

# プラスチックの穴あけ加工に関する研究 (2)

(リップハイト差が加工精度におよぼす影響)

加畑 信一\*・佐藤元太郎\*\*・田野口 陸\*\*\*

(昭和44年10月31日受理)

## 1. 緒 言

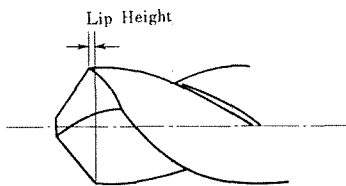
プラスチック材は常識的には金属材料にくらべて軟質であるため穴あけ加工の容易な材料と考えられがちであるが、高い加工精度が要求される場合にはかなり多くの問題点をもっている。すなわちプラスチックはその物理的性質が示すように加工熱が被削材内部にこもりやすく、そのうえ材料の軟化温度が一般的に低いため加工熱による加工精度への影響がいちじるしく、たとえば穴あけされた穴内面あるいは穴周辺に加工熱による材料のふくれ、融着、および焦げなどが発生しその結果穴の仕上げ面あるいは寸法精度が極度に悪化している。またドリルの切刃が軸心に対して幾何学的に対称でないために生ずるリップハイト差が穴の寸法精度にいちじるしい影響をあたえることが実験的に確かめられたことについては前報でのべたとおりである。そこで筆者らは前報に引き続きプラスチックの穴あけ被削性を加工精度のうえからとくにリップハイト差をもつドリルが加工精度におよぼす影響について実験的に検討したので報告する。

## 2. 供試材および実験方法

供試材としては前報と同様熱硬化性樹脂のフェノール樹脂、および熱可塑性樹脂の塩化ビニール樹脂を使用した。実験装置および測定装置は前報と同一のものを使用したので説明は省略する。

表一 1 ドリルの諸元および穴あけ条件  
Experimental Condition

Used drill Dimensions	Diameter of Drill (mm)	6 $\phi$
	Point angle (deg)	100. 118. 140
	Twist angle (deg)	30
	Lip Height (mm)	0 0.12 0.24 0.36
	Point Clearance (deg)	15 $^{\circ}$
Drilling Condition	Material	SKH 9
	Cutting Speed (m/min)	10.5 23.0 (550rpm) (1230rpm)
	Feed (mm/rev)	0.05 0.10 0.15



\* 機械工学教室教授  
\*\* 機械工学教室助手  
\*\*\* 機械工学教室技官

なおリップハイト差は一般的にはドリル製作時のみぞ加工の誤差，あるいは先端研削誤差などが集積されて最終的に左右両切刃の肩の高さに差が生じこれをリップハイト差としているが本実験ではリップハイト差をドリルポインター（高木鉄工所製MD 313型）による切刃の先端研削差から  $\Delta H$  の値を定め，さらに万能投影機（神港精機製）により切刃形状を拡大して所要の  $\Delta H$  が正しい値であることを確かめて実験に供した．表1にドリルの諸元および切削条件を示す．

### 3. 実験結果および考察

#### 3-1 リップハイト差と切削抵抗との関係

図1～2はリップハイト差  $\Delta H$  が切削抵抗におよぼす影響を示したものである．これによるとフェノール樹脂，塩化ビニール樹脂ともにリップハイト差  $\Delta H$  の影響はあきらかで  $\Delta H:0$  のものに対して  $\Delta H$  がわずかつくことにより切削トルクはいちじるしく減少している．

一方  $\Delta H$  の値を本実験では 0.12, 0.24, 0.36 (mm) の3段階に変化させて実験をおこなった結果  $\Delta H$  の違いに対応する切削トルクの値の変化はほとんどあらわれていない．このようにわずかな  $\Delta H$  が切削トルクの値をいちじるしく減少させる要因としては次のことが考えられる．すなわち  $\Delta H$  をつけたドリルによる穴あけは後述するように穴径が拡大されそのために穴の内壁によるドリルの切刃のマージン部のしめつけ力が減少するためであると推定される．このことに関しては図3\*に示す切削トルクと穴の拡大しとの関係を

