

SupaScan 表面状態モニタリング： 技術的な実証

従来のオンマシンワーク芯出しや加工後の寸法計測と同様に、SupaScan では工作機械の治具にワークを固定した状態で平面の表面状態をモニタリングできる。

表面状態モニタリングの技術的な実証により、SupaScan と従来のオフマシン寸法計測システムとの比較を示す。

オンマシン表面状態モニタリング

加工したワークの表面には表面状態誤差が頻繁に発生する。表面状態誤差はワークの見た目や機能面の不具合を引き起こすことが多く、また再加工の大きな原因にもなりうる。そのため、加工中の早期特定と解決が不可欠である。SupaScan を使用することで下記のような表面における一般的な不具合を検出できる。

- 周期的な誤差：摩耗した工具や機械の振動で発生した、表面の繰り返しの形状
- 表面ピーク：欠損工具や摩耗工具が原因で発生
- 表面の段差：切削工具寸法の想定外の差異や工具の切削抵抗、切削力によるワークのたわみ、機械の熱変位が原因で発生

劣悪な加工面の原因は摩耗工具や欠損工具、折損工具であることが多いが、製品寿命を迎えた工具や公差内パーツを生産できなくなった工具はインプロセスで表面状態をモニタリングすることで特定が可能である。これにより工具を交換の必要があるぎりぎりまで継続使用できるため、工具寿命の最長化と工具コストの削減につながる。

表面状態の計測にはハンディセンサーが従来使用されていたり、専用の測定機にワークを移動する必要があった。SupaScan で表面状態モニタリングを自動化することで、ワークを工作機械に配置したまま表面状態パラメータを取得できるため、計測の再現性が向上しワークを固定したまま補正を適用できる。すなわち再加工とスクラップの低減につながる。

表面状態検査ではうねりの最大断面高さである W_t を出力する。出力後、機械変数に転送し、後工程の制御に活用したり詳細解析用に .csv ファイルをエクスポートしたりする。また、補助アプリ Surface Reporter の画面で表面曲線の履歴やうねり量の検出結果を確認できる。うねり量の検出結果は色分け表示され、ワーク表面が公差内に収まっているかわかりやすく確認できる。

Ø2mm のスタイラス球を使った SupaScan で、ワーク芯出しや加工後の寸法計測などのプローブ計測タスクと同様に、表面状態データの取得も行える。

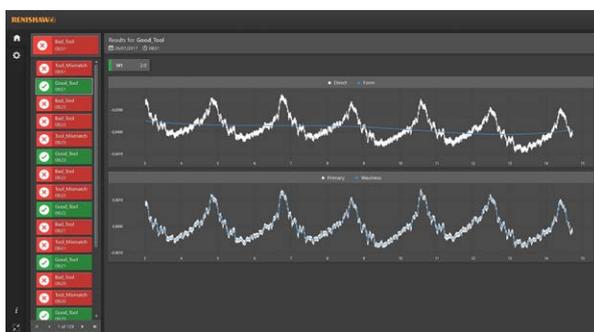


図 1：表面うねり量を示す Surface Reporter

表面状態モニタリングのプロセスコントロールへの活用

表面のうねり量に影響を与えるプロセス内の要素は SupaScan を活用することで制御できる。うねり曲線の最大断面高さを工作機械変数に格納することで、機械コードのロジックにより工具オフセットなどの機械パラメータの変更要否や、工具の折損および予備工具との交換要否を判定できる。

SupaScan のソフトウェアが表面状態スキャン生データから形状曲線をフィルタリングし、うねり曲線を抽出する。なお、うねり曲線をどのように抽出するかはカットオフ値 λ_c を設定することで調整できる。カットオフ値 λ_c は、プロセスコントロールに使用するには 0.08mm を超える値を推奨する。

