

## ジグ研削盤による浸漬研削に関する研究

水江 宏  
機械電子部

## Study on Dipping Precision Machining for Jig Grinding Machine

Hiroshi MIZUE  
Mechanics & Electronics Division

## 要旨

除去加工において、通常冷却・切りくずの排出等の必要から加工液を給油するが、作業環境の問題からミスト給油や加工液を使用しない乾式加工が注目を集めている。しかし、加工条件が過酷な穴加工・深溝加工・底付加工等では加工液の効果に頼っている。

また近年、電氣的・化学的な効果を付加した複合研削の研究が多く行われている。これらの効果を切削や研削加工に付加するには、工具と工作物間の媒体として液体を用いることが多いが、高速回転する工具まわりの加工液の挙動は解明されていない。

そこで、普通給油による加工および乾式加工での問題を解決するために、工具および加工物を研削液に浸漬させて研削加工した場合の効果について研究を行った。その結果、加工液の飛散・軸方向加工力・側面での加工液の発生圧力について有効性が認められた。

## 1. 緒言

加工液を給油する方法には、低圧で大容量の給油を行う普通給油、巻き付けノズルを工具の外周に取り付けた給油、砥石内部を通過させる液通給油、ミスト状の加工液を吹き付ける噴霧給油などがあるが、加工液の腐敗や作業環境の汚染などの問題がある。<sup>(1)~(4)</sup>

一方、近年加工液を全く使用しない乾式加工も注目を集めているが、切りくず排出が困難な穴加工や底付加工などでは加工能率が劣る。

そこで、本研究では湿式加工と乾式加工の問題を解決し、さらに加工能率と加工精度の向上を図ることを目的に、加工局部を加工液に浸漬させた条件での研削加工性能について、普通給油と比較しその効果を明らかにしたので以下に報告する。

## 2. 実験内容

## 2.1 穴加工での軸方向加工力

工作機械は三井精機(株)製ジグ研削盤 3GCN、工具は岡崎の cBN 電着軸付き砥石、加工力の測定はキスラー社製加工動力計を使用した。

Fig.1 にジグ研削盤での浸漬研削加工の実験装置を示す。また、実験条件を Table.1 に示す。

工具の運動は深穴加工などに用いられるペックサイク

ルとして深さ 0.075 ~ 0.03mm の浅い穴加工を行い、普通給油・浸漬給油の条件でZ方向の加工力を測定して加工性能を比較した。

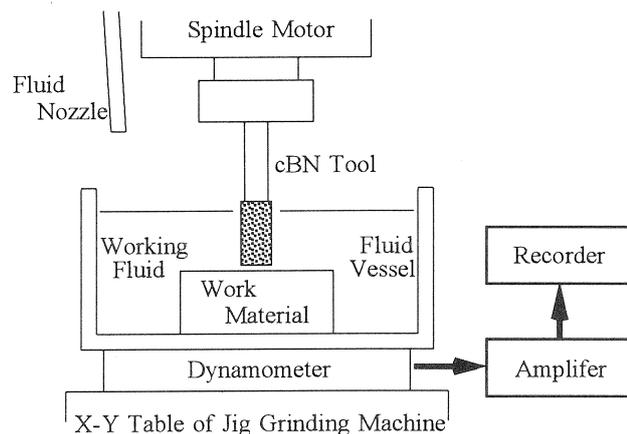


Fig.1 Schematic Drawing of Experimental Equipments

Table 1 Experimental conditions

cBN tool diameter	mm/Grain	6.5/#150
Spindle rotational speed	rpm	9,000 ~ 25,000
Planet rotational speed	rpm	0, 80
Feed rate	mm/min	0.01
Depth of grind	$\mu$ m/cycle	1.5 ~ 5.0

### 2.2 加工液の飛散実験

工具を高速回転させることによる加工液の飛散量の変化を普通給油と浸漬給油の条件で比較測定した。飛散量の測定は吸湿性のシート(220 × 180mm)に 60sec 間加工液を付着させ、シートの重量の増加量を測定した。シートの設置場所を Fig.2 に示す。普通給油の場合は、給油量を約 2L/min とし、シートは工具に対して給油ノズルの反対側に設置した。工具径は 6.5mm、回転数は 9,000 ~ 30,000rpm まで変化させた。

