比較測長機の精度と室温の関係⁽¹⁾

(昭和 18 年 10 月 3 日 新潟臨時大會講演會に於て講演)

正 員 中 崎 正 夫⁽²⁾ 正 員 子 吉 重 利⁽³⁾

摘 要

市販の一光学的比較測長機を常溫で使用した場合、四季及び 1 日中の室温の変化が測長機の精度に如何なる影響を及すかに就き実験とその考察を試みた。被測定試片としては高炭素鋼、鋳鉄の円筒並に銅、錫、アルミニウムの各丸棒及び石英管を用いた。又測長機の溫度差に對應し各試片の長さ及び材質を相違させる事により測長機の指針に生ずるところの溫度差と読み取り値との關聯性を知るため、筆者等は測長機固有の係数 α' なるものを實驗結果より求め、読み取り値に含まれる量的關係を明らかにした。尙この種比較測長機を常溫で使用した場合に就て、綜合的考察を行ひ、読みの変化を最小に止めんがための取扱上の注意事項並に比較測長機の精度向上に資する一示唆を與へんとしたものである。

1. 緒 論

一般に高い精度を持つ各種機械加工品の寸度測定はその性質上恒溫、恒濕、防震裝置の施された所謂精密測定室に於て而も標準狀態の下で測定する事が望ましいが、種々の理由に依て、工作工場又は検査工場等上記精密測定室を設置し製品検査をする場合は稀で、普通多くは常溫の儘で寸度測定を行つてゐる有様である。然るにこの種機械加工品を測定する精密比較測長機にあつては、四季及び 1 日中の室温の変化及びそれに基づく測長機自体の溫度変化により殆ど避け難い測定誤差を生ずるものである。

例へば本實驗に使用した光学的比較測長機に於てもその値が $10 \sim 18 \mu$ の多きに迄達する事は屢で、この値は測定精度

第 1 図

第 2 図 (A), (B) 試片使用せず、(C) 試片 ブロックゲージ ($l=100 \text{ mm}$)第 3 図 (A), (B) 試片使用せず
● 室温 × 測長機の溫度 ○ 測長機の読み

(1) Thermal Effects on the Accuracy of the Comparator. Technical Research. 不二越研究所。

(2) Masao NAKAZAKI, Member. The Fujikosi Institute for the Technical Research. 不二越研究所。

(3) Sigetosi NEVOSI, Member. The Fujikosi Institute for the Technical Research. 不二越研究所。

[昭和 19 年・2 月]

を $1\sim 2\mu$ 以内に要求されるこの種測長機に於ては到底看過し難い数値である。

仍て常温における測定誤差を出来る限り僅少に止めると云ふ事は精密工作並に精密測定を行ふ工場に於て當然研究さるべき課題であらう。然るにこの方面の研究は非常に少く、筆者の知れる範囲では内外共発表された研究のあるを知らないで、比較的小範囲の実験ではあるが、この研究に於ては二三の被測定試片に就きこの誤差の発生状況を吟味し、測長機には被測定試片の種類及び有無とは無関係に温度差が存在する場合はそれに應じ固有の指針の変化を行ふ現象があることを確かめ、その変化係数を求め、更に取扱上の注意事項と

常温測定の精度に就て総合的考察を行つた。

2. 実験装置及び実験方法

本実験に使用した測長機は寺岡製比較測長機にして、本機は光学的比較測長機に属し、その構造は反射法則により主横杆にて 10 倍、可動鏡にて 50 倍、合せて 500 倍の擴大率で 1 000 倍として読み取る様になつてゐる。

その主要寸法を示せば

測定範囲 $\pm 0.075\text{ mm}$

全測定可能 $\pm 200\text{ mm}$

測定の最小目盛 0.001 mm

温度測定に用ひた温度計は水銀温度計 3 箇を使用し、一つは室内温度用で測長機に近接せる空間の温度を測り、一つは測長機の表面に、今一つは測定台（常温室ではコンクリート台直接、恒温室ではその上にリノリウム張り）の上に夫々直接々触させ該部の温度を測定した。

