

インコネル718の切削加工技術の研究

機械金属部 ○前野一朗, 市来浩一

鹿児島大学工学部機械工学第二学科 田中秀穂, 佐藤正彦

1. はじめに

近年, 本県では耐熱合金, セラミックス等の難削材料の加工技術の高度化が要請されており, これまでも難削材料に関して加工技術の研究を行ってきた。

ニッケル基耐熱合金であるインコネル718は, Niを主成分とした合金で, その成分内容は53%Ni-19%Cr-18%Fe-5%Nb+Ta-3%Moその他多くの微量成分を含む析出硬化形の合金で, 材料特性として高温強度が高い, 腐食環境に強い等の利点を持つためジェットエンジンやガスタービン用部品として利用されている。

しかし, インコネル718は各種難削材の中でも被削性の最も悪い部類に入る材料であると言われており, 日本ではまだ加工の歴史が浅く加工データも不十分である。

そこで, 本研究では現在市販されているK10, P20, サーマット, セラミック, CBN工具によりインコネル718の仕上げ旋削を行い, 工具の耐久性について検討を行った。

2. 実験方法及び条件

実験には, 昌運精密旋盤(ST-5, 無断変速付き)を使用し, 被削材はインコネル718(HB401)の時効処理材で形状は $\phi 75 \times 150L$ である。使用した工具はK10, P20, サーマット, セラミック, CBNの5種類であり, その工具材の成分と機械的性質及びチャンファを表1に示す。切削

表1 工具材の成分と機械的性質及びチャンファ

工具材	成分	硬度 HRA	抗折力 Kgf/ml	熱伝導率 cal/s·cm·K	チャンファ mm×deg
K10	WC-Co	92.0	240	0.19	----
P20	WC-TiC-TaC-Co	91.5	200	0.08	0.03×-25°
サーマット	TiC-TiN-TaC-WC	92.0	170		0.04×-30°
セラミック	Si N	92.6	100	42.7	0.08×-30°
CBN	CBN-Al O				0.02×-15°

表2 実験条件と工具諸元

工 具 材 名	K10 WC-Co P20 WC-TiC-TaC-Co サーマット TiC-TiN-TaC-WC セラミック Si N CBN CBN-Al O	切 削 条 件	切削形態	旋削, 外丸削り, 乾式
			工具形状	0°, 5°, 11°, 6°, 15°, 15°, 0.8mm
			工具寸法	12.70×12.70×3.18mm
			切削速度	K10 25, 50, 100m/min P20 25, 50m/min サーマット 25, 50m/min セラミック 25m/min CBN 50, 100m/min
			切込み	0.5mm
			送り	0.1mm/rev

は全て乾式で、その実験条件と工具諸元を表2に示す。

3. 実験結果

全ての工具刃先には付着物が観察され、摩耗形態としてはアブレイシブ摩耗であるが、セラミック工具だけは微小チップングから発達したと思われる筋状の凹凸のある激しい摩耗形態を呈した。

図1に、実験より得られた各種工具の横逃げ面摩耗経過曲線を示す。図に示すように横逃げ面摩耗経過では、CBN工具が最も耐久性があり、次いでK10、P20、サーメット、セラミック工具の順となった。また、K10工具の切削速度100m/min、サーメット工具の切削速度50m/minの場合、切削時間は僅か0.5minで横逃げ面摩耗幅は0.667、1.148mmに達しており、インコネル718の旋削条件としては切削速度が高過ぎるといえる。

図2に各種工具の横逃げ面境界摩耗経過曲線を示す。K10工具以外には、横逃げ面に境界摩耗が観察された。セラミック工具の場合、切削速度25m/min、切削時間5minで横逃げ面境界摩耗は0.461mmに達した。また、CBN工具の場合、切削速度100m/min、切削時間1minで横逃げ面境界部に欠損を生じた。

このことから、CBN工具は最も耐久性はあるが、工具のコストを考慮すると、インコネル718を旋削加工する場合はK10工具が有利である。また、K10工具でインコネル718を旋削する場合、最適切削速度領域

