

CBR1100XX Super Blackbird の紹介

Introduction of CBR1100XX Super Blackbird

山 中 勲*	加 藤 正*	萩 原 紳 治*
Isao YAMANAKA	Tadashi KATO	Shinji HAGIWARA
鈴 木 哲 夫*	豊 田 秀 敏*	新 川 國 明*
Tetsuo SUZUKI	Hidetoshi TOYODA	Kuniaki ARAKAWA

要 旨

CBR1100XX Super Blackbird は、高い動力性能と軽快なハンドリング特性を両立させ、さらに、長距離クルージング走行時の快適性も考慮して開発された。

高い動力性能を得るために、高出力を発揮するパワートレインを新規開発し、さらに、空力特性の大幅な向上を図った。また、軽快な、ハンドリング特性に対しては、各機能部品の構造シンプル化および各コンポーネントの小型軽量化を図った。

ABSTRACT

CBR1100XX Super Blackbird was developed and put onto the market from September 1996, with a high engine performance, good handling characteristics which give the motorcycle behavior as a rider's intention, and an excellent comfortability even if during a long distance cruising riding.

To achieve high engine performance, the engine was newly developed to get a high power and an aerodynamic characteristics was enhanced reducing an air resistance. To achieve good handling characteristics, lightening and compactness for each component, and simplifying for each functional part were considered.

1. まえがき

1969 年の CB750Four 発売以来、四半世紀以上にわたり、直列 4 気筒エンジンを搭載したスーパースポーツバイクの代表格である CB シリーズの最高峰モデルとして、CBR1100XX Super Blackbird (以下 CBR1100XX と記す。)は、1996 年 6 月ドイツにおいて発表された。同年 9 月から、ヨーロッパを主要市場として発売されている輸出専用モデルである。

1000cc を超えるリッターバイクと呼ばれるモータサイクルは、乗りこなすことから得られる楽しさや満足感が大きい反面、ライディングテクニックを要するエキスパートライダ用というイメージがあった。そこで、リッターバイクの醍醐味を継承しながら、より多くの人々にリッターバイクの持つ楽しさを伝えることを目的として、CBR1100XX の開発を進めた。

Fig.1 に CBR1100XX の外観を示す。空力特性を高次元でバランスさせた結果、シンプルで自然な美しさと力強いフォルムとなっている。



Fig.1 External view of CBR1100XX

2. 開発ターゲット

CBR1100XX は、水冷直列 4 気筒 1137cm³ エンジンを搭載し、高い動力性能およびアウトバーンでの高速走行からワインディングコースのスポーツ走行までの幅広い範囲で軽快なハンドリング特性を持つスーパースポーツモデルとして開発した。

開発におけるキーワードは、CB シリーズの最高峰を目指して、「*The Greatest Super Sport* = 世界最高性能マシン」と定め、コンセプトの方向性を明確化した。世界最高性能とは、豪華さや単一性能のみを指すのではなく、走る・曲がる・止まるという基本性能に、ブレーキング時や夜間走行時の安心感、居住・快適性、外観美などを含めた総合的かつバランスのとれた性能を指す。

開発にあたり、以下の 3 項目をターゲットとして設定した。

1. Dynamic acceleration
(いかなる速度域でも、豪快で十分なパワーを発揮できる)
2. Sharp handling
(大排気量車でありながらも、軽快なハンドリング特性と高い操縦安定性を実現する)
3. Comfortability
(世界最高性能を快適に楽しめる)