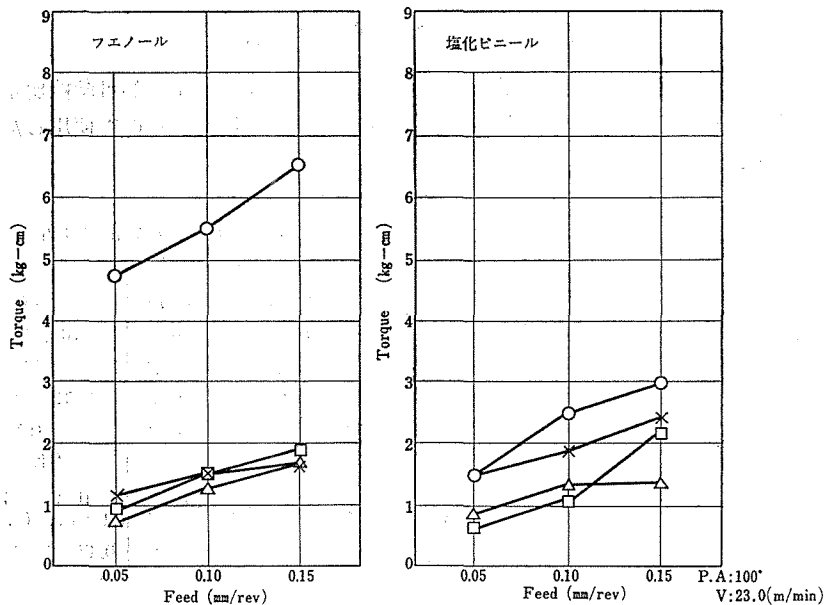


図1 リップハイト差  $\Delta H$  がトルクにおよぼす影響

\* 本報とは別の目的でおこなった実験結果であるがここに説明図として引用する．

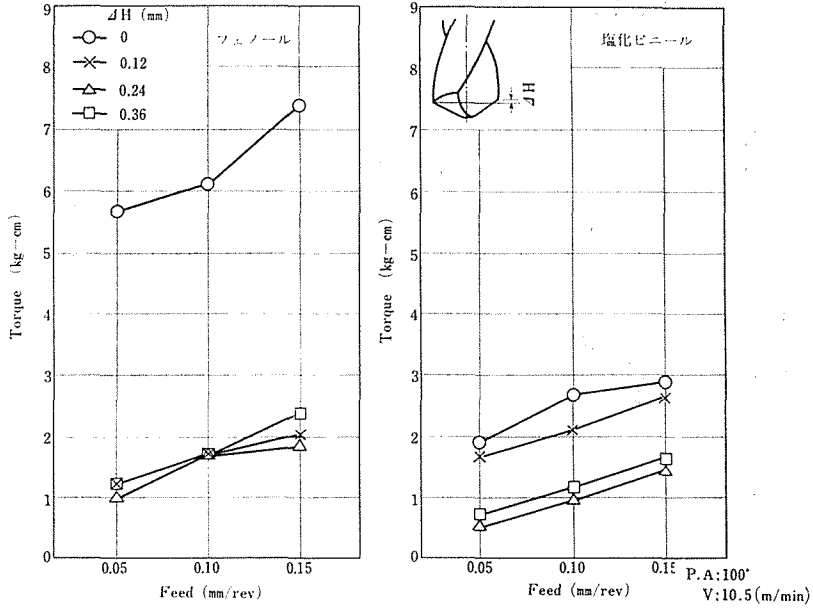


図-2 リップハイト差  $\Delta H$  がトルクにおよぼす影響

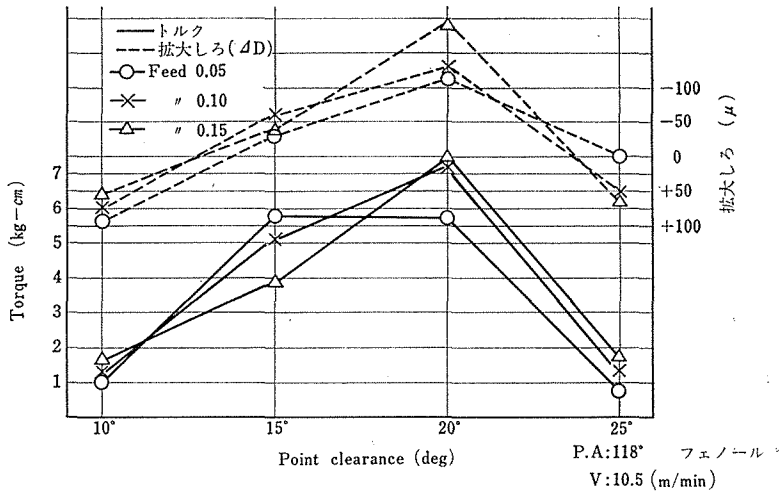


図-3 穴の拡大しろとトルクとの関係

求めたデータからも明らかである。

すなわち穴径の拡大しろ  $\Delta D$  がドリルの外径よりも小さな値 (アンダサイズ) を示す場合切削トルクは極度に増加している。

また  $\Delta H$  の個々の値に対応する切削トルクの値に変化がみられない理由としてはプラスチックのドリリングにおいては切削トルクは切刃の形状による被削材のせん断抵抗よりも

