

中国生産拠点への旋回モータ生産移管における 高品質組立ラインの構築

宇賀神 佑 太

1 はじめに

KYBの相模工場で生産しているミニ・小型油圧ショベル用の走行モータMAG-33^{注1)}と旋回モータMSG-27, 44^{注2)}の仕向け地の一つに中国がある。日系母機メーカー生産拠点は中国等の新興国に生産がシフトしており、現地での生産・供給対応を数々のお客様より要求があった。

走行モータに関しては、昨年、相模工場にあるMAG組立ラインをKHIZ^{注3)}(KYB Hydraulics Industry Zhenjiang Ltd.)に移管して、これに対応した。旋回モータに関しては、今回、KHIZに新規組立ラインを構築した。

新規組立ラインではMSG-27(写真1)とMSG-44(写真2)の段取りがあり、組間違え等の原因となるため、相模工場のラインよりも更に品質保証の精度を向上させる。また、設備コスト削減のため低価格な洗浄機の開発や、設備の内製化を実施した。更に労災を未然に防ぐため、不安定作業の廃止を進めた。

これらを踏まえ今回、高品質で安全性を向上させた組立ラインを構築した。

注1) 減速機付走行用モータの形式。

Motor Axial piston Gearbox-33cc/rev

注2) 減速機付旋回用モータの形式。

Motor Swashplate Gearbox-27, 44cc/rev

注3) KHIZは2016年4月からKIMZ(KYB Industrial Machinery(Zhenjiang) Ltd.)へ統合された。

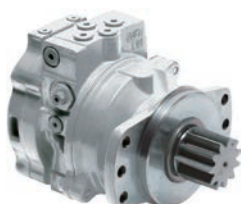


写真1 MSG-27



写真2 MSG-44

2 組立ラインの計画概要

組立ラインの工程は、大物洗浄→組立→検査→全装とした。小物部品はサブASSYで洗浄して、組立ラインに後方投入とした(図1)。

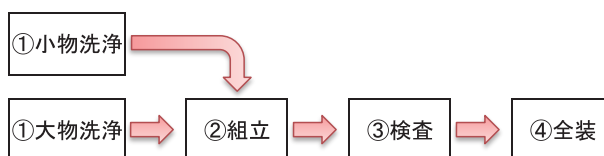


図1 KHIZ MSG組立ライン計画概要

3 目的

KHIZにMSGの高品質組立ラインを構築する。

4 目標

- ①ラインクレーム 0件(2015年12月まで)
- ②労災 0件(2015年12月まで)
- ③生産開始時期 2014年12月

5 要件

- ①MSG-27, 44の段取りができる高品質組立ラインの構築。
- ②目標投資予算達成に向けた設備コスト低減。
- ③不安定作業廃止による安全性の確保。

6 実施内容

6.1 ポカヨケシステムによる品質保証精度向上

6.1.1 シム^{注4)}選定時のピッキング技術の確立

ベアリングを組んだ時の部品間の隙間量によって、厚みの違う複数のシムから1種類を作業者が選定し、組み込む必要がある。この時、シム選定を間違えて異品組み込みをする恐れがある。異品を組み込んでしまうと、ベアリング内のローラの遊びが大きくなり振動が発生するため、ベアリングの寿命が短くなる。今回、測定器で測定した隙間量を設備に無線送信

