

精密測定信頼性評価に関する研究 (第2報)

丹羽 孝晴、田中 泰斗

Study on accuracy and reliability of measurement (II)

Takaharu Niwa and Taito Tanaka

三次元測定機においては、スタイラス形状、プロービング方法、測定力、測定速度などの条件を測定に応じて選択する。その選択においては、測定結果に影響を与える測定条件や測定戦略の因子とその影響の大きさを正確に把握することは簡単ではなく、測定者の経験や感覚に基づいて測定が行われる場合も多い。

本研究では、加工ワークの穴径測定と真円度測定を対象として、スタイラス球径の違いで測定値の差が出るのがわかり、その要因は、穴径の大きさとスタイラス球径の関係ではなく、表面粗さとスタイラス球径の関係であることが確認できた。

1. はじめに

当県の平成 29 年の製造業における金属製品製造業及び輸送用機械器具製造業の割合は約 27%を占めており¹⁾、本県を代表する産業となっている。近年の金属製品や輸送用機械器具部品の製造においては、製品の高性能化のため、寸法のみならず多くの幾何公差が指示されており、評価方法も高度化している。

品質評価項目の一つである寸法や幾何公差の測定においては、測定機器や測定条件、測定戦略(測定手順等)により結果が変動することが知られている²⁾。これらの測定に広く用いられている三次元測定機においては、スタイラス形状、測定力、プロービング方法、測定速度等の測定条件を適切に選択する必要があるが、操作者の経験や各事業所の品質管理の規格に基づいて選択されており、測定結果に影響を与える条件や因子が適切に把握されていない場合がある。前報³⁾では、スキニング測定時の速度は結果に大きな影響を与えていることがわかった。また、測定経路によっても結果への影響が違っていることも確認できた。

ブロック材や板材などのワークに穴加工することは数多くあるが、その大きさや形状などにより真円度測定器で真円度を測定することが難しいことも多い。三次元測定機では、真円度測定もできるほか、位置測定や平面度などといったその他の項目もあわせて測定することができるため、三次元測定機を利用することが多い。

本研究では、三次元測定機による、穴径と真円度を測定し、スタイラス径及びワークの表面粗さが測定結果に及ぼす影響を評価した。

2. 実験内容

2.1 三次元測定機

実験には、カールツァイス製 PRISMO ULTRA 9/13/7 (図 1) を使用した。主な仕様を表 1 に示す。三次元測定機の設置環境は 20±1℃、湿度 50±5%の恒温恒湿室内



図 1 三次元測定機

表 1 三次元測定機の仕様

三次元測定機	PRISMO ULTRA 9/13/7 (カールツァイス製)
測定範囲	X 軸 900mm, Y 軸 1,300mm Z 軸 650mm
最大許容 指示誤差	MPE _p : 0.6μm MPE _{THP} : 1.5μm
プローブ	VAST GOLD

である。

2.2 測定条件

本研究では、ポイント測定とスキニング測定を実施した。ポイント測定では測定点数を 8、12、36、72、90、120、180、360 と変化させた。スキニング測定では、速度 1mm/sec、測定ピッチ 0.1mm で測定することにした。測定力は、ポイント測定、スキニング測定ともに 200mN とした。測定には φ1.5mm、φ2mm、φ3mm、φ5mm、φ8mm (穴径 φ8mm では測定不可) の球径のスタイラスを使用した。

2.3 測定対象

本研究では、樹脂ブロック (100mm×100mm) を使用して、φ8mm、φ12mm、φ16.5mm、φ20mm で穴加工し

たワーク（図2）を作製し、穴径と真円度を測定、結果を検証した。作製したワーク以外にも、検査・校正用治具であるリングゲージのφ40mm、φ50mmを用意し、同様の測定を実施した。



