

RC213V-S の開発

Development of RC213V-S

宇 貫 泰 志*
Hiroshi UNUKI
村 澤 直 喜*
Naoki MURASAWA

土 屋 粒 二*
Ryuji TSUCHIYA
大 越 悟*
Satoru OKOSHI

向 原 穂 高*
Hodaka MUKOUHARA

要 旨

ABSTRACT

RC213V-S は、MotoGP 用レーシングマシン RC213V を基本として、そのメカニズムと細部仕様を踏襲したまま、公道走行を可能とする車両を目指し開発された。そのため、法規対応や、実用性確保のための装備追加、必要な部品製造方法の変更などをおこなっているが、基本構成やスタイリングを大きく変更することなく、わずかな重量増加に抑えることで完成車乾燥質量は 170 kg を達成した。これにより、RC213V の勝つための重要な手段である「操りやすさ」という操縦フィーリングの魅力を一般のライダーに体感してもらうことが可能となった。

The RC213V-S was developed aiming at a creation of a motorcycle, which can be legally driven on a public road, based on the MotoGP racing machine RC213V while succeeding its mechanisms and detailed specifications. To comply with regulations and to apply necessary equipment needed for practical use, some of the parts manufacturing processes were changed. However, the basic configurations and exterior styling design were maintained within a limited range of changes, minimizing its weight increase to achieve the dry weight of 170 kg. Consequently, it was made possible to have ordinary riders enjoy the attractive feature of maneuvering feeling that is so called “excellence of maneuverability,” which is a crucial element needed for RC213V to win the races.

1. はじめに

MotoGP 用レーシングマシン RC213V (Fig. 1) は、2012 年から MotoGP に参戦し、2013 年、2014 年の 2 シーズン連続で、個人タイトル、コンストラクターズタイトル、チームタイトルの 3 冠獲得を達成した。MotoGP で勝つために開発されたこの車両は、「操りやすさ」をレースに勝つための最重要項目の一つとしている。つまり、RC213V は世界一操りやすいレーシングマシンであると言える。今回開発した RC213V-S (Fig. 2) は、RC213V の多くのメカニズムと細部仕様を踏襲したまま、公道走行を可能とした車両である。その開発のねらいは「操りやすさ」という魅力を一般のライダーにも体感してもらうことができることである。すなわち、RC213V-S は、これまでのよう

*二輪 R&D センター



Fig. 1 RC213V



Fig. 2 RC213V-S

な Honda がレースで得た技術を市販車へ還元するというのではなく、MotoGP 用に開発した車両を一般公道で走行させる、という新たな試みである。

本稿では、その開発コンセプト、エンジン技術、車両制御技術などについて紹介する。

2. 開発コンセプト

RC213V は、おおむね 160 kg の車両質量に最高出力 175 kW を超えるエンジンを搭載し、卓越した動力性能を備えている。同時に、その性能を十分に発揮させるための優れた操縦特性も有している。公道を走行することを前提とする市販車である RC213V-S においては、動力性能を体感してもらうことよりも、その上質な操縦フィーリングを体感してもらうことに開発の主眼がおかれた。その操縦フィーリングを通して得られる「操る楽しさ (Fun to Ride)」は、たとえ MotoGP のレーシングライダーのようなライディングができなくても、一般のライダーの方々に体感可能な魅力である。また、速度域に関わらずこの魅力は十分に体感が可能である。したがって、開発コンセプトは、レーシングマシンとしてのパッケージングを踏襲し、その成果である操縦フィーリングを余すところなく再現することである。

3. 全体概要

Fig. 3 に RC213V、RC213V-S および RC213V をベースとした MotoGP オープンカテゴリ用の市販レーシングマシンである RCV1000R の位置づけを示す。また、Table 1 に RC213V-S の車両主要諸元を示す。RC213V-S は、RC213V の完成車パッケージング、基本諸元、基本構成を成すメカニズムを可能な限り踏襲した。RC213V と同様に、運動性能を高めるために、徹底したマス集中化とさまざまな可動部のフリクション低減を図った。また、MotoGP レーシングマシンとして量産車と圧倒的な差を生

Table 1 Specifications of RC213V-S

Engine type	Liquid-cooled 4-stroke 4-valve DOHC V-4
Fuel supply system	PGM-DSFI electronic fuel injection
Engine displacement (cm ³)	999
Frame type	Diamond
Dry weight (kg)	170
Kerb weight (kg)	188
Caster angle (deg)	24.6
Dimensions (LxWxH) (mm)	2110 × 770 × 1115
Ground clearance (mm)	115
Seat height (mm)	830
Trail (mm)	105
Wheelbase (mm)	1460

んでいる構成部品の軽量化と高精度化を取り込んでいる。さらに、高い品質を確保するために、製造は優れた製作技能を有する専任者によりおこなわれている。一方、一般的なメンテナンス環境における整備を可能とするための変更と、公道走行を可能とするための、必要最小限の部品追加で法規への適合をおこなった。以下が RC213V から変更と追加をした項目である。

- (1) 一般的なメンテナンス環境における整備を前提として、動弁系はカムギヤトレインを踏襲しながら、ニューマチック式からコイルスプリング式に変更した。また、トランスミッションはシームレス式をコンベンショナルなドッグクラッチ式に変更した。これらは RCV1000R と同じ仕様である。
- (2) 公道での走行時の法規対応として、灯火器類、バックミラー、スピードメータ、触媒付きマフラ、ライセンス



Fig. 3 Positioning of each model

プレートホルダ、ホーンなどを、RC213V の基本構成やスタイリングを大きく変更することなく追加した。

- (3) 公道での走行時の実用性を確保するために、タイヤ、ブレーキディスク、パッドなどの仕様とハンドル切れ角を変更すると共に、ホンダスマートキーシステム、セルモータ、サイドスタンドなどを追加した。

3.1. カラーリング

RC213V-S のカラーリングは、伝統のトリコロールをまとったオリジナルカラーのみの設定とした。トリコロールは 1982 年の HRC (株式会社ホンダ・レーシング) 創立時からのコーポレートカラーであり、かつ代表的な Honda ファクトリーマシンのカラーである。赤は勝利にける人間の熱い情熱を、青は理論に基づく高い技術力を、白はモータースポーツを愛するすべてのお客様を象徴している。また、日本の精緻な物造りを担う研究開発者のチャレンジスピリットと製造者の情熱の証として日の丸のモチーフをフロントカウルの側面に配した。

3.2. パッケージング

RC213V の完成車パッケージングにおいては、運動性を高めるために、徹底したマスの集中化をおこなっている。また、高出力を受け止める車体諸元とするため、ホイールベースを一般的なスーパースポーツマシンに対して長めに設定する一方で、車両重心から距離のある足まわり部品は優先して軽量化をしている。さらに、燃料タンクを車両重心の近傍に配置することで、完成車としての車体慣性モーメントの低減と、燃料の搭載量の変化に伴う重心位置の変化量の最小化を図っている。同様に RC213V-S では、車体構成部品の材料や製法に至るまで、RC213V の完成車パッケージング、基本諸元を踏襲した。ただし、一般公道での走行を考慮して、RC213V に対してバッテリーの大型化や灯火器などの電装品を追加している。これらの変更や追加に関しても、完成車の重心位置近傍に配置することで、完成車としての慣性モーメントの増加を抑え、求める運動性能を達成した。

