

apply innovation™

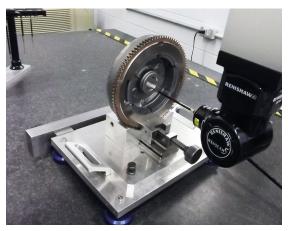
5軸3次元計測装置(CMM)で 品質保証部も"Good Time"

Kawasaki Motor Manufacturing Corp. USA 社、米国ミズーリ州メアリヴィル工場では、スキャニング式プローブの採用で、表面形状のデータ収集と機械加工セルへのフィードバックがスピードアップして、CMM装置の治具を低減し、プローブキャリブレーションの時間を数時間から数分に短縮しました。計測スループットの増加と測定における柔軟性の向上で、製造および研究開発部門へのフィードバックの高速化が実現、それとともに、最終的にはスキャニング式3次元側定装置での測定だけになり、ギヤやカムリフトの寸法検査システムが不要となることもありえそうです。

「カワサキ」オートバイファンに乗り心地を楽 しんでもらうことを願って「Let the good times roll」をキャッチコピーで謳う同社の、小型エン ジン工場内でも"Good Time"が進行中です。5軸 スキャニングプローブシステム2台を同工場に 導入したことで、3次元側定装置(CMM)での寸 法検査時間とプローブキャリブレーションの時 間が激減され、エンジン部品加工作業へのQC (品質管理)フィードバックの高速化が実現し ています。同工場では、SP25スキャニングプ ローブ2個使用のPH10首振りヘッド搭載従来 型3軸対応の3次元測定装置(CMM)から、レニ ショーの5軸REVO®システム搭載のミツトヨ製 3 次元測定機、Crysta-Apex121210に切り替え ました。その結果、多量のスキャニング側定が必 要なアプリケーションでの検査時間が半分から 半分以下に減少、特注のプローブ構成部品の必 要がなくなり、それまで 6~7時間かかったプ ローブキャリブレーションの時間が45分に激減 され、また、新たに形状表面データの大量収集 機能が備わったため、パーツの品質が一層向上 されています。中でも最も重要なのはREVOシ ステムの導入により、計測スループット量の増加 とデータの質の向上に大きな進捗が見られて、 品質管理作業での柔軟性が大幅に向上したた め、生産活動と研究開発活動の両面において、 戦略的サポート装置として、本システムの価値 が認識されたことです。

カワサキ方式製造システム

敷地面積80万平方フィート(74.4万平米)のメアリヴィル工場は、1989年に操業開始。業務用および民生用芝刈り機OEM供給者向けに、また、カワサキATV(4輪バギー車)および多目的車「Mule™」を生産する系列工場向けに、1000cc以下の空冷/水冷単気筒および2気筒エンジンを



FX シリーズ小型エンジンのフライホイールを検査する REVO ヘッド

生産しています。工場内では、アルミダイカスト品、プラスチック射出成形品の生産、さらに、大量の機械加工、塗装、組立が行われます。さらにすべてのエンジン(年間約 50 万台)には、出荷前に始動テストを行っています。

「ここは、カワサキ方式製造システム(KPS)で 操業しています」と品質管理技術グループ・スー パーバイザー、ワッツ氏は説明します。「多品目を 少量生産していますが、製品の品質および生産技 術で要求されるレベルは、自動車業界でも最高 水準にあります」同工場には、機械加工のライン が50あり、通常、最初の加工工程を行う工作機 と最終工程の工作機がお互いに向かい合うよう に、U字に配置されています。「基本的に、複数の 工程からなる機械加工ラインを、パーツが高速で 一個流しされる方式です」とワッツ氏は続けます。 同社製口ボットを連携させ、ダイカスト工程の多 くの場面で、また、機械加工のある部分で作業の 自動化が進められています。クランクケース生産 ラインの一本では、ロボットが素材を機械に搬入 して、加工済み品を搬出し、組立工程で使用され る部品置き場に保管されます。パーツはアルミニ ウム材、鋳鉄材、鉄鋼材から機械加工されます。

「高級車に使用されるパワートレインと同様の公差を使用しており、アルミニウムパーツには4~5の重要工程、また鉄鋼パーツには15の重要工程が存在します。」とワッツ氏は公差について説明します。形状面に数ミクロン単位の公差を使用したり真位置に0.05mmという公差を使用するのも珍しいことではありません。

