

## 切削力変動要因の切削抵抗への影響について

### ～無方向性 GFRP の場合～

苫小牧高専 ○学 古川直幸、学 永井宏典、正 池田慎一、正 中津正志

#### 要 旨

ガラス繊維強化プラスチック（以下 GFRP）は、優れた性質を持つ反面、難削材である欠点も持ち合わせている。そこで本実験では、8種類の加工要因を取り上げ、実験計画法を用いて無方向性 GFRP を切削する際に切削抵抗にどの程度の影響を及ぼすのかその寄与度を調べた。その結果、主分力では超音波振動が、背分力ではピッチング角が大きな影響を与えていることがわかった。

#### 1. はじめに

GFRP は、比強度、対候性、断熱性などに優れており、また成形が容易で様々な形状を造ることができる。などの特性を有しているが、反面、バリ、ケバ立ち、クラックによる加工表面の劣化など被削性が非常に悪い。そこで筆者等は、一般に超音波振動切削により切削抵抗が減少し、被削性が向上する、ということに着目し、また、他の様々な加工要因が GFRP の切削抵抗にどの程度影響を及ぼすのかを、L18 直交表による実験計画法を用いて調べた。

#### 2. 実験条件及び実験方法

GFRP は市販の無方向性のもの（厚さ 5mm）を用い、50×50 の大きさに切り出したものを試験片とした。

実験は、本校実習工場にあるマシニングセンタに自作のジグを取り付け、圧電式工具動力計に試験片を固定し、2次元切削を行い、切削抵抗を測定した。

実験条件として今回取り上げた 8 つの加工要因を Table1 に示す。この加工要因を Table2 の L18 直交表に割り付け、18 通りの実験を 3 回繰り返した。

Table 1 加工要因

加工要因	水準 1	水準 2	水準 3
A 超音波振動	無し	有り	
B 切削油塗布	無し	水性	油性
C 切削速度(mm/min)	1000	2000	4000
D ローリング角(deg)	0	5	10
E ピッチング角(deg)	0	8	16
F 切削幅(mm)	0.50	0.75	1.00
G 切込み(mm)	0.10	0.15	0.20
H 前加工切込(mm)	0.01	0.03	0.05

また、試験片の切削後の表面組織を調べるため、切削表面を走査型電子顕微鏡により写真を撮影した。

Table 2 L18 直交表

番号	A	B	C	D	E	F	G	H
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	2	2	2	2	2
3	1	1	3	3	3	3	3	3
4	1	2	1	1	2	2	3	3
5	1	2	2	2	3	3	1	1
6	1	2	3	3	1	1	2	2
7	1	3	1	2	1	3	2	3
8	1	3	2	3	2	1	3	1
9	1	3	3	1	3	2	1	2
10	2	1	1	3	3	2	2	1
11	2	1	2	1	1	3	3	2
12	2	1	3	2	2	1	1	3
13	2	2	1	2	3	1	3	2
14	2	2	2	3	1	2	1	3
15	2	2	3	1	2	3	2	1
16	2	3	1	3	2	3	1	2
17	2	3	2	1	3	1	2	3
18	2	3	3	2	1	2	3	1

#### 3. 実験結果

##### 3-1. 分散分析及び各要因の寄与率

得られた切削抵抗値を一つの実験に対して高い方から 5 点取り、その 3 回分の値を使って SN 比を求めた。Table3 は、その SN 比を分散分析し寄与率を求め主分力と背分力それぞれまとめたものである。A から H までは Table1 の各加工要因と対応しており、e は誤差、(e) はプールした実験間誤差、T は総数、f は自由度、S 変動、V は分散、 $\rho$  は寄与率を表している。

主分力では、超音波振動が 67.9% と大きな寄与を示し、ピッチング角、切込みが 10% 強の寄与率となり、この 3 つの加工要因が主分力に対して主に影響を与えていることがわかる。

背分力では、ピッチング角が 88.2%と大きな寄与を示し、背分力に対してかなり影響を与えていることが分かる。超音波振動と切込みに多少の影響がみられた。

また主分力・背分力共に、今回の実験では超音波振動、ピッチング角、切込みの 3つの加工要因にだけ寄与がみられ、他の加工要因はほとんど影響がないという結果となった。

Table 3 分散分析表

主分力		CF= 16905.9 (f=1)		
要因	f	S	V	$\rho$
A	1	508.88	508.88	67.9
B	2	5.02	2.51	
C	2	0.14	0.07	
D	2	12.20	6.10	
E	2	99.93	49.97	12.5
F	2	17.62	8.81	
G	2	91.38	45.69	11.3
H	2	5.82	2.91	
e	2	2.72	1.36	
(e)	(12)	(43.52)	(3.63)	(8.3)
T	17	743.71		100.0