工具と被削材との間にはたらく摩擦抵抗の影響がはるかに大きいため前者の影響はあらわれないものと考えられる。

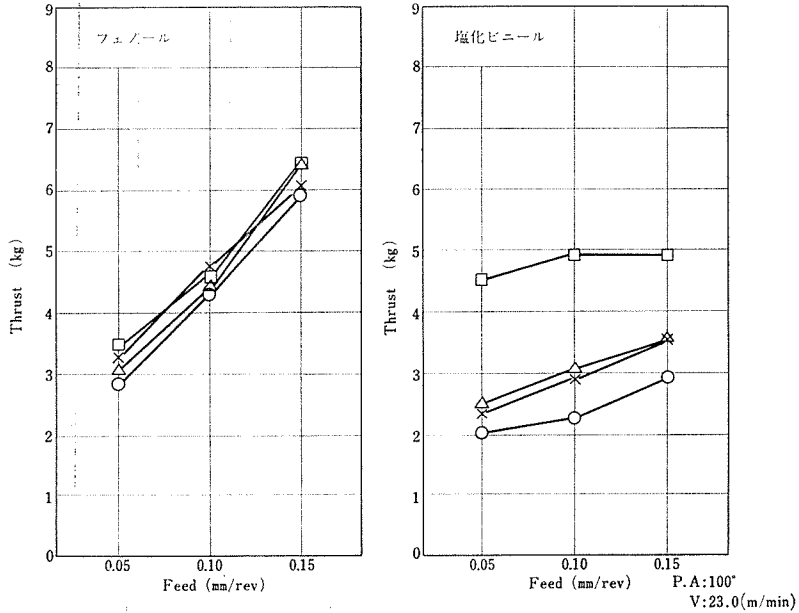


図-4 リップハイト差  $\Delta H$  がスラストにおよぼす影響