さらに、サーキット等のクロードコース走行を前提としたスポーツキットも併せて開発した。一般公道走行用に装備した灯火器類を外し、キット部品を装着することで、車体慣性モーメントは RC213V と同等のレベルとなり、RC213V の世界により近づいた速度域での操縦フィーリングを再現することを可能とした。

3.3. フレームボデー

RC213V ではフレームボデーを構成する部品の一点一点に対して、専任者がすり合わせを実施した後、Tungsten Inert Gas (TIG) 溶接をおこなっている。これにより、多くの溶接箇所を有しながら高い精度と溶接品質を確保して

いる。今回、RC213V-S では、RC213V で採用した材料と製法を可能な限り踏襲した。

さらに、RC213V-S の車体を構成する各部の締結には、RC213V と同様にチタン合金製の削り出しボルトを採用することで軽量化に寄与している。組み付け時には軸力安定化のためモリブデングリスを塗布し、通常のスチール製ボルトとは異なる規定トルクですべて手締めしている。

3.4. スイングアーム

RC213V のスイングアームは、車体慣性モーメントの低減を目的とした燃料タンクの形状を成立させるために、アンダーブレースタイプを採用している。そして、必要な操縦性能を達成するために、ねじれ剛性と横剛性のバランスを最適化している。構成する部品は、アルミ材をプレス成型したアーム部とアルミ材を総マシニング加工したエンドピースやクロスボデーから成り、熟練した専任者による TIG 溶接にて製造する。これらにより、操縦性能と軽量化を両立させている。RC213V-S では、この RC213V の構成と製法を可能な限り踏襲した。

4. エンジン

4.1. エンジン概要と基本諸元

RC213V のエンジンは、完成車運動性能を高めるためのマスの集中化と軽量コンパクト化に配慮した設計となっている。RC213V-S のエンジンはその基本コンセプトを可能な限り踏襲し、少数とはいえ量産に見合った設計仕様や生産手法を取り入れながらも、RC213V のフレームにも搭載可能なサイズを実現している。同じ 90°V 型 4 気筒エンジンを搭載する量産車両 VFR800F のエンジンに対し、10 kg の軽量化と、クランク軸と出力軸間距離で 51.5 mm、エンジン幅で 40 mm のコンパクト化が達成されている。Fig. 4 に

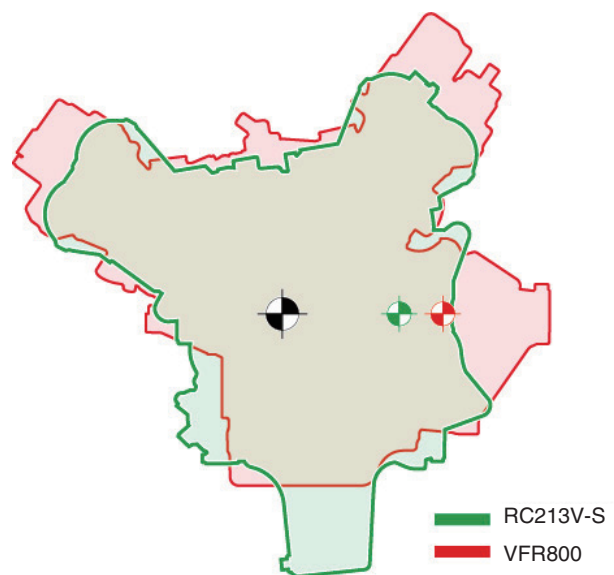


Fig. 4 Comparison of engine sizes

RC213V-S と VFR800F とのエンジンサイズ比較を示す。

RC213V-S のエンジン外観を Fig. 5 に、エンジン透視図を Fig. 6 に示す。また、Table 2 にエンジン諸元を示す。本稿は RC213V-S のエンジンとして軽量コンパクト化と一般的なメンテナンス環境での整備を可能とする特徴的な技術を中心に紹介する。

4.2. クランクケース

シリンダブロック一体型のクランクケースの設計に当たっては、公道走行に配慮したブリーザ性能を実現するために、オイルとブローバイガスを気液分離するための十分な容量を持つブリーザ室を V バンク間に設定した。このブリーザ室は複雑なラビリンス形状を持つ構造であるため、クランクケースの素形材の製造には中空成形が可能なアルミ砂型鋳造を採用した。シリンダブロックは、高出力への



Fig. 5 External view of engine

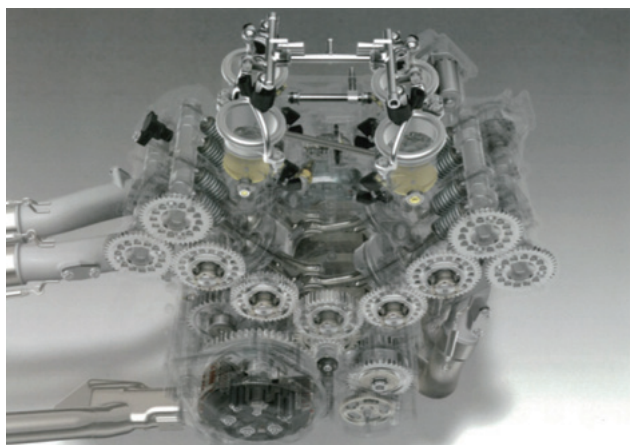


Fig. 6 Transparent view of engine

Table 2 Specifications of engine

Engine type		Liquid cooled 4-stroke 90° V transverse 4 cylinder
Engine displacement	(cm ³)	999
Bore × Stroke	(mm)	81.0 × 48.5
Combustion chamber Shape		Pentroof
Compression ratio		13.0
Valve train		DOHC 4 valve cam gear train
Valve Dia. (mm)	Intake	32.5 × 4
× Number / Cyl.	Exhaust	28.5 × 4
Max. power	(kW/rpm)	117/11000
Max. torque	(Nm/rpm)	102/10750
Clutch type		Dry multi-plate type
Transmission		6 speed constant mesh

対応のため、シリンダボアまわりに高い剛性が得られるクローズドデッキ方式とした。この方式ではウォータージャケット成形用の砂中子を固定するための幅木により、デッキ面に鋳抜き穴が残る。この鋳抜き穴はデッキ面の剛性低下の要因となる。そのため、Fig. 7 に示すように冷却水の通路に使用する鋳抜き穴以外は加工工程でアルミ製のプラグを圧入し、デッキ面の剛性低下を防止した。また、ピストンとの摺動抵抗低減、耐焼き付き性向上のためにシリンダ内壁には Ni-SiC 複合めっきを施した。

クランクケースは、Fig. 8 に示すように、ポンピングロスの低減を目的として、2002 年型 MotoGP レーシングマシン RC211V にて採用されたセミドライサンプ構造とし

