

ハイブリッドカー「Civic Hybrid」用パワートレインの開発

Development of a New Power Train for the Civic Hybrid

松 木 正 人*
Masato MATSUKI
佐 藤 利 行*
Toshiyuki SATO

若 城 輝 男*
Teruo WAKASHIRO
賀 来 嘉 昭*
Toshiaki KAKU

神 山 敏 宏*
Toshihiro KAMIYAMA
神 田 正 浩*
Masahiro KANDA

要 旨

ABSTRACT

地球環境保護と省資源の観点より、低燃費とクリーン化を両立する小型乗用ハイブリッド自動車「Civic Hybrid」を開発した。エンジンは「Fit」に搭載された4気筒1.3L SOHC 2プラグエンジン「i-DSI」をベースに希薄燃焼対応を図った。また、減速時に再生する電力エネルギーを増加するシステムとして気筒休止 VTEC 機構を採用した。ハイブリッドシステムは Honda IMA システムを基本とし、薄型 DC ブラシレスモータの磁気回路改良とロータの新製法により最大回生トルクで約30%の向上を図った。さらに伝達効率を向上したCVTを組み合わせた新ハイブリッドパワートレインにより低燃費化を図り、10・15 モード燃費で 29.5km/L の低燃費を達成した。低エミッション技術として、NOx吸着反応型三元触媒を用いた新エキゾーストシステムの採用とエンジン空燃比制御により、平成12年度排出ガス規制値の75%減の低排出ガスレベル（「超一低排出ガス」認定）を達成した。IMA システムの制御系ユニットであるパワーコントロールユニットとNi-MHバッテリーを統合してリヤシート裏に配置し、ベース車となる Civic Ferio に対し、遜色無いトランク容量を確保した。

The Civic Hybrid was developed as a compact passenger hybrid car that achieves both low fuel consumption and clean operation from the viewpoints of preserving the global environment and conserving resources. The engine has lean-burn countermeasures added to the base of the i-DSI 4-cylinder 1.3-liter SOHC 2-plug engine mounted in the Fit. In addition, the cylinder idling system has been adopted to increase the regenerated energy during deceleration. The hybrid system is based on the Honda IMA system, and the maximum regenerative torque has been increased by approximately 30% by improving the magnetic circuits of a slim-type DC brushless motor and adopting a new rotor manufacturing method. Fuel economy is improved by a new hybrid power train incorporating a CVT that further improves transfer efficiency, thus achieving the low fuel consumption of 29.5 km/l in 10-15 mode. As low emissions technologies, a new exhaust system with a NOx adsorption reduction type three way catalyst and air-fuel ratio control achieved 75% reduction from the 2000 emission standards in Japan. The power control unit which is the IMA system control unit was downsized and located behind the rear seat, thus ensuring comparable trunk capacity to the base vehicle of the Civic Ferio.

1. まえがき

地球環境保護、省資源の観点から、自動車の低燃費化と排気エミッション低減に対する要求はますます強くなってきている。ガソリンエンジンにおいては、リーンバーンに加え、筒内直噴、ミラーサイクルなどさまざまな形式のエンジンが研究、商品化されている。Honda においては 1992 年以降、VTEC 機構(VTEC: Variable Valve Timing and Lift Electronic Control)を応用したリーンバーンエンジン^{(1)~(5)}を継続して研究開発してきた。

電気(モータ)とエンジンを組合せたハイブリッドシステムも大きな可能性がある。Honda においては、ハイブリッド技術としてIMA(Integrated Motor Assist)システムを開発し、1999 年に超低燃費車「Insight」⁽⁶⁾を発売した。

今回 IMA システムをベースにモータトルクと効率を向上した新 IMA システムと、「Fit」搭載の L13A 型 i-DSI(DSI: Dual and Sequential Ignition)エンジン⁽⁷⁾をベースに気筒休止システムを加えた 1.3L リーンバーンエンジン(LDA 型)を開発し Civic に搭載した。本稿では、新 IMA システムとエンジン技術について紹介する。

*栃木研究所

2. 開発のねらい

Honda初のハイブリッド車「Insight」は量産乗用車世界一の低燃費を達成し、ハイブリッド技術のポテンシャルを示した。今回、Insightで培ったハイブリッド技術をベースに、「低燃費と環境対応」を実現する5人乗り小型セダンハイブリッド車を開発のねらいとした。車両のパッケージに対応したコンパクトなハイブリッドパワープラント設計を基本に、エンジンの改良をし、モータの高効率化およびCVTの効率向上により低燃費を実現した。また、リーン NO_x 触媒の採用や排気系の改良により低エミッション化を図った。

開発の具体的目標は以下の通りである。

- 1) 5人乗り小型セダクラス燃費 No.1
- 2) 低エミッション性能
 - 国内 J-ULEV「超一低排出ガス」認定
 - 米国 ULEV: Ultra Low Emission Vehicle
- 3) Civic に搭載可能な IMA のコンパクト設計
 - トランクルーム容量の確保
- 4) 常用域での高レスポンス

