

この資料は平成31年3月25日に行った
難削材加工技術講習会の資料を一部
修正したものです

難削材加工用工具の共同開発事例

鳥取県産業技術センター 菊水フォーミング 西研

(公財)JKA
「公設工業試験研究所等が
主体的に取り組む共同研究補助事業」



2019.3.25 難削材加工技術講習会

目次

研究の背景と内容

共同研究の概要

共同研究内容

①超耐熱合金加工の見える化

見える化実験

切削シミュレーション

②超耐熱合金加工用工具の開発

工具形状の設計

工具製作シミュレーション

工具試作

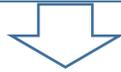
③試作超耐熱合金加工用工具の性能実験

④工具表面粗さの影響の検討

終わりに

研究の背景と内容

航空機用部品は超耐熱合金(難削材)など特殊な素材
超耐熱合金の加工は工具寿命が短い



長寿命超耐熱合金加工用工具の共同開発
(菊水フォーシング 西研 鳥取県産業技術センター)

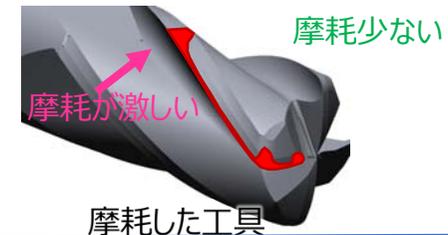


Mitsubishi Aircraft Corporation

タービン、離着陸部品

課題

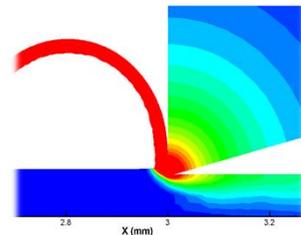
超耐熱合金は熱伝導率が低く切削熱がこもりやすい
工具が高温になり、強度が低下
・・・摩耗しやすくなる



摩耗した工具

解決策

- ・切削温度の低下
- ・切り屑と工具の接触時間の短縮
- ・切り屑排出性向上



切削温度低下
(シミュレーション、測定)



工具接触時間
(工具形状・表面性状)



切り屑排出性向上
(シミュレーション、測定)

共同研究の概略

長寿命超耐熱合金加工用工具の共同開発



地方独立行政法人
鳥取県産業技術センター
Tottori Institute of Industrial Technology



鳥取県産業技術センター

(鳥取県米子市 公設試験研究機関)

工具形状設計 切削シミュレーション
切削実験



KIKUSUI
-菊水フォーシング-



菊水フォーシング

(鳥取県米子市 熱間鍛造 金型 金属加工)

切削実験



Nishiken



西研

(広島市 工具製造販売)

工具形状設計 工具試作

共同研究の概略

長寿命超耐熱合金加工用工具の共同開発

- ①超耐熱合金加工の見える化
 - ・見える化実験(サーモグラフィ、高速度カメラ)
 - ・切削シミュレーション
- ②超耐熱合金加工用工具の開発
 - ・工具形状の設計、切削シミュレーション
 - ・工具製作シミュレーション
 - ・工具試作
- ③試作超耐熱合金加工用工具の性能実験
 - ・切削実験
- ④工具表面粗さの影響の検討
 - ・表面粗さを変えた工具の試作、切削実験



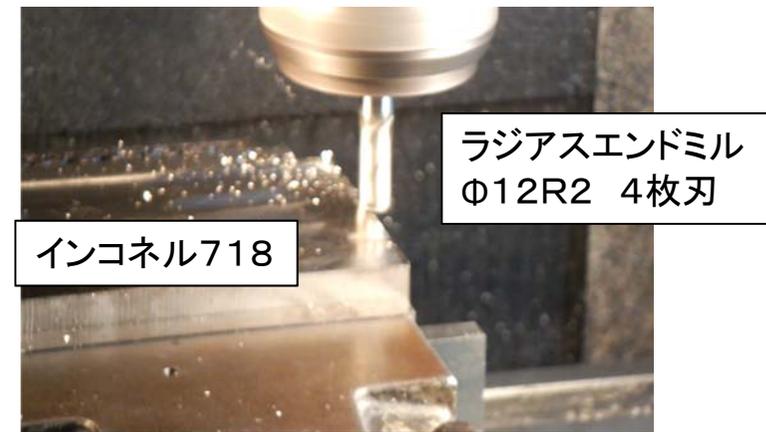
目標：超耐熱合金加工における工具寿命の高度化
(従来の1.2倍の工具寿命)

