

CRF1000L Africa Twin の開発

Development of CRF1000L Africa Twin

飯 塚 直*

Naoshi IIZUKA

飯 田 晃 祥**

Akihiro IIDA

小 山 信 也*

Shinya KOYAMA

山 倉 裕**

Yutaka YAMAKURA

菅 野 剛*

Takeshi SUGANO

中 村 健一郎*

Kenichiro NAKAMURA

今 井 良 幸*

Yoshiyuki IMAI

中 村 公 紀*

Masanori NAKAMURA

小 野 和 彦*

Kazuhiko ONO

要 旨

オン/オフロードタイプの二輪車の中で、アドベンチャースポーツというカテゴリーのさきがけとなったXR750 Africa Twinの伝統を継承しながら、新しい時代にふさわしい技術を取り込んだCRF1000L Africa Twinを開発した。細部までこだわった軽量化やマスの集中化により、前モデルとほぼ同等の車体サイズや車両重量を達成した。エンジンは998 cm³直列2気筒とし、オイルタンク内蔵式のドライサンプ構造などの採用により、高出力でコンパクトなユニットを実現した。これらにより、オフロード走行性能とオンロードのツーリング性能を高い次元で両立させることができた。また、オフロードモデルとして初のDual Clutch Transmissionはオフロード走行においてもその有効性を発揮した。

ABSTRACT

The CRF1000L Africa Twin was developed with technologies for a new era while inheriting the tradition of the XR750 Africa Twin, which pioneered the adventure sports category. Extensive weight reduction and mass centralization allows the size and weight of the CRF1000L Africa Twin to closely match its predecessor. An engine with parallel twin cylinders and displacement of 998 cm³ was employed. In addition, a dry sump system was applied in which the oil tank is integrated within the crankcase. These features contributed to enabling a powerful and compact power unit. The dynamic performances in off-road riding and the performances sought as an on-road touring motorcycle are fulfilled at the highest levels. Furthermore, a dual clutch transmission was applied for the first time to an off-road motorcycle, and has proven its effectiveness in off-road riding as well.

1. まえがき

近年、欧州など先進国では縮小傾向にあるモータサイクル市場において、大型のオン/オフロードモデル市場は安定的に推移している。1985年までは、大型のオン/オフロードモデルはモデル数も少なく小さな市場であったが、Hondaは、1986年にこの市場に初のフルフェアリング付大型オン/オフロードモデルとしてXL600V TRANSALPを発売した。1988年にはパリダカウルラリーで1986年から3年連続優勝(二輪車部門)を成しとげたワークスレーサNXR750の技術をフィードバックしたXR750 Africa

Twinを投入した。その後、1990年に排気量を拡大し、XR750 Africa Twinとしてアドベンチャースポーツという新たなコンセプトの礎を築いた。2000年には高速長距離ツーリングへの対応を目的として開発したXL1000V Varaderoを市場へ投入した。一方、欧州のメーカーも顧客のツアー志向の高まりをうけ、排気量を拡大させ高速移動への対応をするとともに、オフ志向のモデルの追加などでモデル数も拡大し、年々、販売台数とシェアを拡大していた。

このような背景から、Hondaは、XR750 Africa Twinのコンセプトを踏襲しながら、現代が求める環境性能や次世代モデルとしてふさわしい技術を搭載した大型オン/オ

* 二輪 R&D センター

** Honda R&D Southeast Asia Co., Ltd.

フルードモデル CRF1000L Africa Twin (Fig. 1) を新たに開発し、グローバル市場へ投入することとした。

本稿では、CRF1000L Africa Twin の完成車のパッケージング、新開発の 998 cm³ 直列 2 気筒エンジン、オフロード走行を考慮した Dual Clutch Transmission (DCT) の制御システムなどの技術を解説する。

なお、本稿では CRF1000L Africa Twin を本モデル、XRV750 Africa Twin を前モデルと呼ぶこととする。



Fig. 1 The CRF1000L Africa Twin

2. 開発のねらい

開発チームは、1980 年代に Honda が参戦を続けていたパリダカールラリーにおける挑戦の歴史と、その当時新たな市場の創出に挑戦した Africa Twin の伝統を継承しながらも、新時代の Africa Twin を開発することを目指した。Africa Twin と称するのであれば、オフロードの走破性が高いことは必須条件であり、加えてオフロードにいくまでの高速走行を含むオンロードでの移動は荷物を積載しても快適に走行することが必要と考えた。したがって、この二律背反の走行性能を高次元でバランスさせることを本モデルの開発のねらいとした。

コンセプトは「Go anywhere - 日常のコミューティングから広大な夢の大地を走破できる、本格アドベンチャーモデル」とした。

3. 車体仕様

3.1. パッケージングとディメンション

本モデルでは、新開発のコンパクトな直列 2 気筒エンジンを採用した。これにより、V 型エンジンでは後部側のシリンダが配置される車体重心の周辺に、重いバッテリーや Engine Control Unit (ECU) などの電装部品を配置し、マスの集中化を図った (Fig. 2)。また、前モデルに対して同等

の車体サイズとしながらも、サスペンションのストロークをフロント 220 mm から 230 mm へ、リヤは 214 mm から 220 mm に伸長した。また、タイヤサイズは、前輪は前モデルと同じ 21 インチ、後輪は 17 インチから 18 インチとすることで、最低地上高も 220 mm から 250 mm に増加させている (Fig. 3)。

ステアリング系に関しては、前モデルに対してステム側の径が大きい倒立タイプのサスペンションを採用しながらも、ヘッドパイプ周りのフレーム形状とエアクリナ形状のスリム化によって、ハンドル転舵角を 40° から 43° に増加させることができた。これにより、大型オン/オフロードモデルのカテゴリにおいてトップレベルとなる最小回転半径 2.6 m を確保した。その結果、狭い林道での折り返しを想定したオフロード走行シーンだけでなく、自宅ガレージなどの日常での取り回しに至るまで、さまざまなシーンで扱いやすい車体となった。

3.2. エンジン搭載レイアウト

本モデルで新開発した直列 2 気筒エンジンは、前モデルに対して、エンジンの前後長の短縮化が実現でき、フロントタイヤとリヤスイングアームピボットの間隔を 8 mm 短

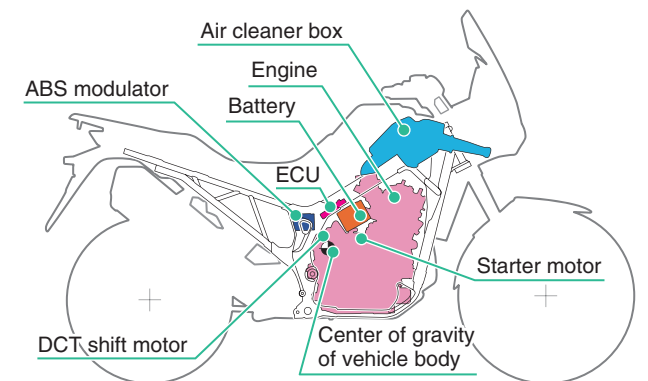


Fig. 2 Layout of key components

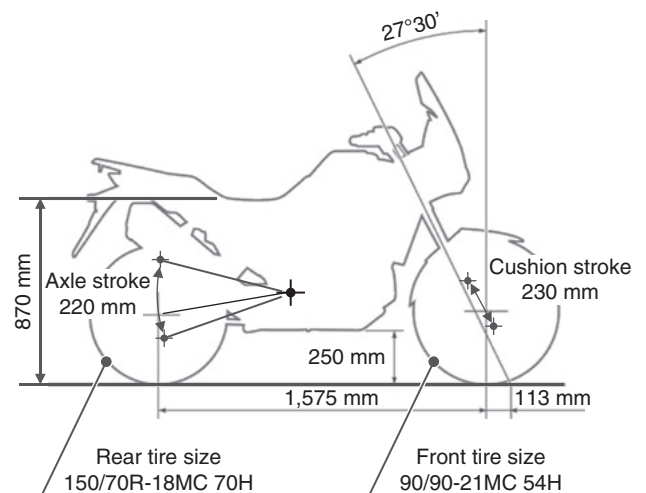


Fig. 3 Dimension and key parameters

縮させた (Fig. 4)。これにより、フロントタイヤの分担荷重比が増加し、安定性が向上すると同時に、タイヤの挙動もライダーがより適確に捉えることができる。その結果、不安定な路面を走行することが多いオフロードモデルに必要な車体特性の一つであるフロントタイヤの接地感を向上させている。