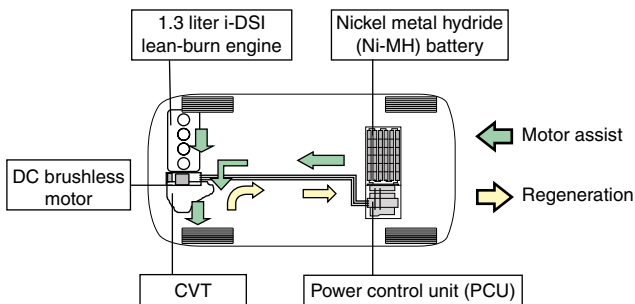


Fig. 1 IMA system construction

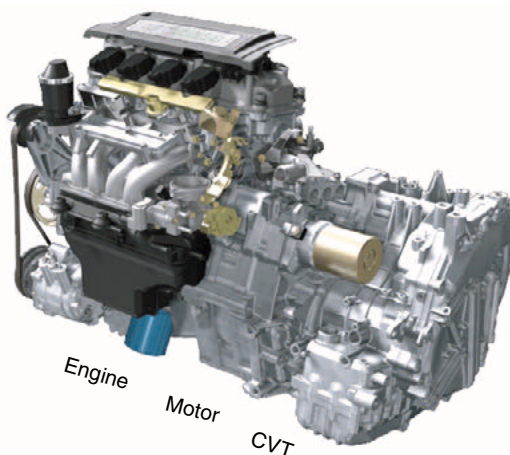


Fig. 2 View of IMA power train

3. ハイブリッドシステムと低燃費技術

ハイブリッドシステムとしては、シンプルで軽量コンパクトな IMA システムを採用した。IMA システムは Fig. 1 に示すように、エンジンとトランスミッションの間にDCブラシレスモータを、車両後部にニッケル水素バッテリーとパワーコントロールユニット(PCU)を配置した構成である。エンジンを主動力とし、モータは加速時の補助動力源と減速時の回生制動のみに使用するパラレル型ハイブリッドパワートレインである。エンジンはモータと合せて、Civicとしての走り性能を満足する出力特性を有する i-DSI(L13A型)エンジンをベースとした。Fig. 2にパワープラントの外観を示す。

開発は回生エネルギーの増加を軸に、各システムの効率向上と軽量化をおこなった。また、トランスミッションの伝達効率向上を図った。ベース車であるCivic iE⁽⁵⁾(10・15モード燃料消費率20km/L)に対する各システムの低燃費化の寄与度を Fig. 3 に示す。

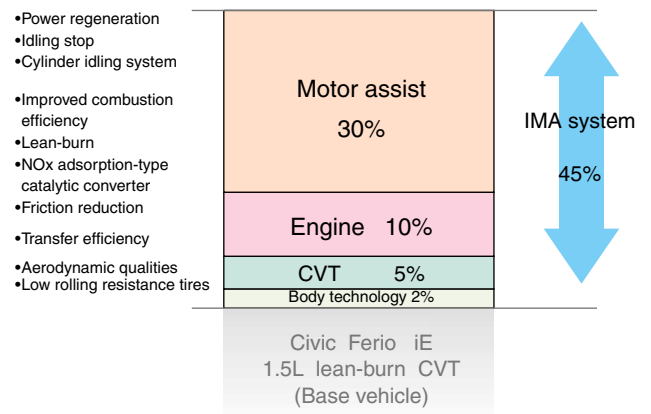


Fig. 3 Ratio of contribution to improve 10-15 mode fuel economy

Table 1 Engine specifications

Engine code		LDA
Cylinder configuration		In-line 4-cylinder
Bore × stroke (mm)		73 × 80
Displacement (cm ³)		1339
Compression ratio		10.8 : 1
Valve train		SOHC Cylinder Idling System (CIS)
Number of valves		2 per cylinder
Valve diameter (mm)	Inlet	32
	Exhaust	28
Ignition system		Dual and Sequential Ignition (DSI)
Exhaust manifold		Stainless steel
Catalytic converter		Under floor 2 bed Front: TWC Rear: Lean NO _x
Max. power (kW/rpm)	Without	63 / 5700
Max. torque (N·m/rpm)	Motor assist	119 / 3300

4. エンジン

4.1. エンジン諸元

Table 1に主要諸元を示す。基本諸元は小型車「Fit」に搭載された4気筒 1.3L SOHC 2プラグエンジン「i-DSI」をベースに、IMA システムと Civic ボデーへの搭載を対応している。

バルブトレインは減速時の回生エネルギー増加機構として、気筒休止システム CIS(Cylinder Idling System)を採用した。詳細は後述する。

4.2. 出力特性

エンジンの小排気量化は低燃費化に有効であるが、車両動力性能確保との両立が課題となる。ベース車両となる Civic iE に搭載の D15B 型 1.5L VTEC-E エンジン(最大出力 77kW, 最大トルク 139N・m)に対し、1.3L エンジンとモータ出力を合わせてほぼ同等の出力を確保した。低速域で高トルクを発生するモータの特性が顕著であり、iE に対し 2000rpm トルクで 20%向上した(Fig. 4)。

4.3. 気筒休止システム CIS

4.3.1. CIS の狙い

エンジンフリクションはメカニカルロスとポンピングロスに大別される。今回開発した気筒休止システム CIS は、減速燃料カット時に3気筒の吸排気バルブを休止しポンピングロスを低減、そのフリクション分をモータにより回生エネルギーとして取り込む機構である。回生エネルギーの増加に伴い加速時のモータアシスト量が増加し、その結果低燃費化が図られる。Fig. 5に減速時(スロットル全閉)におけるエンジンフリクションを示す。気筒休止によりポンピ