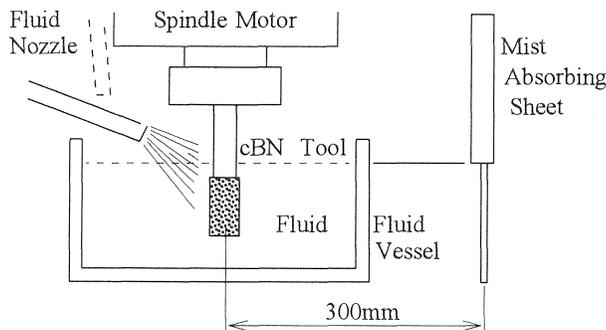


Fig.2 Mist Absorbing Test

### 2.3 側面(輪郭)加工での加工液による発生圧力

普通給油と浸漬給油の場合で側面(輪郭)加工での加工液の効果を比較するため、加工局部での工具回転による加工液の発生圧力を測定した。Fig.3 に発生圧力の測定装置を示す。

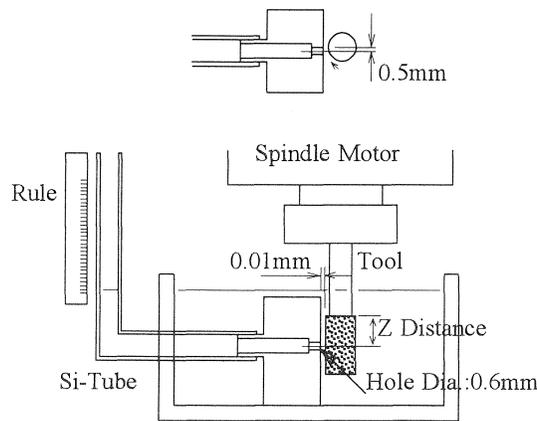


Fig.3 Work Fluid Pressure Test in Profile Grinding

Table 2 Experimental conditions of Pressure Test

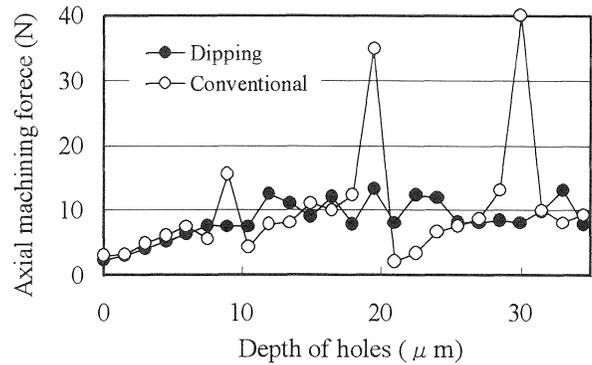
cBN tool diameter	mm/Grain	6.5/#150, 3.0/#200
Spindle rotational speed	rpm	9,000 ~ 40,000

## 3. 実験結果

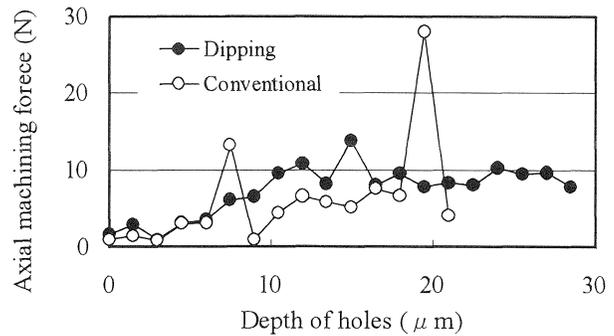
### 3.1 穴加工での軸方向加工力

Fig.3 に穴深さに対する軸方向加工力の変化を示す。

加工が進行するに従い、普通給油の場合は急激な加工力の増大が認められる。これは工具のチップポケットが切りくずで飽和状態となり、加工が不可能となるために起こると考えられる。一方、浸漬給油では加工液の浸透により切りくずの目詰まりが軽減され、比較的安定した加工が行われていることがわかる。



Spindle rotational speed : 9000rpm  
Planet rotational speed : 80rpm  
Depth of grind : 1.5 μ m/cycle



Spindle rotational speed : 15000rpm  
Planet rotational speed : 80rpm  
Depth of grind : 1.5 μ m/cycle