この他被測定試片としては鋳鉄、炭素鋼の円筒、アルミニウム、錫、鉛及び銅の各丸棒並に石英管、ブロックゲージ等を使用した。

実験方法は測長機の測定用接触端を被測定物の上面に接触させ、測長機の指針を零目盛に一致させて時間の経過と共に指針の変化を読む。尚被測定試片を測定中取外さないで読み取る場合と指針の変化を読む毎に被測定試片を當てる場合との二通りの測定法があるが、両者に変わりがなかつたので、本実験に於ては前者の方法を採用した。

3. 実験結果の吟味

(a) 実験結果の一般的考察

第 2 図 (A), (B) は試片を使用せず、即ち測定用接触端を測長機の定盤上に直接當てた場合の測長機固有の読みの変化を暖房の行はれた室にて測定したものである。図で

分る様に室温の急激な変化に伴ひ測長機の温度も相應して変化してゐる事が分る。而して暖房が断続的には入つた場合と、1 日中連続して入つた場合とでは読み取り値に相當大きな相違があり、(B) では 8.5 時より 12 時迄の 3 h で -12μ の読みの変化を生じ室温、測長機共に温度変化の最大は 1 h に 3°C 、読みの変化

第 4 図 (A), (B) 試片 ブロックゲージ ($l=110\text{ mm}$)

第 5 図 (A), (B), (C), (D) 試片 石英管 ($l=95\text{ mm}$)

の最大は -3.8μ であった。測長機の温度は室温に比し大体 1h 前後の遅れを持って変化し又読みの値も測長機の熱容量の影響を受けその上若干の遅れを有してゐる様である。

(C) は (A), (B) と同一条件下にて試片として称呼寸法 100 mm のブロックゲージを用ひて測定した値である。第 3 図 (A), (B) も第 2 図 (A), (B) と同様試片は使用せず、暖房も行はず常温の儘で測定を行ひ求めた値である。第 4 図 (A), (B) は試片として 110 mm のブロックゲージを常温で測定した値である。この場合は 1 日中の室温変化 $8\sim 10^\circ\text{C}$ に就き $-5\sim -9\mu$ の変化であつた。第 5 図 (A)~(D) は現在

最も線膨張係数の小さいと称せられる石英管 (外径 5 mm, 内径 3.8 mm, 全長 95 mm) を試片として測定した値である。この場合 1 日中の温度差の最大は 10°C で読みの変化の最大は -19μ 即ち実に 20μ にも近い読みの変化を生じてゐる。

次に比較的線膨張係数の大きな金属材料を試片として測定を行つた場合如何なる変化を生ずるかに就き実験を行つた。この場合試片としては直径 30 mm の錫 ($\alpha=0.2234\times 10^{-4}(40^\circ\text{C})$) 鉛 ($\alpha=0.292\times 10^{-4}(40^\circ\text{C})$) 亜鉛 ($\alpha=0.2918\times 10^{-4}(40^\circ\text{C})$) 及びアルミニウム ($\alpha=0.231\times 10^{-4}(40^\circ\text{C})$) の丸棒を用ひた。

第 6 図 (A), (B), (C), (D), (E) 試片 錫 ($l=70\text{ mm}$)

第 7 図 (A), (B) 試片 アルミニウム ($l=80\text{ mm}$) (C), (D) 試片 錫 ($l=70\text{ mm}$)

●室温 ×測長機の温度 △測定台の温度 ○測長機の読み

[昭和 19 年 2 月]

次にその結果の代表的なものを一二示す。

第 6 図 (A)~(E) は全長 70 mm の錫試片を用いた場合、
第 7 図 (A)~(D) は全長 80 mm のアルミニウム及び上述
の錫試片を用いた場合である。この時には室温に基づく温度

