

製品紹介

G T S 1000の開発

Development of GTS1000

伊藤 太一*
Taichi Ito

中屋 一正**
Kazumasa Nakaya

上田 英明***
Hideaki Ueda

1. ま え が き

近年、欧州における排気量750cc以上のいわゆるビッグバイクの市場は、順調に増加しており、1992年の予測では、5年前の約1.8倍に達し、新車登録台数は、13万台の規模となっている。このビッグバイクの市場では、大きな2つの流れがあり、ひとつはパフォーマンスを追求したスーパースポーツのカテゴリーと、他方は快適性をより追求したヨーロッパアンツーリングのカテゴリーであるが、ス

ーパースポーツはよりスポーティに、ツーリングはより快適にというように、2つのカテゴリー間のギャップはますます大きくなる傾向にある。G T S 1000はこのギャップをなくして、1台のバイクでスーパースポーツとしても、ツーリングとしても楽しめ、さらに排気ガス浄化や燃費向上等の社会性を高めたバイクという企画コンセプトで新規開発をした。

2. 開発の狙い

企画コンセプトを具現化するための開発の狙いとして次の3項目とした。

- (1) 操る楽しみを与えられる動力性能、運動性能、操作性を有すること。
- (2) 快適な旅ができるツーリング機能と快適性機能を有すること。
- (3) 優越感をもって所有する楽しみを与えられるステイタス性があること。

スポーツ機能とツーリング機能の高次元での融合と社会性の向上というこれらの開発の狙いを達成するためには、従来技術の組み合わせだけでは難しい面があり、G T S 1000の開発に当っては、多くの新規技術開発を進めてきたので、以下これらの新規技術開発内容を中心に紹介する。

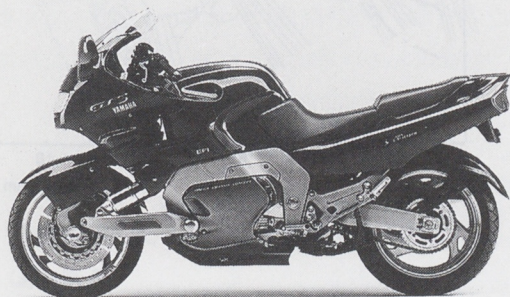


写真1 G T S 1000

* モーターサイクル事業部 第1開発部

** モーターサイクル事業部 第1開発部

*** モーターサイクル事業部 第4開発部

3. エンジン関係

3.1 エンジンの特徴

GTS1000の企画コンセプトから、エンジンは軽量コンパクトでトルクフルな特性が要求された。そこでパワーユニットには、ベースとしてFZR1000に採用されている水冷、DOHC5バルブ・並列4気筒1002ccエンジンを使用し、主として吸排気系の諸元を大幅に変更した。

- (1) エンジン出力は、最高速狙いでなく、実用域でレスポンスと追越加速性に優れたベスト100馬力性能を開発した。
- (2) 吸気系には、電子式燃料噴射を採用し、エンジン特性上の機能向上と排気ガス浄化、燃費向上を図った。
- (3) 排気系には、三元触媒を採用し、各国の排ガス規制にとらわれず最大限の排ガス浄化を図った。

3.2 ベスト100馬力性能

エンジン特性の目標は、

- (1) 追越加速重視
- (2) 最高速は230km/h

に設定し、最高出力は、上記目標およびEC統合後の100馬力規制も考慮し、全仕向地100馬力に設定した。

この100馬力特性は、従来のフル馬力仕様のディチューンという考えではなく、ベストな100馬力を目指して開発を行ない、優れた追越し加速とスポーティなフィーリングが得られるよう、3000rpm付近からトルクを立上げ、中速域で高トルクを維持するものとした。

