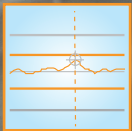


ディファレンシャルハウジングの自動プロセス コントロール



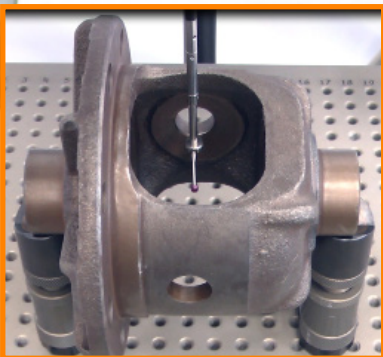
重要公差のインラインコントロール



傾向管理と自動補正



専用ゲージと段取替えの削減



概要

ディファレンシャルハウジングは、マシニングセンター、旋盤加工と複数の工程を経てギヤと組付け可能な状態まで加工される。

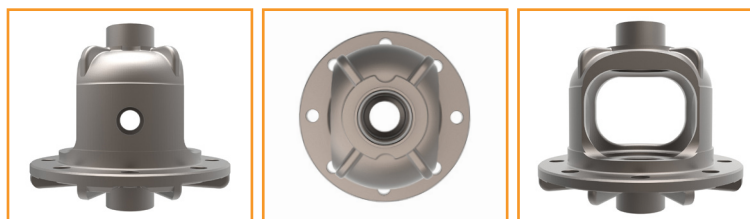
一般的なディファレンシャルハウジングの製造工程では、数種類の総型ゲージを工程内検査で使用し、品質確認と加工の補正を行っている。継続的な課題として、製造サイクルタイムの短縮やコストのかかる定期メンテナンスの削減、設備投資の低減が求められている。

本ケーススタディでは、高度な製造プロセスを持ち、スクラップゼロを目指しているディファレンシャルハウジングの製造業者が、レニショーの技術を導入した代表的な製造工程の改善事例を考察する。

ディファレンシャルハウジング製造工程例 (Equator™ を使用しない場合)



ディファレンシャルハウジングの加工



*メーカーによって、工程が異なる可能性あり

課題

1 1種類の機器で多種多様なパーツを検査したい

現状のゲージは、高価なうえ、1機種にしか使用できない。すべての種類のパーツを検査するには、似たようなゲージをたくさん購入する必要がある。既存ゲージを再加工したり再利用したりするのは難しく、費用もかかるため、新機種には新たなゲージを購入している。

