

局所円弧測定における信頼性評価

生産技術部 ○栗毛野裕太, 岩本竜一
 研究主幹 市来浩一

1. はじめに

金型や歯車等の多くは、円の一部としての局所的な円弧形状（以下、局所円弧と呼ぶ）を有しており、機能的な役割を担うことが多いため重要な形状である。そのため、検査工程において厳しい形状評価が要求されるが、局所円弧の形状評価は、評価範囲が狭いことに加えて測定機のスペックや測定原理、測定条件の違い、被測定物の表面性状による誤差が上乗せされた点群データを用いるため、近似円としての評価が困難である。

本報では、当センター所有の測定機および同一の被測定物を用いて実際の測定値のばらつきを把握することで、今後、局所円弧の測定を行う上での指針を検討した。

2. 測定方法および測定条件

図1に測定条件の概要および表1に測定条件を示す。本報では、測定方式（3条件）、測定物の直径（2条件）、サンプリング間隔（3条件）、近似円としての評価範囲（以下、円弧角度と呼ぶ）（13条件）、の各条件による測定値について評価を行った。被測定物は、粗さRa0.01 μ m, 真円度0.5 μ m以下のピンゲージを使用した。また、被測定物の表面粗さと真円度の影響は、無視できるものとした。各測定機から得られた点群データから局所円弧の半径を近似円評価にて推定した。1条件につき、3回測定を行った。

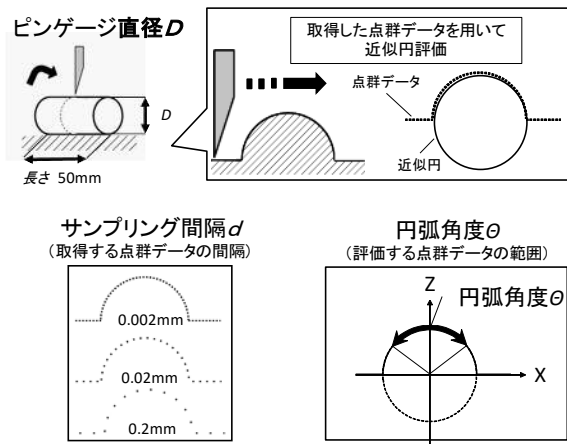


図1 測定条件の概要

表1 測定条件

	①測定方式	②ピンゲージ直径 D [mm]	③サンプリング間隔 d [mm]	④円弧角度 θ [度]
測定機 A	測定方式：接触子による微い測定 (形状測定機) 指示精度： $\pm (0.2+L/1000) \mu\text{m}$ (X軸) $\pm (0.2+H/1000) \mu\text{m}$ (Z軸) L:測定物長さ, H:測定物高さ	$\Phi 2$ ($n=1.0001$)		5
				10
測定機 B	測定方式：接触子による微い測定 (コントレーサ) 指示精度： $\pm (1+2L/100) \mu\text{m}$ (X軸) $\pm 2 \mu\text{m}$ (Z軸) L:測定物長さ	$\Phi 4$ ($n=2.0004$)	0.2 0.02 0.002	20
				30
				40
				50
				60
測定機 C	測定方式：接触子によるポイント測定 (高精度三次元測定機) 指示精度： $(0.48+L/1000) \mu\text{m}$ L:測定物長さ	r : 公称半径		70
				80
				90
				100
				110
	120			

3. 測定結果

3.1 測定した点群データから近似評価した局所円弧半径値の誤差

図2に近似評価した局所円弧半径値の測定結果を示す。横軸は円弧角度 θ であり、縦軸はピンゲージの公称半径値 r_t を真の値としたときの局所円弧半径値 r_a の誤差を絶対値で表したものである。この誤差は、円弧角度が狭くなるにつれて指数関数的に拡大する傾向が得られた。円弧角度70度より広い場合は、測定方式、サンプリング間隔による影響は少なく、安定した測定結果が得られたが、円弧角度70度を下回るにつれてそれらの条件が著しく影響した。サンプリング間隔0.2mmでは、円弧角度が5~20度の場合、点群データが3点以下となり、近似円評価ができなくなる場合があった。