すると（写真3）、適切なシムの部品棚のランプが点灯し（写真4）、作業者は選定されたシムを取った後にピッキングセンサを押さなければ、次工程へ進めない仕組みとした。

本改善により、誰でも間違えずに正しいシムをピッキングできる技術が確立された。

注4）機械部品の高さや隙間調整のために用いるスペーサ

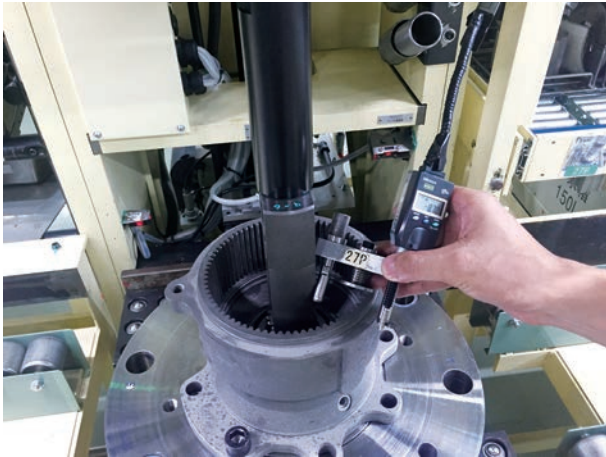


写真3 隙間量の測定器



写真4 シム部品棚

6.1.2 グリス塗布の定量化技術の確立

ベアリングに手作業でグリスを塗布する工程があり、グリスの塗布量は1台毎にばらつく恐れがある。また、グリスを塗らずに次工程へ進む恐れもある。塗布量が少ないとベアリング寿命が短くなる。

今回、グリスの塗布量を制御するグリスガンを設置し（写真5）、1プッシュのグリスの塗布量が定量になるよう改善した。また、グリスの塗布回数が足りない場合、ゲートが開かず次工程へ進めない仕組みとした。

本改善により、1台毎に誰でも同じ量のグリスを塗布できる技術が確立された。

6.2 機械効率（トルク効率）の安定測定

性能試験機ではトルク測定が安定しないと、機械

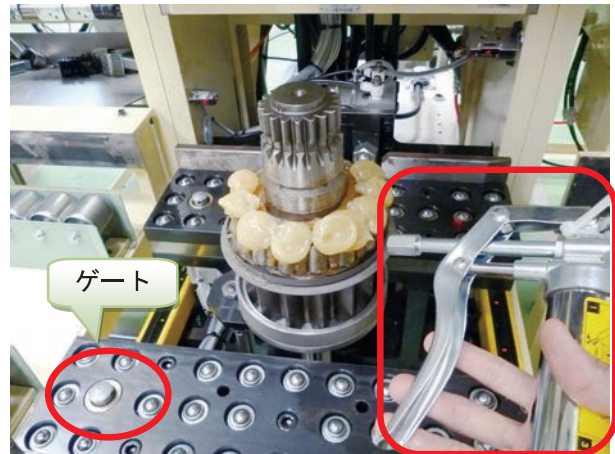


写真5 定量塗布のグリスガン

効率（トルク効率）がばらつく。トルク測定が不安定になる原因として、性能試験機の回転軸に接触式トルク計を使用しているため、接触部が摩耗しゼロ点がズレやすいことが挙げられる。更にトルクを油圧モータで制御しているため（図2）、油圧の脈動により回転数が不安定となり、トルクが不安定となる。

今回、性能試験機の回転軸を非接触式トルク計とした。また、トルク制御をインバータ式電動機とした。結果、回転数が安定し、トルクも安定した。

本改善により、機械効率を安定して測定できる技術が確立された。

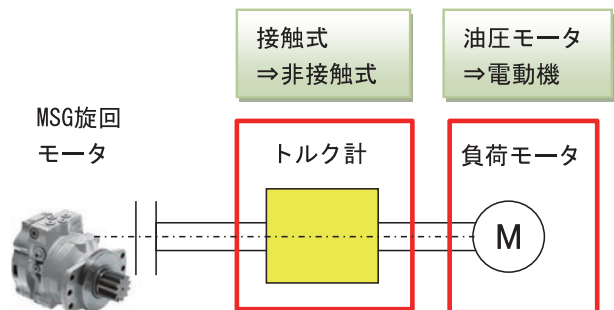


図2 性能試験機 回転軸

6.3 フィルタ選定シミュレータの開発

MSGの性能試験は、性能試験機に設置されている油圧ポンプにより、作動油をMSGへ送ることでモータが回転する。これにより摺動部の初期摩耗粉が発生し、作動油汚染度は低下する。

性能試験機の作動油汚染度は社内規格で定められているが、作動油汚染度が低下すると、MSGの早期摩耗・故障のリスクに繋がる（図3）。作動油の汚染度の低下を防ぐためにフィルタを取付けるが（図4）、ろ過精度（フィルタメッシュ）とポンプ流量の選定は性能試験機の仕様を決めた生産技術担当の経験に頼っており、選定基準が明確でなかった。

