

## ノート

## 三次元測定機による幾何偏差量測定の不確かさ評価

中西 正一\* 中村 弘史\*

## Evaluating uncertainty of geometric deviation measurement by CMM

Shoichi Nakanishi\*, Hiroshi Nakamura\*

キーワード：三次元測定機，不確かさ

Keywords : Coordinate Measuring Machine, Uncertainty

## 1. はじめに

当センターでは，従来から三次元測定機を使用して，機械部品等の三次元形状，寸法，位置等を測定する依頼試験を実施しており，トレーサブルな三次元測定機による測定を実現するために，産業技術連携推進会議，知的基盤部会，計測分科会が主催した ISO 15330 ドラフト規格検証実験<sup>(1)</sup>に参加した。ここでは，当センターが所有する三次元測定機による幾何偏差量測定における不確かさを評価した結果について報告する。

## 2. 実験概要

2.1 測定条件 実験に使用した三次元測定機及びスタイラス等の情報を以下に示す。

- (1) 測定機：ミットヨ社製 LEGEX707
- (2) プローブ：MPP-5H
- (3) スタイラス長さ：65 mm
- (4) チップ径：4 mm

なお，今回の実験では，「異なる測定機による同一ゲージの校正結果，不確かさ評価を実験的に比較する」ことを目的とし，測定時の温度測定については義務づけられていない。不確かさにおいても温度変動等の評価を含めていないが，測定室の環境条件は，温度  $20 \pm 1$ ，湿度  $55 \% \pm 3$  に制御されている。

2.2 実験試料 今回の実験では，マルチスタイラスによる測定を前提とし，

- (1) JIS B 7440-5 に類似したマルチスタイラス評価
- (2) 複数姿勢での円筒型マスターゲージ測定

の測定を行う。この測定に使用した試料は，セラミック製マスターボールとアルミニウム製円筒である。

2.3 マルチスタイラス評価 マルチスタイラスの構成を図1に示す。5本すべてのスタイラスで，三次元測定機に取り付けたマスターボールを JIS B 7440-5 に準拠した方法

で測定し，マルチスタイラスにおける位置誤差，サイズ誤差，形状誤差を算出する。なお，マスターボールは，独立行政法人産業技術総合研究所より提供され，国家標準にトレーサブルに校正されている。

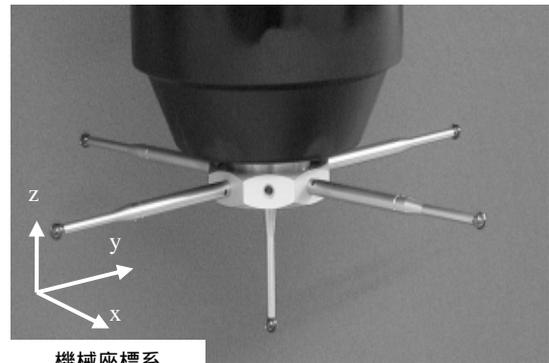


図1. マルチスタイラス構成プローブ

2.4 マスターゲージ測定 円筒型マスターゲージの模式図を図2に示す。マスターゲージ測定では，5種類の測定姿勢において，1本のスタイラスで測定するシングルスタイラス測定及び対向する2本のスタイラスで測定するマルチスタイラス測定により，平面度（面A），真円度（円A，円B），円筒度（円A-円B），直角度（面Aと円A-円Bの円筒軸）の測定及びその不確かさを算出した。各測定姿勢毎に使用したスタイラスを表1に示す。

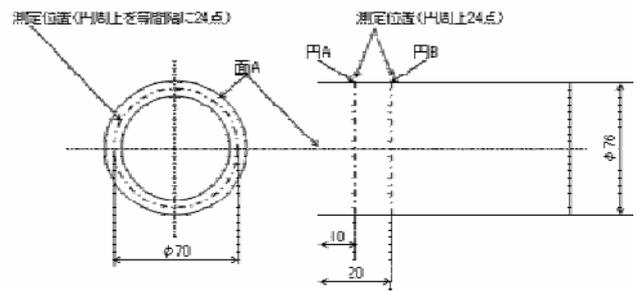


図2. 円筒型マスターゲージ模式図

\* 製品化支援室

表1. 各測定姿勢毎に使用したスタイラス

プローブ	ポジション X1	ポジション X2	ポジション Y1	ポジション Y2	ポジション Z
シングル					
マルチ					

### 3. 結果

マルチスタイラス評価のために測定したマスターボールの測定結果を表2に示す。マスターボールの直径校正値は、19.9923 mmである。また、マスターゲージの測定結果を表3に示す。表3に示すマスターゲージの測定結果は、測定点配置を変えた5回の測定の平均値である。

