

NC700 シリーズの開発

Development of NC700 Series

小 林 弘 毅*

Koki KOBAYASHI

三 堀 敏 正*

Toshimasa MITSUBORI

根 来 正 明*

Masaaki NEGORO

大 島 正*

Tadashi OSHIMA

大須賀 貴 則*

Takanori OSUKA

要 旨

ABSTRACT

NC700 シリーズ (NC700S, NC700X, INTEGRA) はライディングの楽しさと通勤の利便性を高次元で融合することを旨として開発された。個性の異なる3タイプのモデルでありながら、共通プラットフォーム、低・中速トルクを重視し、低重心化やデザイン自由度に寄与する水冷直列2気筒 670 cm³ エンジン、軽量・コンパクトな次世代デュアルクラッチトランスミッションなどを共通の技術として採用した。優れた燃費性能と味わいある走りを両立するとともに、大型ラゲッジスペースを装備するなど、従来のモデルにない新しい価値を提案するモデルである。

The NC700 series (NC700S, NC700X and INTEGRA) was developed with the aim of realizing a well-balanced fusion of the enjoyment of riding with the convenience of a commuter-type motorcycle. Each of the three model types has a distinctive character, while utilizing the common technology such as a shared platform, a liquid-cooled in-line 2-cylinder 670 cm³ engine, that emphasizes the torque in low-to-mid speed range and has its center of gravity in lower position to increase the degree of freedom in the exterior designing, and a next-generation dual-clutch transmission which is light weighted and compact. The models created in this development offer unprecedented values not available in former models, such as combined benefits of both excellent fuel economy and the pleasant riding quality at the same time, together with values in utilities realized by equipping a larger utility compartment.

1. ま え が き

欧米におけるミドルクラス排気量 500 – 750 cm³ 程度の中型二輪車へのニーズはより多様化してきている。

先進国における、スクーターなどの通勤車を含むモータサイクルの使用状況、要望などについて市場調査をおこなった。その結果、大きく分けて二つのタイプのユーザ像が見えてきた。

一方は従来から馴染みのある、絶対性能重視のスポーツ系モータサイクルを楽しむタイプのユーザ像である。彼らの求めるものは、高速領域での動力性能や、ワインディングでの旋回性能の向上である。

もう一方は本モデルを開発する動機となった、性能や排気量のヒエラルキーにこだわらないタイプのユーザ像であ

る。彼らは日常生活での扱いやすさや利便性を第一優先に考える。リーズナブルな価格帯のミドルクラスのモータサイクルを所有し、環境に配慮しながら肩肘張らずにゆったりと、郊外へのツーリングなどのライディングを楽しんでいる。また、スクーターなどの通勤車ユーザの中にも、通勤車の持つ快適性や利便性はそのままに、時にはスポーツバイクのようにライディング自体も楽しみたいという要望があった。モータサイクル、通勤車の枠にとらわれることなく、お客様のニーズは交錯した時代になってきている。

それらのニーズに対し、共通のプラットフォームを用いて3タイプの異なるモデルを展開し、幅広いユーザにこたえる NC700 シリーズを紹介する (Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3)。

*二輪 R&D センター



Fig. 1 NC700S



Fig. 2 NC700X



Fig. 3 INTEGRA

2. 全体概要

2.1. 開発目標

開発目標を、日常的な使い勝手の中でだれもが扱いやすく、よりいっそう軽快、快適で、味わい深く楽しいモータサイクルを、低燃費、お求めやすい価格で提供すること、と設定した。

具体的には、

- (1) 軽快なハンドリングと安心感のある操縦特性、快適クルージングを実現するパッケージ

- (2) 幅広いお客様のニーズに対応した3モデルのシリーズ展開と個性的で所有感を満たす次世代デザイン
- (3) FUNモデルのさらなる利便性を向上する快適装備と豊富なオプション設定
- (4) デュアルクラッチトランスミッションを装備したタイプの設定

の実現を目指すこととした。

2.2. 3モデル同時開発

従来、FUNモデルにおいては、コアとなるモデルをまず開発し、そのモデルが量産された後に共通プラットフォームのバリエーションモデルを開発するケースがある。しかしながら、量産後のモデルをベースとした場合、後発モデルの求める仕様を実現するために、プラットフォームにかかわる変更が生じてしまうなど、共通化がくずれてしまうこともあった。

今回、NC700シリーズの開発においては、3モデルを同時並行で開発することにより、それぞれの性能を確保するための仕様を、最大限プラットフォームに反映することが可能となった。その結果、部品共用化率も最大化することができた。

2.3. 開発のねらい

2.3.1. プラットフォーム構想とパッケージング

3モデル同時開発の効果により、エンジン、フレームボデー、足まわり、吸気、排気、冷却、灯火器などの主要部品をシリーズで共用することが可能となった。また、3モデルへのデュアルクラッチトランスミッションタイプの設定を前提に、通常のマニュアルトランスミッション(MT)タイプをベースに、一部の部品の変更のみで対応可能な設計とした。両タイプのエンジンのカットモデル写真を以下に示す(Fig. 4, Fig. 5)。

