

まえがき

この規格は、工業標準化法第 12 条第 1 項の規定に基づき、社団法人日本工作機械工業会 (JMTBA) / 財団法人日本規格協会 (JSA) から工業標準原案を具して日本工業規格を制定すべきと申し出があり、日本工業標準調査会の審議を経て、通商産業大臣が制定した日本工業規格である。

この規格の一部が、技術的性質をもつ特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、又は出願公開後の実用新案登録出願に抵触する可能性があることに注意を喚起する。通商産業大臣及び日本工業標準調査会は、このような技術的性質をもつ特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、又は出願公開後の実用新案登録出願にかかわる確認について、責任はもたない。

JIS B 6192 には、次に示す附属書がある。

附属書 A (参考) ステップサイクル

附属書 B (参考) 参考文献

工作機械—数値制御による 位置決め精度試験方法通則

Test code for machine tools—Determination of accuracy and repeatability of positioning numerically controlled axes

序文 この規格は、1997年に第2版として発行された ISO 230-2 Test code for machine tools—Part 2 : Determination of accuracy and repeatability of positioning numerically controlled axes を翻訳し、技術的内容及び規格票の様式を変更することなく作成した日本工業規格である。

なお、この規格で点線の下線を施してある箇所は、原国際規格にはない事項である。

この規格では、工作機械の位置決めに関する様々な評価項目を定義するために統計的な手法を採用しているため、評価項目は、“計測における不確かさの表現のガイド”に従って規定した。

1. 適用範囲 この規格は、数値制御工作機械運動軸の位置決め精度の試験方法及び評価方法について規定する。測定は、機上で各運動軸について行う。規定している方法は、直進運動軸及び回転運動軸に適用する。

備考 複数の運動軸を同時に制御する試験には、この規格は適用しない。

この規格は、型式検査、受渡検査、比較検査、定期点検、補正などに適用できる。

この規格に規定する方法は、各目標位置で測定を繰り返して行う。関係する評価項目は、“計測における不確かさの表現のガイド”（**附属書 B** 参照）に従って定義し、計算する。

附属書 A は、代替測定サイクル、すなわち、ステップサイクルの適用について示す。ステップサイクルによって得られた結果は、製造業者と使用者との間で特別に協定した場合を除いて、この規格を引用した技術文書又は受渡検査には使用してはならない。機械の受渡検査でこの規格を引用できるのは、標準測定サイクルとする。

2. 定義及び記号 この規格で使用する用語の定義及び記号は、次による。

2.1 軸の移動範囲 運動部品が、数値制御で直進軸上又は回転軸上で運動できる最大の移動範囲。

2.2 測定範囲 測定値を取り込むために使用する軸の移動範囲の一部で、最初と最後の目標位置は、両方向から位置決めできるように選ぶ（**図 1** 参照）。

2.3 目標位置 P_i ($i=1$ から m) 運動部品が運動するように指令された位置。添字 i は、直進軸上又は回転軸上で選択された目標位置のうちの特定の位置を表す番号。

2.4 実際位置 P_{ij} ($i=1$ から m , $j=1$ から n) 運動部品を i 番目の目標位置に j 回目に位置決めしたときに到達した位置。

2.5 位置の偏差, 位置偏差 X_{ij} 運動部品が到達した実際位置と目標位置との差。

$$X_{ij} = P_{ij} - P_i$$

2.6 一方向 直進軸上又は回転軸上で、同じ向きに次々と目標位置に位置決めすること。記号 \uparrow 及び \downarrow はそれぞれ正の向き及び負の向きに位置決めしたときに測定した評価項目を表す。例えば、 $X_{ij}\uparrow$ 又は $X_{ij}\downarrow$ 。

2.7 両方向 直進軸上又は回転軸上で、正及び負の向きからそれぞれ次々と目標位置に近づけること。

2.8 拡張不確かさ 測定値の分布の大部分を含むと期待される区間を定める量。

2.9 包含係数 拡張不確かさを求めるために合成標準不確かさに乗じる数として用いられる数値係数。

2.10 位置 P_i における平均一方向位置決め偏差 $\bar{x}_i\uparrow$ 又は $\bar{x}_i\downarrow$ 位置 P_i に一方向から n 回位置決めしたときに得られた位置の偏差の平均値。

$$\bar{x}_i\uparrow = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij}\uparrow \quad \text{又は} \quad \bar{x}_i\downarrow = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij}\downarrow$$