図2 測定対象

2. 4 表面粗さの測定

表面粗さの測定には、(株)キーエンス製レーザー顕微鏡システム VK9700/9710 (図3) を使用した。主な仕様を表2に示す。加工ワークの材質が樹脂で、接触式の粗さ測定機では、測定時に表面が削れるなどの影響を受ける恐れがあるため、非接触式で表面粗さ測定ができるレーザー顕微鏡を選択した。



図3 レーザー顕微鏡システム

表2 レーザー顕微鏡システムの仕様

測定機	VK9700/9710 (株)キーエンス製
表示分解能	0.001μm
深さ測定範囲	7mm
対物レンズ倍率	20x

3. 結果及び考察

3. 1 穴径とスタイラス球径の関係

作製した穴径 φ8mm、φ12mm、φ16.5mm、φ20mm とリングゲージ φ40mm、φ50mm で、ポイント測定をした径測定の結果を図4~9に、真円度の結果を図10~15に示す。

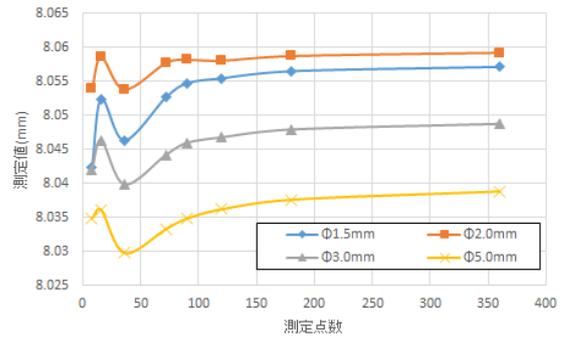


図4 穴径測定結果 φ8mm (加工ワーク)

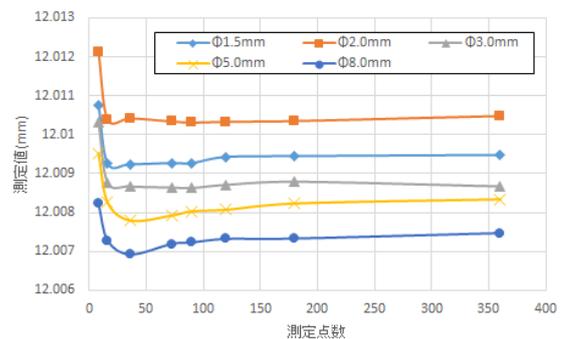


図5 穴径測定結果 φ12mm (加工ワーク)

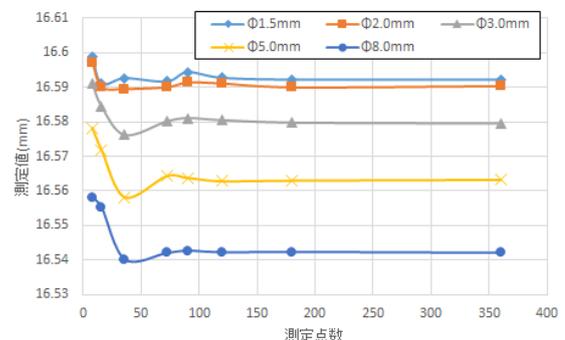


図6 穴径測定結果 φ16.5mm (加工ワーク)

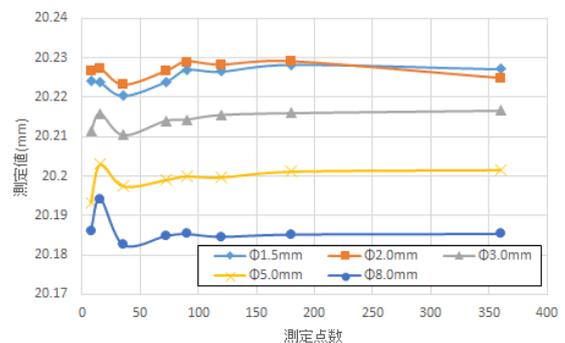


図7 穴径測定結果 φ20mm (加工ワーク)