効率的なパッケージングという点では、エンジンの寄与度も大きい。燃費性能を高めることで燃料タンクの小型化が可能となり、シート下に配置することができた。さらに、

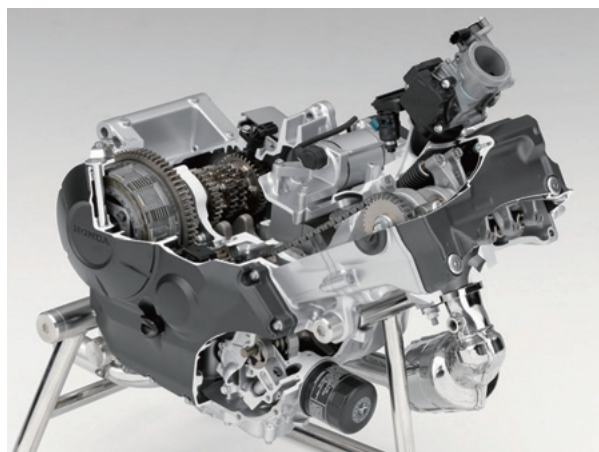


Fig. 4 Cutaway model of engine (manual transmission)

シリンダ前傾角を 62° とすることでエンジン高さを抑え、エンジンの上部空間を確保した。リヤサスペンションはプーロリンクタイプを採用し、車両への搭載位置を可能な限り下げて配置した。

これらのレイアウトの工夫により、フルフェイスヘルメットが入るラゲッジスペース (NC700S/X) と、スクーターを想起させる外観 (INTEGRA) の両立を可能とした (Fig. 6)。

2.3.2. NC700S モデル概要

NC700S は FUN ライディングの爽快感や機動力、快適性がより手軽に楽しめるユーザフレンドリーな「NEO「FUN」CTIONAL モータサイクル」を目指した。

ネイキッドスポーツのモダンでシンプルなシルエットを基調に、躍動感あふれる力強いデザインと、モータサイクル本来の操る楽しさを味わえる素直なハンドリング特性を融合した。足着き性が良く安心感のある低いシート高と軽い前傾のライディングポジションを、軽快なネイキッドスタイルと組み合わせた。これにより、スポーティな雰囲気を感じながらも、気負わず気軽にライディングが楽しめるモデルとした。

また、フルフェイスヘルメットを収納可能な 21 L のラゲッジスペースを装備しつつも、ニーグリップに代表され

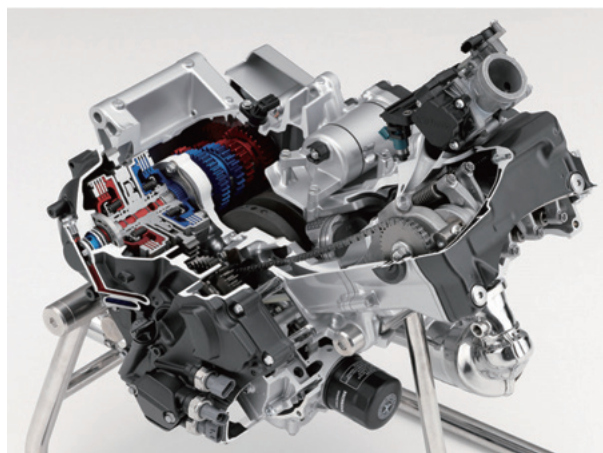


Fig. 5 Cutaway model of engine (dual clutch transmission)

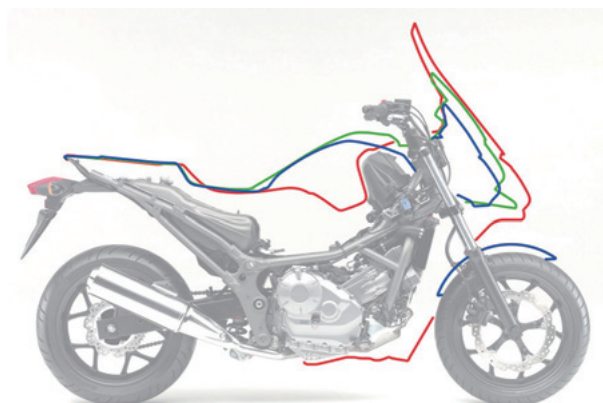


Fig. 6 NC700 platform

るライダーとモータサイクルのフィッティングは従来モデル同等とした。

2.3.3. NC700X モデル概要

NC700X は異なる魅力が融合することで生まれる新価値を備えた、ニュークロスオーバーモータサイクルを目指した。

NC700S に対し前後サスペンションを延長し、都会でも、自然の中でも映える、躍動感にあふれ力強く洗練されたデザインと、見晴らしのよいアップライトなポジションによるオンロードでの快適性と行動半径を広げる機動力を両立させた。

