

# MAG小型A 2ラインの構築

陳 維

## 1 はじめに

MAG<sup>注1)</sup> 小型A 2ライン<sup>注2)</sup>の主力製品であるMAG-33(図1)は原価低減活動の重点製品と位置づけられ、原価低減を進めており、変動費低減と共に、社内加工費の低減も求められている。組立ラインでは、労操設コストの中、労務費が大きい比率を占めており(図2)、コストを下げるには、労務費の低減が効果的である。さらに、少子高齢化が進行している中、生産ラインが抱える将来の労働人口不足に対応するため、作業者の負担を少なくし、自動化を進めていく必要がある。

一方で、油圧ポンプ・モータの加工・組立を相模原市にある相模工場へ集約し、限られたスペースの中、客先の生産能力増強要請に応えるため、コンパクトなラインが求められている。



図1 減速機付き走行モータ (MAG-33)

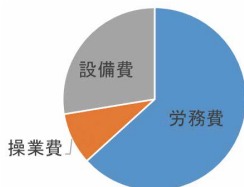


図2 組立ライン労操設比率

注1) Motor Axial piston Gear boxの略

注2) Assemblyラインの略

## 2 目的

目標社内加工費の達成と、自動化とデジタル技術を活用した人の技量に頼らないライン構築。

## 3 目標

目標値を表1に示す。

表1 目標値

項目	目標値 (従来比)
スペース	40%低減
出来高生産性	30%向上
労操設コスト	18.9%低減

## 4 要件

- ① 組立自動化につながる新技術の開発
  - ・汎用品を使用すること
  - ・小スペース、低コストで重量部品組立の自動化を達成
- ② 作動油コンタミ情報の自動収集技術の開発 (トレーサビリティ向上:顧客要求追従)
  - ・データ分析のエキスパートと共同でシステムを構築
  - ・最新パーティクルカウンタ<sup>注3)</sup>活用による自動測定化
  - ・導入費用は既存機器と同等のこと

注3) 微粒子計測器

## 5 ライン概要

MAG小型A 2ラインは部品洗浄、組立、検査(気密検査・性能検査)で構成された、多品種少量生産ラインである(図3)。

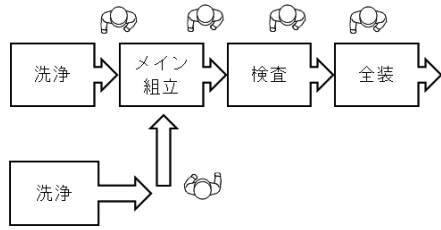
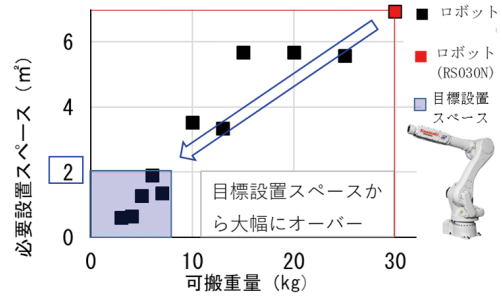


図3 組立ラインブロック図



※ロボットの形式毎による可搬重量とその時の必要なスペースを表した物である

図5 ロボット可搬重量とスペース

## 6 実施内容

### 6.1 組立自動化に繋がる新技術の開発

#### 6.1.1 ハウジング・フランジホルダ自動組立機導入

この工程はハウジング×1, アンギュラベアリング×1, フローティングシール×2, フランジホルダ×1の5個の部品(図4)を組込む工程となる。作業中に、重量部品ハウジング(約15kg)の持ち上げ作業が発生する。

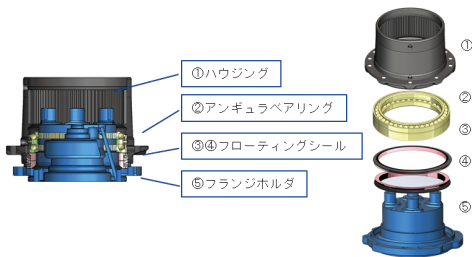


図4 部品構成

従来は手作業で重量部品の組立をしているが(写真1), 安全性, 品質を向上させるため, 自動化を検討した。重量部品組立にロボットを使用すると設備が大型化し, 目標スペース・コストより大幅にオーバーする(図5)。よって自動化を進める基本思想として, 重量部品の組立機は単純な構造で成立させたい。それらをふまえた結果, 電動シリンダの直線運動のみで重量部品の組立を行うことができる単純な構造を開発・導入し, 小スペース・低コストな設備で重量部品の組立自動化を実現した(写真2)。



写真1 持ち上げ作業



写真2 重量部品組立の自動化

#### 6.1.2 プラグ高さ自動測定機の導入

走行モータのスプロケット取付面に栓プラグが座グリ部より突起し, スプロケットが組込めないクレームが発生した(図6)。対策としてプラグ高さをダイヤルゲージで測定して, 締付忘れ防止システムに取り込んで確認を追加したが, 手動測定のため, 測定の手扱い時間と測定時間, 測定結果のバラツキが発生していた。

