



エンジンによるHV走行とモータでのEV走行の動作点をエンジン効率とモータおよびインバータの電気効率を考慮し、8速A/Tを最適変速させることで燃費性能を向上させ、ベースA/TのGシリーズ(アイドルストップ有り)8G30に対し燃費性能を24%向上させた。PHEV車両においては高効率化によりEV走行距離を延ばすことができ、CO₂低減やバッテリー容量を抑えることを可能とした。

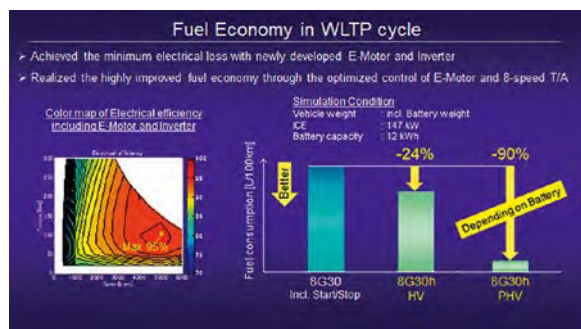


図2 燃費性能

3.2 発進加速性能

今回開発した1モータHVトランスミッションは、トルクコンバータを廃止したため、発進時のトルク増幅を得られない。しかし、低回転からモータでのトルクアシストに加え、高応答クラッチによりエンジン動力を素早く伝達することでコンペA/Tを上回る発進加速性能を実現した。

さらに車両発進時、モータを使用した振動ダンピング制御の実施によりタイヤ軸で発生する車両振動の抑制に貢献した。

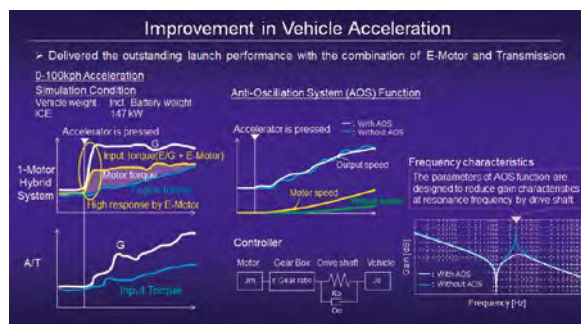


図3 発進加速性能

3.3 コンパクト技術

トランスミッションの体格として軸長は、PHEVまでカバーする大径モータの内側にエンジン切り離しクラッチを内包することでベースA/T比+35mmに抑え、高さはインバータの構成部品をA/Tのアウトラインに沿うように配置することで最小限の+119mmに抑えた。

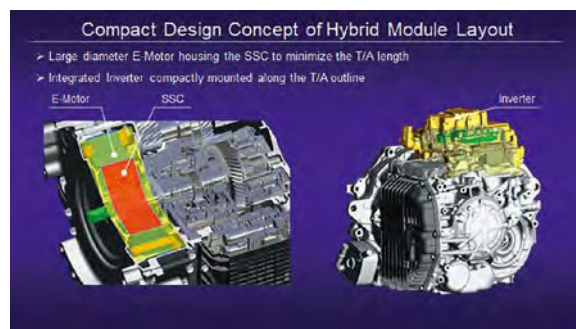


図4 ハイブリッドモジュールレイアウト

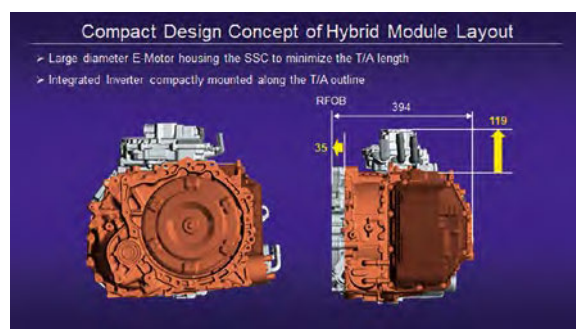


図5 トランスミッション体格

3.3.1 モータ

新たに自社開発したモータは“同芯カセットコイル方式”を採用し、ステータコイルの銅線に平角線を採用することで丸線に対し銅線の線積率を5%向上させ、従来の丸線を用いた集中巻き方式に対しトルクおよび出力を11%向上させ軸長短縮に貢献した。