街中での扱いのさまたげとならない、フレームマウントのフェアリングと小型スクリーンの装備により、通勤、通学など、市街地で思いのままに使いながら、時にはロングツーリングも楽しめる、自由で幅広い使い勝手を実現した。

また、NC700S 同等のラゲッジスペースを装備し、日常生活での使い勝手にも配慮をした。

2.3.4. INTEGRA モデル概要

INTEGRA はモータサイクルの走りの楽しさと、通勤の快適性と利便性を融合した、スクーター型モータサイクルを目指した。

優れたハンドリング特性によるモータサイクル本来の操る楽しさとともに、第2世代のデュアルクラッチトランスミッションにより、オートマチックでありながら力強いダイレクト感ある爽快な走り味を実現した。

斬新なスタイリングに加え、パッセンジャの快適な居住性も追求した。より多くのお客様が、モータサイクルの爽快感や機動性、通勤の利便性を高次元で両立した魅力を味わい、今までのカテゴリに縛られない自由な発想で楽しみ方を発見できるモデルとした。

3. エンジン概要

エンジンの開発目標としては、

- (1) 常用回転域での力強いトルク特性とワイドレシオとの組み合わせによる扱いやすい低燃費エンジン
- (2) カテゴリの異なる3モデルで共用できる軽量、コンパクトエンジン

とした。

この目標を達成するために、NC700 シリーズのエンジンは、車体レイアウトの自由度に貢献する 670 cm^3 水冷 OHC 直列2気筒エンジンとした。

エンジン諸元は、ボア×ストローク $\phi 73 \times 80\text{ mm}$ のロングストロークとし、常用回転域での走る楽しさを追求しながら、燃焼室形状やバルブタイミングの最適化、低フリクション化などにより、 27.9 km/L (WMTC モード) の燃費を達成した。

また、前述のように、一部の部品の変更で MT およびデュアルクラッチトランスミッション両方の設定を可能とした (Fig. 4, Fig. 5)。

4. エンジン詳細

4.1. エンジンレイアウト

3モデル共通のエンジンレイアウトとして要求されるのは、

- (1) エンジン上部にラゲッジスペースのための空間を確保できること
- (2) スクータのような足置きスペースを確保するため、エンジン幅が狭いこと

である。これら車体レイアウトに貢献する要求を満たすために、シリンダ前傾角 62° (車両搭載角) の直列2気筒エンジンとした。

4.2. 常用エンジン回転域での走る楽しさの提供

4.2.1. 出力特性

出力特性は、絶対性能ではなく、常用エンジン回転域での性能を重視した。このため、従来のスポーツタイプエンジンに比べ、出力特性を低回転型とし常用域での力強いトルク特性を実現した (Fig. 7)。また、ギヤレシオも従来エンジンに比べ、ハイレシオ化することで、常用エンジン回転数を下げた。

4.2.2. 270° 位相クランクシャフト

モータサイクルの魅力の一つであるエンジンのパルス感を実現するため、不等間隔爆発となる直列2気筒 270° 位相クランクシャフト (Fig. 8) とシリンダヘッド分岐吸気ポート (Fig. 9) を採用した。この組合せにより、低負荷時に

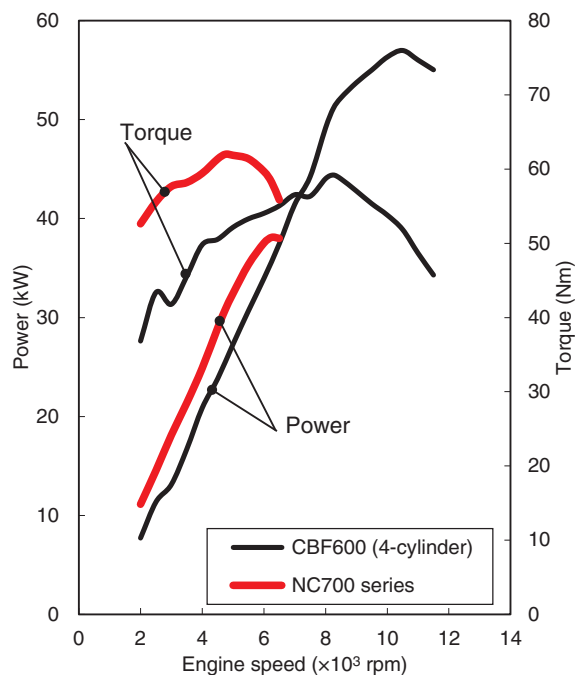


Fig. 7 Engine performance

において、第1気筒に続く点火間隔が短い第2気筒は、第1気筒の吸気負圧の影響を受け、吸入開始のポート内圧力が第1気筒より低くなる。このため、第2気筒は第1気筒に比べ充填効率が低下し、気筒間に仕事量の差が生まれる。この作用と 90° の位相差を持つトルク変動により本エンジンは、V型2気筒エンジンに近いパルス感を実現した。