2.11 位置 P_i における平均両方向位置決め偏差 \bar{x}_i 位置 P_i に両方向から近づけたときに得られた平均一方向位置決め偏差、 $\bar{x}_i\uparrow$ と $\bar{x}_i\downarrow$ との相加平均。

$$\bar{x}_i = \frac{\bar{x}_i\uparrow + \bar{x}_i\downarrow}{2}$$

2.12 位置 P_i における反転値 B_i 位置 P_i に両方向から近づけたときに得られた平均一方向位置決め偏差、 $\bar{x}_i\uparrow$ と $\bar{x}_i\downarrow$ との差。

$$B_i = \bar{x}_i\uparrow - \bar{x}_i\downarrow$$

2.13 軸の反転値 B 直進軸上又は回転軸上の各目標位置における反転値の絶対値 $|B_i|$ の最大値。

$$B = \max. [|B_i|]$$

2.14 軸の平均反転値 \bar{B} 直進軸上又は回転軸上でのすべての目標位置における反転値の平均値。

$$\bar{B} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m B_i$$

2.15 位置 P_i における一方向位置決め標準不確かさの推定値 $s_i\uparrow$ 又は $s_i\downarrow$ 位置 P_i で n 回の一方向位置決めによって得られた位置偏差の標準不確かさの推定値。

$$s_i\uparrow = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_{ij}\uparrow - \bar{x}_i\uparrow)^2} \quad \text{又は} \quad s_i\downarrow = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_{ij}\downarrow - \bar{x}_i\downarrow)^2}$$

2.16 位置 P_i における一方向位置決め繰返し性 $R_i\uparrow$ 又は $R_i\downarrow$ 包含係数2を使って、位置 P_i における一方向位置決め偏差の拡張不確かさから導いた範囲。

$$R_i\uparrow = 4s_i\uparrow \quad \text{又は} \quad R_i\downarrow = 4s_i\downarrow$$

2.17 位置 P_i における両方向位置決め繰返し性 R_i

$$R_i = \max. [2s_i\uparrow + 2s_i\downarrow + |B_i|; R_i\uparrow; R_i\downarrow]$$

2.18 軸の一方向位置決め繰返し性 $R\uparrow$ 又は $R\downarrow$ 、及び軸の両方向位置決め繰返し性 R 直進軸上又は回転軸上の各位置 P_i における位置決め繰返し性の最大値。

$$R\uparrow = \max. [R_i\uparrow] \quad \text{又は} \quad R\downarrow = \max. [R_i\downarrow] \quad \text{及び} \quad R = \max. [R_i]$$

2.19 軸の一方向位置決め系統偏差 $E\uparrow$ 又は $E\downarrow$ 直進軸上又は回転軸上で一方向位置決めを行ったときの各位置における一方向位置決め偏差の平均値の最大差。

$$E \uparrow = \max [\bar{x}_i \uparrow] - \min [\bar{x}_i \uparrow] \quad \text{又は} \quad E \downarrow = \max [\bar{x}_i \downarrow] - \min [\bar{x}_i \downarrow]$$

2.20 軸の両方向位置決め系統偏差 E 直進軸上又は回転軸上で両方向から位置決めを行ったときの各位置における平均一方向位置決め偏差の平均値の最大差。

$$E = \max [\bar{x}_i \uparrow; \bar{x}_i \downarrow] - \min [\bar{x}_i \uparrow; \bar{x}_i \downarrow]$$

2.21 軸の平均両方向位置決め偏差 M 直進軸上又は回転軸上で両方向から位置決めしたときの各位置における両方向位置決め偏差の平均値の最大差。

$$M = \max [\bar{x}_i] - \min [\bar{x}_i]$$

2.22 軸の一方向位置決め正確さ $A \uparrow$ 又は $A \downarrow$ 一方向位置決め系統偏差と、一方向位置決め標準不確かさの推定値に包含係数 2 をかけたものとの和の最大差。

$$A \uparrow = \max [\bar{x}_i \uparrow + 2s_i \uparrow] - \min [\bar{x}_i \uparrow - 2s_i \uparrow] \quad \text{又は} \quad A \downarrow = \max [\bar{x}_i \downarrow + 2s_i \downarrow] - \min [\bar{x}_i \downarrow - 2s_i \downarrow]$$

2.23 軸の両方向位置決め正確さ A 両方向位置決め系統偏差と、両方向位置決め標準不確かさに包含係数 2 をかけたものとの和の最大差。

$$A = \max [\bar{x}_i \uparrow + 2s_i \uparrow; \bar{x}_i \downarrow + 2s_i \downarrow] - \min [\bar{x}_i \uparrow - 2s_i \uparrow; \bar{x}_i \downarrow - 2s_i \downarrow]$$

3. 測定条件

3.1 環境 指定どおりの位置決め精度を機械に発揮させることのできる温度環境に関する指針を製造業者が提供することを推奨する。

そのような一般的な指針は、例えば、平均室温、その平均室温からの偏差の最大振幅及び変動周期範囲、並びに環境の温度勾配に関する指定を含む。工作機械を据え付けた場所で運転と性能試験とが行える温度環境を提供することは、使用者の責任である。しかし、使用者が製造業者の提供した指針に従って試験した場合の機械性能は、その機械の製造業者の責任である。