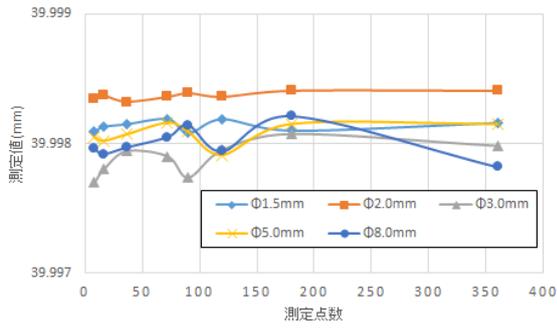


図8 穴径測定結果 φ40mm (リングゲージ)

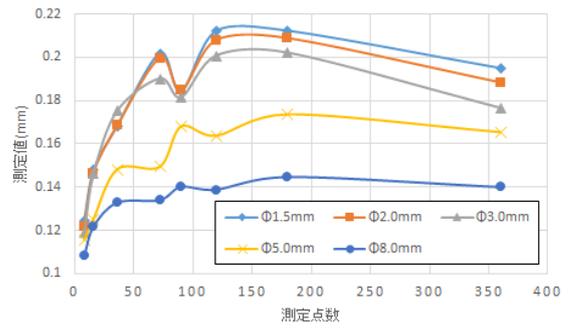


図12 真円度測定結果 φ16.5mm (加工ワーク)

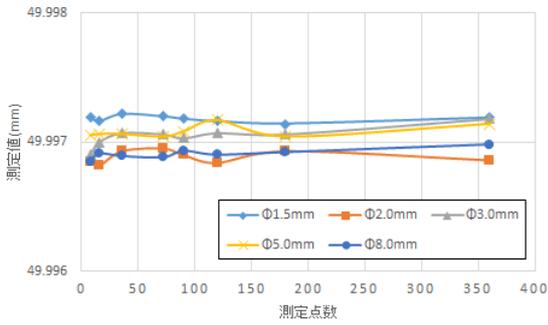


図9 穴径測定結果 φ50mm (リングゲージ)

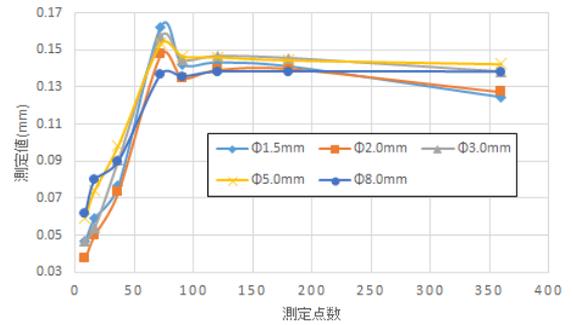


図13 真円度測定結果 φ20mm (加工ワーク)

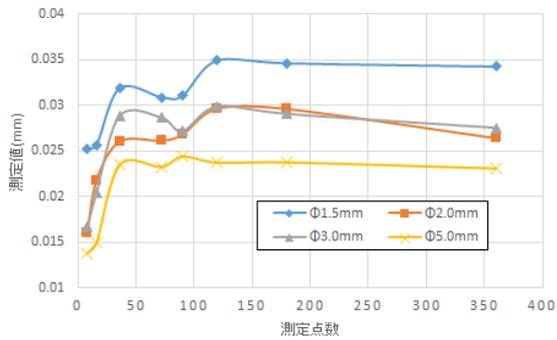


図10 真円度測定結果 φ8mm (加工ワーク)

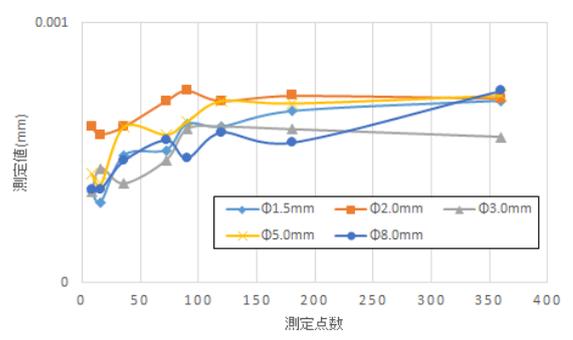


図14 真円度測定結果 φ40mm (リングゲージ)

