



EPS減速機加工の生産性向上・品質向上の取り組み

伊藤 進 ・ 額 額 久 人

1 はじめに

電動パワーステアリング（以下EPS）の新規受注に伴い質の高いステアリングフィールを実現するため、減速機（図1）を2007年からコア技術／コア部品と位置づけ、減速機加工の開発を行い内製を開始した。性能向上を実現するため、コア部品の内製化方針に則り精度向上とコスト低減を目的として内製化の拡大を行ってきた。既存設備を有効活用した生産性向上と品質向上活動を報告する。

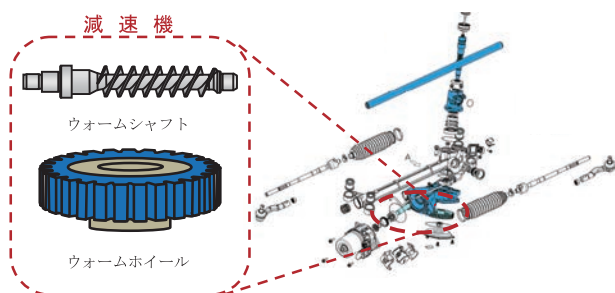


図1 EPS内製加工部品

2 概要

2.1 製品の概要

ウォームシャフト（以下ウォーム）とウォームホイール（以下ホイール）を組み合わせたウォーム減速機（以下減速機）は、モータトルクをウォームを介し、ホイール軸に減速比倍したトルクが発生し車両が曲がることをアシストする重要な機能を有している（図2）。

ホイールはハンドル軸にあり噛み精度が手に伝わりやすいため、ステアリングに求められる静寂性、高応答性、正確性の3点に大きく影響する重要な部品で

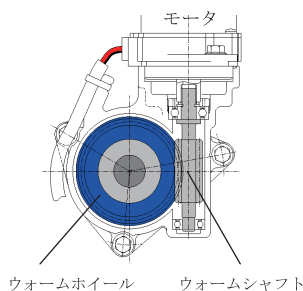


図2 ウォーム減速機

ある。

2.2 減速機加工ラインの概要

減速機加工ラインは、旋削、歯切り、研削、洗浄、で構成されるウォーム加工工程と、歯切り、バリ取り、洗浄、マッチングで構成されるホイール加工工程から構成されている（表1）。

表1 工程の概要

ウォーム加工		ホイール加工	
工程名	工程内容	工程名	工程内容
①旋盤	外径粗加工	①ホブ盤	歯切り加工
②ワーリング	歯切り荒加工	②面取り機	バリの除去
③研削	外径研磨	③洗浄	コンタミの除去
④ネジ研削	ネジ部研磨	④保管	一定時間保管させ、寸法を安定させる
⑤ブラシ掛け	歯面粗度向上	⑤検査1	目視及び噛み試験
⑥洗浄	コンタミの除去	⑥検査2	マッチング
⑦検査	目視及び噛み試験		

3 課題と目標

3.1 生産性の課題と目標

今後、生産増を見込みコスト低減を実現するため、投資を抑えて生産能力を段階的に高めていく必要があった（図3）。

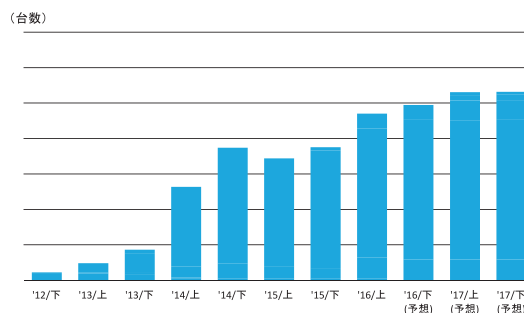


図3 内製減速機の生産実績と予想

2012年の既存ラインをベンチマーク（以下B・M）とし、多品種少量ライン、高生産性ラインの2本のラインを構築し、全体の生産能力を上げるため、目標を以下に設定し取り組むこととした（表2）。

表2 減速機ラインの生産能力

項目	B・M(12/10)	ライン1目標	ライン2目標
コンセプト		多品種少量ライン	高生産性ライン
CT	B・M	31%短縮	44%短縮
可動率	B・M	同等	26%UP
生産性能力	B・M	45%UP	124%UP

