

平成21年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「マイクロ波焼成による高性能ビトリファイド CBN 砥石の開発」

研究成果等報告書

平成22年 3月

委託者 中部経済産業局
委託先 豊田バンモップス株式会社
美濃窯業株式会社

目 次

第 1 章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

1-2 研究体制

1-3 成果概要

第 2 章 本論

2-1 はじめに

2-2 基礎評価

2-3 研削テスト

最終章 全体総括

第1章 研究開発の概要

本事業は、ビトリファイド CBN 砥石チップのマイクロ波焼成技術の確立を目的とし、ビトリファイド CBN 砥石の高速焼成技術及び研削性能に関する課題に取り組む。

マイクロ波の特徴である内部加熱、即ちビトリファイド CBN 砥石の構成要素の結合剤であるガラス質のマイクロ波に対する高吸収性を活用するために、炉内のマイクロ波発振機の最適配置や最適焼成温度カーブの検討を進め、試作機を製作する。

ビトリファイド CBN 砥石の研削性能については、スピード加熱であるマイクロ波加熱による砥石組成への影響と砥石全体での均質性を確認するために研削性能データを収集、分析する。具体的には、試作砥石を円筒研削盤に取り付け、被削材は自動車部品を想定して、評価項目は研削抵抗、被削材の面粗度、砥石の摩耗量等について電気炉製作砥石による従来データとの比較評価を実施する。その結果に基づきマイクロ波焼成条件、砥石組成の最適化を図る。

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

持続可能な循環型社会の実現に対応して、自動車は燃料の多様化、ハイブリット車、燃料電池、電気自動車、軽量化等の課題がある。それに対応して自動車部品加工の研削加工においても、省資源・環境配慮が求められている。

研削加工では従来から普通砥石(アルミナ、SiC 等)が用いられているが、ビトリファイド CBN 砥石への置き換えにより、研削盤の省エネ、フロアスペース削減、排出砥石くず量の大幅な削減が可能となる。

ビトリファイド CBN 砥石の原料は CBN 砥粒、結合剤(ガラス質)、充填材の粉体原料からなり、原料混合粉を造粒の後、プレス成形し、それを電気炉加熱により焼成し砥石チップを製作する。川下製造者(自動車メーカー、自動車部品メーカー)からの多様な仕様要求に短納期で対応するためには、時間を要す焼成工程での時間短縮が必須である。

そこで家庭用電子レンジでも使われているマイクロ波加熱による焼成を検討し、ビトリファイド CBN 砥石の原料であるガラス質の結合剤がマイクロ波を吸収しやすいことに着目し、成形後の砥石チップの焼成を試みた。

なお、マイクロ波焼成はセラミックス焼結では公知(セラミック工学ハンドブック「第2版」)の技術であり、また砥石焼成へのマイクロ波加熱が特開平 10-113875 号公報にも公知例として上がっている。

本研究におけるマイクロ波焼成の目的は、砥石を構成する複数枚の砥石チップの品質バラツキを従来電気炉焼成品と同等以上とし、焼成時間を削減することである。

目標として

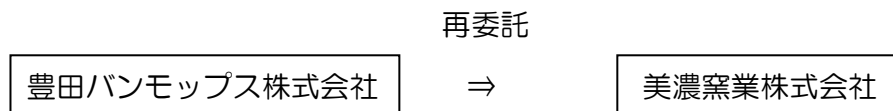
1. 砥石チップ形状のバラツキ2%以内、砥石チップ強度バラツキ10%以内とする。
2. 焼成時間は現状電気炉の平均 7 時間を 2 時間以内とし、冷却まで含め時間を半減する。
3. マイクロ波加熱炉導入により、現行電気炉の台数を半減でき、フロアスペースの有効活用、電気代の大幅削減。

とする。

1-2 研究体制

(1) 研究組織及び管理体制

(1)-1 研究組織(全体)



統括研究代表者(PL)