ベースエンジンに加えた主な変更点は、

- (1) ヘッドシリンダのポートを含む全吸排気系
- (2) 吸排カムシャフトプロフィール
- (3) 圧縮比

であり、いずれも中速域のトルクを上げるように

諸元を変更した。

これらの変更により、GTS1000に適したスムーズでなおかつトルクフルな、レスポンスの良いエンジン特性が得られた。

図1、2にエンジン外観図、トルク特性を示す

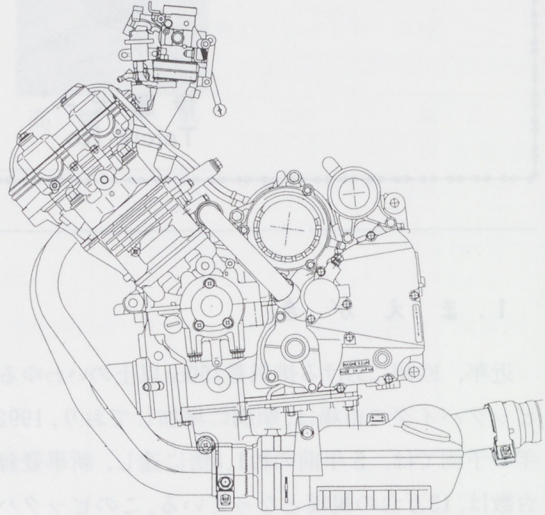


図1 エンジン外観図

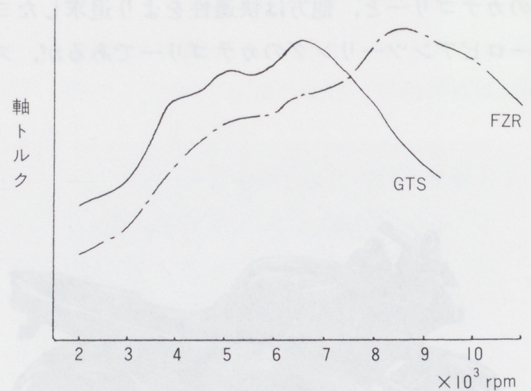


図2 トルク特性

3.3 燃料噴射

次の目的のため燃料噴射を採用した。

- (1) スロットルレスポンスが良い。
- (2) 触媒との組み合わせで排気ガスがクリーン。
- (3) 標高3000mまで高地でスムーズに走れる。
- (4) 四輪並に始動操作性が容易である。

- (5)燃費が良い。
 (6)自己故障診断システムがありメンテナンスが容易にできる。

この中で特に、スロットルレスポンスについては、二輪特有の軽量、高出力という条件により、4輪では問題とならない様なレスポンスのわずかな遅れやバラツキをライダーが感じてしまう為、その要求レベルは非常に高く、また従来のキャブレターも完成度が高い為、それを実現できるシステム及び制御ロジックの決定までには多くの時間をかけて評価を実施した。

図3は、燃料噴射システムの吸気系部分の透視図を示す。

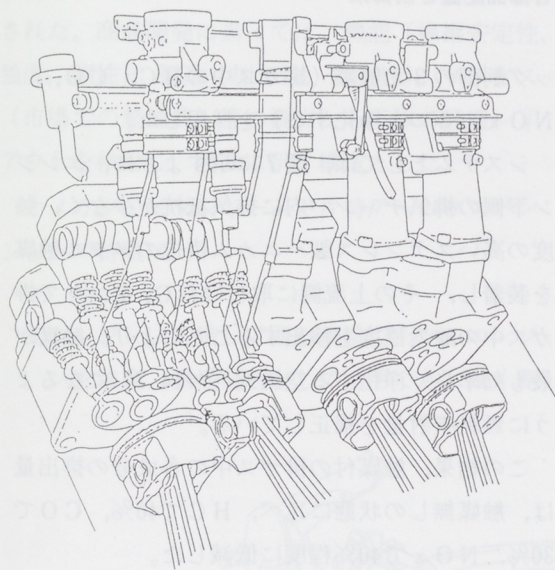


図3 吸気系部分の透視図

今回採用したシステムの概要を下記に示す。

(a)空気系

- ・4気筒独立スロットル（吸気ボリュームの低減および干渉の防止）
- ・エンジン冷却水により作動するワックス式オート・ファーストアイドル機構（始動操作の簡略化、図4）

(b)燃料系

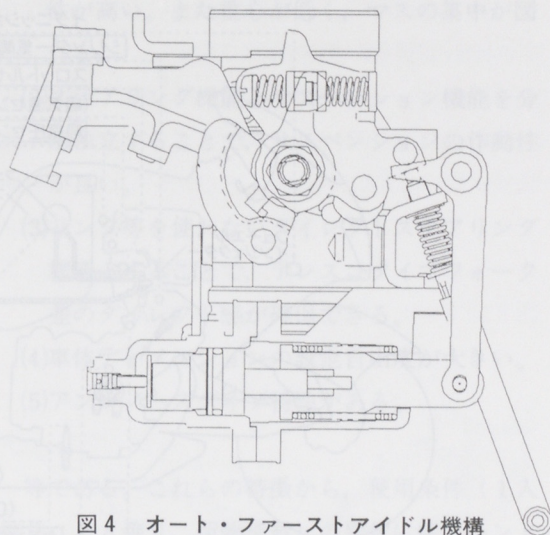


図4 オート・ファーストアイドル機構

- ・1孔の広角噴霧式インジェクタ（吸気3バルブに対応）
- (c)制御系（図5、図6）
 - ・マルチポイントシーケンシャル噴射方式（レスポンスおよび燃料分配精度向上）
 - ・制御は2方式の併用
 - 低負荷・低回転＝吸気負圧制御
 - 高負荷・高回転＝スロットル制御（レスポンスと空気量検出精度の両立）
 - ・O₂センサによるフィードバック制御（排ガス浄化）
 - ・点火系はスロットルによるマップ制御（適正点火時期による性能、燃費改善）