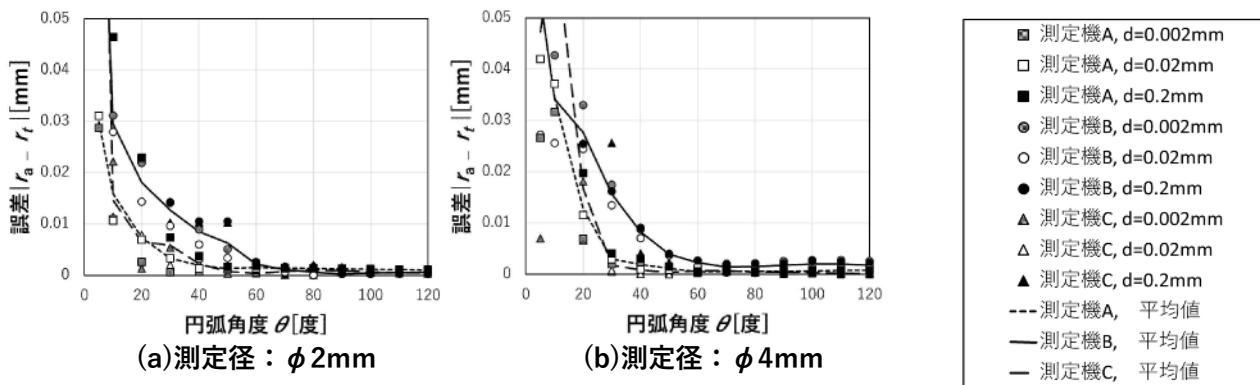


図2 点群データから近似された局所円弧半径の誤差

3. 2 各測定方式による点群データの誤差に及ぼす測定方式の影響

近似された局所円弧半径値の誤差が円弧角度が狭くなるほど拡大する原因を調査するために、各測定方式によって得られた点群データを評価した。具体的には、直交座標系から極座標系に変換して得られた半径値 r_m と真の値 r_t との誤差を評価した。図3に各測定方式による点群データの誤差を示す。

横軸は円弧角度 θ を示しており、120度と60度を例として示す。縦軸は点群データのばらつき Δr を表したものである。図に示すように、点群データのばらつき Δr には機差が生じており、特に測定機Bは円弧角度60度の範囲内で大きな変動が確認できた。標準偏差では、測定機A、測定機C、測定機Bの順でばらつきが大きくなった。どの測定結果も指示精度内には収まっているものの、点群データ自体に測定方式によるばらつきが生じることがわかった。そのため、円弧角度が狭くなると、それらのばらつきの影響が顕著に現れてしまい、近似された局所円弧半径値の誤差の原因になってしまうと考えられる。測定機Bで見られた円弧角度60度付近の大きな変動は、今回検証できていない触針形状や、測定力、クランプ等による影響だと考えられる。

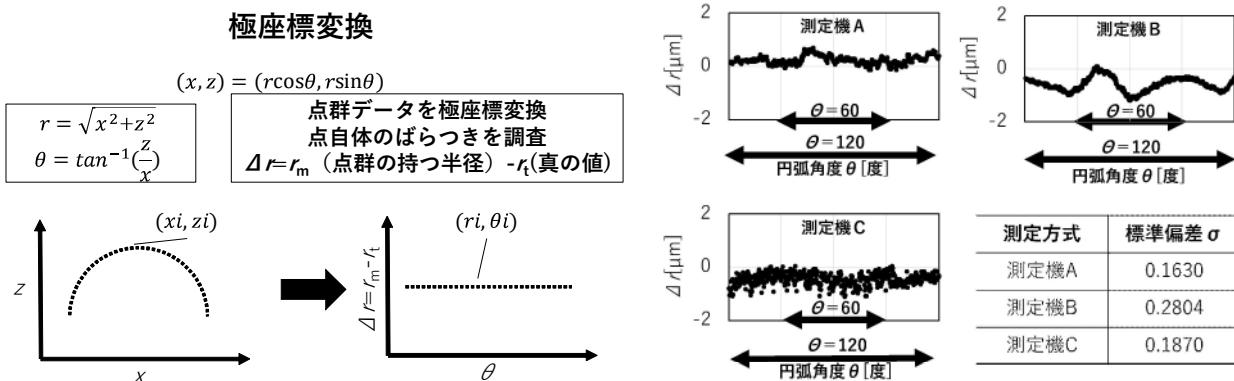


図3 各測定機による点群の誤差

4. おわりに

各測定機において局所円弧測定時の特性評価を行い、局所円弧測定時の指針を検討した結果、以下の知見が得られた。

- 1) 局所円弧の近似評価では、円弧角度70度を下回ると円弧角度が狭くなるにつれて、誤差が生じる。そのため、円弧角度70度より広い範囲であれば、測定の信頼性が高くなる。
- 2) 点群自体のばらつきには測定方式特有の相違があり、円弧測定の誤差に大きく影響した。
- 3) 各測定結果をまとめたグラフにより、局所円弧半径値の大まかな誤差を視覚的に把握できた。