

ステンレス鋼のドリル加工における品質工学の適用 －切削抵抗と工具損傷－

生産技術部 ○岩本 竜一
企画支援部 田中 耕治

1. はじめに

一般に、SUS304に代表されるオーステナイト系ステンレス鋼は、優れた材料特性を有するが、被削性が悪いという欠点がある。特に、ドリルによる穴あけ加工は、ステンレス鋼が耐熱性を有するため、ドリル先端で発生した加工熱の逃げ場が無く、様々な加工トラブルを生じやすい。そこで、本研究では、オーステナイト系ステンレス鋼（SUS304，SUS310S）の下穴加工を想定した実験を行い、切削抵抗（トルクおよびスラスト）および工具損傷を低減できる切削条件について検討した。切削条件の最適化にあたっては、品質工学の手法を用いて解析を行い、切削抵抗および工具損傷の低減を図った。

2. 実験方法

2. 1 被削材

被削材は、オーステナイト系ステンレス鋼を使用した。
図1に被削材形状を示す。寸法は、50×16×12.5mmとなるようワイヤカット放電加工機で加工した。

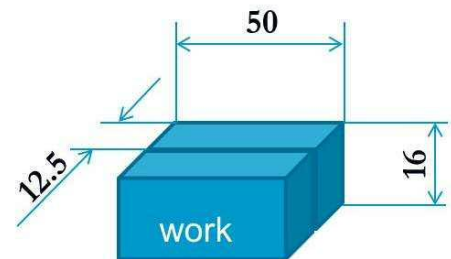


図1 被削材

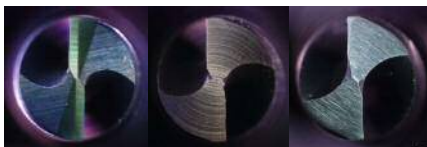
2. 2 実験装置

加工実験では、穴あけ加工後に穴の内部を観察しやすくする目的のため、前項で述べた被削材を一对使用する。50×16mmの面をそれぞれ対向して組み合わせてマシンバイスに固定し、この中心部に先端形状の異なる3種類のドリルを用いて穴あけ加工を行った。

切削条件を表1に示す。通常、ステンレス鋼の加工では多量の切削油剤を供給することが多いが、切りくずの排出状況などを確認するために、ミスト供給方式を採用した。使用した油剤は、ソリュブル系水溶性切削油剤と不水溶性切削油剤（鉱物油ベース，植物油）である。

加工した後の工具損傷は、デジタルマイクロスコープ（株式会社キーエンス製 VH-8000）で観察した。

表1 切削条件

Tool Type			
	A	B	C
Tool Diameter	4 mm		
Cutting Speed	10~20 m/min		
Feed Speed	0.05~0.15 mm/rev		
Depth of Hole	10 mm		
Step Feed	2~6 mm		
Drilling Cycle	G73, G83		
Cutting Fluid (air mist)	Water soluble type Non-water soluble type Vegetable oil type		

3. 結果

3. 1 制御因子および割り付け

実験および解析は、品質工学の手法を用いて行った。表1の実験条件を表2に示すとおりA～Hの

8つの制御因子を設定し、これらの要因を表3に示すとおりL₁₈直交表に割り付けて実験を行った。

表2 制御因子と水準値

Factor	Level			Unit
	1	2	3	
A:Drilling Cycle	G73	G83		-
B:Cutting Speed	10	15	20	m/min
C:Feed Speed	0.15	0.1	0.05	mm/rev
D:Step Feed	2	4	6	mm
E:Tool Type	A	B	C	-
F:Works	SUS304 No.1	SUS304 2B	SUS310S 2B	-
G:Chuck Length	43	46	49	mm
H:Cutting Fluid	Water soluble	Non-water soluble	Vegetable	-

表3 L₁₈直交表

No	Control Factor							
	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
*				*				
*				*				
17	2	3	2	1	3	1	2	3
18	2	3	3	2	1	2	3	1

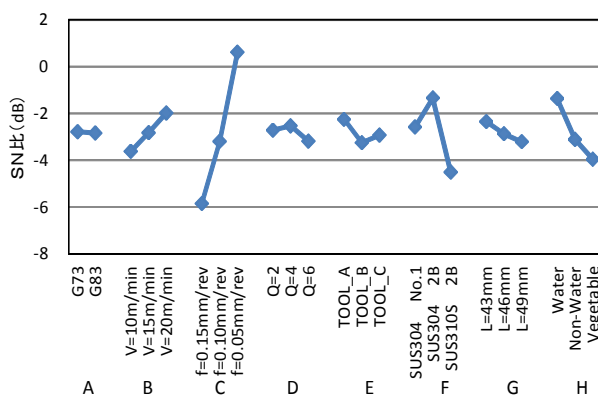


図2 要因効果図（トルク）

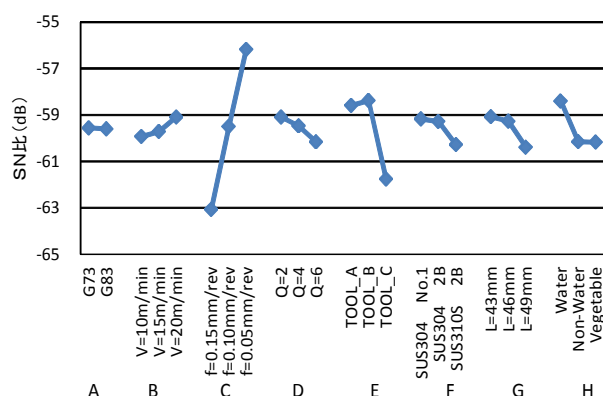


図3 要因効果図（スラスト）

3. 2 切削抵抗

図2, 3に切削抵抗の要因効果図を示す。トルク, スラストともに送り速度(C)の影響が最大であり, 送り速度を低くすると効果が大きいことが分かる。送り速度を低くすると加工能率が低下するが, 切削速度(B)が早い方がS/N比が高いため, 切削速度を上げることで加工能率の低下をカバーできる。

切削油剤(H)の効果は, 水溶性ミストを用いた場合がS/N比が高い。不水溶性油剤と植物油では効果に大きな差が無い。よって, 潤滑性よりも冷却性を重視した切削油剤が適していると考えられる。

ドリル形状(E)については, 特に, 図3のスラストの場合においてC形状(E3)のドリルのS/N比が低い。表1中の写真に示したとおり, 3種類のドリルの中でチゼルエッジ長さが一番大きく, シンニングによる彫り込み深さが浅い。このことがチゼルエッジ部の押し込み力増大となっていると考えられる。

本予稿集において, 工具損傷および確認実験に関する記述については省略する。

4. おわりに

ステンレス鋼のドリル加工について実験を行い, 品質工学の手法を用いて解析を行った結果, 以下のことが明らかとなった。

- (1) 切削抵抗（スラストおよびトルク）の低減には, 送り速度が最大の効果を示す要因であることがわかった。
- (2) 工具損傷の低減には, 送り速度, 切削油剤の順番に効果が大きい要因であることがわかった。
- (3) ドリル形状や切削油剤を適切に選択することにより, 切削抵抗および工具損傷の低減を同時に達成できる最適加工条件の因子がわかった。