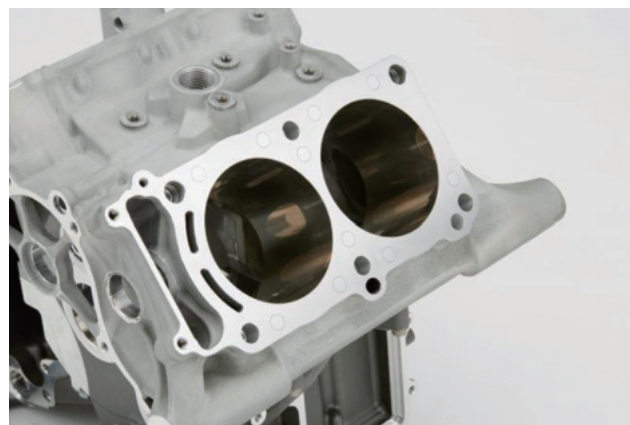


Fig. 7 Closed deck type cylinder block

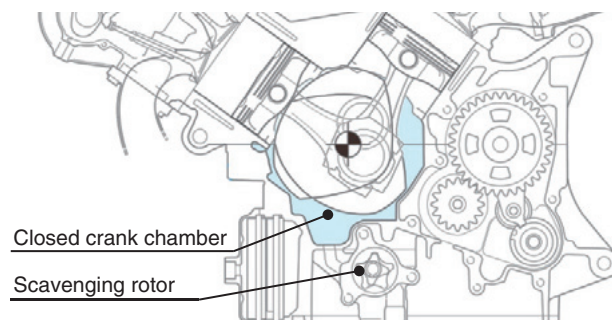


Fig. 8 Structure of closed crank chamber

ている。クランク室をドライサンプとし、ミッション室をオイルタンクとした構造である⁽¹⁾。2気筒につき一つのロータを有するスカベンジングポンプには、その機能を補うため、ポンプケースにリードバルブを設けた (Fig. 9)。これにより、クランク室内圧の低減とクランク室からの効率的なオイル排出が可能となった。

Fig. 10 に全装備損失の同一排気量の市販車用直列4気筒 (L4) エンジンとの比較を示す。12000 rpm において RC213V-S は L4 エンジンに対して 25% のフリクションロス低減が図られている。密閉クランク室構造や後述するカムギヤトレインなどがこれに寄与していると考えられる。

4.3. 往復・回転部

クランクシャフトには、疲労強度が高い真空脱ガス高純度鋼を採用した。下死点でのカウンタウェイトとピストンの干渉を避けるため、カウンタウェイトはその外周加工中心をジャーナル中心からクランクピン側にオフセットさせた形状とした。これによりオフセット 0 の場合に比べて、コンロッドを短くすることができ、シリンダヘッド高さを低くすることが可能となる。カウンタウェイトには、



Fig. 9 External view of oil pump assembly

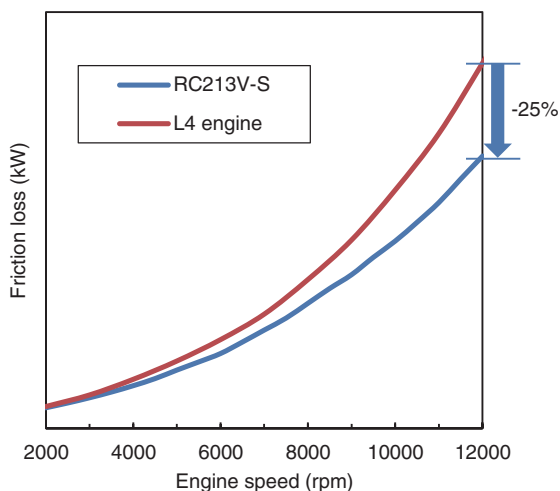


Fig. 10 Effect of friction reduction

別体のヘビーメタル製ウェイト (比重: 18.1 g/cm^3) を圧入している。これによりスロットルのリニアリティとトラクション性能に求められる適切な慣性モーメントの確保とコンパクト化との両立を図った。Fig. 11 にクランクシャフトの外観を示す。

コネクティングロッドにはチタン合金 Ti-64A 材を採用した。Fig. 12 に示すように断面形状は高いねじれ剛性が得られる X 型とし、熱間鍛造により成形した。従来の VFR750R 用のチタン合金製コネクティングロッドに対し、6.8% の軽量化を達成した。またピストンには高温強度を有する高強度アルミ合金 A2618-T6 を採用した。Fig. 13 に示

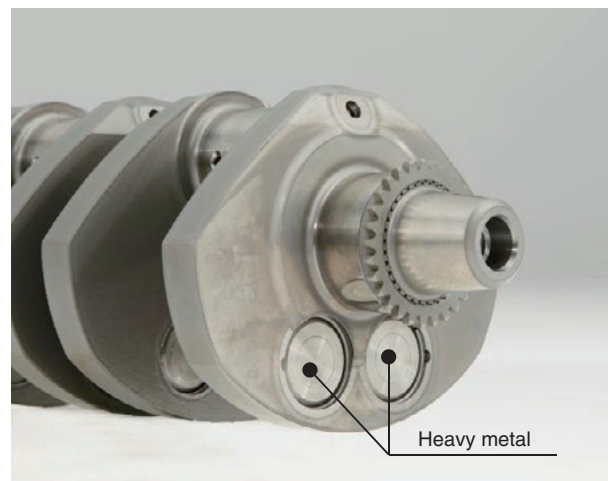


Fig. 11 Crank shaft



Fig. 12 Connecting rod with X-shaped cross-section

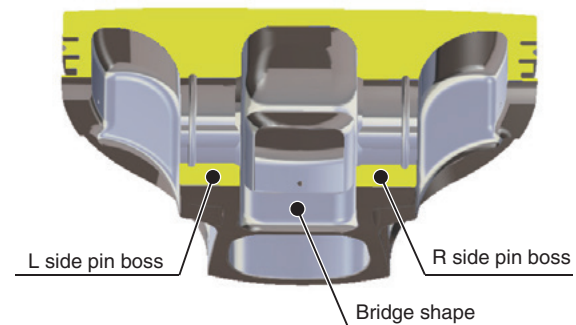


Fig. 13 Piston cross-section

すように、左右のピンボスをブリッジ形状でつなぐことで軽量化と高剛性を両立した。

4.4. カム駆動機構

カム駆動機構には、高回転域でのバルブ開閉タイミングの精度向上と駆動機構の低フリクション化のため、ギヤトレインを採用した。Fig. 14 にギヤトレインのギヤ配列構造図を示す。

前後シリンダに合計 10 枚のギヤで構成されるカムギヤトレインは、2nd ギヤ、3rd ギヤ、4th ギヤ軸上に Fig. 15 に示すエキセントリックシャフトを用いたバックラッシュ調整機構を有する。エキセントリックシャフトの内周にはスプラインが切られ、外周に設けられた偏心部でカムギヤを支持する。これにより、エキセントリックシャフトを回転させることで、バックラッシュ調整が可能となる。バックラッシュ調整後、フィキシングナットを締め付けることでエキセントリックシャフトの回転方向の固定をおこなう。さらに、アキシアルボルトを締め付けることにより、エキセントリックシャフトとカムギヤの軸方向の固定をおこなう。この構造により、カムシャフト駆動系の共振防止と打音やうなり音といったギヤノイズ抑制を両立するバックラッシュ管理が可能となった。また、正確なバルブ開閉

タイミングを得るために、カムシャフトにカムギヤを締め付ける際に、カムギヤの歯山中心に対して位相がそれぞれ異なる 7 対の締め付け穴を選択することでバルブ開閉タイミングの微調整をおこなえる構造とした。