Fig.3 Axial machining force and depth of holes

### 3.2 加工液の飛散実験

Fig.4 に工具回転数に対する加工液飛散量の変化を示す。15,000rpm 以下では普通給油と浸漬給油で違いは認められない。15,000rpm を越えると普通給油では急激にシート重量が増加し目視でも多くの飛散が確認されるようになった。一方、浸漬給油では回転数が高くなるに従ってシート重量は増加しているが、目視で観察する限り液の飛散はほとんど確認されなかった。普通給油に比べて飛散量は 20,000rpm では約 1/4、25,000rpm では約 1/6、30,000rpm では約 1/20 に減少した。

参考のため、浸漬給油の条件で同時に普通給油を行った場合の飛散量についても測定を行った。工具底部からの飛散が抑えられたため普通給油と浸漬給油の中間的な結果になった。

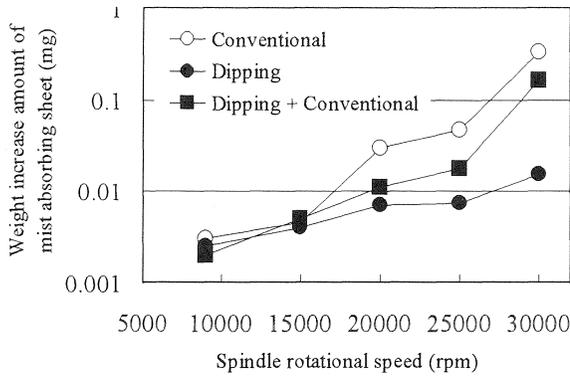


Fig.4 Relationship between rotational speed and weight increase amount of a mist absorbing sheet

### 3.3 側面（輪郭）加工での加工液による発生圧力

Fig.5 に工具径 6.5mm での Z 方向の位置に対する発生圧力の分布を示す。発生圧力は工具先端 (Z=6) 付近では浸漬給油の方が高く、工具根本 (Z=0) 付近では普通給油の方が高かった。

Fig.6 に主軸回転数と平均発生圧力の関係を示す。15000rpm で浸漬給油が有利であったが、9000、20000rpm では有効性は認められなかった。

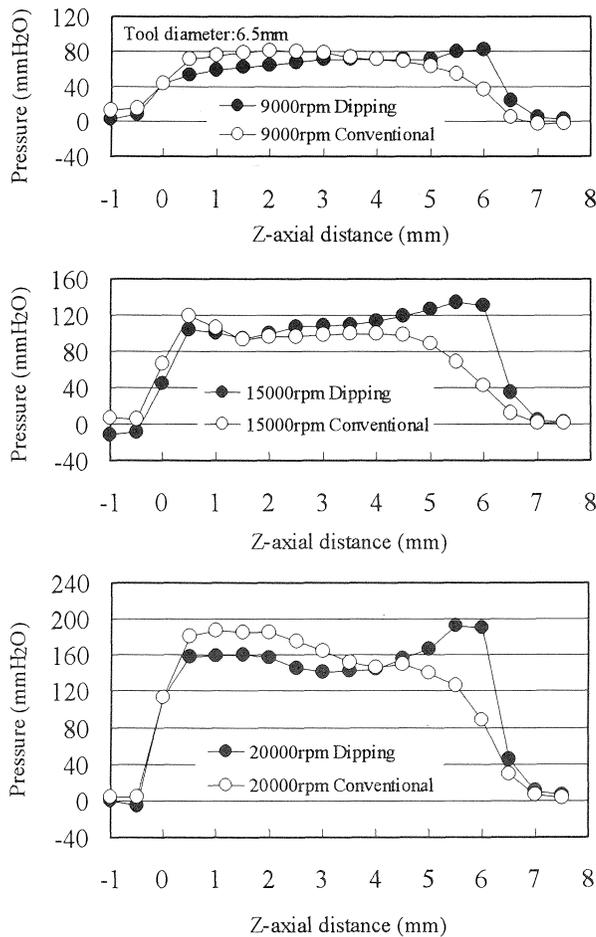


Fig.5 Relationship between Z-axial distance and pressure (Tool diameter: 6.5mm)

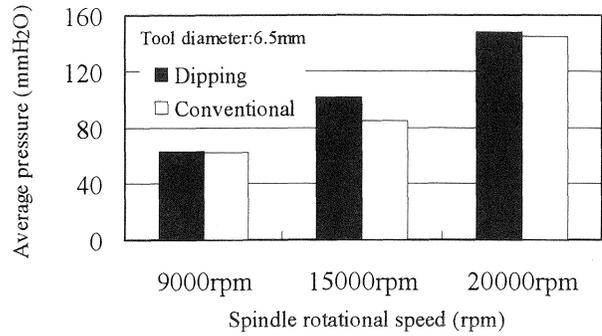


Fig.6 Relationship between average pressure and rotational speed (Tool diameter: 6.5mm)