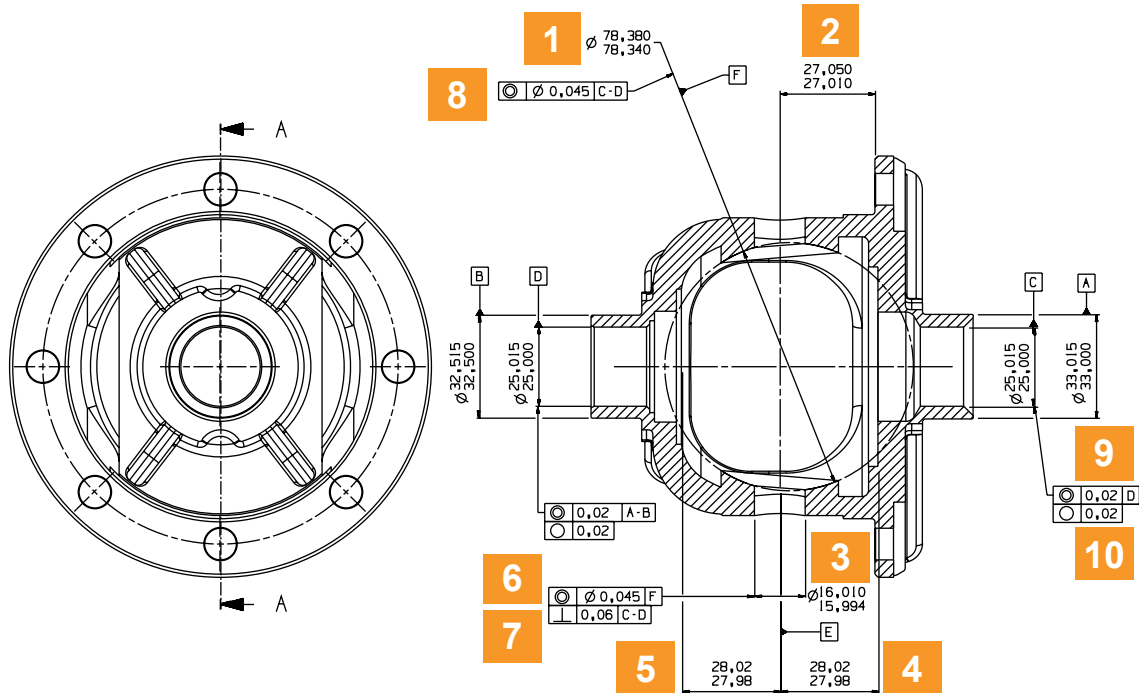
2 工程の効率と品質を向上したい

スクラップ発生の原因は、工作機械のドリフトにある。目的は、プロセスコントロールを向上することで、スクラップゼロを達成することである。

3 加工サイクルタイム内で重要形状を検査したい

重要公差である穴と球面中心の位置関係の検査は欠かすことができないが、検査の段階を複数に分けると時間がかかってしまい、生産サイクルタイムのペースを維持することが難しくなる。

ディファレンシャルハウジングの検査要件



SECTION A-A

#	検査項目	公差	機能上の重要性	フィードバック
1	ケース内側の球面の直径	±20µm	この球中心が、各形状の基準となる。また、ギヤを位置決めする際の重要形状でもある。	
2	取付け面に対する、ピニオンギヤの穴の軸のアライメント	±20µm	ギヤのかみ合わせを確保するため。アライメント不良は、早く摩耗する原因となる。	
3	ギヤ穴の軸の内径	+10/-6µm	はめ合いが悪いと、ディファレンシャルハウジングをギヤやアウターケーシングに組み付けにくくなる。	
4	球面中心から内面 (右) の距離	±20µm	ギヤをシャフトに固定した際にアライメントがずれていると、摩耗が早くなる。	
5	球面中心から内面 (左) の距離	±20µm	ギヤをシャフトに固定した際にアライメントがずれていると、摩耗が早くなる。	
6	球面中心とピニオンギヤ穴の同心度	45µm	ギヤのかみ合わせを確保するため。	
7	車軸の軸とピニオンギヤ穴の軸の直角度	60µm	ギヤのかみ合わせを確保するため。	
8	C-D 線に対する、球面の同心度	45µm	ピニオンギヤと車軸ギヤのアライメントを確保するため。アライメントがずれていると、どちらのギヤも早く摩耗し、不具合を起こすことになる。	
9	車軸の軸に対する、データムの C 車軸穴の同心度	20µm	車軸中心のアライメントを確保するため。アライメント不良は、早く摩耗する原因となる。	
10	データムの C 車軸穴の真円度	20µm	車軸との良好なはめ合いを確保するため。はめ合い不良を防ぎ、潜在的に不均一に摩耗することを防ぐため。	

凡例:



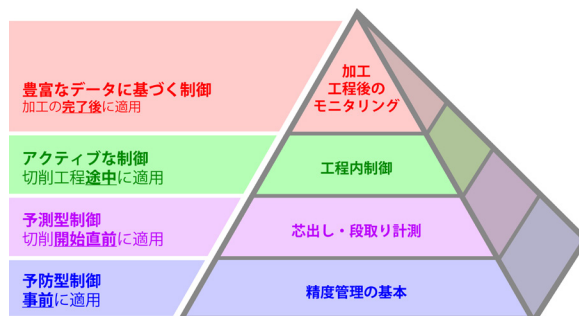
測定値を元に加工機の工具オフセットを自動更新

注: 加工寸法から得られる情報以外にも、加工面の形状から刃物の状態を把握可能。

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、ディファレンシャルギヤ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、そして検査と自動フィードバックのための現場測定などが挙げられる。



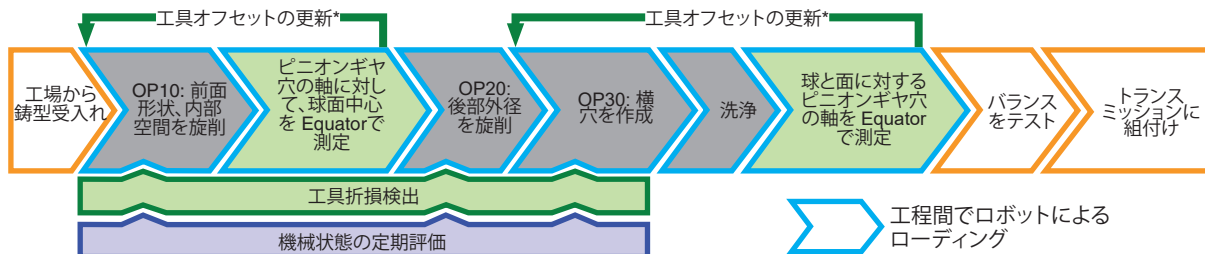
Productive Process Pyramid™ (ピラミッド型高生産性プロセス)

