

# 1 微小送りでのドリル加工精度と寿命 その1

## 下穴のない加工と下穴のある加工(乾式切削)

泊 誠  
前 野 一 朗

### 1 はじめに

ドリル加工は一般に精度が悪く、前加工、あるいは加工したままで製品とされる。前加工として加工される場合は、小径ドリルから順次穴を拡大してゆくか、あるいはシニングしたドリルによって加工される。しかし、小径ドリルはシニングして使用することは少なく、その再研削は切味が低下したときだけ行なわれる。

一般にドリルの加工条件は  $15 \sim 30 \text{ m/min}$ 、 $0.1 \sim 0.3 \text{ mm/rev}$  の切削条件が選ばれるが、本研究では、ドリル加工では不相当と考えられる微小送り下でのドリル摩耗と加工精度について、下穴のある場合とない場合について、乾湿両方式で検討する。第一報では乾式について報告する。

### 2 実験方法と供試材

ドリルは  $\phi 10$ 、 $13$  (ねじれ角  $32^\circ$ ) を先端角  $117^\circ$ 、外周逃げ角  $14^\circ$  に研削し、 $\phi 10$  ドリルで下穴のない加工を行ない、その後  $\phi 13$  ドリルで下穴のある場合の加工を行なう。加工条件は表 1、2 に示すとおりである。

加工は立フライス盤により、板厚  $20 \text{ mm}$  の供試材を  $2000 \text{ mm}$  まで加工し、下穴のない場合はチゼル摩耗角と穴拡大しろを、下穴のある場合は切刃の摩耗量と穴拡大しろを測定した。チゼル摩耗角は投影機によりチゼル摩耗部分の開き角を測定し、穴拡大しろはマイクロメーターで表裏 4 直径を測定して平均値をとった。切刃の摩耗量は、切削しない切刃先端部から摩耗した切刃までを、工具顕微鏡で測定した。

途中で切削困難となるものは、その時を寿命とし、中止した。

表 1 下穴のない場合の切削条件

切 削 速 度 $\text{m/min}$	12.1	15.0	23.6
送 り $\text{mm/rev}$	0.12	0.1	0.1
	0.05	0.04	0.04
	0.02	0.016	0.016

表 2 下穴のある場合の切削条件

切 削 速 度 $\text{m/min}$	15.7	19.4	30.6
送 り $\text{mm/rev}$	0.12	0.1	0.1
	0.05	0.04	0.04
	0.02	0.016	0.016

供試材は表3に示すS45C板材を、830℃で30分保持後空冷した材料で、写真1はその組織である。

表3 供試材の分析値

成分	C	S	Si	P	Mn
%	0.48	0.012	0.24	0.010	0.75

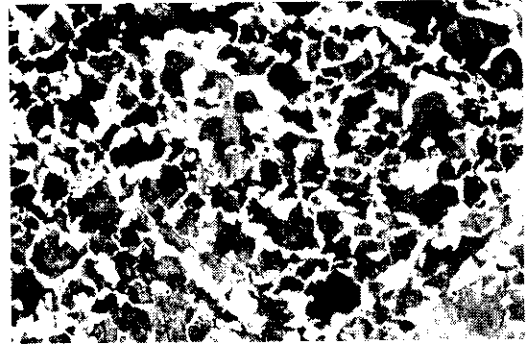


写真1 供試材の組織 (X100)

### 3 結果と考察

#### (1) 下穴のない場合 (φ10ドリル)

##### チゼルの摩耗

図1～3は各条件下でのチゼルの摩耗を示している。送り0.1～0.12 mm/revのときは、切削条件によらず2000 mmの穴あけ可能であるが、送りが小さいときは、チゼルが急速に摩耗し、約500 mm程度の切削長さで加工困難となり寿命となる。このように送りの小さいときはチゼル部分では切屑が粉状となり、かつ高温度となっているため軟化溶着を起し、摩耗角も急激に大となり、振動、ビビりを発生して加工困難となり寿命に至る。このときのチゼル摩耗角度は、35～45°となっている。写真2は切削速度28.6 m/min、送り0.04 mm/minでのチゼルの摩耗状態である。

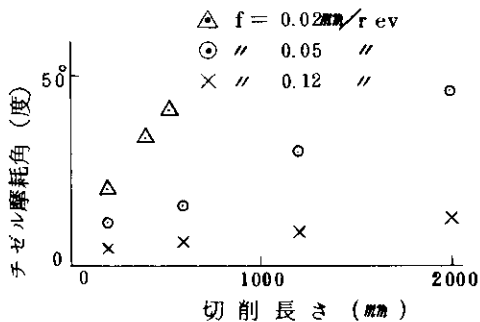


図1 チゼル摩耗角 (φ10, v = 12.1 m/min)