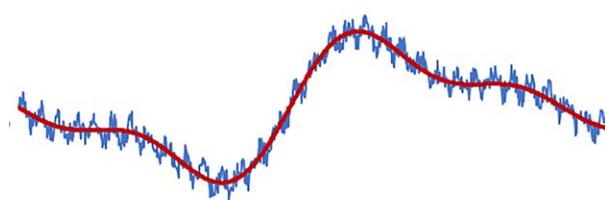


図2: カットオフ値 λ_c を大きくして形状曲線フィルタリング後の曲線(青)からうねり曲線(赤)を抽出

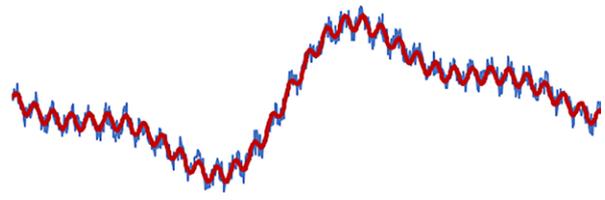


図3: カットオフ値 λ_c を小さくして形状曲線フィルタリング後の曲線(青)からうねり曲線(赤)を抽出

技術的な実証

SupaScan の表面計測能力を実証するために、異なる 6 種類の表面仕上げを示すアルミニウム製テストパーツを作成した。テストパーツには摩耗度の異なる工具で 6 回切削を行った。各切削に使用した工具の摩耗度は異なるため、テストパーツのセクションごとに表面状態が異なる。セクション 1 は新品の工具で、セクション 6 は最も摩耗した工具で切削した。



図 4: 6 種類の異なる表面状態を示す 6 個の切削面を刻んだテストパーツ

表面のうねり量

下表にテストパーツのセクションごとのうねり曲線を示す。測定には SupaScan(Ø2mm スタイラス球、送り速度 500mm/min) とレニシヨ一製 REVO® RSP2 プローブを装着した三次元測定機(Ø1mm スタイラス球、送り速度 120mm/min)を使用した。 λ_c の値は 0.25mm にして粗さ曲線からうねり曲線を抽出した。

各セクションの切削に使用した工具摩耗のイメージをそれぞれに示す。

セクション1のうねり曲線

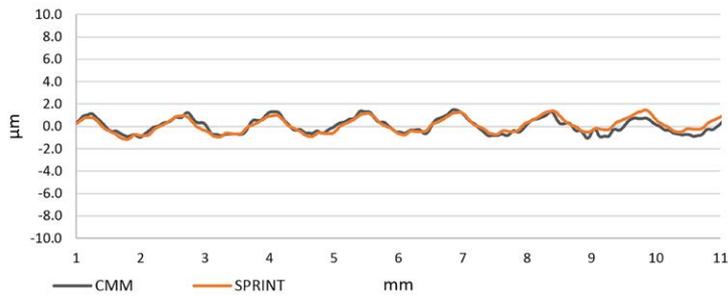


図5: 三次元測定機と SupaScan で測定したセクション1のうねり曲線。
三次元測定機によるうねり量 = $W_t = 2.560\mu\text{m}$, SupaScan = $W_t = 2.575\mu\text{m}$

セクション2のうねり曲線

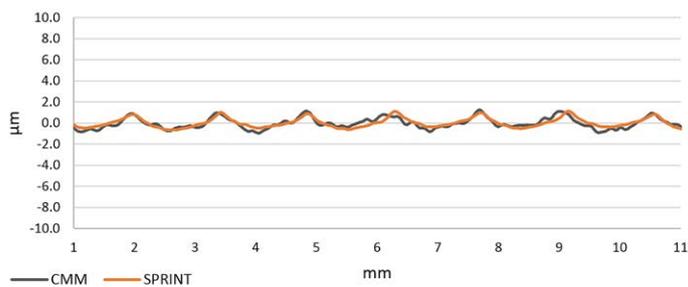


図6: 三次元測定機と SupaScan で測定したセクション2のうねり曲線。
三次元測定機によるうねり量 = $W_t = 2.203\mu\text{m}$, SupaScan = $W_t = 2.086\mu\text{m}$

