# 308 工作機械の熱変形に関する研究

精学 ※箱 葉 康 良

(新天(院1)

精機正 一 宫 克 一

(新潟大)

精機正 横山和宏

(新潟大)

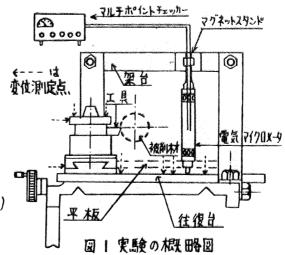
## 1. 緒言

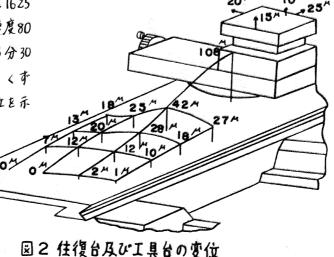
近年の切削加工の特徴は高速化・重切削化及び高精度化にある。高速化するに従い、 切削熱の切りくずへの流入割合は増大することが明らかになっている。そこで、本研究は、切りくず排除の困難は加工、あるいは無人化加工において切りくずによる工作機械・加工物等への熱影響を防止するための基礎研究として行びうものである。まず切りくず内の見かりの熱伝導率を実験的に求め、切りくずが平板あるいは工作機械本体上に堆積した時の温度分布や変位を実験・理論の両面から解析を行び、た。

## 2. 旋盤往復台及び平板の変位

した。工具台の付近 に切りくずが円錐形 状に堆積するため往 復台の変位は工具台 付近で急増し、工具

台より離れるに従い

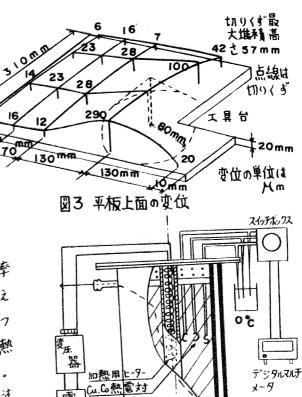




区 11160次0工具60支1页

3. 堆積切りくずの見かけの熱伝導率 堆積した切りくずの熱的性質を考え るに当り堆積した切りくず全体を一つ の物体と考え、その物体が見かけの熱 伝導率を持っと考えこれを測定した。 一般に物質の熱伝導率を測定する方法 には大別し定常熱流法と非定常熱流法 があるが、定常熱流法によって測定し E。図4に測定装置を示す。直径222 mmの円筒形の容器の外周には下部から 上部に向って冷却水を流すジャケット と取付けである。容器の中心線上に上 - ターがあり、上部及び下部は断熱し てできるだけ切りくず内は無限長物体 に近い温度分布が得られるようにした。 温度測定点は円筒容器の長さ方向のほ (京中央部に, 半径方向に3箇所, 円周 方向に3箇所の計9箇所とした。見か けの熱伝導率ke は

Re= Q ln 15 (1)
Q: 熱源発熱量(KCal/R) l:熱源設(m) AO: 半径距離 ri, rzの温度差(と) となる。図5に測定結果を示す。図中白丸は旋削切りくずで, 黒丸はフライ

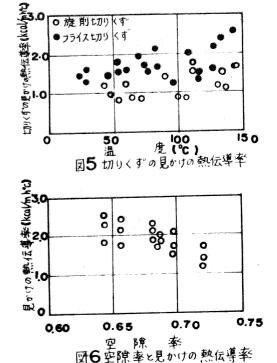


斜線部に測定切りくずを入れる。

源

図4見かけの熱伝導率測定装置

TK-冷却水



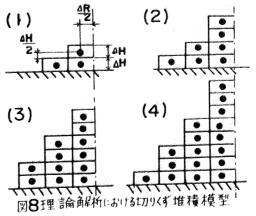
ス切削切りくず(切込み1 mm, 回転数220 pm,送り370mm/min,切削速度70m/min,)の測定値である。横軸の温度は熱伝導率の計算に用いた2点の平均である。これによると温度により、見かけの熱伝導率はやや上昇の傾向を示している。切りくずの見かけの熱伝導率は空隙率(空気の体積・堆積切りくずの体積)と関連を持ち図6に示した。図から明らかなように、空隙率が小さくなると見かけの熱伝導率は増大の傾向を示す。