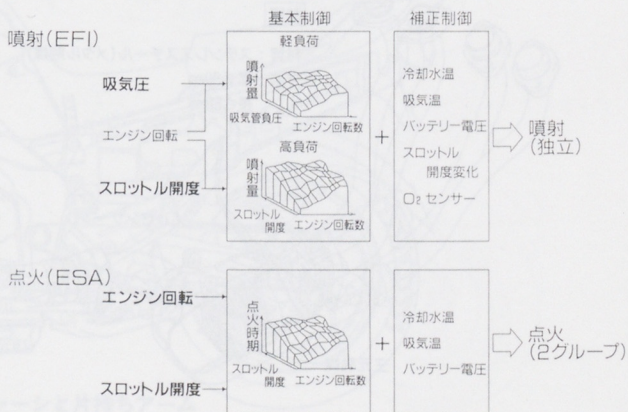


図5 燃料噴射および点火系の制御方法

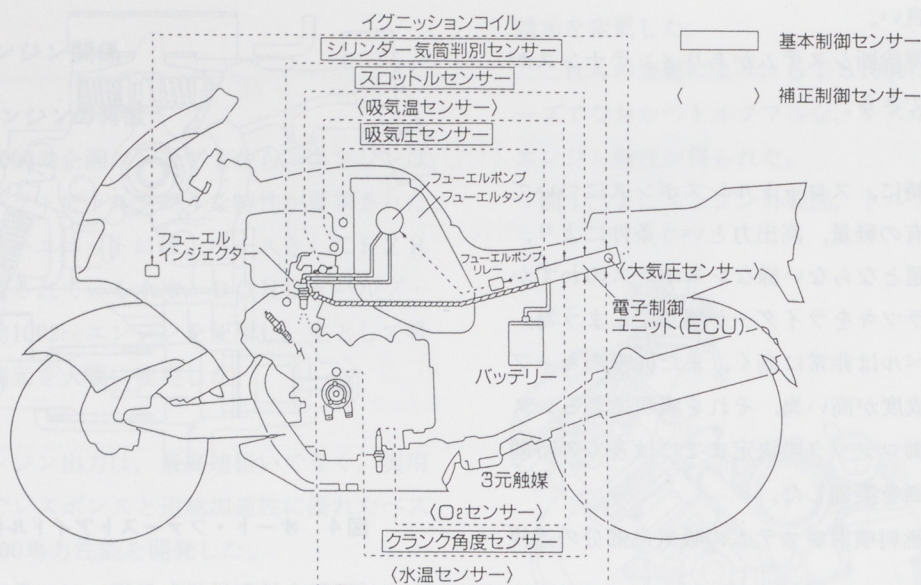


図6 燃料噴射システムの各部品配置と制御系

- ・ 自己故障診断およびフェイルセーフ機能
(故障時、メンテナンスへの対応)

また、信頼性確保とコスト低減のため、燃料系（ポンプ、レギュレータ、ホース等）および各センサー類はできるかぎり四輪用を流用した。

3.4 排気ガス浄化

当モデルでは、各国の排ガス規制にとらわれず商品性とのバランスをとりながら最大排ガス浄化率を狙うという目標を掲げ、排ガス浄化の強化を図った。そのため燃料噴射による O_2 フィードバ

ック制御の3元触媒（排ガス中のHC、CO、 NO_x の3つを浄化する）を採用した。

システムとしては、図7に示すように、エンジン下側の排気チャンバ内に排気抵抗が少なく、強度の高いステンレス製ハニカム構造のメタル触媒を装着し、その上流側に取付けた O_2 センサで排ガス中の酸素濃度を検出することにより、触媒が最も効率良く浄化する空燃比（ ≈ 14.7 ）になるように燃料噴射量を補正している。

この結果、触媒付の排ガス中の各成分の排出量は、触媒無しの状態に比べ、HCで40%、COで30%、 NO_x で40%程度に低減した。

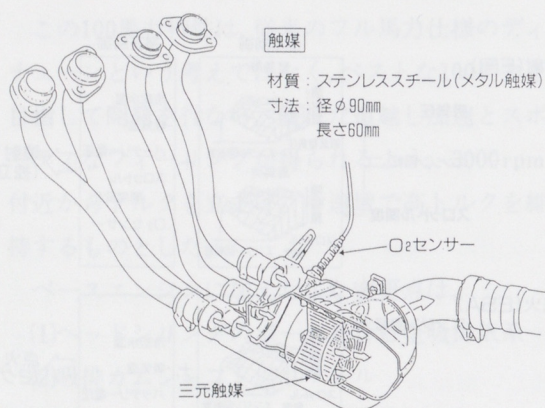


図7 触媒システム

4. 車体関係

4.1 車体の特徴

GTS1000を外観上、最も特徴づけているのは、ギリシャ文字のΩの形に似たフレームとフロント片持ちスイングアームサスペンションである。これは、どのような使用状況においても快適で、ハンドリング特性の変化が少ないサスペンションシステムとして新規開発したものである。そしてこ

のシステムの採用に伴い、フロントブレーキシステムやステアリングシステムの構造、カウリング、メータ、ヘッドライト、ラジエタ、電装品等の取付ステーを兼ねたフロントフレーム構造、フートレストブラケットを兼ねたリヤフレーム構造など従来モデルとは異なった新しい構造や部品配置を採用した。