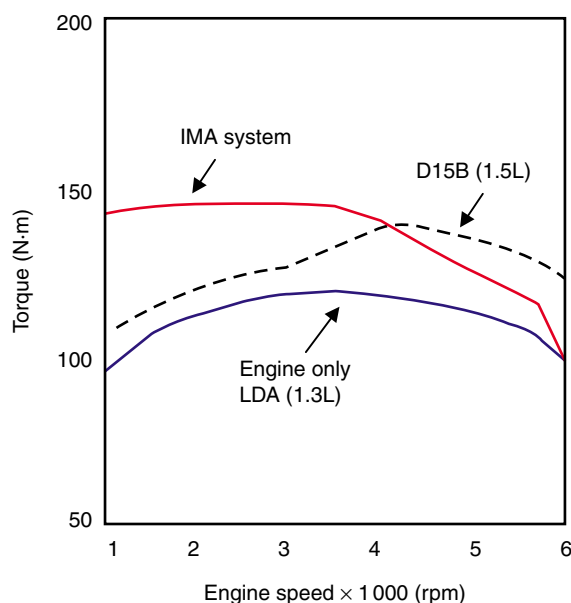


Fig. 4 Output performance of IMA system

ングロスが約 50%低減できる。

4気筒の全バルブ休止においてはポンピングロスが零となり、回生エネルギー増加にはより有利であるが、CIS 構成部品の故障発生時における走行性能確保より3気筒休止システムを選択した。

4.3.2. CIS の構造

Fig. 6に CIS ハード構成を示す。従来の VTEC 同様、油圧によりスプールバルブとロッカアーム内蔵のシンクロピストンを制御し、吸気バルブと排気バルブのリフトと完全停止とを切替える機構である。このCISロッカアームはNo.2～No.4 気筒に用いられる。No.1 気筒には切換機構の無いロッカアームを使用している。

Fig. 7に CIS ロッカアームの構造を示す。1本のバルブに対し、ロッカアームAとB、シンクロピストンAとB、リターンスプリングで構成されている。従来の VTEC は油圧により連結、スプリング反力により分離する機構であったが、CIS は油圧の低い低回転領域(1000rpm 程度)まで切換性を確保するため、油圧により分離～連結する油圧—油圧切換方式を採用した。Fig. 7-(c)にロッカシャフトの断面を示す。3ステージ VTEC で採用した2穴タイプ⁽²⁾である。

油圧—油圧切換方式には2系統の油路が必要である。メインギャラリから供給されるオイルは、Fig. 8に示す3方弁式スプールバルブにより作動側と休止側の油路に切換えられる。