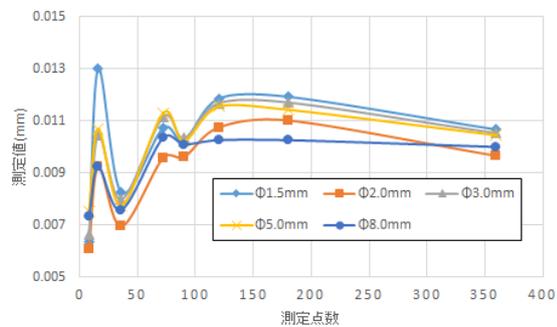


図11 真円度測定結果 φ12mm (加工ワーク)

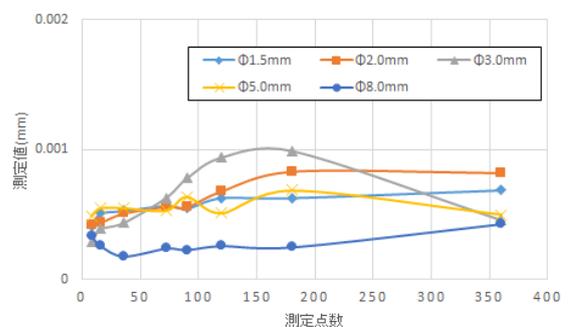


図15 真円度測定結果 φ50mm (リングゲージ)

穴径、真円度ともに、使用したスタイラス球径ごとに値が異なっている。また、同じスタイラス球径でも、測定点数もよって結果のばらつきがあるが、スタイラス球径ごとにみていくと、測定点数が120点以上で結果が収束していることが分かる。スタイラス球径が大きいほど穴径の測定結果は小さくなる傾向があり、真円度の測定結果についてもスタイラス球径が大きいほど小さくなる傾向が確認できた。リングゲージの測定結果では、スタイラス球径、径の大きさ、測定点数にかかわらず、径の差は2μm以内、真円度の差も2μm以内の測定結果と安定した結果となっており、スタイラス球径の違いによる穴径の測定結果の差は、加工ワークのみで発生していることがわかる。

3. 2 ポイント測定とスキヤニング測定との比較

120点のポイント測定結果と、スキヤニング測定結果との比較を図16～23に示す。

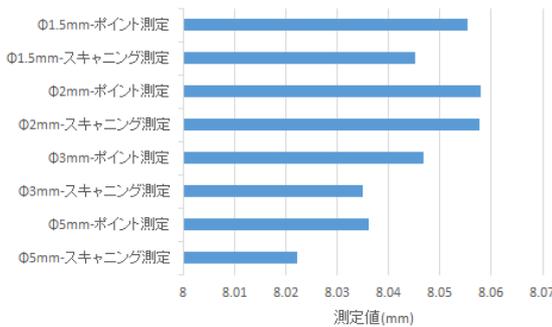


図16 穴径測定結果 φ8mm (加工ワーク)

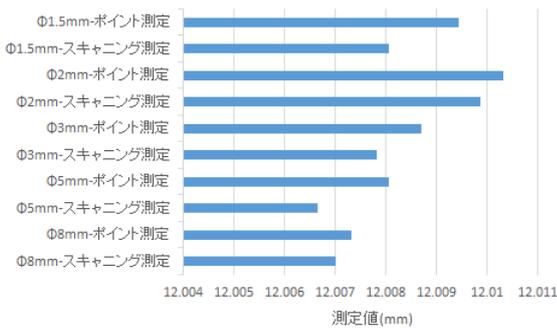


図17 穴径測定結果 φ12mm (加工ワーク)

