

三次元座標測定におけるスタイラス延長シャフトの 測定精度への影響

阿部 颯一(情報・生産技術部 試作加工グループ)

大澤 寿(情報・生産技術部 デザイン・設計グループ)

1. はじめに

製造業において、加工品の寸法は設計寸法通りである事が求められる。加工品の寸法を測定する手段は種々あるが、汎用性や測定精度から、多くの場面で三次元座標測定機が利用されている。三次元座標測定機は測定物に接触子を接触させ測定を行うが、大型の部品や組立済みの機械を測定する際、長い接触子を利用する。接触子が長くなると測定精度が低下することは経験的にわかっているが、程度や様相は不明である。そこで本研究では、延長シャフトを利用した際、延長シャフトの振動やたわみが測定にどのような影響がどの程度あるか、シャフトをどの程度まで長くできるのかを、複数の延長シャフトを用いて比較し、その影響を具体的に把握することを目的とした。



図1 三次元座標測定機

2. 検証方法

検証用に使用した三次元座標測定機 ZEISS UPMC850 CARAT を図1に示す。測定精度は $U_3 = 0.8 + L/600 \mu\text{m}$ (L mm: 測定長さ)である。評価ソフトは UMESS-6.01LX を使用した。

検証方法は、リングゲージを図2のように縦置きし、円測定を実施した。

十分、高精度に測定できる条件で測定した結果を基準とし、各種延長シャフトを利用して測定した結果を比較し、長さや材質による測定結果への影響について検証することとした。基準の測定として、SUSの20mm長さのシャフトで測定した結果、直径は30.0005mm、真円度は0.0003mmで、これを基準値とした。

使用した延長シャフトを図3に示す。

円の測定方法は、16点測定、スキャニング測定(フィルタ無し)、スキャニング測定(フィルタ有り)、動的補正、の4種類を各3回測定し、平均したものを測定値とした。動的補正は測定対象となるリングゲージ自身に対して行なった。

さらに参照情報として、スキャニング測定結果に発生する振動とスタイラスの振動の関係を調べるために、スタイラスの振動について調査した。スタイラスを測定機に接続し、ハンマリングによって静止時の固有振動数を測定した。また、図4のように、リングゲージの代わりとなる試料に接触させ、スキャニング時の振動特性や周波数分析を行なった。