一方、2人乗りで荷物を積載しての快適な長距離ツーリングを楽しめるように、ツーリング機能と快適性機能の充実を図った。

4.2 オメガシェーブシャーシと片持ちアームサスペンション

片持ちアームサスペンションに関しては、先行開発を経た後、当モデルの企画段階で採用が決定された。商品開発に当っては、機能（操縦安定性、強度、剛性）、製造（加工性、組立性）、サービス（市場での整備性）等の観点から車体の最適レイアウトを検討し、図8に示す構造とした。

オメガシェーブシャーシと片持ちアームサスペンションの特徴は、

- (1)エンジンに密接して囲む構造であり、エンジンを強度、剛性部材として活用でき、強く剛

性が高い。また重心が低く、マスの集中が図れる。

- (2)ステアリング機能とサスペンション機能を分離独立することで、サスペンションの作動性が良い。
- (3)リンク等を使わないダイレクトステアリング構造とすることで、テレスコタイプフォーク並のダイレクト感が確保できる。
- (4)車体ディメンションの設定自由度が大きい。
- (5)アンチノーズダイブ特性がある。

等である。これらの特徴から、使用条件（1人乗り、2人乗り、荷物積載）の変化に伴うハンドリング特性の変化が少なく、路面の凹凸に対するサスペンションの追従性が非常に良く、かつブレーキング時のピッチングが無く、姿勢変化が少ないというメリットが生じ、当モデルの運動性能、快適性向上に役立っている。

4.2.1 フレーム

メインフレーム、フロントフレーム、リヤフレームおよびブラケットフートレストの4部品のボルト締結構造である。

メインフレームは、骨格構造の主要強度剛性部

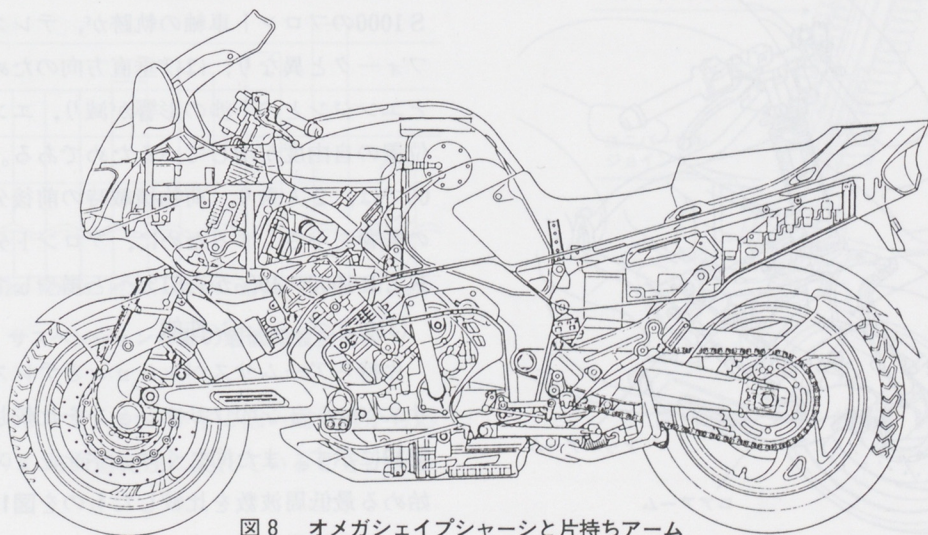


図8 オメガシェーブシャーシと片持ちアームサスペンションの構造

材であると同時に、外観意匠部品にもなっており、アルミ砂型鋳物の溶接構造である。

フロント、リアフレームは、鉄パイプ製である。とくにフロントフレームは、路面からの荷重を直接受けないため、小径パイプのフレーム化が可能である。またブラケットフートレストは、リアフレームのバックステーを兼ねた構造となっている。

図9にフレーム構造を示す。

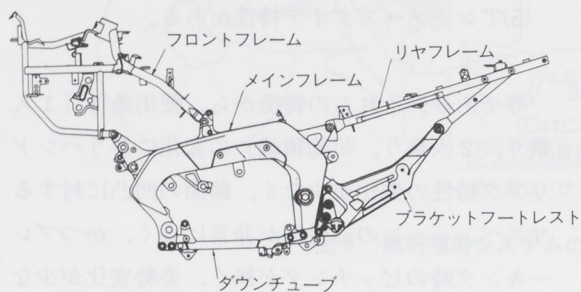


図9 フレーム構造

4.2.2 片持ちアームサスペンション

(1)構造

図10にフロントサスペンション構造を示す。構造としては、アッパ、ロアの2本のアームを配置

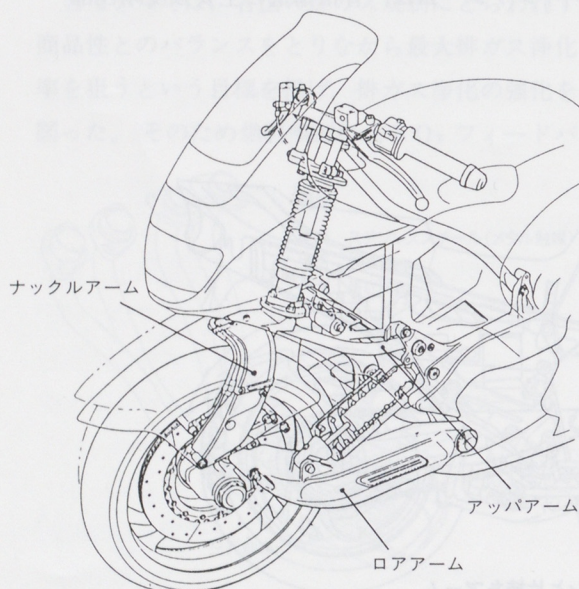


図10 フロントサスペンション構造

し、車軸ハブ部一体成型したナックルアームをボールジョイントで揺動、回転可能に連結し、平行リンクを形成している。路面からの衝撃は、ロアアームとメインフレーム間に設けたショックアブソーバで吸収される。