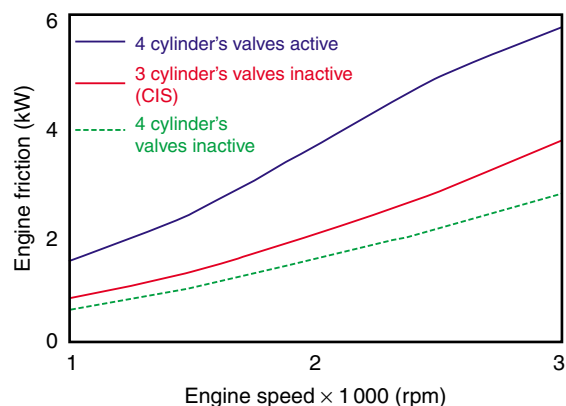


Fig. 5 Engine friction reduction effect by CIS

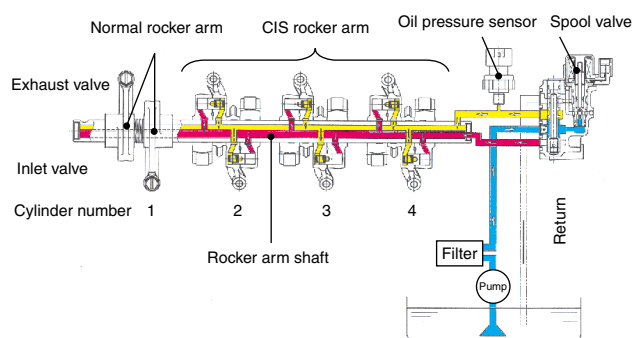


Fig. 6 CIS valve train and hydraulic passage

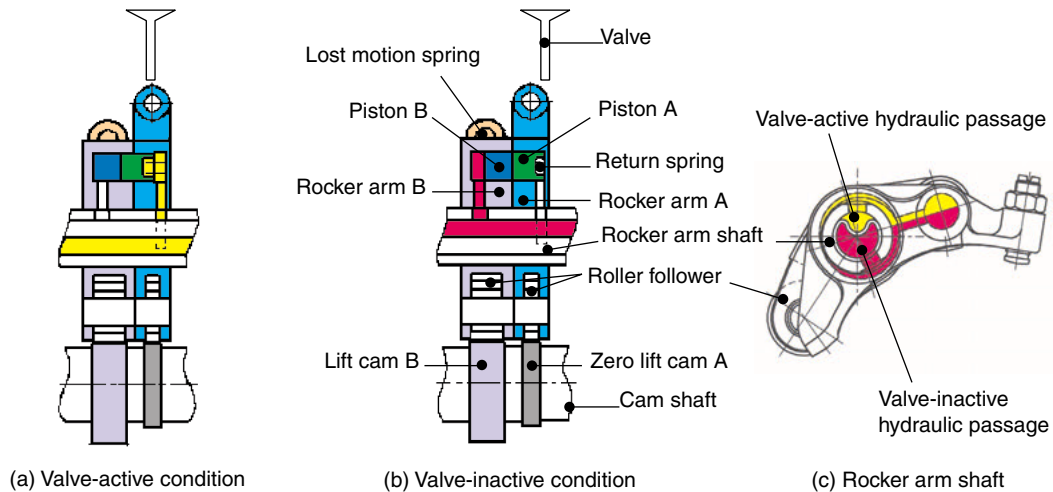


Fig. 7 CIS rocker arm and rocker arm shaft construction

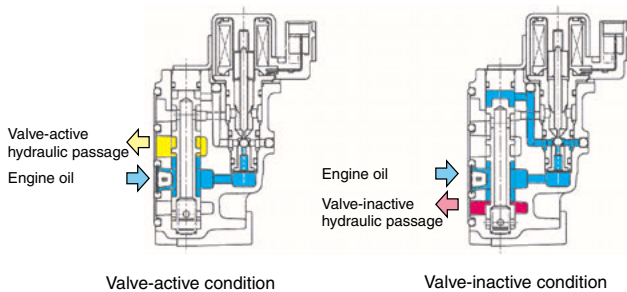


Fig. 8 Spool valve construction

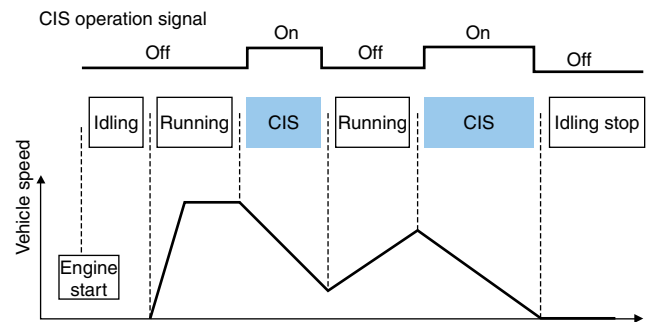


Fig. 9 CIS operation pattern during actual driving

通常のバルブ作動状態を Fig. 7-(a) に示す。ロッカームAに油圧がかかり、ピストンAによりロッカームAとロッカームBが連結。リフトカムBのプロフィールにより連結したロッカームが作動しバルブを駆動する。

気筒休止状態を Fig. 7-(b) に示す。スプールバルブの切換に伴い切換油圧はロッカアーム B に供給され、シンクロピストン B の移動によりロッカアーム A と B が分離する。ロッカアーム A はゼロリフトのベース円カム A のプロフィールによりバルブ休止状態となる。

4.3.3. CIS の作動領域と制御

CIS は減速時のエンジンフリクション低減により回生エネルギーを増加し低燃費化を図るシステムであり、Fig. 9に示すように減速時の燃料噴射停止条件下のみ実行する。Fig. 10にシステム構成を示す。高油温時やエンジン回転数が低い条件では、油圧が低下する。低油圧下での CIS 制御精度向上として油圧(Poil)センサと油温(Toil)センサを採用した。エンジン回転数や車速、高圧バッテリー残量等の情報と合せて CIS 切換実施を判断する。CIS 作動状態によりモータ回生量を制御し、一般ガソリン車と同等の減速感を得ている。

減速後の加速時は、スプールバルブ作動側切換→吸排気バルブ作動→燃料噴射の順に制御され、円滑な加速性能を実現している。

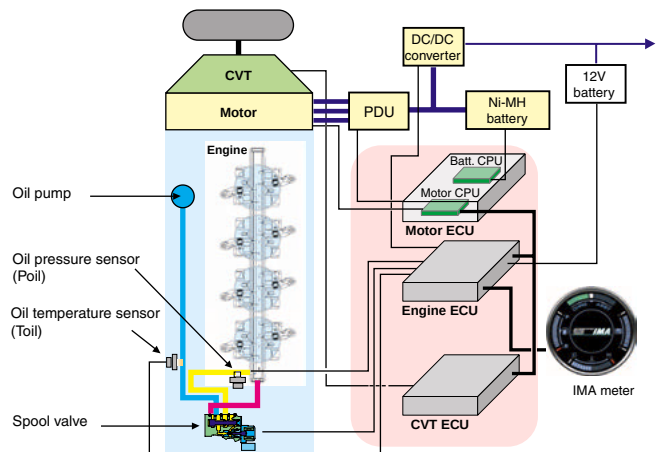


Fig. 10 CIS components

4.3.4. 気筒休止時の筒内圧

Fig. 11 にバルブ作動からバルブ休止へ切換時の最大筒内圧を示す。スロットルは全閉、No.1 気筒は常時作動、No.2 ~ No.4 気筒がバルブ作動から休止に切換る。休止気筒の吸気バルブと排気バルブの停止タイミングにより筒内の残留空気量が異なる。排気行程終了直後に吸気バルブから休止動作となる気筒(Fig. 11 中の No.4 気筒)は、TDC 分の空気容積を密閉した往復運動となる。吸気行程終了後から

休止動作となる気筒(Fig. 11 中の No.2 と No.3 気筒)は、行程分の空気容積を密閉した往復運動となる。バルブ休止切替タイミングにより、切替直後の筒内圧は筒内の残留空気量により異なるが、数十サイクルで飽和し同等の筒内圧となった。

常時作動している No.1 気筒は他 3 気筒のバルブ休止による吸気管圧力上昇に伴い吸入空気量が増加し、筒内圧は上昇する。

4.4. エンジンフリクション低減

ベースエンジン L13A 型で採用した低フリクション技術に加え、シリンダスリーブの表面粗度を滑らかにしピストン摺動抵抗を低減するプラトーホーニングを新たに採用した(Table 2)。プラトーホーニングは油膜を保持するオイルピットを形成しつつ、表面粗度を向上する加工手法である。従来ホーニングとプラトーホーニングの面性状を Fig. 12 に示す。これにより 1500rpm でのメカニカルフリクションで 8%，ポンピングロス含めたフリクション(吸気管圧力=-53kPa)で 4%の低減効果を得た。