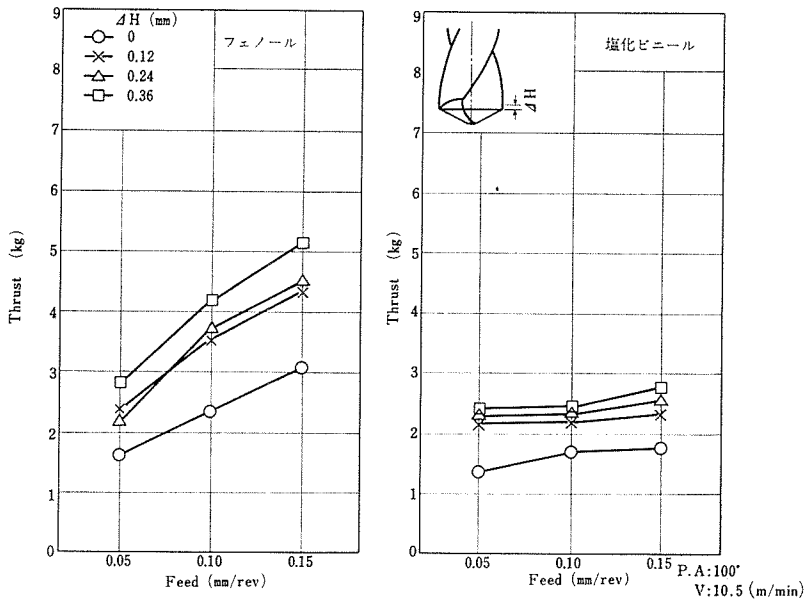
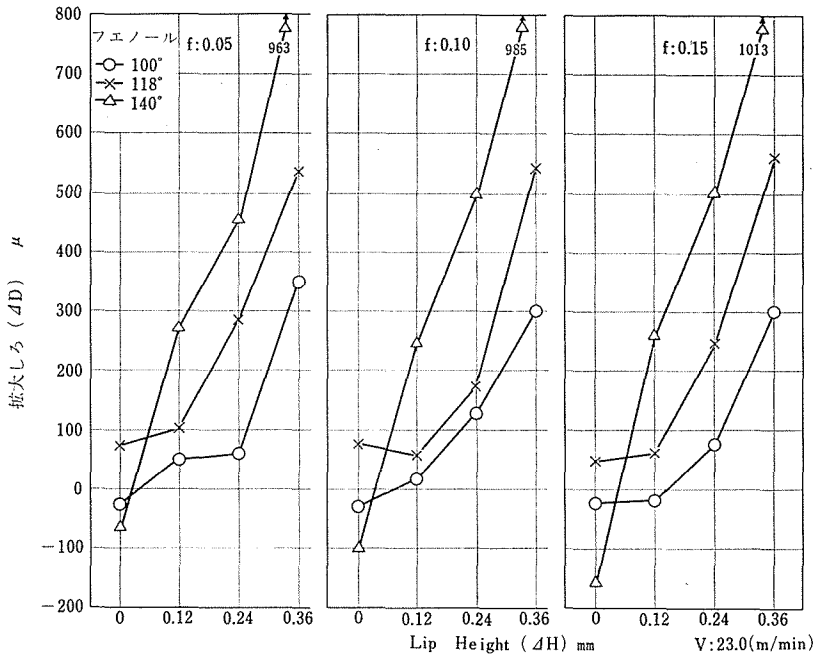
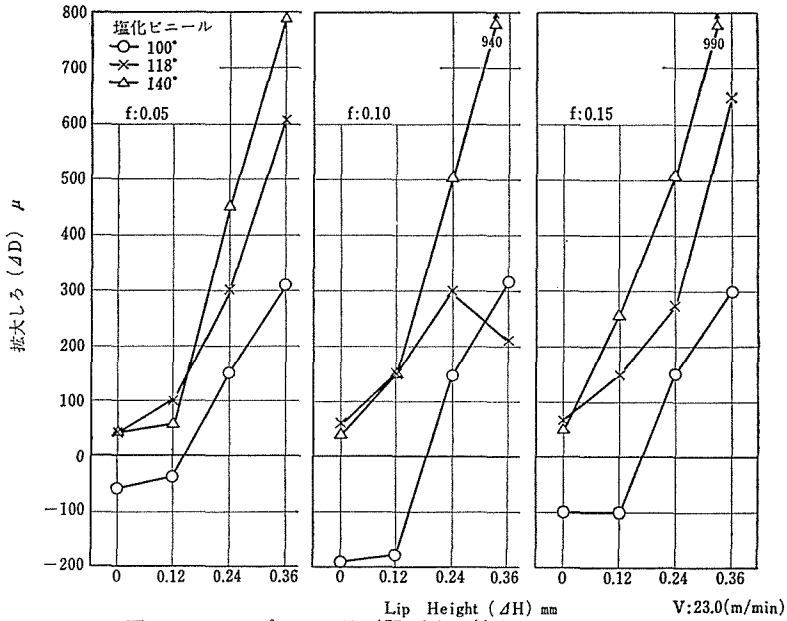