3.2 品質の課題と目標

音やフィーリングに対する質の良い製品を提供するためにはウォームとホイールを押し付けて回転させたときの軸間距離の変化を表す1歯噛合い誤差の品質向上を図る必要がある(図4)。

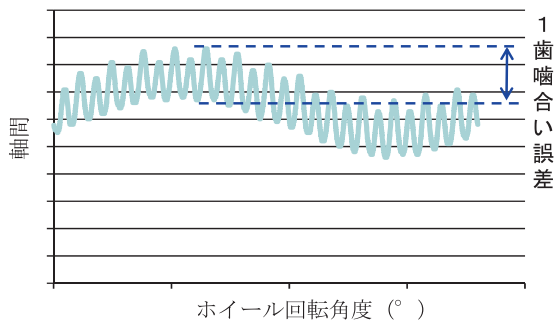


図4 軸間距離の変化

1歯噛合い誤差の大きい減速機は作動検査で赤い線のように操舵角に対する操舵力の変動が大きくなる。小さければ、黒色の様に変動が小さくなる(図5)。

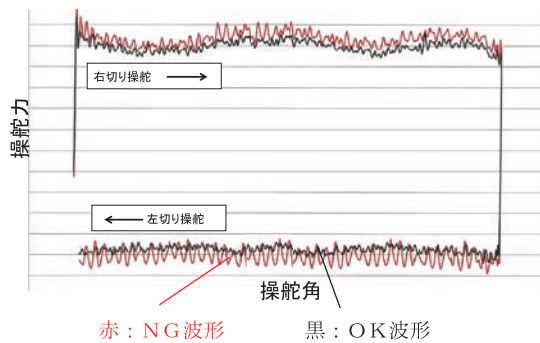


図5 完成品ギヤの作動抵抗試験データ

B・M時の不良の50%低減を目標に取り組むことにした。

4 実施内容

4.1 生産性向上

高生産性ライン化を実現するためにネックであるマシンタイム(以下MT)短縮の必要がある(図6)。実施例を紹介する。

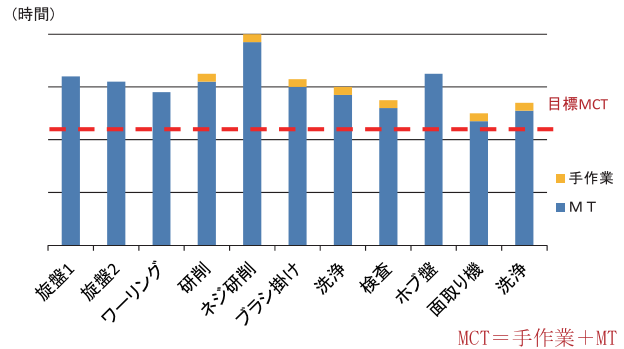


図6 各工程の手作業時間+MT

4.1.1 MT改善

(1)ネジ研削工程改善

ワーリング加工機で旋削した歯切り部分の研削仕上げを行う工程である。

目標のMTで加工を完了するためにドレスサイクルの見直しを行った。いままでは、砥石とドレッサは傾き0°の状態で行った。ドレスした砥石はウォームと噛合う傾きに旋回し研削を行う。そして再び傾き0°に戻り、この動作を繰り返す。1サイクル中に砥石の旋回時間がかかっていたが、メーカーとここに着目し、高生産性ラインを1機種に集約しドレッサと砥石を傾けた状態でドレス出来るようにし、1サイクル中の砥石の旋回を廃止し、MT短縮することができた(図7)。

