

事業区分	経常研究(基盤)	研究期間	平成24年度～平成26年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名 (副題)	複雑形状部品の高効率加工技術の開発 (5軸制御加工によるインペラ・タービンブレード加工の高効率化)				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	工業技術センター・工業材料科 福田 洋平			

<県総合計画等での位置づけ>

長崎県総合計画	2. 産業が輝く長崎県 政策5. 次代を担う産業と働く場を生み育てる (1)地場企業の育成・支援
科学技術振興ビジョン	第3章. 長崎県の科学技術振興の基本的な考え方と推進方策 2-1. 産業の基盤を支える施策 (2)次代を担う産業と働く場を生み育てるための、地場産業が持つものづくり技術の高度化
産業振興ビジョン	(基本方針1)本県の強みを活かした地場企業の育成 重点プロジェクト1. 地域資源活用型産業振興プロジェクト 1. 高度加工技術を活かした製造業の振興

1 研究の概要(100 文字)

複雑形状部品材料(アルミ合金, チタン合金)の多軸制御切削加工におけるボールエンドミル等の切削条件と工具寿命との関係を明らかにし、インペラ・タービンブレード(複雑形状部品)の高効率加工技術を開発する。また複雑形状部品材料の多軸制御加工に対して、圧縮空気等を利用した冷却方法の適用を検討する。	
研究項目	① インペラ・タービンブレードの高効率加工技術の開発 ② 圧縮空気等を利用した冷却方法の複雑形状部品材料切削への適用

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ インペラ・タービンブレードのような複雑形状部品は、多軸制御加工機を使用したボールエンドミル切削等により加工される付加価値の高い機械部品である。近年、コスト競争激化のため県内機械加工業者の受注量は減少しており、県内への複雑形状加工技術の浸透を図るとともに加工時間短縮のための高効率加工技術を開発することは、受注拡大のために重要である。また複雑形状の加工において、従来の冷却法では切削点への油剤供給不良から工具の異常摩耗などが生じるため、安定した効果を得られる冷却法が求められている。
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性 ボールエンドミル等による切削加工の条件は非常に複雑であり、冷却方法による影響も大きい。そのため、企業が独自で高効率な最適切削条件を見つけることは困難である。

3 効率性(研究項目と内容・方法)

研究項目	研究内容・方法	活動指標		H	H	H	H	H	単位
				24	25	26	27	28	
①	切削領域形状の幾何学的解析プログラムを作成	プログラムのアウトプット	目標	4					項目
			実績	4					
①	工具寿命の簡易予測プログラムを作成	プログラムのアウトプット	目標		1				項目
			実績			1			
①	開発した高効率加工技術による試作モデルの加工	試作	目標			4			回
			実績			4			
②	複雑形状加工での冷却効果を評価	加工実験	目標	4					回
			実績	4					
②	5軸加工への適用法を検討	適用法の検討	目標		1				
			実績		1				

1) 参加研究機関等の役割分担

- ①長崎県工業技術センター … 研究内容全般の実施、参加研究機関の取りまとめ
- ②サイエンスリサーチ㈱ …… ドライアイスガス冷却法による複雑形状部品材料加工技術の確立
- ③㈱タケシマ、㈱サンテクノ、㈱森口鉄工所
…………… 電解水ミスト冷却法による複雑形状部品材料加工技術の確立
- ④(有)秀工社 ……………… 試作モデルの加工

2) 予算

研究予算 (千円)	計 (千円)	人件費 (千円)	研究費 (千円)	財源			
				国庫	県債	その他	一財
全体予算	16,324	12,352	3,972			1,993	1,979
24年度	6,450	4,457	1,993			1,993	
25年度	4,848	3,861	987				987
26年度	5,026	4,034	992				992

※ 過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案
 ※ 人件費は職員人件費の見積額

(研究開発の途中で見直した事項)

4 有効性

研究項目	成果指標	目標	実績	H	H	H	H	H	得られる成果の補足説明等
				24	25	26	27	28	
①	切削領域形状の幾何学的解析プログラム	一式	一式	○					県内中小企業に配布可能な言語を用いて、プログラムの開発を行う
①	工具寿命の予測精度	±30%	±30%			○			県内中小企業に配布可能な言語を用いて、プログラムの開発を行う
①	インペラ・ブレードの加工時間短縮	10%	10%			○			工具寿命の予測により、加工段取りの最適化も図ることができる
②	冷却法の適用による表面粗さ	Rz10μm	Rz10μm		○				水溶性切削油材の高圧供給と同等の効果を得る