理想的には、すべての寸法測定は、測定器及び測定対象物が 20°C の温度環境にさらされた状態で行う。20°C 以外の温度で測定した場合には、20°C に補正した結果を得るために、軸位置決め系及び測定器の熱膨張差 (NDE) を補正しなければならない。この場合には、測定器だけでなく機械の軸位置決め系の代表的な部品の温度の測定が必要となる。

しかし、温度が 20°C と異なる場合には、補正に用いる実効膨張係数の不確かさに、さらに余分な不確かさが生じることを考慮しなければならない。最終的な不確かさの一般的な値は、 $\pm 2 \mu\text{m}/(\text{m}^\circ\text{C})$ である（**附属書 B** 参照）。したがって、実際の温度は、試験報告書に記録しなければならない。工作機械の製造業者は、軸位置決め系の実効熱膨張係数の値を提供するのが望ましい。

機械だけでなく、関係する場合には測定器も、測定前に温度的に安定するまで十分長い時間（できれば一晩中）測定環境内に置いておかなければならない。機械と測定器とは、風、及び日光、暖房器具などの外部ふく（輻）射から保護しなければならない。

測定の前 12 時間及び測定中における 1 時間当たりの環境温度変化は、製造業者と使用者とが協定した範囲内にならなければならない。

参考 軸位置決め系とは、送り駆動系を構成する要素で、例えば、送りねじと位置検出器とをいう。

3.2 試験する機械 機械は、組立てが完了したものであって、完全に運転できるものでなければならない。すべての必要な水平出し及び静的精度試験は、位置決め精度試験を始める前に完了していなければならない。

この試験中に、機械に組み込まれた補正機能を使用した場合には、その事実を試験報告書に記載するのが望ましい。

すべての試験は、無負荷、すなわち、工作物を取り付けない状態で行う。

試験していない軸上の軸スライド又は運動部品の位置は、試験報告書に記載する。

3.3 暖機運転 通常の運転状態で機械を試験するために、試験は、機械の製造業者の指定に基づいて、又は製造業者と使用者との協定に基づいて適切な暖機運転を行ったあとに続けて行う。

暖機運転条件の指定がない場合には、予備運転は、測定器の取付けに必要な運転に限る。

任意の一つの目標位置における位置偏差が測定回数とともに一定の傾向で変化するような熱的に安定していない状態が認められた場合には、暖機運転を行ってこの傾向を最小化するのが望ましい。

4. 試験プログラム

4.1 運転モード 機械は、運動部品を試験する直進軸上又は回転軸上で運動させ、所定の間隔で設定した目標位置に位置決めし、実際の停止位置で測定と記録とを行うのに十分な時間停止させるようにプログラムする。機械は、目標位置間を協定した送り速度で運動するようにプログラムする。

4.2 目標位置の設定 目標位置を自由に選べる場合には、次の式に基づいて設定する。

$$P_i = (i-1)p + r$$

ここに、 i : 現在の目標位置の番号。

p : 測定範囲の全長にわたって一定の間隔で各目標位置を設定するための間隔。

r : 各目標位置で異なる値をとる。これは、周期的な誤差（ボールねじのピッチ誤差及びリニアスケール又はロータリエンコーダの格子線の刻み誤差によって起こる。）を十分に検出できるように、測定範囲の全長にわたって設ける目標位置の間隔を不等間隔にするためである。

4.3 測定

4.3.1 測定器の取付け 測定器は、試験する軸の運動の向きで、工具の保持する部品と工作物を保持する部品との間の相対変位を測定できるように取り付ける。

測定器の位置は、試験報告書に記載する。

機械部品上の温度検出器の位置及び位置補正方法は、試験報告書に記載する。

4.3.2 2 000mm 以下の直進軸の試験 2 000mm 以下の移動軸については、4.2 に従って、1 000mm 当たり最小 5 か所、及び 1 000mm 未満のものについては全体にわたって最小 5 か所の目標位置を設定する。