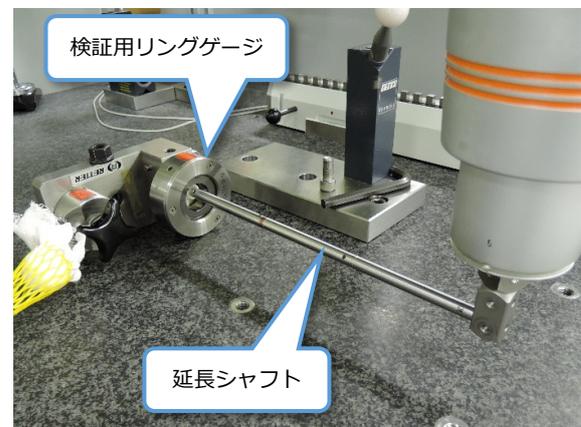


図2 検証方法

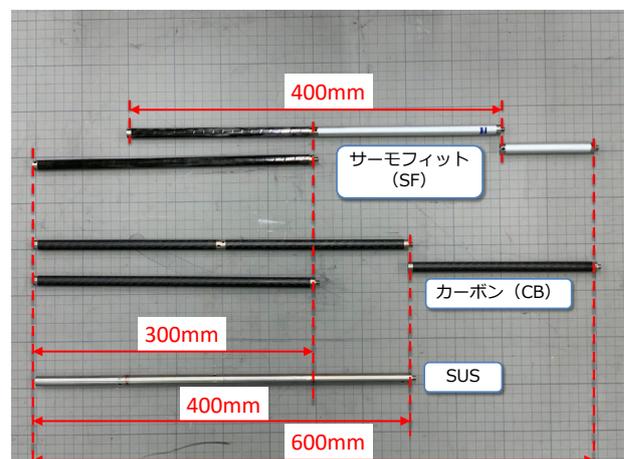


図3 延長シャフト

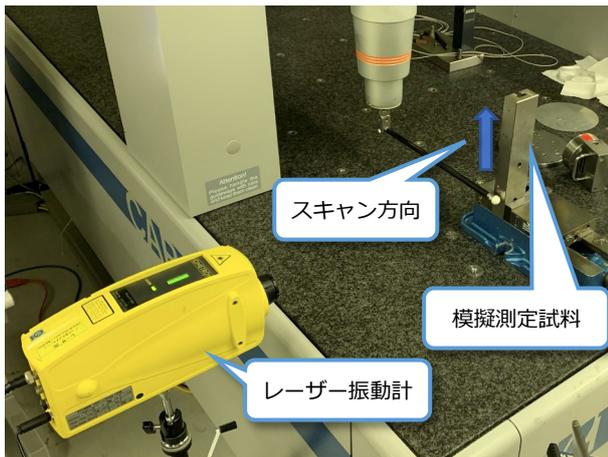


図4 振動検証方法（スキャン方向）

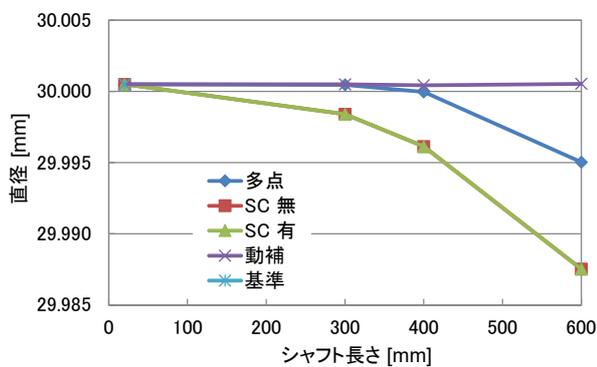


図5 サーモフィットによる直径測定結果

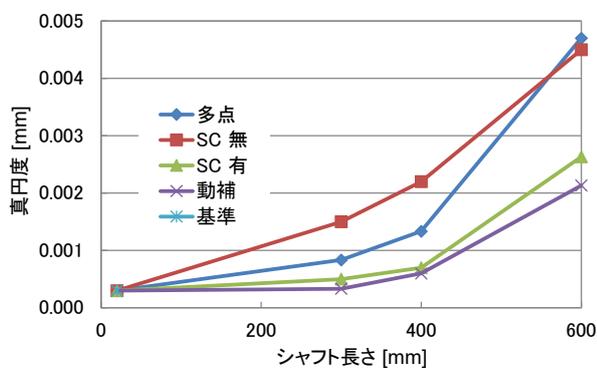


図6 サーモフィットによる真円度測定結果

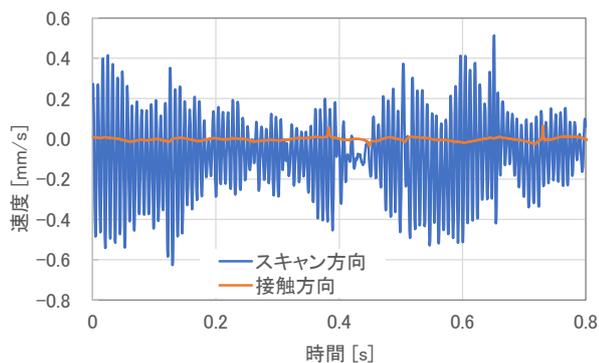


図7 振動測定結果

3. 検証結果

各材質、各長さの延長シャフトで測定した。一例としてサーモフィットの直径の結果を図5に、真円度の結果を図6に示す。図中の凡例は、多点：16点測定、SC無：スキヤニング測定（フィルタ無し）、SC有：スキヤニング測定（フィルタ有り）、動補：動的補正、基準：基準測定、をそれぞれ表す。

