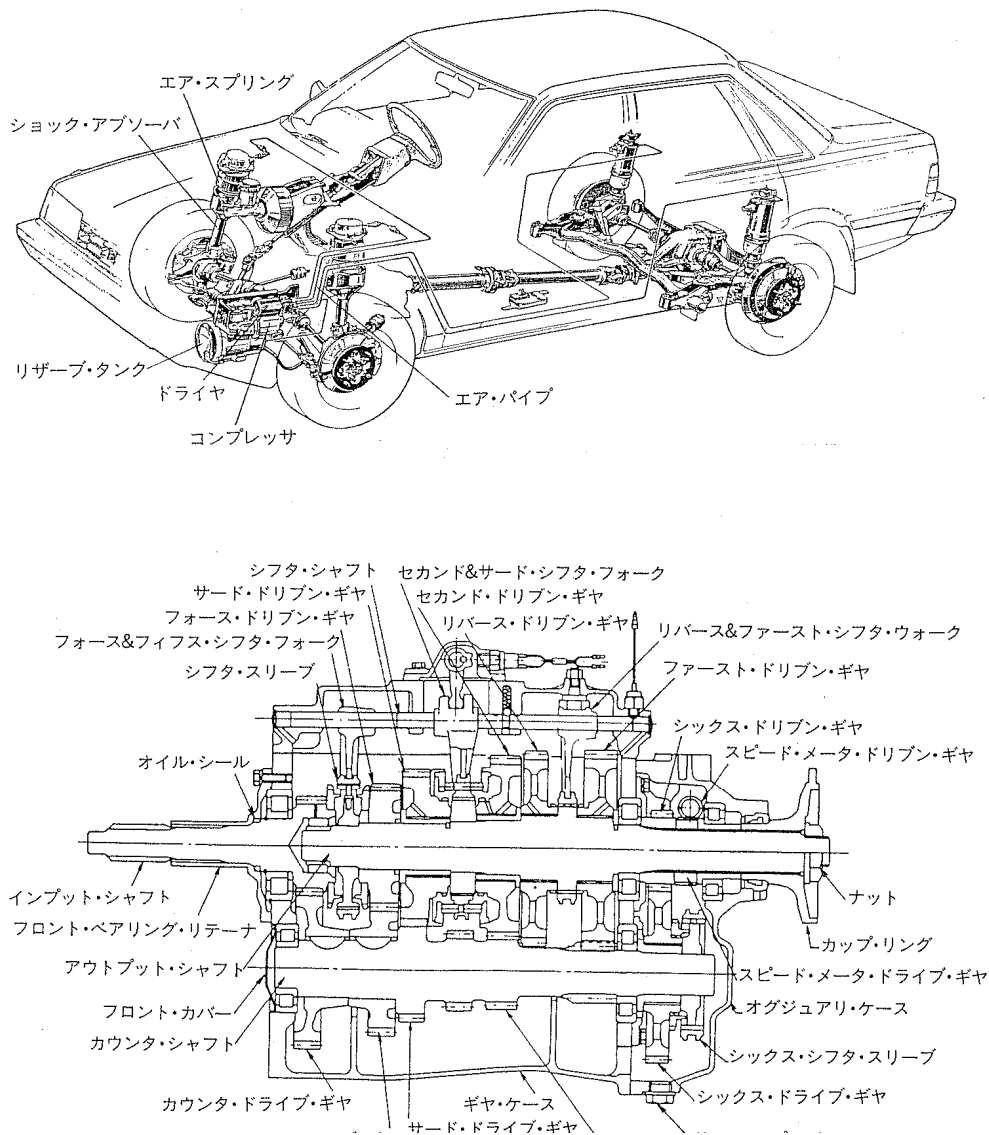


### 3.1.3 パワートレイン部品のニーズ

パワートレイン部品に代表される変速ギヤーシャフトは、強度とスペースの点から中実材を使用し、中央に潤滑の為の深孔を設けているため製造原価を押し上げている。これら中実材をパイプ化することにより、製造コストと重量軽減が同時に達成することが可能となり、利用の拡大が期待できる。

#### ● 実施可能な部品例

- ・ ミッションシャフト他シャフト類



### 3.2 省エネ、省資源、軽量化のニーズ

省エネルギー生産、材料の有効活用による省資源製品、は製造原価を構成する大きな要因であり、部品の軽量化は製品の性能向上のための重要な要素である。前者は製造原価に寄与するだけでなく、現在地球規模で改善が切望されている温室効果ガスの排出低減に寄与するものであり本件システムを稼働させることにより大きな効果が期待できるため現在のニーズに見合った開発事業であるといえる。