豊田バンモップス株式会社 常務取締役 北島 正人

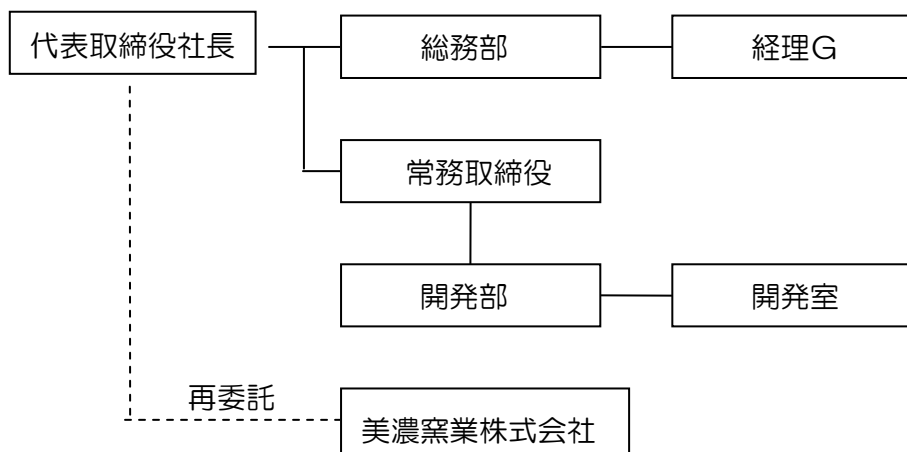
副統括研究代表者(SL)

豊田バンモップス株式会社 開発部 部長 深見 肇

(1)-2 管理体制

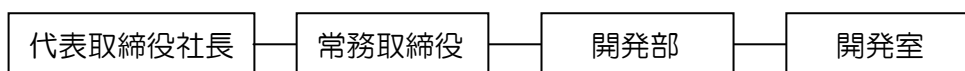
事業管理者

豊田バンモップス株式会社

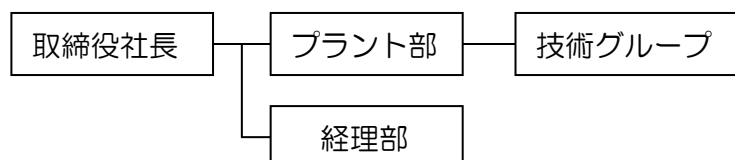


(再委託先)

豊田バンモップス株式会社



美濃窯業株式会社



(2) 管理員及び研究員

【事業管理者】 豊田バンモップス株式会社

管理員

氏名	所属・役職
北島 正人	常務取締役
深見 肇	開発部部长
鈴木 伸明	総務部総務 G 主任
鋤柄 和彦	総務部経理 G 係長

【再委託先】

研究員

豊田バンモップス株式会社

氏名	所属・役職
北島 正人	常務取締役
深見 肇	開発部部长
竹原 寛	開発部開発室室長
今池 浩史	開発部開発室担当員
四井 利彦	開発部開発室研究員
中井 太一	開発部開発室研究員
佐藤 央貴	開発部開発室研究員

美濃窯業株式会社

氏名	所属・役職
落合 透	プラント部技術グループリーダー
宇佐美 隆夫	プラント部技術グループマネージャー
田口 広宣	プラント部技術グループアシスタントマネージャー
加藤 貴正	プラント部技術グループアシスタントマネージャー
永井 孝慶	プラント部技術グループ員
田口 桂子	プラント部技術グループ員

(3) 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

【事業管理者】

豊田バンモップス株式会社

(経理担当者) 総務部 経理 G 係長 鋤柄 和彦

(業務管理者) 開発部部长 深見 肇

【再委託先】

豊田バンモップス株式会社

(経理担当者) 総務部 経理 G 係長 鋤柄 和彦

(業務管理者) 開発部部长 深見 肇

美濃窯業株式会社

(経理担当者) 経理部アシスタントマネージャー 外山 三四郎

(業務管理者) プラント部技術グループリーダー 落合 透

1-3 成果概要

ビトリファイド CBN 砥石チップをマイクロ波焼成により、砥石チップ形状のバラツキ 2%以内、砥石チップ強度バラツキ 10%以内となり、従来電気炉焼成品と同等性能を確保出来た。焼成時間は現状電気炉の平均 7 時間を 2 時間と短縮できた。

