

コネクティングロッドの加工: プロセスコントロールの向上



1 台で測定を完結



パーツコストを削減



トレーサビリティを確保



概要


コネクティングロッドの製造には、CNC 加工の技術が使われている。いくつかの工程を経て、多種多様なエンジンタイプに合ったコネクティングロッドが、量産されている。

一般的なコネクティングロッドの製造工程では、数種類の総型ゲージを工程内検査で使用し、品質確認と加工の補正を行っている。継続的な課題として、製造サイクルタイムの短縮やコストのかかる定期メンテナンスの削減、設備投資の低減が求められている。

本ケーススタディでは、レニシヨアの Equator™ が採用された事例をもとに、一般的なコネクティングロッドの製造工程について考察する。

コネクティングロッド製造工程例 (Equator™ を使用しない場合)



 コネクティングロッドの加工と処理



課題

1 ゲージと検査工程を集約する

測定対象のバリエーションが多く、現状では、形状ごとに別々の治具を使って測定している。しかしこれでは、高負荷な用途に使用する大き目のコネクティングロッドを全数検査すると、費用もかかるうえに時間もかかる。

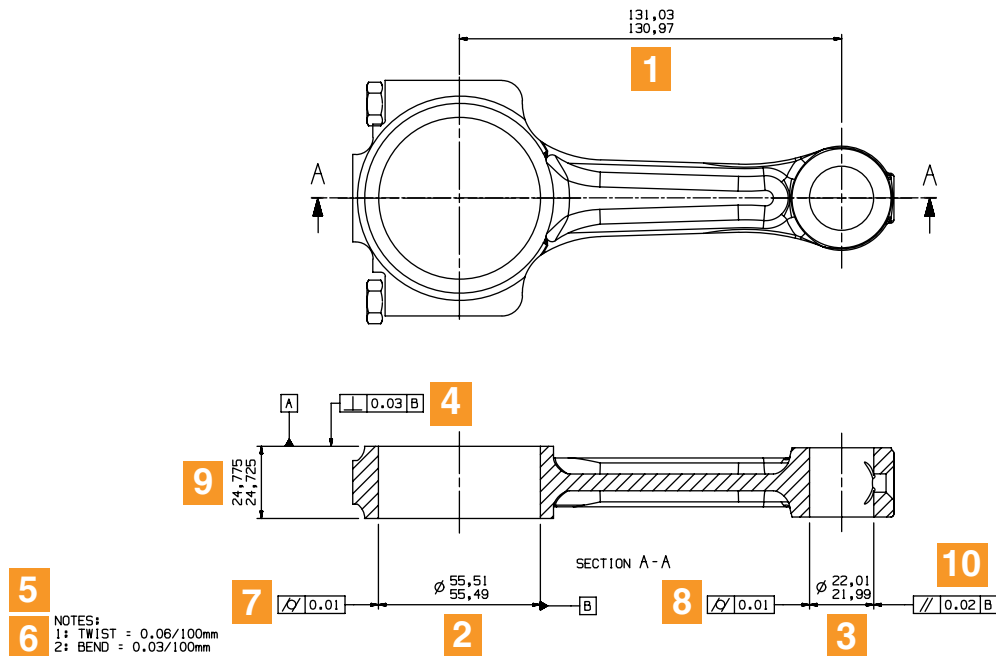
2 現場の温度変化の影響を受けずに、パーツを正確に検査する

温度が日ごとや季節ごとに変化する現場環境でも、パーツ精度を一定に保たなければならない。環境によっては、温度変化が 20°C を超えるようなこともあり、熱膨張とその影響を加味する必要がある。

3 検査データのトレーサビリティを確保する

現在使用しているゲージでは、OK/NG 結果がシンプルにわかるだけであり、正確な検査結果を記録しておくことが難しい。公差にどの程度近かったのかわからず、プロセスコントロールを向上するために必要なデータがとれない。

コネクティングロッドの検査要件



#	検査項目	公差	機能上の重要性	フィードバック
1	穴中心間の距離	±30μm	公差から外れていると、シリンダヘッドとのクリアランスと圧縮比が不適切になる。	
2	ベアリングボアの直径	±10μm	クランクピンのクランクシャフトへの適切なはめ合いを確保するため。	
3	ピストンピンボアの直径	±10μm	ガジョンピンのピストンへの適切なはめ合いを確保するため。	
4	ベアリングボアに対する上面の直角度	30μm	ピストンの過度な摩耗を防ぐため。効率的でスムーズな動作を確保するため。	
5	平行度 (Bend)	30μm	同軸上での動きを確保するため。摩耗を防ぐため。	
6	平行度 (Twist)	60μm	同軸上での動きを確保するため。摩耗を防ぐため。	
7	ベアリングボアの同心度	10μm	クランクピンのはめ合いを確保するため。はめ合いを確保することで、ピストンとクランクシャフトがスムーズに連動する。	
8	ピストンピンボアの同心度	10μm	ガジョンピンのはめ合いを確保するため。はめ合いを確保することで、ピストンとクランクシャフトがスムーズに連動する。	
9	コネクティングロッドの厚み	±25μm	薄いと、はめ合いが悪くなる。厚いと、適切にはまらなくなる。	
10	穴同士の平行度	20μm	クランクシャフトとピストンの過度な摩耗を防ぐため。長寿命化と高効率化につながる。	