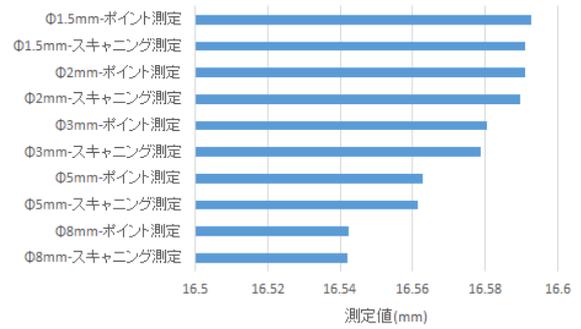


図18 穴径測定結果 φ16.5mm (加工ワーク)

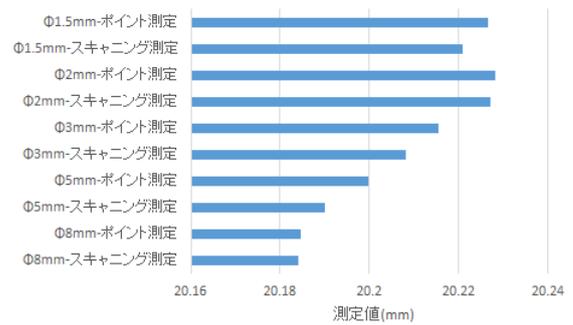


図19 穴径測定結果 φ20mm (加工ワーク)

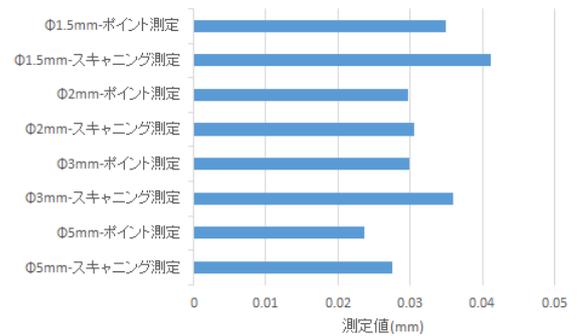


図20 真円度測定結果 φ8mm (加工ワーク)

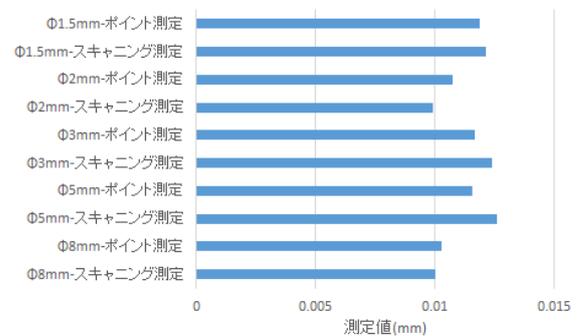


図21 真円度測定結果 φ12mm (加工ワーク)

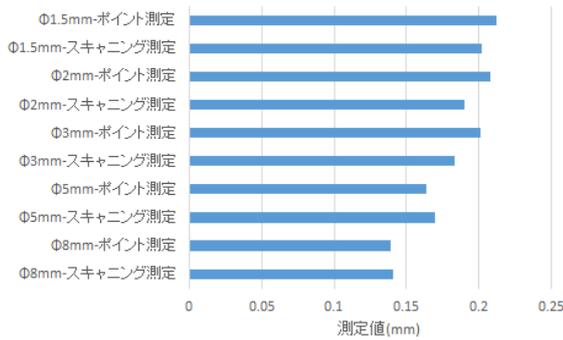


図 2 2 真円度測定結果 φ16.5mm (加工ワーク)