本研究開発により試作した砥石での研削評価では、被削材は鉄系自動車部品を想定し、評価項目は研削抵抗、被削材の面粗度、砥石の摩耗量について、現行電気炉製作品と比較し同等の結果が得られた。

これにより自動車部品加工分野への適用が可能であり、具体的には自動車のエンジン部品であるカムシャフトやクランクシャフト等の研削工程への活用が期待できる。

第2章 本論

2-1 はじめに

ビトリファイド CBN 砥石チップのマイクロ波焼成技術を確立するに当たり、ビトリファイド CBN 砥石の特徴について述べる。

本砥石は複数の砥石チップをコアに接着し、砥石チップ内の構造は、CBN 砥粒、結合剤(ガラス質)、気孔で構成。(図 2-1-1 参照)

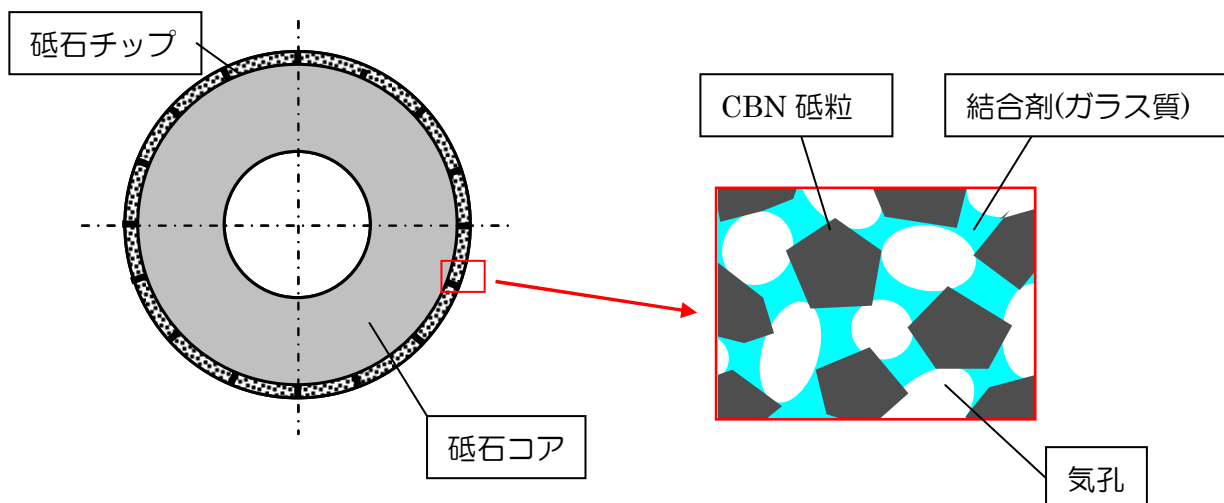


図 2-1-1 砥石の模式図

焼成の主たる目的は結合剤(ガラス)を硬化させることであり、結合剤に含まれる成分はマイクロ波吸収特性がよく、ビトリファイド CBN 砥石において、マイクロ波による砥石チップの選択的な加熱、硬化が可能である。