共同研究内容

①超耐熱合金加工の見える化 見える化実験



見える化実験構成



切削速度 : 30m/min (796min⁻¹)
切り込み : 軸方向切り込み 0.3mm
 : 軸方向切込み 0.5 mm
送り : 0.03mm/tooth (96mm/min)
冷却 : エアー

見える化実験条件例

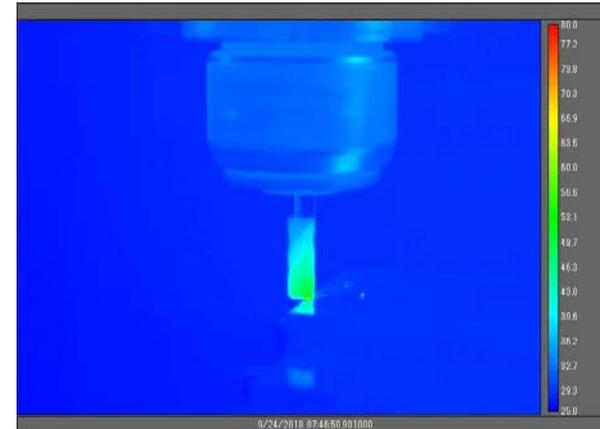
共同研究内容

①超耐熱合金加工の見える化

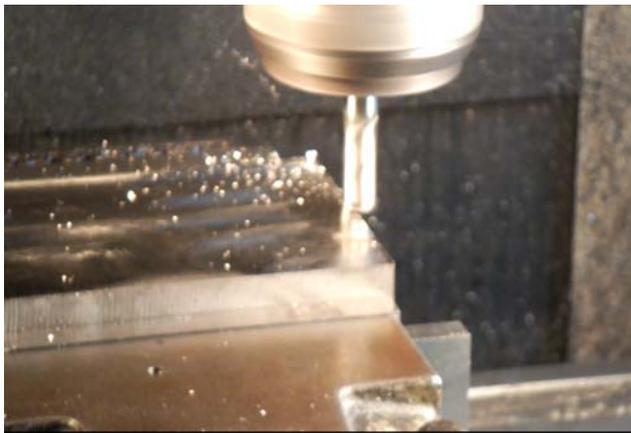