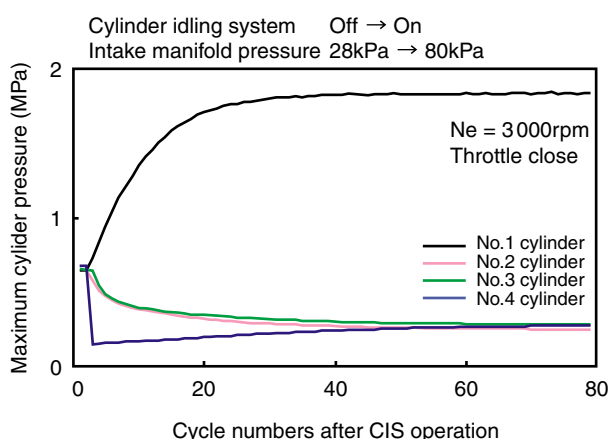


Fig. 11 Change in cylinder pressure patterns after CIS operation

Table 2 Engine friction reduction technology

○=Adoption

Engine code	LDA	L13A
Roller rocker arm	○	○
Off-set cylinder arrangement	○	○
Low tension piston ring	○	○
Streak crank bearing	○	○
MoS ₂ processing of piston skirt	○	○
Cam shaft chain drive system	○	○
Low-viscosity engine oil	○	○
Cylinder sleeve plateau honing	○	○
Two mode cooling system	○	○

4.5. 燃料消費率の低減

Fit に搭載した L13A 型 i-DSI エンジンで採用した燃焼コンセプトは、2 点火方式による急速燃焼である⁽⁷⁾。吸気ポート形状と燃焼室形状により均質な混合気を形成し、2 点火方式の高精度制御も合わせて高圧縮比化を図っている。LDA 型は燃焼に寄与する仕様は共通であるが、燃焼方式はリーンバーンを採用した。Fig. 13 に空燃比に対する正味燃料消費率 BSFC と燃焼変動率の特性を示す。理論空燃比に対し、リーンバーンにより 10%の BSFC 低減を達成した。

Honda は従来、4 バルブエンジンで VTEC-E 機構を用いたリーンバーン燃焼方式を採用している。低回転域に吸気 2 バルブの一方をほぼ休止(リフト 0.5mm)状態とし、高スワール(スワール比 2.5 ~ 3.4)^{(1)~(6)}による層状吸気リーンバーン燃焼^{(5), (8)}である。i-DSI エンジン(スワール比 1.6)はこの可変デバイスを用いず、燃焼室形状を含めた筒内流動の改良と 2 点火方式により均質燃焼リーンバーン

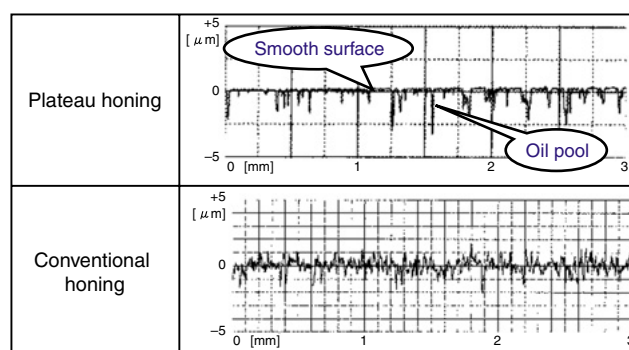


Fig. 12 Comparison of cylinder sleeve surface between plateau honing and conventional honing

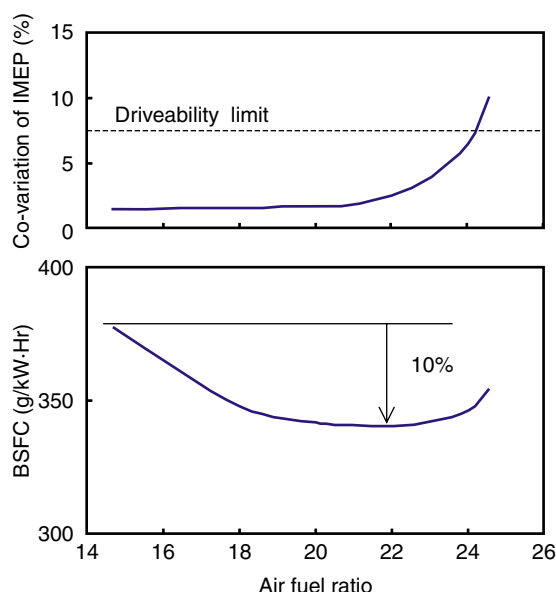


Fig. 13 Lean-burn effect on BSFC

を実現した。Fig. 14 に 1500rpm, BMEP=176kPa 負荷におけるエンジン総排気量と BSFC の関係を示す。LDA 型は VTEC-E 機構を用いた D15B 型や ECA1 型と同等の BSFC レベルを達成した。

Fig. 15 に LDA 型と D15B 型両エンジンの筒内混合気分布のシミュレーション結果を示す。計算条件は平均空燃比 $A/F=22$ (空気過剰率 $\lambda=1.5$)、燃料噴射時期と画像クランク角(=点火時期)は両エンジンの実機運転条件である。画像面は点火プラグ中心電極位置に対する水平断面と垂直断面である。LDA 型は 2 つの点火プラグの両垂直断面を示した。D15B 型の層状吸気に対し、LDA 型は均質な混合気形成となっている。