測定は、標準測定サイクル（**図 1** 参照）に従ってすべての目標位置で行う。各目標位置でそれぞれの向きに 5 回の測定を行う。

備考 向きを変える位置は、機械の通常の動作（協定した送り速度に達すること。）ができるように選ぶのが望ましい。

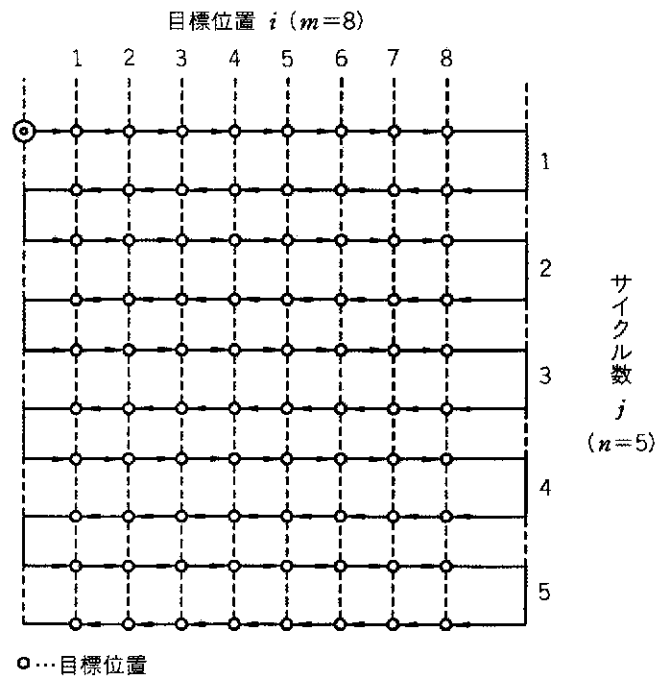


図 1 標準測定サイクル

4.3.3 2 000mm を超える直進軸の試験 2 000mm よりも長い軸の場合には、軸の全移動範囲で、各目標位置に、各向きで一方向位置決めを 1 回行って試験しなければならない。目標位置は、平均間隔 $p=250\text{mm}$ として 4.2 に従って設定する。位置検出器が幾つかの要素から構成されている場合には、各要素上に少なくとも一つの目標位置を追加し、設定してもよい。

製造業者と使用者とが協定した通常の作業領域における 2 000mm については、4.3.2 に規定した試験を行う。

4.3.4 360° 以下の回転軸の試験 試験は表 1 に示した数の目標位置で行う。4.2 に従って目標位置を設定できる場合には、その目標値以外に基本位置 0° 、 90° 、 180° 及び 270° を含まなければならない。

表 1 回転軸の目標位置

測定範囲	目標位置の最小数
$\leq 90^\circ$	3
$> 90^\circ$ 及び $\leq 180^\circ$	5
$> 180^\circ$	8

4.3.5 360° を超える回転軸の試験 360° を超える軸の場合には、 1800° (5 回転) 以下の軸の測定範囲で、 45° を超えない間隔で各向きに一回の一方向位置決めを行って試験する。

製造業者と使用者とが協定した通常の作業領域における 360° については、4.3.4 に規定した試験を行う。

5. 結果の評価

5.1 2 000mm 以下の直進軸及び 360° 以下の回転軸 各向きで各目標位置 P_i においてそれぞれ 5 回測定して、2. で定義した評価項目を求める。さらに偏差の境界は、次の式で求める。

$$\bar{x}_i \uparrow + 2s_i \uparrow \quad \text{及び} \quad \bar{x}_i \uparrow - 2s_i \uparrow$$

並びに、

$$\bar{x}_i \downarrow + 2s_i \downarrow \quad \text{及び} \quad \bar{x}_i \downarrow - 2s_i \downarrow$$

5.2 2 000mm を超える直進軸及び 360° を超える回転軸 各向きで各目標位置 P_i においてそれぞれ 1 回測定して、2. で定義した評価項目のうち適用できる項目について求める。標準不確かさの推定値 (2.15)、繰返し性 (2.16, 2.17 及び 2.18) 及び位置決め of 正確さ (2.22 及び 2.23) は、適用できない。

6. 製造業者と使用者との協定事項 製造業者と使用者との協定事項は、次による。

- 測定の前 12 時間及び測定中の 1 時間当たりの環境温度勾配の最大変化率 (3.1 参照)
- 測定器の配置及び温度検出器の位置 (4.3.1 参照)
- 機械の試験に先だって行う暖機運転 (3.3 参照)
- 目標位置間の送り速度
- 通常の作業領域と見なせる 2 000mm 又は 360° の測定範囲の位置 (4.3.3 又は 4.3.5 参照) (関係する場合だけ)
- 試験を行わないスライド又は運動部品の位置
- 各目標位置でのドウエル時間
- 最初及び最後の目標位置の位置

7. 結果の表示

7.1 表示方法 測定結果の表示方法は、測定条件を明確にするために試験報告書に記載する次の項目に添えて測定結果を図示するのが望ましい。

- 測定器の位置
- 機械部品上の温度検出器の位置、及び補正機能の種類
- 試験日
- 機械の名称、形式 (立て形又は横形) 及び座標軸の移動範囲
- 使用した測定器及びその製造業者名、型式並びに構成部品 (例えば、レーザヘッド、光学部品、温度検出器) の製造番号
- 軸の位置決めを使用している位置検出器の形式及び熱膨張係数の差 (NDE) の補正に使用したその検出器の熱膨張係数 (例えば、ボールねじ及びロータリレゾルバ、リニアスケール又はインダクトシン)
- 試験した軸の名称及び試験した軸に対する測定線の配置 (この配置は、工具基準に対するオフセット量、工作物基準に対するオフセット量及び試験していない軸の位置で決まる。この二つのオフセット量は、機械の構造によって決まる。)
- 送り速度と各目標位置でのドウエル時間、目標位置の一覧表
- 機械を試験する前に行う暖機運転 (サイクル数又は暖機運転時間、及び送り速度)
- 機械の位置検出器及び工作物の代わりとなる機械の部品 (例えば、テーブル) に取り付けた検出器の試験の開始時及び終了時の温度
- 試験の開始時及び終了時の環境温度
- 関係すれば、試験の開始時及び終了時の気圧及び湿度
- 試験中に使用した補正機能の有無
- 適用できる場合には、空気又は油シャワーの使用の有無
- 測定回数 ($n=5$ 又は $n=1$)