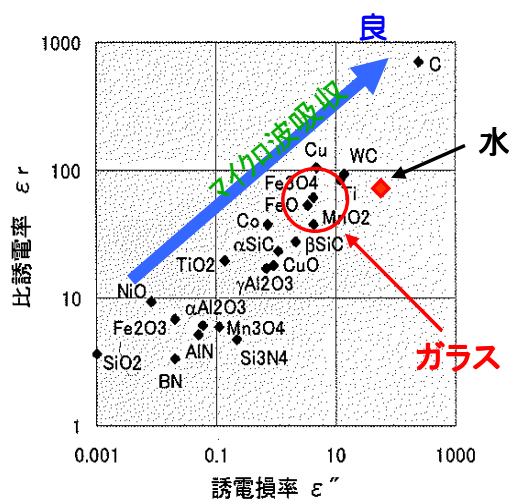


図 2-1-2 は物質によるマイクロ波吸収特性の違いを示した表である。

表の右上に近づくほどマイクロ波の吸収特性が良くなる。

図 2-1-2 物質によるマイクロ波吸収特性の違い

豊田バンモップス株式会社が砥石チップの原料調達、混合そして成形プレスを担当し、マイクロ波炉の設計及び焼成炉条件を美濃窯業株式会社が担当し、焼結条件の最適化は両社で、砥石チップの形状、強度評価、さらに研削性能評価は豊田バンモップス株式会社が担当し推進した。

2-2 基礎評価

(1) 試験片の作成

砥石組成の基礎評価のために、試験片(幅 10mm×長さ 35mm×厚さ 3mm)を製作し、従来焼成方法で製作した試験片とマイクロ波焼成した試験片の強度バラツキ、形状バラツキについて評価した。焼成条件は両試験片ともに目標温度を同一にし、焼成時間は電気炉焼成の7時間に対して、マイクロ波焼成は2時間で焼成できた。

(2) 結果

様々な試験焼成を繰り返し焼成条件の最適化を図った結果、組成 E、L がもっとも安定に焼成出来た。これらは形状バラツキの目標 2%以内を達成し、強度バラツキも目標の 10%以内を達成できた。(表 2-2-1)

表 2-2-1 テスト結果まとめ

焼成炉	砥石組成	形状 バラツキ (%)	強度 バラツキ (%)
マイクロ波	組成 E	0.52	5.12
	組成 L	1.80	4.30
電気炉	組成 E	0.52	7.59
	組成 L	1.12	18.73

(3) まとめ

マイクロ波焼成により短時間焼成で形状、強度バラツキを抑えることを可能とした。

2-3 研削テスト

(1) 目的

マイクロ波焼成チップを用いた砥石を製作し、研削テストを行った。なお、性能を比較する為に、電気炉焼成品での研削テストも実施した。本項の目的はマイクロ波により短時間焼成された砥石が電気炉品と同等以上の性能を有するか確認することを目的としている。

(2) 研削テスト条件

チル鑄鉄のカムシャフトを工作物とし、研削テストを行った。研削盤は(株)JTEKT 製のGCH-63Ⅱを用い、研削動力、工作物の面粗さの推移、砥石摩耗量について評価を行った。

(3) 研削テスト結果

(3)-1 研削動力

図 2-3-1 に研削動力の推移のグラフを示す(電気炉焼成品の加工 1 本目の動力を 100 とした)。マイクロ波焼成品と電気炉焼成品と研削動力の差異はみられなかった。