セクション3のうねり曲線

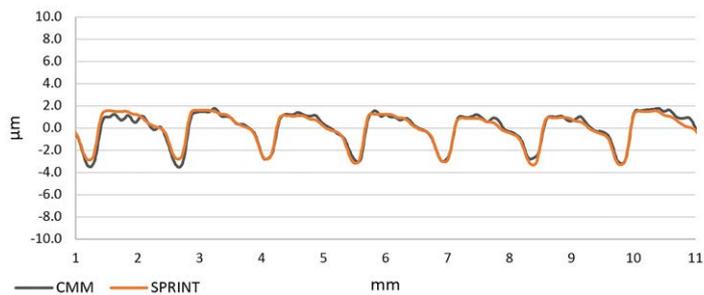


図7: 三次元測定機と SupaScan で測定したセクション3のうねり曲線。
三次元測定機によるうねり量 = $W_t = 5.294\mu\text{m}$, SupaScan = $W_t = 4.985\mu\text{m}$

セクション4のうねり曲線

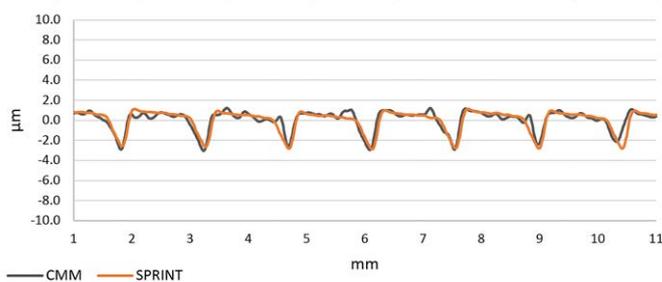


図8: 三次元測定機と SupaScan で測定したセクション4のうねり曲線。
三次元測定機によるうねり量 = $W_t = 4.245\mu\text{m}$, SupaScan = $W_t = 4.109\mu\text{m}$

セクション5のうねり曲線

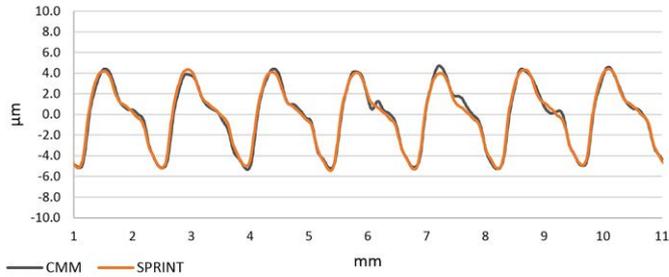


図9: 三次元測定機とSupaScanで測定したセクション5のうねり曲線。
三次元測定機によるうねり量 = $W_t = 10.028\mu\text{m}$ 、SupaScan = $W_t = 10.067\mu\text{m}$

セクション6のうねり曲線

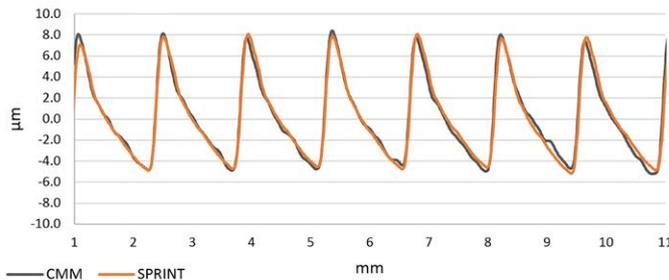


図10: 三次元測定機とSupaScanで測定したセクション6のうねり曲線。
三次元測定機によるうねり量 = $W_t = 13.656\mu\text{m}$ 、SupaScan = $W_t = 13.670\mu\text{m}$