見える化実験



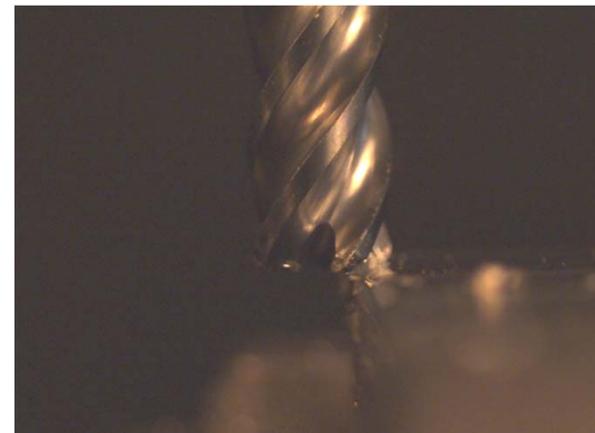
見える化実験構成



サーモグラフィ



加工の様子

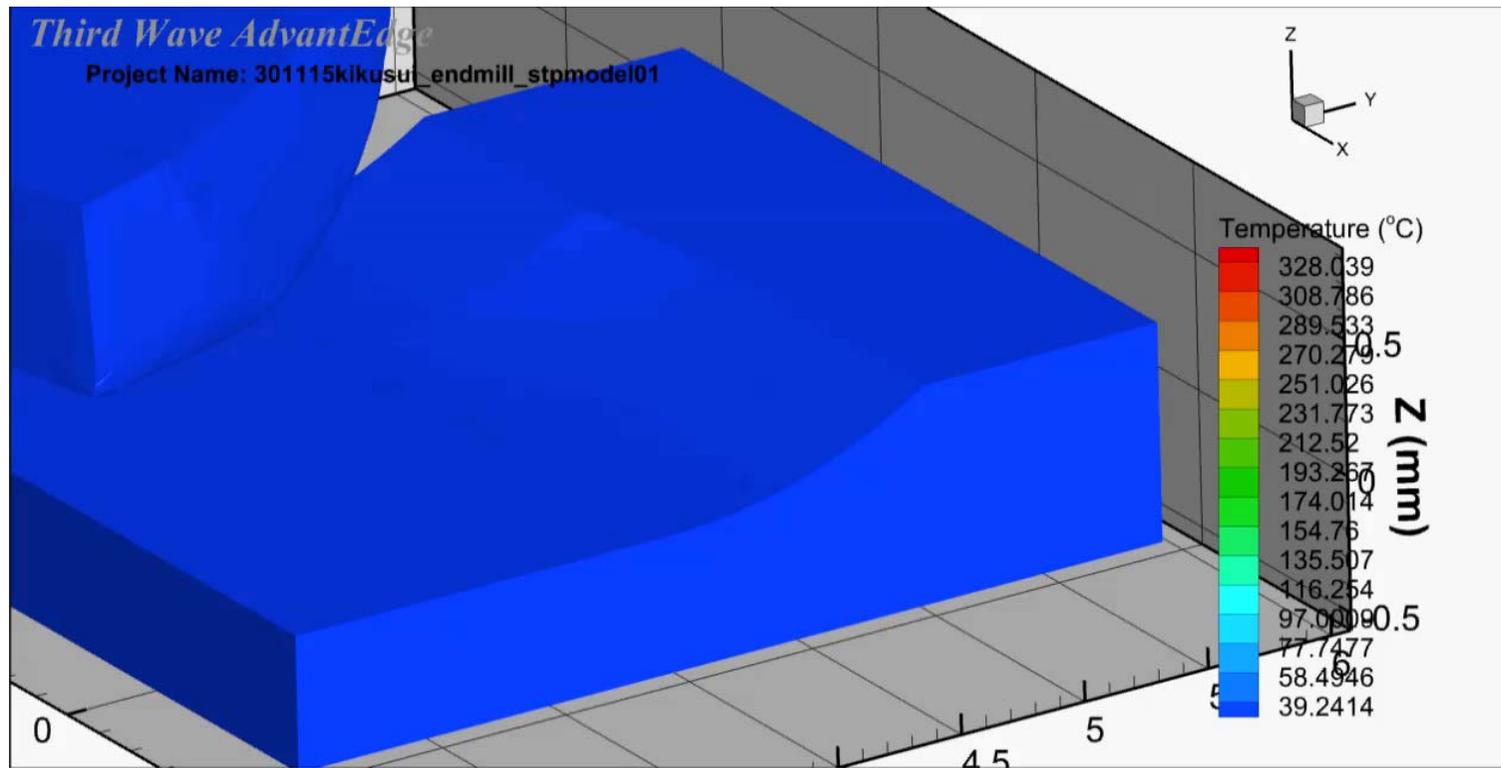


高速度カメラ

共同研究内容

①超耐熱合金加工の見える化

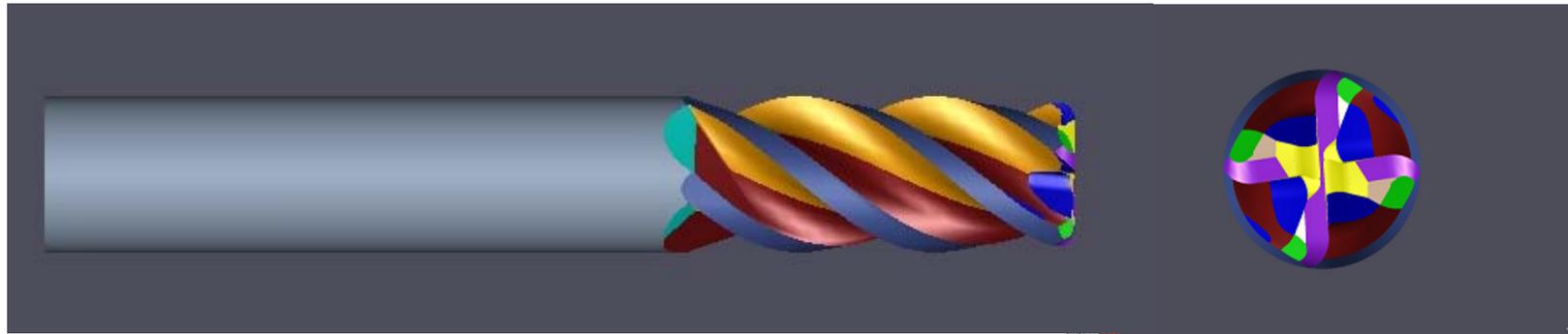
切削シミュレーション



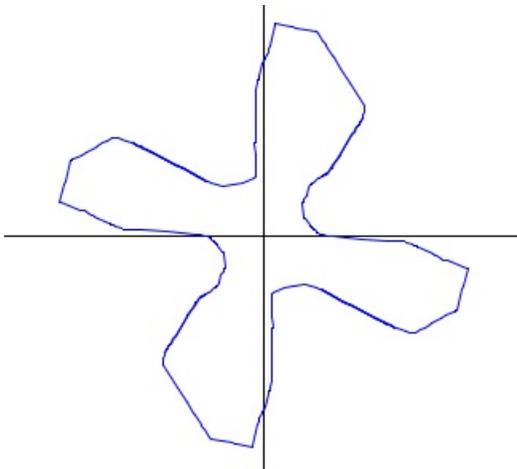
共同研究内容

②超耐熱合金加工用工具の開発