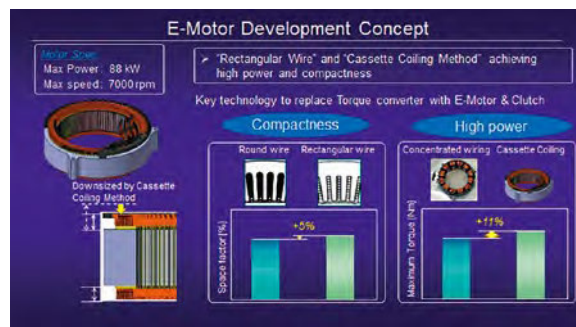


図6 モータ開発コンセプト

3.3.2 インバータ

インバータは最新の低損失IGBT、コンデンサなどを採用し、コンパクト化および高効率化を実現した。

制御基板はモータ制御部と高電圧E-O/Pドライバを共存させるため、高圧と低圧の制御電源構成の最適化を行いコンパクトな一枚基板化を実現した。

冷却回路、IGBT、コンデンサ等の部品配置をA/Tのアウトラインに沿うように配置することでベースA/Tに対し高さUPを最小限に抑えた。

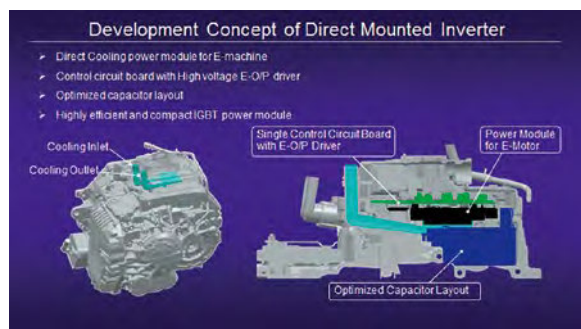


図7 インバータ開発コンセプト

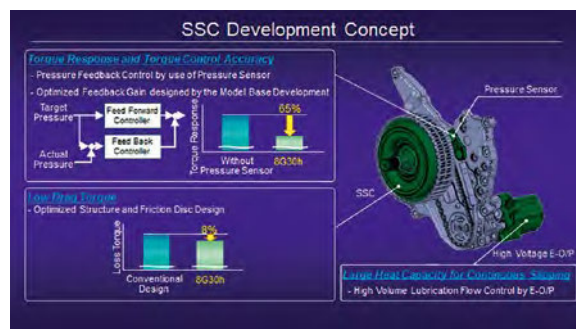


図9 SSC開発コンセプト

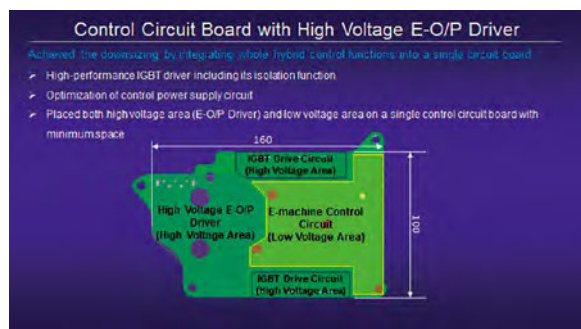


図8 制御基板

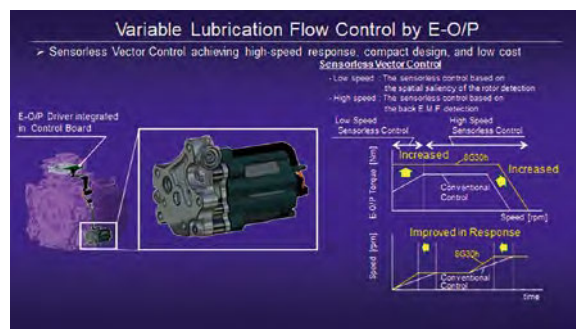


図10 E-O/Pによる最適流量制御

3.3.3 SSC

SSCは、新開発のA/T内に搭載できるコンパクトな油圧センサを使用したフィードバック制御を実施しており、クラッチ特性を制御モデル化してフィードバック量の最適設計を行うことでレスポンスを65%向上させるとともに、高精度でエンジン動力伝達を実現した。

EV走行時（クラッチ開放時）のドラグトルク低減を目的に構造の最適化および低ドラグトルクとコントロール性、耐久性を両立した摩擦材を新規開発し、従来品の組み合わせに対しドラグトルク8%低減を実現した。

SSCはHVバッテリーのSOCが低い時にエンジン動力を伝達して車両発進する役割を持っており、車両停止や低車速時にはクラッチをスリップさせながら車両を発進させるため、スリップ中の発熱に対し冷却を行う必要がある。特に長時間や高負荷のクラッチスリップを行う渋滞中や坂路発進においては高発熱状態となりクラッチの冷却が重要となる。

ATFによる大流量SSC冷却は、A/T効率を考慮し必要流量に応じて流量コントロールを行うE-O/Pからの冷却供給方式とした。

高出力でコンパクトなE-O/Pを実現するため、電源を高電圧化し、センサレス制御の採用により位置検出用の回転センサを廃止した。センサレス制御は低回転で特極比検出タイプ、高回転で逆起検出タイプと回転数に応じて切り替えることで高レスポンス化を実現した。

4. まとめ

新開発の1モータHVトランスミッションは、自社開発したモータとインバータの構造および制御の最適化により高い電気効率を実現し、8速A/Tとの組み合わせによってシステム効率最適運転による高い燃費性能を実現した。

モータアシストと高応答クラッチの組み合わせによってコンベA/Tを凌駕する発進性能を実現した。

“同芯カセットコイル方式”の採用により、高いトルク、出力を実現し従来A/Tに対し軸長+34mmで、PHEVまで対応可能なモータを開発した。

インバータは最新技術を導入し、機能、部品配置を最適化することでコンパクト化を実現した。

エンジン切り離しクラッチ“SSC”は油圧センサにより、高レスポンスかつ、高精度でトルク伝達を可能とした。また構造の最適化および、新規開発の摩擦材により低ドラグとコントロール性、耐久性を両立させ、小型・高出力E-O/Pにより高発熱時に十分な冷却流量を確保した。

従来のA/Tに対し、トルクコンバータとモータ、クラッチを入れ替えたシンプルな構造変更かつ、インバータを一体化。コンパクト設計により既存8A/T車両からの変更を最小限にハイブリッド化を実現することができた。

おわりに

本格化する電動化社会に向け、A/Tの技術を有効活用した1モータHVトランスミッションの製品化に当たり多くの新技術に挑戦した。

製品の核となるモータ、インバータ、SSCの開発では数多くの問題に直面、問題解決に当たっては全社レベルで関連部署および関連取引先と協力しタイムリーに情報共有しながら対策を行った。

FF1モータHVトランスミッションの製品化に当たり、開発に携わった関係者の方々に深く感謝致します。

筆 者



関 祐一

アイシン・エイ・ダブリュ(株)
第3技術部
FF1モータHV T/Aの開発に従事



杉坂 繁

アイシン・エイ・ダブリュ(株)
第3技術部
FF1モータHV T/Aの開発に従事