

ステンレス鋼のヘール加工の研究

生産技術部 ○岩本竜一, 栗毛野裕太

1. はじめに

電気・電子・半導体関連の製造工程においては、高真空状態を維持することができるアルミ合金製またはステンレス鋼製のチャンバー状の製造装置が広く使用されている。これらの製造装置は、接合面（以下、シール面）にOリングを介して密封することで内部の真空を維持している。シール面の加工は従来エンドミル工具による溝切削が慣用的に行われてきたが、その加工面には円弧状切削痕が残ることが避けられず、この切削痕に沿って微かに気体がリークする恐れが指摘されるようになった。近年、これらの課題を解決する方法としてヘール加工の活用が注目されている。

そこで本研究では、当所の汎用マシニングセンタを用いて、ヘール加工のモデル実験を行い、加工時の切削抵抗や得られた加工面の表面性状等を調べた。

2. 実験方法

2.1 実験装置概要

ヘール加工は、直線刃のカンナのような工具を回転させずに運動させることで工具運動方向と平行な加工筋目をシール面に創成することを目的とする。したがって、ヘール加工を行うためには工具の向きをコントロールできる専用工作機械を用いることが一般的である。本実験では、汎用のマシニングセンタを改造して実験装置を製作した。図1に実験装置概要を示す。この装置では、天井に取り付けられた被削材を、上向きに設置されたヘール工具が引っ掻くような加工方式である。実験に用いた被削材は、ステンレス鋼 SUS304_No.2B の冷間圧延材である。表1に被削材の成分を、図2に実験に用いた被削材を示す。切削工具は超硬合金製(a)、制振合金製(b) 2種類を使用した。図3に工具写真を示す。

2.2 切削条件

切削条件を表2に示す。被削材を主軸に取付けたため、切削油の供給ノズルが使えない。このため、油剤供給はスプレーまたは刷毛塗りとし、天吊り状態の切削点に長く留まるよう高粘度の3種の油剤を選定した。マシンの粘度を表中に示す。

表1 被削材成分

	Chemical composition (%)						
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
SUS304_No.2B	0.04	0.28	1.79	0.32	0.18	8.78	18.62

表2 切削条件

Cutting speed	500,750,1000,1500,2000,3000,4000	mm/min
Depth of cut	2,4,6,8,10	μm
Cutting fluids (Supply method)	A:Tapping splay	un-known
	B:Machine oil (Brush paste)	2750mm ² /S
	C:Machine oil (Brush paste)	720mm ² /S

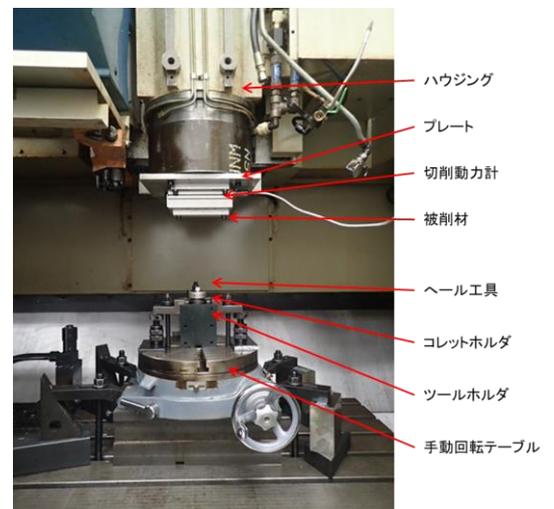


図1 実験装置概要

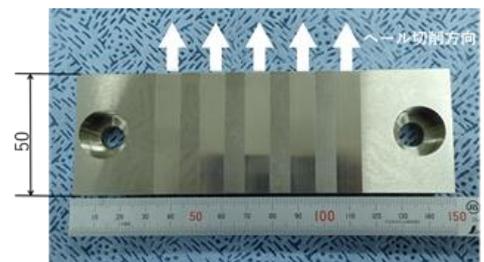


図2 被削材



図3 工具写真

3. 実験結果および考察

まず、図3(a)のタイプの工具を使って実験を行った。工具(a)は、これまで県内企業において、アルミ合金のヘール加工用として実績がある超硬ソリッド工具である。この工具を使用して加工した被削材表面の顕微鏡写真を図4(a)に示す。図に示すとおりビビリ痕が観察され、この波長は写真よりおよそ $9\sim 14\mu\text{m}$ 程度と読み取れた。このビビリ痕は $600\sim 900\text{Hz}$ 程度の振動周波数に相当する。このビビリ対策として、工具被削材間の摩擦低減を目的として図3(a)の工具にDLCコーティングを施し加工した結果の写真を図4(b)に示す。図のとおりビビリ痕が認められなくなった。このことからビビリ痕解消のためには、摩擦抵抗低減の効果が大きいことが推定される。