5. CVT

5.1. 軽量コンパクト CVT

トランスミッションは Honda オリジナルであるマルチマチック S (CVT)^{(9), (10)}を採用した。Fitで採用したトラ

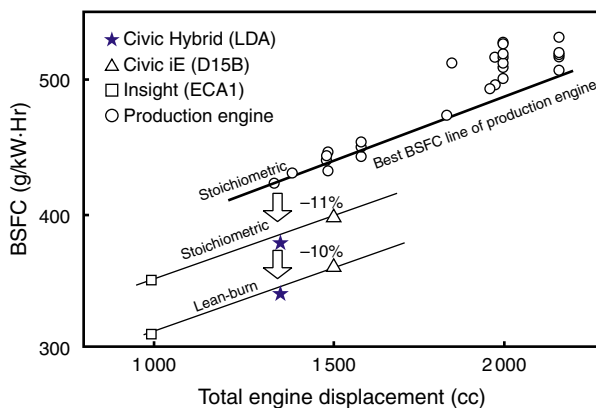


Fig. 14 Improvement of BSFC

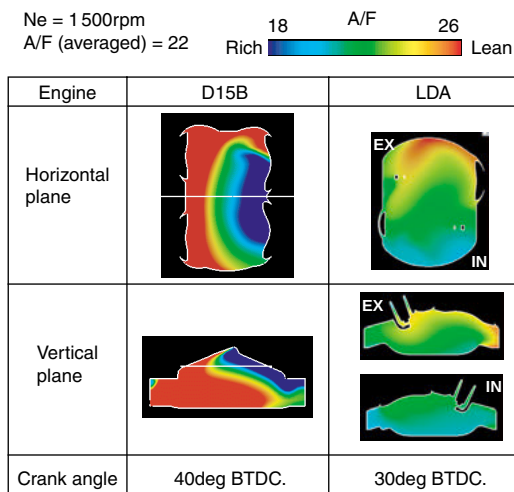


Fig. 15 Comparison of in-cylinder A/F distribution between LDA and D15B (VTEC-E)

ンスミッションの基本骨格を流用し、コンパクト化を図った。Civic iE に対し全長を 5%低減し、Civic ボデーにモータの搭載を可能とした。重量は 5%低減し、軽量コンパクト化を図った(Table 3)。

5.2. CVT の低燃費技術

5.2.1. フリクション低減

エンジントルク推定の精度向上と油圧制御バラツキ低減によるプーリークランプ油圧の低減により、フリクションを低減した。Civic iE 用に対して約 20%のフリクション低減を達成した(Fig. 16)。

5.2.2. CVT 電子制御

低燃費の実現のために制御システムのセッティング見直しを行い高精度化を図った。主な内容を下記に示す。

- ・低燃費に最適な変速特性の設定
- ・高い商品性と低燃費を両立した発進クラッチ制御
- ・回生量を増やすための減速時の発進クラッチフィードバック制御のリファイン
- ・プーリークランプ圧制御の高精度化

Fig. 17 に走行中のプーリークランプ油圧指令値の特性比較を示す。必要油圧計算の精度向上により、油圧指令値の低減を図った。以上により、従来の CVT 制御に対し 5%の低燃費化を達成した。

Table 3 CVT specifications

	Civic Hybrid	Civic iE
Belt axis length (mm)	143	155
Transmission length (mm)	352	372
Transmission weight [wet] (kg)	65.3	68.6

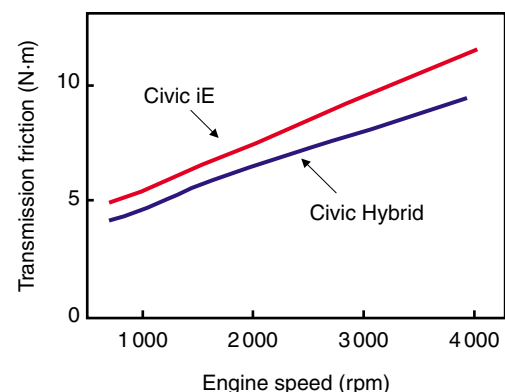


Fig. 16 CVT friction reduction effect

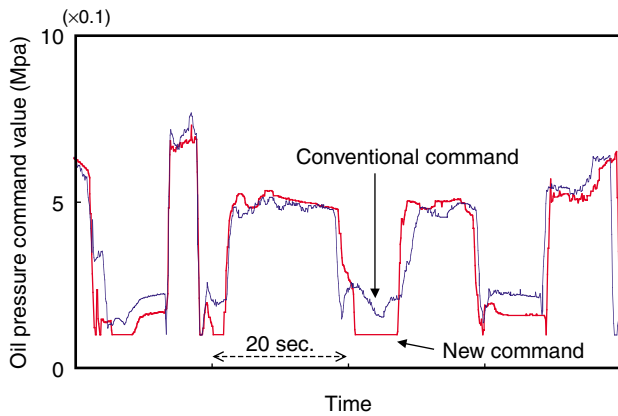


Fig. 17 Comparison of pulley clamp oil pressure command values

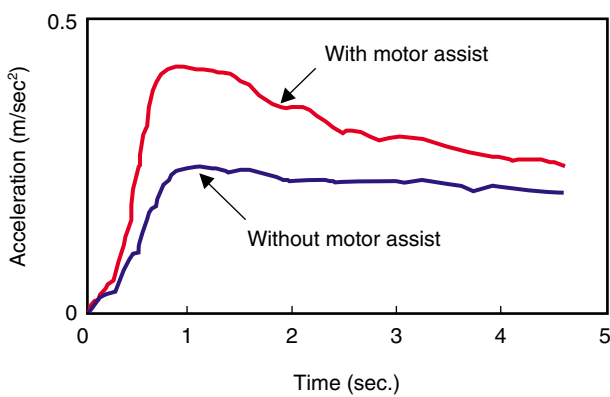


Fig. 18 Motor assist effect on vehicle starting performance

5.3. IMA との組み合わせによる高い商品性

Fig. 18にモータアシスト有無の発進特性を示す。ハイブリッドシステム搭載による車両重量増加とエンジン小排気量化による加速性能の低下が懸念されるが、モータアシストにより、ローレシオ化をすることなく1.5Lクラスの発進性能を達成している。

