

— 冷却位置の条件について —

著者 横山 和彦 (新潟大)

著者 一 俊 亮 (新潟大)

1. 緒言

工作機械の熱変形については、これまでにも多くの研究がなされておられ、最近では熱変形を減少もしくは防止することが試みされてきている。ここでは液體を冷却して発生熱を速やかに取り去ることに伴い、熱変形を防止する方法について実験を行った。

2. 実験装置

使用した液體はベットの板り410mm、心向距離max700mmである。実験の概要を図1に示す。主軸の液體は主軸受(前部は平軸受、後部はタービロー軸受)、オI-II軸の軸受、平軸受の冷却ポンプ、Vプーリーおよびモータである。変位はベッド上の固定した測定台から、チャックに取り付けた液棒までの相対変位を空気マイクロメータで求めた。液體はCu-C6

液體対で合計4点を測定した。主軸台の冷却・油ポンプは油温制御装置により一定温度に制御されている。油はタービン油#90を使用し、646rpmで毎分回転数を行った。冷却位置は主軸台の前・

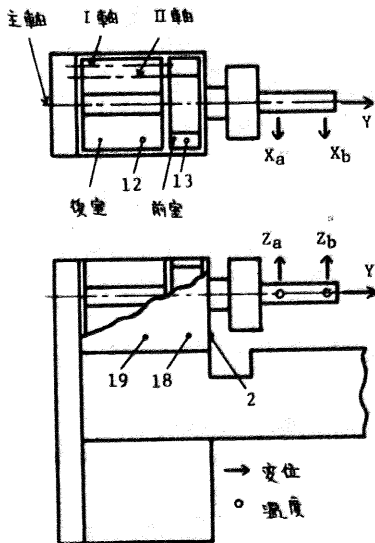


図1 実験(液體主軸台)の概要

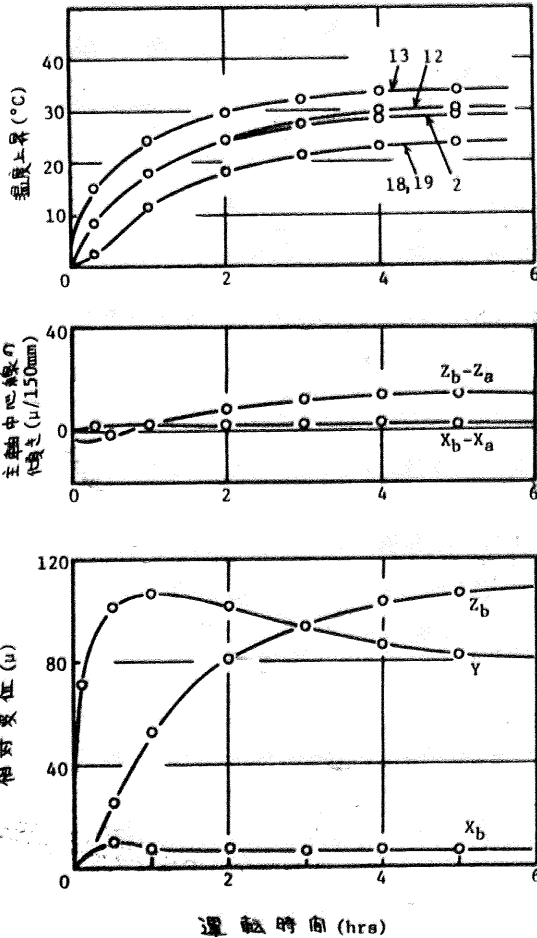


図2 平常運転(646rpm)