4. 平板温度分布及び堆積切りくず内温 度分布の理論解析

堆積切りくず内温度分布の計算。 の計算ははほぼるかであるるます。 はながればほぼるるるるながである。 はながればはほぼるとにのがである。 がられたを関するとにのがである。 がられたを図がである。 がられたを図がである。 がられたを図ができたがりのよりによる。 がられたでは、 がられたでは、 がられるでは、 がいるとは、 がいるとはるが、 にはるとない。 にはるが、 にはるとはるが、 にはるとはるとない。 にはるとはるが、 にはるとない。 にはるとはるが、 にはるとはるとない。 にはるとはるとない。 にはるとない。 にはるとなる。 になるとなるとない。 になるとない。 になるとなるとなるとなる。 になるとなるとなるとなる。 になるとなる。 になるとなるとなる。 になるとなる。 になるとなる。 になるとなる。 になるとなる。 になるとなる。 になるとなる。 になる。 にな

 $T_{A}(i,j,k) = \left\{ \frac{2\lambda i}{C\sigma(2i-1)\Delta R^{2}} \cdot T(i+1,j,k) + \frac{2\lambda(i-1)}{C\sigma(2i+1)\Delta R^{2}} \cdot T(i+1,j,k) + \frac{2\lambda(i-1)}{C\sigma(2i+1)\Delta R^{2}} \cdot T(i,j,k+1) \right\}$   $+ \frac{4\lambda}{C\sigma(2i-1)^{2}\Delta R^{2}\Delta \varphi^{2}} \cdot T(i,j,k-1) + \frac{\lambda}{C\sigma\Delta L^{2}} \cdot T(i,j+1,k) + \frac{\lambda}{C\sigma\Delta L^{2}} \cdot T(i,j-1,k) \right\} \Delta C$   $+ \left[ 1 - \left\{ \frac{2\lambda i}{C\sigma(2i-1)\Delta R^{2}} + \frac{2\lambda(i-1)}{C\sigma(2i-1)\Delta R^{2}} + \frac{8\lambda}{C\sigma(2i-1)^{2}\Delta R^{2}\Delta \varphi^{2}} + \frac{2\lambda}{C\sigma(2i-1)\Delta R^{2}} \right\} \Delta C \right] \cdot T(i,j,k) \qquad (2)$ 

20 A OE フ 平板 (): 温度分布の計算の Fanの 分割



i,j,兔:半径方向,厚さ方向, 円間方向分割数 C:比熱 δ:比量 λ:熱伝導率 ΔR:半径方向分割 ΔL:厚さ方向分割 Δφ:円間方向分割 Δ2:時間分割 ここで熱伝導率入は堆積切りくずの時には切りくずの見かけの熱伝導率を用い, 平板の時には平板の熱伝導率を用いる。また平板と切りくずの境界面の時は2つの熱伝導

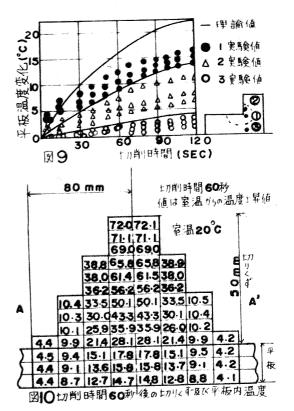
率の関切る物体が接触していると考え 3.

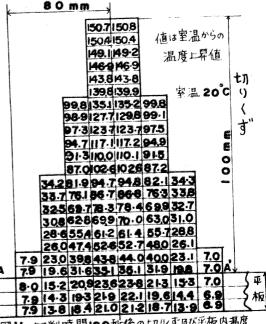
#### 5 計算結果

図のは平板温度の実験値と理論値で ある。①は切りくずの最も堆積する部 分、②はやや堆積する部分、③は全く **堆積しない部分の室温からの温度上昇** 値である。いずれも理論値の方が実験 値ょり大きい。この理由としては図8 のように切りくずの堆積を模型化した ため、空気中への熱伝達に関係する表 面積が小さく見積られ、空気中に逃げ る熱量は小さく,切りくず下部より平 板に流入する熱量は大きく計算され理 論値が大きくなると考えられる。図70 及び図17は切削時間60秒と120秒の堆 積切りくず内温度とその下の平板の温 度である。この2つを比較すると堆積 切りくず内においては上部の温度上昇 が著しい。また平板内温度上昇は切り くず堆積領域内で著しくほぼ堆積中心 に対称な温度分布を示している。

#### 6. tt t V

以上の諸種の解析より切りくずの堆 積による工作機械の熱変形は大きく、 加工精度に及ぼす影響が大きい。また 見かけの熱伝導率を測定することで堆 精切りくず温度分布及び被堆積物温度 が計算でき、堆積切りくず内では上部 に温度上昇が著しいことが明らかにな





図|| 切削時間120秒後の切りず及び平板内温度

った。更に見かけの熱伝導撃は空隙率が小さいほど大きく,同温度・同堆積形状なら ば空障率の小さな切りくずほど被堆積物の熱影響は大きい。この研究によって無人化 DOエにおける切りくずの工作機械への熱影響をコンピューターで求めることができる 見涌しがついた。