また、直列2気筒エンジンは、V型エンジンと比較すると後部側のシリンダがないため、ライダーの膝周辺の車体幅のスリム化が可能となる。これによりオフロード走行に適したアクティブなライディングポジションを可能とする車体形状を確保した (Fig. 5)。

さらに、シート高を標準状態 (870 mm) から 20 mm 下げることが可能なアジャスト機能を装備することで、タンデム走行時や足つき性を重視するような路面を走行する際の利便性を向上させた (Fig. 6)。

3.3. フレームボデー

フレーム構造は、Honda のオフロードモデルで伝統的に

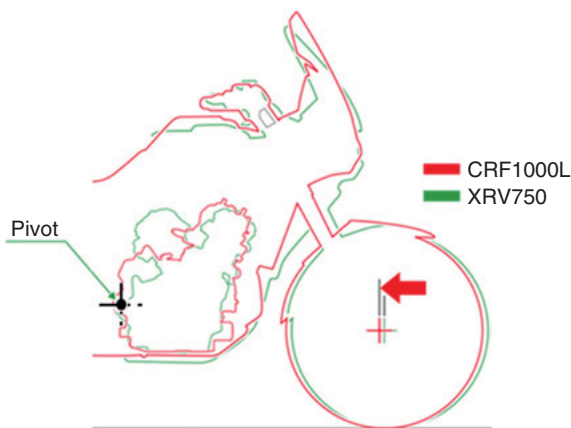


Fig. 4 Comparison of front axle positions

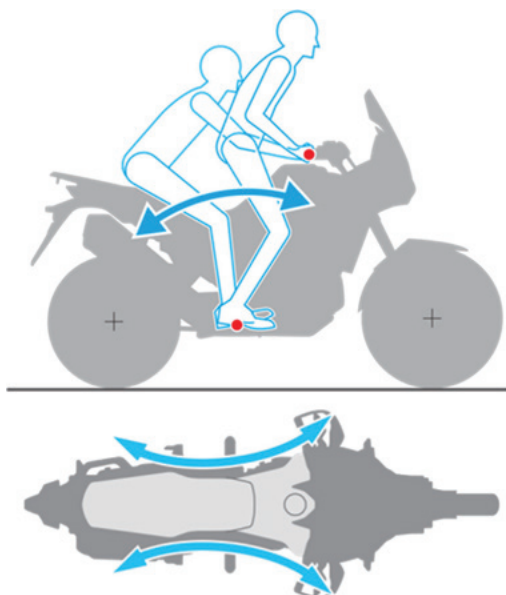


Fig. 5 Rider movements

使用され、ダカールラリー参戦モデルである CRF450 Rally や前モデルでも採用したセミダブルクレードル構造とした (Fig. 7)。そこに、タフなオフロード走行やハイウェイでの高速積載タンデム走行、荷物を積載したままでの荒れた路面の走行などのさまざまな走行状況下で必要な強度と剛性を確保した。同時に、荒れたオフロード路面でもタイヤを追従させ、エンジンで発生した駆動力を路面に伝達させるしなやかさも確保している。そのため、Fig. 8 に示すような異型楕円形状のメインパイプ部材を採用した。また、エンジンを6箇所エンジンハンガで取り囲むように支持している (Fig. 9)。これらにより、最適なフレームボデーの剛性バランスを実現した。また、幅広い使用環境に対応可能な強度と、車体の運動性能を高めるために必要な軽量化を両立させるため、フレーム素材には、高張力鋼を採用した。

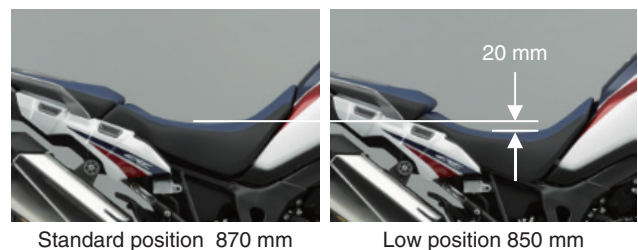


Fig. 6 Seat height adjuster



Fig. 7 Frame body (MT model)

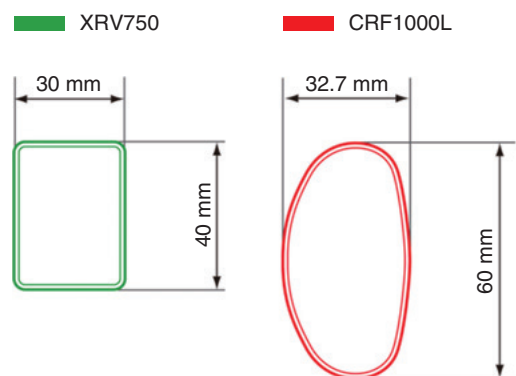


Fig. 8 Comparisons of frame pipe cross section

3.4. 積載装置

本モデルは、荷物の積載性を向上させる便利なアクセサリとして、トップボックスとパニアケースを設定した (Fig. 10). 通常、パニアケースを装着するためには別体のパニアケース取付け用ステーを事前に車体に装着しておく必要がある。しかし、本モデルでは VFR1200X と同様の取付け用ステー不要のパニアキャッチシステムを採用した。さらに、強度と剛性が求められるリヤキャリアとリヤグリップ、パニアキャッチシステムを一体構造としたことで部品点数を削減することができた。また、材質をガラス補強材入りのナイロン樹脂としたことで軽量化も実現することができた (Fig. 11)。

3.5. シャシの仕様

3.5.1. フロントサスペンション

フロントサスペンションにはばね下重量の軽減と作動性の向上、高剛性化をねらった $\phi 45$ 倒立フォークを採用した。アクスルホルダはリーディングアクスル式とすることで操舵系重心を回転中心に近づけ操舵慣性モーメント低減に寄与するとともに、対向 4 ポットのラジアルフィットブ



Fig. 9 Six engine hanger locations



Fig. 10 Accessories integrated in motorcycle styling

レーキキャリアを装備する形状とした。

また、日常の街乗りからタンデム走行+積載でのツーリングやオフロード走行などさまざまな使い勝手が想定されるため、幅広いセッティングに対応する必要がある。そのためスプリングプリロード調整機構に加え、伸びと縮み双方の減衰力調整機構も備えた、フルアジャスタブル式を採用した [Fig. 12(a)]。

3.5.2. リヤクッション

オフロード走行においては、ライダーは前後への体重移動やシッティングやスタンディングによるアクティブなライディングをおこなう。そのため足つき性を確保したうえでスリムな車体形状とすることが要求される。同時に、ツーリングなどにおいて十分な航続距離を得るために 18 L の燃料タンク容量を確保する必要があった。それらを両立するため、リヤクッションの上部取付け位置を前モデルに対して 33 mm 下方に移動し、それによってできたスペースに燃料タンクの後端を配置することでライディングの自由度を阻害せずに燃料タンク容量を確保した。取付け位置を下