Fig.7 に工具径 3mm での発生圧力を示す。9000rpm では普通給油の方が発生圧力が高かった。20000rpm 以上では Z 方向の位置に関係なく浸漬給油の方が発生圧力が高く、特に工具先端付近で浸漬給油の有効性が大きかった。

Fig.8 に主軸回転数と平均発生圧力の関係を示す。20000rpm 以上では浸漬給油が有効で、回転数が高くなるに従って、有効性は大きくなった。

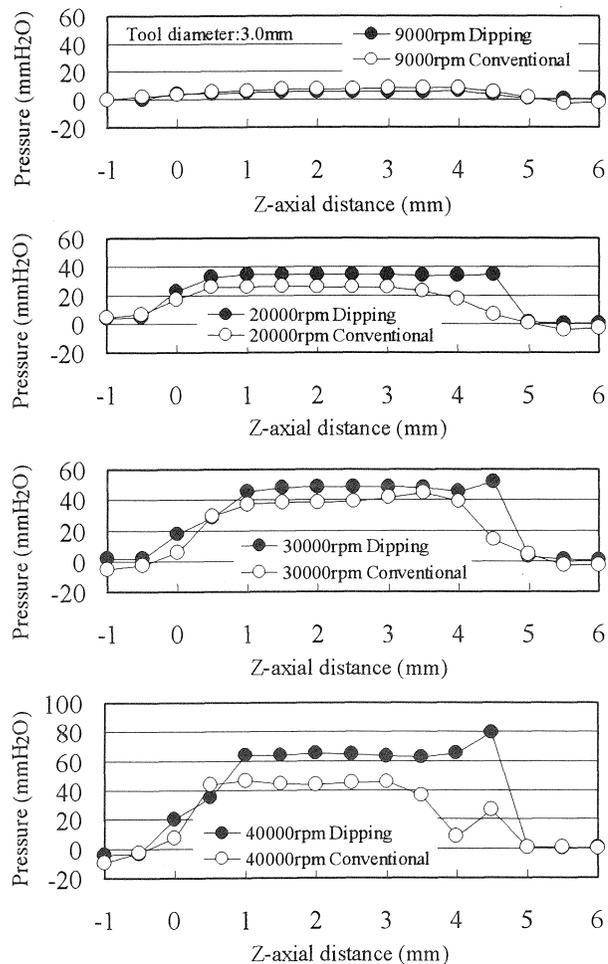


Fig.7 Relationship between Z-axial distance and pressure (Tool diameter: 3.0mm)

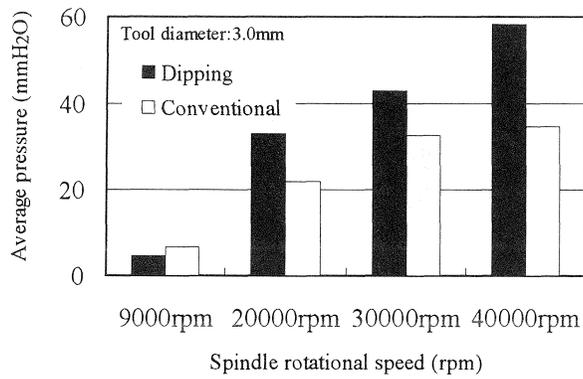


Fig.8 Relationship between average pressure and rotational speed (Tool diameter:3.0mm)

#### 4. 結 言

浸漬研削加工の実験により以下のことが明らかとなった。

- ① 穴加工実験では普通給油より浸漬給油の方が工具底面での切りくず排出効果が高く、目づまりによる急激な軸方向加工力の増加が抑えられた。
- ② 加工液の飛散実験では 20000rpm 以上で普通給油と比較して飛散量の低減が認められた。本実験条件では回転数が高いほど浸漬給油の有効性が大きかった。
- ③ 工具側面を使用した加工液による発生圧力試験では工具径 3.0mm, 20000rpm 以上で発生圧力の向上が認められた。

#### 参考文献

- (1)横川ら：機械編研削加工のすすめ方：工業調査会
- (2)竹山：切削・研削油剤：工業調査会
- (3)横川ら：CBN ホイール研削加工技術：工業調査会
- (4)日本機械学会：機械加工計測技術：朝倉書店