負荷・平軸受・主軸  
 ・および軸受潤滑  
 である。

3. 実験の結果  
 3.1 平常運転

通常の使用状態で  
 連続運転した時の変  
 位を図2に示す。又  
 方向の変位は旋盤の

構造からあまり大きくはならない。  
 又方向変位は単純に増加して100  
 μ程になる。又方向変位は主軸  
 の伸びが速く、ベットの伸びが中  
 っくりと生じるため最大値(107  
 μ)が現われた後、直ぐに減少して  
 いる。以後の実験において  
 有効な冷却を行うため、各熱源の  
 総熱量をワットメータにより求めた。  
 結果を図3に示す。主軸の総熱量  
 は運転開始から著しく減少し、  
 1時間直後に定常値になる。又  
 主軸およびベットの総熱量は殆  
 んど一定と考えた。また主軸  
 回転数を変化させた場合にも同  
 傾向が見られた。主軸の総熱  
 量は回転数に比例して変化するが、  
 他の熱源ではほぼ一定の総熱があ  
 る。

3.2 冷却による平軸受の冷却

旋盤と同一段階に冷却した場合は  
 冷却効果が比較的不十分として冷  
 却を行、その結果を図4に示す。冷  
 却効果が十分である場合、回転供給  
 時間よりも冷却効果が主軸の冷却の

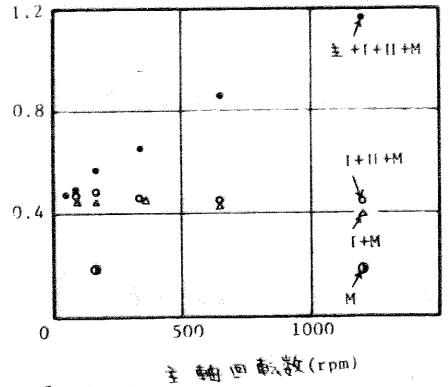
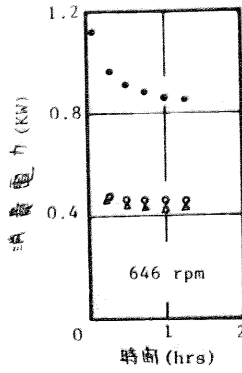


図3 消費電力

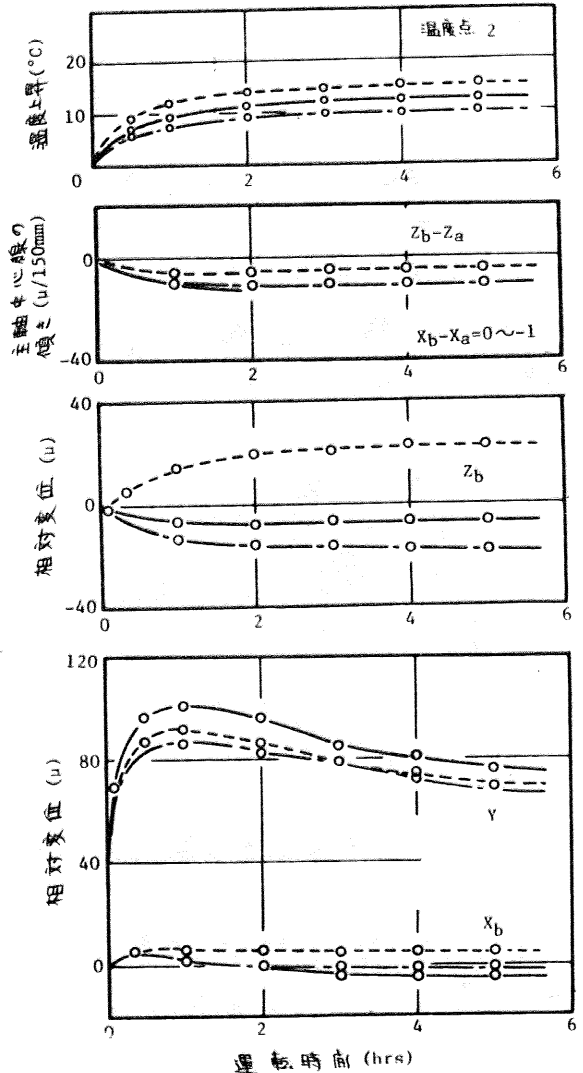


図4 冷却による平軸受の冷却 (646 rpm)