エンジン組立工程では、1 台ごとに、バックラッシュとバルブ開閉タイミングの調整をおこなっている。

4.5. オイル供給系統

Fig. 16 にクランクシャフトへのオイル供給経路を示す。コネクティングロッド大端部への給油は、クランクシャフトの左右の軸端部より、クランクシャフト内を通り供給される。クランクジャーナル給油は、これとは独立し、シリンダブロック内の通路を通り供給される。経路を独立させた理由は各々の給油量を最適化するためである。また、ピストンへの給油は、エキゾースト側に配置された各気筒専用のピストンジェットよりおこなう。Fig. 17 に示すピストンジェットは、方向の異なる四つのジェット穴を有し、ピストン各部の効率的な潤滑と冷却を可能とした。

4.6. クラッチ

クラッチにはレバー操作荷重の低減と過大なバックトルクの抑制を目的として、アシストスリッパ機構付き乾式

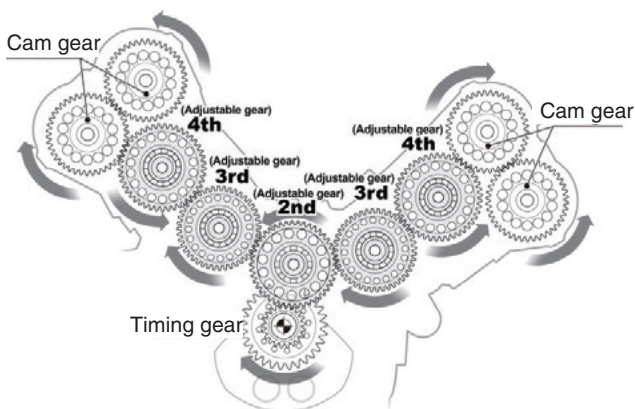


Fig. 14 Gear-driven camshaft

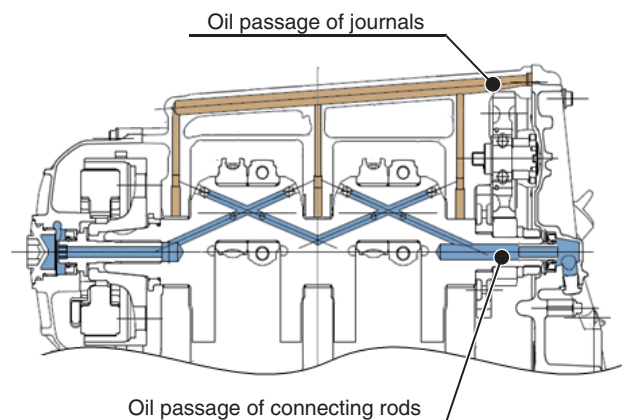


Fig. 16 Oil supply for crankshaft

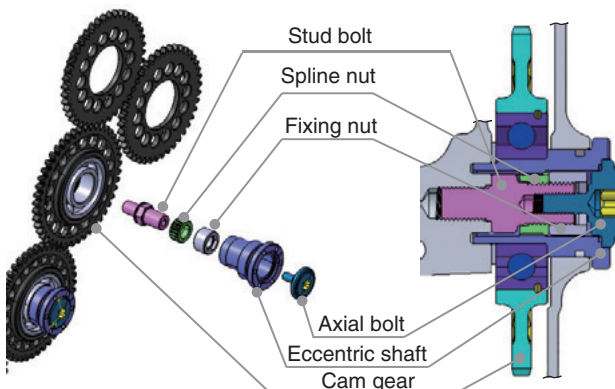


Fig. 15 Backlash adjustment mechanism

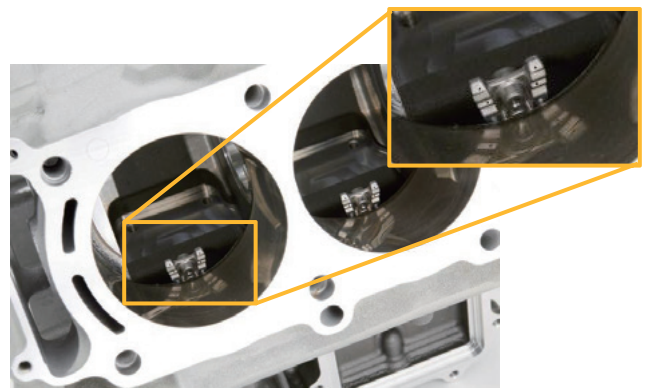


Fig. 17 Piston oil jet

クラッチを採用した。摩擦材には、耐熱性や耐摩耗性に優れた焼結材が用いられている。クラッチの構造図を Fig. 18 に示す。コンベンショナルなクラッチでは一体構造がとられるクラッチセンタは、センタ A とセンタ B に二分割されている。センタ A と B の間には、サブスプリングが組み込まれており、センタ B を介してプレッシャプレートのリフトさせる方向にその荷重は作用する。これにより、クラッチレバー操作時、サブスプリング力がクラッチリフト荷重に付加されてプレッシャプレートを押し上げ、クラッチレバー荷重を低減する。また、センタ A と B の間には、アシストカムとスリッパカムが設けられ、いずれかを介して継合される。

Fig. 19 にアシストスリッパ機構の動作説明図を示す。加速時には、アシストカム推力によりセンタ B はセンタ A に引き込まれ、メインスプリング荷重のみがプレッシャプレートに作用する。これにより所定のクラッチ伝達トルク容量が得られる。減速時には、スリッパカム推力がクラッチセンタ B とこれに接するプレッシャプレートを押し上げる方向に作用する。プレッシャプレートに作用するメインスプリングの荷重は緩和され、クラッチ容量は低下する。これにより急激なシフトダウンをおこなった際などに発生する過大なバックトルクをクラッチが滑ることで緩和させる。これは後輪のホッピング挙動やスリップの軽減を可能とする。

さらに、押し掛けによるエンジン始動を可能とするため、スリッパカム推力によるクラッチセンタの移動を制限するプランジャ機構 (Fig. 20) を採用した。プランジャはクラッチセンタ B 内にラジアル方向の移動が可能な形で組み込まれている。エンジン停止時、プランジャによりセンタ B はセンタ A に接する形でロックされる。これにより、所定のクラッチ容量が得られ、クラッチが滑ることなくエンジンの押しがけ始動が可能となる。エンジン始動後、プランジャは遠心力により外周方向へ移動し、クラッチセンタ B のアキシャル方向の移動が可能になる。

4.7. 吸気系

シリンダヘッドおよびスロットルボデーの吸気ポート内面には、総マシニング加工が施されている。これによりポート形状精度の向上が得られ、吸入空気量の安定化が図られた。スロットルボデーとシリンダヘッドの結合は、従来の差込タイプのインシュレータに代わり、面シール機能のみを有するインシュレータを用いることで、RC213V と同等の吸気管長とすることができた。また、結合にはスロットルボデー全体の防振を目的としてラバーマウント構造を採用した。幅広いレンジのエンジン回転数、スロットル開度など最適な燃料供給をおこなうため、1 気筒あたり 2 基のインジェクタを設定した。2 基のインジェクタの一つは、スロットルバルブ下流の吸気バルブ傘裏に噴霧できる位置に、もう一つはエアファンネル上流に配置した。そ