7.2 評価項目 次の評価項目は、数字で表さなければならない。片括弧付き星印*) を付した評価項目は、試験結果の概要を示し、機械の受渡試験の基本評価項目となる。表 2 に示す測定結果は、図 2a 及び図 2b のように図示する。

7.2.1 2 000mm 以下の直進軸及び 360° 以下の回転軸の試験

- 軸の両方向位置決め^{*)}の正確さ) A
- 軸の一方向位置決め^{*)}の正確さ) $A \uparrow$ 及び $A \downarrow$
- 軸の両方向位置決め^{*)}の系統偏差) E
- 軸の一方向位置決め^{*)}の系統偏差 $E \uparrow$ 及び $E \downarrow$
- 軸の平均両方向位置決め^{*)}偏差) M
- 軸の両方向位置決め^{*)}の繰返し性 R
- 軸の一方向位置決め^{*)}の繰返し性) $R \uparrow$ 及び $R \downarrow$
- 軸の反転値^{*)} B
- 軸の平均反転値 \bar{B}

7.2.2 2 000mm を超える直進軸及び 360° を超える回転軸の試験

- 軸の両方向位置決め^{*)}の系統偏差) E
- 軸の一方向位置決め^{*)}の系統偏差 $E \uparrow$ 及び $E \downarrow$
- 軸の平均両方向位置決め^{*)}偏差) M
- 軸の反転値^{*)} B
- 軸の平均反転値 \bar{B}

表 2 測定結果の例 (2000mm 以下の直進運動軸)

部の値は最大値

i	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
目標位置 P_i (mm)	6.711		175.077		353.834		525.668		704.175		881.868		1 055.890		1 234.304		1 408.462		1 580.462		1 750.920	
位置決め向き	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
位置の偏差 (μm)	$j=1$																					
	2.3	-1.2	3.6	-0.5	3.5	0.2	3.0	-0.6	1.7	-1.9	0.4	-3	-0.4	-3.7	-0.2	-3.7	0.2	-3.5	0.3	-3.2	-0.1	-3.6
	2																					
	2.1	-1.7	3.5	-0.9	3.3	-0.6	2.7	-1.2	1.5	-2.3	0.2	-3.5	-0.7	-4.3	-0.6	-4.4	-0.2	-4.3	-0.1	-3.8	-0.6	-4
	3																					
	1.9	-1.9	3.1	-1.1	3.0	-0.7	2.4	-1.3	1	-2.9	-0.2	-3.7	-1	-4.6	-1	-5.1	-1	-5	-0.9	-4.7	-1.2	-4.5
	4																					
	2.8	-1.3	3.7	-0.2	3.8	0.1	3.2	-0.3	1.9	-1.4	0.9	-2.8	0	-3.6	-0.2	-3.6	0.5	-3.2	0.5	-2.8	0.4	-3.2
	5																					
	2.2	-1.9	3.2	-0.8	3.5	-0.7	2.6	-1.3	1.1	-2.3	-0.1	-3.7	-0.9	-4.5	-1.1	-4.6	-0.5	-4.5	-0.4	-4.1	-0.9	-4.5
平均一方向位置決め偏差 \bar{x}_i (μm)	2.3	-1.6	3.4	-0.7	3.4	-0.3	2.8	-0.9	1.4	-2.2	0.2	-3.3	-0.6	-4.1	0.6	-4.3	-0.2	-4.1	-0.1	-3.7	-0.5	-4
標準不確かさの推定値 s_i (μm)	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.5	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.6	0.6	0.7	0.6	0.8	0.6	0.6
$2s_i$ (μm)	0.7	0.7	0.5	0.7	0.6	0.9	0.6	0.9	0.8	1.1	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	1.3	1.2	1.5	1.1	1.5	1.3	1.1
$\bar{x}_i - 2s_i$ (μm)	1.6	-2.3	2.9	-1.4	2.8	-1.2	2.1	-1.9	0.7	-3.3	-0.6	-4.2	-1.4	-5.1	-1.5	-5.5	-1.4	5.6	-1.2	-5.2	1.8	-5.1
$\bar{x}_i + 2s_i$ (μm)	2.9	-0.9	3.9	0.0	4.0	0.3	3.4	-0	2.2	-1.1	1.1	-2.5	0.2	-3.2	0.2	-3	1.0	-2.6	1	-2.2	0.8	-2.8
一方向位置決め繰返し性 $R_i=4s_i$ (μm)	1.3	1.3	1.0	1.4	1.2	1.8	1.3	1.9	1.5	2.2	1.8	1.7	1.6	1.9	1.7	2.5	2.4	3.0	2.2	3.0	2.6	2.3
反転値 B_i (μm)	-3.9		4.1		-3.8		-3.7		-3.6		-3.6		-3.5		-3.7		-3.9		-3.6		-3.5	
両方向位置決め繰返し性 R_i (μm)	5.2		5.3		5.2		5.3		5.5		5.3		5.3		5.8		6.6		6.2		5.9	
平均両方向位置決め偏差 \bar{x}_i (μm)	0.3		1.4		1.5		0.9		-0.4		-1.6		-2.4		2.5		-2.2		-1.9		-2.2	