ロアアームは、アルミ鋳物とアルミ板金の溶接構造とし、アッパアームは、鉄製のA型構造とした。また、ナックルアームは、アルミ鋳物製である。

(2)ディメンション設定

このサスペンションシステムでは、アッパ、ロア各アームの支点位置、アーム長の設定を変えることで、サスペンション作動に伴うキャスト、トレール、ホイールベースの変化率を自由に設定できるが、当モデルのこれらの設定においては、サスペンションのメリットを生かした上で、従来のテレスコピックフォーク車に比べ、乗車時に違和感のない範囲に設定した。

またアッパ、ロアアームの作動時の仮想中心位置の指定により、アンチノーズダイブ効果とその程度を自由に設定可能である。

図11は、GTS1000とFZR1000の全体ディメンションを比較したものである。ホイールベースは、GTS1000の方が25mm長い。フロント車軸からのエンジン搭載位置は19mm短い。これはGTS1000のフロント車軸の軌跡が、テレスコピックフォークと異なり、ほぼ垂直方向のため、タイヤとエンジンとの干渉の影響が減り、エンジン搭載位置の自由度が増しているためである。GTS1000では、2人乗り、荷物積載時の前後分布荷重への影響を小さくするために、フロント分布荷重をFZR1000の49%から51%へと増やしている。

(3)サスペンション性能

片持ちアームサスペンションとテレスコピックサスペンションのフリクションを比較したものを図12に示す。また同じくサスペンションが作動を始める最低周波数を比較したものを図13に示す。これらの結果から、本サスペンションシステムは、

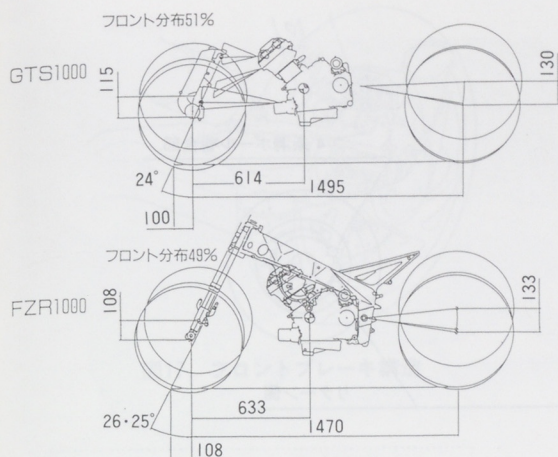


図11 GTS 1000とFZR 1000のディメンション比較

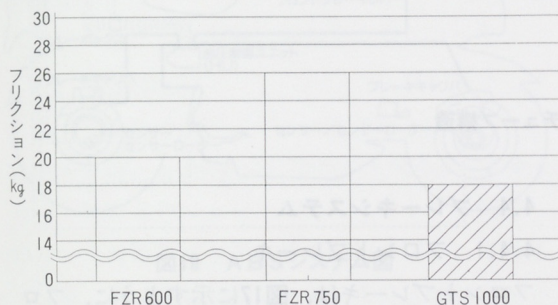


図12 サスペンションのフリクション比較

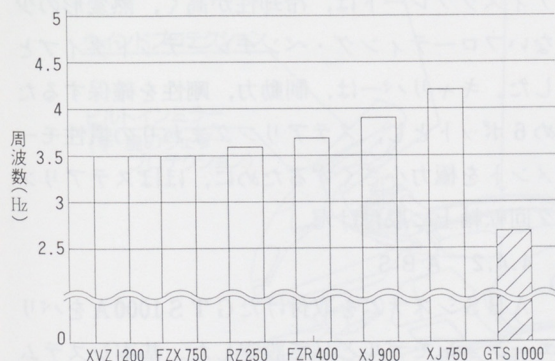


図13 サスペンション作動の最低周波数比較

低フリクションで、かつ非常に低い周波数から応答が始まり、路面追従性に優れていることがわかる。

(4)ステアリング構造

ステアリングは、リンク等を使わないダイレクト方式を採用した。この方式は、ハンドル操作時に違和感が無い、路面の状況を直接感じとれる等のメリットがある。またこの方式を成立するためには、

- ・回転トルクを伝達できる。
- ・ストロークを吸収できる。
- ・回転方向の遊びがない。
- ・軸芯のズレを吸収できる。
- ・剛性が高い。
- ・フリクションが少ない。
- ・コンパクトである。

