

— 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幅り410mm、方向距離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・油温油圧は温度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・

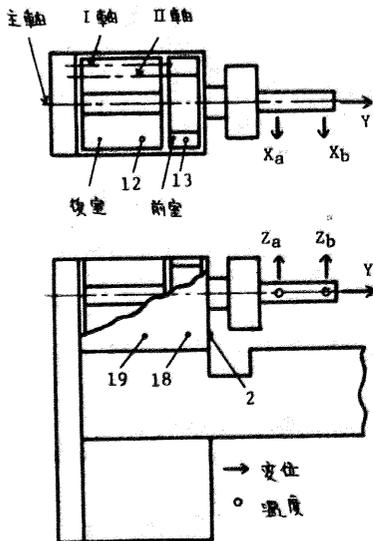


図1 実験(液體主軸台)の概要

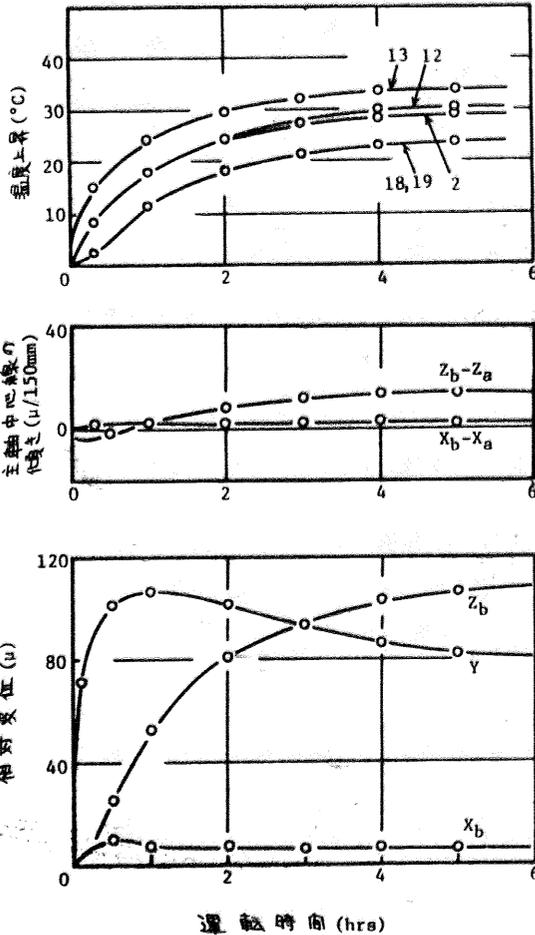


図2 平常運転(646rpm)

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

構造があまり大きくはな
 ない。又方向変位は単純に
 増加して100μ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
 ゆっくりと生じるため最大
 値(107μ)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
 量の発熱量をワットメ
 タにより求めた。結果を
 図3に示す。主軸の発
 熱量は運転開始が著しく
 減少し、ほぼ1時間後
 に定常値になる。又主
 軸の発熱量は殆ど一定
 と考えた。また主軸の
 回転数を変化させた場
 合も同様の傾向が認め
 られた。回転数の増加
 による発熱量は回転数
 に比例して増加するが、
 他の熱源はほぼ一定の
 発熱量である。

3.2 冷却による平軸受の冷却

図2と同様の条件で
 連続運転した時の冷却
 による変位を測定した。
 冷却を行う、結果を
 図4に示す。冷却
 による変位は冷却の
 効果によって減少し、
 冷却による変位は冷却
 の効果によって減少し、

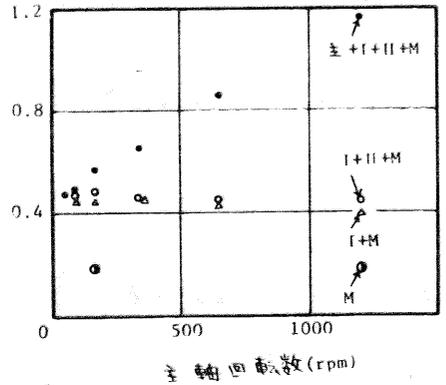
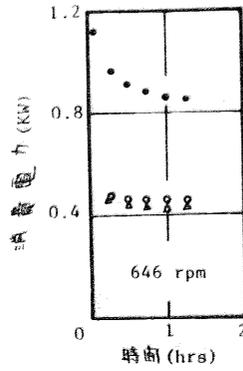