位置決め精度 (mm)		一方向 ↓	一方向 ↑	両方向
反転値	B	適用しない	適用しない	0.004 1 ($i=2$ のとき)
平均反転値	\bar{B}	適用しない	適用しない	-0.003 6
軸の両方向位置決め偏差	M	適用しない	適用しない	0.004 0 (0.001 5+0.002 5)
系統偏差	E	0.004 0	0.003 9	0.007 7
繰返し性	R	0.002 6 ($i=11$ のとき)	0.003 0 ($i=10$ のとき)	0.006 6 ($i=9$ のとき)
正確さ	A	0.005 8	0.006 0	0.009 6

<ul style="list-style-type: none"> - 試験年月日 - 試験者氏名 - 機械の種類、型番及び製造番号 - 測定器及び製造番号 	年 月 日 隅須 穰 AAA, 立て形マシニングセンタ, No.111111 BBB, No.123456		
試験 <ul style="list-style-type: none"> - 試験軸 - 位置検出器の種類 - NDE 補正 (あり, なし) - 位置検出器の熱膨張係数 (NDE 補正に使用) - 送り速度 - 各目標位置でのドウェル時間 - 使用した補正機能 	X ボールねじ及びロータリエンコーダ あり $11\mu\text{m}/(\text{m}^\circ\text{C})$ 1 000mm/min 5 s バックラッシュ及びピッチ誤差補正		
試験位置 <ul style="list-style-type: none"> - 試験していない軸の位置 - 工具レファレンスに対するオフセット (X/Y/Z) - 工作物レファレンスに対するオフセット (X/Y/Z) 	Y=300mm ; Z=350mm ; C=0° 0/0/120mm 0/0/30mm		
試験条件 <ul style="list-style-type: none"> - 温度検出器 表面温度検出器#1 表面温度検出器#2 室温 - 気圧 - 湿度 	配置 テーブル, X=50mm テーブル, X=1 700mm 加工空間の中心 102.4kPa 60%	開始時 (°C) 21.8 22.4 20.6	終了時 (°C) 22.9 23.1 20.9

