

ターボチャージャ用耐熱材料

Sintered Heat Resistant Material for Turbochargers

河田 英昭 *Hideaki Kawata*

日立粉末冶金株式会社 技術本部

1 概要

近年、環境問題を背景として、ハイブリッド自動車や電気自動車が市場に投入され始めている。しかし、当面はガソリン自動車やディーゼル自動車が依然として主流であると考えられる。このような状況において、エンジンの排気量を20~50%低減する、いわゆるダウンサイジングによりターボチャージャの市場が急速に成長している^{1)~5)}。ターボチャージャ部品には高温下で優れた耐摩耗性が必要なため、高Cr鋳鋼に代表される耐熱鋳造材が一般に用いられてきた。一方、焼結材料はポーラスなため耐熱性が劣るとされてきたが、液相焼結による緻密化および微細粒状炭化物の分散により耐熱鋳造材を上回る耐熱性、耐摩耗性を有する高Cr焼結合金を開発した。

Recently, hybrid and electric vehicles have appeared on the market because of an increase in environmental consciousness. However, vehicles with gasoline and diesel engines are still expected to be the main transporters for several years. Given this situation, the turbocharger market has rapidly expanded because it enables engines to be downsized, which means a 20 - 50% reduction in the displacement of combustion engines. Since high wear resistance under high temperatures is required for turbocharger applications, heat-resistant wrought steels, such as high Cr cast iron, have been used mainly in turbochargers. In contrast, sintered materials are regarded as insufficient heat resistant materials because they are porous. In this report, new high Cr sintered material with heat and wear resistance superior to conventional wrought materials is described. The material was developed by both densification via liquid phase sintering and dispersion of fine particle shape carbides.

2 ターボチャージャ用耐熱材料の特長

- ・液相焼結の適用により気孔を低減し、内部への酸化の進行を防止。
- ・微細粒状炭化物を分散させることで、耐酸化性低下を最小限としつつ高耐摩耗性を維持。
- ・多量のCrを含有させることで、安定した不働態酸化皮膜を形成させ、高耐酸化性を確保。

3 開発の経緯

ターボチャージャ用の部品は、高温の排気ガスに曝され、かつ部品によっては他部品と摺動を伴うことから優れた耐熱性、耐摩耗性が必要とされる。一方、焼結材料は内部に気孔を有するため、例えば溶製材と比較すると耐熱性に劣る。そのためターボチャージャ部品には溶製材が広く使用されており、特に高い耐熱性と耐摩耗性が必要となる部位においては高Cr鋳鋼と呼ばれる材料が主流であった。

しかし、焼結材料にはニアネットシェイプによるコスト低減の可能性があるが、性能が同等以上となる新材料の開発は成長市場であるターボチャージャ部品への参入の機会になると考えた。

4 技術内容

開発材は、不働態酸化皮膜の形成のためにCrを多量に含有させることを基本設計とし、目標特性はターボチャージャ市場で一般的な高Cr鋳鋼と同等以上に設定した。特性達成のポイントを以下に示す。

(1) 液相焼結による高密度化

焼結材が有する気孔は高温環境下ではデメリットになることが多い。内部酸化の発生によって、大きな強度低下、寸法膨張が生じるからである。一般的に焼結材料の焼結は固相温度域で行われるが、開発材は液相を発生させる焼結、いわゆる液相焼結を適用することで高密度化を達成し、内部への酸化の進行を防止している。一般的な焼結材の気孔率は10%程度であるのに対し、開発材の気孔率は3%である。

(2) 粒状炭化物の分散による耐摩耗性向上、耐酸化性確保

開発材は高Cr鋳鋼と同様に炭化物を分散させることで耐摩耗性の向上を図った。ただし、開発材の炭化物は微細な粒状形

状とすることで、炭化物周辺に形成されるCr欠乏層を非連続とし、Cr欠乏層から優先的に進行すると考えられる酸化を進みにくくしている。また、これがネットワーク状炭化物を分散する高Cr鋳鋼を上回る性能の大きな要因と考えられる。

さらに、開発材はC含有量を高めることで、炭化物の分散量を高Cr鋳鋼の面積率で約2倍とし、優れた耐摩耗性を達成した。

図1に耐摩耗性の比較、図2に耐酸化性の比較結果を示すが、いずれの特性も開発材は高Cr鋳鋼より優れていることが確認できる。図3に開発材の金属組織を示す。

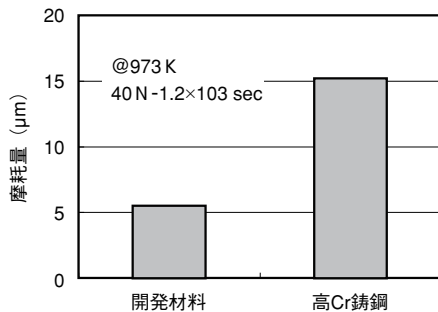


図1 ロール・オン・ディスク摺動摩耗試験結果
Fig. 1 Results of wear test

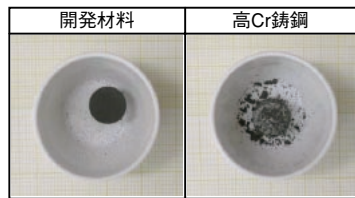


図2 酸化試験後のサンプル外観
(1273 K, 3.6×10^5 sec, 大気中)
Fig. 2 Appearance after oxidation test

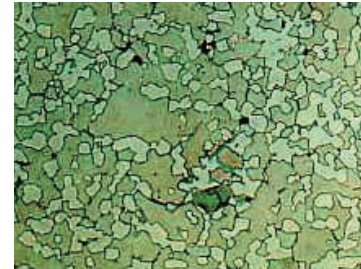


図3 金属組織
Fig. 3 Microstructure

本開発材はすでに市場で採用されているが、さらなる拡大のために取り組んでいる課題を以下に示す。

- ・高耐摩耗性の追求(炭化物の分散量や粒径の最適化)
- ・耐酸化性の追及(基材組成の最適化)
- ・高温下における剛性の向上

【参考文献】

- 1) 飯塚清和他：「乗用車向け小型ターボチャージャの開発」, ターボ機械第37巻第7号, pp.49-53 (2009)
- 2) 「燃費のための過給エンジン」, Automotive Technology 9月号, pp.38-55 (2010)
- 3) 山口寛昌他：「ターボチャージャの現状と動向」, エンジンテクノロジーレビュー第1巻第3号, pp.22-27 (2009)
- 4) 大迫雄志他：「自動車用高性能・高信頼性VGターボチャージャの開発」, 三菱重工技報Vol.43, No.3 p.31 (2006)
- 5) 小池篤史：「ターボ過給機の技術動向」, エンジンテクノロジーレビュー第2巻第5号, pp.36-42 (2010)

【出願特許】

特許第3784003号