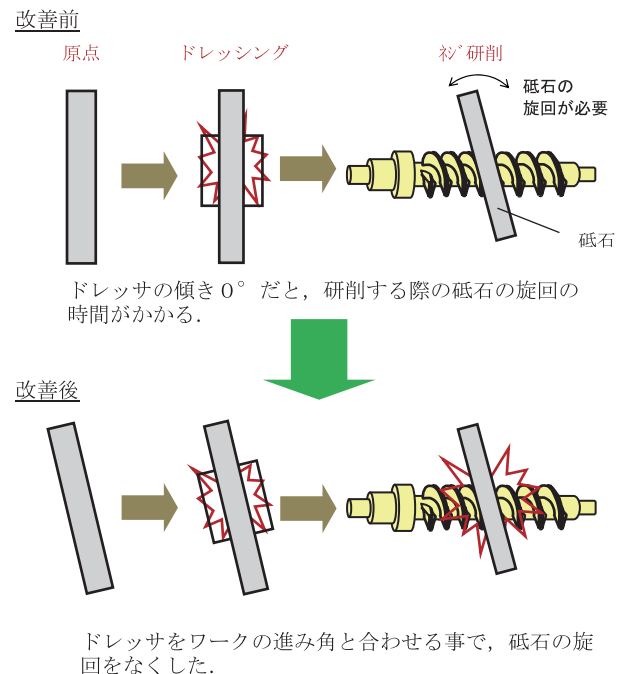


図7 ネジ研削盤の砥石の旋回

(2)ブラシ掛け工程改善

ネジ研削盤で仕上がった歯面のバリ取りと面粗度を向上させる工程である。

条件UPでMT短縮を試みたが歯面の面粗度の規格が未達となる。二度加工だと面粗度は達成するが、MTが未達になり、設備投資が必要になる。1軸ブラシユニットで加工していたが、2軸ブラシユニットを設計し製作したことで、品質、MT共に達成できた(表3、図8)。

表3 ブラシ掛けマトリックス

	ブラシ回転数	ブラシ切削送り	MT	品質(面粗度)	コスト	効果
現状条件	B・M	B・M	B・M	○	○	—
変更条件1	1.5倍	2.0倍	0.67倍	×	○	×
変更条件1を2回加工	1.5倍	2.0倍	1.34倍	○	×	×
2軸ブラシ化	1.5倍	2.0倍	0.67倍	○	△	○

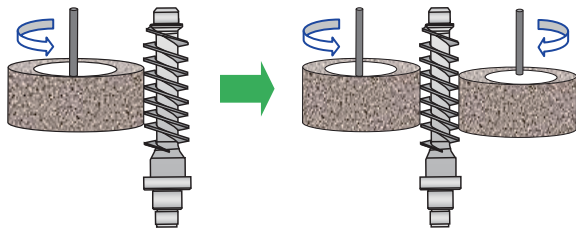


図8 ブラシ掛けの2軸ブラシユニット

4.1.2 段取り替え改善

多品種少量ラインにするために段取り替え改善を行う必要がある(図9)。実施例を紹介する。

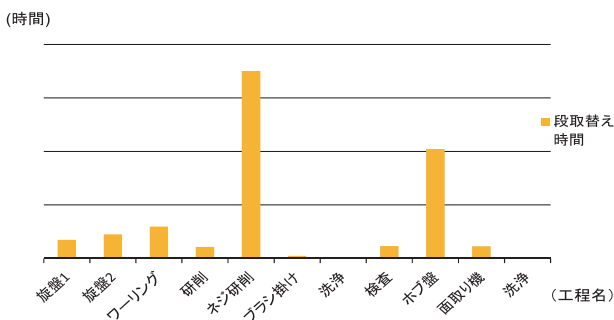


図9 各工程の段取り替え時間

(1)ネジ研削盤ドライブ方式変更

当初ネジ研削盤のクランプ方式は、3つ爪チャックでワークをクランプしていた。この3つ爪の段取り替え時に振れの抑制に時間が多くかかる。振れが大きいと一歯噛合い誤差が大きくなり不良が発生していた。

そのため、チャック方式からケレ方式へ変更した。全機種両センタ支持なので、機種別にケレ本体を変えるだけで段取りが終わる(写真2)。

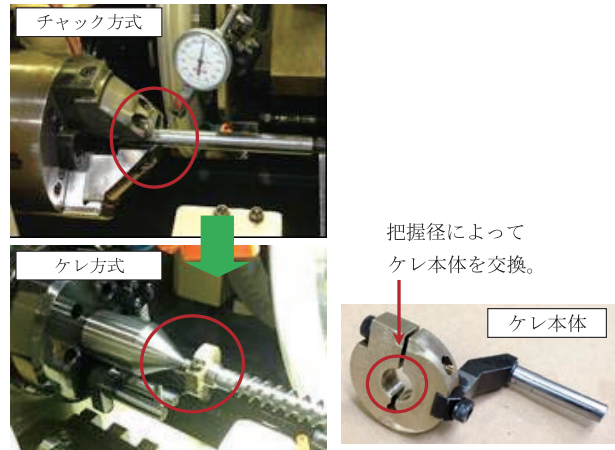


写真2 ネジ盤のドライブ方式

(2)ネジ研削盤ドレッサ段取り替えレス化

ネジ研削盤はドレッサ1ヶしか取付け出来ないため、モジュール違いの機種を段取り替えするときは、ドレッサを交換しなければならない。加工精度を出すため交換作業に30分かかる。ドレッサ3連取り付け機構にし交換作業をなくした(図10)。交換時に発生するドレッサの振れもなくなり品質向上にもつながった。