4.3. 環境性能

燃費性能は、従来の同クラスモータサイクル (XL700V TRANSALP) に対し 40% 以上向上となる 27.9 km/L (WMTC モード) を、燃焼効率の改善、フリクション低減、ワイドレシオ化等により達成した。燃費性能の位置づけを Fig. 10 に示す。

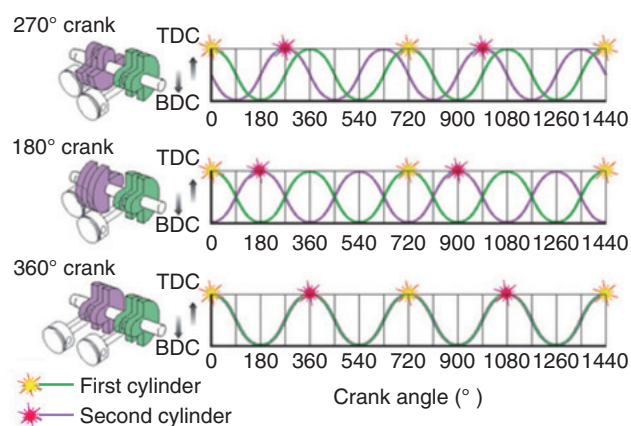


Fig. 8 Comparison of ignition timings



Fig. 9 Branched intake port

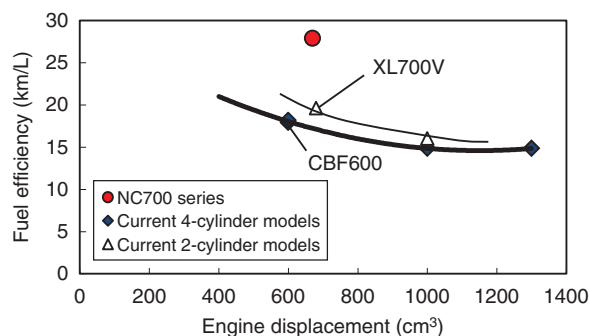


Fig. 10 Comparison of fuel efficiencies

4.3.1. 燃焼効率の改善

従来のミドルクラスエンジンは、アイドル時など低回転低負荷時の燃焼が不安定(燃焼変動率COV大)となるため、空燃比を13前後と濃くすることで燃焼を安定させていた。本エンジンでは、目標燃費達成のため、

- (1) $\phi 73 \times 80$ mm のロングストローク化
- (2) バルブタイミングの最適化
- (3) ワイドギャップスパークプラグの採用

により、空燃比を理論空燃比(A/F14.7)としても、従来と同等以上の燃焼安定性を成立させることができた(Fig. 11)。

4.3.2. フリクション低減

燃費向上に寄与する低フリクション化技術として、ピストンに樹脂コーティングを施すとともに、ピストンリング張力を従来の同クラスモータサイクル(XL700V TRANSALP)の40%まで低減した。また、ロッカームは、二輪車として初の採用(Honda 調べ)となる、アルミニウム材を用いたローラ式とした。

さらに、オイルポンプをバランサーシャフトで駆動し、ウォータポンプをカムシャフトで駆動することで、機能集約による部品点数の削減と、補機駆動ロスの低減を実現した(Fig. 12, Fig. 13)。

これらの結果、従来同クラスのモータサイクルに対し摩擦損失平均有効圧力 Pmf において 20%、エンジン回転数 3000 rpm 時のフリクションロスを低減した(Fig. 14)。

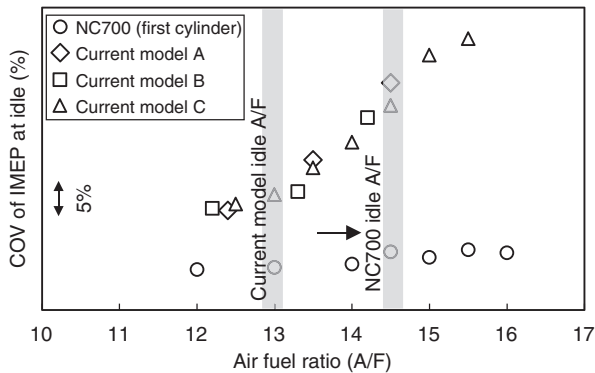


Fig. 11 Comparison of coefficients of variance (COV)



Fig. 12 Oil pump driven via balancer shaft

4.4. デュアルクラッチトランスミッションタイプの設定

NC700 シリーズのエンジンには、通常のマニュアルトランスミッションタイプに加えて、デュアルクラッチトランスミッションタイプを設定した。Fig. 15 にその構成を示す。