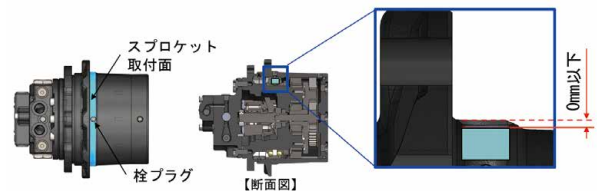


図6 プラグ突起概要

そこで, プラグ高さ測定の自動化を実施した。プラグの高さ・位置の異なる多品種の製品がある中, 設備台数, スペースを増加することなく, 市販のレーザーセンサを用いて, 取付角度・高さの最適条件を確立し, プラグ高さ測定の自動化を実現した(図7)。

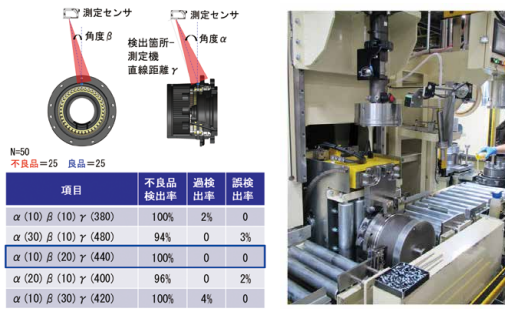


図7 高さ測定自動化

### 6.1.3 性能試験機順次段取り化

ラインの可動率を向上するため、ライン非稼働時間の分析を行った(図8)。非稼働時間の中で、段取りが全体ロスの41.4%を占めている。その中で、性能試験機のジグ段取りがネックとなり、不要改善が必要であることが分かった。

性能試験機の段取りを改善するため、作業調査を行った。製品の払い出しに時間が掛かっており、ロスが発生している(図9)。

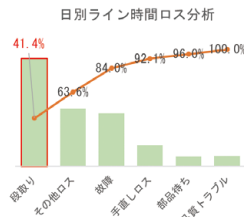


図8 非稼働分析



図9 段取り内訳

性能検査では、製品を性能試験機の回転軸と連結してから、圧油を供給して製品を回転させる。製品回転時に発生する回転数、トルク、圧力等を試験機側で測定し、性能を測定する。製品と試験機回転軸との連結はドライブピンジグのピンを回転軸に付いている回転プレートジグの穴に挿すことで実現している(図10)。そのうち、サイズが異なる製品の対応は回転プレートジグの段取りで行っている。

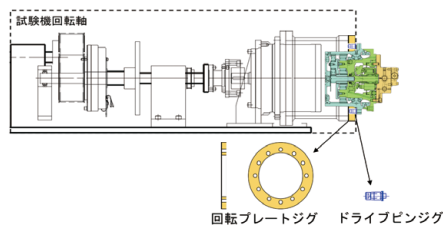


図10 試験機回転軸・製品

性能試験機のマシンサイクルタイムを短縮するため、性能試験機は2つ回転軸を設けており、ひとつの回転軸を検査中に、もう一方の回転軸へ製品を

セットできるようにして、交互で性能検査を行う。回転プレートジグは性能試験機の搬送コンベア奥の狭いスペースにある(図11)。そのため回転プレートジグを段取りするのに、性能試験機から製品を払い出して、設備を停止してから、機内に入り込んで作業する必要がある。性能試験機の順次段取りができていない。

ジグ順次段取り化について検討を行った(表2)。

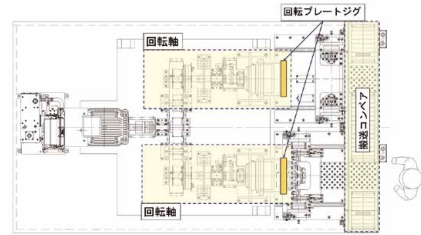


図11 性能試験機概要

表2 ジグ順次段取り化方策

No.	対策内容	実用化検討	実用化
1	両回転軸間に安全柵を設置、片軸検査中でも段取りできる	安全柵は2軸間移動する検査継手器具と干渉	×
2	1種類の回転プレートで全製品対応	ドライブピンジグの構造に工夫が必要だが実用可能	○
3	回転プレート自動段取り	重量物であり、取付に締付作業があるため、自動化にスペース・コスト要求大	×

その結果ドライブピンジグでサイズ違い製品に対応することとした。ドライブピンジグの回転プレートへ挿するピンを同一ピッチにすることにより、回転プレートジグは1種類のみで対応可能となる。製品への固定穴のピッチ違いドライブピンジグを製作し、サイズ違い製品に対応することにした(図12)。

