

# 校正用ツールによる三次元測定機の不確かさ測定

(株) ケン・オートメーション

e-mail : info@kenautomation.com

## はじめに

三次元測定機の測定不確かさの要因としては、温度変化、測定プローブ誤差、三次元測定機の機械的要因、基準スケール誤差などがあり、これらが複雑に影響し合っている。

三次元測定機の校正は、ブロックゲージを使用するのが主流である。しかしながら、1軸のブロックゲージでは三次元測定機の空間的な不確かさを測定・評価するのが難しく、誤差の相互作用による影響や測定者のスキルの差が測定結果に大きな影響を及ぼす。

ここでは、PTB(Physikalisch Technische Bundesanstalt, ドイツ標準研究所)とドイツのコバ(KOBA [Kolb & Baumann])社が共同で開発した三次元測定機校正用ツールについて紹介し、三次元測定機の不確かさ測定について述べる。

## 1. 三次元測定機の校正

生産工程の自動化および安全に関する認知の増加から、三次元測定機にたいする検査要求精度が高まっている。マシニングセンタなどによる機械加工、高精度金型による成形加工により複雑な形状が一度に成形されるようになった。この結果、ラインプロセスで三次元測定機または測定プローブヘッドを搭載した加工機械によるポスト計測が行われ、加工精度の評価管理が行われている。

計測機器の管理として ISO9000s、特に QS9000s の認証取得にあたっては測定機のトレーサビリティ体系の確立が求められる。これらの一連の流れとして、日本、ドイツ、オーストラリアの標準研究所を中心に、三次元測定機の不確かさ測定に関する ISO の規格作りが進められている。

一般に三次元測定機の校正に関しては、定期的に三次元測定機メーカーや外部機関に一任しているところが多い。この場合、以下の問題がある。

- 1). 次の校正までの間に起きた三次元測定機の測定不具合に対する対応が遅れる。
- 2). 必要な時に即時の校正が行われぬ。
- 3). 定期的に外部機関への校正費用が発生する。
- 4). 多くの種類の三次元測定機を持つユーザーでは、依頼される外部機関によって、校正時に使

用される計測ツールや手法が異なる。

## 2. 三次元測定機用校正ツール

### ステップゲージ (図1, 写真1)

ステップゲージは 1985 年に製品化された 1 次元供試体である。取り扱いが容易で測定ライン上の端面長さを 20mm ピッチで正確に測定するのに有効である。ブロックゲージで並べて 20mm ピッチの測定を行うには、多くの時間が掛かるばかりでなく、誤差を生む大きな要因となる。ステップゲージはセラミック製のコマが U 字型フレームの中心に冷しばめされており、長期間の安定性に優れている。極めて軽量化された構造 (測定長さ 620mm の場合、本体重量 9.5kg) で、自重に対するたわみにたいしてニュートラルな位置にコマが配置され、自重にたいする形状変形の影響を受けにくい構造となっている。一般的なブロックゲージを重ねた段差ブロックゲージでは、測定面が上部にあり、ムクのスチール重量によるたわみで測定再現性が難しい。これは長

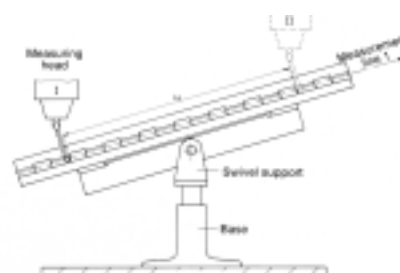


図1 ステップゲージ概要図

い段差ブロックゲージになればなるほど顕著である。(図2)

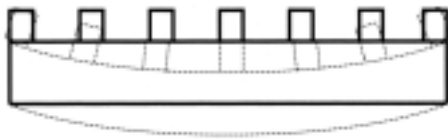


図2 段差ブロックゲージによる自重のたわみ

### スファアプレート(ボールプレート)(図3, 写真2)

スファアプレートは1992年に製品化された2次元供試体である。測定される距離が一つの平面上にあり、2次元または3次元の測定を短時間に評価するのに有効である。スファアプレートにはセラミック製の球がプレートの中心に冷し嵌めされている。校正用ツールとして重要なことは長期間におよぶ精度の安定性であり、ネジなどによる固定を用いない手法は、プレートおよびセラミック球にたいする歪を極力排除する構造となっている。

スファアプレートを水平または垂直に設置することで2次元を、傾斜させて設置することで3次元の測定が可能である。スファアプレートのサポートもネジなどによる固定を排除し、3点支持で点接触する構造となっている。高い減衰特性を持った一体成形のフレームで構成されている。各セラミック球間の距離は、球の極部を5点プロービングすることで中心座標が規定される。