2010 年に発表した VFR1200FD (デュアルクラッチトランスミッション装着車)⁽¹⁾ に対し、ダイレクト感や力強さなどの性能を損なうことなく、軽量化、コンパクト化を



Fig. 13 Water pump driven via camshaft

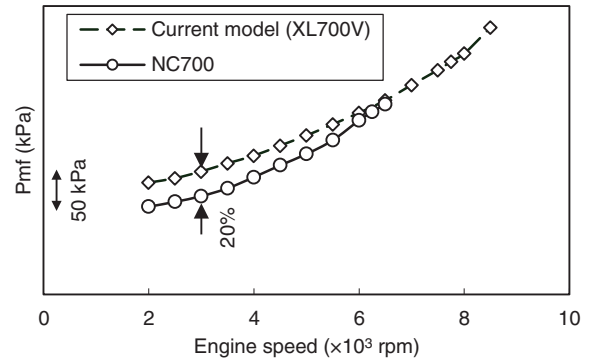


Fig. 14 Comparison of friction loss

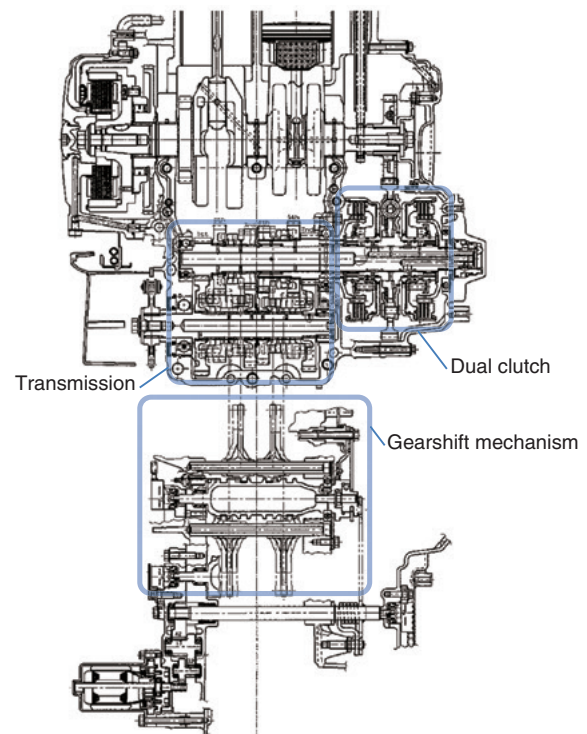


Fig. 15 Cross-sectional drawing of engine

図った。さらにマニュアルトランスミッションタイプと、エンジン部品の 85% を共用し、低コスト化も実現した。

4.5. デュアルクラッチトランスミッションの進化

4.5.1. ハードウェア

ハードウェアにおける進化は、デュアルクラッチトランスミッションの制御に欠かすことのできない油圧回路に着目しておこなわれた。

リニアソレノイドバルブの配置を、エンジン右側カバーの外側から内側に変更することで、VFR1200FD に対し油圧回路を約 40% 短縮し、応答性が高く、シームレスな変速特性を実現した。また、ソレノイドバルブの配置変更は、コストの削減とコンパクト化にも貢献した。

さらに、トランスミッションの部品点数については、オイルフィードパイプの廃止など、VFR1200FD と比較し約 20% の削減を実現した (Fig. 16)。

4.5.2. ソフトウェア

ソフトウェアにおける進化は、走りの楽しさに直結するシフト制御の見直しによっておこなわれた。

デュアルクラッチトランスミッションは、市街地走行時の燃費性能も考慮した D モードと、ワインディングロードでの、スポーツ走行を考慮した S モードの二つの AT モードを選ぶことができる。さらに左グリップ部に装備された