凡例:

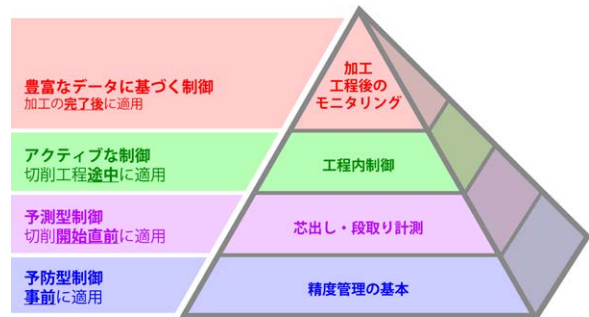


測定値を元に加工機の工具オフセットを自動更新

工程に対する改善案

レニショーのエンジニアが、当社独自の **Productive Process Pyramid™** (ピラミッド型高生産性プロセス) を基に、コネクティングロッド製造工程の主な改善点を考察した。Productive Process Pyramid とは、製造工程の主要な段階で発生しうるばらつきを特定、および抑制するために用いるフレームワークである。

本例におけるばらつき抑制の手段としては、機械のメンテナンスとキャリブレーション、折損工具の検出、そして検査とフィードバックのための現場測定などが挙げられる。



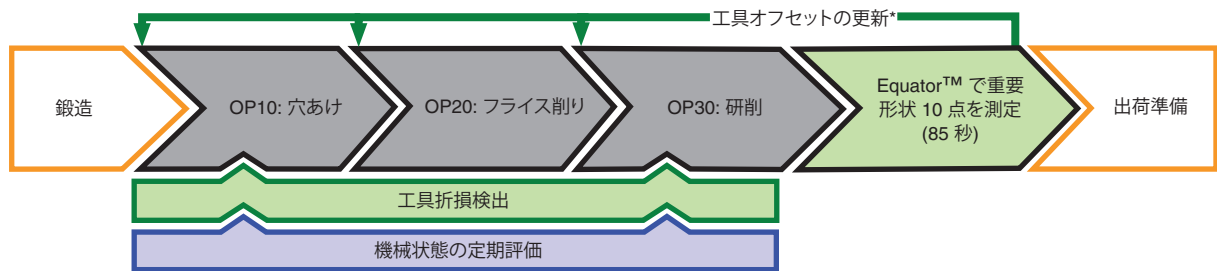
Productive Process Pyramid

製造工程: 改善提案

従来の工程



改善提案



*オフセットは、IPC (Intelligent Process Control: インテリジェントプロセスコントロール) ソフトウェアの使用により自動更新が可能になる。

導入後の結果

コネクティングロッドの製造において、エアゲージを Equator に置き換えることが、大きな変化をもたらした。すべての測定を 1 回の操作で行えるようになったため、時間とコストを節約できるようになり、ひいては新たなゲージを購入する必要もなくなった。Equator は、マスターパーツと加工パーツを比較する。マスターパーツを再測定すること (リマスタリング) で、温度変化の影響をリセットできるため、広い温度範囲で高い繰り返し精度を確保できる。また、測定結果は、トレーサビリティの確保のために簡単に外部出力したり、分析、フィードバックに使用できるため、プロセスコントロールの向上につなげられる。



導入後の結果

1 1回の操作に集約

Equator は、全パーツの直径、真円度、平行度 (Bend, Twist) といった寸法を測定する。そのため、費用のかかるエアゲージを複数そろえておく必要がない。Equator 導入以前は、パーツ検査に 8 分以上要していた。

Equator なら 1 台で必要な測定をすべて行えるため、各コネクティングロッドの測定時間が 85 秒に短縮した。

また、物理的なゲージをセットアップしたり、メンテナンスしたりするための人件費や、複数タイプを測定する際に発生するコストを削減できるため、Equator は高い費用対効果を発揮する。1 日に 10 時間稼働し約 500 個のパーツを、それぞれ 1 回の測定動作で測定して、現場からパーツを運び出すことなく、OK/NG を判定する。