{ ——— 冷却: 冷却 } 油 流量 × 10 l/min  
 { - - - 冷却: V冷却 }  
 { ····· 冷却: 平軸受冷却 } 油 流量 × 1.95 l/min

右の壁を以て平軸受の冷却に  
 シヤワー状に供給している。平軸  
 受の冷却では油の循環解熱に供給  
 した。この場合も X, Y 方向  
 変位はあまり減少せず、Z 方向変位  
 のみが顕著に減少している。前室  
 および前室シヤワー冷却では前室の  
 油温を低く保たず左右の壁の温度上  
 昇を抑えらる。またこの油が  
 平軸受内部に循環し軸受を冷却す  
 るためである。平軸受の冷却では  
 油量が  $1.95 \text{ l/min}$  と少ないため  
 主軸の冷却には不十分であり、流  
 出した前室の油温は上昇するがそ  
 の流量が小さいため、前二者と同  
 様の効果を持つものと考えられる。  
 従って又方向変位は主軸の支持壁  
 を冷却することにより容易に減少  
 させることが出来る。又方向変位  
 は熱的構成を油盤の横方向に対称  
 化することにより解決することが  
 出来ると考えられる。

3.3 主軸および主軸貫通穴の冷却

前節の結果から、ここでは Y 方  
 向変位に注目して実験を行った。  
 結果を図5に示す。後室では各軸  
 の歯車により油が攪拌されるため、  
 左右壁シヤワーおよび後室冷却に  
 おいて殆んど差はみられず、平常  
 運転に比べて約 80% の変位とな  
 る。主軸外側をシヤワーで冷却す  
 ると主軸の温度上昇を抑えらるため、Y 方向変位が約 70% に減少している。主軸  
 貫通穴を冷却すると約 60% に抑えらるが、最大値からの下降が  $2.5 \mu$  と大きく定  
 常状態までに長時間を要する。これは主軸を外側から冷却するのとは比べて平軸受に近

