

ニオブ材における切削特性

工学部 機械システム工学科 金枝 敏明 山田 正大 (金枝研究室)

Keywords : 純ニオブ、難削材、延性材料、表面粗さ、切削抵抗、加工変質層

1. 緒言

純ニオブは、高い融点、超伝導特性ならびに高温強度を有する金属である。その特性を生かし、実際には超伝導加速空洞の空洞材料に適用されている。しかし、その切削加工は、他の高融点金属であるモリブデンやタンタルなどと同様に困難を極めるものと言われている。今後純ニオブの特性に着目し、部品や製品に積極的に利用しようとしても、難削性が大きな障害となってくる。その上、難削性の具体的なかつ学術的なデータは見当たらないのが現状である。そこで純ニオブの切削実験を行い、今回は取り敢えず切削抵抗ならびに加工面粗さなどから難削性の具体的な根拠を追求しようとした。

本原稿執筆時点では今回は試料入手の関係で本格的な切削実験は充分実施できていないので、延性材料である純Alや靱性材料であるステンレス鋼(SUS304)、チタン合金(Ti-6AL-4V)、Co-Cr-Mo合金との機械的性質(引張り強さ、弾性率、破断伸び、硬度等)を比較し、その切削抵抗を予測する。OUSフォーラム当日には、切削抵抗並びに加工面粗さも発表する。

2. 実験装置および実験方法

実験は(株)不二越製 NC2 次元切削装置(形式: NTC-01)を用いた平面2次元切削とした。被削材にはひずみ取り真空焼鈍を行った純ニオブ(99.9%)の板材(80×25×t3)を超硬合金K10種の切削工具を用いて行う。また、純ニオブは溶着性に富む材料のため、切削液にはエマルジョン系水溶性切削液であるJX日鉱日石エネルギー製ユニソルブルEM-Rを使用する。

各実験において加工変質層の状態を統一するために、前加工を切削抵抗が安定するまで複

数回行い、その後最終前加工切込み t_L で切削し、本実験切り込み t_1 にて切削を行う。その時の切削抵抗をキスラー製の水晶式圧電型動力計(形式: 9251A)を使用し測定する。また、加工表面の粗さを株式会社東京精密製表面粗さ形状測定機(形式: SURFCOM1800D)を用いて測定する。

表1 実験条件

実験装置		NC2 次元精密切削装置
被削材		純ニオブ
工具	材料	K10 種超硬合金
	すくい角 α°	0
	逃げ角 ϵ°	0
切削速度 m/min		25.7
最終前加工切込み μm		10
本実験切込み μm		10~90
切削液		ユニソルブル EM-R

表2 真空焼鈍条件

焼鈍温度 ($^\circ$)	720
焼鈍時間 (hour)	2
真空度(torr)	10-5

3. 切削抵抗の予測および今後の予定

予備実験及び純ニオブの材料特性と、純Alやその他の金属材料の特性を比較から、純Alと同等の切削抵抗が予測できるが、低い熱伝導率が切りくずの溶着の要因となり、さらに伸びが大きいこともあり、純Alより高い切削抵抗となる可能性がある。実験を行い純ニオブの難削性を学術的に明らかにしたい。

表3 各種金属の材料特性

	純ニオブ	純Al	SUS304	Ti-6AL-4V	Co-Cr-Mo 合金
引張強さ MPa	150~162	100-140	540-740	980	655
ヤング率 GPa	48.5	70 以上	193	114	200-248
伸び %	26~35	6 以上	45-60	14	8
硬度 HV	55	38	140-190	310-320	420-460
熱伝導率 W/m·K	53.7	195	16.3	7.5	14.8