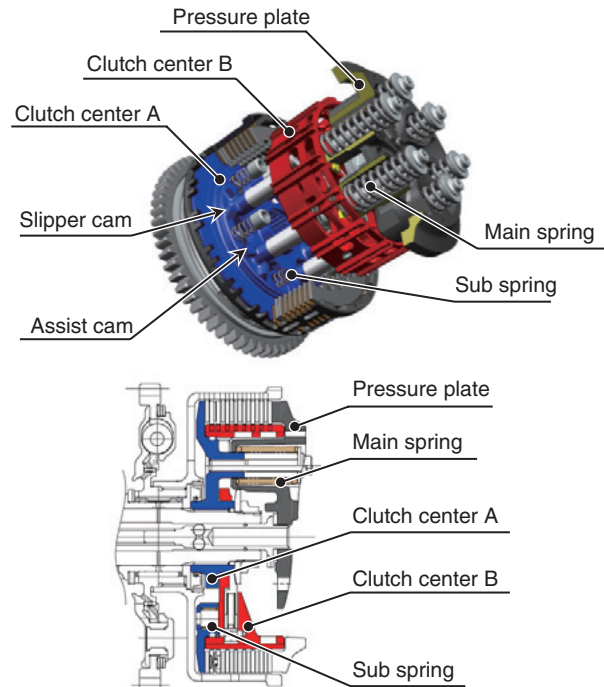


Fig. 18 Structure of assist-slipper clutch

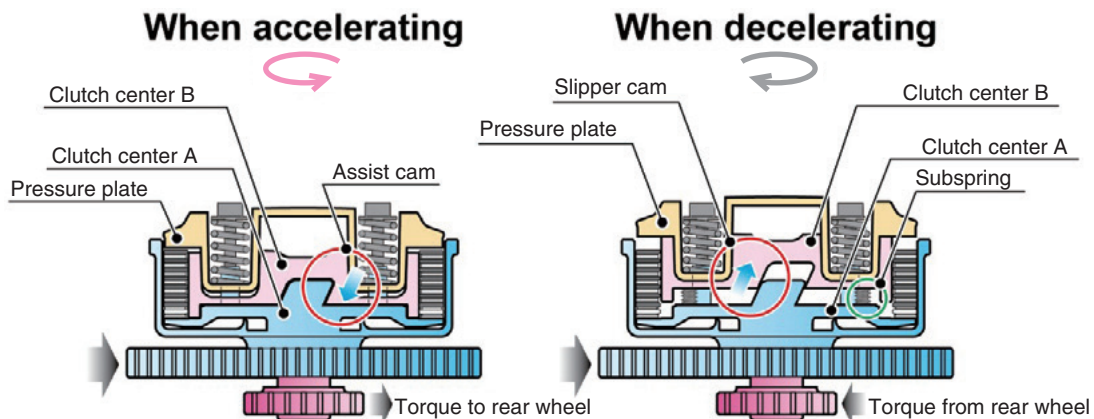


Fig. 19 Operational diagram of assist-slipper clutch

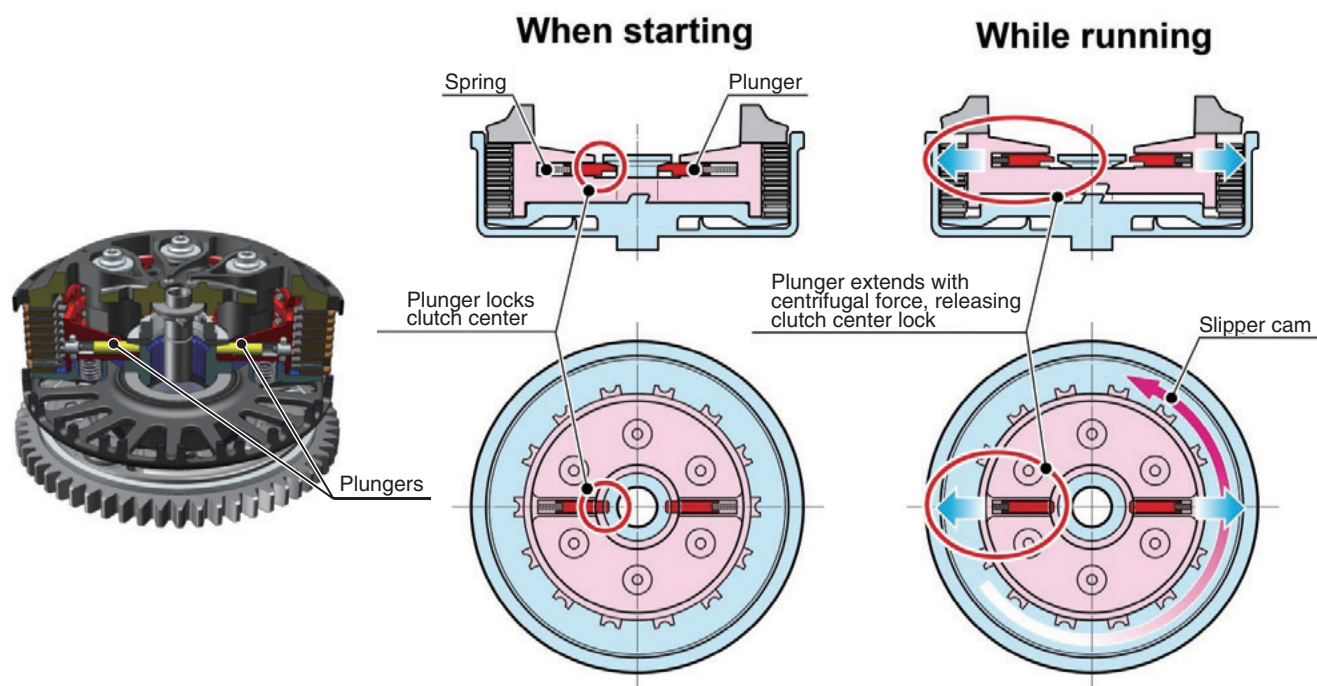


Fig. 20 Slipper cancellation mechanism for push-start

して、それぞれのインジェクタに対し、燃料供給量と噴射タイミングの最適化を図った。Fig. 21 に吸気系レイアウトを示す。

4.8. 排気系

V4 エンジンの排気系のレイアウトには以下のような課題がある。

- ・フロントバンクのエキゾーストパイプとラジエータのクーリングファンとの干渉
- ・リヤバンクのエキゾーストパイプとリヤクッションおよびフレームとの干渉

これらの対応として、排気ポート出口の楕円状の断面形状から徐々に真円の断面形状に変化する別体のカラーを設定した。排気ポート出口直下の断面形状を扁平化することで、上記の干渉を防いでいる。この別体エキゾーストカラーは、ステンレス鋳鋼品 SCS13 のロストワックス鋳造により製作した。

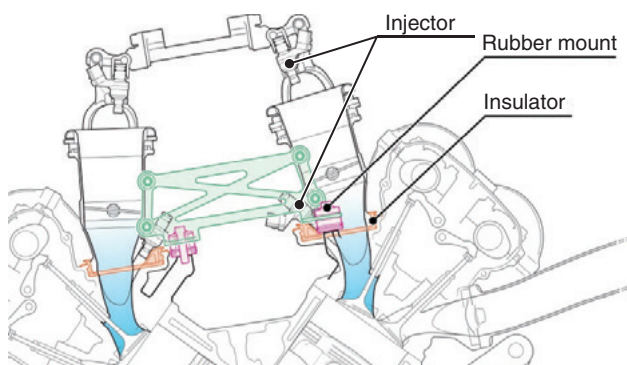


Fig. 21 Configuration of intake system

公道走行可能とするためには、騒音規制に適合するために RC213V よりも大きな容量の膨張室が必要となる。しかしながら、膨張室をカウリング外側に配置すると、空気抵抗の増加や完成モーメントの増加による運動性能の低下を招く。そのため、フロントシリンダ用とリヤシリンダ用に独立した異型膨張室を採用した。フロントシリンダ用を車体右下方に、リヤシリンダ用をテールカウル内部に設置することで、膨張室をカウリング内に収めることが可能となった。Fig. 22 に排気系レイアウトを示す。