Fig. 11 Pannier system

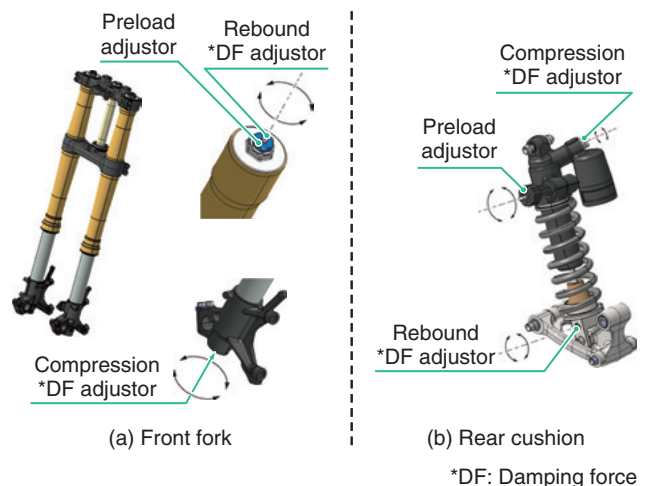


Fig. 12 Front fork and rear cushion

げた状態においても最低地上高とリアアクスルストロークを、リヤクッションの全長を見直すとともにプロリンクを専用設計とし実現した。

また、フロントサスペンションと同様、さまざまな使い勝手に対応するためスプリングプリロード調整機構に加え、伸び/縮みの減衰力調整機構も備えた、フルアジャスタブル式を採用した。特に使用頻度の高いスプリングプリロード調整機構は工具不要で調整が可能な油圧ダイヤル式とし、積載荷重の変化に対して柔軟かつ迅速に対応できる仕様とした〔Fig. 12(b)〕。

3.5.3. スイングアーム

スイングアームは、アクティブなライディングポジションを妨げないようにするため、マフラと近接する範囲のスイングアーム面を車体内側に追い込む必要があった。また、同時に適切な剛性や強度を満足させることも必要である。そのため、各部の形状と板厚の最適化を効率良く実施できるアルミニウム中空重力鋳造製法により製造することとした (Fig. 13)。

3.5.4. ブレーキ

ブレーキシステムは積載+タンデム走行でも安心して制動できることを目標に、前モデルに対し絶対効力を大きく高めた。同時にオフロード走行での繊細なブレーキコントロールにも対応するため細部のセッティングをおこない、これを両立した。Fig. 14 に前後輪ブレーキシステムの外観を示す。前輪ブレーキは、 $\phi 310$ のフローティングディスク

を本モデル用として専用設計しダブルで装着した。ディスクハブはアルミ製とし、軽量化を図った。フロントブレーキキャリパは、安定したブレーキタッチと高いコントロール性、軽量化を目指し、対向4ポットラジアルフィットキャリパを専用設計した。後輪ブレーキは $\phi 256$ ソリッドディスクを採用した。

3.5.5. 後輪 ABS OFF 機能および後輪ブレーキにかかわる DCT 制御

オフロード走行時に前後輪ブレーキの使い分けが必要な場面を想定し、Honda 初の切り替え機構つき Antilock Brake System (ABS) を採用した。これはライダーのスイッチ操作により後輪の ABS の機能をオフにすることを可能としたものである。後輪の ABS をオフにすることにより、後輪ブレーキはライダーのペダル操作だけでコントロールすることが可能となる。この場合、インジケータにより後輪の ABS がオフ状態であることを表示しライダーへインフォメーションを伝えるものとした。

DCT 車においては、エンジン回転数の変化や車速の変化から、走行中にライダーが後輪ブレーキを踏み、後輪がロック状態になることを前もって予測し、締結側のクラッチに印加されるクラッチ油圧を瞬時に小さくすることでクラッチを切断し、エンジンストール (エンスト) を回避している。これにより、ライダーはマニュアルトランスミッション車両にあるようなエンストさせないためのクラッチレバー操作に気を遣うことなく後輪をロックさせることができる。

4. エンジン概要と適用技術

4.1. 新エンジンの出力特性と動力性能

Fig. 15 に新エンジンの外観を、Table 1 に前モデルのエンジンと比較した主要諸元を示す。

また、本モデルと前モデルの出力特性比較を Fig. 16 に示す。前モデル同様、フラットなトルク特性による扱いやすい出力特性を求め、ポート形状、バルブタイミング、吸排気系および2プラグ位相点火制御の最適化を図った。そ

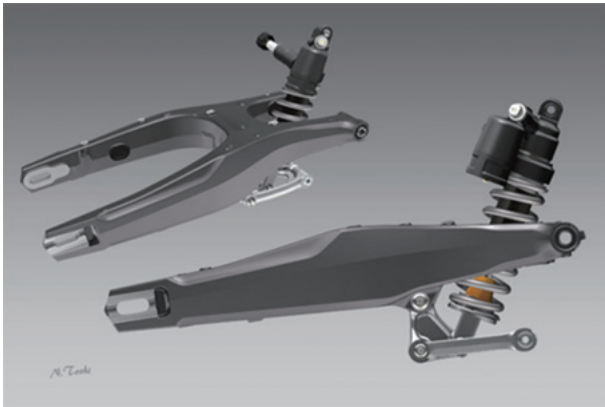
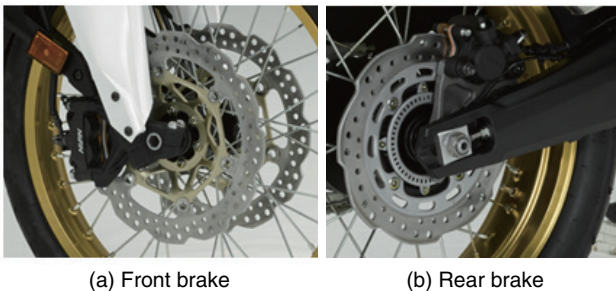


Fig. 13 Swing-arm



(a) Front brake

(b) Rear brake

Fig. 14 Front and rear brake

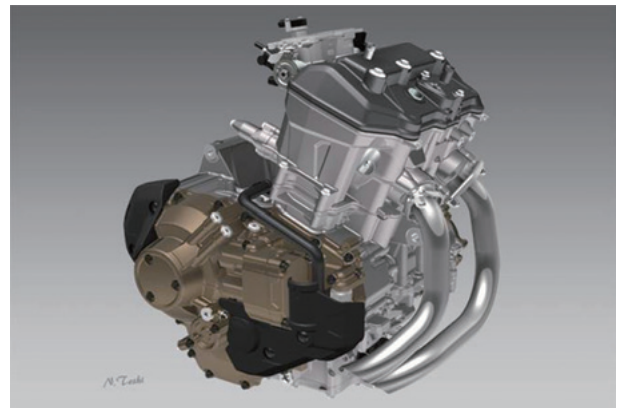


Fig. 15 External view of engine (DCT type)

Table 1 Comparison of specifications of engine

Model name	CRF1000L Africa Twin	XR750 Africa Twin
Displacement (cm ³)	998	742
Bore × stroke (mm)	92.0 × 75.1	81.0 × 72.0
Compression ratio	10.0	9.1
Maximum power (kW/rpm)	70/7,500	45/7,500
Maximum torque (Nm/rpm)	98/6,000	64/6,500