図-5 リップハイト差  $\Delta H$  がスラストにおよぼす影響



図—6 リップハイト差 ΔH が穴の拡大しろにおよぼす影響



図—7 リップハイト差 ΔH が穴の拡大しろにおよぼす影響

図4～5は $\Delta H$ と切削スラストとの関係を示したものでこれによるとフェノール樹脂、塩化ビニール樹脂ともに切削トルクの場合とは異なった傾向を示している。すなわち $\Delta H$ の値が大きい程切削トルクの値も大きくあらわれている。 $\Delta H: 0.36\text{ mm}$ の場合に切削スラストの値はもっとも大きな値を示し $\Delta H$ の値の減少とともにその値も減少している。

### 3-2 リップハイト差と穴の加工精度との関係

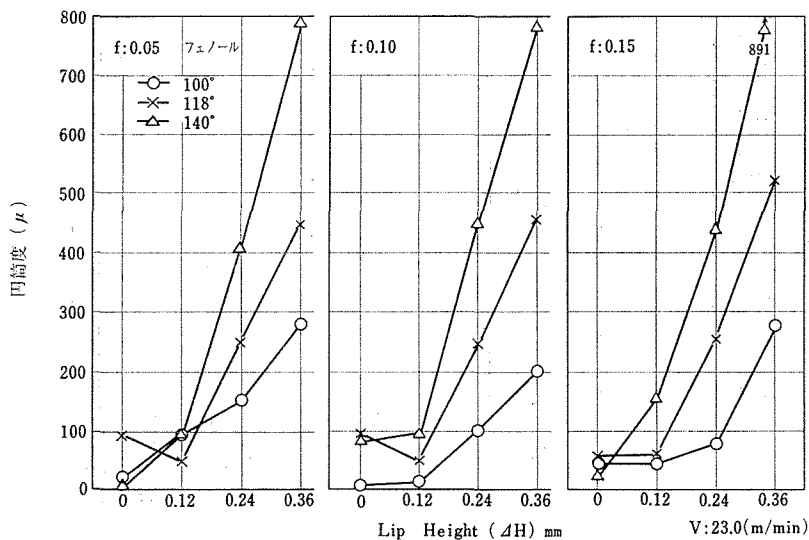
#### 3-2-1 穴径の寸法精度について

穴の拡大しろにおよぼすリップハイト差 $\Delta H$ の影響については前報でも若干報告したがさらに検討を加えたので報告する。図6～7は $\Delta H$ と拡大しろ $\Delta D$ との関係を示したものである。この実験結果からリップハイト差 $\Delta H$ と拡大しろ $\Delta D$ の間にはほぼ比例的な関係が成立することを実験的にたしかめた。