差が $7\sim 8^{\circ}\text{C}$ に於ても読みの変化は殆ど $\pm 1.0\mu$ 以内の様
である。

第 8 図及び第 9 図に長さ 10, 50, 95, 150 mm の各ブ
ロックゲージと石英管の測定結果を示す。図に於て測長機と

測定台の表面温度は大体平行して変化して居り、室温の上昇が著しくなるとその影響を受け測長機の温度は幾分高まり両者に間隔が生じて来る。

第 10 図は恒温室で実験を行つた場合の結果を示す。

(b) 測長機固有の係数 α'

以上各試片に就て行つた結果を長さ 10, 50, 95, 150 mm のブロックゲージと石英管に就て測長機の読みの値と温度差

	長機の読みの変化	mm
l	被測定試片の長さ	mm
α	被測定試片の線膨脹係数	
α'	測長機固有の係数	
t	測長機の温度差	$^{\circ}\text{C}$

さて被測定試片として石英管を使用した場合に就て考へる。周知の様に石英管の α は極めて微少で温度差が常温域の範囲では鉄鋼のそれに比し伸の値は殆ど影響を

及さないものと見て差支へはない。仍て第 12 図よりこの値は被測定試片の有無とは無関係に測長機に温度差があれば必ず指針に現

第 10 図 恒温室における $\Delta l-t$ の曲線

(A) 試片 石英管 ($l=95$ mm)
(B) 〃 ブロックゲージ ($l=100$ mm)
(C) 〃 錫 ($l=70$ mm)

との関係に就き縦軸に Δl , 横軸に t を取り整理すれば第 11 図及び第 12 図の如くなる。又測長機の指針の読みの変化は温度差による測長機固有の変化と被測定試片の寸法変化との合成されたものとして現はれて来る。今この関係を次の如き関係式にて表はす。

$$\Delta l = (\alpha' - l\alpha)t \quad \dots\dots(1)$$

茲に Δl 温度差による測

第 12 図 試片 石英管

第 11 図 試片 ブロックゲージ

第 13 図 測長機固有の係数 α' と l_B との関係 l_B は測定定盤と接触端との距離とす

[昭和 19 年 2 月]

はれる測長機固有の変化値である。今この数値を筆者等は比較測長機固有の係数と称へこの値を(1)式即ち測長機の温度差と読みの値との関係式より求めることが出来る。即ちこの α' の値は被測定試片の伸の影響無き場合、測定々盤と接触端との一定距離に應じ α' と温度差との相乗積が測長機の純粹なる変化である事を意味してゐる。

(c) 実験結果の総合的考察

次に常溫測定全般に就て留意すべき二三の総合的考察を行つて見る。

周知の様に工業上の標準寸法とは 20°C に於て測定した値を以て表示する。然るに普通常溫域とは略 $5\sim 34^{\circ}\text{C}$ の範囲が多く、測長機によつて計られた測定寸法は、任意の測定温度とその温度よりの温度差及び標準温度 20°C よりの温度差との2重の影響を受けてゐるものである。更に比較測定の基準としてブロックゲージを用ひる場合はこのブロックゲージの伸率との差が測定値に影響を及す因子となる。

以上の関係を次式にて表はす。

$$\Delta L = (\alpha' - l\alpha)t_x \dots\dots\dots(2)$$

$$\Delta L' = (\alpha_B - \alpha)L_t \dots\dots\dots(3)$$

$$\Delta L' = (\alpha_B - \alpha)L_t \dots\dots\dots(4)$$

茲に ΔL 20°C よりの温度差による測長機の読みの変化

$\Delta L'$	温度差によるブロックゲージと被測定試片との伸率の差による測長機の読みの変化 mm
$\Delta L'$	20°C よりの温度差によりブロックゲージと被測定試片との伸率の差による測長機の読みの変化 mm
t_0	0°C からの測長機の温度
α_B	ブロックゲージの線膨脹係数
t_x	$t_0 > 20^{\circ}\text{C}$ なる時は $(t_0 - 20)$ $0 < t_0 < 20^{\circ}\text{C}$ なる時は $(20 - t_0)$