の結果、排気量拡大に伴う全域での出力向上と扱いやすさの両立を実現し、低速から高速域まで、高いトラクション性能と心地よいパルス感を発揮するエンジンとなった。

4.2. 軽量コンパクト化のための適用技術

4.2.1. クランクケース内蔵オイルタンク式ドライサンプ構造

オフロード走行においては車体の姿勢変化が大きくなり、エンジン内に溜めているエンジンオイルの油面位置が大きく変化する。このため、ウェットサンプ方式のモデルでは、オイルパンを深くし、より低い位置からエンジンオイルをポンプによって吸い上げるように配慮されている。これにより、油面位置の変化に影響されずに、安定してオイルを圧送することが可能となる。しかしながら、オイルパンを深くすることは、二輪車の最低地上高が低くなることを意味し、オフロード走行時の走破性を阻害することとなる。一方、ドライサンプ方式の場合、オイルを溜めておくタンクを設定することにより、安定してオイルポンプでオイルを圧送することが可能となる。ただし、オイルタンクをエンジンと別に設定すると、軽量、コンパクト化を阻害する要因となる。

このため、本エンジンは、クランクケース内にオイルタ

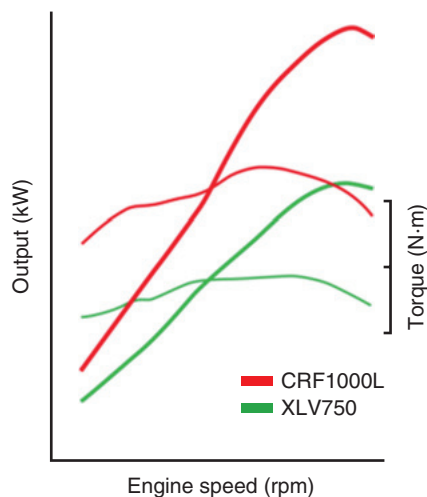


Fig. 16 Engine performance

ンクを内蔵したドライサンプ方式 (Fig. 17) を採用した。本構造の第一の特徴は、クランクケースおよびオイルパンと一体で構成されるオイルタンクをエンジン内部に備えたところにある。また、第二の特徴として、そのオイルタンクへオイルを供給するためのポンプをタンク内部に配置した点が挙げられる。

第一の特徴により、本モデルは効率的にオイルタンクを設置でき、かつオイルパンの高さを 35.7 mm という低さに設定することが可能となった。この結果、本モデルはクラストップレベルの最低地上高 250 mm を達成した。

さらに第二の特徴により、オイル通路は、オイルパンおよびタンクと一体かつ最短で設置することが可能となり、エンジン全体の軽量、コンパクト化に寄与している。

4.2.2. クラッチ室内配置構造ウォータポンプ

従来、ウォータポンプの設置手法として、クランクケースやエンジンカバーの外面に取付け座面を構成し、外側からボルトで締結する手法が広く採用されてきた。この手法では、その座面やボルトがエンジン外面に存在することにより、エンジンカバーのスタイリング自由度が制限される要因となっていた。また、ウォータポンプをクラッチカ

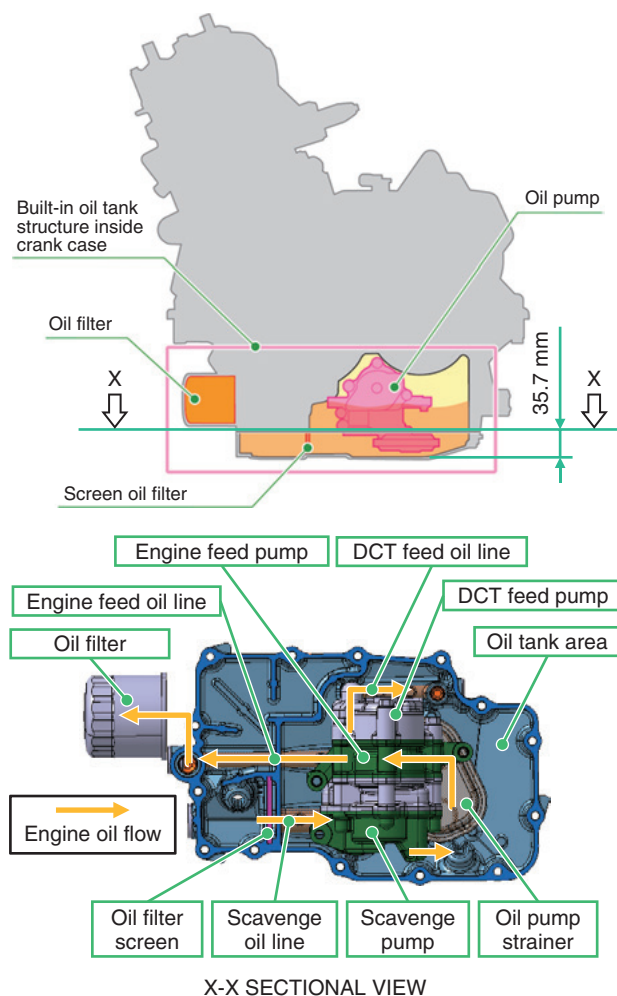


Fig. 17 Construction of dry sump system having oil tank integrated in crankcase

バーに設置する場合、DCTの油圧制御に必要なデバイス類を避けながら配置する必要が生じる。

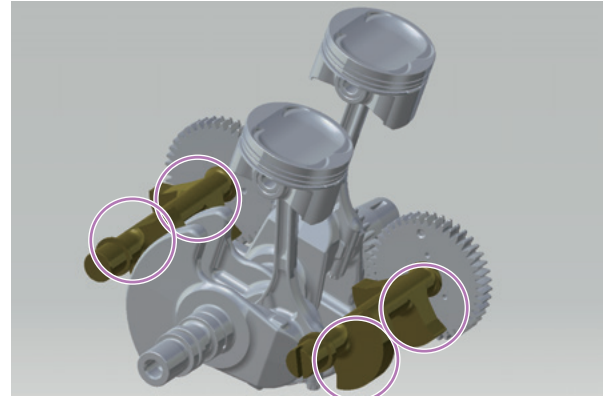
そこで、本エンジンのウォーターポンプは、クラッチ室内配置構造 (Fig. 18) を採用した。この構造の特徴は、ウォーターポンプの取付け座面をクラッチ室内に構成し、ウォーターポンプをエンジンの内側からボルトで締結するところにある。これにより、ウォーターポンプをエンジンに設置するための座面およびボルトを、エンジン外面から排除することができた。また、ウォーターポンプからシリンダのウォータージャケットに冷却水を送るためのホースも、エンジン外面から排除することが可能となった。さらに、エンジン右側側面視において、DCTの油圧制御デバイス類を、ウォーターポンプと重ねながら配置することができ、DCTモデルの軽量、コンパクト化に貢献した。

4.2.3. 270° 位相クランクシャフトと2軸1次バランス

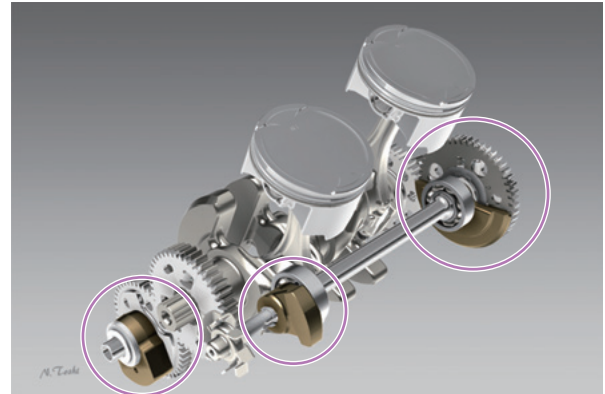
前モデルは、そのV型2気筒エンジンが持つ、低速域での扱いやすさやトラクション性能、パルス感について高い評価を得ていた。本エンジンは、その長所を継承しながら、さらなる軽量化やコンパクト化、マスの集中を実現するため、直列2気筒270°位相クランクシャフトを採用した。