Fig.2 に開発ターゲットと今回採用した主な技術手段の関連図を示す。個々の技術手段は、それぞれのターゲットと深くかかわっている。

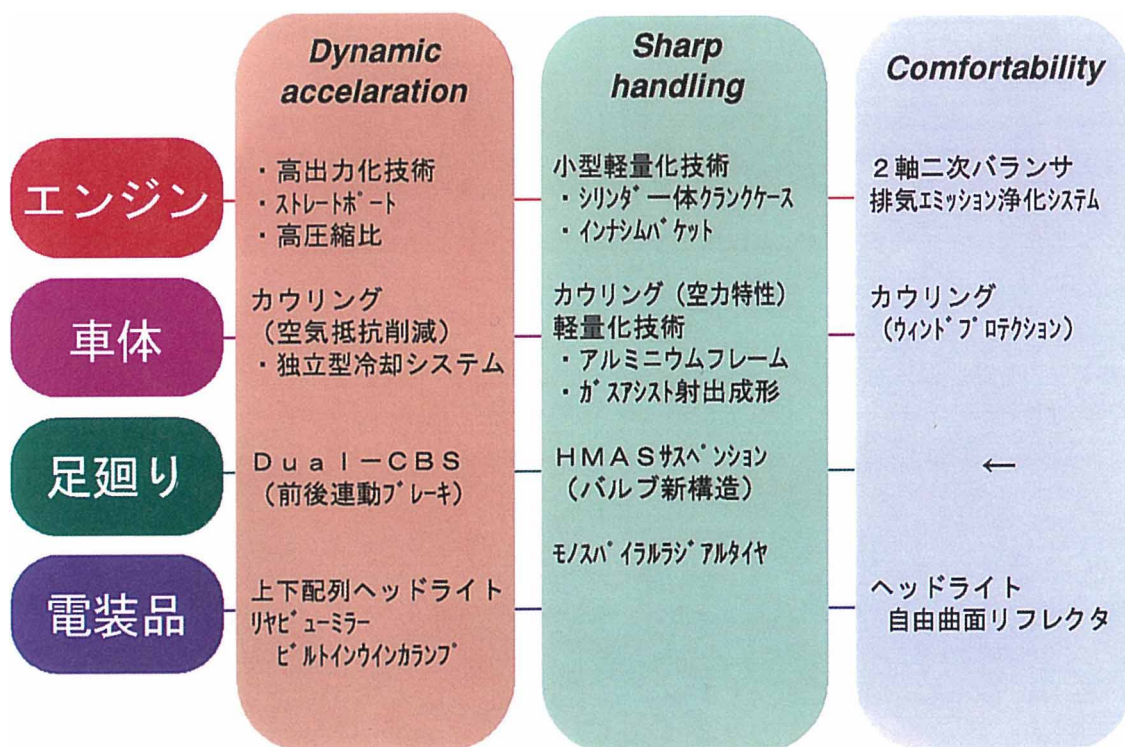


Fig.2 Development targets and major applied technical items

Table 1 Specifications of CBR1100XX and CBR1000F

Model	CBR1100XX	CBR1000F
Cylinder arrangement	In-Line 4	In-Line 4
Cooling system	Liquid	Liquid
Valve train	DOHC	DOHC
Number of valves	16	16
Bore×Stroke (mm)	79×58	77×53.6
Engine displacement (cm ³)	1137	998
Compression ratio	11.0	10.5
Carburetor	φ42 CV type×4	φ38 CV type×4
Max. Power/Ne (kW/rpm)※	121/10000	99/9500
Max. Torque/Ne (N·m/rpm)※	124/7250	104/8500
Transmission	6 Speed	6 Speed
Dimensions (L×W×H) (mm)	2160×720×1170	2235×740×1215
Wheelbase (mm)	1490	1505
Fuel capacity (L)	22	22
Tire	Front	120/70 ZR17
	Rear	180/55 ZR17
Suspension	Front	Telescopic
	Rear	PRO-LINK
Brake system	Dual CBS	Dual CBS
Brake disk	Front	φ310 Dual
	Rear	φ256 Single
Engine weight (kg)	82.8	94.7
Vehicle dry weight (kg)	223	249
Weight to power ratio (kg/kW)※	1.843	2.515

※ : Europe type (DIN)

3. CBR1100XX の概要

CBR1100XXの主要諸元を、CBR1000Fと比較しTable 1に示す。

CBR1100XXは、CBR1000Fに対し26kgの軽量化が図られ、動力性能、運動特性などの性能向上に寄与した。

これは、開発の最重要課題として小型軽量化を「シンプルな構造」であることを念頭に検討を行った結果で、Fig.3に示すように、完成車トータルで約21%の部品点数が削減された。

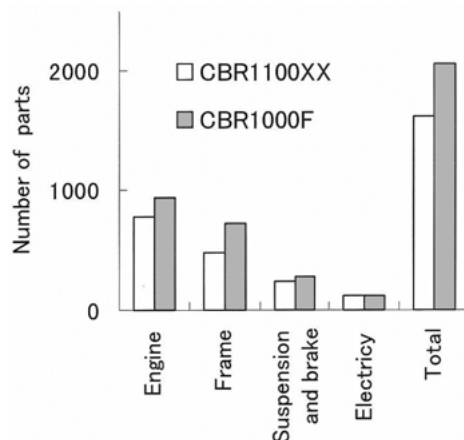


Fig.3 Number of parts

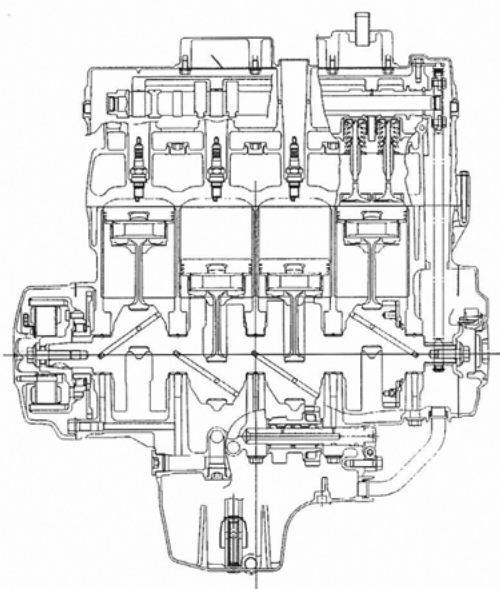


Fig.4 Sectional view of engine

3. 1. エンジン

エンジン設計は、高出力および運動特性・空力特性を考慮して、小型軽量化に主眼をおいた。エンジンは、小型軽量・高性能として実績のあるCBR600FおよびCBR900RRと同様に、シリンダー体式クランクケースの右側にカムチェーンを配置、排気量を1137cm³として全面新設計とした。また、高速クルージング走行を快適にするため、高回転型の二輪車エンジン用として開発した2軸二次バランサを採用した。Fig.4にエンジンの断面図を示す¹⁾。