温室効果ガスの削減計画については、2020年までに1990年比で25%削減を目標とした首相発言にあるように地球規模で早期の対策が切望されており、我国の対策方針は以下の様に報じられている。

【温暖化対策法案】（2月26日22時38分配信読売新聞）

環境省は26日、政府の温暖化対策の基本方針を定める地球温暖化対策基本法案（仮称）の概要を公表した。

2020年までに温室効果ガスの25%削減（1990年比）を目指す中期目標については、すべての主要国が公平で実効性ある枠組みなどに合意した場合に設定すると、条件付きで明記した。それまでは、2050年までに80%削減（同）の長期目標に向けて取り組むとした。法案には基本施策として、政府が大企業のガスの排出上限を定め、その過不足分を売買する国内排出量取引制度の創設や、化石燃料に課税する地球温暖化対策税の11年度実施に向けた税制見直しの検討、太陽光発電など再生可能エネルギーを高値で買い取る制度の創設を盛り込んだ。再生可能エネルギーの利用については、20年までに国内のエネルギー供給量の10%に引き上げるとした。

法案は早ければ来月5日にも閣議決定され、国会に提出される見通し。ただ、法案の検討過程が関係省庁の副大臣らによる非公開の会合を中心に進んできたこともあり、「基本施策を導入するかどうかは国民的な議論が必要」（民主党支持母体の連合）、「政策全体の効果・影響を十分検証すべき」（日本経団連など経済3団体）などの意見も出ている。

## 国際的な状況は

【11月28日 AFP】デンマーク・コペンハーゲンで12月7日から18日まで、国連気候変動枠組条約第15回締約国会議が開催される。  
参加予定各国の温室効果ガス排出量削減の中期目標をまとめた。

### < 先進国 >

■ 米国：排出量世界第2位の米国は、2020年までに2005年比で17%、2025年までに30%、2030年までに42%、2050年までに83%削減するという目標を提示する予定。だが2020年までに17%減という目標は、京都議定書の規定による基準年の1990年比なら、わずか4%減にすぎないと専門家は指摘している。

■ 欧州連合：2020年までに1990年比20%削減することを公言。また他の先進工業国が続くなら、30%に引き上げるとしている。

■ ロシア：18日に行われた欧州連合とロシアの首脳会議でドミトリー・メドベージェフ大統領が、2020年までに排出量を1990年比で20～25%削減することに同意したとされるが、公式発表はされていない。それまでロシアは、削減率を15%としていた。

■ 日本：2020年までに1990年比で25%削減を目指すと宣言。ただし「全ての主要国が高度に意欲的な協定に参加すること」が条件。

■ カナダ：2020年までに2006年比で20%削減を目指す。これは1990年比で3%削減に相当する。カナダ連邦議会は1990年比で25%削減するという動議を採択した（法的拘束力はない）。一方、ケベック州は欧州連合の方針に従う見通しだという。

■ オーストラリア：排出量を2020年までに2000年比で5～25%削減するとの法案が議会に提出されているが、COP15の結果によってはより高い目標を掲げる可能性もある。2000年比で25%の削減は、1990年比24%の削減に相当すると専門家は推定している。

■ ノルウェー：2020年までに1990年比で30%削減を目標とする意向を表明。削減目標を30～40%に引き上げることも検討したいとしている。また2030年までにカーボンニュートラル（二酸化炭素の放出と吸収が相殺されている状態）の実現を目指すことも明らかにしている。

■ ニュージーランド：COP15の結果に応じて2020年までに1990年比で10～15%削減する目標を掲げている。

#### < 途上国 >

■ 中国：排出量世界第 1 位の中国は、26 日に初めて排出削減目標を発表。これによると国内総生産当たりの排出量で 2020 年までに 2005 年比で 40～45%の削減を目指す。今回の削減目標はあくまで「国情に即した自発的行動」だとしている。

■ ブラジル：自発的な削減計画を実施し、何も対策をとらなかった場合の 2020 年の推定排出量から 36～39%削減する目標を定めている。主に、アマゾン熱帯雨林における伐採の抑制により排出量削減に取り組むという。