今回、ろ過精度やポンプ流量等の必要な情報を入

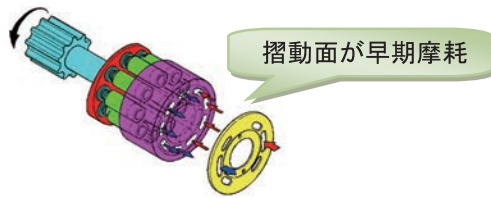


図3 MSG旋回モータのロータリパーツ

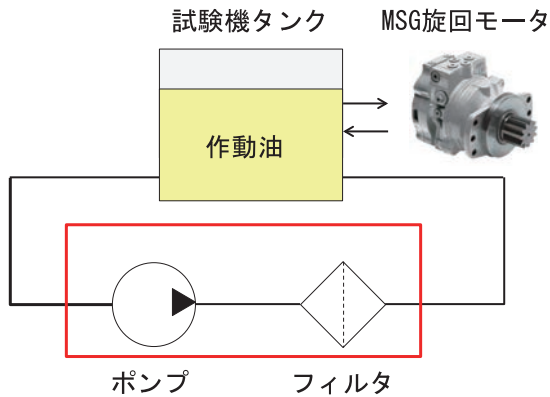


図4 オフラインフィルタ回路

力すると、性能試験機タンク内のコンタミ数の推移が出力されるシミュレータを内製で開発した(図5)。シミュレータを使用することで性能試験機の作動油汚染度が社内規格以下となるように、ろ過精度とポンプ流量を選定した。

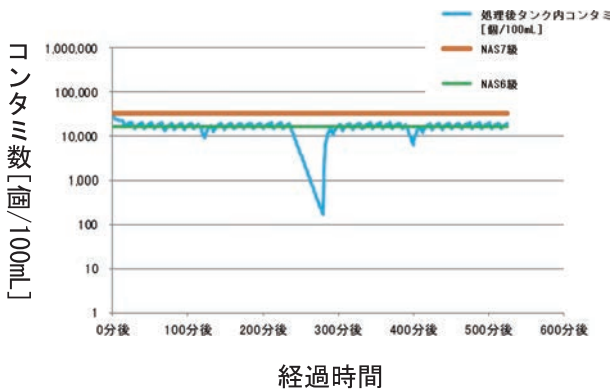


図5 コンタミ数のシミュレータ出力

本改善により、誰でも適切なフィルタを選定できる技術が確立された。

6.4 廉価版バブリング洗浄機の開発

従来の相模工場で展開してきた洗浄機は今回の目標サイクルタイムに対してマシンタイムが早すぎるため、オーバースペックとなる(設備費が高くなる)。ただし、洗浄精度は社内規格で決まっているので品質は落としてはならない。

今回、目標投資予算に収めるために廉価版バブリング洗浄機を開発した(写真6)。従来のバブリング洗浄機には循環用とバブリング用の2つのポンプが必要になる。1ポンプに循環・バブリング機能を

持たせることにより設備費低減を実現した(図6)。また、洗浄機の製作メーカーは設備費低減のため、中国現地メーカーとした。

設備仕様は相模工場で作成し、その後の見積り取得から設備導入、試運転・洗浄精度確認はKHIZの現地スタッフが主体となって行った。



写真6 バブリング洗浄機外観

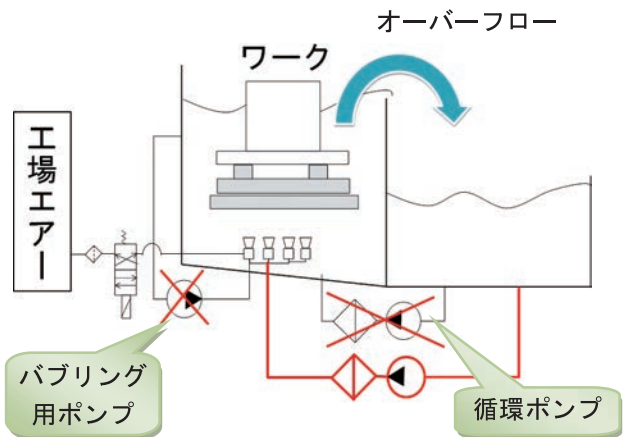


図6 洗浄機回路図

6.5 性能試験機の制御ソフト内製化

従来の性能試験機の制御ソフト作成は外部に委託していた。

性能試験機はコア設備であるため、制御設計は今回、当社の工機センターにて実施した。これにより、性能試験機の電気回路に加え、制御ソフトも全て内製化することで、設備費を低減することができた。