さて比較測定の基準としてブロックゲージを使用した場合

第 14 図

第 10 卷 第 38 号 (第 4 部)]

(第 14 図参照)。鋳鉄、炭素鋼、銅、錫及びアルミニウム等各試片間における温度差と読みの値との関係は(3)、(4)式を以て表はすことが出来る。又図上にて、幾何学的にも求められる。

更に上述の関係式及び第 14 図の示すところを明確にするために鉄鋼試片と非鉄金属試片との著しい相違点に就て述べる。先づ基準となるブロックゲージとの伸率の差は鉄鋼試片に於ては普通 1μ 以下と云ふ僅少な値であり寧ろ問題となるのは正味測定時間に対する測長機の温度差による ΔL の値である。例へば試片を測定長 100 mm の鋳鉄とし温度差 3°C に於ては -3.6μ であるが、非鉄金属試片に於ては $\pm 0.12\sim 0.38\mu$ といふ僅少値である。測定条件を同一としアルミニウム試片では -0.38μ 、銅では $\pm 0.12\mu$ であるが、ブロックゲージの値との差は実に $3.28\sim 2.78\mu$ といふ値になる。更に工業上における標準温度より實際測定温度(前述したやうに四季に於ては $5\sim 34^{\circ}\text{C}$ 迄変化する)迄の温度差に基づく読みの変化を考慮すればそれだけ測定寸法は異なつて来る理由である。

4. 取扱上の注意事項

- (1) 天候の急変及び暖房又は日の出直後(大体午前 10 時頃)による室温の変化大なる場合は常溫に於て、測定長 100 mm 前後のブロックゲージに就て 1 日中で最大 $-16\sim -18\mu$ の読みの変化を、1 h では $-2\sim -3\mu$ の変化を生ずる、仍て本機の如き比較測長機の設置場所は日光の直射は勿論直接輻射熱を受けるやうな所には成るべく定めない方がよい。
- (2) 特に午前中の測定開始直後 1 h 前後に於ては、午後のそれに比し、測定値は比較的大きく(一)方向に移動し、その量は $1.0\sim 1.5\mu$ の場合が多い(恒溫室に於ても同じ)。この原因は恐らく測長機の運動結合部の変位その他測定圧によるものと思はれる。
- (3) 常溫における測長機の読みの値の変化は、四季を通じ季節的溫度の高低には余り関係なく測定開始時よりの溫度差のみがこれに決定的な影響を及すものの如く、例へば 7~8 月頃はその他の気溫急変する月に比し読みの値の変化は比較的僅少であり実験結果とも良く一致した。併しながら測定溫度に於て標準溫度(20°C)よりの相違があるから測定寸法はその溫度差の高低に該當する変化値だけ標準寸法より異つて来る。

(4) 測長機の読みの値の変化は、本論に述べた様に溫度差による測長機自体の変化と被測定試片の伸縮との合成されたものである。これは被測定試片として石英管を用ひ決定した測長機固有の係数 α' を吟味することにより容易に首肯することが出来る。斯くの如く比

較測長機の温度による固有の係数 α' と云ふものを指針の読み取りの変化から分解して考へることにより眞の長さの読みが明瞭になる。

(5) 次に被測定物として鑄鉄、炭素鋼、ブロックゲージ等の各試片を用いた場合及び銅、錫、アルミニウム等の非鉄金属試片を用いて測定を行ふ場合、両者に注意すべき著しい相違点がある。即ち前者に於ては寸法測定の基準となるブロックゲージとの伸率の差に基づく読みの変化は小さく、普通 1μ 以内であり、問題となるのは測定温度よりも温度差の方が非常に大きな影響を與へる。然るに後者に於ては適當な測定長では読みの変化は僅少で寧ろ比較の基準となるブロックゲージとの寸法差による読みの変化の方が大きな問題となる。この事実よりすれば斯る測長機による非鉄金属製品の比較測定には基準としてブロックゲージよりは同一種類の金属で比較ゲージを作り測定面に耐磨耗性金属を固着し、 20°C にお