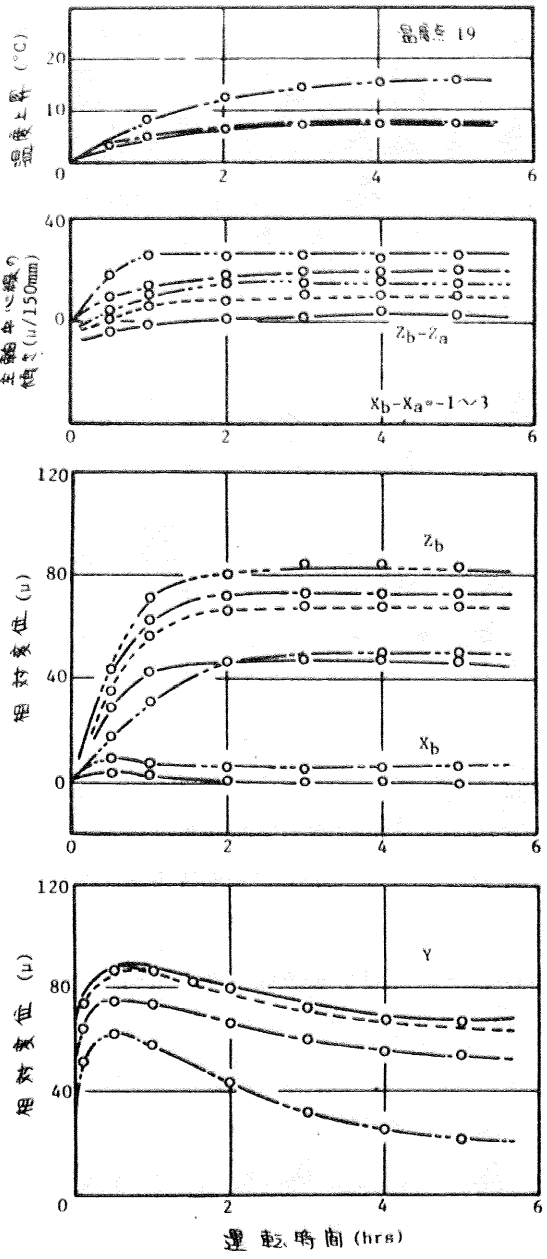


図5 後室および主軸穴の冷却

646 rpm  
 油流量  $\times 10 \text{ l/min}$

- 後室冷却
- 右壁シヤワー冷却
- - - 左壁シヤワー冷却
- 主軸外シヤワー冷却
- - - 主軸内シヤワー冷却

い位置と有効に冷却できるためである。また下降量が大きいのは後壁内の油が冷却されず、主軸位が下がったので伸びが増すためと考えられる。即ちより向変位の最大値および下降量を抑えるには主軸の冷却を中心にし、後壁の油盤を制御することが有効である。

### 3.4 組合せ冷却による低温冷却

このまでの結果に基づき、主軸貫通穴・後壁左右壁および主軸貫通穴・主軸外の組合せにより実験を行った。効果を上げるため供給油盤は室温より $-10^{\circ}\text{C}$ に制御されている。結果を図6に示す。又方向変位および値は $0\sim 5\mu$ になっている。より向変位については

約45%および30%に減少した。主軸貫通穴・主軸外の組合せでは最大値が $3\mu$ の下降が $6\mu$ と十分小さくなっている。このため運転開始から定常変位と同一の変位に到達するに要する時間は約10分となり、平常運転に比較して十分短縮することが出来る。

### 4. 結論

変位の熱変形を防止するため、マッゲンゼン型平軸受にも、主軸位の各位置を冷却し、工具-被削材間の相対変位への効果を検討した結果、以下の結論を得た。

- 1) 変位の横方向熱変位は構造上あまり大きくない。主軸をモータ直結とするなどの方法により、熱源配置および残機の構成を対応すれば十分に良い結果が得られる。
- 2) 高より向の熱変位は主軸の支持部を冷却することにより、十分防止できる。
- 3) 量手向の熱変位は主軸を中心主軸位を冷却することにより減少させる。運転後に現われる最大変位を減少させるには主軸穴および主軸の冷却が最も有効であり、定常状態までの下降量を小さくするには主軸位を冷却する必要がある。この組合せ冷却により定常値に達する時間を10分と、大巾に短縮することが出来る。
- 4) 以上の冷却方法はこまがり軸受を持つ主軸に肉しては、より有効であると考えられる。

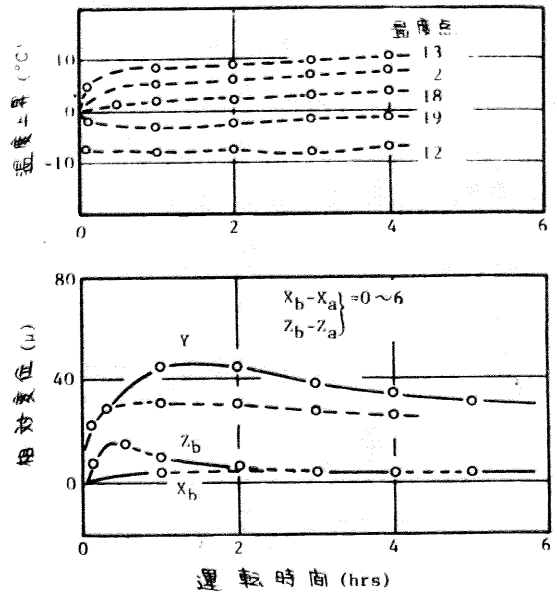


図6 組合せ冷却

646 rpm 油 (室温 $-10^{\circ}\text{C}$ )

- 主軸穴(10 l/min) 左右壁(各 5 l/min)
- - - 主軸穴(10 l/min) 主軸外(10 l/min)