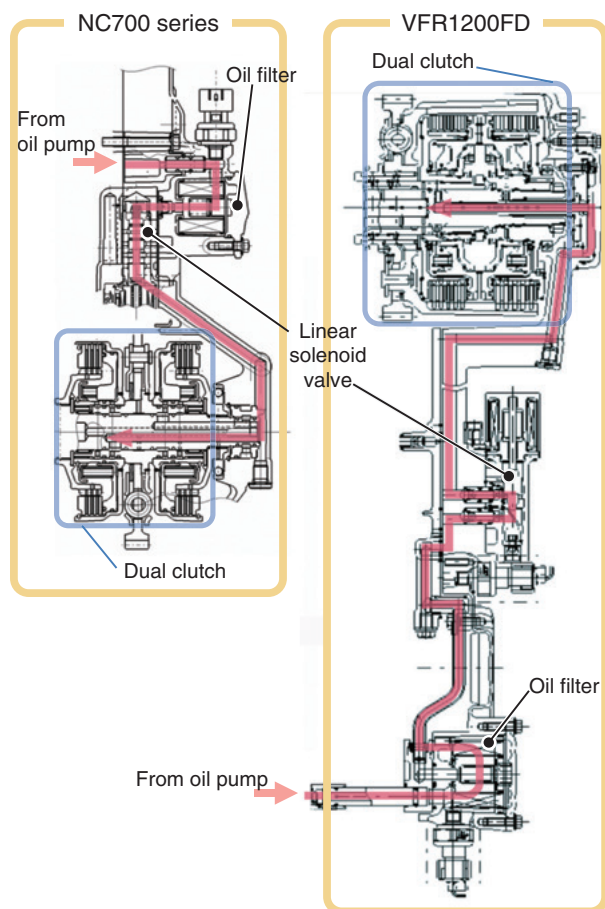


Fig. 16 Comparison of clutch oil lines

Up/Down スイッチにてライダーがギヤポジションを任意に選ぶマニュアル変速が可能な MT モードがあり、合計三つのモードの選択が可能となっている。

本開発においては、特に D モードにおけるさまざまな走行環境やライダーの走り方の違いに着目し、幅広く対応できるように、その守備範囲を拡大した。すなわち、D モード選択時のライダーの走り方に合わせて、自動的に最適な変速制御をおこない、市街地や郊外でのリラックスしたライディングから、FUN ライディングにおけるキビキビした走りまで対応できるようにした (Fig. 17, 18)。

さらに AT モード選択時でも、Up/Down スイッチでマニュアル変速が可能であり、変速後は自動復帰機能により走行状態に応じた最適なタイミングで AT モードに復帰する制御を取り入れた。

これら制御を追加することで、より快適なライディングが可能となった (Fig. 19, Fig. 20)。

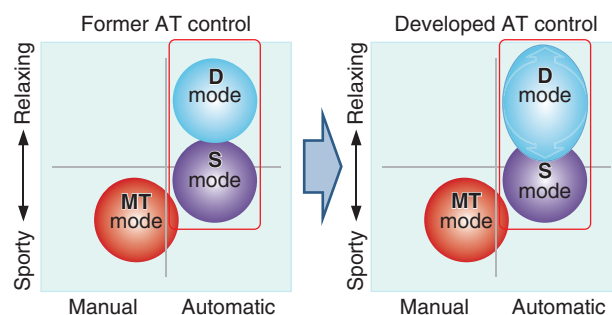


Fig. 17 Expanded D mode coverage

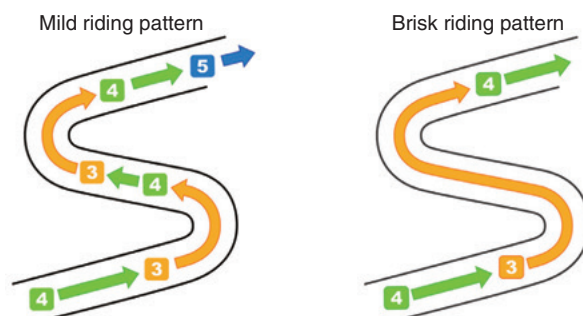


Fig. 18 Gear shifting patterns with driving inclination detection

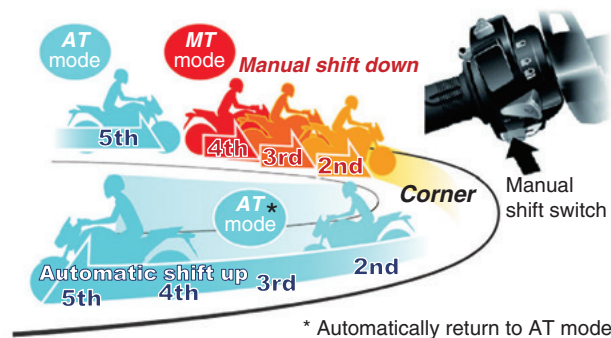


Fig. 19 Automatic return to AT mode function

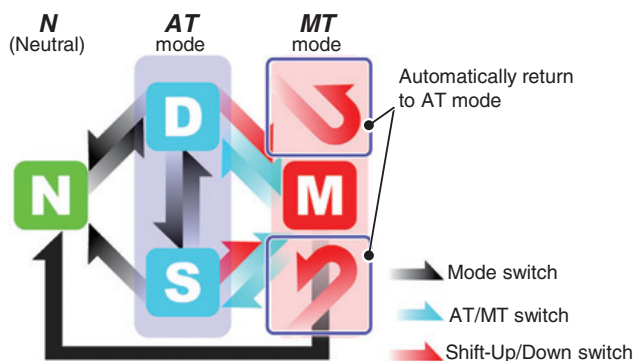


Fig. 20 Shift mode management

5. フレームのプラットフォーム化と共通パッケージ

Fig. 21, Fig. 22 に示す通り、鞍乗り型モータサイクルとスクーターでは、フレームボデー形状が大きく異なっている。また、そのシルエットの違いから各部品の形状や配置も大きく異なる。今回、異なる3タイプのモデルで、フレームボデーのプラットフォーム化、各部品の共通パッケージ化をおこなうことが車体設計上最大の課題であった。