製造工程: 改善提案

従来の工程



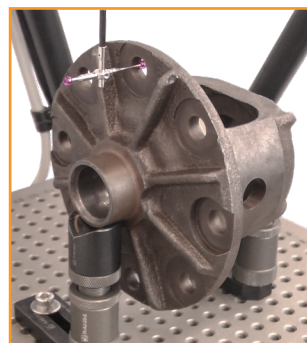
改善提案



*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。測定した寸法から工具の補正量を算出し CNC コントローラへ送信する。画面に表示される測定データを基に、手動でオフセットを更新することもできる。

導入後の結果

Equator™ の導入効果として、3段階に分かれていた検査工程を1台の装置で実施できるようになり、設備投資やランニングコストが削減できた。さらに、加工時間内に重要公差の検査もできるようになったため、検査工程の効率化も図れた。工具オフセットを自動でフィードバックできるようになったため、設計値に近い寸法で加工できるようになり、生産量と品質が向上した。



導入後の結果

1 1回の操作で全項目を検査

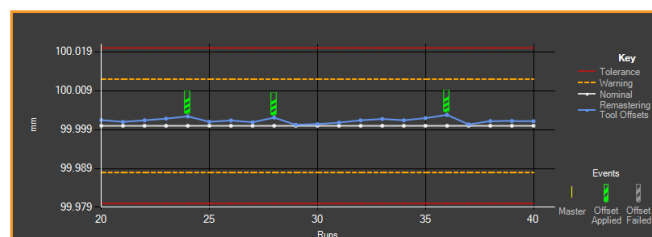
Equator 1 台で、位置や幾何形状といった、対象公差をすべて測定している。重要な検査項目は 10 点あり、6 点の自動補正を NC コントローラに送信している。

#	検査項目 測定時間: 2 分 45 秒	公差	ゲージ R&R %*	ゲージ R&R 全変動*
1	ケース内側の球面の直径	±20µm	1.5%	0.5µm
2	取付け面に対する、ピニオンギヤの穴の軸のアライメント	±20µm	3.7%	1.1µm
3	ギヤ穴の軸の内径	+10/-6µm	6.0%	0.7µm
4	球面中心から内面 (右) の距離	±20µm	4.5%	1.4µm
5	球面中心から内面 (左) の距離	±20µm	5.0%	1.5µm
6	球面中心とピニオンギヤ穴の同心度	45µm	3.2%	2.7µm
7	車軸の軸とピニオンギヤ穴の軸の直角度	60µm	3.3%	2.1µm
8	C-D 線に対する、球面の同心度	45µm	1.3%	0.8µm
9	車軸の軸に対する、データムの C 車軸穴の同心度	20µm	6.9%	1.4µm
10	データムの C 車軸穴の真円度	20µm	3.2%	1.0µm

*タイプ 1 ゲージ R&R: 同一パーツを 30 回ロード/アンロード

2 工程の効率と品質が向上

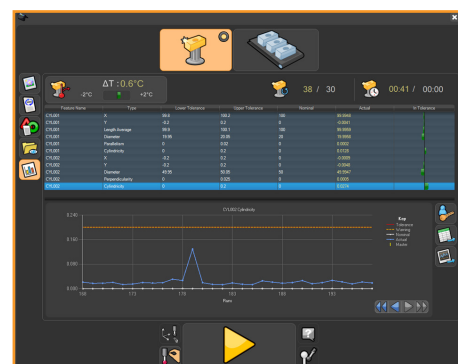
Equator と IPC ソフトウェアを組み合わせることで、工具補正を完全自動化できる。重要公差に関する Equator の測定データは、常時モニタリングされている。工具オフセットは、必要に応じて CNC コントローラに送信され、パーツ加工が設計値に近づくよう補正される。加工の変化を常に制御するようになったことで、1.67 を超える CpK を達成した。



Process Monitor の画面例。工具補正のタイミングと加工寸法の経過を示す

3 サイクルタイム内で重要公差を検査

測定スピードが速いため、サイクルタイム内で全数検査が可能となった。Equator は、複数の機種や型番に対応するようプログラミングされている。個別のゲージを複数用意する必要がなくなったため、初期投資とランニングコストが削減された。パーツの選択は数秒で実行でき、手動ゲージに比べて段取替えの時間が短くなった。Equator で幾何形状を測定できるため、三次元測定機を品質管理に活用できるようになった。



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 - 8829 - 01 - A

パーツ No.: H-5504-8829-01-A
発行: 2020年03月