といった各機能を満足したシステムが必要とされたが、図14に示すような、ナックルアームとハンドルの間に、4個のピローボールを使った超薄型のユニバーサルジョイントとスライドベアリングを用いたステアリングチューブを採用することで達成できた。図15は、ステアリングチューブの構造を示す。

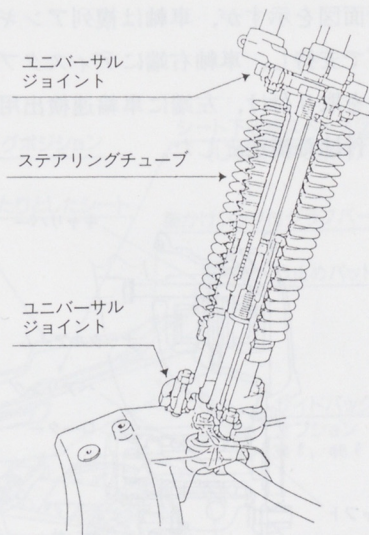


図14 ステアリング構造

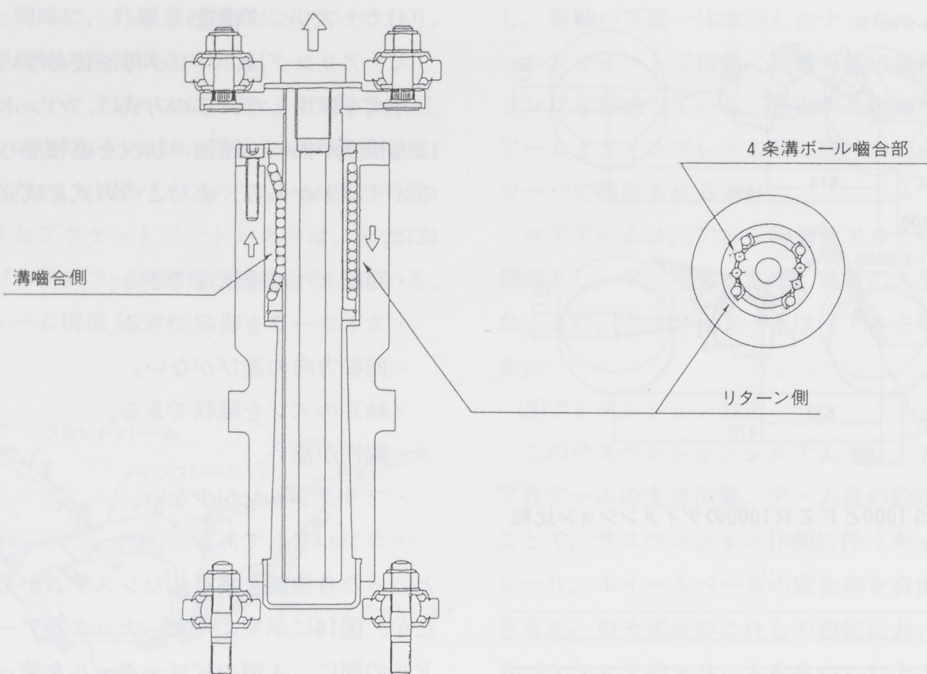


図15 ステアリングチューブ構造

(5) フロント車軸部構造

フロント片持ちアームサスペンションの採用に伴い、フロント車軸部構造も大幅に変更した。図16に断面図を示すが、車軸は複列アンギュラベアリングで支持し、車軸右端にディスクブレーキ、ホイールを取り付け、左端に車輪速検出用のロータを取り付けた構造とした。

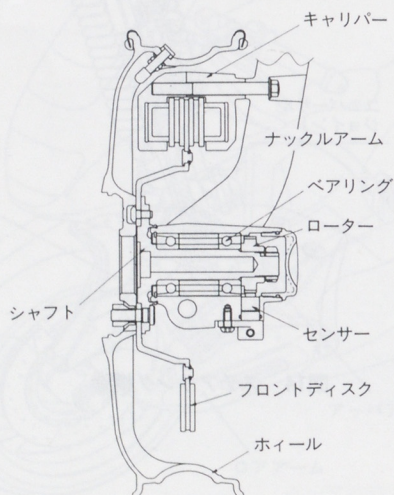


図16 フロント車軸部構造

4.4 ブレーキシステム

4.4.1 フロントブレーキ

フロントブレーキは、図17に示すように、フロントサスペンション形態の変更に伴い、車体センタ配置の大径シングルディスクブレーキとした。ディスクプレートは、冷却性が高く、熱変形の少ないフローティング・ベンチレーテッドタイプとした。キャリパーは、制動力、剛性を確保するため6ポットとし、ステアリングまわりの慣性モーメントを極力小さくするために、ほぼステアリング回転軸上に取付けた。

4.4.2 ABS

ABSシステムを取付けたGTS1000Aをバリエーションモデルとして設定した。基本システムは、FJ1200Aと同一であるが、フロント車軸構造の変更に伴い、フロント車輪速検出用のロータとセンサが変更されている。

