

ピストンモータ用ベースプレート加工の FMSラインへの取り込み

花 枝 賢

1 はじめに

中国建機市場でのショベルカー大型化に伴う大型ショベルカー増産により、相模工場で生産しているピストンモータ（図1）の受注量が増加している（図2）。工場全体で生産体制確立を目指すこととなり、ベースプレート（図1中の赤色部品）の生産能力増強が必要となった。一方、競争力のある製品づくりを求められる中での売価低減要求がある。売価率を向上するためには、製品原価内で大きな割合を占めるベースプレートの原価低減活動が必須である。

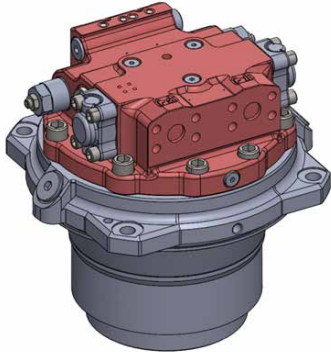


図1 ピストンモータ

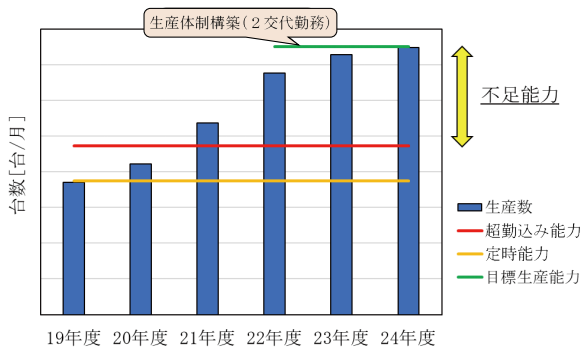


図2 ベースプレート生産数予測と能力

2 目的

原価低減活動の目標製造コスト達成とベースプレート生産体制の確立。

3 目標

- ・ 製造コスト 22%低減
- ・ ベースプレート生産能力 66%増加

4 要件

- ①最適生産ライン検討による設備投資費用の抑制
- ②マシニングセンタのセンシング技術と機内自動判定を活用した予防保全の実現
- ③精密深穴加工の工程能力確保

5 ライン概要

ベースプレート加工ラインはマシニングセンタ（以下MC）による加工工程と、バリ取り、検査、ホーニング、平面研磨、高圧洗浄の仕上げ工程で構成されている。その中で、MC加工工程は加工品種数によって、工程分割（図3）と工程集約（図4）のライン構成を使い分けている。下記に特長を示す。