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

5軸制御マシニングセンタの普及により、加工面に対するボールエンドミルの傾斜を任意に選択できるようになったが、ボールエンドミルの切削機構は未だ十分に解明されていない。そのため、工具傾斜と工具摩寿命の関係性を明らかにし、任意の工具傾斜に対する最適な切削条件を見つけることは機械加工の高効率化を図る上で非常に重要である。本研究においては、切削機構解明に関する先導的知見を有する九州工業大学と連携しながら研究を推進する。

また、複雑形状部品材料に対して圧縮空気等を利用した冷却法を検討することは新規性があり、工具冷却法に関する先導的知見を有する東京大学生産技術研究所と連携しながら研究を推進する。

2) 成果の普及

■研究成果の社会・経済への還元シナリオ

本研究で得られた加工時間短縮のための切削条件と高効率加工技術は、現地技術支援などを通じて県内の機械加工業者に技術移転することが可能であり、県内企業の加工コスト低減に寄与することが出来る。また、多軸制御加工技術の普及が進むことで、機械加工業者の受注高アップにつながる。

■研究成果による社会・経済への波及効果の見込み

- ・経済効果 : 機械加工業者の製造コスト低減と生産高アップに寄与することができる。
- ・社会的効果 : 複雑形状部品は航空機、半導体、金型など多くの産業分野から求められており、県内産業の裾野拡大が期待できる。

(研究開発の途中で見直した事項)

種類	自己評価	研究評価委員会
事前	<p>(23年度) 評価結果 (総合評価段階: S)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 S 長崎県内の精密加工企業の底上げを図るために適切な研究提案と考える。例えば、インペラ・タービンブレードのような複雑形状部品は、多軸制御加工機を使用したボールエンドミル切削等により加工される付加価値の高い機械部品である。近年、コスト競争激化のため県内機械加工業者の受注量は減少しており、県内への複雑形状加工技術の浸透を図るとともに加工時間短縮のための高効率加工技術を開発することは、受注拡大のために重要である。また複雑形状の加工において、従来の冷却法では切削点への油剤供給不良から工具の異常摩耗などが生じるため、安定した効果を得られる冷却法が求められている。 県内企業の生き残りと発展のためには、上述の点で技術力向上による受注力アップは欠かせなく、本研究は強く求められる。 ・効率性 S 長崎県工業技術センターには難削材切削に関するノウハウの蓄積があるとともに、産学官の連携体制も整っている。また、当所は同時5軸制御加工に関するシステムが充実しており、基礎的な切削条件の検討から応用的な試作モデルの加工まで、効率的な研究の推進が可能である。また関連技術に対する大学(九州工業大学、東京大学生産技術研究所など)のバックアップ体制も出来ている。 ・有効性 S 本研究で得られた加工時間短縮のための切削条件と高効率加工技術は、現地技術支援などを通じて県内の機械加工業者に技術移転することが可能であり、県内企業の加工コスト低減に寄与することが十分に出来る。また、多軸制御加工技術の普及が進むことで、機械加工業者の受注高アップにつながる。 ・総合評価 S 県内機械加工業者のニーズを反映した研究内容であり、技術の底上げ、受注生産高アップに極めて有効と判断する。しかも、研究成果の速やかな技術移転が可能である。また、その推進にあたり産学官の連携体制が整っており、ノウハウの集積がある長崎県工業技術センターが取り組むべき研究課題であると考え。 	<p>(23年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 A 県内加工業者にとって重要なテーマである。本技術を用いてコストダウンできれば競争力の向上につながり、必要性が高い。 ・効率性 B 加工のコストダウンを実現する技術であるが、研究テーマが多く内容が絞られていない。優先順位を決めて、研究を実施してほしい。 ・有効性 A 加工時間の短縮効果は、十分な実証が必要であるが、実現できれば県内企業のコストダウンにつながり、有効な技術である。 ・総合評価 A 複雑形状部品の高効率加工によりコストダウンを図る目標は良く、県内加工業者の競争力強化につながると思われる。研究内容を絞って効率的に進めてほしい。