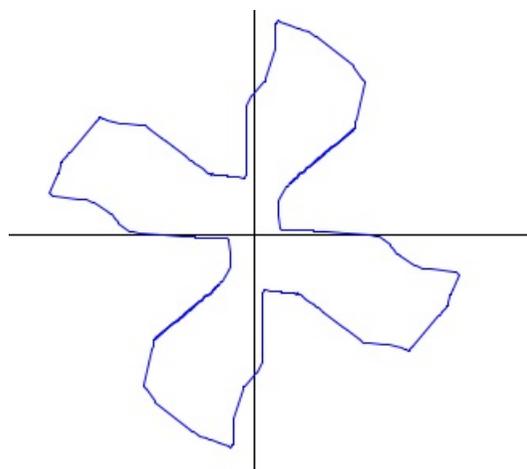
工具形状の設計・切削シミュレーション



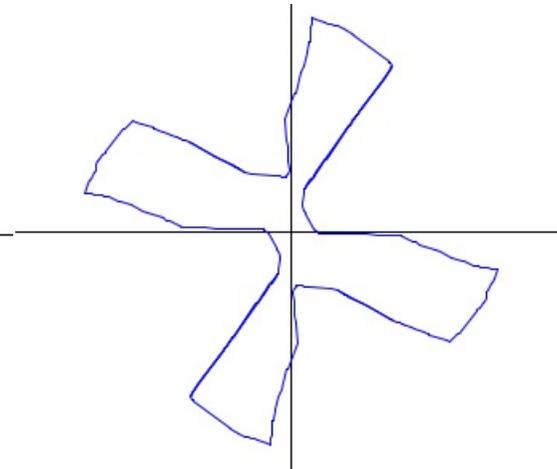
工具形状例



モデルA(従来品相当)



モデルB



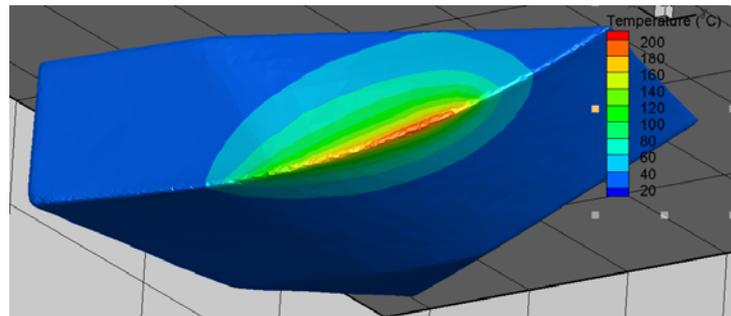
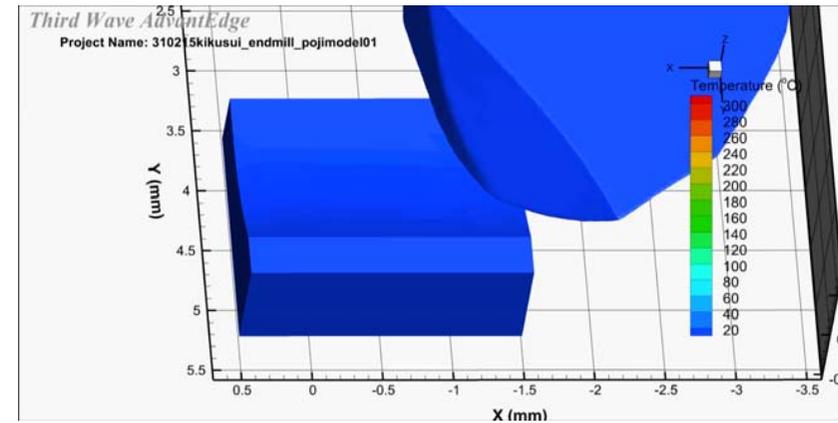
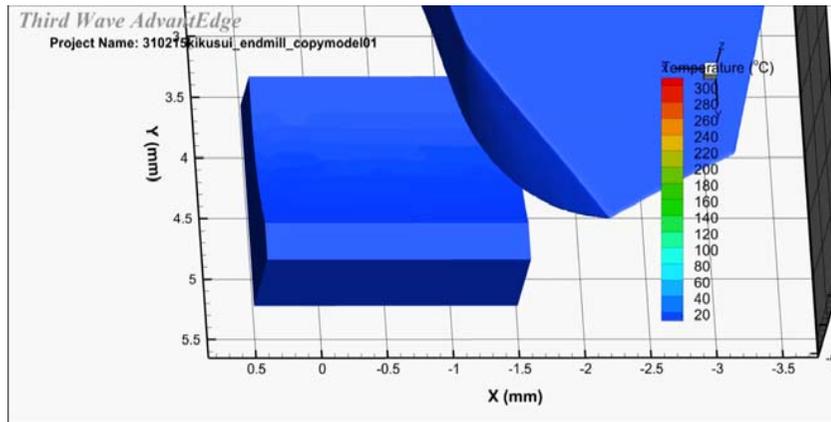
モデルC