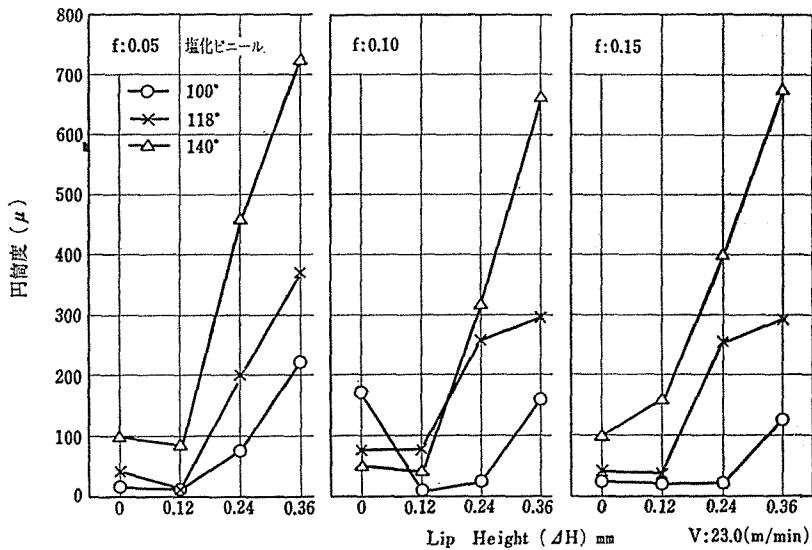
なお実験結果からいえることはフェノール樹脂、塩化ビニール樹脂ともに先端角 $118^\circ$ の場合穴の寸法精度はもっともよい結果を示している。すなわち $140^\circ$ の場合にはわずかな $\Delta H$ に対して拡大しろは極めて大きな値を示した先端角 $100^\circ$ の場合は穴径はアンダサイズになりやすいことがあげられる。このように $\Delta H$ が穴の拡大しろにおよぼす影響についての考察および解析は前報でのべたので省略する。

#### 3-2-2 円筒度について

あけられた穴はまっすぐであることが望ましいが一般にドリル進入部の穴径と突抜け部のそれとは等しくなく普通の穴あけ加工の場合は穴の入口部が拡大しドリルの進入方向に向かってしだいに縮少している傾向にある。図8～9は $\Delta H$ が円筒度におよぼす影響を示したものでこれらから次のことがいえる。すなわちフェノール樹脂の場合 $\Delta H$ の値が $0.12\text{ mm}$ をこえると円筒度は極めて悪化する。また送り速度は早い方が良好な円筒度を示している。一方塩化ビニール樹脂の場合は $\Delta H: 0.12\text{ mm}$ のとき円筒度は最もよい。このこ



図一八 リップハイト差 $\Delta H$ が円筒度におよぼす影響



図—9 リップハイト差  $\Delta H$  が円筒度におよぼす影響

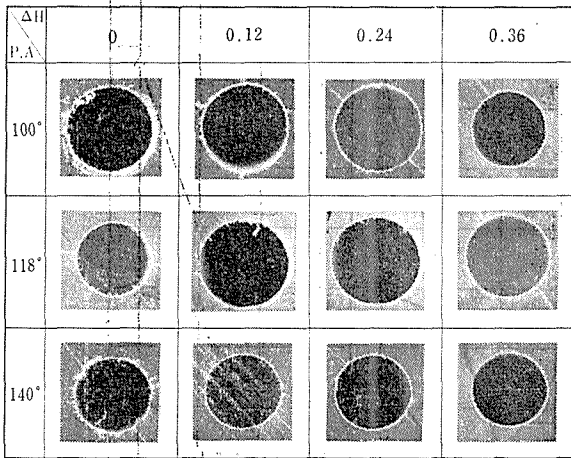
とに関してはさきにもべたように切刃にリップハイト差  $\Delta H$  がつくると両切刃の切削抵抗がそれぞれことなるためにドリルは曲げられる。そのため穴の入口部は拡大される。しかしながら穴が深くなるにつれてドリルの振レは穴壁におさえられしだいに加工穴はドリルの外径に近づいてゆくはずである。