直列2気筒エンジンにおいて、270°位相クランクシャフトは不等間隔爆発となり、V型エンジンに近いパルス感を発生することが知られている⁽¹⁾。一方、270°位相クランクシャフトは、2気筒相互のピストン往復運動によって

2次振動を打ち消すことは可能であるが、1次振動を打ち消すことはできない。従来、この1次振動を打ち消す手段として、2本のバランスシャフトに各2個のバランスウェイトを付加する手法がとられてきた。しかし、この手法は、バランスウェイトとコネクティングロッドの干渉を避けるために、エンジンの前後長が長くなるという課題があった。そこで、本エンジンは、三つのバランスウェイトで1次振動を打ち消すことが可能な、独自の2軸1次バランス構造⁽²⁾を採用した (Fig. 19)。これらにより、軽量、コンパクト化と低振動化の両立を可能とした。



(a) Biaxial primary balancer (Conventional type)



(b) Biaxial primary balancer (CRF1000L Africa Twin)

Fig. 19 Parallel twin cylinder using 270 deg phased crank shaft and biaxial primary balancer

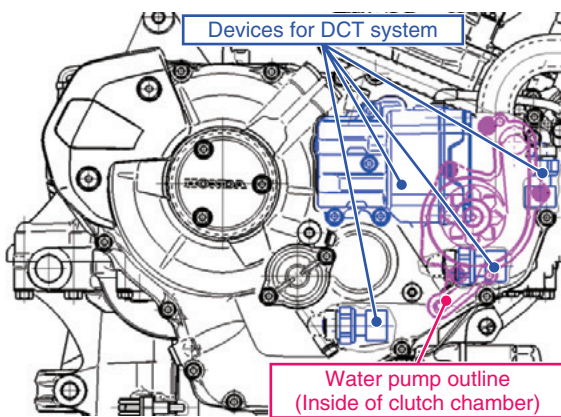
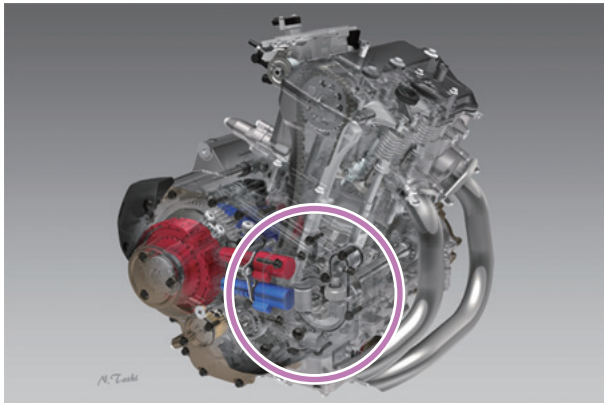


Fig. 18 Construction of water pump stored in clutch housing

5. オン/オフロードモデル用 DCT の概要と制御技術

5.1. DCT クラッチ

Fig. 20 に DCT クラッチの構造図を示す。本モデルではオフロード走行時、ライダーがステップに足を載せたまま上体を前後移動、またはコーナでは足を出しバランス取りをする使い勝手が想定される。そのため、ライダーの動きを阻害しない足元付近のクランクケース右側カバー、および左側チェンジ機構まわりのコンパクトさが要求される。

本モデルの DCT では、NC700/750 シリーズに対し、油路構成を見直し 10 mm 以上右側カバーの突き出し量を低減した。

DCT のシフト機構は、Manual Transmission (MT) の構造をベースに、シフトスピンドルへの入力方法を、足で操作するシフトペダルから、リダクションギヤ列を装備したコントロールモータに変更したものである。

本モデルでは、マスの集中化および最低地上高 250 mm を達成するため、スタータモータ、バッテリーボックス、シフトチェンジスピンドルに囲まれた位置に DCT シフトチェンジモータを配置した (Fig. 21)。

5.2. DCT 制御システム

DCT は MT の駆動力伝達方式と同様に、ダイレクトなエンジントルク伝達が可能である。さらに、ライダーによるクラッチ操作およびシフトペダル操作が不要な自動変速機能は、駆動力を断続させることなくショックの少ない変速が可能である。これらの特徴は、ダイレクト感のある駆動力を維持しながらライダーがスロットル操作とブレーキ操作に集中できる点で、オフロードを走行するオン/オフロードモデルにとって大きなアドバンテージとなる。本モデル

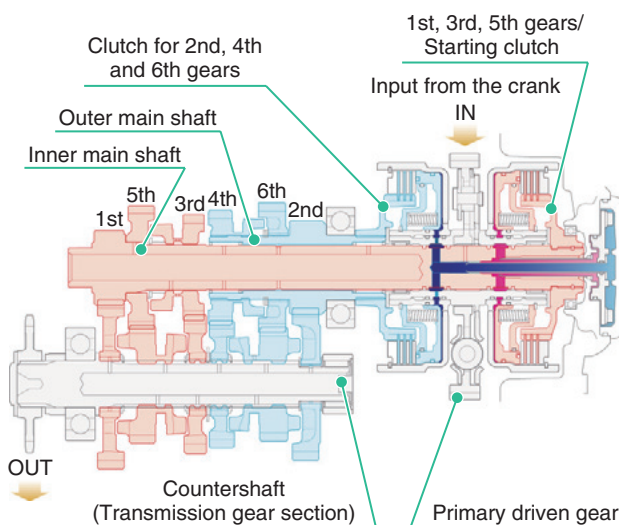


Fig. 20 DCT system

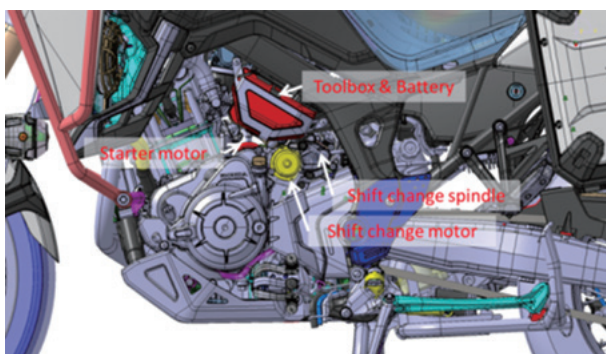


Fig. 21 Location of DCT shift motor

ではこのメリットを最大限にいかすために、以下に述べるような新しい制御機能を開発した。

5.2.1. G スイッチ機能

G スイッチによるモード切替え機能は DCT 車のオフロード走破性を向上させるために開発された。G は英語で砂利を意味する Gravel の頭文字をとった。G スイッチを押すとメータの液晶画面に G マークが表示されることで G スイッチの機能がオンになる。G スイッチ機能がオンのときの動作を以下に示す。

スロットルを完全に閉じた状態から開いた際の接続側クラッチ油圧を通常より速く上昇させる。これにより、半クラッチ状態からクラッチ完全締結状態への移行が早くなり、駆動力の立ち上がり特性がレスポンス向上方向に変更される (Fig. 22)。その結果、ライダーのスロットル操作によるピッチング方向の姿勢コントロールやテールスライドといったオフロード走行の使い勝手によりマッチした駆動力性能が提供される。

Automatic Transmission (AT) モード中の変速スケジュールは、低速域を中心にシフトアップ車速を引き上げ、かつシフトダウン車速を引き下げたセッティングに変更されることで、オフロード走行によりマッチしたものとする (Fig. 23)。

なお、ライダーがさまざまな DCT モードを選択しながら走行することを想定して G スイッチ機能は MT モードでも使用可能とし、AT モード中と同様にクラッチ接続制御が変更される。