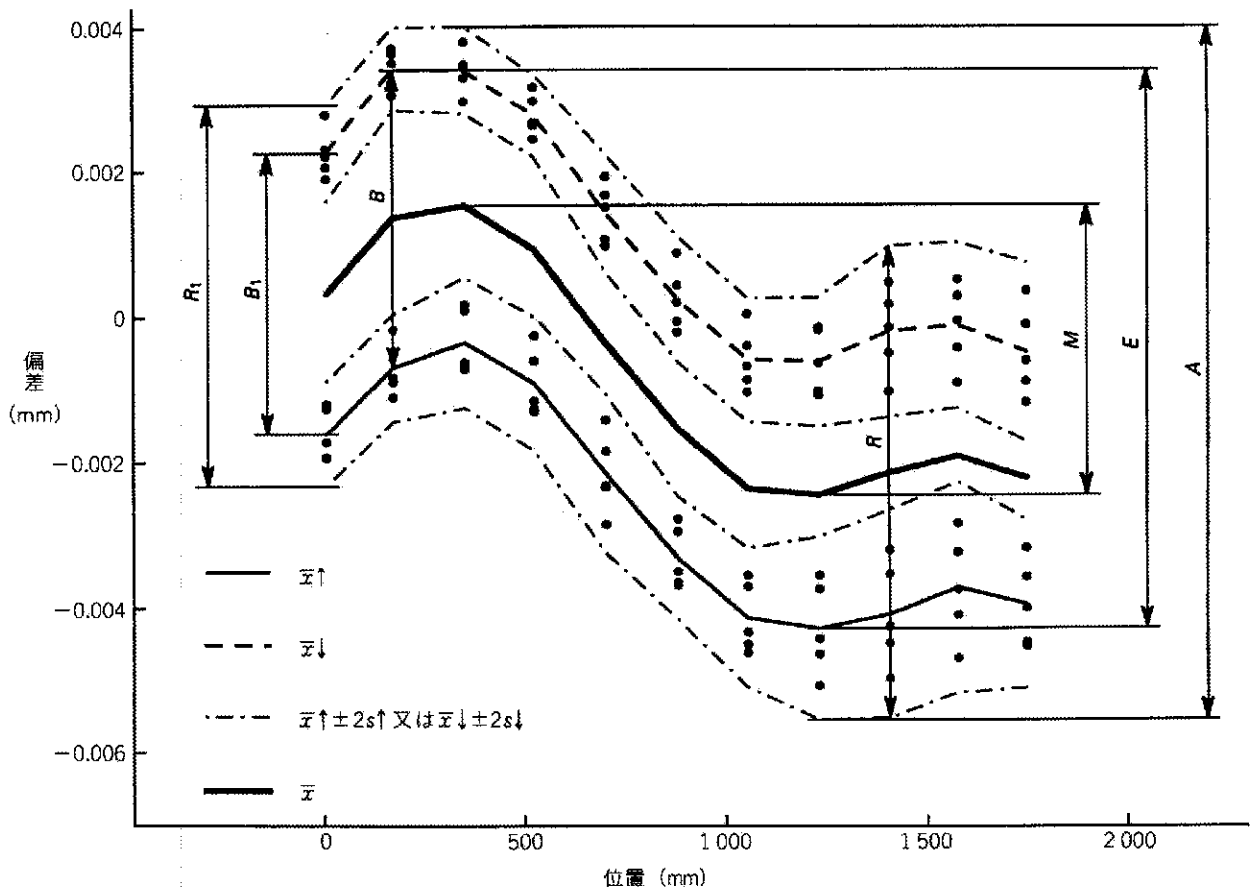


図 2a 両方向位置決めの正確さ及び繰返し性

<ul style="list-style-type: none"> - 試験年月日 - 試験者氏名 - 機械の種類、型番及び製造番号 - 測定器及び製造番号 	年 月 日 隅須 穰 AAA, 立て形マシニングセンタ, No.111111 BBB, No.123456		
試験 <ul style="list-style-type: none"> - 試験軸 - 位置検出器の種類 - NDE 補正 (あり, なし) - 位置検出器の熱膨張係数 (NDE 補正に使用) - 送り速度 - 各目標位置でのドウエル時間 - 使用した補正機能 	X ボールねじ及びロータリエンコーダ あり $11\mu\text{m}/(\text{m}^\circ\text{C})$ 1 000mm/min 5 s バックラッシュ及びピッチ誤差補正		
試験位置 <ul style="list-style-type: none"> - 試験していない軸の位置 - 工具レファレンスに対するオフセット (X/Y/Z) - 工作物レファレンスに対するオフセット (X/Y/Z) 	Y=300mm ; Z=350mm ; C=0° 0/0/120mm 0/0/30mm		
試験条件 <ul style="list-style-type: none"> - 温度検出器 表面温度検出器#1 表面温度検出器#2 室温 - 気圧 - 湿度 	配置 テーブル, X=50mm テーブル, X=1 700mm 加工空間の中心 102.4kPa 60%	開始時 (°C) 21.8 22.4 20.6	終了時 (°C) 22.9 23.1 20.9