背分力		CF= 19653.7 (f=1)		
要因	f	S	V	$\rho$
A	1	143.47	143.47	6.5
B	2	10.21	5.11	
C	2	8.73	4.36	
D	2	0.80	0.40	
E	2	1929.06	964.53	88.2
F	2	5.92	2.96	
G	2	79.30	39.65	3.4
H	2	2.40	1.20	
E	2	1.85	0.92	
(e)	(12)	(29.91)	(2.49)	(1.9)
T	17	2181.74		100.0

### 3-2. 各要因の傾向

算出した SN 比から各要因について、各水準の平均 SN 比を求めた。Fig1,2 は、平均値の傾向を各実験条件の変化の傾向に合わせて書いたものである。図の A から H は Table1 の各加工要因に対応している。

超音波振動(A)については、振動有りの方が SN 比は高くなった。無方向性 GFRP についても超音波振動切削の有効性が確認できた。切削油塗布(B)については、無し、水性では、あまり変化が見られず、油性では、主分力で多少 SN 比が高くなり、背分力で低くなった。ただ、切削油を塗布することにより、切削の際の切り屑の飛散がなくなり、切削環境が良くなった。切削速度(C)については、多少の変動はあるものの明確な傾向が得られなかった。ローリング角(D)については、主分力で 0 度と 5 度と 10 度では SN 比が高くなった。これは傾斜切削の効果によるものだと考えられる。

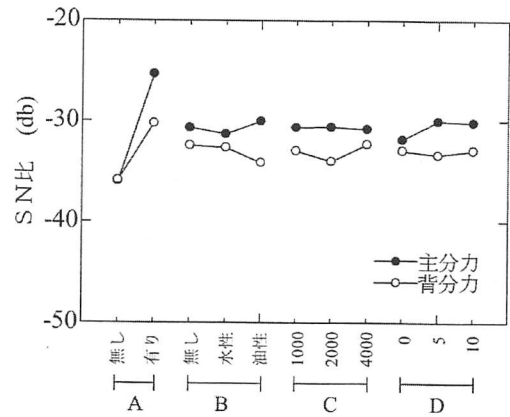


Fig 1 SN 比の要因効果図

ピッチング角(E)については、0 度と比べ 8,16 度では SN 比が高くなり、背分力ではその傾向がかなり大きくなった。これはピッチング角の変化によって、工具刃先のすくい角が変わったのと、0 度では超音波振動の振動方向が切削方向と合わなかったためその影響であると考えられる。切削幅(F)については、切削幅 0.75mm で SN 比が一番高くなり、明確な傾向が得られなかった。切込み(G)については、切込みが浅いと SN 比が高くなり、深いと低くなった。前加工切込(H)については、明確な傾向が得られなかった。

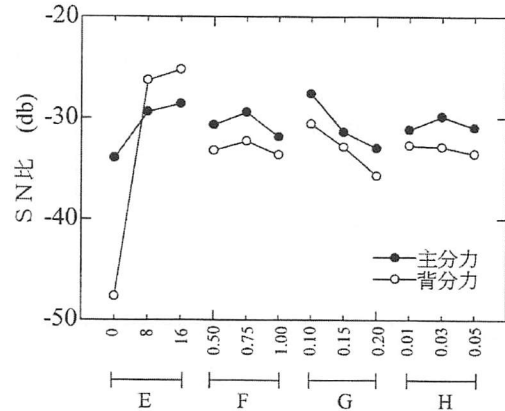


Fig 2 SN 比の要因効果図

### 4. まとめ

以下に本実験の結果をまとめる。

- 1) 無方向性 GFRP の切削において、大きな影響を与える要因は、超音波振動とピッチング角、切込みであり、他の要因は殆ど影響ない。
- 2) 主分力では超音波振動が、背分力ではピッチング角が特に大きな影響を与えている。
- 3) 無方向性 GFRP においても振動切削が有効である。
- 4) 超音波振動の振動方向と切削方向が一致しないと切削抵抗は極端に悪くなる。