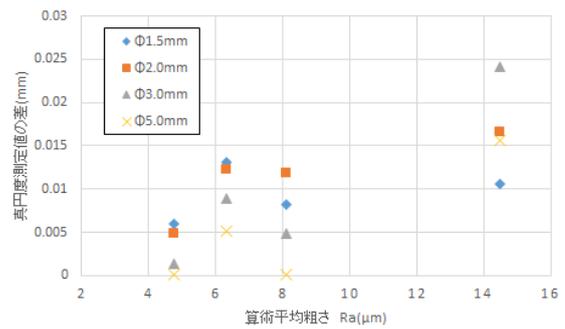


図 2 5 真円度測定結果の差

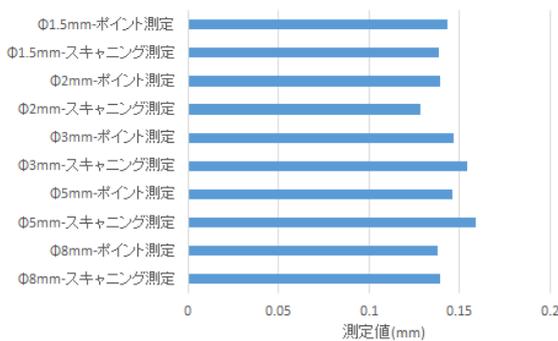


図 2 3 真円度測定結果 φ20mm (加工ワーク)

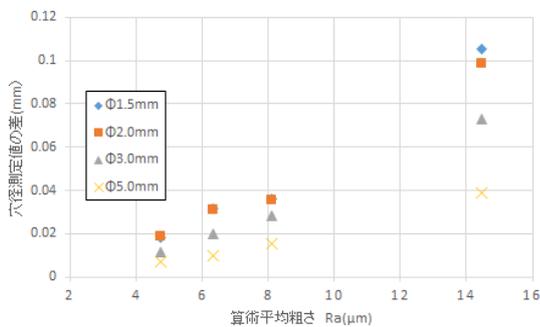


図 2 4 穴径測定結果の差

スキャニング測定とポイント測定の結果は、すべての測定において、おおむね同じ値となった。このことから、スタイラス球径、穴径の大きさにかかわらず、ポイント測定はスキャニング測定に置き換えることが可能だと判断することができる。

3. 3 表面粗さと測定値の関係

図 24、25 に、ワーク加工面の表面粗さと、穴径、真円度の測定結果の関係を示す。測定には φ20mm で表面粗さの異なる加工ワークを使用し、スキャニング測定に

より行った。穴径、真円度の測定値の差は、球径 φ8mm のスタイラスによる結果を基にして、他の球径のスタイラスによる結果を示したものである。

穴径測定結果、真円度測定結果も、表面粗さの値が大きいほど、スタイラス球径が小さいほど測定値の差が大きくなるのがわかる。径測定値の差では最大 100μm 程度、真円度測定値の差では最大 24μm 程度となり、径測定値のほうがより表面粗さの影響を受けていることがわかる。なお、リングゲージの表面粗さは φ40mm で Ra0.045μm、φ50mm で Ra0.035μm となり、穴径測定の差と真円度測定の差は、1.5μm 以内の測定値の差で、測定機仕様の MPE_{THP} を満たしているため、スタイラス球径の違いによる影響がないと言える。そのため、表面粗さの値が小さいほど、スタイラス球径の違いによる測定値の差は出ないということが確認できた。

4. まとめ

本研究では、加工ワークの穴径測定、真円度測定について、スタイラス球径によって値にばらつきが出ていることを確認できた。その要因は加工ワークの穴径の大きさに関係がなく、表面粗さが影響していることが確認できた。

精度を指示する図面を作成する場合は、相応の粗さ指示や加工ができる形状であることが必要であり、製作する場合は、加工面の粗さを意識することが重要である。

【参考文献】

- 1) 平成 29 年工業統計調査結果 (確報), 岐阜県
- 2) 木村, 野嶋, 鳥取県産業技術センター研究報告 No.13, pp11-16, 2010
- 3) 丹羽ら, 岐阜県工業技術研究所研究報告 第 6 号, pp15-18, 2018