5.2.2. S モードの 3 レベル化

DCT の AT モードでは、市街地走行を中心とした燃費重視の D モードと高速走行での追越しやスポーティな走行をするための S モードがある。本モデルではさらに、S モードのレベルを三つに増やすことでライダーの好みにさらに近い変速スケジュールが選択できる構成とした。従来の

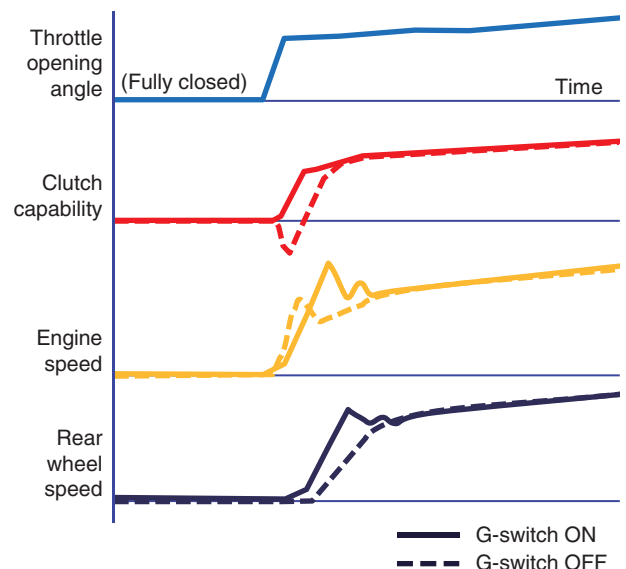


Fig. 22 Clutch capability control with G-switch

S モードの位置づけとなるレベル 2 に加え、やや控えめのスポーツ設定で燃費性能との両立を図ったレベル 1、および最もスポーティな設定としたレベル 3 が自由に選択できる (Fig. 24)。選択された S モードのレベル設定はイグニッションスイッチをオフしたあとも ECU に記憶されている。

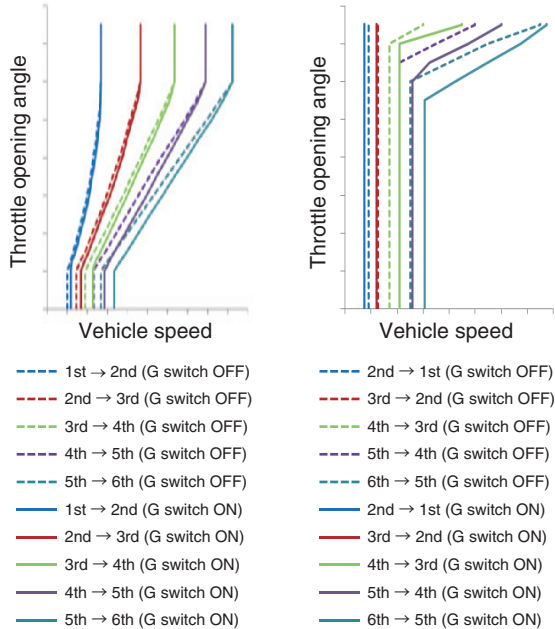


Fig. 23 Shift schedule in AT mode with G-switch on or off

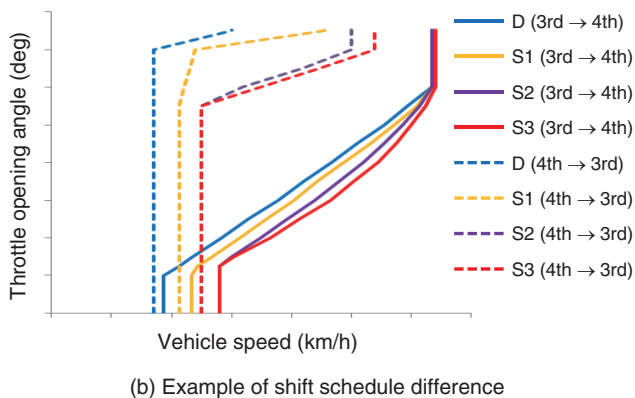
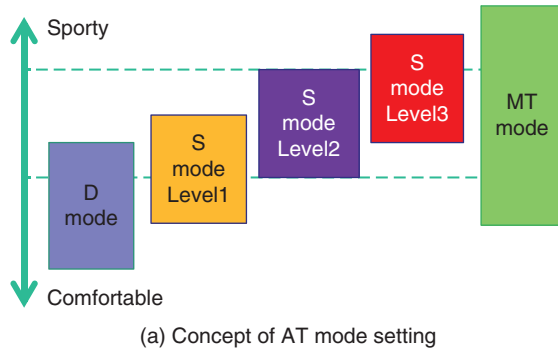


Fig. 24 AT modes with three levels in S mode

5.2.3. 登降坂推定

車両の各種センサからの入力情報として、エンジン回転速度、スロットル開度、車速、ギヤポジション、ブレーキスイッチ等から路面の登降坂角を推定している。これに基づき、AT モードでは登降坂角に応じて変速スケジュールを適正化している。下り坂と判断されブレーキ操作を多用する減速走行中であれば、早めのシフトダウンをおこなうことでエンジンプレーキが効果的に使われるようになる。また、登り坂と判断された場合は、ライダーのスロットルワークに応じて早めに登坂用の変速スケジュールに変更することで低めのギヤポジションが選択され、登り坂走行に必要な駆動力が確保される (Fig. 25)。

5.2.4. Honda セレクタブルトルクコントロール

VFR1200X や VFR800X などで用いられている Honda セレクタブルトルクコントロール (以下トルクコントロール) を本モデルにおいても採用した (Fig. 26)。ライダーはトルクコントロールスイッチを操作し、好みに合わせて 3 段階のエンジントルクコントロールの介入度合いを選択することができる。本モデルでは各シリンダにおける燃料噴射を必要に応じて一時的に停止する燃料噴射制御を主とした VFR800X タイプのトルクコントロールを踏襲している。気筒数が少なく不等間隔爆発のエンジンにて燃料噴射制御

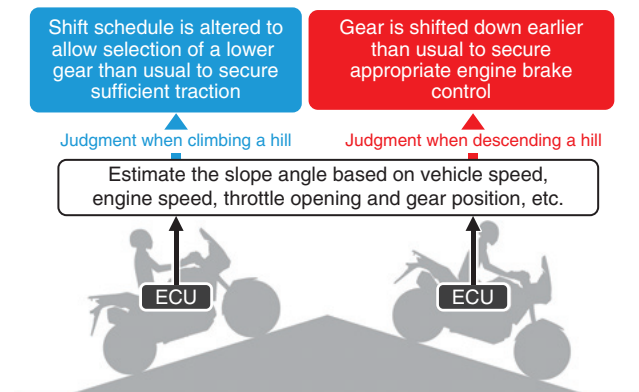


Fig. 25 Image diagram of gear-shifting control at uphill and downhill

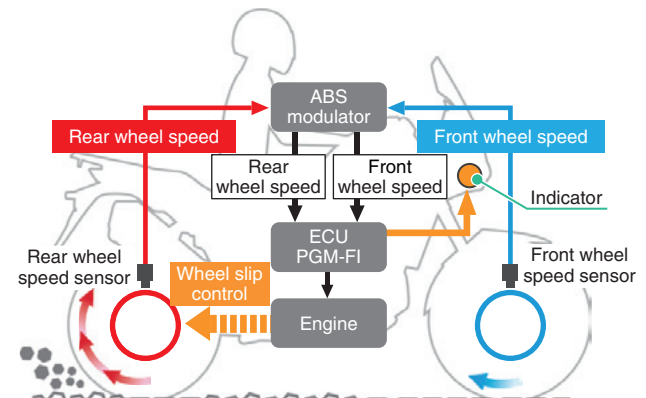


Fig. 26 Honda selectable torque control

の停止順序が適切でない場合、エンジントルクの変動幅が増加し、安定したトルク低減作用が得られないだけでなくパルス感が低下してしまう。そこで、トルクコントロール作動中における燃料噴射は実行と停止をできるだけ交互に配置することで、トルク低減性能と良好なパルス感を確保している。また、ライダーによるクラッチ操作の介入がないDCT車ならではのスロットル急開で発進した際のリヤホイールスピンに対応するため、車両停止状態からも作動可能としている (Fig. 27)。