SUSはサーモフィットと類似した結果となったが、カーボンはサーモフィットに対して、直径の縮小量が2~3倍、真円度の増大が4~5倍、それぞれ悪化した。

直径に関して、動的補正は測定対象自身を基準としたため、最長の600mmでも基準値に近い測定ができた。多点測定は動的補正より小さく測定される傾向があり、スキヤニング測定はさらに小さく測定される傾向があった。また、シャフトが長くなると直径が小さく測定される傾向があったが、カーボンでは600mmで大きく測定された。

真円度は、カーボンで大きく測定された。300mm、400mmにおいては、SUSとサーモフィットは同等の結果が得られた。材料によらず、シャフトの長さが長くなると真円度は大きく測定される傾向があった。

次に振動測定の結果を示す。図7はスキャン方向と接触方向の振動速度の結果である。スキャン方向に対しては大きく振動しているが、接触方向には、振動が小さいことがわかった。また、スキャン方向の振動測定結果を図8に示す。材料に関わらず、延長シャフトの長さが長くなると、固有振動数が低下した。また、ハンマリングによって求めた固有振動数とスキヤニング時の振動周波数は、ほぼ一致した。接触方向での周波数分析では、特徴的な周波数成分は検出できなかった。

減衰率については、対象が複雑だったためか、ハンマリング後の減衰特性に再現性が低く、特定の傾向を見出すことはできなかった。

4. 考察及び今後の展開

今回の振動実験の条件と内径測定の場合には差異があるが、内径測定の場合、接触者が振動した場合、外側方向には制限されるが内側方向には自由に振動できるため、振動の中心（円軌道）が円中心側に移動し、直径が減少すると想定していた。振動測定の結果からは、接触者は接触方向に振動しているようには見えなかった。一方、スキャニ

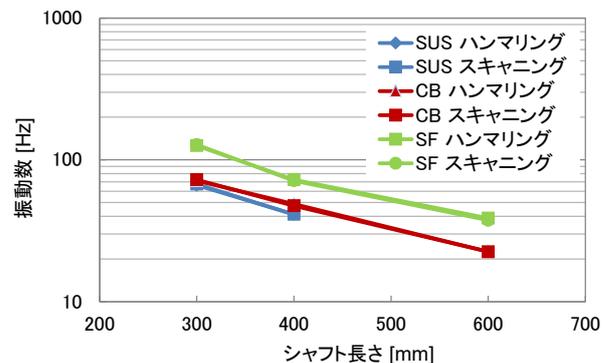


図8 振動数（スキャン方向）

ング測定の結果は振動している結果が得られているので、接触子が振動しているのではなく、それ以外のプローブシステムでの振動が支配的であったと思われる。

今後の測定においては、本研究で得られた知見として、

- ・スタイラスは制振対策（硬く・短く）に注意。
- ・シャフト長は 300 mm 超で材質に注意。
- ・スキヤニングはシャフトのたわみに注意。
- ・多点測定は測定方向性に注意。
- ・ゲージによる動的補正機能の活用が効果的。

を留意して実施していく。

5. おわりに

延長シャフトによる内径測定への影響に関する検証を行なった。得られた結果を以下に記す。

- 1) 内径は、延長シャフトが長いほど小さく測定された。
- 2) 多点測定より、スキヤニング測定の方が小さく測定された。
- 3) 動的補正を利用した場合、延長シャフトの材質、長さに関わらず、最も高精度に測定された。振動測定を行ったところ、スキャン方向には大きく振動し、接触方向には振動が小さかった。
- 4) シャフトの固有振動数とスキヤニング時の振動周波数が、ほぼ一致した。
- 5) 接触方向の振動はスキャン方向の振動よりかなり小さかった。