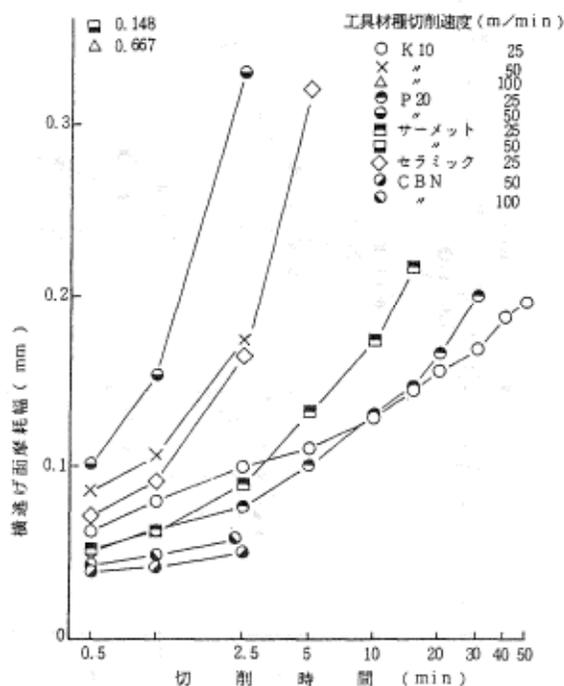


図1. 各種工具の横逃げ面摩耗経過曲線

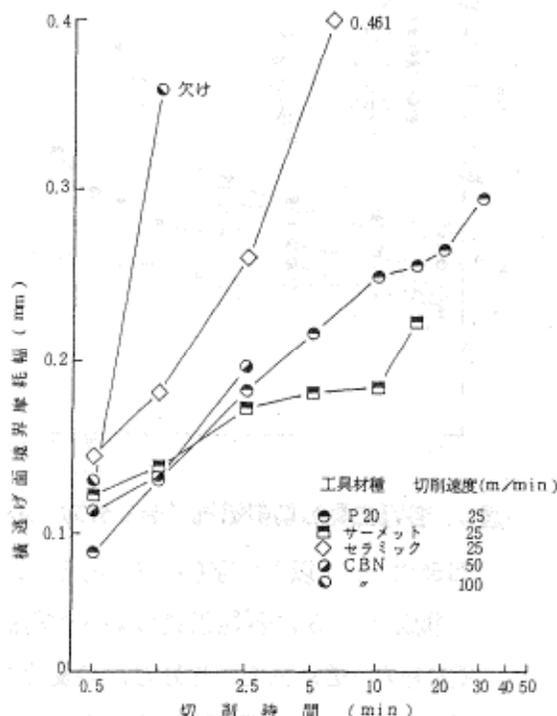


図2. 各種工具の横逃げ面境界摩耗経過曲線

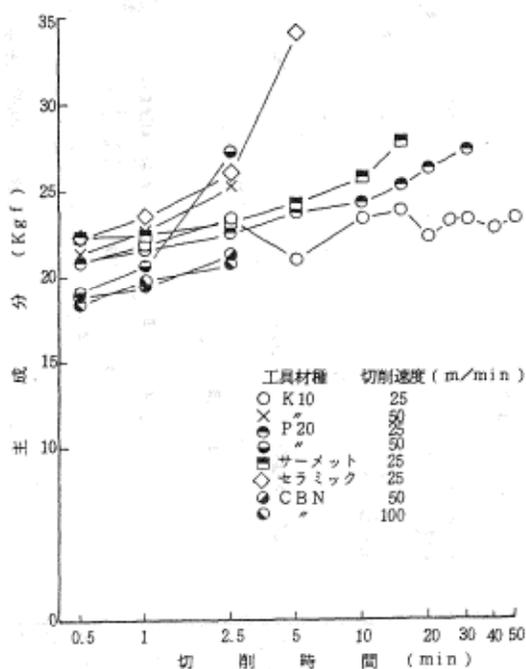


図3. 各種工具の切削抵抗（主分力）の変化

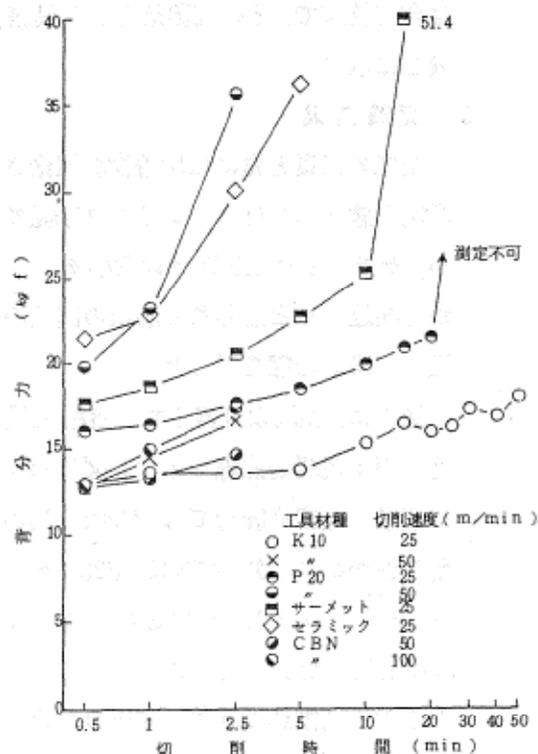


図5. 各種工具の切削抵抗（背分力）の変化

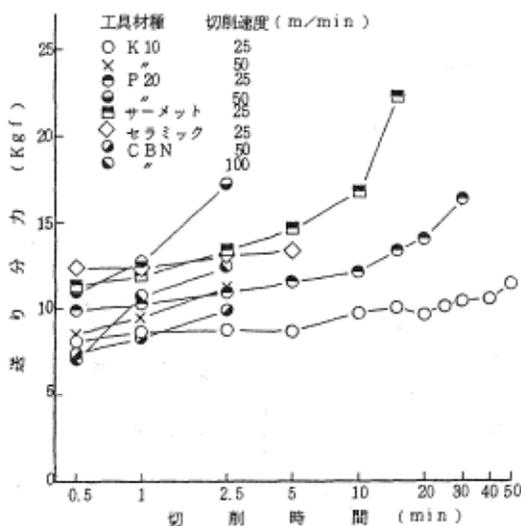


図4. 各種工具の切削抵抗（送り分力）の変化

は50m/min以下に存在すると考えられる。

図3, 4, 5に各種工具による切削抵抗（主分力, 送り分力, 背分力）の変化を示す。

各種工具の切削抵抗は切削時間の経過と共に増加する傾向を示した。特に背分力の場合、横逃げ面摩耗幅が0.2mm付近及びそれ以上に達すると急激に増加する傾向を示

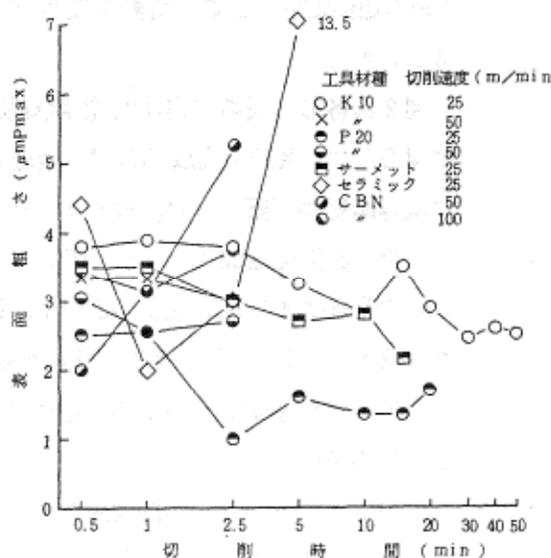


図6. 表面粗さの経過

した。

図6に、各種工具による表面粗さの経過を示すが、全ての工具では $2\sim 4\mu\text{mRmax}$ の表面粗さが得られた。しかし、セラミック工具の切削速度 $25\text{m}/\text{min}$ 、切削時間 5min では $13.5\mu\text{mRmax}$ の表面粗さになった。これはセラミック工具が筋状の凹凸のある激しい摩耗形態を呈したためと考えられる。

4. おわりに

難削材料の中でも被削性の最も悪い部類に入る材料であるニッケル基耐熱合金インコネル718、を市販されているK10、P20、サーメット、セラミック、CBN工具を用いて乾式仕上げ旋削を行い、次のような結論を得た。

- (1) 工具の耐久性はCBN、K10、P20、サーメット、セラミック工具の順であった。
- (2) 工具コストを考慮した場合、K10工具が有利である。
- (3) K10工具の場合、最適切削速度領域は $50\text{m}/\text{min}$ 以下に存在する。

得られた研究成果は、業界の技術高度化に役立てると共に、今後もニッケル基耐熱合金を始めセラミックス等難削材料の加工技術の研究開発を継続する予定である。