工具断面形状例

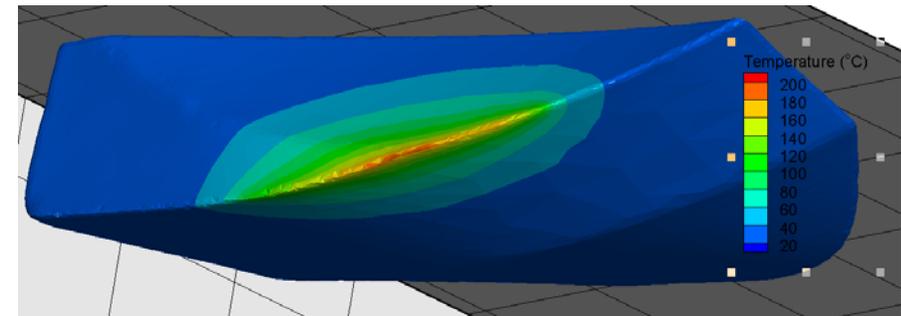
共同研究内容

②超耐熱合金加工用工具の開発

工具形状の設計・切削シミュレーション



モデルA(従来品相当)



モデルC

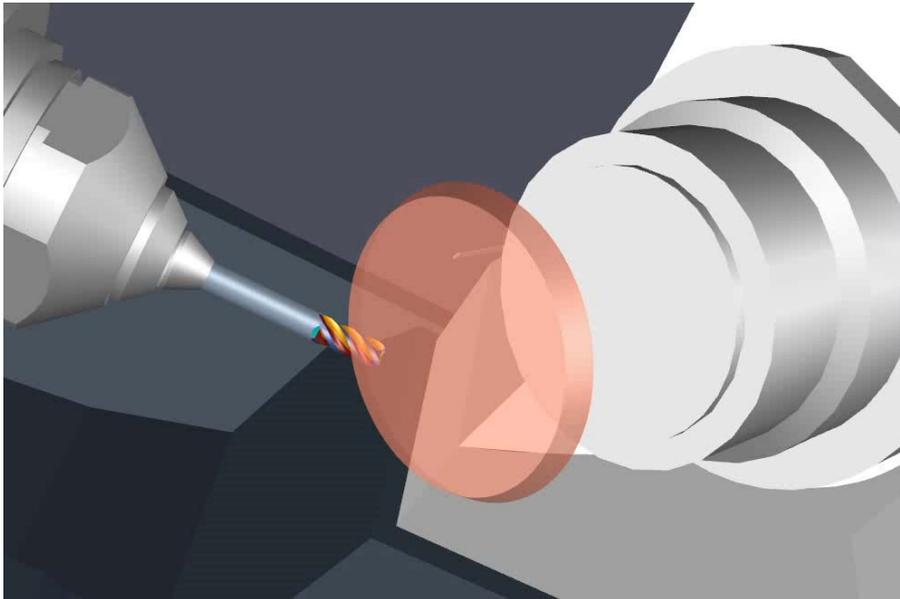
切削シミュレーション例

共同研究内容

②超耐熱合金加工用工具の開発

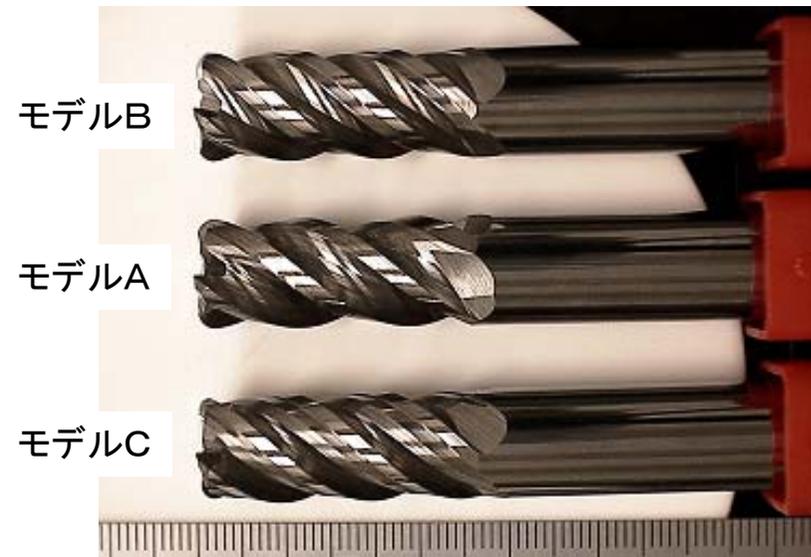
工具製作シミュレーション

工具試作