また、CVTとIMAとの組み合わせにおいて、最適なプロスマティック制御を採用し、山岳路においても非常に高いドライバビリティを実現している。

6. 高効率・コンパクト化を追求した新 IMA

車体重量の増加や回生エネルギー増加に対応するモータとしては、最大回生トルク向上と効率向上が必要となる。モータはレイアウトより外形寸法はインサイト⁽⁶⁾と同等とし、磁気回路の改良で性能向上を図った。

モータを駆動するパワーコントロールユニット(PCU)やバッテリー等の電装ユニットの集約化とコンパクト化で容積を削減し、セダントタイプ乗用車のリア席裏に収納し、実用上遜色の無いトランクスペースを確保した。

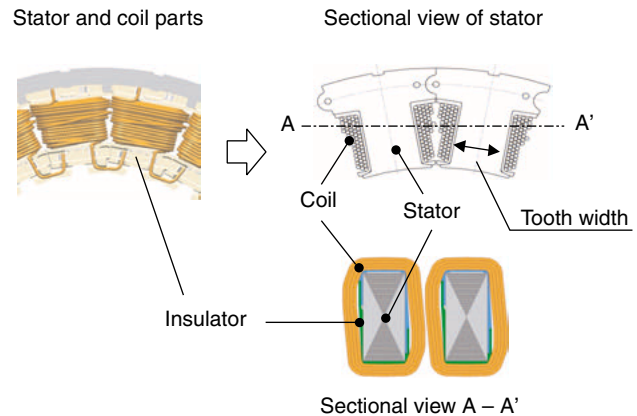


Fig. 19 Construction of stator and coil

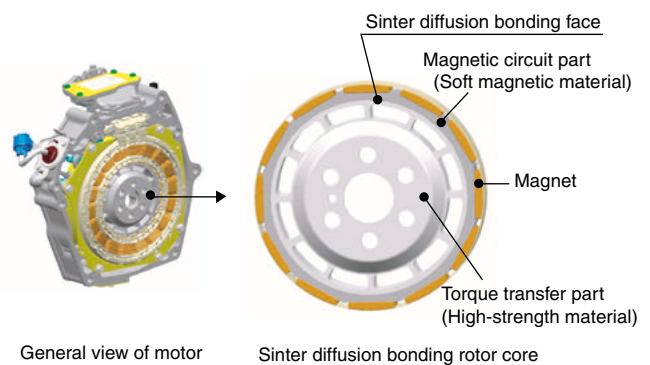


Fig. 20 Sinter diffusion bonding rotor core

6.1. 薄型 DC ブラシレスモータ

6.1.1. モータ性能の向上

モータ性能向上を磁気回路の改良で行う手法として、銅損と鉄損の低減とトルク定数(Nm/A)向上が上げられる。銅損、鉄損の低減は、巻き線コイル径拡大(+0.2mm)とティース幅拡大(+0.5mm)で対応した。

同じスペースに従来の方式でコイルを巻くと隣接するコイル部が接触し絶縁性を確保できない。この対応として、コイル内側のインシュレータを薄肉化し、さらにコイル巻き太りが中央部で重ならない形状を採用した。コイルの巻き方も改良した。コイル部の空間を有効に使える非対称巻きとすることでステータ外形寸法を変えずに銅損を約30%低減した(Fig. 19)。

トルク定数は、モータ軸方向の磁路面積拡大(+5.5mm)により約16%向上した。これに必要なスペースは、モータ内部部品の機能統合で確保し、外観寸法は従来と同一である。

これらの改良により最大回生トルクで約30%、常用域の効率で約3%向上した。

6.1.2. ロータの新製法

ロータはマグネットを外周部に固定し磁気回路を構成する機能と、クランクシャフトに締結しトルクを伝達する強

度が必要である。従来は、締結強度を優先した炭素鋼によるロストワックス法を用いて成形した。締結強度を確保しつつモータ効率の向上を図るため、ロータ内側には高強度材、外側には軟磁性材を用いた(Fig. 20)。異なる金属を強固に焼き固める焼結拡散接合によりロータを成形し、モータ効率の向上と従来比約 15%の軽量化を達成した。

6.2. 電装ユニットのコンパクト化

モータ駆動を制御する PCU、Ni-MH バッテリと高圧周辺機器のレイアウト改良を図り、Fig. 21に示すコンパクトな電装ユニット IPU(Intelligent Power Unit)とした。

IPU の冷却経路にも改良を加えた。Insight で採用した PCU 系とバッテリー系の 2 経路冷却方式に対し、IPU 内のレイアウトの工夫により 1 経路方式を実現した。これらの改良によりコンパクト化を図り、Insight 搭載の IPU に対し IPU 容積で 42%の削減を達成した。