排気管内の圧力をコントロールする可変排気バルブは、

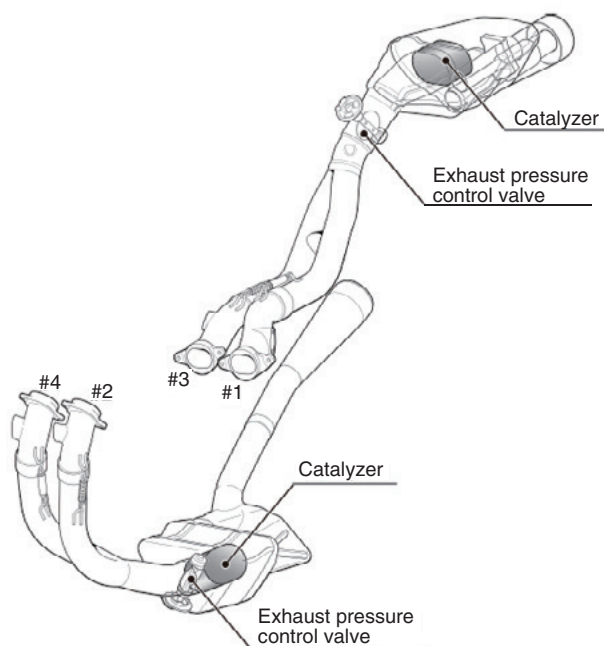


Fig. 22 Configuration of exhaust system

フロントシリンダ用とリヤシリンダ用共にエキゾーストパイプ集合部の下流側に設置した。キャタライザは、膨張室の入り口に配置した。以上のレイアウトを採用することで RC213V と同様の外観を維持することが可能となった。

5. 制御系

5.1. 制御概要

RC213V は勝つために必要な手段である「操りやすさ」を生み出すために、動力性能や車体挙動に関わるさまざまな制御システムを搭載している。各制御パラメータを変更することで、車両特性を走行環境に合わせて細かく設定することが可能である。さらに、これらの制御パラメータを組み合わせたものを走行モードとして複数設定できる。ラ

イダはレース中の路面コンディションの変化やタイヤのグリップ力の変化に応じて各モードを切り替えながら走行する。RC213V-S ではこのようなレーシングマシン特有のモード切替えの機能を踏襲し、一般公道においてもライダーに RC213V が持つ「操りやすさ」を体感させる各種制御システムを搭載した。その技術内容を紹介する。

5.1.1. 制御システム構成

Fig. 23 に RC213V-S の電子制御システム構成を示す。RC213V-S では RC213V を踏襲した電子制御を実現するため、Throttle by wire (TBW) システムを搭載した。また、車両の運動状態を精度良く検出するために Inertial Measurement Unit (IMU) を搭載した。スロットルグリップ開度を検出する Accelerator Position Sensor (APS) は軽量化と省スペースの観点から、スロットルケーブルを用い

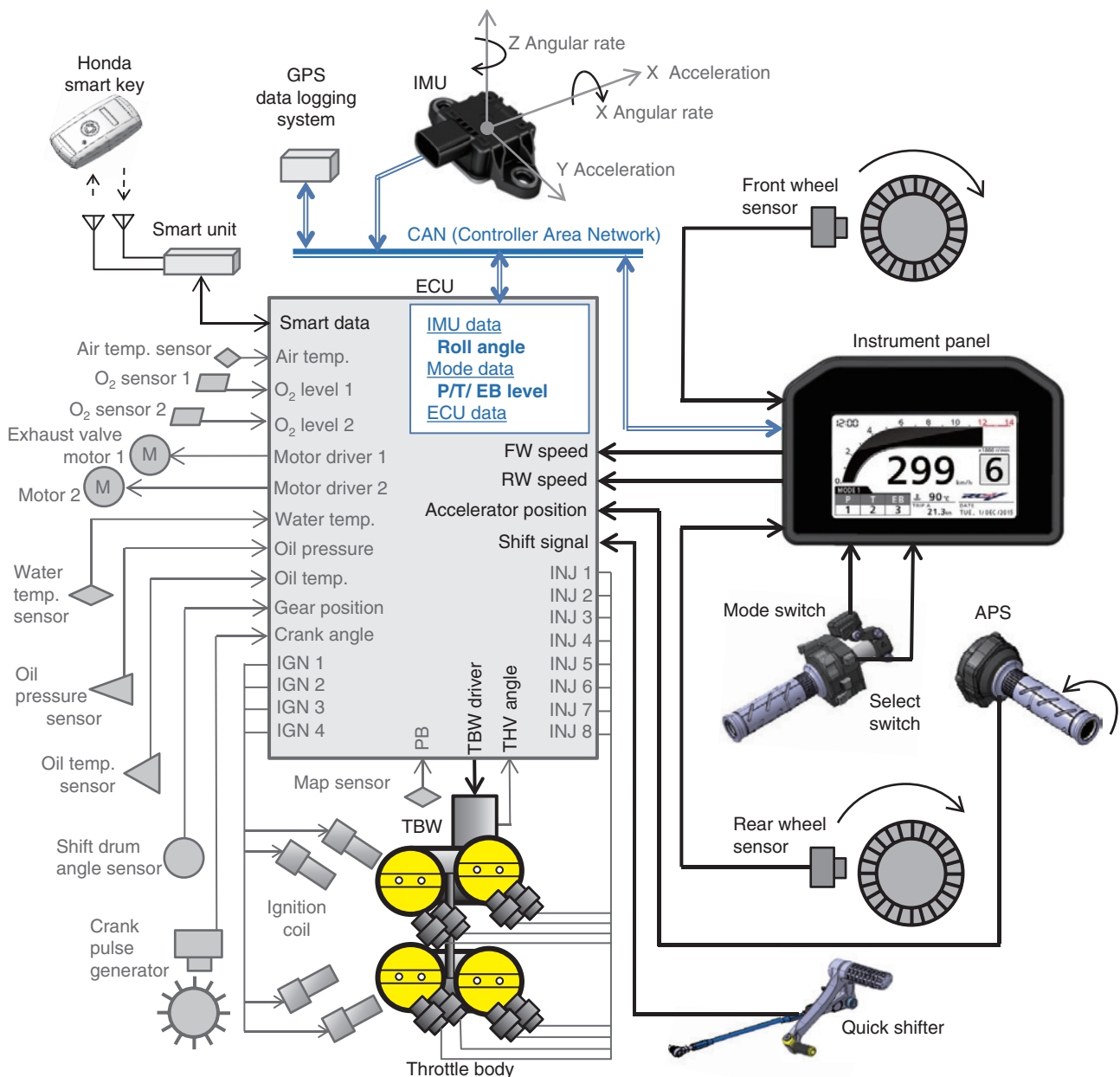


Fig. 23 Electronic control system

ないグリップ位置搭載型を採用した。Engine Control Unit (ECU) は、市販車としての使い勝手や耐環境性能の観点から新規に開発をおこなった。また各種制御に必要なセンサ類についても同様の観点で選定した。