品質管理(QC)検査室では、量産パーツ125種の検査および、下請け納品パーツや開発用試作品の検査も担当します。検査室は内部が環境(温度・湿度)管理され、機械加工の生産ラインの隣に設置されており、定期/通常検査用のパーツがカートやトレイン(何台かのトローリーカートを引く電気車両)で搬入されます。ライン組み替えの際に、優先的に検査する重要部品が人の手で持ち込まれたり、問題がありそうな部品をオペレーターが持ち込んだりします。

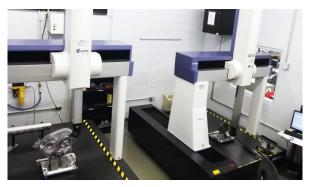
5軸スキャニングの利点

「私がここで働き始めた当時は、PH10首振りへッドとSP25プローブを搭載した2台の3軸CMMと、固定式プローブを搭載したもう1台のCMMがありました」とワッツ氏は振り返ります。「あの当時、プローブ構成部品を製作しなければならず、首振り式へッドを使用してもできる検査が限られていて、なかなか思うようにいきませんでした。プローブ構成部品の数があまりに多くて、キャリブレージョンに6~7時間を要していたため、計測スループットにも影響がありました。私たちは業界標準以上のものを求めていたため、いくつかのオプションを検討したところ、5軸REVOシステムが最も高速で柔軟性に優れているように思われただけでなく、ニーズに最も適していました。」

同社は、2009 年にミットヨで REVO システムをすでに取付けた状態のミットヨのCrysta-Apex 121210を購入しました。同機で全てのパートプログラムが実行できる状態になってから、別のもう一台の同タイプ工作機械にもREVOシステムを後付しました。

REVO 5軸スキャニング式プローブヘッドは、最速毎秒6000点のデータ収集が可能です。これは、はめこみ (fit) や形状表面を高精度で検証するために多量のデータ収集が必要な、自由曲面の表面や複雑形状の高速・高精度計測用に設計されており、無限の回転と位置決めを実行するために回転軸を、垂直の平面と水平の平面でそれぞれ1軸づつ、2軸使用しています。さらに、5軸ソフトウェアは3次元測定機の直線軸と同期をとりながら、ヘッドを移動させます。本ソフトウェアの「Look ahead」アルゴリズムがプローブの計測パスと測定機が継続して連動するようにします。ヘッドは移動しながら位置を調整し、スタイラス先端が常に、最高500mm/secの倣い測定速度で、変化する形状輪郭/表面に接触し続けるようにします。

「SP25 はスキャニングプローブでしたが、3 軸 CMM ではスキャニング速度が遅すぎたため、95パーセン



カワサキのメアリヴィル工場にある Revo 搭載の CMM

トはタッチプローブ計測に使用していました。」と ワッツ氏は説明します。「タッチプローブ計測では不 充分だということを示す良い例は、シリンダーとク ランクの穴です。直径 80 ~ 100mm、深さ 150mm の 穴形状を測定する際、充分な数のデータ点数を高精 度で収集するには、SP25 では時間がかかりすぎまし た。それで、機械の芯だし/セットアップと設計部門か ら特別な要請があった場合にだけ、寸法計測を実行 しました。現在では、計測するすべてのクランクケー スに対して REVO で穴のスパイラルスキャンを行い、 システムからソフトウェアに値を出力しています。これ らデータのグラフは、社内LANを介して、品質管理部、 製造技術部、生産部のだれもが利用できるようになっ ており、トラブル発生時の検証解析に威力を発揮して います。問題が「可視化」するのです。SP25 で 3 ~ 4 分かかっていた作業も、REVO により 10 秒で計測で きるようになりました。」 REVO スキャニングヘッドを 使用することで、タッチプローブ計測を行う必要性が ほとんど排除されました。現在、検査の95%に倣い側 定を使用、以前のような時間のロスがなく、使用する コンピュータの処理速度の限界まで大量に、データ 収集ができます。ROVOプローブは、必要な場合に 「ヘッドタッチ」プローブとして使用したり、伝統的な 機械タッチプローブ計測に使用することも可能です。