溝（粗、仕上）➡ 3番 ➡ 逃げ・すくい ➡ 底刃 ➡ 外周刃

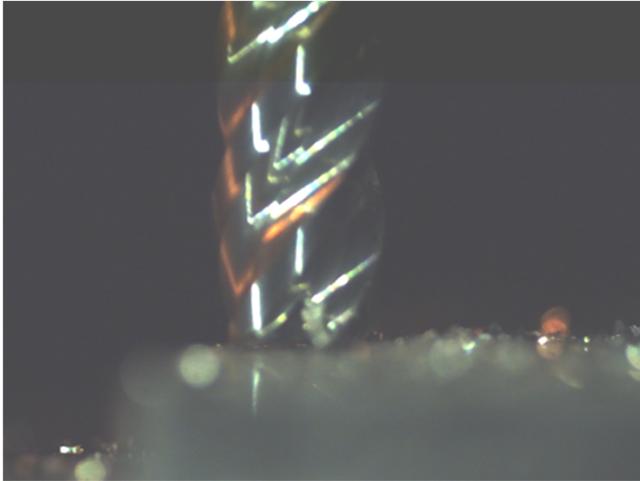
工具製作シミュレーション



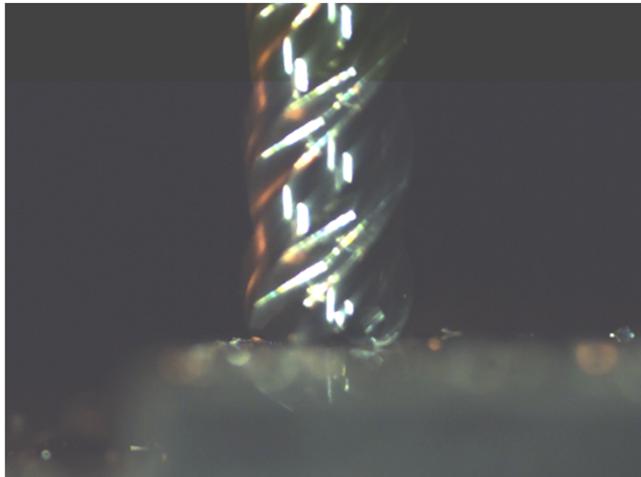
試作した工具

共同研究内容

③試作超耐熱合金加工用工具の性能実験



モデルA



モデルB

切削条件

被削材 : インコネル718 155×104×28mm

工具 : 超硬ノンコートラジアスエンドミル
φ12R2

切削速度 : 30m/min (796min⁻¹)