高性能化に向けては、下記の項目に配慮した。

- 1) サイドカムチェーンの採用により縦断面・横断面ともストレートな形状になったインレットポートに、大径のバルブを組み合わせることにより体積効率の向上を図った。
- 2) 小さなバルブ挟角と 10mm 径のスパークプラグにより燃焼室をコンパクトにし、高い圧縮比を与えて熱損失の低減を図った。
- 3) 排気系は、最高出力と良好なドライブアビリティ(スロットルレスポンスおよびスロットルリニアリティを指す²⁾。以下DRと記す。)の両立を図るため、#1と2および#3と4シリンダの排気管を集合し、さらに1本に集合した後、2本の低背圧・大容量サイレンサへ分岐する、4-2-1-2集合と呼ばれる方式を採用した。排気系の外観図を Fig.5 に示す。
- 4) C V 式キャブレタのバキュームピストンをフラットタイプ断面としてリフト特性の改善を図るとともに、点火時期をエンジン回転数とスロットル開度による三次元マップデジタル制御として良好なDRを得た。出力特性を Fig.6 に示す。CBR1100XX のリッター当たり出力は 106kW を発生し、CBR1000F より約 7 % 高い出力を得ている。

一方、小型軽量化設計に関しては、下記の項目に配慮した。

- 1) クランクケースは、シリンダ・トランスミッションケースまでが一体式の軽量オープンデッキ型シリンダブロック方式とした。
- 2) シリンダヘッド、カムチェーン廻りの小型化を図った。
- 3) 2 軸二次バランサの装備により二次振動が極めて少ない利点を活かして、 λ (コンロッド軸間長さ/ストローク半径) を小さく設定し、エンジン全高を低くした。

これらにより、CBR1000F と比較して、排気量を大きくし、バランサを装備したにもかかわらず、エンジン重量は 10kg 以上軽くできた。Fig.7 に 4 気筒スポーツバイク用エンジンのエンジン重量/出力比を示す。

CBR1100XX の値が最も小さいことが判る。

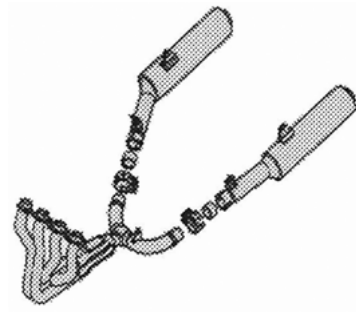


Fig.5 Exhaust system

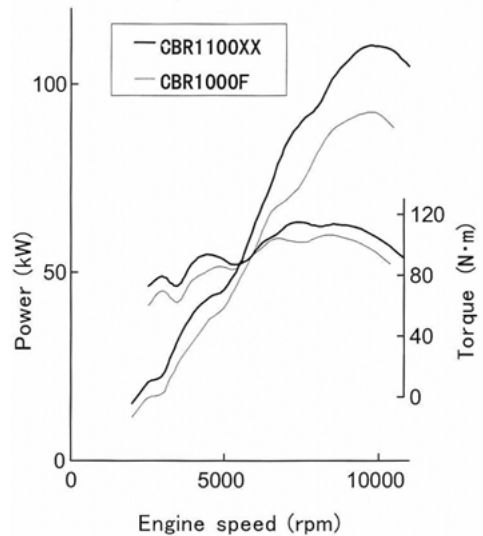


Fig.6 Engine performance curve

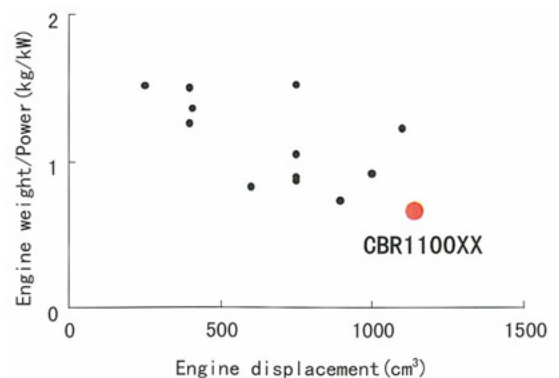


Fig.7 Engine weight to power ratio

3. 2. 車体

車体は、ハンドリング特性から要求される寸法諸元と小型軽量化を両立させるレイアウトに配慮した。

ハンドリング特性の目標は、応答性の高い旋回特性と高速域での安定性の両立であった。具体的には、アウトバーンでの最高速度域でも安心感のある安定性から、市街地を想定した低速域でも機動性を実感できる操縦性までを想定した。