図3 消費電力

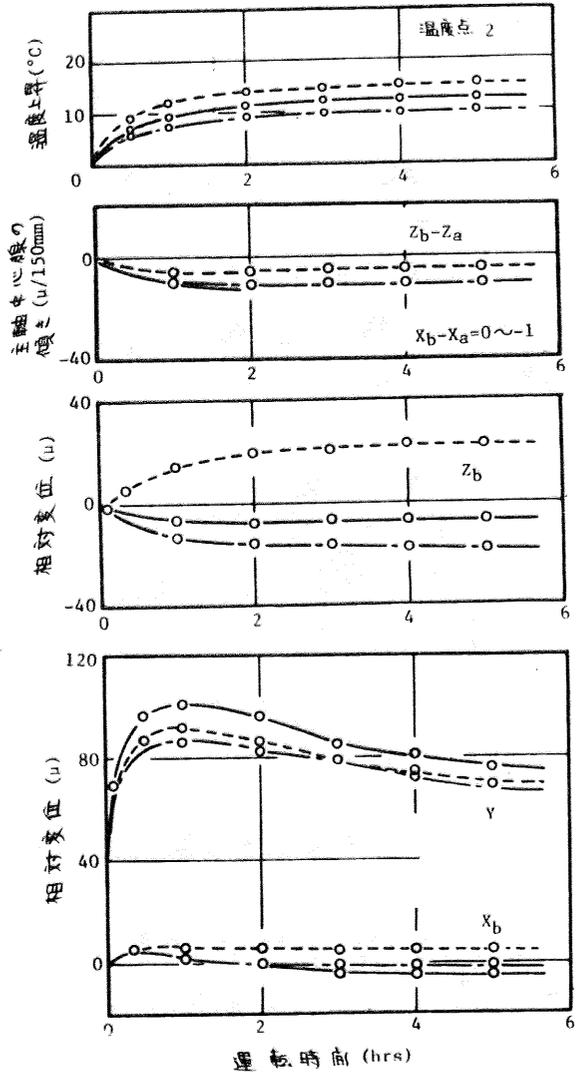


図4 冷却による平軸受の冷却 (646 rpm)

— 冷却なし
 - - - 冷却: 10 l/min
 ····· 冷却: 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。平軸受の冷却に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 方向変位のみに顕著に減少している。前室においてはシヤワー冷却では前室の油温を低く保たなければならないので、早く折えられ、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 l/min と少ないため主軸の冷却には不十分であり、流れた前室の油温は上昇するがその温度が小さいため、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思われる。

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が抑えられたため、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% に抑えられるが、最大値からの下降が 2.5μ 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

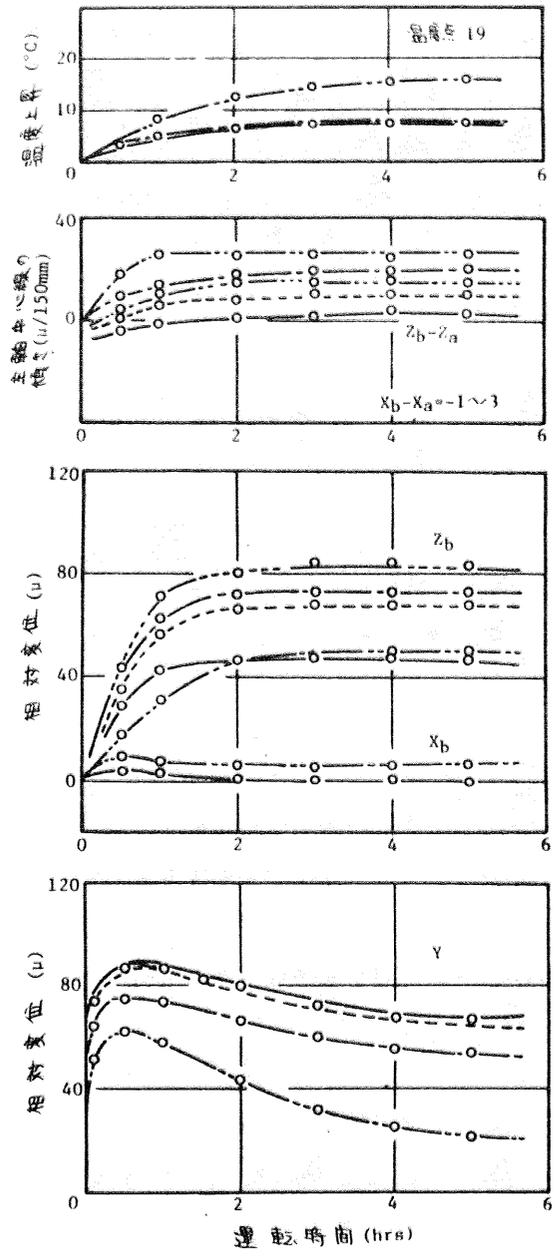


図5 後室および主軸穴の冷却

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、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°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 3μ の下降が 6μ 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、熱源配置および残材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。

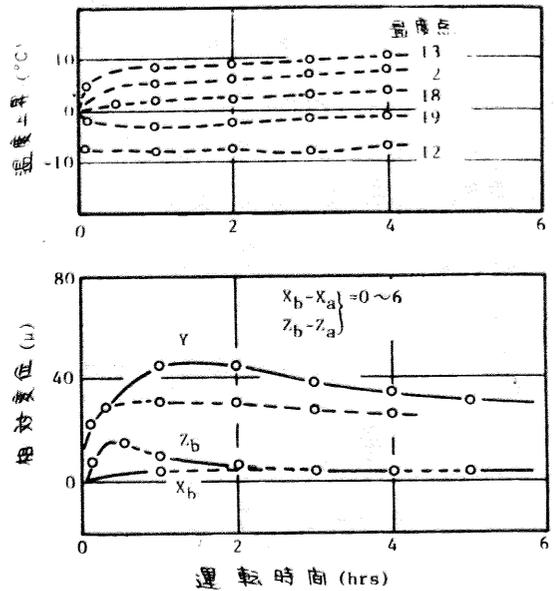


図6 組合せ冷却

646 rpm 油 (室温 -10°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)