6.6 安全対策

6.6.1 予圧管理装置^{注5)}のクレーンレス化

従来の予圧管理装置の作業では、質量が約30kgのハウジングをクレーンで持ち上げて、ピニオンシャフトの上に載せ、組み込んでいた(写真7)。クレーンの使用により、ワーク落下や挟まれる恐れがある不安定作業の一つであった。



写真7 クレーン作業

注5) テーパーローラベアリングに荷重をかけるプレス装置。
今回、ハウジングに対して下からピニオンシャフトを組み込みできる設備構造とすることで、クレーンレス化を実現した(写真8)。

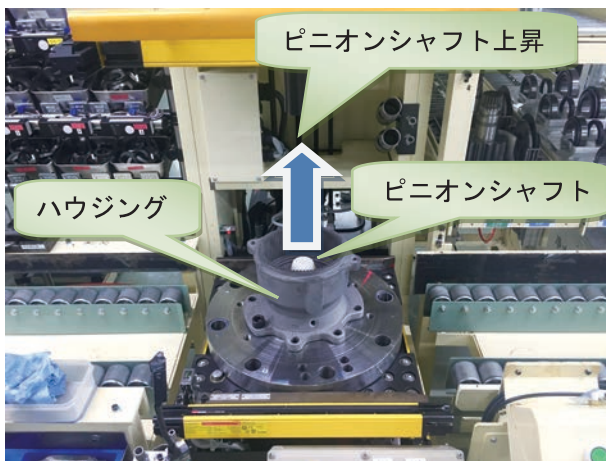


写真8 予圧管理装置

6.6.2 性能試験機のクレーンレス化

従来の性能試験機の作業では、縦姿勢で組み立てたワークをクレーンで横姿勢に吊上げ、回転軸に取付けていた。クレーンの使用により、ワーク落下や

挟まれる恐れがある不安定作業の一つであった。

今回、パレットにワークを固定して、搬送ローダがワークを引き込み、パレットをクランプし、ワークを90°チルトして横姿勢になることで、MSGで初のクレーンレス化を実現した(写真9)。

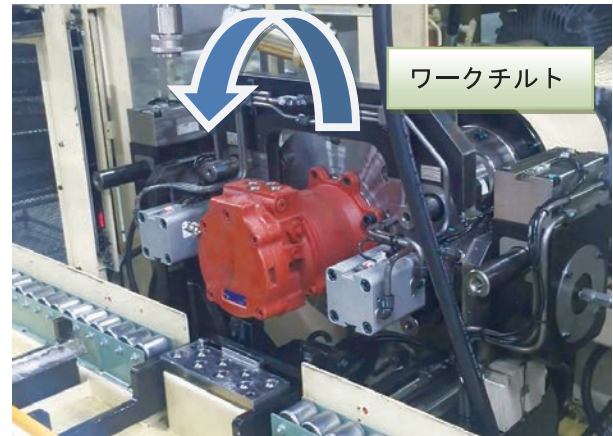


写真9 性能試験機

7 成果

目標を全て達成した。

- ①ラインクレーン 0件(2015年12月まで)
- ②労災 0件(2015年12月まで)
- ③生産開始時期 2014年12月

8 まとめと今後の課題

MSGのKHIZでの組立生産対応だけでなく、高品質化及び安全にも配慮した組立ラインの構築ができた。

今後は本技術をベースに他ラインへ展開、発展させていく。

9 おわりに

MSG組立ラインの構築に御協力頂いた関係部署ならびに御指導御支援を頂いた方々へ、この場をお借りしてお礼を申し上げます。

— 著 者 —



宇賀神 佑太

2007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課。主にピストンポンプ・モータの工程設計を担当。