高い旋回特性を得るために、Fig.8に示すように前輪分担荷重を49%に設定し、フレーム横剛性は600cc並とした。その結果、操舵重さは750ccクラス並とできた。一方、エンジンのリジッドマウント化、リヤスイングアームの高剛性化、新開発タイヤおよびカウリング形状の見直しにより高い安定性も達成した。

フレームは、アルミニウムツインチューブフレームとし、パワーユニットを理想的な位置に配置することにより、マスの集中化を図った。

カウリングは、空気抵抗の削減、ウインドプロテクションの確保、冷却風の有効導入、キャブレタへの新気導入などのエアマネージメントとしての機能を配慮して設計した。

シートは、クッション部に中空部を設けて快適性を追求した。リヤグリップパイプは、二重成形樹脂を採用し軽量化を図った。

3. 3. 足回り

フロントサスペンションは、インナチューブを直径43mmとして高剛性を図った。また、リヤサスペンションは、スイングアームを軽量・高剛性の押出成形アルミニウムチューブ製とし、プロリンクと組み合わせた。

また、前後のクッションには、十分な減衰力と良好な乗り心地を得るため、ホンダ・マルチ・アクション・サスペンション（以下H. M. A. S.と記す。）を採用した。

ブレーキシステムには、ハンドルレバーとフットペダルのいずれの操作でも、前後輪に同時に、適切な制動力を働かせることが可能なDual Combined Brake System³⁾、

4)（以下Dual CBSと記す。）を採用した。

このシステムは、すでに1993年のCBR1000Fに採用されているが、コンポーネントを小型・軽量化し、スポーツ走行に適したセッティングに改良した。

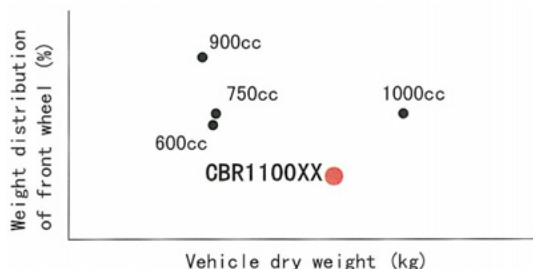


Fig.8 Weight distribution of front wheel in sport model

タイヤはZR規格とし、特にリヤタイヤは、一本のケブラー繊維をトレッド面に沿ってカーカスに巻き付けたモノスパイラルラジアルと呼ばれる構造とした。重量は従来のタイヤと同等としながら、高速時での優れた安定性を確保した。

ホイールは、リム部およびスポーク部の肉厚を最適化した三本中空スポークタイプのキャストホイールを採用し、軽量化を図った。

3. 4. 電装品

電装品は、高い高速性能を得るための空力特性と夜間走行時の安心感を与える明るさを両立できる灯火器の開発に重点をおいた。

ヘッドライトは、上下配列フリーフォームヘッドライト⁵⁾とした。これにより砲弾型のカウリングノーズ部に段差なく配置できた。また、フリーフォーム方式リフレクタにより、従来より広い照射範囲を得ることができた。

フロントウインカランプは、リヤビューミラーにビルトインとし空気抵抗の低減を図り、車両の高い位置に取り付けて被視認性向上を図った。

ヘッドライトおよびリヤビューミラーにビルトインしたフロントウインカランプの外観をFig.9に示す。



Fig.9 Headlight and front direction indicator lamp

4. 主要技術

CBR1100XX に適用された特徴的な技術を、以下に紹介する。

4. 1. クランクケース

シリンダブロックはリンクロム鋳鉄製スリーブをアルミニウムダイキャストで鋳込んだタイプでありながら、小型軽量化のためボア間肉厚を7mmと短軸間化した⁶⁾。スリーブは、肉厚2mmと薄肉化した。外周はアルミニウムとの密着性を高めるため、面粗度をコントロールした鋳肌面とした。

ボアピッチの短縮化により、AC ジェネレータは、バンク角を妨げることなくクランクシャフトへの直付けが可能となり、AC ジェネレータ駆動系の重量軽減および駆動ロスの低減を図った。

Fig.10 にシリンダブロックの外観図を示す。

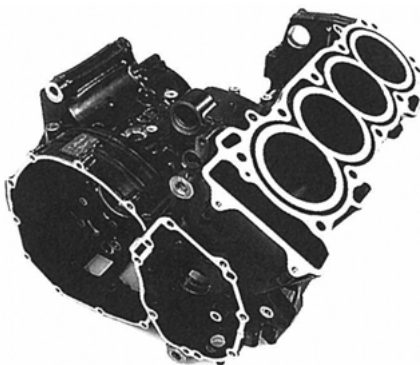


Fig.10 External view of cylinder block

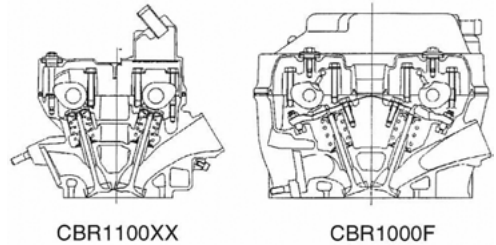


Fig.11 Sectional view of cylinder head

4. 2. シリンダヘッド廻り

バルブ挟角を30° と小さくするとともに、バルブ駆動は直径26mmのインナシムタイプバケットとした。バルブステム径は、吸気側バルブ傘径32mm、排気側27mmに對し5mmと細軸化した。