■ インド：排出量削減対策に取り組んでおり、「大まかな目標数値」を定める見通しだが、まだ公式発表はない。また、インドの国民 1 人当たりの排出量は極めて少ないとして、法的拘束力のある目標を設定するのは先進国のみにすべきだと主張している。

■ インドネシア：スシロ・バンバン・ユドヨノ大統領が今年 9 月 29 日に行った演説によると、主に熱帯雨林における伐採の抑制により 2020 年までに推定されている排出量から 26%削減することを目標としている。同大統領は、国際支援が得られれば、目標値を 41%に引き上げることも可能だとしている。

■ 韓国：2020 年までに、特別な対策をとらなかった場合の推計値から 30%程度削減すると約束している。

■ メキシコ：2012 年までに、年間排出量を 5000 万トン削減することを今年 6 月に発表。これは国全体の排出量の 8%程度に相当する。

■ 南アフリカ：現時点までに、具体的な削減目標を発表していない。

### 3.3 事業化への検討

現在の社会的ニーズである温室効果ガスの削減を見据えた製造エネルギー低減および省資源部品の実現や自動車の燃費性能向上のための部品軽量化の実現を可能とした、本件開発事業は新興国の低価格競争にも対応可能な製造原価の低減を実現可能とするもので、我が国のものづくり事業の復活を可能としたものであり期待に富んだ事業といえる。

したがって、本件研究開発事業を実践し、さらに高度化したものとして醸成させ事業化を図りたい。

## 第4章 今後の課題

川下自動車産業界においては昨今の経済減速の直撃を受け、世界規模での販売不振が続いており、ようやく底が割れが見られ、今後は向上に転換するといった矢先に思いも掛けない品質に起因したリコール問題に回復ペースの低下が見受けられる。

この問題は単に一企業に対する問題に止まらず、品質を売り物にしてきた我が国ものづくり体制の根幹に影響を及ぼしており、早急な改善が要望される極めて大きな技術的課題である。また、業界の論評についても種々の憶測が交錯し全貌が明らかになるにはもうしばらく時間がかかると見られる。

然しながら、我々生産者はこのような課題を踏まえ、品質・コスト・安全のすべてを達成した上でさらに、環境負荷の少ない生産方式での早期生産の実施が切望される状況にあり、日本製品の「信頼確保」と中小企業を主体とする、「ものづくり基盤の強化」が早急に克服すべき課題であるといえる。

### 4.1 研究開発において克服すべき技術的課題

- 1) 従来保有する加工設備では、シングル段取りと $\Pi$  17° の汎用加工の両立が難しい。
- 2) 設備レイアウトは、セル生産方式ではコの字型が基本であるが、パイプ素材の形状から来る特有の問題により、段取りスペース過大化、生産効率の低下等を招き、セル生産のメリットを生かし難い。
- 3) 全ての搬送を直交搬送システムにすると、姿勢変換工程が必須となるが、製品により姿勢が異なる為、機種が増えたと対応ができない。同様に、全ての搬送をロボット搬送システムにすると、姿勢変換は自由に行えるが設備スペースが過大になり、設備とロボットが干渉しないようにする為の制御も複雑になるため、コストが高くなる。
- 4) 教育をすれば誰でもシングル段取りができるようにするために、適切な補助具（補助設備）の製作と、それを用いた作業の標準化が必要である。
- 5) 企業体質強化のため、当社の基盤技術を応用した自動車部品以外の産業機械分野への事業展開を次年度以降計画的に開始する。
- 6) 5) 項実施時の克服すべき課題は段取り時間の短縮の為の設備での支援策と、実施時の作業手順の明確化が不可欠である。従って、作業の

安全性、確実性、を狙った適切な補助具（補助設備）の製作と、それに必要な作業の標準化を実施し、作業者によるバラツキ要因が生じないシングル段取りの「実現環境の整備と実施体制」を構築する。

#### 4.2 商品事業化の課題および今後の目標

川下産業を横断する事業展開を図るに当たっての課題は下記の通りであり、部品的には近似した形状であっても使用条件は異なる為、細心の注意を図って事業化する必要がある。

- 1) ベンチマーク部品の徹底した品質評価の実施
- 2) 数値的な大きさは自動車と異なり、大幅に減少することが予測されるため設備及び金型の共通化を図りコストメリットを生み出すこと。
- 3) 2) 項に関連し、段取り替え頻度も多くなることが予測されるが設備仕様検討時に充分配慮し、本件を含めてシングル段取りを目指すこと。