切り込み : 軸方向 0.5mm 径方向 1mm

送り : 0.05mm/tooth (160mm/min)

切削方向 : ダウンカット

切削距離 : 155 mm

冷却 : 無し



モデルC

高速度カメラ映像

共同研究内容

③試作超耐熱合金加工用工具の性能実験



モデルA

切削条件

被削材 : インコネル718 155×104×28mm

工具 : 超硬ノンコートラジアスエンドミル
φ12R2

切削速度 : 30m/min (796min⁻¹)

切り込み : 軸方向 0.5mm 径方向 1mm

送り : 0.05mm/tooth (160mm/min)

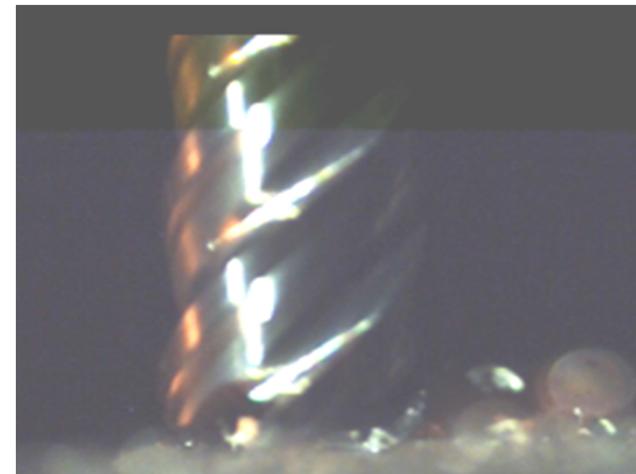
切削方向 : ダウンカット

切削距離 : 155 mm

冷却 : 無し



モデルB

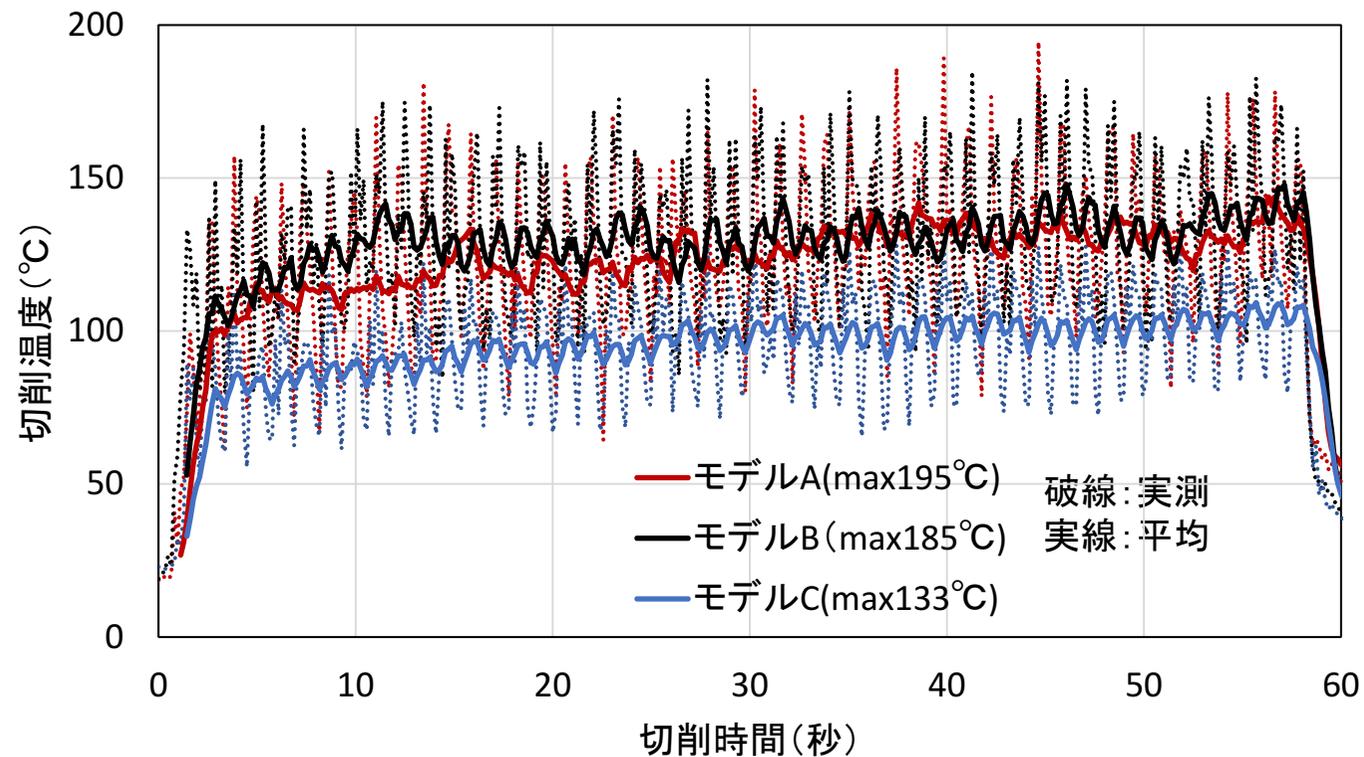


モデルC

高速度カメラ映像

共同研究内容

③ 試作超耐熱合金加工用工具の性能実験

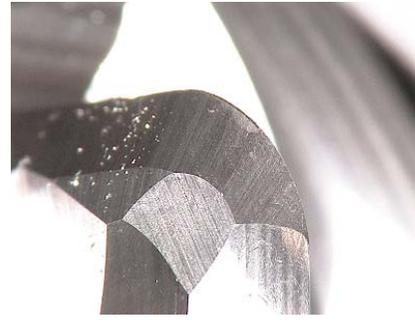
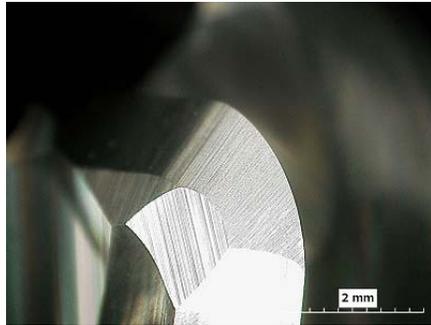


切削温度測定結果（放射率未調整）

共同研究内容

③試作超耐熱合金加工用工具の性能実験

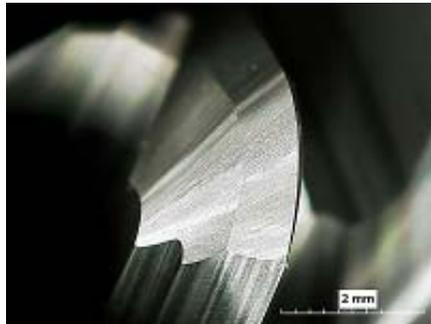
モデルA



0.183mm



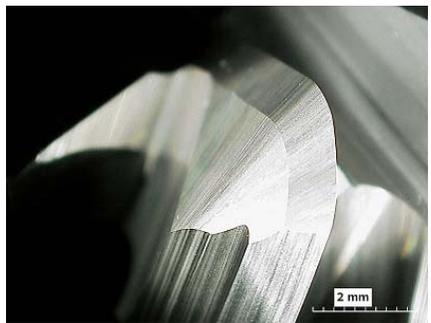