バルブスプリングは、高強度弁バネ鋼を用いて、省スペース化を図った。

これらにより、高い体積効率を得ながら、CBR1000F に対して2.4kgも軽いコンパクトなシリンダヘッドとすることができた。Fig.11にシリンダヘッド断面の比較を示す。

4. 3. バランサ

バランサには、10000rpm以上の高回転域で使用される二輪車用として新開発した2軸二次バランサを採用した。これにより、高回転域での快適性のみならず、二次振動を抑えながらコネクティングロッド長さを短くできたことによるエンジン全高の低減化およびエンジンハンガをリジッドマウントとすることによる車体剛性向上を達成した。

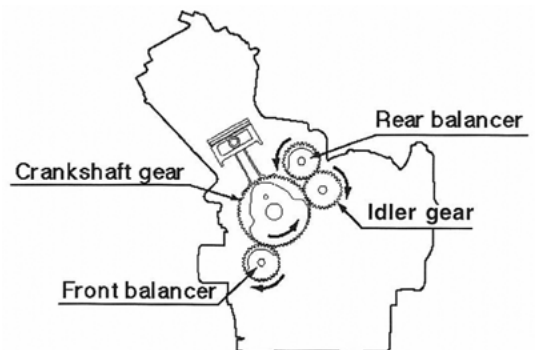


Fig.12 Arrangement of balancer

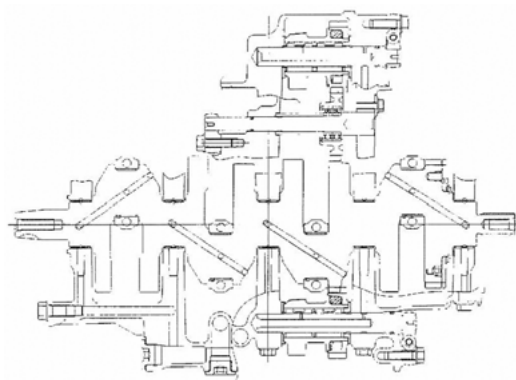


Fig.13 Sectional view of balancer

Fig.12にバランサの配置図を、Fig.13に断面図を示す。

バランサは、クランクシャフトの左から6番目のウェブに切ったギアにより、フロント側は直接、リヤ側はアイドルギアを介して、それぞれクランクシャフトの2倍の回転数で駆動されエンジンの二次振動とバランサ自身の加振力を打ち消す。

バランスウェイトとバランサギアは、メインジャーナル間に配置し、コンパクトで剛性の高いクランクケース構造とすることができた。バランサウエイトの配置については、エンジンマウント位置での各方向の振動加速度が最小となるよう、二輪車特有のフレーム形態に合わせたCAE解析に基づいて設計した。

4. 4. 排気エミッション浄化システム

排気中の未燃焼ガスに対しては、二次空気を導入するシステムをシリンダヘッドカバー内に、キャタリストをサイレンサの上流側にビルトインした。

キャタリストは、パンチングチューブタイプとし、Fig.14に示す位置に配置することで、反応に必要な温度を維持しながら排気背圧の上昇を防ぎ、出力の確保と排気エミッションの低減を達成した。また、排気系は高出力化のために、#1と2および#3と4シリンダを結ぶ集合形態を採用したが、キャタリストはエキゾーストパイプ集合部より下流に配置した結果、気筒毎には不要で廉価なシステムとなった。

二次空気導入システムもキャタリストの採用も、出力への影響はほとんどなく、完成車レイアウトにも影響を与えないコンパクトなシステムとすることができた。

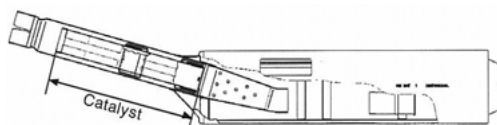


Fig.14 Catalyst Built-in Silencer

4. 5. 軽量アルミニウムフレーム

フレームは、同排気量クラスの二輪車に対して20%以上軽量のダイヤモンドタイプのアルミニウムツインチューブフレームを採用した。メインチューブは比剛性の高い目の字断面押出成形アルミニウムチューブで、リブ補強を施した重力鋳造製オープン断面構造のピボットプレートとU字中空断面のエンジンハンガは溶接接合されている。

エンジンの搭載は、操舵反応にダイレクト感を持った特性と安定性を得るために、従来のマウントラバーを廃し、フルリジッドマウントとした。エンジンの2軸二次バランサ採用による低振動化により、このことが可能となった。