ける寸法を決定して然る後使用するのが上述の誤差を幾分でも避け得る一方法ではないかと思はれる。

5. 結 論

(1) 比較測長機には被測定長及び温度差と共に直線的に変化する固有係数 α' がある。

(2) 特に非鉄金属製品の寸法測定の比較の基準として、ブロックゲージを用ひる事は不適當ではないかと思はれる。

(3) 取扱上の注意事項に就ては第4項に於て述べた通りである。

最後に御理解ある援助を下さつた會社當局に対し深甚の謝意を表すると共に長時間に亘り実験の勞を取られた津田、瀬川両君の努力に感謝する次第である。

(昭和 18 年 11 月 10 日受付)

中小工場におけるマイクロメータ綜合精度の保守状態⁽¹⁾

(昭和 18 年 10 月 3 日 新潟臨時大會講演會に於て講演)

正 員 豊 澤 昇⁽²⁾

佐 藤 正 三⁽³⁾

摘 要

主として工作機械を製作してゐる中小工場の現場で實際使用中の外測用マイクロメータ 197 箇に就て、その綜合精度をブロックゲージに依り検定した結果に関する報告である。

1. 緒 言

近時製品の要求精度が向上するに伴ひ、マイクロメータの需用が工作或は検査、測定方面に於て頗る増加してゐる。従てマイクロメータの供給も極めて活潑であるが、その精度、寿命等に関して玉石混淆の憾がある。一面需用側に於ても多量且迅速なる生産の要に迫られ、マイクロメータの使用が最良状態の下に行はれない場合も増加してゐるやうである。

以下にマイクロメータの各種部分的誤差の集積たる所謂綜合誤差を検測方法として既に従来より行はれ、又近く日本標準規格としても制定される筈のブロックゲージを基準とする方式に拠り、中小工場に就きその保守状態を調査した結果の内、若干の留意すべき事項に就て記載する。

こゝに中小工場と称する範囲は單にその規模の大小のみを以て限界とするのではなく、測定標準たるブロックゲージを設備せぬか、或はこれを設備するも十分活用せぬ比較的精密計測の機会に恵まれぬ現場を意味する。斯る場合マイクロメータは甚だ信頼され、時としては唯一の最高級測長具として重要視される事すらあつて、その精度の保守状態を明確にす

る事が不可欠となる。これに依て製作側と検査側との間に屢々発生する寸法誤差の見解に基づく紛擾の解決に根拠を與へると共に、不合格品を一掃し併せて生産向上に一基礎を與へる。

調査は昭和 18 年初頭⁽⁴⁾、比較的機械工業、特に工作機械類生産の發達した或地方の甲乙兩地區における各 20 工場⁽⁵⁾に亘り、標準ブロックゲージとして T. Y. S. B 級 103 箇組を各種の異なる作業条件にある 40 現場へ巡回移動し、使用中の資料に就き臨場的調査を試みた。第 1 表の第 2 及び第 5 縦列並に第 1 図は現場の好意に依て任意に提出された資料の状況を示し、これによると参考的に中小工場におけるマイクロメータ需用の態様が判り、兩地區は極めて類似の活用傾向を示す。概して 100 mm 以上の使用が 50 mm に至るものの頻用に比し

第 1 図 調査資料数

の態様が判り、兩地區は極めて類似の活用傾向を示す。概して 100 mm 以上の使用が 50 mm に至るものの頻用に比し 1/5~1/10 程

(1) On the General Accuracy of Micrometers at the Factories of Smaller Scales. (2) Noboru Toyosawa, Member. The Nagaoka Technical College. 長岡高等工業学校。 (3) Syōzō SATO. The Niigata Prefectural Inspection Office for Machine Tools. 新潟縣工作機械検定所。

(4) 現場の室温 $7\sim 21^{\circ}\text{C}$ 。

(5) 絞上の見解よりすれば、中小工場と看做すべき大規模な工場も少くなかつた。

[昭和 19 年 2 月]