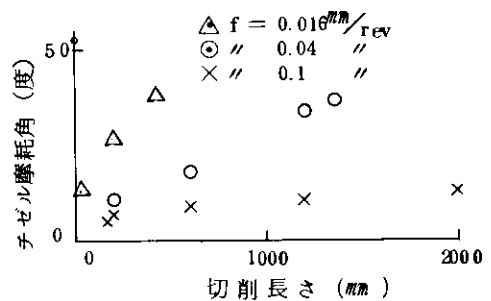


図2 チゼル摩耗角 (φ10, v = 15 m/min)






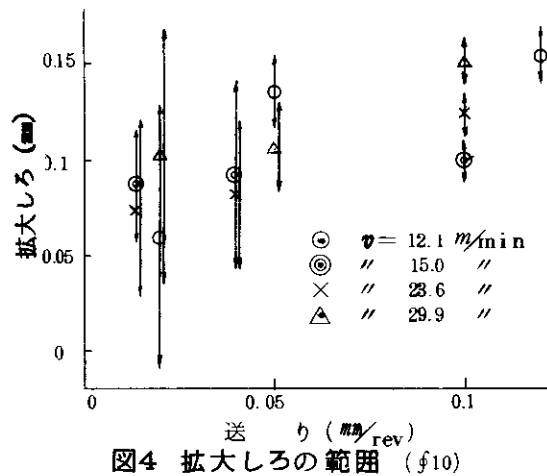
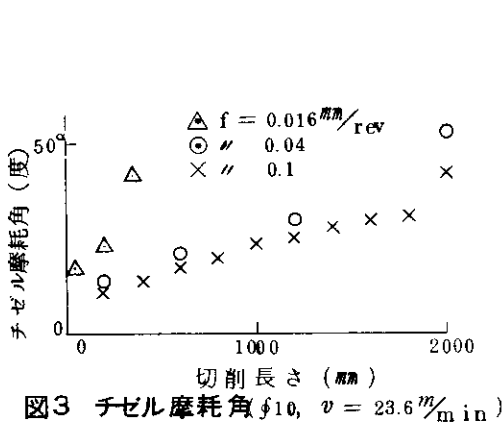
切削長さ mm	20	200	600	1200	2000
チゼル 切削条件 チゼル 切削角	6°	13°	21°	30°	45°
ドリル径 10 mm 切削速度 23.6 m/min 送り 0.04 mm/rev					

写真2 チゼルの摩耗状況

穴の拡大しろ

図4は、2000mm切削、又は、切削困難となるまでの穴拡大しろと、その範囲を示したものである。穴拡大しろは、普通の加工条件である0.1mm/rev付近では安定しているが、送りの小さいところでは大きな範囲を占める。その1例を示すと図5のようになる。このことは、送りの小さい範囲では切削速度の大きい場合に比べ、マージン部が長時間被削材と摩擦しているため摩耗が急速に進行することを示し、切削条件によっては、初期のドリル径と同程度の穴が加工されることもあることを示している。

図6は、一定条件下での加工可能長さを示し、切削速度、送りのどちらが小さくても、非常に短い寿命しか得られないことを示している。



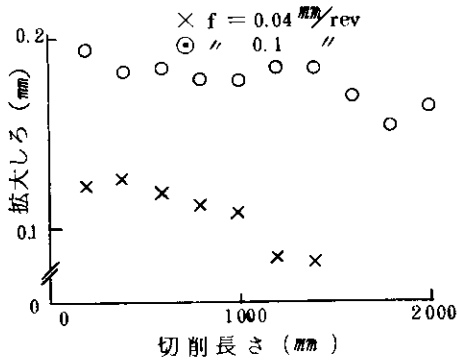


図5  $\phi 10, v = 23.6 \text{ m/min}$  の穴拡大しろ

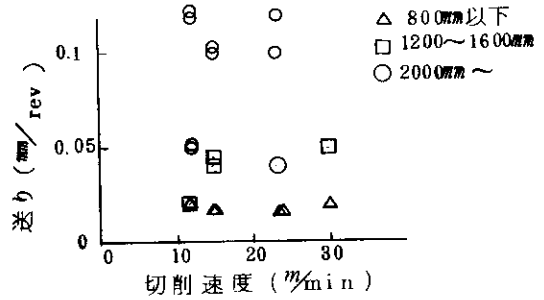


図6 切削条件と加工長さの分布

(2) 下穴のある場合 (下穴径  $\phi 10$ )

図7～9は切刃の摩耗状況を示す。切削長さが増加すると摩耗が増加するのは当然のことであるが、特に送り小さいと摩耗速度は急速に増大することがわかる。送りの小さい範囲では特に摩耗が大きくなって切削困難となる。これは、3-1のチゼル摩耗と同様な理由により切刃が軟化鈍化を起すためである。穴の拡大しろは図10に示すように、送りが大きいときはその範囲は小さいが、送りの小さいときはその範囲がかなり大きくなる。これは、このような切削条件下ではマージン部摩耗が大きくなるためである。この図で送りの小さいところで拡大しろが小さいものがあるが、これは切削速度が大きい場合に切刃摩耗が早くなり、ドリル寿命を短くするためである。