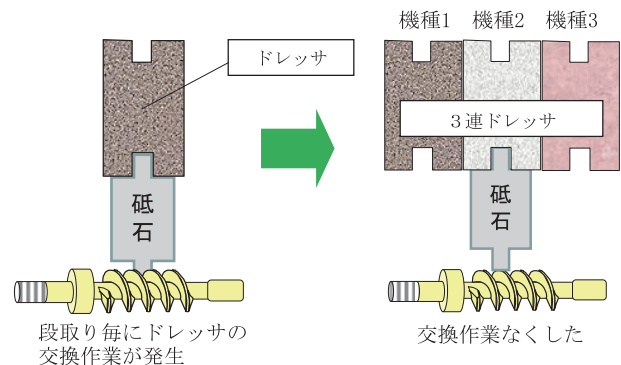


図10 ネジ研削盤のドレッサ3連装置

4.2 品質向上

ホイールの歯切り工程のホブ盤のホブカッタをアーバにナットで締め付ける際、焼入れ側の相手面に対し、締め付けナットの材質を変更することで密着面の摩擦力を変化させ、カッタの振れの抑制を容易に出来るようにし、1歯噛合い誤差不良を低減した。

改善前は市販のナットを使用しており、締め付けの際に密着面が摩擦により止まったり、さらに運動外力が加わると密着面はこれに抗し切れずに相手面上を瞬間的に滑り、振れが大きくなってしまい調整をくり返していた(図11)。

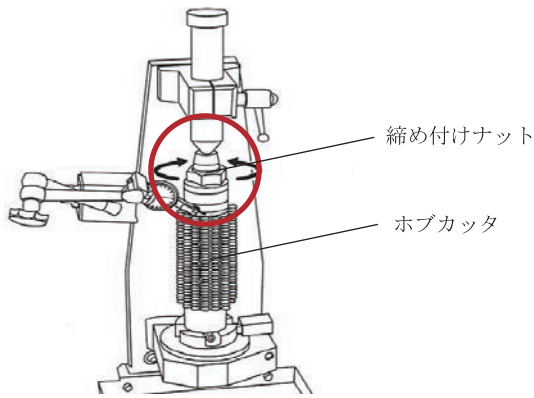


図11 ホブカッタ取付詳細図

5 結果

5.1 生産性向上の結果

多品種少量ライン，高生産性ラインのCT，可働率等は以下のようになった（表4）。

表4 生産性向上の取組みの結果

項目	B・M('12/10)	ライン1目標	ライン1結果
コンセプト		多品種少量ライン	多品種少量ライン
CT	B・M	31%短縮	31%短縮
可働率	B・M	同等	10%UP
生産性能力	B・M	45%UP	50%UP

項目	B・M('12/10)	ライン2目標	ライン2結果
コンセプト		高生産性ライン	高生産性ライン
CT	B・M	44%短縮	42%短縮
可働率	B・M	26%UP	16%UP
生産性能力	B・M	124%UP	97%UP

5.2 品質向上の結果

締め付けナットの材質の変更，ネジ研削盤のセンタ，ドレッサの段取りレス化を行い，1歯噛合い誤差不良を98%低減する事が出来た。

6 おわりに

CT短縮と段替え時間短縮で生産能力を確保するために非加工時間に目を付け，新規設備製作時に案を出し従来の方式以上の効果を出すことができた。

今後は，更なる改善として自動化による省人を図っていきたい。

最後に本件に対してご支援を頂いた関係各位に対し，この場をお借りして深く感謝申し上げます。

著者



伊藤 進

1993年入社。オートモーティブコンポーネッツ事業本部岐阜北工場生産技術部PS第1生産技術課長。EPS部品加工ラインの生産準備，量産支援業務に従事。



額 久人

2006年入社。オートモーティブコンポーネッツ事業本部岐阜北工場生産技術部PS第1生産技術課。EPS部品加工ラインの生産準備，量産支援業務に従事。