図18にABSシステム図を示す。

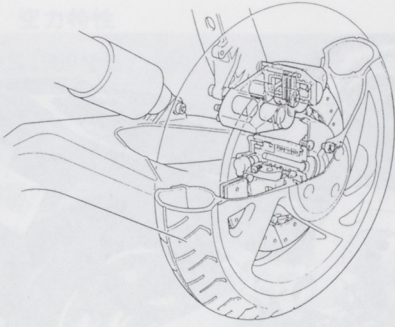


図17 フロントブレーキ構造

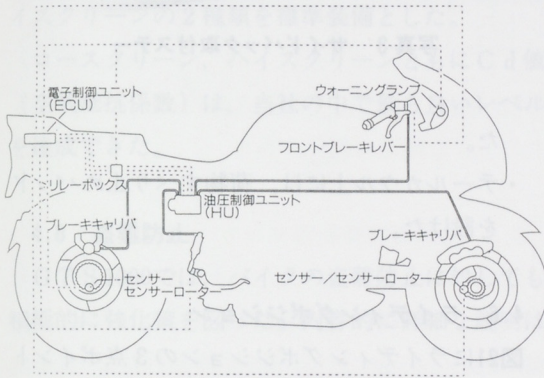


図18 ABSシステム図

4.5 ツーリング機能と快適性機能

当モデルでは、長距離のツーリングを快適に行えるよう図19に示すようなツーリング機能と快適性機能の充実を図った。

(1)ライダープロテクション

快適な長距離ツーリングを楽しめるように、身体各部への風圧低減、雨、泥はね防止対策を実施した。

- ・スクリーンは、タービュランス（乱流）やノイズ発生を少なくするような形状選定を実施した。
- ・ミラーは、脱落式ビルトインタイプミラーとし、手や腕のプロテクションも兼ねた位置に取付けた。
- ・膝部分のプロテクションのため、別体式ニーパッドを取り付けた。
- ・リヤフェンダーは、ライダー足元やバック等への泥はね対策として可動式とした。