図11は、拡大しろの1例である。寿命までの切削長さは、下穴のない場合と大差はない。

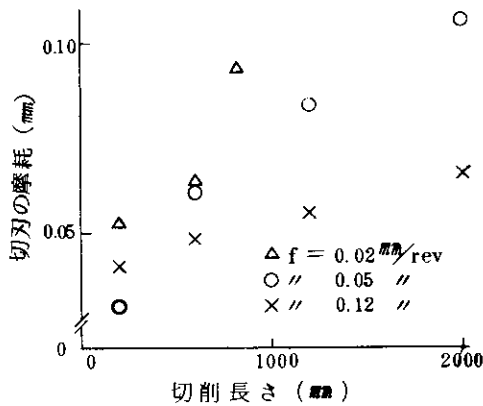


図7 切刃の摩耗 ( $v = 15.7 \text{ m/min}$ )

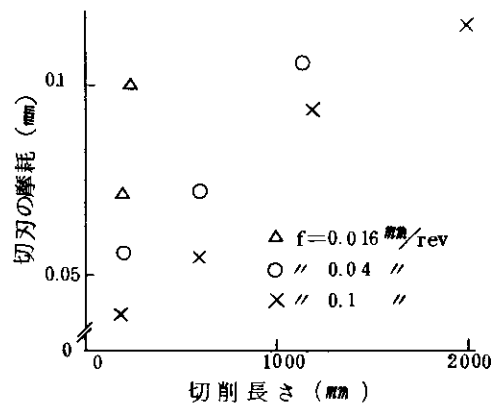


図8 切刃の摩耗 ( $v = 19.4 \text{ m/min}$ )

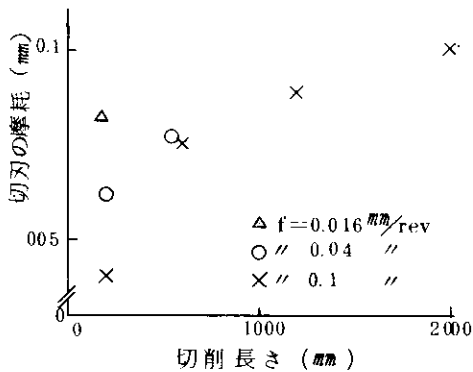


図9 切刃の摩耗 ( $v=30.6 \text{ m/min}$ )

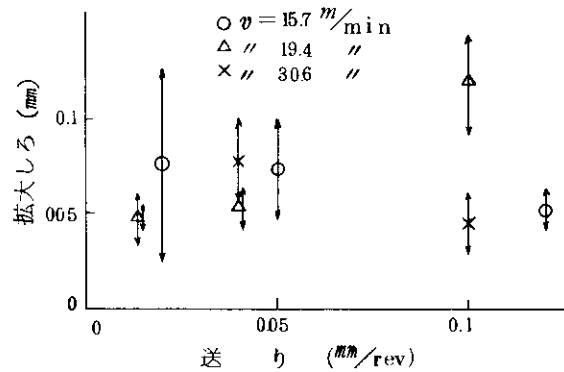


図10 拡大しろの範囲 ( $f13$ )

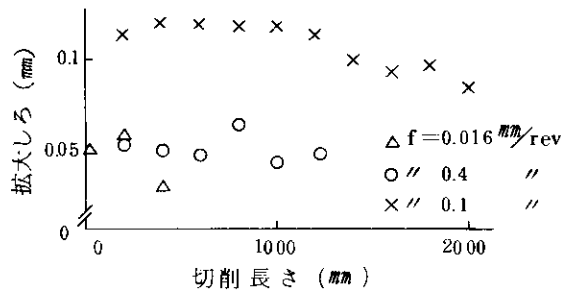


図11 穴拡大しろ ( $v=19.4 \text{ m/min}$ )

#### 4 まとめ

小径ドリルで乾式切削下での微小送り加工を、下穴のない場合と、下穴のある場合について行ない、次のような結論を得た。

- (1) 下穴のない場合のドリル寿命はチゼル摩耗角により決定でき、摩耗角は  $35 \sim 45^\circ$  であった。
- (2) 下穴のある場合の微小送りでは切刃の摩耗が急速に進み、切削速度が早くなるほどこの傾向は大きくなる。
- (3) 微小送りでの穴拡大しろは、急激に小さくなりドリル径と同径程度になることもある。
- (4) (3)は下穴の有無によらない。
- (5) 実験範囲の微小送りでのドリル寿命は、一般切削条件下の  $\frac{1}{4}$  程度となる。
- (6) ドリル寿命は、下穴のない場合はチゼル摩耗により、下穴のある場合は切刃の摩耗によって決まる。