一方、この周波数とは異なる低い周波数の別のビビリ痕も認められた。これを図5(a)(上段：三次元形状，下段：二次元形状)に示す。振幅が $0.7\mu\text{m}$ 程度、波長が $500\sim 600\mu\text{m}$ 程度のビビリ痕である。表面粗さではなく、うねり成分と考えられる。先述の $9\sim 14\mu\text{m}$ 程度のビビリ痕を「高い周波数」、今回の波長が $500\sim 600\mu\text{m}$ 程度のビビリ痕を「低い周波数」と呼ぶ。結果的に、低い周波数のビビリ痕は、DLCコーティングの適用や表2の切削条件の変更では低減することができなかった。そこで、図3(b)に示すスローアウェイタイプの制振合金製工具を新規製作して加工実験した結果、 $500\sim 600\mu\text{m}$ 程度のビビリ痕波長を4~5倍($2300\mu\text{m}$)程度まで長く変更することができ、うねりの影響を低減できた。

なお、新規製作した工具は、県内企業と共同製作したもので、市販のチップを活用して安価に適用出来るように工夫した。

4. おわりに

ステンレス鋼 SUS304 を被削材としてヘール加工実験を行った結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 低い周波数 (15Hz 程度) と高い周波数 ($600\sim 900\text{Hz}$ 程度) の2種類のビビリ振動痕が発生した。
- (2) 工具先端にDLCコーティングを施すことにより高い周波数の振動痕を低減ができた。
- (3) 工具ホルダに制振合金を採用することにより、低い振動周波数の振動痕波長をより長くすることができ、表面性状の向上に寄与できた。

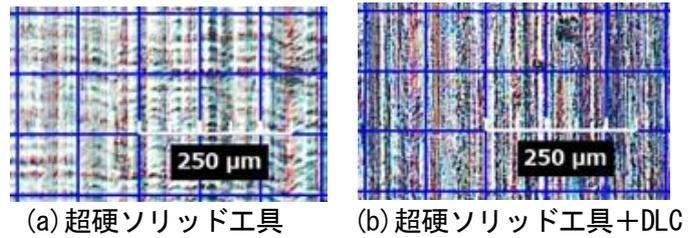
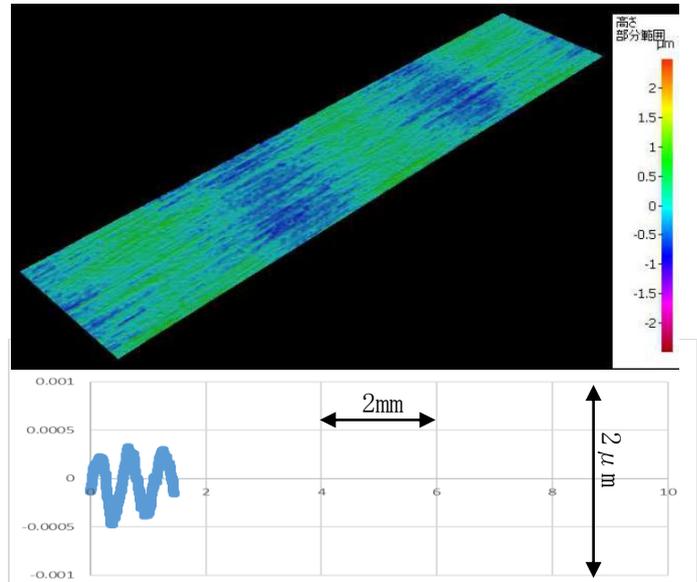
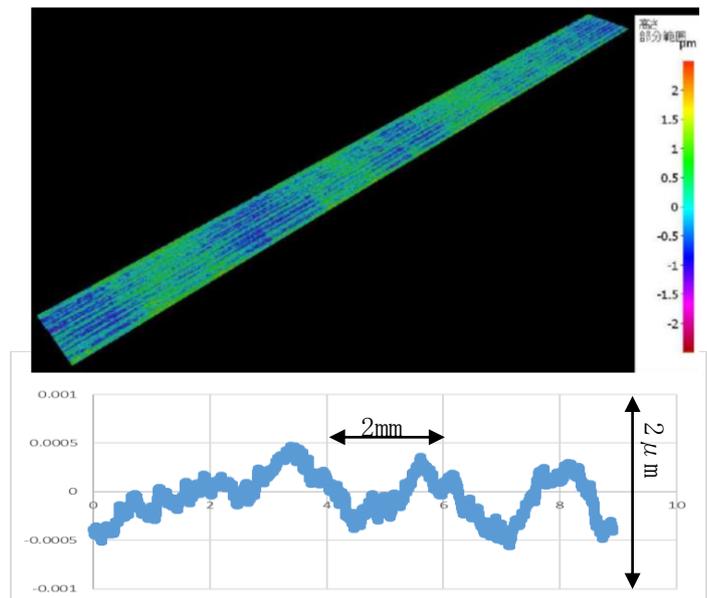


図4 被削材表面の顕微鏡写真(偏光照明)



(a) 超硬ソリッド工具使用時の被削材形状



(b) 制振合金工具使用時の被削材形状

図5 被削材表面の形状測定結果