

P-07 次世代ディーゼルエンジン用ターボチャージャの開発

石田 正弘^{a)*}、坂口 大作^{a)}、植木 弘信^{a)}、木庭 優^{b)}

^{a)}長崎大学工学部機械システム工学科 エネルギーシステム学研究室

^{b)}大学院生産科学研究科機械システム工学専攻 エネルギーシステム学研究室

*TEL & FAX: 095-819-2519, e-mail: hiro@nagasaki-u.ac.jp

1. 研究の背景

温室効果ガスである二酸化炭素排出の抑制は急務であり、ガソリンエンジンと比較して熱効率の高いディーゼルエンジンが注目されています。しかし、ディーゼルエンジンからは窒素酸化物や排気微粒子が排出され、特に都市圏での使用には問題があります。これら有害排気物質の排出を抑制し、ディーゼルエンジンの持つ高い熱効率を活かす為には、従来より2倍程高い圧力比が得られる過給装置が必要とされています。ディーゼルエンジン用のターボチャージャは、排気ガスによりタービンを回し、同軸上の遠心コンプレッサを駆動する仕組みとなっており、遠心コンプレッサの運転範囲は、流路最小面積での流速が音速に達するとそれ以上は増加しなくなるチョーキングが発生するチョーク流量から、サージングが発生するサージ流量までの範囲で運転されます。高圧力比の場合、チョーク流量（最大流量）とサージ流量（最小流量）は接近し、運転範囲が極端に狭くなることが問題であり、次世代ディーゼルエンジン用として、高圧力比かつ広範囲で運転が可能なターボチャージャ用遠心コンプレッサの開発が望まれています。

2. 研究の概要

低流量域で発生するサージングは、壁近傍の流れが逆圧力勾配に抗して流れにくいため、逆流域が形成されることに原因があり、逆流域を何らかの方法で抑制することが不可欠です。そこで本研究では、図1に示すように、シュラウドケーシングに環状溝を設け、羽根車入口部分に循環流を形成することによりインデューサ失速を抑制し、同時に、ディフューザ部には小弦節比翼列ディフューザを設置することによりディフューザ失速を抑制し、受動的抑制策の組合せによりサージフリーの圧縮機を実現することを目的としています。この概念を検証するため、3次元乱流粘性数値解析により受動的抑制策の最適形状を推定するとともに、試験装置を試作し数値解析と検証実験の両面から解明します。

これまでの研究では、インデューサ羽根先端喉部と羽根車上流の吸込み管を環状通路で連結した循環流形成デバイスを実験および数値解析により追究しました。低流量域では、シュラウド壁面に環状溝を設けて循環流を形成することにより、羽根車入口喉部に発生する逆流域が抑制されるだけでなく、有効通路面積が広がることにより相対速度の減速に基づく圧力上昇が改善されることが明らかになりました。また、吸出された逆流は環状通路を通り、上流溝から主流へ戻されることにより過大入射角が軽減され、サージマージンが大幅に改善できることが分かりました。また、小弦節比翼列ディフューザ(Low Solidity cascade Diffuser : LSD)においても、二次流れの形成により剥離を抑制し、逆流を巧妙に主流へ戻す循環流を形成することにより、高い圧力回復を実現することが示されています。

3. 研究の応用展開

今後はディーゼルエンジンと組み合わせた場合の排気ガス低減効果を確認する予定です。

1. 研究の背景

ディーゼルエンジンの排ガス浄化を促進するには、高圧力比のターボチャージャを利用することが有効である。高圧力比の場合、チョーク流量（最大流量）とサージ流量（最小流量）は接近し、運転範囲が極端に狭くなる。圧縮機の運転範囲の拡大は重要な課題であり、羽根車内部の逆流域およびディフューザ部の逆流域それぞれに対し抑制策が必要である。

2. 研究の概要

循環流形成デバイス

→インデューサ喉部での失速および動翼前縁剥離に基づく失速を抑制

小弦節比翼列ディフューザ (LSD)

→ディフューザ失速の抑制および運転範囲拡大

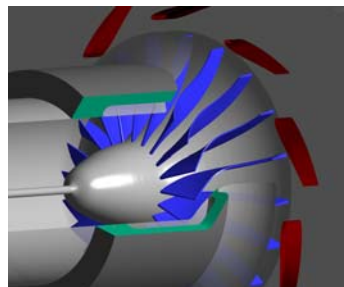


図1. 循環流形成デバイスおよび LSD

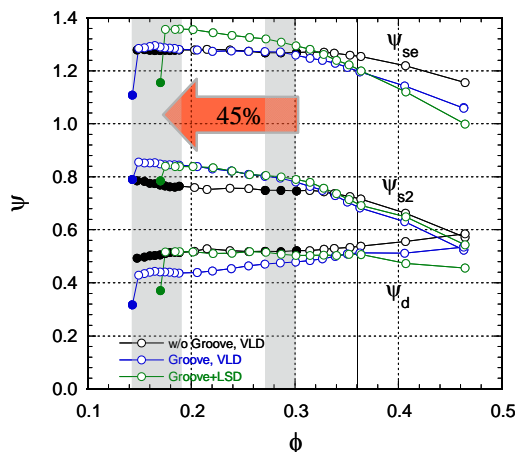


図2. サージ抑制効果の実証

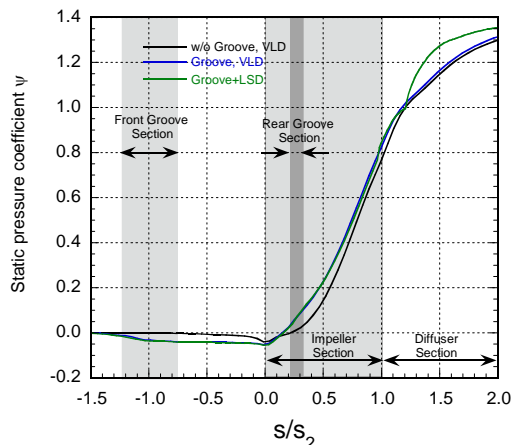
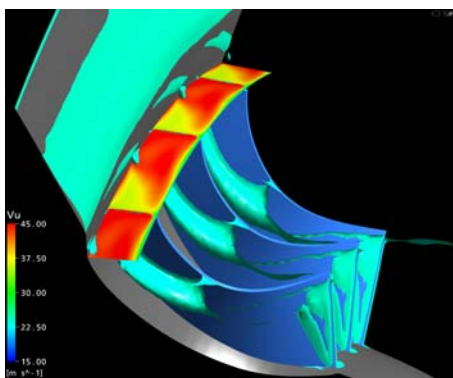
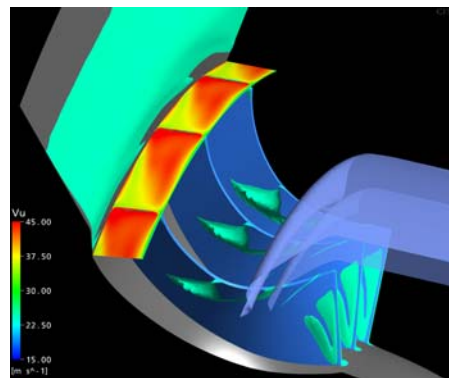


図3. 静圧上昇分布



(a) 環状溝なし



(b) 環状溝あり

図4. 環状溝による循環流の形成

3. 研究の展開

実機ディーゼルエンジンと組み合わせ、排気ガス低減効果の検証を行う予定。