5.1.2. 走行モード

RC213V-S では、ライダーのスロットル操作に対する動力伝達系の挙動を調整する三つのシステム、パワーセクタ、セクタブルトルクコントロール、セクタブルエンジンブレーキを搭載した (Table 3)。これらは出力特性を3段階 (Pレベル: 1から3)、トルク特性を10段階 (Tレベル: 0から9)、エンジンブレーキ特性を4段階 (EBレベル: 1から4)、それぞれ独立に選択のできるようになっている。さらにこの三つのパラメータをあらかじめ組み合わせた5種類の走行モードを設定した。モード1は路面コンディションが最も良好な状態を想定し、システムによる制御介入レベルが最も小さい。これにより、パワフルかつダイレクトなエンジン特性となるような設定とした。モード2, 3, 4, 5は順に制御介入レベルが高くなるように設定した。ライダーは走行中に左ハンドルのモードスイッチを押すことでモード1から5を切り替えることができる。さらに、それぞれのモードにおける各パラメータはライダーが任意に設

Table 3 Default values of riding mode

Riding mode	Engine power (P)	Torque control (T)	Engine brake (EB)
Mode 1	1	2	3
Mode 2	2	2	3
Mode 3	2	5	3
Mode 4	2	8	2
Mode 5	3	8	1
Selectable range	1 - 3	0 - 9 0: off	1 - 4

定できる。これによりさまざまなライディングシチュエーションやライダーの嗜好に応じた走行を可能とした。

5.1.3. パワーセクタ (P)

Fig. 24 にパワーセクタの出力特性イメージを示す。パワーセクタはスロットル開度に対するエンジン出力特性を3段階のレベルから選択するシステムである。システムにおいてはAPSの開度に対する Throttle Valve (THV) 開度特性をそれぞれのレベルごとに設定することで異なった出力特性を実現している。Fig. 25 にパワーレベルごとのAPSに対する THV 開度特性を示す。

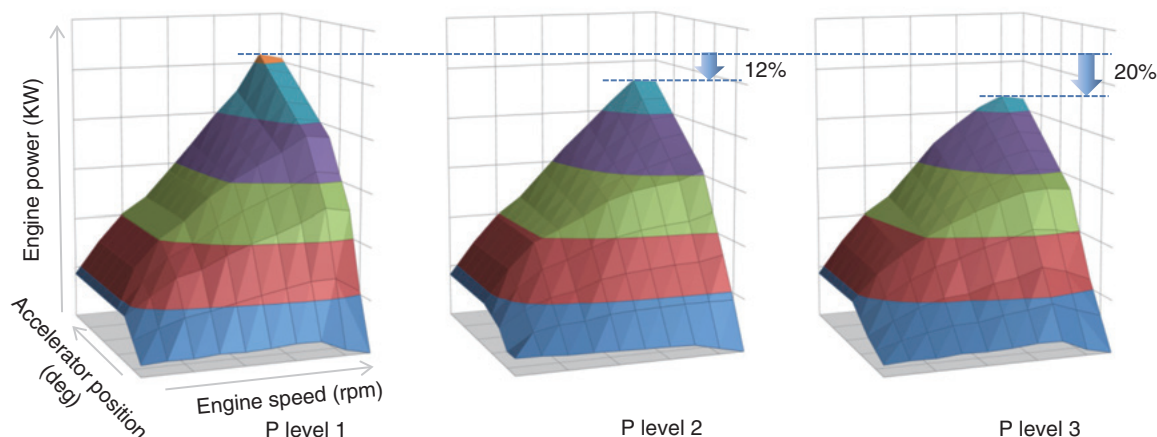


Fig. 24 Change of engine output characteristic by power selector

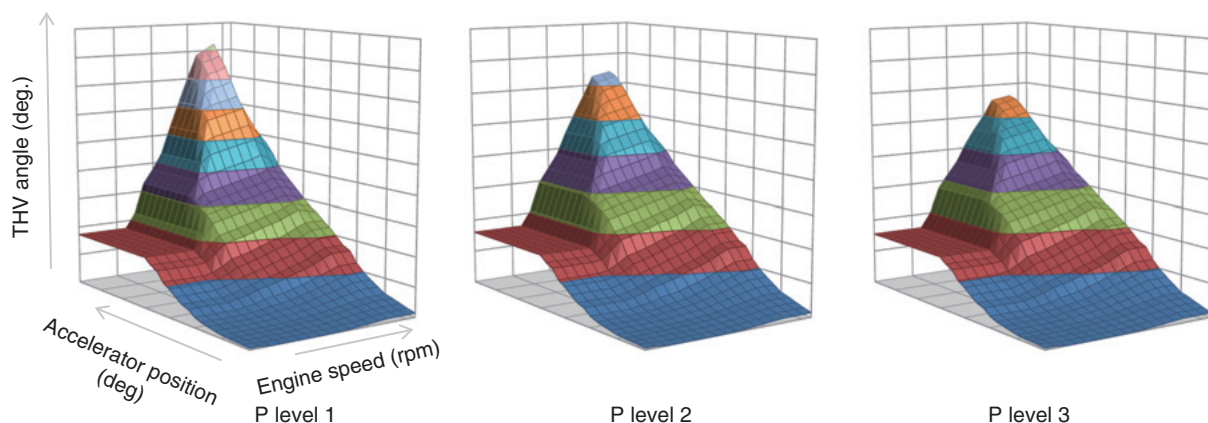


Fig. 25 Relationship between APS output and THV angle in each P level

レベル 1：6 速すべてのギヤポジションでピーク出力まで引き出せる。

レベル 2：APS 開度 10% 以上の領域で、レベル 1 に対し、エンジン出力を最大で 12% 抑制する。

レベル 3：同様にエンジン出力を最大で 20% 抑制する。

5.1.4. セレクタブルトルクコントロール

コーナからの立ち上がりなどの加速時に、スロットルを開け過ぎると後輪がスリップし車体挙動を乱す場合がある。レースにおいてはこれがラップタイムに影響し、勝敗をも左右する。セレクタブルトルクコントロールはこのような加速時の後輪スリップを緩和し車体挙動を安定させ、ライダーが車両をコントロールしやすくするためのシステムである。前後輪に配置された車輪速度センサによりそれぞれの車輪速を検出する。ECU はこの値から後輪のスリップ率を演算する。フロントカウル内に配置された IMU で検出した角速度、加速度情報を元に ECU は車体ロール角度を演算する。ECU は、車体ロール角および APS 出力から目標スリップ率を判断し、この目標スリップ率に収束するように THV 開度を調整し駆動力をコントロールする。これによりライダーがスロットルを大きく開けた場合でも後輪のスリップを緩和しつつライダーの加速要求に逆らわない駆動力を供給することができる。セレクタブルトルクコントロール介入レベルは、ライダーの嗜好に合わせて OFF を含めて 10 段階の切替えを可能とした。

5.1.5. セレクタブルエンジンブレーキ

セレクタブルエンジンブレーキは APS 全閉時のエンジンブレーキ特性を 4 段階のレベルから選択するシステムである。APS 全閉時にエンジン回転数に応じ、TBW により THV 開度を所定の開度に調整する。レベル 1 が最もエンジンブレーキが強く、レベル 2, 3, 4 と順にエンジンブレーキが弱くなる設定とした。Fig. 26 にセレクタブルエンジンブレーキの制御マップを示す。