①工程分割ライン

品種を限定し、段取りを減らした高速ライン。

②工程集約ライン

FMS^{注1)}を活用し、多品種段取りレス化。FMSにより、多品種生産と無人運転化を図る。図5にFMS運用画面を示す。

注1) Flexible Manufacturing Systemの略

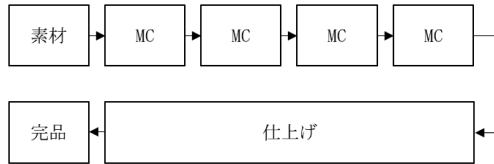


図3 ベースプレート工程分割ライン概要

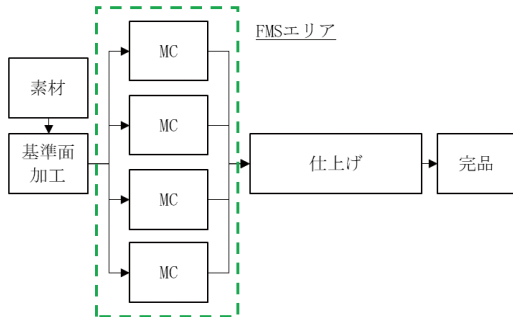


図4 ベースプレート工程集約ライン概要

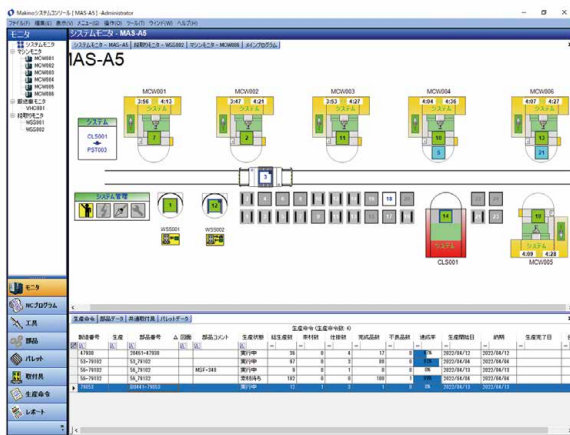


図5 FMS運用画面

6 実施内容

6.1 最適生産ラインの検討

6.1.1 検討概要

ベースプレートの生産体制確立にあたって、目標コストと目標生産能力を達成できる既存工程集約ラインにMC 2台を追加する方案を採用した。方案決定にあたっては、新規ライン構築では設備投資額が大きくなってしまいうため、工程分割ラインと工程集約ラインへ設備を追加する2案で比較検討を実施した。

6.1.2 方案比較結果

比較検討結果を表1に示す。工程分割、工程集約の両案にメリット・デメリットがあり、いずれの案も生産能力は満足できる。しかし、今回のケースでは加工時間の分割ロスがなく、設備台数を必要最小限にすることができる工程集約ラインが目標コストを満足できる検討結果となった。

表1 方案比較表

項目	判定	案① 工程分割ライン	判定	案② 工程集約ライン	
特徴	—	段取りを減らした高速ライン	—	FMSを活用し、多品種段取りレス化	
生産機種	—	MSF-340 ※1機種	—	MAG-44～MSF-340 ※11機種	
品質	品質	×	各工程での位置決めが必要精度上、工程分割不可の部位有り	○	ワンチェック加工位置決め精度の影響が小さい
コスト	追加設備	×	3台	○	2台
	増員	—	+1 (名/直)	—	+1 (名/直)
生産性	製造コスト	×		○	
	加工時間	×	加工時間の分割ロスが発生	○	加工時間の分割ロス無し 工具交換回数が最低限
	段取り	○	同一製品のため、段取り増加しない	×	仕上げ工程の小段取り増加
	初・終物チェック	○	該当工程が加工した部位のみを測定	×	全加工部位を各設備ごとに測定
その他	出来高生産性	○		×	
	メリット	—	工程でのトラブル時の影響が小さい	—	設備追加による能増が比較的容易
	—	—	—	—	加工時間が長く、無人運転が容易
総合判定		×		○	

6.2 治具傾きの自動測定化と機内自動判定

6.2.1 現状問題点

ベースプレートは基準面とベアリング穴の直角度公差が厳しく設定されており、精度維持にはMC主軸とワークの直角を維持することが重要である(図6)。従来はオペレータの手作業で、MC主軸と治具の精度測定を実施していたが、手作業での測定には調整作業や測定間違い、測定忘れ等の不安定要素が多い。

6.2.2 タッチセンサを用いた自動測定

高額な設備投資はコストアップにつながる。そこで、MC工程に搭載しているタッチセンサを用い、変位量の計測と設備精度の自動判定を行うプログラムを作成した。測定の流れを下記に、測定プログラムフローを図7に示す。

- ①前回精度測定を実施した月と同月でない場合、測定シーケンスへ移行する(月1回の測定)。
- ②ワークをクランプしている治具基準面をタッチセンサにて測定する(図8)。
- ③測定結果が規格値以内の場合、加工シーケンスへ移行する。規格値以外の場合、アラームを発生させ、異常処置を促す。