モデルB



0.139mm



モデルC



0.126mm
(チップング)



実験前

実験後

工具逃げ面写真

逃げ面摩耗幅
VBmax

切り屑の例

2 mm

共同研究内容

④ 工具表面粗さの影響の検討

表面粗さを変えた工具の試作、切削実験

モデルCの形状に、R部と底刃の表面粗さを変えた工具を試作
加工実験を行い、加工温度と工具摩耗を測定

	研削方法	算術平均粗さ Ra (μm)	最大高さ Rz (μm)	最高加工 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	逃げ面摩耗幅 VB (μm) (チップングを除く)
モデルC	砥石 #325メタル	0.20	1.17	139	41
モデルD	砥石 #400レジン	0.13	0.88	124	30
モデルE	砥石 #325メタル モデルCに対して送り 1/5	0.06	0.43	124	34

終わりに

長寿命超耐熱合金加工用工具の共同開発を行った

工具形状により、切削温度、工具摩耗、切り屑形状、切り屑の付着性が異なることがわかった

従来品相当に対し、開発品は工具摩耗は3割程度減少
(工具寿命換算1.3倍程度を達成)

今後は、現場での工具寿命実験を行うとともに、コーティング、切削油の影響などについて検討を進め、より長寿命な加工技術の実現に取り組む予定である

本共同開発は、公益財団法人JKA「公設工業試験研究所等が主体的に取り組む共同研究補助事業」により実施したものです
ここに感謝の意を表します