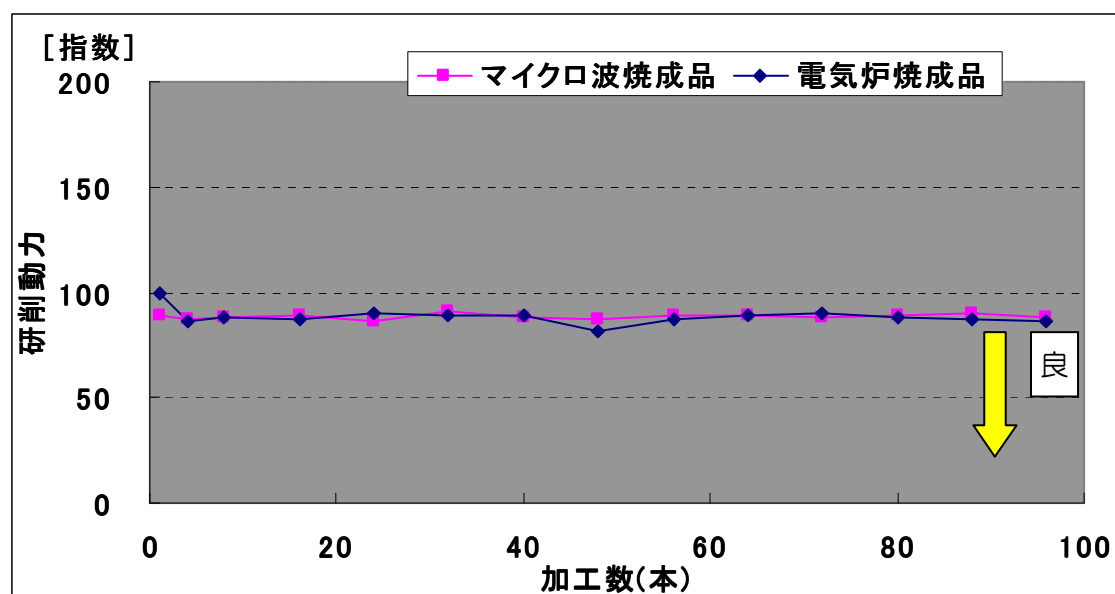


図 2-3-1 研削動力測定結果

(3)-2 表面粗さ

図 2-3-2 に表面粗さの推移を表したグラフを示す(電気炉焼成品の加工 1 本目の表面粗さを 100 とした)。マイクロ波焼成品の表面粗さ維持性は電気炉焼成品と同等の結果が得られた。

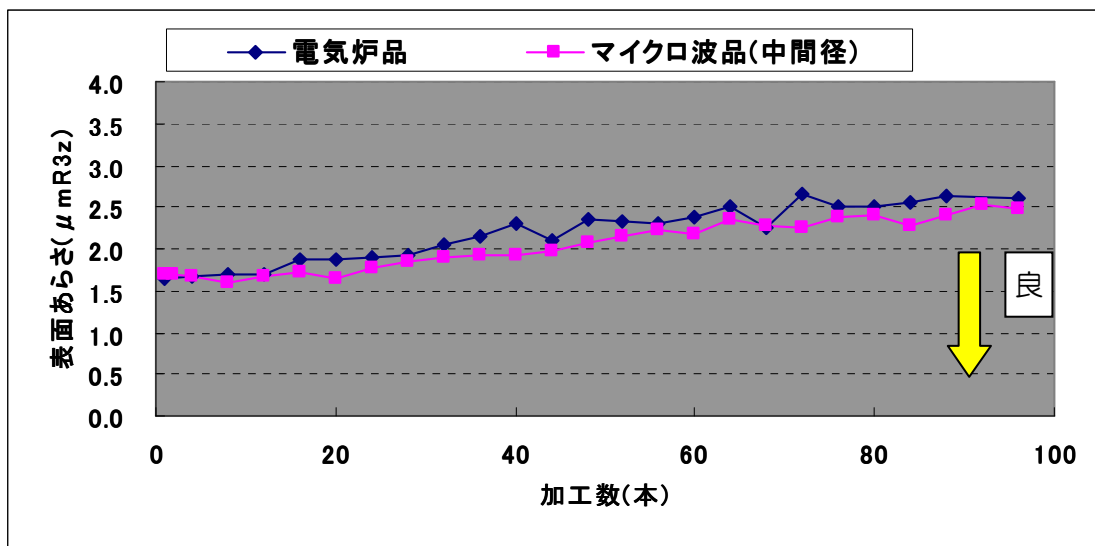


図 2-3-2 表面粗さ測定結果

(3)-3 砥石摩耗量

図 2-3-3 に砥石半径摩耗量の推移のグラフを示す(電気炉焼成品の加工 1 本目の表面粗さを 100 とした)。マイクロ波焼成品と電気炉焼成品とほぼ同等の摩耗量であった。