その課題解決のため、エンジン、エアクリーナ、燃料タンクのレイアウトなどを根本的に見直し、従来にない新しいフレームボデー構造の検討をおこなった。

5.1. エンジン搭載位置

完成車におけるエンジンの搭載位置は、特に操縦安定性



Fig. 21 Example of frame body for ride on type motorcycle



Fig. 22 Example of frame body for scooter

に寄与する前後重量バランスにおいて重要である。NC700シリーズに搭載のシリンダ前傾角 62° のエンジンは、全高を抑えているものの前後長は長くなっているため、搭載位置の前後自由度は限られる。

そこで、シリンダヘッドカバーにラジエータの形状に合わせた形状に設定し、フロントサスペンション全屈時のフロントフェンダとラジエータのクリアランスを確保すると同時に、車体前方のねらった位置にエンジンを配置することができた (Fig. 23)。

5.2. エアクリーナケース

エアクリーナケースは前傾したシリンダヘッド部の直上に、ハンドルの転舵スペース、NC700S、NC700X のラゲッジスペース、INTEGRA のシート開閉スペースを確保しながら配置した。エアクリーナ全容量を 5.8 L とし、出力、走り、騒音等の性能を達成した。Fig. 24, Fig. 25 にエアクリーナケース周辺レイアウトを示す。

また、スペースを有効活用するためにエアフィルタをエアクリーナケースのパッキン面よりも上方に突出させて配置し、エアフィルタ以降のクリーンサイドの容量を大きくとることで、力強いトルク感を実現している (Fig. 26)。

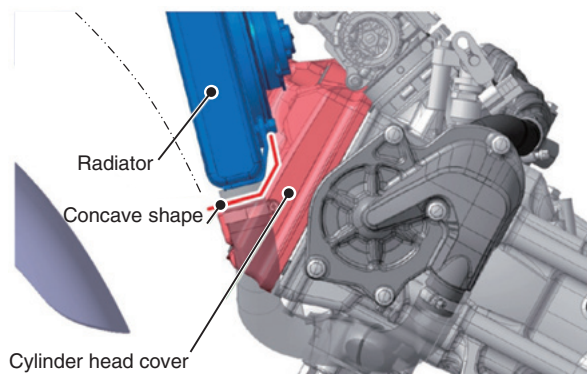


Fig. 23 Cylinder head cover shape that does not interfere with radiator

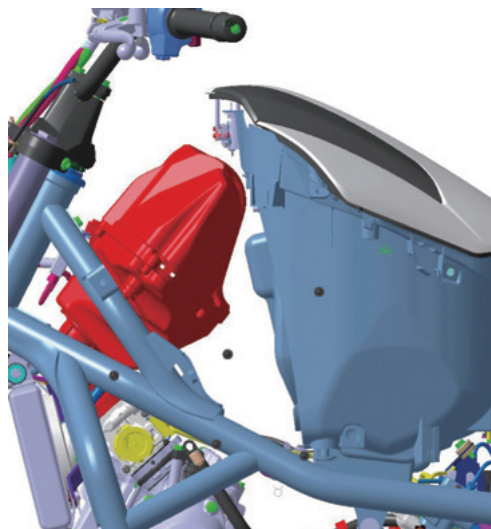


Fig. 24 Layout around air cleaner case (for NC700X)



Fig. 25 Layout around air cleaner case (for INTEGRA)

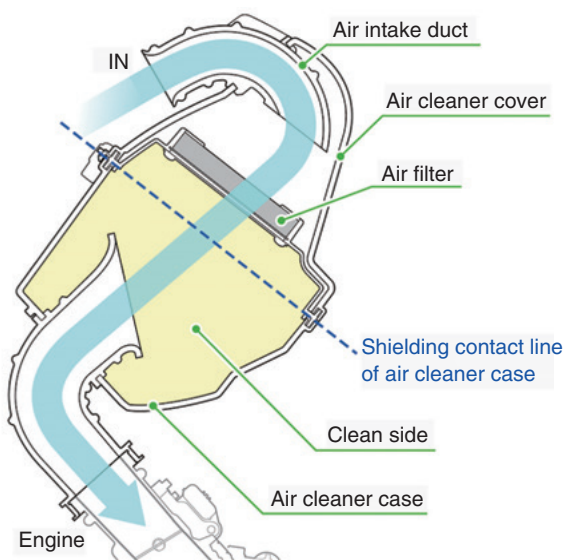


Fig. 26 Layout of air filter

5.3. フレームボデー

フレームボデーは、将来的に世界各国にて調達、製造が可能になることを視野に入れ、高張力鋼を使用せず、一般鋼を用いた。

また、3モデルそれぞれの要求を満足した形状を検討し、メインパイプを従来モデルに比べ低い位置に配置したダイヤモンド形式とした。従来モデルとの比較を Fig. 27 に示す。