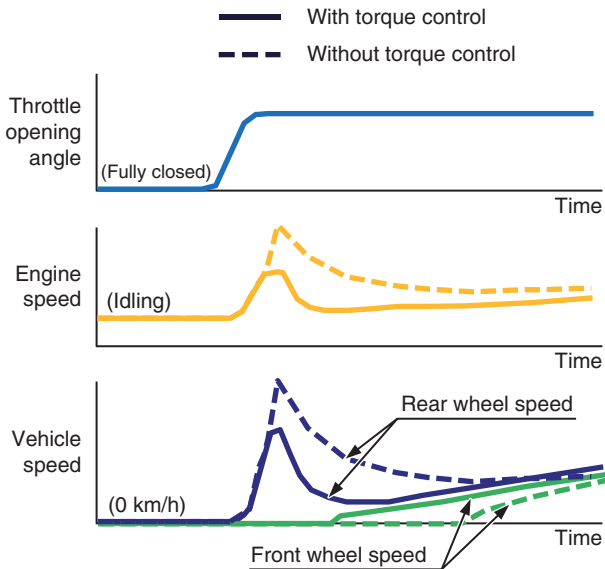


Fig. 27 Honda selectable torque control operation at start

6. 吸排気系

6.1. 吸気系

Fig. 28 に吸気系の構造を示す。エアクリーナは、完成車パッケージを優先しながら最大限の給気効率を実現するため、左右ダクト+2枚エレメント構成とし、ヘッドパイプ後部でメインフレームをまたぐ3室ケース構造を採用した。エアクリーナからスロットルボデーまでの接続チューブは270°位相クランクの吸気間隔への最適化のため、2気筒を不等長(#1: 110 mm, #2: 160 mm)とした。またオフロード走行に必要な高い埃タフネス、長寿命を実現するため、ヘッドライト横カウル内に吸気口を配し、濾過面積1,200 cm²のビスカスエレメントを左右に配置する構造とした。

吸気ダクト内フラップなどのデバイスを採用することによる重量増を避けるため、吸気ダクトを片側φ25.2の小排気量車並みの開口径とすることで静粛性を確保した。さらに目標出力とドライバビリティを成立させるために、吸気下流に向けてφ25.2からφ50.6に拡大するテーパーダクトを採用することで吸気抵抗を低減した。また、ダクト全長

を286 mmとすることで吸気共鳴による過給効果を利用して出力を向上する構造とした。

6.2. 排気系

本モデルのコンセプトを表現する排気音色として、1,000 ccクラスの迫力と軽快なツインエンジンモデルらしい歯切れの良さの両立を目指し開発をおこなった。目指す音色の評価には、独自の重厚感とパルス感という評点指標を用いた。これら指標は複数の評価者が主観的につけた点数を平均化したものである。重厚感により低周波数域の音圧に相関が強く、パルス感はエンジンの爆発間隔および高周波数域の音圧に相関が強い指標であることがわかっている⁽³⁾。

採用したマフラ構造は、従来型の3室リターン構造のものに対し、2番目の膨張室から外気へ通じる排出管を追加したものである。すなわち、2番目の膨張室と外気をつなぐ管である2室テールパイプと、3番目の膨張室と外気をつなぐ管である3室テールパイプの二つのテールパイプを有する構造となっている (Fig. 29)。

一定以下の音量に減衰させる必要がある中で、従来型

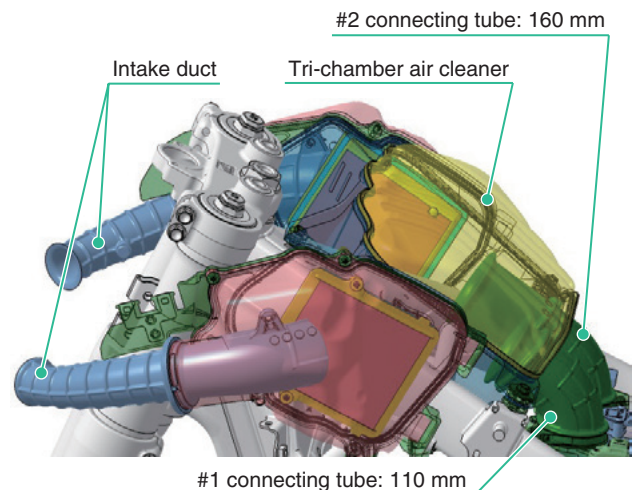


Fig. 28 Configuration of air intake system

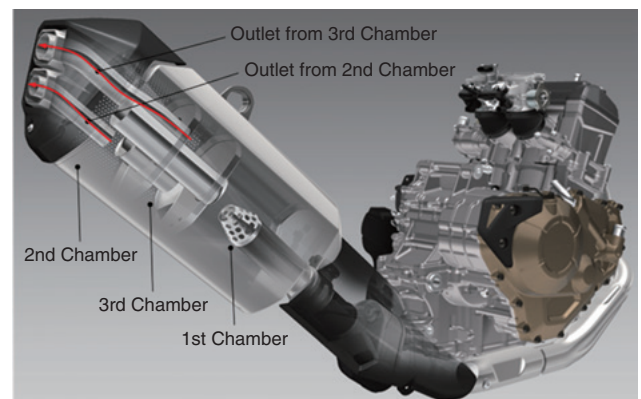


Fig. 29 Structure of muffler

の3室リターン構造の場合、高周波数域がより減衰しやすく、パルス感評点は下がる傾向となる。しかし、本モデルでは上記構造の採用により高周波数域の音圧を保つことができ、パルス感評点に対し、エンジン爆発間隔による効果に加え、周波数特性による効果を上乘せすることができた。

Fig. 30 に2室と3室のテールパイプにおける音圧測定結果を示す。

これを見ると、2室テールパイプが2.5 kHz以上の高周波数域で3室テールパイプの音圧を上回っていることがわかる。

3室テールパイプの排出周波数特性は、従来型3室リターン構造のものと考えられ、2室テールパイプのパルス感評点向上への効果が見て取れる。

一方、3室テールパイプは100 Hz前後の低周波数域の音圧が高く、重厚感評点向上に寄与している。それぞれの管径の選定により、全体音量および出力特性を考慮しつつ、周波数特性とのバランスをとることで目指す排気音色を達成した。