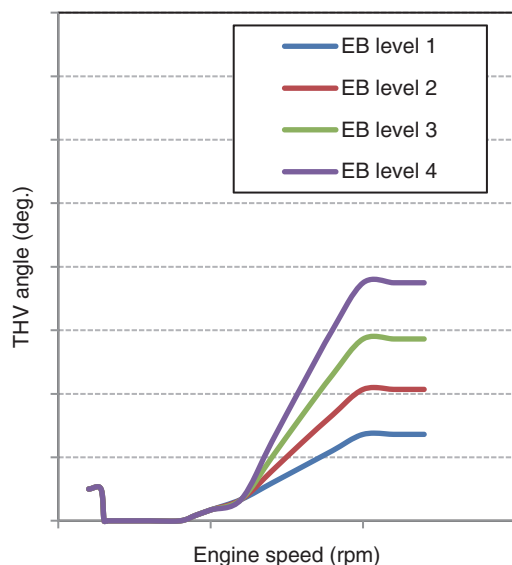


Fig. 26 Engine brake (EB) control map

5.1.6. クイックシフタ

RC213V-S では RC213V と同様に、クイックシフタを採用した。クイックシフタは、ライダーがスロットルを閉じたり、クラッチレバーを操作したりすることなく、シフトペダルの操作のみでシフトアップできる機構である。シフトペダル操作が検出されると、ECU が燃料噴射量と点火タイミングを制御することでスピーディかつ確実なシフトアップを可能とする。シフト操作の検出は、シフトロッド部に組み込まれた素子によっておこなわれている。RC213V ではダイレクトな操作フィーリングの実現が可能な圧電素子が用いられている。一方、RC213V-S ではメンテナンスフリーの観点から、メカニカルスイッチを用いている。

6. 電装

6.1. メータ表示

RC213V ではプロライダーの要望に基づいてレース時に必要な情報だけが提供できるドットマトリクス式多機能メータを採用した。それに対して RC213V-S では、一般公道での使用を考慮し、豊富な情報を表示可能とするために、Honda の二輪車として初のフルカラー TFT 液晶式メータを採用した。周囲の明るさに応じて自動調光する最大輝度 1000 cd/m^2 のバックライトによりさまざまな環境下での視認性を向上させた。液晶ディスプレイには、ライダーが状況に応じて切り替えて使用することを想定し、車速を中央に配置するストリート表示とラップタイムを中央に配置するサーキット表示の二つの表示構成を設定した。走行モードとその制御パラメータのパワー (P)、トルクコントロール (T)、エンジンブレーキ (EB) のレベル値は走行中に視認しやすいように画面左下にまとめて配置した。ラップタイムはハンドルに設けたスイッチを押すことで計測できる他、付属の GPS データロギングシステムによる自動計測と表示および USB メモリへの記録を可能とした。ラップタイムは走行後にメータ画面に呼出し表示が可能である。また、記録データを USB メモリからパソコンに読み込ませ、専用アプリケーションを用いてスロットル開度やエンジン回転数など各種車両情報を含めて走行ラップのデータの閲覧も可能である。その他、RC213V を踏襲する機能としてメカニク表示とシフトアップインジケータを搭載した。メカニク表示はライダーやメカニクが車両の点検やエンジンを暖機する際に、水温や油温、油圧などのコンディションを数値で確認することができる。シフトアップインジケータは効率良くマシンを加速させるために、シフトアップのタイミングをライダーに認知させる機能である。ライダーが前方を注視していても視界に入るようにメータ上部に高輝度白色 LED を横一列に配置した。シフトアップポイントは 4000 rpm から 14000 rpm の間で 200 rpm きざみで任意に設定できる。加速中に設定した回転数に達する

とシフトアップを促すため点灯から点滅に変化する。Fig. 27 にメータ外観と表示構成を示す。

6.2. ホンダスマートキー

RC213V-S では、車体側とキー側の認証を電子的におこなうホンダスマートキーシステムを採用した (Fig. 28)。これにより、一般的な機械式キーを使用することなくイグニッションオンが可能となった。トップブリッジ回りからキーシリンダを廃止できるため、RC213V と同等のコックピットビューを実現した。また、ライダーがスタートボタンを押すワンアクションでエンジンが始動できるため、走行するまでの一連の動作をスムーズなものにした。

ただし、ハンドルロック機構とフューエルフィラーキャップの開閉は、軽量化を目的としてそれぞれ機械式キーでの操作とした。これらの機械式キーは、ホンダスマートキーに収納できる構造とし、別々に携帯する煩わしさを解消した。

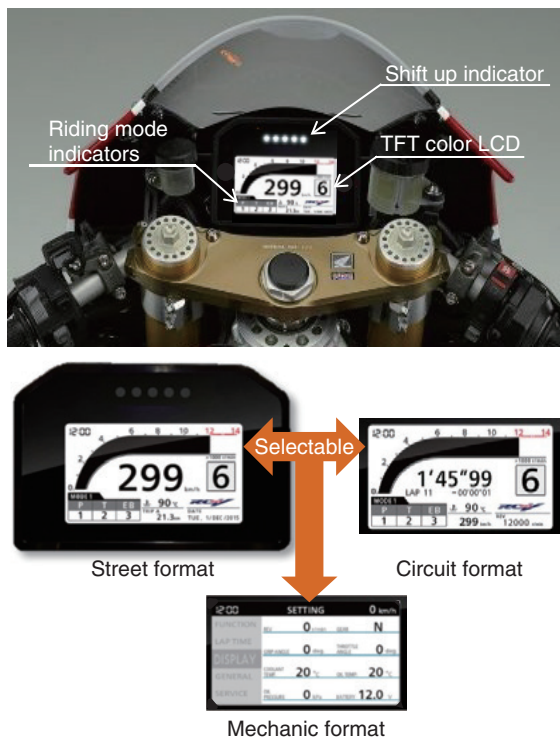


Fig. 27 Instrument panel and display formats

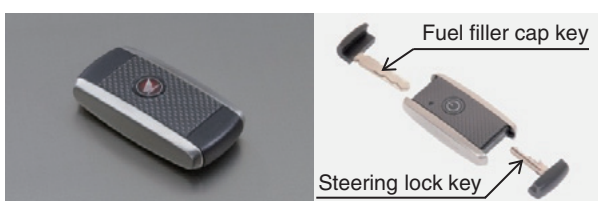


Fig. 28 Honda smart key

7. まとめ

RC213V-S は、MotoGP 用レーシングマシン RC213V の完成車パッケージと操縦フィーリングを通して得られる「操る楽しさ (Fun to Ride)」を、余すところなく再現した。これにより、一般のライダーが、速度域に関わらずその魅力を公道で体感することが可能となった。この開発で得られたさまざまな技術要素は、今後の開発車両に順次反映していくことが可能である。それによって、新たな魅力が付加された二輪車が、市場に提供されていくことが期待される。

参考文献

- (1) 角増 寿: 4 ストロークロードレーサ RC211V の紹介, Honda R&D Technical Review, Vol.15, No.2, p.17-24

■ 著 者 ■



宇貫 泰志



土屋 粒二



村澤 直喜



向原 穂高



大越 悟