フレームボデーはCAE解析をおこない、パイプサイズ、肉厚、パイプ曲げ位置を決定し、剛性感としなやかさを両立させている。Fig. 28 にCAE解析の一例を示す。

5.4. 燃料タンク

燃料タンクはシート下に配置し、薄型形状で容量を確保

するために有利な鋼板製2ピース構造を採用した。

リヤフレームのパイプ配置は燃料タンクの下側とし、燃料タンクに直接シート荷重がかからないように、クロスプレート、ラゲッジボックスステー、リヤグラブレールを有効的に配置した (Fig. 29)。この構造は、燃料タンク鋼板の薄板化を可能とし、車体の軽量化の一助としている。

また、燃費の良い新エンジンにより、燃料タンクの小型化が可能となり、容量を 14 L とした。1 回当たりの給油で、従来モデル同等以上の約 380 km の航続距離を確保している。

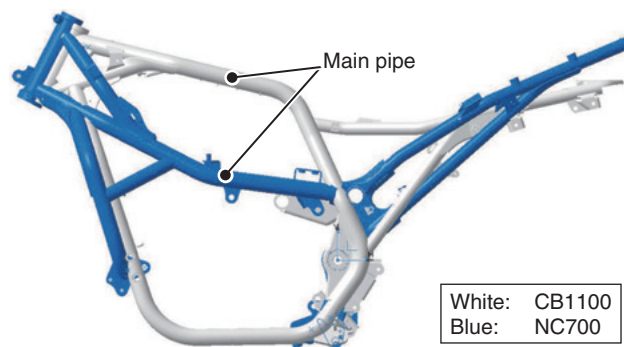


Fig. 27 Comparison of frame body pipings of CB1100 and NC700

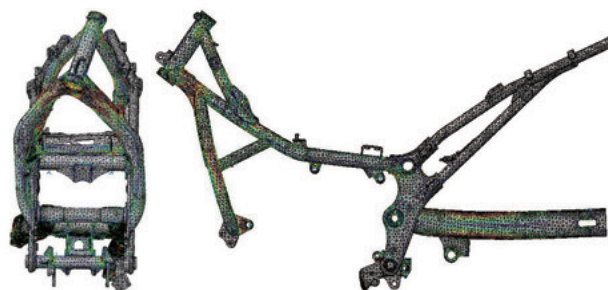


Fig. 28 Example of CAE analysis for frame body

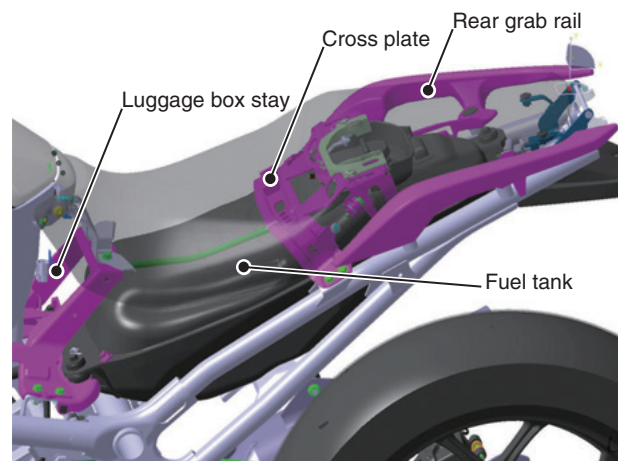


Fig. 29 Layout around fuel tank

6. まとめ

NC700 シリーズは、「日常的な使い勝手の中でだれもが扱いやすく、よりいっそう軽快、快適で、味わい深く楽しいモータサイクルを低燃費、お求めやすい価格で提供すること」を目標に開発された。3モデル共通のプラットフォーム、低、中速域のトルクを重視し、利便性やデザインの自由度に寄与する低重心の水冷直列2気筒、670cm³エンジン、伝達効率に優れた性能はそのままに、軽量、コンパクト化したデュアルクラッチトランスミッションなどを共通の技術として採用しつつ、それぞれ個性的な方向性をもつ3モデルの新たな二輪車を実現した。

このシリーズが新たなモータサイクルの世界を創造する先駆けになるものと期待している。

参考文献

- (1) 田中政隆, 荒井大, 渡辺純也, 深谷和幸, 橘高栄治, 土谷政彦, VFR1200F 用デュアルクラッチトランスミッションの開発, Honda R&D Technical Review, Vol.23, No.1, p.9-17

■ 著 者 ■



小林 弘 毅



根 来 正 明



大 須 賀 貴 則



三 堀 敏 正



大 島 正