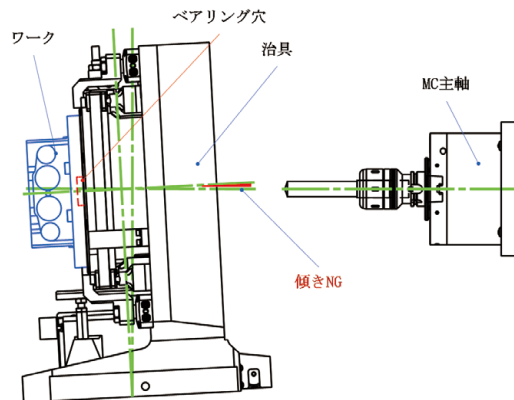


図6 ワークとMC主軸の位置関係

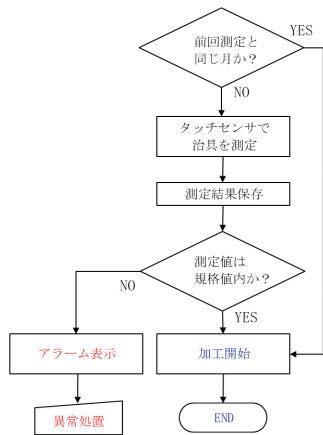


図7 測定プログラムフロー

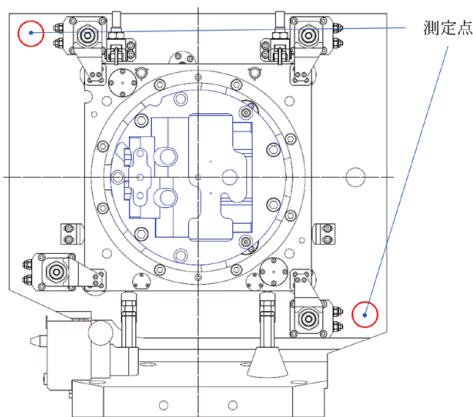


図8 タッチセンサ測定点

6.2.3 実施方案の検証

実ワークを測定する訳ではないため、治具規格値と実ワーク測定値の比較を実施した。治具規格値を満足すれば、実ワーク測定値を満足できることを確認した(図9)。

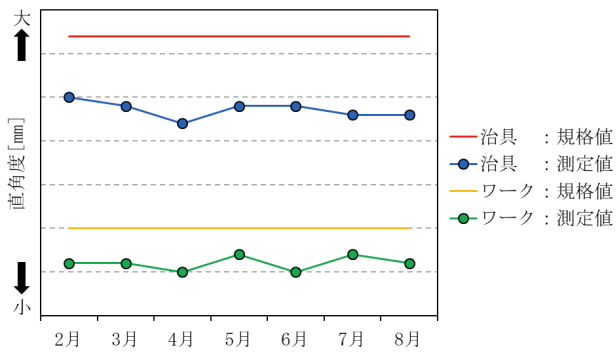


図9 治具と実ワークの測定値相関

6.3 ホーニング砥石改善による工程能力確保

6.3.1 現状問題点

ベースプレートの重要部位であるスプール穴はMC工程荒加工を経て、ホーニング盤仕上げ加工を

行う。しかし、立ち上げの品質確認にて、スプール穴円筒度の工程能力を満足できなかった。ホーニング前後の円筒形状比較により、ホーニングで円筒形状が悪化していることがわかった(図10, 図11)。

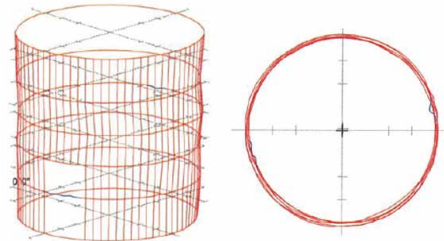


図10 ホーニング前

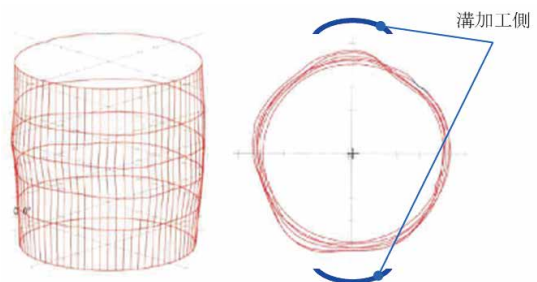


図11 改善前 ホーニング後

6.3.2 ホーニング加工の精度悪化要因

原因調査により、ホーニングで円筒度が悪化する要因として、二つの要因があることがわかった。

①ベースプレート特有の穴形状

図12の円筒形状より、問題が発生している部位は図12中のc, d部である。該当部には円周上の一部分のみ溝加工がある。溝加工により加工面積が変化し、切削負荷の変化影響が大きくなっている。