写真1 ステップゲージ



写真2 スファアプレート

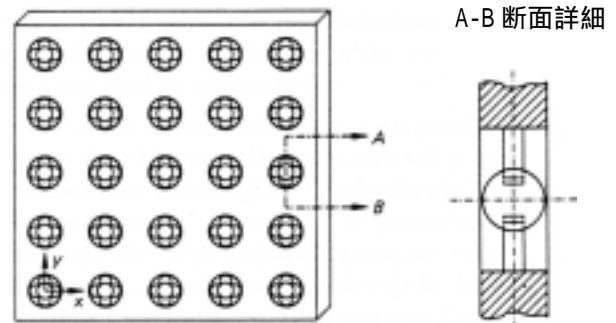


図3 スファアプレートの概要

### 組み立て式大型ボールバー(写真3)

組み立て式大型ボールバーは1993年に製品化された1次元供試体である。組み立て式の大型ボールバーは最長6mまでの長さが製作可能で、各部を分解しても1ユニットあたり16kg以下の重量で持ち運びが容易である。組み立て式でありながら、セラミック球間ピッチは高い組み立て再現性を持つような構造となっている。自動車や航空機などの大型構造物においても、安全性の向上や騒音振動対策に伴ない、高い測定精度が要求される。組み立て式大型ボールバーは特別な組み立て技術を必要とせず、オペレーション・スタッ



写真3 組み立て式大型ボールバー

フにより、短いインターバルでの測定を可能にしている。

### ボールキューブ（写真4）

ボールキューブは1998年に製品化された3次元供試体である。立方体の各コーナーに配置された8個のセラミック球は、三次元測定機の定期的なモニタリングに最適である。特にラインプロセスで三次元測定機を使用している場合、三次元測定機またはプローブの破損による測定エラーは、欠陥製品を大量に生産することとなる。従って、三次元測定機の定期的なモニタリングは極めて重要な要素となる。



写真4 ボールキューブ

### プローブ・テスト・ユニット（写真5）

プローブ・テスト・ユニットは、リングゲージとセラミック基準球から構成されている。プローブの不確かさは、幾何学的なバラツキと合わせて、プローブシステムの電氣的、運動学的ならびに機械的特性に依存する。ここで紹介した三次元測定機の校正用ツールを測定する前に、予めプローブ・テスト・ユニットを使用して、プローブシステムの特徴を把握しておかなければならない。



写真5 プローブ・テスト・ユニット

## 3. 測定事例

三次元測定機の校正用ツールは校正を依頼される三次元測定機メーカーや外部機関のみならず、三次元測定機のユーザーにとっても有用なツールである。

100台以上の三次元測定機を保有する米国の建設機械メーカーでは、維持管理に関する社内規格を作成し、専属の部署が三次元測定機の校正用ツールを使用して持ちまわりで社内校正を行っている。

ドイツの自動車メーカーでは、社内で校正を行う前は、それぞれの三次元測定機メーカーに校正を依頼していた。A社とB社の異なったメーカーでは校正方法が違いため、同じ試験片の測定結果に明確な測定バラツキが生じた。そのため、社内の検査規格を整備し校正用ツールを使用して社内校正を行うようになった。

## 4. トレーサビリティ

使用される校正用ツールには、認定検定機関からの検査認定証が添付される。コバ社は、ブロックゲージとステップゲージについてDKDの認定検定機関で、製品の出荷時にはDKDの検査認定証が添付される。スファアプレート、ボールバーおよびボールキューブについては他の認定検定機関の検査認定証が添付される。

校正用ツールは数値的な裏付けが確立されたマスターと比較されて値付けされ、更に履歴を辿ると国家計量標準とトレーサブルでなければならない。（図4）

日本においてもこれらの校正用ツールに関する検査認定の準備が進められている。



図4 トレーサビリティ体系

## まとめ

三次元測定機の不確かさ測定は、今後ますます重要なテーマとなる。どのような社内規格を整備するかによって、客先との信頼関係が決定される。特に製品を輸出するメーカーまたは諸外国に工場を持つメーカーにとっては、国際規格とのトレーサブルな校正用ツールを使用していることで、製品にたいする信頼性が向上するとともに、同じ土俵の上の評価基準でものづくりが行われるメリットがある。

## 参考文献

- 1). Konard Busch, Eugen Trapet, Franz W Idele, Braunschweig. 「Simple interim check of large coordinate measuring machine a dismountable test piece for industrial application.」
- 2). Verein Deutsche Ingenieure, Verband Deutscher Electrotechniker. 「Genauigkeit Koodinatenme\_ger ten Kenngr \_en und deren Pr fung berwschung durch Pr fk rper, VDI/VDE-Richtlinien, VDI/VDE 2617 Blatt5」