Fig. 21-(b) に示すように、IPU はリヤシート背面に配置し、ガソリンベース車と遜色無いトランク容量を確保した。

以上、エンジン、トランスミッション、モータの効率向上を図り、10・15 モード燃費 29.5km/L の目標燃費を達成した。

7. 低エミッション技術

従来、空気過剰燃焼であるリーンバーン領域では三元触媒による NOx の浄化が期待できないため、低エミッシ

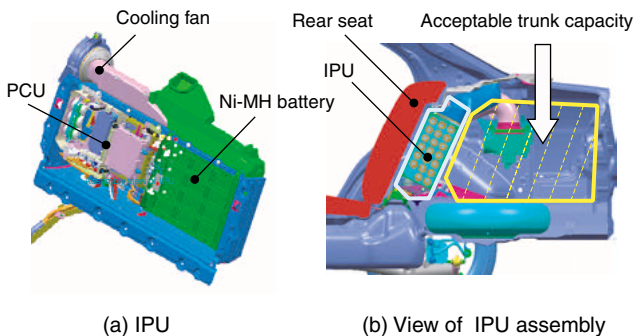


Fig. 21 View of IPU assembly



Fig. 22 View of exhaust system

ン化を図ることが課題である。

本エンジンのエミッションシステムを検討するに当たり、国内販売機種目標として、国内平成 12 年度規制の 75% 減(「超一低排出ガス」認定)とした。

7.1. エキゾーストシステム

本エンジンのエキゾーストシステムを Fig. 22 に示す。コールド領域および理論空燃比領域での浄化性能を確保するため軽量ステンレス製エキゾーストマニホールドを採用し、熱容量の低減を図った。床下に 2 ベッドの触媒を配置し、フロント側に 900 セル三元触媒、リヤ側にはリーンバーン対応の 600 セル NOx 吸着反応型三元触媒⁽¹¹⁾を用いた。コンバータの高密度化と薄壁化により、触媒の昇温特性向上と排出ガスとの接触面積増加による浄化率向上効果を得た。触媒担体のキャニングは、担体の保持性能の確保と高密度化を両立するローリングタイプのキャニング方式⁽¹²⁾を採用した。

7.2. エミッション達成値

エキゾーストシステムに加え、6 穴マルチホールインジェクタや電動 EGR バルブを採用。さらに下記エンジン制御手法を採用し、目標である国内平成 12 年度規制の 75% 減(「超一低排出ガス」認定)を達成した。

- ・ STR(Self Tuning Regulator)⁽¹³⁾
- ・ Quick Warm-up System⁽¹⁴⁾
- ・ 低温始動における空燃比リーン制御

また、北米仕様にはステンレス製直下エキゾーストマニホールド一体コンバータに 900 セル三元触媒、床下に 2 ベッド 400 セル NOx 吸着反応型三元触媒を配置し、グローバルスタンダードとも言える米国 ULEV 規制に適合した。

8. まとめ

i-DSI エンジンを基本とし気筒休止システムを採用した LDA 型 新 1.3L リンバーンエンジンとモータ効率を約 30%向上した新 IMA システムの開発、および伝達効率を向上した CVT で構成するハイブリッドパワープラントの開発により、下に示す燃費性能とエミッション性能を達成した。

- ・ 10・15 モード燃料消費率 29.5km/L
- ・ 国内平成 12 年度規制の 75%減「超一低排出ガス」認定

参考文献

- (1) 大浦秀二, 三浦啓二: 可変機構を用いたガソリンエンジンの高効率化について, 自動車技術, Vol.45, No.8, p.93-98 (1991)
- (2) Matsuki M., et al.: Development of a Lean Burn Engine with a Variable Valve Timing Mechanism, SAE Paper

960583

- (3) 林有登, 櫻原一雄, 高林徹, 遠藤太郎: アコード／トルネオ用 1.8L リーンバーンエンジンの開発, HONDA R&D Technical Review, Vol.10, p.49-57 (1998)
- (4) 新里智則, 林有登: 新型 2.0L リーンバーンエンジンの開発, HONDA R&D Technical Review, Vol.12, No.2, p.45-54 (2000)
- (5) 松木正人, 大浦秀二, 渡辺勝志, 木下裕介: 2001 年モデル「シビック」用 1.5L リーンバーンエンジンの開発, HONDA R&D Technical Review, Vol.12, No.2, p.29-36 (2000)
- (6) 青木ほか: モータ式ハイブリッドパワートレインの開発, 自動車技術会学術講演会前刷集, No.98-99 (1999)
- (7) 中山幸夫, 鈴木誠, 岩田洋一, 山野順司: 2002 年モデル「Fit」用 1.3L 2 プラグエンジンの開発, Honda R&D Technical Review, Vol.13, No.2, p.43-52 (2001)
- (8) Hardalupas Y., et al.: Influence of Injection Timing on In-cylinder Fuel Distribution in a Honda VTEC-E Engine, SAE Paper 950507
- (9) 山口徹朗: ホンダハイブリッド「IMA」における CVT 制御, No.9908 JSAE Symposium 動力伝達の最新技術 99, p.37-40 (1999)
- (10) 角誠, 藤本修一: ハイブリッド自動車用コンパクト CVT の開発, 自動車技術 Vol.54, No.4, p.48-54 (2000)
- (11) 大野弘志, 鷹嘴年克, 高岡伸明, 坂主政浩, 杉浦賢司: NOx 吸着反応型三元触媒システムの開発, Honda R&D Technical Review, Vol.11, No.2, p.45-50 (1999)
- (12) 北川ほか: 「ACCORD SULEV」用極超低エミッションシステム, Honda R&D Technical Review, Vol.12, No.2, p.37-44 (2000)
- (13) Maki H., et al.: Real Time Control Using STR in Feedback System, SAE Paper 950007
- (14) 上野ほか: 吸入空気量と点火時期の適用制御による始動後急速暖機システム, Honda R&D Technical Review, Vol.11, No.1, p.73-78 (1999)

■ 著 者 ■



松木 正人



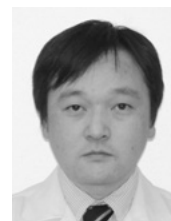
若城 輝男



神山 敏宏



佐藤 利行



賀来 嘉昭



神田 正浩