$\Delta H$  が大きい程半径方向のふつり合いの力は大きくなりしたがってドリルの振レも大きいと考えられるので入口部の穴径は  $\Delta H$  に比例して大きくなりその結果円筒度も  $\Delta H$  とともに悪くなるものと考えられる。しかしながら塩化ビニール樹脂の場合  $\Delta H$  がわずかついたものの方が円筒度により影響を与えるという実験結果については耐熱温度が低い塩化ビニール樹脂は加工熱の影響を受けやすいが  $\Delta H$  をわずかつけることにより摩擦熱の発生が抑えられそのために熱による穴径の膨脹が少なく円筒度はよくなるものと考えられる。また先端角は小さい程円筒度はよいがこれは被削材へのドリルの喰い付きが先端角が小さいもの程よいためである。

### 3-2-3 穴周辺および穴内面の仕上げ状況について

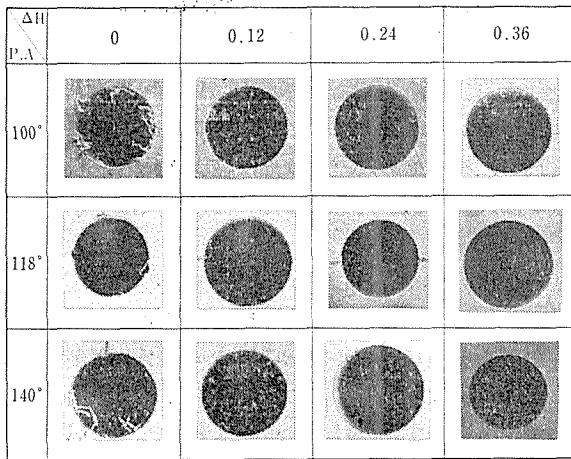
前報で  $\Delta H:0$  の場合のドリリングにおいて穴周辺のぼり、かけおよび穴内面の材料の融着、焦げなどの発生が加工精度を悪くしていることについて観察したがこれらの発生は加工熱による材料の軟化が主な原因であると考えられる。そこでさきに示したように  $\Delta H$  をつけることにより切削トルクが減少することから穴周辺の仕上げ状況および穴内面の仕上げ面への影響はよい結果をもたらすものと考えその影響について検討した。

写真1~2は穴周辺の加工状況を示したものである。これによると  $\Delta H$  をつけることによりぼり、ふくれなどの発生がおさえられていることがわかる。これは  $\Delta H$  をもつために曲げられたドリルのマージン部によりあたかも穴入口部は面とりがなされた状態になり仕上げ状況はよくなるものと考えられる。写真3は同じく  $\Delta H$  が穴内面の仕上げ面に良い結



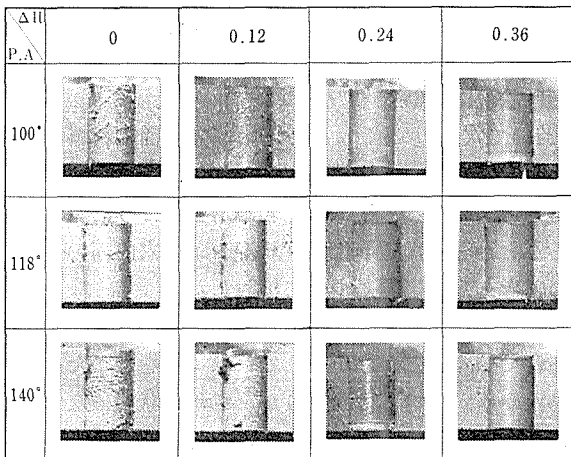
写真—1 穴周辺の加工状況  
(ドリル進入側)

フェノール樹脂  
 $V : 23.0\text{m/min}$   
 $f : 0.15\text{mm/rev}$



写真—2 穴周辺の加工状況  
(ドリル進入側)

