

自動車用高性能・高信頼性 VG ターボチャージャ

1. はじめに

ヨーロッパ、日本およびアメリカでの排ガス規制強化に伴い、ディーゼルエンジンでは、タービン側のノズル開度を可変にして過給圧をコントロールする VG (Variable Geometry) ターボチャージャがスタンダードな装置になってきている。VG ターボチャージャは、エンジンの燃費改善、ドライバビリティ向上に大きな効果があるため、高効率化が求められる。また、ノズルを開閉するための複雑なリンク機構を高温・無潤滑環境下で駆動しなければならないだけでなく、広い流量、圧力条件下で運転されるため、高い信頼性が要求される。

本稿では、これらの要求に対して開発された、高性能・高信頼性 VG ターボチャージャについて紹介する。

2. VG ターボチャージャの目的と構造

ターボチャージャは、エンジンの排気ガスを利用してタービンを回転させ、同軸上のコンプレッサを駆動してエンジンに高圧空気を供給する。VG ターボチャージャは、タービン側のノズル開度が可変であることが特徴である。すなわち、VG ターボチャージャは、エンジン条件に合わせてノズル開度を調整することにより過給圧を最適条件に調整することができ、図1に示すようにエンジンの燃費低減などに大きな効果がある。また最近では、図2に示すように、NO_x 低減のための EGR (Exhaust Gas Circulation: 排気ガスの吸気への還流) を細かくコントロールするために VG ターボチャージャが使用されており、急激な普及が進んでいる。開発した VG ターボチャージャは、図3に示すように、可変ノズル機構部をカートリッジ化してタービンハウジングの熱影響を排除し、可変ノズルバネのスティックを防止する構造にしている。

3. 性能向上技術

VG ターボチャージャの心臓部であるノズルとタービン動翼について、最

新の CFD (Computational Fluid Dynamics) 技術を駆使し、高性能翼を開発した。VG ノズルバネには円弧翼を採用し、すべてのノズル開度において周方向の圧力分布が均一になるように最適化した。これは、性能向上だけでなく、タービン動翼の振動応力低減にも大きな効果がある。また、ノズル回転中心位置を最適化することにより、制御性と性能向上を両立させている。

タービン動翼には三次元翼を採用して2次流れを防ぎ、動翼の損失を低減させている。この新型タービン翼の採用により、タービン単体で約3%効率が増した。

これらの高性能ノズル、高性能タービン動翼を組み合わせた新型 VG ターボチャージャは、とくに低速域での飛躍的な効率向上により、燃費改善、ドライバビリティ向上を達成し、好評を博している。

4. 信頼性向上技術

VG リンク機構は、高温・無潤滑環境下で、かつエンジンの振動環境下で使用されるため、リンク摩耗の防止が信頼性向上に対する最大の課題になる。新型 VG ターボチャージャの開発では、高温摺動装置を使用して実機環境下で摩耗試験を実施し、大幅に摩耗量を低減できる材料組合わせを見出した。また、タグチメソッドを使用して、リンク摩耗に対してロバストな部品形状を決定した。耐摩耗材料の採用、および VG リンク機構の形状の最適化により、耐摩耗性を大幅に改善することができた。

タービン動翼については、CFD と FEM を利用したノズルウェーク共振応力解析、共振点での耐久試験などを実施し、十分な振動強度を有していることを確認した。

5. おわりに

世界規模の排気ガス規制強化の要求に応じて開発された、高性能・高信頼性 VG ターボチャージャについて紹介した。新型 VG ターボチャージャは、

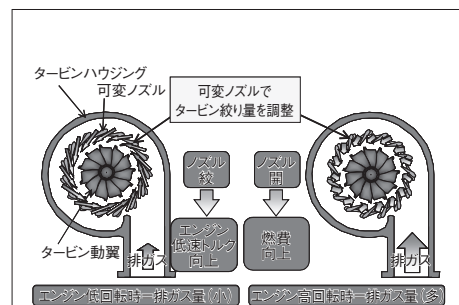


図1 VG ターボチャージャの仕組み・効果

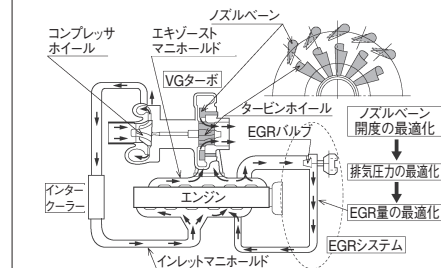


図2 VG ターボチャージャと EGR

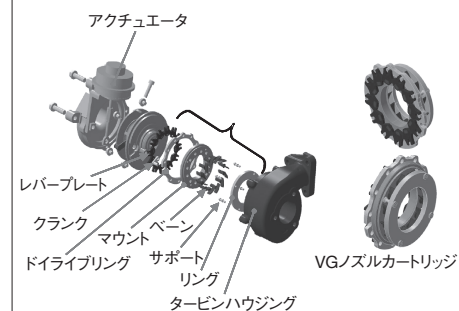


図3 VG ターボチャージャの構造

地球環境に優しい低公害自動車の開発に大きく寄与すると期待される。

(原稿受付 2007年4月2日)

[大迫雄志, 萩田敦司, 金子康智
三菱重工業 (株)]

●文献

- (1) 大迫雄志・ほか, 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, 43-3 (2006), 31-35.