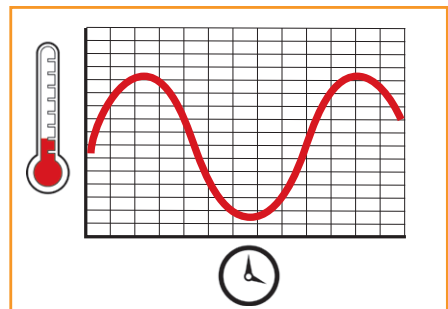
#	検査項目 測定時間: 1 分 22 秒	公差	%公差*	繰り返し精度**
1	穴中心間の距離	±30μm	2.7%	1μm
2	ベアリングボアの直径	±10μm	4.3%	0.5μm
3	ピストンピンボアの直径	±10μm	8.5%	1.6μm
4	ベアリングボアに対する上面の直角度	30μm	4.4%	1.9μm
5	平行度 (Bend)	30μm	7.3%	2.8μm
6	平行度 (Twist)	60μm	2.4%	1.5μm
7	ベアリングボアの同心度	10μm	6.1%	0.9μm
8	ピストンピンボアの同心度	10μm	8.8%	1.1μm
9	コネクティングロッドの厚み	±25μm	1.6%	0.5μm
10	穴同士の平行度	20μm	2.1%	0.6μm

1 人の測定者が 1 個の測定サンプルを 30 回測定。ワーク着脱あり
*公差幅に対する測定値のばらつき割合: 6σ (上限公差-下限公差)
**測定値のばらつき範囲: 最大値-最小値

2 広い温度範囲での測定

Equator をリマスタリングすることで、現場の温度が日ごとや季節ごとに変化しても、精度を一定に保てる。

Equator には温度センサーが内蔵されており、温度が許容レベルを超えると、リマスタリングを指示するメッセージが表示される。リマスタリングを実行すると、その時の温度で Equator がゼロリセットされる。リマスタリングは、通常の測定サイクルタイムと同じ時間で終わる。



3 トレーサブルなプロセスコントロール

従来のゲージではパーツの OK/NG しかわからないが、Equator は測定値も表示する。測定結果がグラフで表示されるので、加工の変化を確認できる。また、測定結果をトレーサビリティの確保のためにデータ保存できる。測定結果を活用して加工機のオフセットを必要なタイミングで更新できるようになり、不良品を作る前に加工を補正することが可能になる。



レニショー株式会社

東京オフィス

〒160-0004

東京都新宿区四谷四丁目 29 番地 8

レニショービル

T 03-5366-5316

名古屋オフィス

〒456-0036

愛知県名古屋市熱田区熱田西町 1 番 21 号

レニショービル名古屋

T 052-211-8500

E japan@renishaw.com

www.renishaw.jp

RENISHAW 
apply innovation™

レニショーについて

レニショーは、製品開発と製造における技術革新では確固たる実績を伴って、エンジニアリング技術のグローバルリーダーとしてその地位を確立してきました。1973年の創業以来一貫して、生産工程に生産性の向上を、製品に品質向上をもたらし、コスト効率の高い自動化ソリューションを実現する最先端の製品を提供しております。

世界各国のレニショー現地法人および販売代理店のネットワークを通して、群を抜く優れたサービスとサポートをお客様に提供いたします。

取扱い製品:

- ・設計・試作・製造に使用する積層造形技術、真空鋳造技術
- ・歯科技工用 CAD/CAM のスキャニングシステムおよび歯科技工・補綴製品
- ・高精度の位置、角度、回転位置決めフィードバックを提供するエンコーダシステム
- ・三次元測定機およびゲーjingシステム用治具
- ・量産部品を比較計測するゲーjingシステム
- ・極限の過酷な環境でも使用可能な高速レーザー測定・測量システム
- ・工作機械の性能測定およびキャリブレーション用レーザーシステムとボールバーシステム
- ・脳神経外科用医療機器製品
- ・CNC 工作機械での段取り・芯出し、工具計測、寸法計測用プローブシステムおよびソフトウェア
- ・非破壊方式の素材分析用ラマン分光分析システム
- ・三次元測定機用の測定センサーシステムおよびソフトウェア
- ・三次元測定機および工作機械プローブ計測用各種スタイラス

世界各国でのレニショーネットワークについては、Web サイトをご覧ください。www.renishaw.jp/contact



レニショーでは、本書作成にあたり、細心の注意を払っておりますが、誤記等により発生するいかなる損害の責任を負うものではありません。

© 2020 Renishaw plc 無断転用禁止

仕様は予告無く変更される場合があります。

RENISHAW および RENISHAW ロゴに使用されているプローブシンボルは、英国およびその他の国における Renishaw plc の登録商標です。

apply innovation ならびにレニショー製品および技術の商品名および名称は、Renishaw plc およびその子会社の商標です。

本文書内で使用されているその他のブランド名、製品名は全て各々のオーナーの商品名、標準、商標、または登録商標です。



H - 5504 - 8918 - 01

パーツ No.: H-5504-8918-01-A
発行: 2020年11月