	<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>切削条件と工具摩耗の関係を説明するにあたって、評価対象の加工条件をインペラ・タービンブレードの加工条件に限定することで実験パラメータを集約し、効率的な研究の推進を図る。</p>
<p>事後</p>	<p>(27年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 A 近年、コスト競争激化のため県内機械加工業者の受注量は減少しており、県内への複雑形状加工技術の浸透を図るとともに加工時間短縮のための高効率加工技術を開発することは、受注拡大のために重要である。当センターの同時5軸制御加工に関するシステムを最大限に活用し、県内機械加工業者に先駆けて同時5軸制御による高能率加工技術を構築できたことは県内機械加工業の振興に貢献した。 ・効率性 A 長崎県工業技術センターの難削材切削に関するノウハウの蓄積および同時5軸制御加工に関するシステムを活用することにより、基礎的な切削条件の検討から応用的な試作モデルの加工まで、効率的に研究を推進する事ができた。 ・有効性 A 本研究で得られた加工時間短縮のための切削条件と高効率加工技術は、研究途中においても現地技術支援、研究会活動および設備開放などを通じて県内の機械加工業者に技術移転を進めている。本研究で得られた知見は、5軸制御加工に限らず県内企業の加工コスト低減に寄与することが十分に出来る。 ・総合評価 A 県内機械加工業者のニーズを反映した研究内容であり、技術の底上げ、受注生産高アップに極めて有効な研究であった。効率的に進めることができ、県内機械加工業者への技術移転も進行している。 	<p>(27年度) 評価結果 (総合評価段階: A)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・必要性 A 工業技術センターとして保有すべき技術であり、インペラ・タービンブレードのような複雑形状部品の加工の県内受注を拡大させるために必要な研究と認められる。 ・効率性 A 高効率加工技術によるコスト低減や、高品質化を実現するためのノウハウの蓄積、企業との共同研究もなされ、効率的な研究の遂行がなされたと判断される。 ・有効性 A 開発された高効率切削加工技術が県内機械加工業者に技術移転されることで、コスト低減や受注高の向上に寄与することが期待される。 ・総合評価 A 概ね当初の計画を達成しており、県内機械加工業者の技術力の向上に貢献している。様々な企業に赴き、切削加工のノウハウを集約できれば更なる発展が期待される。
	<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>今後も継続的に技術移転を進め、県内機械加工業者の更なる生産性向上に貢献する。</p>

■総合評価の段階

平成20年度以降

(事前評価)

- S=積極的に推進すべきである
- A=概ね妥当である
- B=計画の再検討が必要である
- C=不相当であり採択すべきでない

(途中評価)

- S=計画以上の成果をあげており、継続すべきである
- A=計画どおり進捗しており、継続することは妥当である
- B=研究費の減額も含め、研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C=研究を中止すべきである

(事後評価)

- S=計画以上の成果をあげた
- A=概ね計画を達成した
- B=一部に成果があった
- C=成果が認められなかった

平成19年度

(事前評価)

- S=着実に実施すべき研究
- A=問題点を解決し、効果的、効率的な実施が求められる研究
- B=研究内容、計画、推進体制等の見直し求められる研究
- C=不相当であり採択すべきでない

(途中評価)

- S=計画を上回る実績を上げており、今後も着実な推進が適当である
- A=計画達成に向け積極的な推進が必要である
- B=研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C=研究費の減額又は停止が適当である

(事後評価)

- S=計画以上の研究の進展があった
- A=計画どおり研究が進展した
- B=計画どおりではなかったが一応の進展があった
- C=十分な進展があったとは言い難い

平成18年度

(事前評価)

- 1:不相当であり採択すべきでない。
- 2:大幅な見直しが必要である。
- 3:一部見直しが必要である。
- 4:概ね適当であり採択してよい。
- 5:適当であり是非採択すべきである。

(途中評価)

- 1:全体的な進捗の遅れ、または今後の成果の可能性も無く、中止すべき。
- 2:一部を除き、進捗遅れや問題点が多く、大幅な見直しが必要である。
- 3:一部の進捗遅れ、または問題点があり、一部見直しが必要である。
- 4:概ね計画どおりであり、このまま推進。
- 5:計画以上の進捗状況であり、このまま推進。

(事後評価)

- 1:計画時の成果が達成できておらず、今後の発展性も見込めない。
- 2:計画時の成果が一部を除き達成できておらず、発展的な課題の検討にあたっては熟慮が必要である。
- 3:計画時の成果が一部達成できておらず、発展的な課題の検討については注意が必要である。
- 4:概ね計画時の成果が得られており、必要であれば発展的課題の検討も可。
- 5:計画時以上の成果が得られており、必要により発展的な課題の推進も可。