スイングアームは、フレーム同様メインチューブに目の字断面アルミニウムチューブを採用し、CAE解析にて形状を検討した。ブレースのない構造でありながらブレース付と同等の高剛性を達成し、CBR1000F比40%の剛性向上を得ながら1.5kgの軽量化を達成した。

Fig.15にフレームとスイングアーム外観を示す。

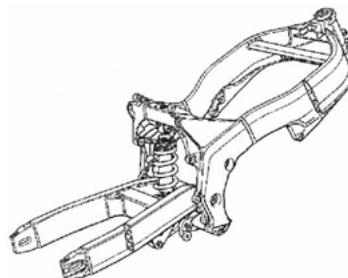


Fig.15 Frame and swing arm

4. 6. カウリング

カウリングは、空気抵抗低減、ハンドリング性能、ライダーに対するウインドプロテクション性能および高出力に対応する冷却性能の確立を重点項目として開発した。また、エンジンの出力性能を安定させるために吸入空気の温度コントロールにも配慮した。

カウリング前端を砲弾型にするなど形状を検討した結果、空気抵抗係数はCBR1000Fに対し約18%低減した $CdA=0.325$ を達成できた。この値は、250ccスポーツモデルのNSR250Rと同等であるが、ライダーに対するウインドプロテクション確保のため前面投影面積を小さくするのに制約があり、風洞実験により空気抵抗係数を確認しながら形状決定を行った。前面投影面積と空気抵抗係数をCBR1000Fと比較しFig.16に示す。

形状の決定には、以下の項目に配慮した。

- 1) フロントカウルは、ロングノーズ化と縦二灯型ヘッドライトの採用により可能となった先端部の絞り込みにより、放物線形状断面とした。
- 2) フロントカウル廻りの空気の剥離を抑え、流速増大を図るため、カウルの面構成を可能な限り単純な組み合わせとし、更にそのつながりを滑らかにした。
- 3) 空気抵抗となるダクト類を、最少のサイズで必要容量を得ることができる形状および配置とした。
- 4) カウリングおよびスクリーン端末を可能な限りライダー側まで延長し、ライダー周辺の空気の流れをスムーズにした。
- 5) フューエルタンクは22Lの大容量を確保しつつ、空力特性を考慮して、ライダーの頭、腕および膝が乗車時に適正な位置になる形状とした。

4. 7. ガスアシスト射出成形

主要構成樹脂部品には、厚肉部を中空構造とするガスアシスト射出成形方法を採用した。これは、低圧射出にて樹脂を金型に充填しながら厚肉部に窒素ガスを高圧注入し中空部を成形する製法であり、全体を薄肉化しながら必要剛性の確保が可能である。これにより、軽量化と同時に構成部品点数およびフレームへの取付箇所の削減が図れた。

Fig.17にフロントフェンダの断面を示す。

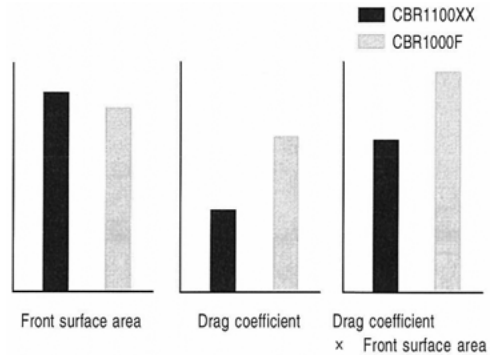


Fig.16 Decrease of drag coefficient



Fig.17 Sectional view of front fender

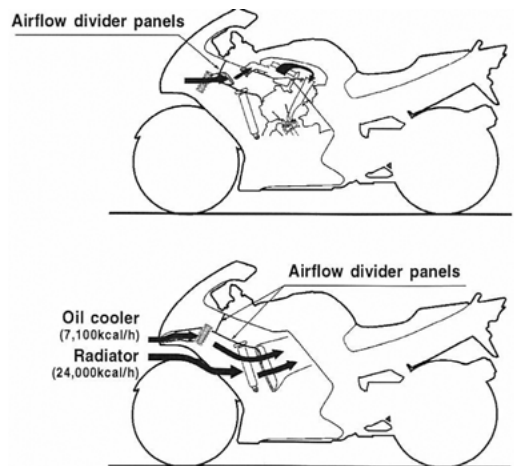


Fig.18 Independent air duct system

4. 8. 独立型エアダクトシステム

カウリング内部の空気流路は、キャブレタへの吸入空気とラジエータおよびオイルクーラの冷却風を分離する構造とした。独立型エアダクトシステムをFig.18に示す。

エアダクトは、キャブレタエアインテーク用と冷却用をそれぞれフロントカウルに設定した。ハンドル下部に位置するキャブレタエアインテーク用ダクトより導入される新気は、カウリング内側に隔壁状のパネルを設けることにより熱源となるラジエタ、オイルクーラおよびエンジン周辺部より遮熱した。また、キャブレタエアインテークダクトは、走行風による動圧がかからず、吸気空気温度が低く、通路の吸入抵抗が大きにならない位置を選択した。