SupaScanで取得したうねり曲線と三次元測定機で取得したうねり曲線は、どの表面状態においても良好な相関関係にある。

トータルのうねり量値 (W_t) の相関関係

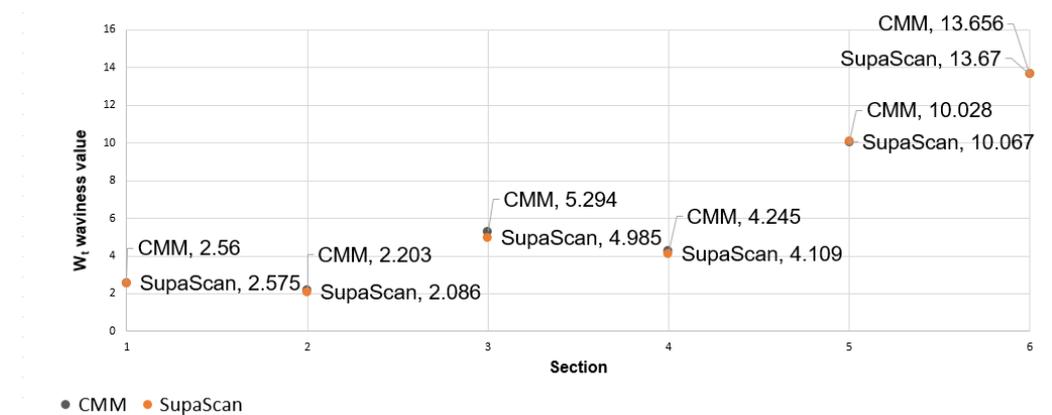


図11: 三次元測定機とSupaScanの W_t の相関関係

三次元測定機とSupaScanのうねり量値 W_t 間には良好な相関関係が見られる。

表面の段差

SupaScan は、切削工具寸法の想定外の差異や工具の切削抵抗、切削力によるワークのたわみ、機械の熱変位を示すような段差を表面状態データ内から検出できる

上記各セクションの表面のスキヤニングに加えて、プローブはセクション間の境界をスキヤニングしテストパーツに存在する段差の検出にも使用可能である。

下図は、2 個のセクション間に切削の深さの違いに起因する 140 μ m の段差が存在することを示している。

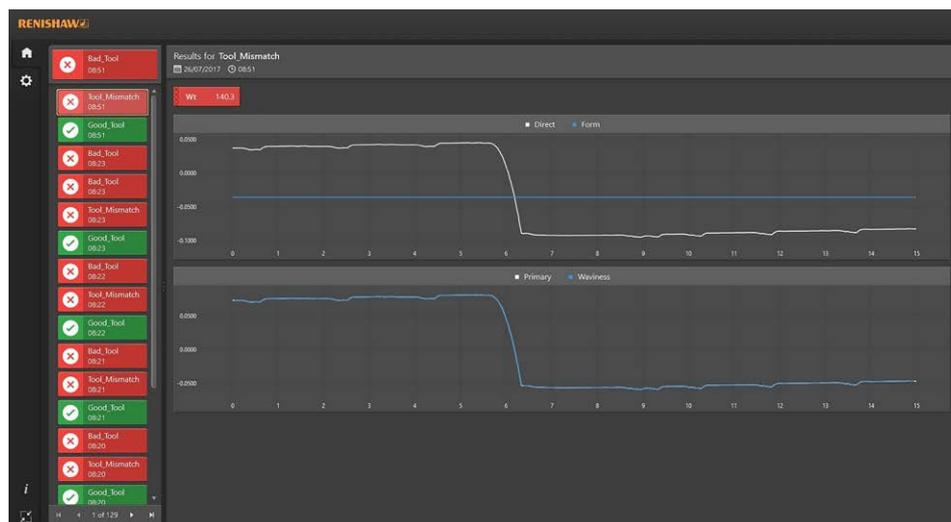


図 12: 工具の不一致によるおよそ 140 μ m の段差の SupaScan 計測

最後に

各種表面の表面計測結果から、工作機械上の SupaScan と三次元測定機でうねり量を測定した REVO RSP2 との間には良好な相関関係があることがわかる。

SupaScan を使用することで、1 個のプローブを表面状態のモニタリングだけでなく、ワーク芯出しと寸法測定の間方にも活用できる。平面の表面うねりを高速で方向を問わず計測できるため、本システムはさまざまな実際の用途に極めて汎用的なソリューションとして活用できる。

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さまに提供いたします。

取り扱い製品:

- ・ 設計・試作・製造用アプリケーション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、回転角度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(CMM)およびゲーシングシステム用治具
- ・ 加工済みパーツを比較計測するゲーシングシステム
- ・ 極限の過酷な環境で機能する高速レーザー測定・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
- ・ 脳神経外科アプリケーション用医療機器製品
- ・ CNC 工作機械での段取り・芯だし、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(CMM)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(CMM)および工作機械プローブ計測のアプリケーション用各種スタイラス

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。

© 2017-2019 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ブルーピンホールは、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、標準、商標、または登録商標です。



H - 5465 - 8342 - 02

パーツ No.: H-5465-8342-02-A
発行: 2019年4月