マスターボールの測定から得られた位置誤差、サイズ誤差、形状誤差は、マルチスタイラスによるマスターゲージの測定における不確かさ要因となる。

表2. マスターボール測定結果

スタイラスNo.	マスターボール中心座標			直径 [mm]	真球度 [mm]
	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]		
	0.0001	0.0000	0.0000	19.9923	0.0004
	0.0000	0.0002	0.0000	19.9924	0.0004
	0.0002	0.0002	0.0003	19.9924	0.0006
	-0.0001	0.0002	0.0004	19.9924	0.0006
	0.0000	0.0000	-0.0002	19.9923	0.0006
合計	0.0001	0.0001	0.0001	19.9923	0.0011
位置誤差	0.590 $\mu\text{m}$			サイズ誤差	0.010 $\mu\text{m}$
				形状誤差	0.001 $\mu\text{m}$

位置誤差：測定により得られた各スタイラスにおけるマスターボール中心座標の分布する範囲

サイズ誤差：測定により得られた直径とマスターボールの直径校正値との差の絶対値

形状誤差：測定により得られたマスターボールの真球度

表3. マスターゲージ測定結果（幾何偏差）

単位：mm

	スタイラス	ポジション X1	ポジション X2	ポジション Y1	ポジション Y2	ポジション Z
平面度	シングル	0.0010	0.0009	0.0010	0.0011	0.0009
	マルチ	0.0010	0.0010	0.0011	0.0012	0.0014
真円度 (円A)	シングル	0.0679	0.0674	0.0662	0.0666	0.0669
	マルチ	0.0685	0.0672	0.0656	0.0666	0.0670
真円度 (円B)	シングル	0.0604	0.0602	0.0578	0.0581	0.0594
	マルチ	0.0610	0.0596	0.0575	0.0582	0.0590
円筒度	シングル	0.0958	0.0958	0.0943	0.0947	0.0949
	マルチ	0.0965	0.0956	0.0936	0.0946	0.0950
直角度	シングル	0.0165	0.0165	0.0166	0.0167	0.0166
	マルチ	0.0166	0.0165	0.0166	0.0166	0.0166

### 4. 測定の不確かさ

今回の実験において、当センターの三次元測定機での測定の不確かさを評価した結果を表4に示す。

前節で記述したようにマルチスタイラスによる測定の不確かさは、表2に示す位置誤差、サイズ誤差、形状誤差が含まれている。

また、シングルスタイラスによる測定の不確かさにおいて、円A、Bの測定で得られる真円度及び円筒度は各スタイラスの形状誤差に影響を受けるため、表2のマスターボールの測定結果から得られた真球度の平均値及び標準偏差を不確かさとして盛り込んでいる。

表4. 測定の不確かさ評価結果（幾何偏差）

単位：mm

	記号	シングルスタイラス	マルチスタイラス
平面度	$u_{rep}$	0.0001	0.0001
	$u_{geo}$	0.0000	0.0001
	$U_F$	0.0001	0.0007
真円度 (円A)	$u_{rep}$	0.0011	0.0011
	$u_{geo}$	0.0002	0.0004
	$U_R$	0.0018	0.0024
真円度 (円B)	$u_{rep}$	0.0010	0.0010
	$u_{geo}$	0.0005	0.0006
	$U_R$	0.0018	0.0024
円筒度	$u_{rep}$	0.0010	0.0010
	$u_{geo}$	0.0002	0.0004
	$U_{Cyl}$	0.0017	0.0023
直角度	$u_{rep}$	0.0001	0.0002
	$u_{geo}$	0.0000	0.0000
	$U_{Sq}$	0.0001	0.0008

$u_{rep}$ ：各姿勢での測定における測定点配置の違いによる不確かさ

$u_{geo}$ ：測定姿勢の違いによる不確かさ

$U_*$ ：各幾何偏差量校正における拡張不確かさ  
( $k=2$ )

### 5. まとめ

産業技術連携推進会議，知的基盤部会，計測分科会が主催したISO 15330ドラフト規格検証実験に参加した。

そして、当センターの三次元測定機の幾何偏差量校正における不確かさを評価し、トレーサブルな測定に向けて前進した。この結果を基礎として三次元測定機の測定の高信頼性に努めていく。

(平成19年6月29日受付，平成19年8月1日再受付)

### 文 献

- (1) 独立行政法人産業技術総合研究所計量標準総合センター 知的基盤部会 計測分科会 形状測定研究会「ISO 15330 ドラフト規格検証実験プロトコル Draft B-3」