エアクリーナは、エレメントより外気側とキャブレタ側の容積比率を従来と比べて大きく変更し、エレメントの形状、濾過面積の最適化により、エアクリーナケース内負圧低下を図った。

4. 9. ホンダ・マルチ・アクション・サスペンション

新たにオンロードスポーツモデル専用に開発したH. M. A. S.を採用した。これは、従来のバルブバネ定数によってセッティングしていた減衰力特性を、減衰力を発生する各要素に分散・適正化した機構である。バルブ受圧面積・形状・オイル通路を、従来のオンロードスポーツ車用に対し大幅に見直し、必要な減衰力を維持しながらバルブのバネ定数を低く設定することによりスムーズな作動性を得た。

これにより、最高速度域でも安心できる路面追従性とワインディングロードでの軽快感および市街地での無駄な動きを抑えた良質な乗り心地を得ることができた。

Fig.19にリヤクッションの構造図を、Fig.20に減衰力特性を示す。

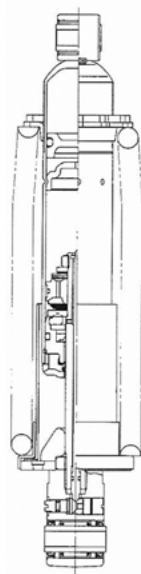


Fig.19 Construction of H.M.A.S.

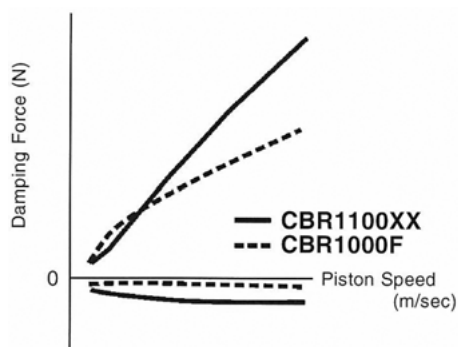


Fig.20 Characteristics of damping force

4. 10. Dual CBS

ブレーキシステムについてはCBR1000F用Dual CBSの改良を図った。キャリパは、フロント、リヤ共、従来のDual CBS同様に二系統の独立した液圧経路を持つ3ピストンキャリパ式を採用したが、細部の見直しの結果、フロントおよびリヤキャリパ合わせて約300gの軽量化を達成した。

フロントに発生する制動力を利用して二次液圧を発生させる構造として、二次マスタシリンダを左側キャリパの間にリンケージを介して作動させていた従来の方式に対して、直接キャリパが二次マスタシリンダを押す構造とした。リンケージの廃止により構造が簡素化し、重量

も約500g軽減できた。プロポーションアルコントロールバルブ（以下PCVと記す。）は、液圧制御を三段階から二段階へ構造を簡素化し小型化した。

ペダルブレーキの操作性を向上させるため、ペダルブレーキの低入力時の前輪制動力を左側のディスクのみに作用させるディレイバルブを追加した。これにより、旋回時など姿勢調整のためペダルブレーキを使用する時には、フロントへの制動力を弱くし、通常のブレーキ時には、フロントブレーキに十分な制動力を発揮させることが可能となる。

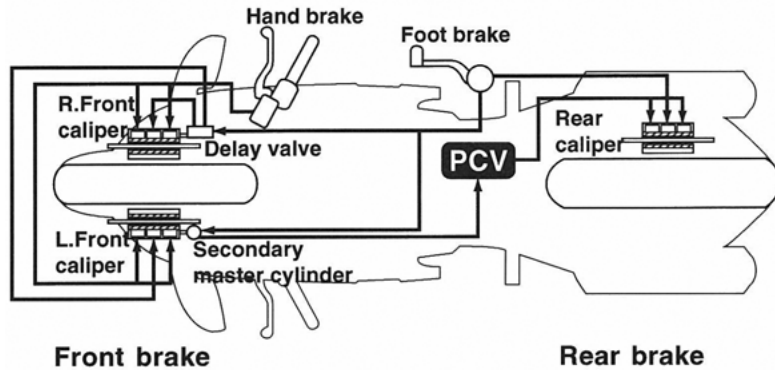


Fig.21 Dual CBS system

また、PCVの液圧制御特性も一般的な二輪車ではフロントブレーキ用であるレバー側の入力配分が高いセッティングとし、独立二系統の従来の操作感覚に近いものにした。

Fig.21にブレーキのシステム図を、Fig.22に入力に対するブレーキ特性図を示す。

4. 1 1. 上下配列フリーフォームヘッドライト

ヘッドライトは、ロービームとハイビームを上下配列とし、リフレクタにフリーフォーム方式を採用した。リフレクタに配光機能を持たせることにより、前面レンズのプリズムカットはない。電球は、ロービームフィラメントに上方への光をカットするフードがなく、反射鏡に対する光束が有効に使える特徴を持つH7電球を採用した。この結果、従来のH4電球と比べ、8 lx (ルクス) 帯の比較で、ロービームで10mから前方が206%、ハイビームで20mから前方が142%と広範囲の照射が可能となった。