塩化ビニール樹脂  
 $V : 23.0\text{m/min}$   
 $f : 0.15\text{mm/rev}$

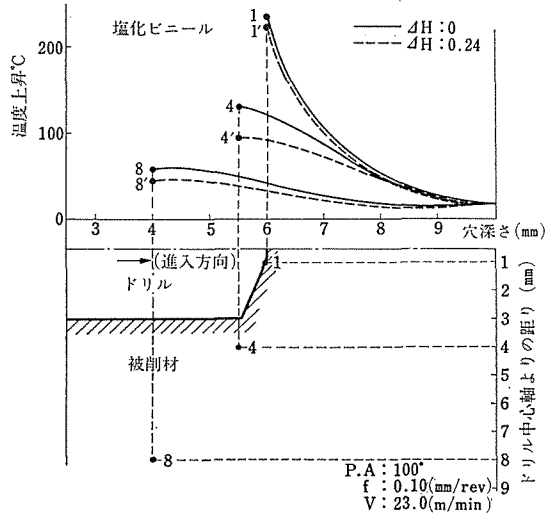


写真—3 穴内面の仕上げ状況

塩化ビニール樹脂  
 $V : 23.0\text{m/min}$   
 $f : 0.15\text{mm/rev}$



果をもたらしていることを示している。これらの結果は  $\Delta H$  が加工熱を発生させない方向に作用しているためである。そこで本実験では上記のような現象を裏付けるためにドリリングにおける被削材内部の温度上昇の測定を熱電対を被削材内部の切削面のごく近傍にうめこみ測定をおこなった。この場合ドリルの刃先が被削材上面から6 mm入った点を基準に測定をおこなった。その実験結果を図10に示す。この図より図中1の部分すなわちドリルチップ部の温度上昇はとくにはげしい。しかしながら仕上面に直接影響を与える温度としては4の部分である。4の部分の温度が材料の軟化温度を越えさらに融着温度に達したとき穴内面に融着がおきるはずである。図中  $\Delta H:0$  の場合とリップハイト差をもつ場合



図一10 被削材内部の温度上昇線図

の温度上昇の間に差異がみとめられとくに4の部分においてその差はあきらかである。これは  $\Delta H$  が被削材内部の温度上昇を妨げる作用をなしているためでありその結果として仕上面の融着、焦げなどの発生をおさえるものと推定される。以上のべたことについて要約すると次のようである。

#### 4. 結 論

(1) リップハイト差  $\Delta H$  が切削抵抗におよぼす影響はあきらかで  $\Delta H$  を0.12mm つけることにより切削トルクは極度に減少する。一方切削スラストは  $\Delta H$  の増加とともにその値は増加の傾向を示している。

(2) リップハイト差  $\Delta H$  が穴の拡大しろにおよぼす影響は  $\Delta H$  は拡大しろ  $\Delta D$  にほぼ比例的に作用することがわかった。これは各切刃に作用する切削抵抗のアンバランスによる半径方向の力がドリルにたわみを生じさせる結果があると考えられる。

(3) 円筒度についてはフェノール樹脂の場合  $\Delta H:0.12\text{mm}$  をこすと円筒度の値は極度に悪化している。一方塩化ビニール樹脂においては  $\Delta H:0.12\text{mm}$  のときもっとも円筒度は良好であった。

(4)  $\Delta H$  をわずかつけることにより穴周辺の加工状況および穴内面の仕上げ程度はあきらかに改善されている。これは  $\Delta H$  をつけることにより切削温度の上昇がおさえられるためと考えられる。

終りに本研究をおこなうにあたり試料の提供および有益な御助言をいただいた吉野工業所鈴木研究部長に深謝の意を表します。

## 文 献

- (1) たとえば、佐久間ほか・穴加工と穴加工用工具の設計，ラジオ技術社。
- (2) 加畑ほか・信州大学工学部紀要，第24号。

## Summary

### Study on Drilling of Plastics (2nd Report)

Shinichi KABATA・Mototaro SATO

Mutumi TANOGUCHI

(Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering)

Being continued from the 1st report, we have studied the effects of Lip height difference of the Drill on drilling accuracy.

The results are summarized as follows :

According to the Data obtained, a Lip height difference of the Drill is effective when considered the effects on drilling resistance, the appearance, of burrs at the outlet of hole, and of drilled surface However, undesirable effects have been found on the enlargement of hole diameter.