「倣い側定で寸法検査を実施して、生産や製造技術部関係者の、側定データに対する信頼度が増しました」とワッツ氏は付け加えます。「タッチプローブ計測では、7~8点しか側定点を取り込まないので、微塵粒子1粒でも円が完成されず、円の位置が外れてしまうことがあります。タッチプローブでは検出できない平面度エラーの例やタッチプローブ計測の少ないデータ量では発見できないシリンダー穴形状の例が、明確に文書化されています。それでも出荷前にこれらの問題は検出されましたが、パーツは廃棄処分となりました。REVOのスキャニング機能で、時間を大幅にかけなくても、形状誤差を早期に検出できます。おかげで、早い段階から品質問題を特定して、より素早い対応を取れるようになりました」。



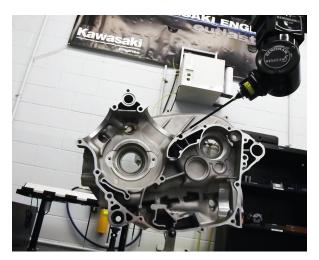
プローブ構成部品数を少なくして、柔軟性を向上

REVOを使用するメアリヴィル工場では、すべての量産パーツの計測に必要なプローブ構成が2つのみとなり、チェンジラックに収納の特注プローブは、2・3の特殊アプリケーション用に使用されます。REVOは無限の角度で位置決めできるために、特殊な治具を使用したり、どのプローブを使用するかを考慮する必要もなく計測できるようになったため、下請け業者からのパーツ用の特殊な構成も不要になりました。プローブ数の減少に伴い、キャリブレーション時間も46分前後に短縮されました。そのため品質管理の担当者は、シフトのたびにキャリブレーションを実行する代わりに、キャリブレーションを実行する代わりに、キャリブレーションを実行する代わりに、キャリブレーションを実行する代わりに、キャリブレーションとをモニターします。

「現在では、わずか 2 種類のプローブ部品ですべての量産パーツを計測できるようになりました。」とワッツ氏は述べます。「REVOではスタイラスとワークの間で大きなアプローチ角度を確保できるのでに、大型ボールスタイラス構成部品を使用しなくても済みます。Rovoで倣い側定中、このアプローチ角度があるため、内径5mmの計測に使用したのと同じスタイラスでも、スライラス軸が当たってしまうこともなく、シリンダー内径などの大きなシリンダー形状を測定することができます。」

REVOシステムの柔軟性も時間を短縮できるようになった一因です。「どんなパーツでも、特殊なキャリブレーションを行うことなく、限られた冶具で、(2台あるうちの)どちらの機械で側定することができます。」とワッツ氏は説明します。「3種類の治具ですべてのパーツを計測しています。REVOプローブは、初めに位置決めを行った後、自動的にパーツへオリエントします。そのため、パーツのアライメントによる側定エラーを心配することなく、特殊冶具の使用をほぼ排除しました。」

同社では、REVOシステムへのアップグレードがきっ かけとなって、検査ルーチンのプログラミングも社内 で開発したコードによる、パラメータ式とモジュール 式のプログラム作成方法に移行しました。この方法 だと、ひとつのパーツグループに同一のプログラム が使用できます。「たとえば、ここで扱う 30 種類のク ランクシャフトを例に取ると、そのサイズや位置が異 なっても、どれも同じ形状です。そのため、同じ検査プ ログラムを使用してすべてのパーツを計測すること ができます。」とワッツ氏はいいます。「これが REVO 導入による最も大きな利点の一つです。」角度に制限 がないREVOシステムでは、形状のサイズや向きによ ってスタイラスがパーツ形状に干渉することを心配 することなく、簡単にパラメータ式でプログラムを作 成することができます。プローブは、計測対象の形状 に対して自動的に直角に配置されるため、プログラ ム作成がシンプルになります。



稼働する REVO

測定が高速化すればするほど、研究開発部への 品証データが高質化

ワッツ氏は、3軸から5軸プログラミングへの移行は難しくなく、あまり技術力のないプログラマーでも3軸と同様に REVO の検査プログラムを作成できるといいます。しかし、検査スピードを最適化するためには、できるだけ多くヘッドの動作を盛り込むことが重要です。「そうすれば、計測誤差を引き起こすことなくパーツを最速で倣い側定できます。」とワッツ氏は付け加えます。「REVOシステムでたくさんの可能性が広がり、制約はほとんどありません。ですから、プログラマーの技術力に関係なく速度面の利点を享受できます。」