従来機種に対する各評点の位置づけは Fig. 31 のとおりである。

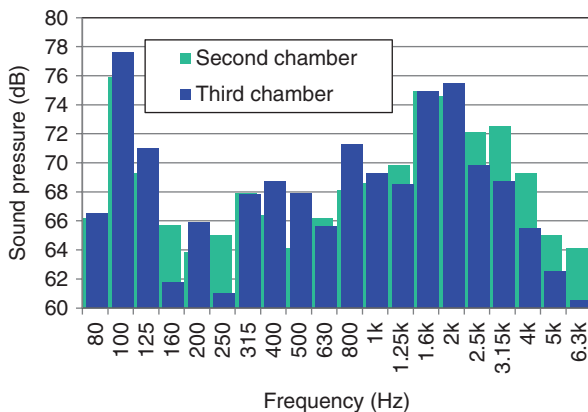


Fig. 30 Measurement results of exhaust sound pressure

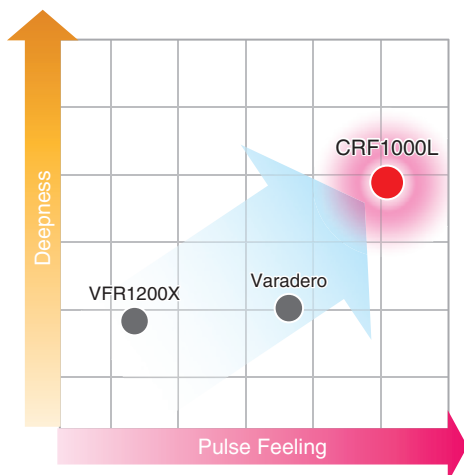


Fig. 31 Evaluation results of exhaust sound

7. メータおよびスイッチ

7.1. メータ

メータは左右へ視線の移動が少なく視認性の高いラリー車のメータイメージを踏襲し、二つのネガ表示液晶を上下に配置し、アッパカバーの仕切りで表示機能を明確に分ける形状とした (Fig. 32)。従来メータに配置していたメータセレクト、セットスイッチは前述のとおり、ハンドル周りへの配置として、洗練されたデザインを実現した。インジケータ周りも液晶画面との仕切りを設け、左右対称の機能的な配置とし、コックピットをイメージする演出を施した。

走行中に最も視認性が求められるスピードメータ表示やエンジン回転数は視線移動の少ない中央上段に配置した。下段部にマルチインフォメーションディスプレイを配置し、限られた空間の中で豊富な情報を見やすく表示できるようにした (Fig. 33)。DCT のモード表示、ギヤポジション、G スイッチのセレクト状態、トルクコントロールレベルの表示も、集約した配置とすることで、見やすく情報が伝わる表示とした。

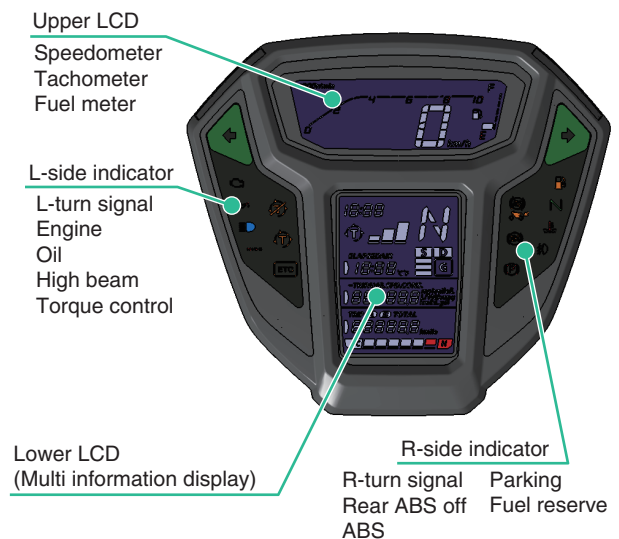


Fig. 32 Gage panel

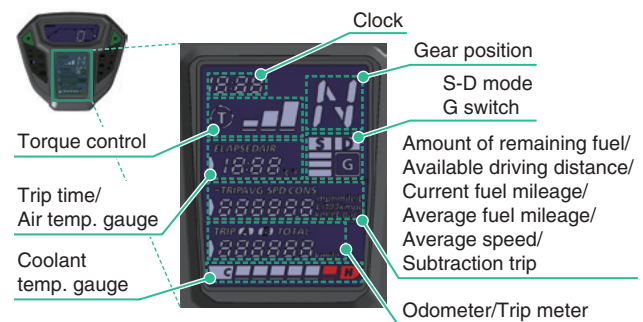


Fig. 33 Multi information display

7.2. ハンドルスイッチ

左側ハンドルスイッチは、トルクコントロールスイッチやメータセレクト・セットスイッチを新たに配置し、走行中も指の移動量を最小限にしてグリップから手を離すことなく操作できるよう配慮をした〔Fig. 34(a)〕。

スイッチの形や配置に関しては、指の動きやフィット感、クリック感を最大限に得られるようにするため、操作性テスト、実走テストなどを通じて検討をおこなった。また、操作頻度の高いウインカスイッチは、操作性の良さを配慮して、ハンドルパイプより下側に配置した。さらにDCT用のシフトスイッチは、シフトアップ側を人差し指でおこなえるように背面に配置し〔Fig. 34(b)〕、シフトダウン側は親指でおこなえるように前面に配置した。これらにより快適な操作フィーリングを実現している。

右側には、エンジンストップ/スタータ統合スイッチやDCT用のAT/MT切替えスイッチ、ハザードスイッチを配置した〔Fig. 34(c)〕。右側ハンドルスイッチ類は、親指のみですべてのスイッチが操作できる配置とした。

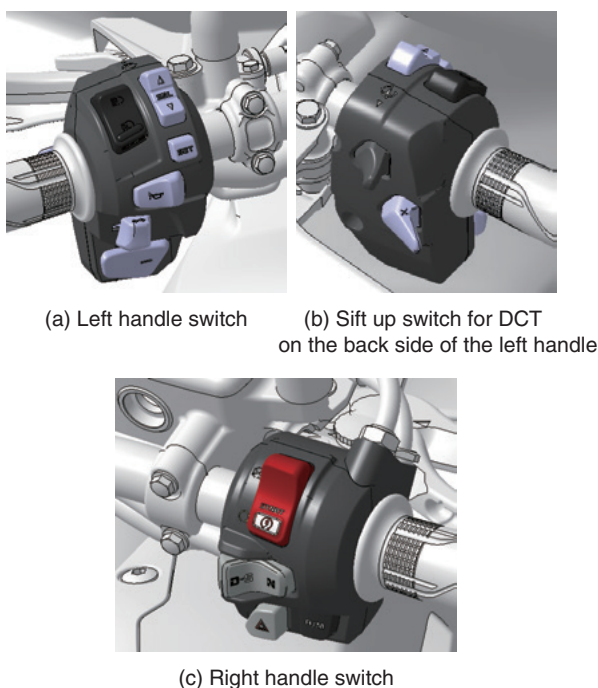


Fig. 34 Handle switch

8. あとがき

CRF1000Lの開発は、前モデルであるXR750 Africa Twinの伝統を踏襲しながらも、次世代のモデルにふさわしい技術を取り込むことで、以下を達成した。

- (1) オフロードの走破性と積載しての高速走行を含むオンロードでの快適な走行性能の両立
- (2) Honda 初のオフロードモデル用DCTを搭載し、オフ

走行でもその有効性を発揮

以上により、多くのお客様に「これはAfrica Twinである」との賞賛を得た。

長い旅のパートナーとして、また、さまざまな日常のシーンで末永く愛用いただきたい。

参考文献

- (1) 小林弘毅, 根来正明, 大須賀貴則, 三堀敏正, 大島正: NC700シリーズの開発, Honda R&D Technical Review, Vol. 24, No. 2, p. 23-31
- (2) 特許番号, 第5847688号 (2015)
- (3) Tanaka, K., Sugita, H., Saito, H., Sekita, M.: Design Method of Motorcycle Exhaust Sound Fitting to Vehicle Concept Regardless of Engine Configurations, SAE Technical Paper 2014-32-0121, doi: 10.4271/2014-32-0121, (2014)

■ 著 者 ■



飯塚 直



山倉 裕



今井良幸



飯田晃祥



菅野 剛



中村公紀



小山 信也



中村健一郎



小野和彦