(2)収納機能

図20に示すように、タンク前側上部にグローブ

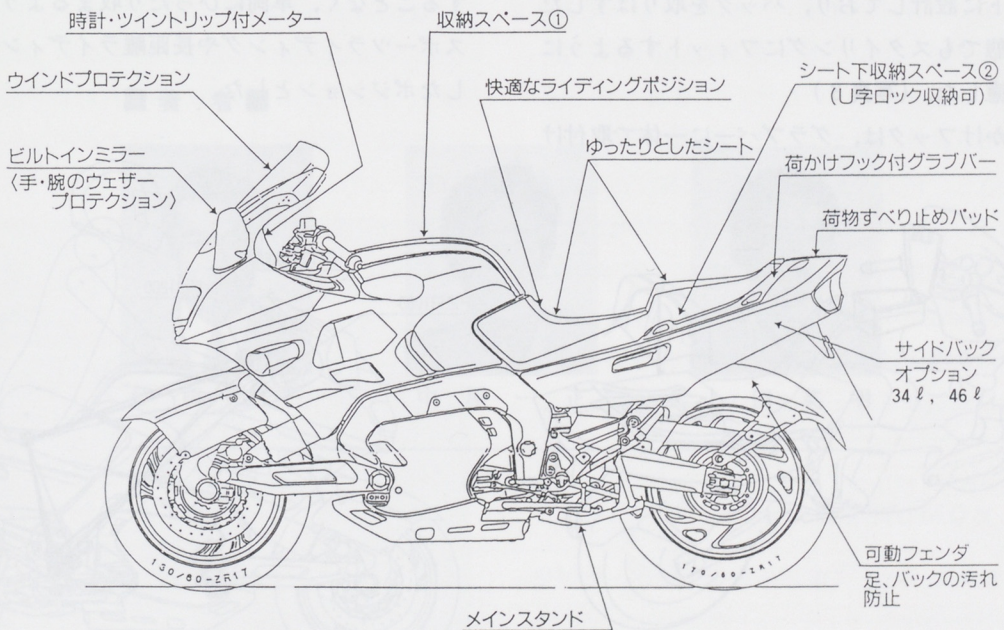


図19 ツーリング機能と快適性機能

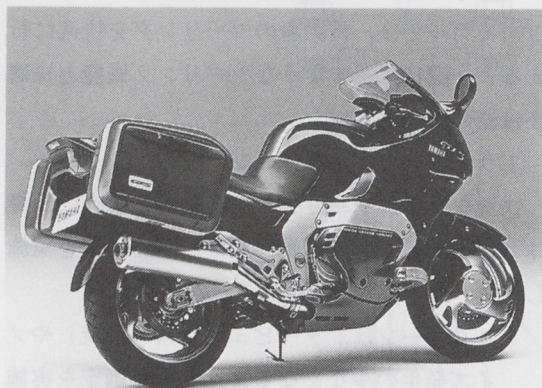


写真2 サイドバック

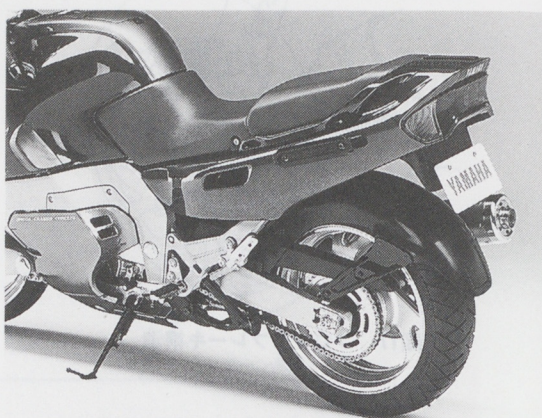


写真3 サイドバック取付ステー

ボックス、シート下に盗難防止用の大型U字ロックの入るスペースを設けた。

(3)積載機能

- ・写真2に示すように、当モデルでは、長距離ツーリングに便利な専用大型サイドバックをオプションで設定した。容量は、1個で34ℓと46ℓの2種類あり、製作に当っては、ドイツのクラウザー社と共同開発とした。

サイドバック取付ステーは、非常にコンパクトに設計しており、バックを取りはずした状態でもスタイリングにフィットするように配慮した。(写真3)

- ・荷かけフックは、グラブバーに一体で取付け

た。

- ・テールカウル上には、荷物すべり止めパッドを設けた。

4.6 ライディングポジション

図21にライディングポジションの3点ポイントを示す。GTS1000のライディングポジションは、FZR1000とFJ1200の中間に設定した。狙いとしては、前屈みになりすぎたり、直立し過ぎたりすることなく、車両にぴったり収まるよう設定し、スポーツライディングや長距離ライディングに適したポジションとした。

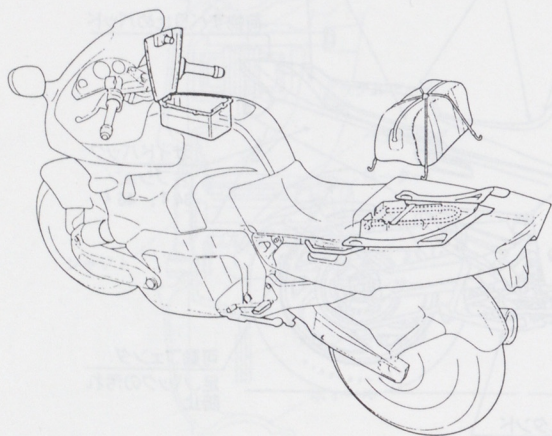


図20 収納機能

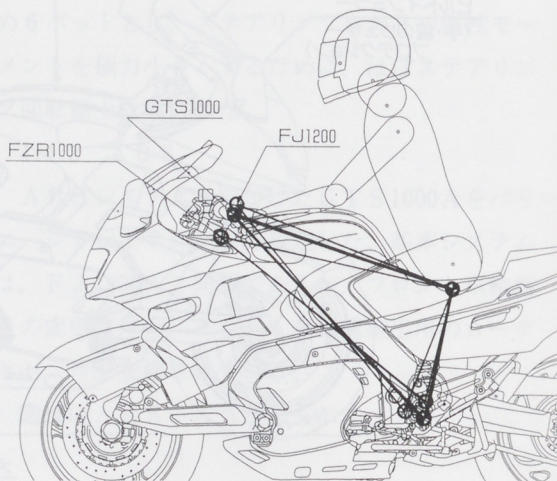


図21 ライディングポジション比較

4.7 空力特性

G T S 1000では、動力性能向上のための高い空力特性と、快適性向上のための高いライダープロテクションの両面を狙い開発した。開発の方法は、開発初期のデザイン段階から $\frac{1}{8}$ モデルを使い風洞テストを実施し、結果をデザインスケッチにフィードバックすることで空力特性のレベル向上を図った。

スクリーンは、空気抵抗低減を狙ったロースクリーンと、ウインドプロテクションを重視したハイスクリーンの2種類を標準装備とした。

ロースクリーン、ハイスクリーンともにC d値（空気抵抗係数）は、当社の中で最も良いレベルを達成できた。

4.8 盗難防止

G T S 1000では、バイクの盗難防止に対しても積極的に強化策を図った。内容的に詳細な説明は

控えるが、ステアリングロック自体の強度向上と、メインスイッチの正常な操作以外ではエンジンが掛からないような、機械的、電氣的両面からの盗難防止策を実施した。

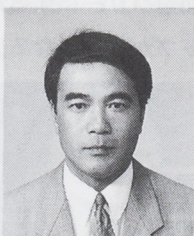
5. お わ り に

G T S 1000は、当社のフラッグシップモデルとなるべく多くの新機能と価値感を持ったモーターサイクルとして開発を進めてきた。

結果として、世界各地で行われたモーターショウや国内外で行われたマガジン発表会において、優れたモーターサイクルであるとして高い評価をいただいた。

最後に、このモデルの開発にあたり、御協力をいただいた社内外の関係各位に、紙面をお借りして深く感謝の意を表します。

■ 著 者 ■



伊 藤 太 一



中 屋 一 正



上 田 英 明