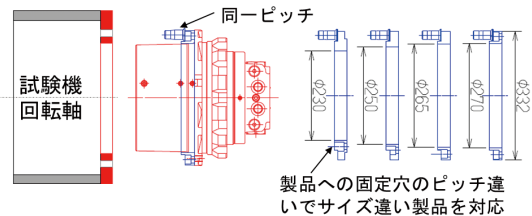


図12 ドライブピンジグ①

また、作業性を維持するため、強度と重量を最適化したドライブピンジグを設計・製作した。従来と同等に製品への取付箇所を3箇所にし(図13)、従来と同等時間で作業できるようにした。

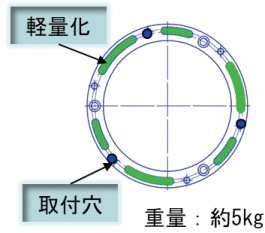


図13 ドライブピンジグ②

回転プレートジグの段取り作業をなくし、段取り時の製品払い出しを廃止して、段取り時間の短縮(図14)とともに試験機順次段取り化を実現した。

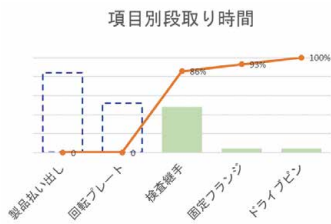


図14 段取り内訳(改善後)

## 6.2 作動油コンタミ情報の自動収集技術の開発

### 6.2.1 作動油コンタミ分析時間の短縮

性能試験機の作動油のコンタミは1回/日手動で測定し、測定結果を手書きによるデータ管理で行っている。製品コンタミを全数測定し、測定データをフィルタ交換時期・トレーサビリティ等に活用したいが、従来の測定方法では全数測定は困難である。そのため新規パーティクルカウンタより全数測定自動化を検討した。しかし、新規パーティクルカウンタの測定精度の実績がなく、導入に検証が必要となった(表3)。

表3 パーティクルカウンタ比較

パーティクルカウンタ	従来式	新規
測定方式	手動	自動
測定頻度(回/日)	1	220
価格(千円)	3,000	1,500
トレーサビリティ	×	○
測定精度	○	?

検証した結果、新規パーティクルカウンタの測定結果が基準パーティクルカウンタと一致しないことが分かった。その原因は全数測定により測定時間を短くして運用しており、測定時間が短いことで製品から発生するコンタミのバラツキによる影響と推測

した。測定精度について改善を実施した。

製品の性能検査のタイミングに合わせて、戻りラインに作動油が流れる際に、コンタミ測定を3回行い(図15)、その結果をPLC<sup>注4)</sup>内で平均化することで、製品から発生するコンタミのバラツキを抑えることができた。その結果基準パーティクルカウンタと同一精度で自動測定化を実現した。

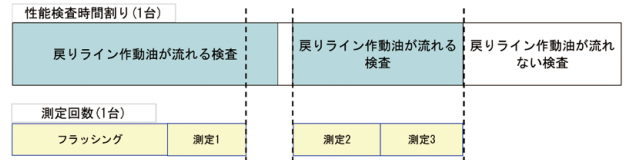


図15 測定平均化

また、製品ごとのコンタミデータを収集することができた。収集したデータを分析することで、フィルタ交換時期の予知が可能となった。また、8月に生産革新推進部から支援を頂き、各設備データをMES<sup>注5)</sup>へ取込むシステムを構築でき(図16)、相模工場のMESを構築できる人財が増えた。

今後、作動油コンタミ結果と加工部品寸法データを紐づけ、不良品が組まれた製品特定の時間短縮に活かせるか検討していく。

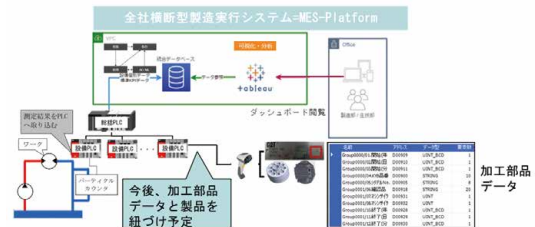


図16 MESシステム

注4) 機器や設備等の制御に使われる制御装置

注5) Manufacturing Execution Systemの略

## 7 結果

実施結果を表4に示す。

表4 実施結果

項目	目標	実績	判定
スペース	40%	41%	○
出来高生産性	30%	30%	○
労操設コスト	18.9%	19.5%	○

## 8 まとめ

低コスト・小スペースで重量部品自動組立技術を横展し、軽量部品の扱いに小型ロボットを使用することで、コンパクトな全自動組立機の立ち上げができた。さらに、重要な生産・品質のトレーサビリティ向上を実現すると共に、ビッグデータ分析が可能となるデータ収集・分析基盤を構築した。今後

は、収集したデータをもとに、更なる生産性向上・品質向上につながる活動をしていく。

## 9 おわりに

本ラインの構築に御協力頂いた関係部署並びに御指導御支援を頂いた方々へ、この場をお借りして厚く御礼を申し上げます。

## 著者



陳 維

2018年入社。ハイドロリックコンポーネンツ事業本部相模工場生産技術部。組立工程設計および組立設備導入に従事。