検査結果は、加工ラインに手渡されたり、社内LAN を介して、加工ラインのオペレーターが近くのパソ コンからアクセスしたりします。「検査レポートのいく つかは、直接マシニングセンターの座標系に、オフ セット値を送るようになっています。そのため、CNC オペレーターはオフセット調整値をレポートから読 み取ることができ、どのオフセット値を入力するか で、ミスが発生することは起こりえなくなります。」と ワッツ氏は説明します。「我々は"ベストフィット"アル ゴリズムのいくつかを活用しており、かなり複雑な アルゴリズムを駆使しなれば、正しく調整できない パーツなどで、また、複数工程の同時調整の実行に、 製造エンジニアと連携して使用しています。REVO を使用する以前はこの能力が限られていました が、REVO によりパラメータ式のプログラミングを行 えるようになったために、あらゆる領域に簡単にこ の能力を拡張できるようになりました。

5軸3次元側定機による倣い側定は、速度、データ品 質、検査能力の面でメアリヴィル工場品質管理部に 一大革命をもたらしましたとワッツ氏はいいます。 「全く同じ工作機械を2台設備することが、どれだけ 大きな利益となるかを実感し、その成果を得ていま す。1台の機械が故障したり、キャリブレーションの ために停止していても、他の機械で重要なパーツを 測定できるからです。大型パーツを小型のCMM に 配置したり、難しい角度を必要とするパーツを対応 できない機械で計測しようとしたりするのが、品証 検査室の仕事でしたから、これが一番の恩恵です。 以前は、研究開発部門から特定の形状を計測するよ うに要請されても、与えられた時間ではほとんど不 可能なケースもよくありました。現在では、短時間で データを提供できるだけでなく、スキャンしたデー タに対する人々からの信頼度が高まっています。単 純な検査スピードの向上に加えて、柔軟性、治具の 低減、形状計測、パラメータ式プログラミングなどの 要因がすべて相乗効果になっています。」

メアリヴィル工場ではすでに、5万個以上の量産パーツを2 台の REVO 搭載3次元側定装置で計測しました。実用性が確認されれば、REVOシステムをさらに、ギアやカムリフトの検査にも拡大する計画があることをワッツ氏は示唆します。「カムリフト用に当社ソフトウェアで独自のアルゴリズムとサブルーチンを開発しました。ローブの上にあるリフトの測定に要するプローブの角度は、REVO システムがなければ、もっと困難だったはずです」

www.renishaw.jp/CMM

レニショー株式会社 〒160-0004 東京都新宿区四谷4-29-8 レニショービル

T 03-5366-5315 F 03-5366-5320 名古屋支社 〒461-0005 愛知県名古屋市東区東桜1-4-3 大信ビル3階

T 052-961-9511 F 052-961-9514 E japan@renishaw.com www.renishaw.jp



レニショーについて

レニショーは、エンジニアリング技術をリードする企業で、製品の開発と製造の革新技術において優秀な歴史を築いてきました。 1973年の創業以来、プロセスの生産性および製品品質を向上し、コストパフォーマンスに優れたオートメーションソリューションを提供する最先端の製品を提供してきました。

系列会社と販売代理店の世界的なネットワークを利用し、お客さまに格段のサービスとサポートをご提供いたします。

取り扱い製品:

- ・ レーザー溶融、真空鋳造、射出成形による積層造形技術
- 様々な産業の豊富なアプリケーションに役立つ先進の素材技術
- 歯科用CAD/CAMスキャニングと加工システムおよび歯科用付属品
- 高精度の位置決めおよび角度位置決めフィードバック用エンコーダシステム
- 三次元測定機と汎用ゲージシステム用の部品固定ジグ
- 機械加工部品の比較測定を行うゲージシステム
- 極限環境で使える高速レーザー測定と測量システム
- 機械の高精度計測および校正用レーザーシステムおよびボールバーシステム
- 神経外科用医療機器
- ・ CNC 工作機械の作業設定、工具設定、および検査用プローブシステムおよびソフトウェア
- 材料非破壊分析用ラマン分光システム
- CMM(三次元測定機)測定用センサーシステムおよびソフトウェア
- ・ CMMおよび工作機械のプローブアプリケーション用スタイラス

世界各国でのレニショーネットワークについては、弊社のWebサイトをご覧下さい。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。

© 2013 Renishaw plc. All rights reserved.

Lではアロボンタとくれる場合が必要す。 RENISHAW および RENISHAW ロゴに使用されているブローブシンボルは、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 およびレニショー製品およびテクノロジー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、標章、商標、または登録商標です。



発行: 0313 パーツ No H-5650-3199-01-A