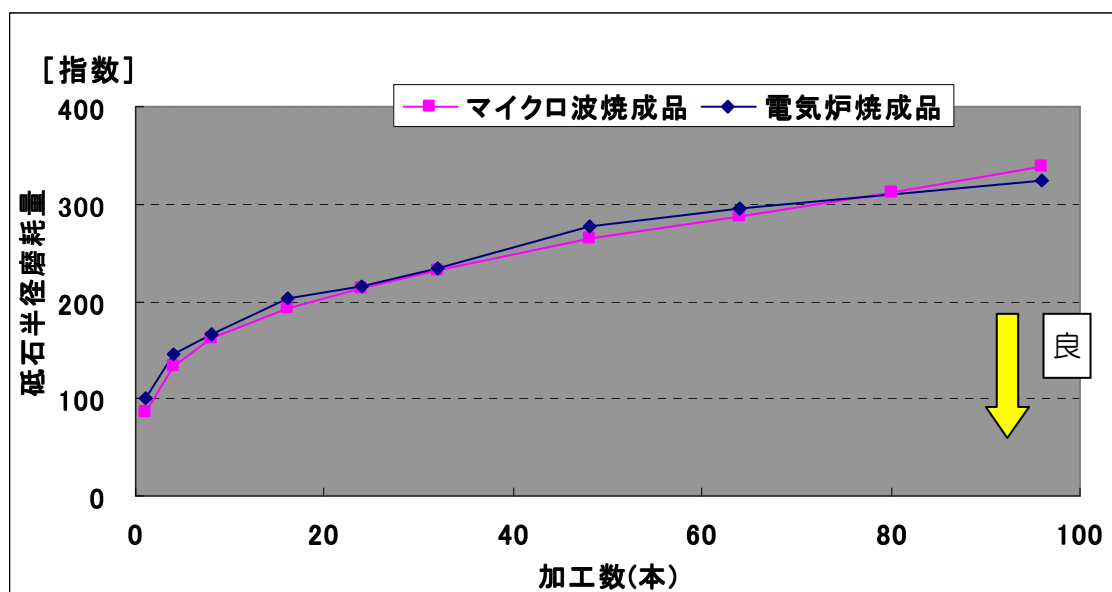


図 2-3-3 砥石摩耗量測定結果

(4) 鋳鉄カムシャフト研削評価まとめ

マイクロ波焼成により短時間焼成にて製作した砥石が電気炉焼成品と同等以上の研削性能であることがわかった。

最終章 全体総括

従来の電気炉加熱技術の外部加熱を本事業のマイクロ波加熱の自己発熱により、焼成時間を7時間から2時間へと大幅短縮に成功した。それに加え、電気炉では焼成後に炉内で6時間もの時間を要していた冷却工程も、マイクロ波焼成の焼成条件を最適化することで断続的に焼成炉を稼動することが可能になる。炉の占有時間という観点から着目すると、電気炉では13時間必要なのに対してマイクロ波炉では焼成時間のみの2時間と非常に大きな効果が期待できる。

また、焼成時間の短縮とマイクロ波の選択的加熱による大幅な省エネルギー効果が見込まれる。電気炉では砥石1枚当たり77kwhの電力量を要していたのに対し、マイクロ波炉では砥石一枚当たり5kwhと従来の約1/15の電力量で砥石の焼成が可能となる。仮に一日平均20枚の砥石を焼成したとすると、年間で192tもの二酸化炭素排出量を削減でき、環境にも配慮した省資源、省エネの焼成方法と言えるであろう。

本研究開発により、試作した砥石による研削評価では工作物としてカムシャフトを実研削し、従来の電気炉焼成により製作された砥石と比較した結果、研削動力、工作物面粗さ、砥石磨耗等の研削結果にほぼ同等の結果が得られた。この成果により、省資源・環境配慮に資するビトリファイド CBN 砥石の自動車加工分野への適用はもちろん航空機、産業機械、家電、軸受、エネルギー関連産業等への普及を目指す。