また、ヘッドライトのデザイン自由度も広がり、上下配列デュアルヘッドライトでありながら、フロントカウリングと一体のレンズ傾斜面を得ることができた。

Fig.23にヘッドライトの断面図を、Fig.24にヘッドライトの配光特性比較を示す。

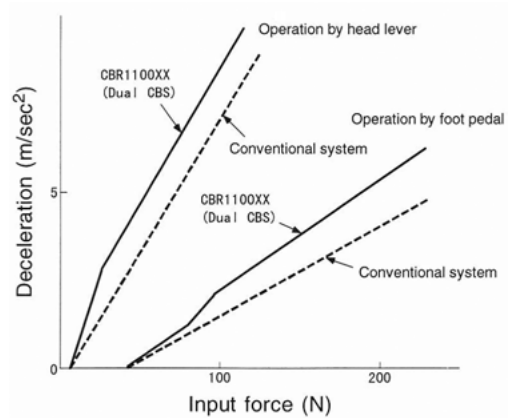


Fig.22 Input force vs. deceleration

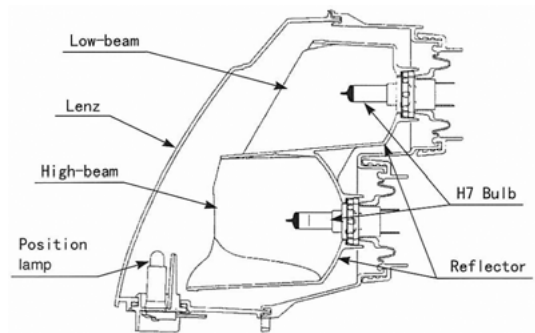


Fig.23 Construction of headlight

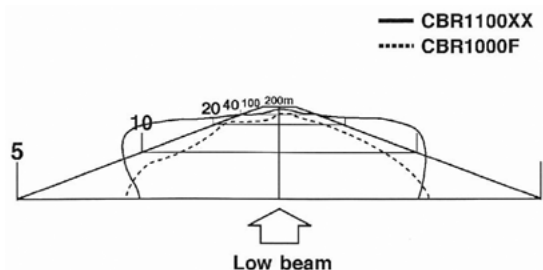


Fig.24 Comparison of light distributions

5. まとめ

CBR1100XXは、新規に開発した高性能パワーユニット、小型軽量化に向けた徹底したレイアウトおよび各コンポーネントの検討、空力特性・居住性・快適性の追求などにより、さまざまな性能が高次元で調和した高性能マシンであるCBR1100XXの開発の中で達成された主要技術項目は以下のとおりである。

- 1) 各コンポーネントの構造のシンプル化、レイアウトの見直しなどにより、CBR1000に比べ26%の軽量化と21%の部品点数の削減を達成した。
- 2) サイドカムチェーンの採用、燃焼室のコンパクト化、4-2-1-2集合排気システムの採用、三次元デジタルマップによる点火時期制御方式の採用などにより、高い動力性能と良好なドライブアビリティの両立を達成した。
- 3) 各コンポーネントの軽量化に加えて、2軸二次バランサの採用、カウリングへの放物線形状の採用、新開発のホンダ・マルチ・アクション・サスペンションの採用、Dual CBSの採用、上下配列フリーフォームヘッドライトの採用などにより、軽快なハンドリング特性と優れた空力特性・居住性・快適性を達成した。

なお、CBR1100XXは、その目指した性能に対して、'96マシン・オブ・ザ・イヤーに選出されるなど国内外の専門誌にて高い解価を得た。

参考文献

- 1) 水村栄 他、「CBR1100XXエンジンの開発」、自動車技術会新開発エンジンシンポジウム前刷集 9733422, 1997
- 2) 岡田和典 他、「2ストロークエンジンのトルクマップによるドライバビリティ簡易定量評価法」、Honda R&D Technical Review Vol. 7, 1995
- 3) 西本幸正 他、「二輪車用連動ブレーキシステム (Dual-CBS) に関する研究」、Honda R&D Technical Review Vol. 5, 1993
- 4) 槌岡鉄男 他、「二輪車用新連動ブレーキシステム (Dual-CBS) に関する研究 (II)」、Honda R&D Technical Review Vol. 6, 1994
- 5) 田端肇 他、「二輪車用ヘッドライトの適正配光の研究」、Honda R&D Technical Review Vol. 8, 1996
- 6) 篠原道雄 他、「新構造アルミシリンダブロックの開発」、自動車技術会学術講演会前刷集 9539400, 1995

■ 著 者 ■



山 中 勲



加 藤 正



萩 原 紳 治



鈴 木 哲 夫



豊 田 秀 敏



新 川 國 明