②ホーニング砥石結合剤の硬度

ホーニング砥石の交換作業は調整作業が必要となる。そのため、従来より砥石結合剤等を硬くすることで砥石交換サイクルを延ばしていた。寿命は延びる一方で、自生作用が減り、切味が悪化していた。

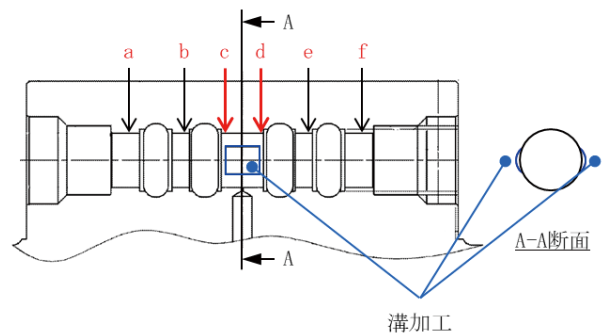


図12 スプール穴断面図

6.3.3 砥石結合剤変更による加工精度向上

切削負荷の変化影響が大きい部位に、切味の悪い砥石を使用している問題の対策として、従来は寿命延長のため硬くする傾向のあった砥石結合剤を軟らかくした。砥石結合剤を軟らかくすることで、自生作用が向上し、常に新しい砥粒を露出させることで切味を上げた結果、ワーク形状に左右されない加工を実現した。

6.3.4 実施方案の検証

改善後精度確認の結果、大幅な円筒形状改善が確認できた(図13)。また、N=20連続加工での品質確認において、規格上限で推移していた円筒度が大幅に改善され、工程能力も満足できた(図14)。懸念された砥石調整時間も、結合剤が軟らかくなることでの1回あたりの調整時間短縮と、砥石交換回数増加により、トータルの工具交換時間は同じとなった。

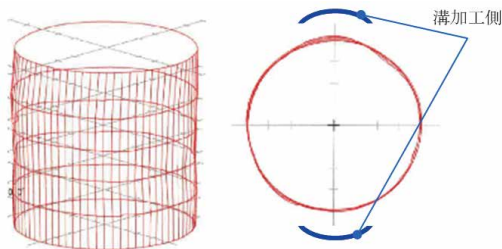


図13 改善後 ホーニング加工後

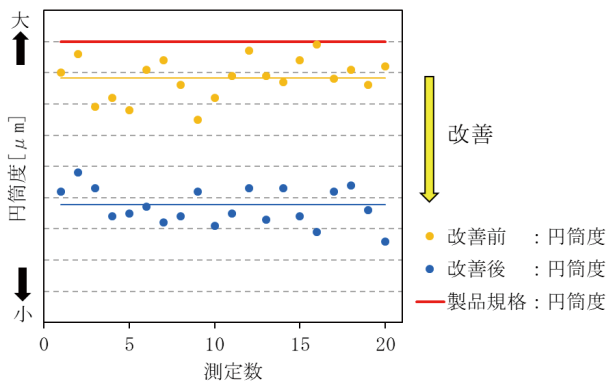


図14 改善前後の円筒度推移

7 結果

実施結果を表2に示す。

表2 実施結果

項目	目標	実績	判定
製造コスト	22%減	19%減	×
生産数	66%増	64%増	△

目標未達の要因として、下記の点が挙げられる。

①可動率悪化による製造コスト悪化

可動率悪化の主要因は、FMSエリア後の複数品種が合流する地点で仕上げ加工待ちワークの無駄な仮置きが発生したためである。改善として仕上げ加工待ちワーク棚を設置予定であり、本改善により目標達成見込みである。

②生産計画の当初見込み差異

生産数未達については、評価月の生産計画が当初見込みに達成しなかったためであり、生産能力としては目標達成済み。

8 まとめ

新たな計測方法による安定した予防保全を実現し、従来困難だった工程能力を満足できる製品の立ち上げを行うことができた。今後は、積み上げたデータをもとに予防保全から予知保全へと繋がる活動、及び目標を達成できていない可動率の継続的な改善を行っていく。

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御礼を申し上げます。

著者



花枝 賢

2008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。主にPPM製品の部品加工工程設計を担当。