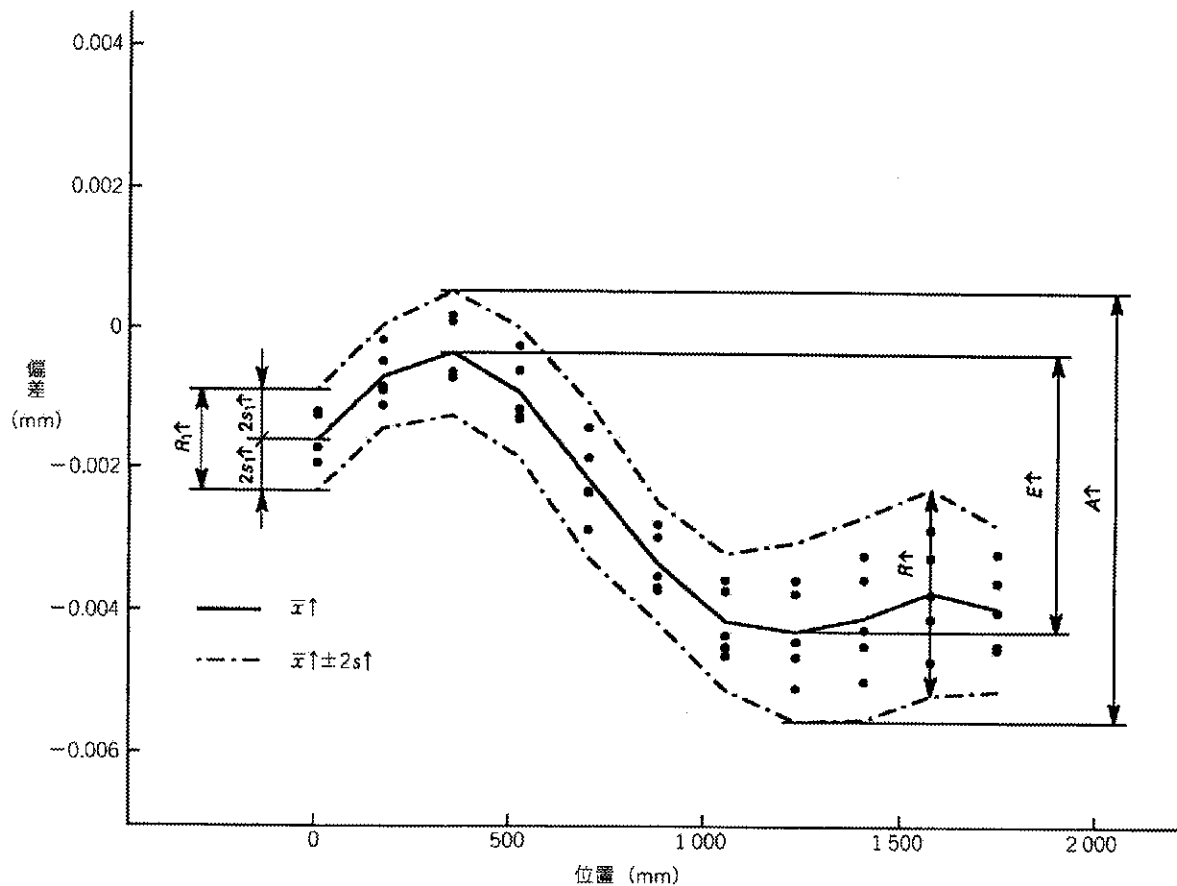


図 2b 一方向位置決めの正確さ及び繰返し性

附属書 A (参考) ステップサイクル

この附属書 A (参考) は、代替測定サイクル、すなわち、ステップサイクル (図 A.1 参照) の適用について示す。

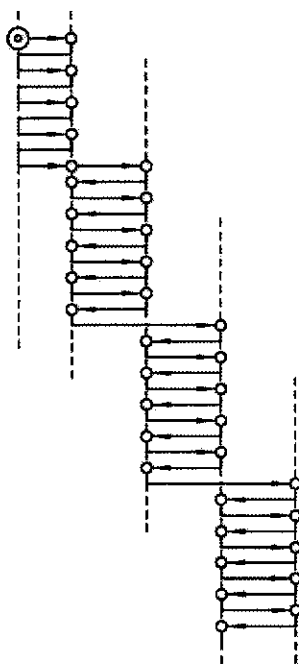


図 A.1 ステップサイクル

このステップサイクルによる測定結果は、本体図 1 に示した標準測定サイクルによる結果とは異なることがある。

標準測定サイクルを使用すると、両端の目標位置において、そのどちらかの目標位置に一方の向きから位置決めし、その後にもう一方の向きから位置決めしたときに、その目標位置に接近する時間の間隔に大きな差を生じる。ステップサイクルを使用すると、一つの目標位置への両方向からの接近は、比較的短時間で行われるが、最初と最後との目標位置の測定には大きな時間差を生じる。

標準測定サイクルによる測定は、試験している軸上のそれぞれの目標位置に及ぼす熱の影響の程度が異なる可能性がある。測定中の熱の影響は、反転値 B 及び繰返し性 R の両方に現れる。

ステップサイクルの場合には、熱の影響は、平均両方向位置決め偏差 M に現れるが、機械の熱的挙動は、反転値及び繰返し性にわずかに影響を及ぼすだけである。

附属書 B (参考) 参考文献

- [1] Guide to the expression of uncertainty in measurement, BIPM/IEC/FICC/ISO/OIML/IUPAC/IUPAP, 2.3.5 及び 2.3.6, 並びに附属書 G, 1993, ISBN 92-97-101880-9, 又は計測における不確かさの表現のガイド, 日本規格協会, 2.3.5 及び 2.3.6, 並びに附属書 G, 1997.
- [2] ANSI B89.6.2 : 1988, Temperature and Humidity Environment for Dimensional Measurement.

原案作成委員会 構成表

	氏名			所属
(委員長)	堤 正 臣			東京農工大学
	上 野 滋			財団法人機械振興協会
	小 池 昌 義			工業技術院計量研究所
	大 澤 信 之			株式会社東京精密
	大 石 真 澄			レニショー株式会社
	丸 目 克 彦			日本ヒューレット・パッカー・ド株式会社
	黒 田 清 継			株式会社エンシュウ
	吉 野 光 男			倉敷機械株式会社
	中 川 昌 夫			オークマ株式会社
	溝 口 清 久			ヤマザキマザック株式会社
	丸 山 敏 夫			豊田工機株式会社
	楨 山 和 臣			東芝機械株式会社
	岡 本 洋 一			株式会社森精機製作所
(事務局)	大 槻 文 芳			社団法人日本工作機械工業会