

マジェスティ250搭載のABS

ABS System for Majesty250

河合秀夫 Hideo Kawai 梶原邦夫 Kunio Kajihara 瀬戸宏昭 Hiroaki Seto
高田祐司 Yuuji Takada 山本幹雄 Mikio Yamamoto

●モーターサイクル事業本部 第2コンポーネント開発室/第4プロジェクト開発室

1 はじめに

1991年、ヤマハ発動機（株）（以下、当社という）はFJ1200Aで初のABSを装着し、次いでGTS1000Aにも展開を図りお客様の好評を得た。

本年、その機能水準を継承進化させ、マジェスティ250にABSを装着した。これにより、お客様にはスクータをさらに安心して快適に愛用していただけるものと確信している。

以下に、スクータ用ABSとして新開発した内容を紹介する。

1.1 ヤマハABSの4つの特性

ヤマハABSの第1の特徴は、車両安定性と制動性能をバランスさせるためブレーキシステムをフル油圧システムとし、その制御を、液圧補償型流量制御弁（Flow Control Valve；以下、FCVという）とそれをコントロールする電子制御によって実現している。

第2の特徴は、ABS作動中の乗り手の車両操作感覚と車両挙動の相互関係の適正化を図り、スムーズな車両挙動を実現させながら、限界条件での制動であるという情報をブレーキ操作系にフィードバックしている。

第3の特徴は、電子制御部および電装システム系の自己診断能力と、液圧制御系の最適化などによる、フェイルセーフ性の確保である。

第4の特徴は、小型・軽量のシステムであり、車両としての運動基本特性を高く維持している。

1.2 スクータにおけるABSの位置づけ

通常走行時には制動操作により車両挙動が自然さを損なわないことを意図して、前後が独立に作動するブレーキシステムを選択し、ABSを付加することでさまざまな気象状況や路面状況においても安心して愛用していただけることを目指した。

2 マジェスティ用ABS開発

2.1 マジェスティにおけるABS開発の重点課題

冒頭に述べたように、より安心して快適に愛用していただけるスクータを実現するため、以下に示す4つの重点課題を設定した。

ABSをスクータに搭載し、さらに普及させるにはコストが重要な鍵となるため、FJ1200A、およびGTS1000A（以下、FJ/GTSという）の従来型からのコストダウンを行う。

二輪車へABSを搭載するにあたっては、各ユニットを最適に配置することが要求される。特に、空きスペースが少ないスクータにレイアウトするために、液圧ユニット（Hydraulic Unit；以下、HUという）、電子制御ユニット（Electronic Control Unit；以下、ECUという）の小型化を図る。

FJ/GTSのABSシステムに対して、各ユニットの品質と信頼性の向上、ABS作動時の静粛性向上を図る。

性能面では、特にスクータ用としての最適な制御を目標とし、ABS作動時の車両安定性と制動性能を両立させる。

2.2 開発結果

前述の課題を達成するために、FJ/GTSで確立したノウハウをいかしてシステム全体を見直し、以下の結果を得た。

システム全体に対する多角的な施策によってコストダウンを達成し、基本車（マジェスティ250SV）に対して、3万円高という販売価格で提供することができた。

小型・軽量化された各ユニットを最適にレイアウトした。特にシステムの中では最も重いHUを車体中央部に配置し、車両運動特性に影響を与えることなく、外観部品の変更も一切行わずにABSを搭載できた。

センサロータ取り付けに新構造を採用するなどにより、信頼性を向上させた。また、HU内へのサイレンサ室の追加により、HU作動音が聞こえない

程度までに静粛性を改善した。

系統的に制御仕様の開発を行い、滑らかで静かな制御とともに、低 μ 路面で制動効率96~106%（欧州認定値）を達成するなど、車両安定性と制動性能を両立させることができた。

3 システム概要

3.1 液压システムの概要

ヤマハABSの特徴である、小型・軽量で滑らかな作動を実現するために、FJ/GTSで実績のある、FCVを内蔵した2位置制御型、循環式のHUを使用している（図1）。

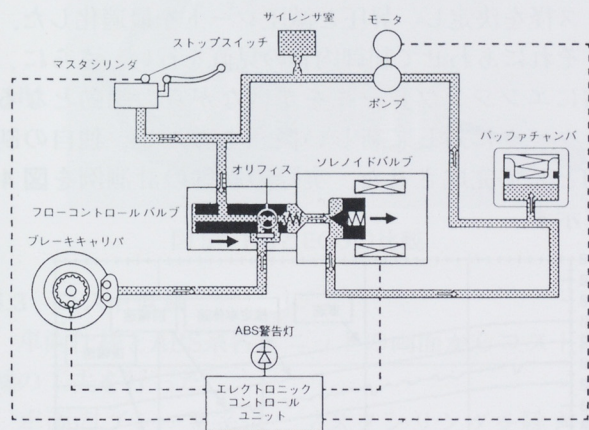


図1 液压系の構成

このHUには、通常制動時のブレーキ液回路にオリフィスなどの絞りがないため、ブレーキ操作フィーリングへの影響はなく、二輪車の自然な制動挙動をそのまま維持している。

ABS作動中（減圧時）に2次回路へ流れたブレーキ液は、一時的にバッファチャンバにたくわえられ、ただちにポンプによって入力側へくみ戻される。なお、FJ/GTSに対してポンプ吐出部から入力側回路間にサイレンサ室を追加したことにより、ABS作動時のポンプ出力脈動を減衰させ静粛性を高めている。

3.2 電子制御システムの概要

電子システムは、液压制御機能とシステムの監視および自己診断機能を有している。

液压制御は、図2のように従来システムを継承しているため、ここでは前記したスクータへのABS搭載上の課題のうちから、ECUで行った小型軽量、低コストを同時に実現するための施策を幾つか紹介する（図3）。

第1にプロセッサ監視回路（ウォッチドッグ回路）をメインプロセッサパッケージ（QFP）へ内蔵し、部品点数の削減を行った。ただし、フェイルセーフ性に影響を及ぼさないようにハードウェア的に独立させるとともに、ウォッチドッグ機能の充実としてパルス間隔の確認を行い、規定値より遅れたり早まった場合は異常と判断する。

第2に電子部品を面実装にした。面実装化により、小型化のほかに耐振性などの信頼性も向上している。

第3にダブルマイコン構成（2つの同一プロセッサ使用）を1.5マイコン構成（メインプロセッサとサブプロセッサ使用）へ変更し、プロセッサの基板専有面積を減らしかつ出力論理回路を簡素化した。これにより入出力回路で使用していたカスタムICを廃止することができた。

一方、ダブルマイコン構成を採用してきた理由は、2つのプロセッサが同じ演算を実行し相互に比較することで演算結果の正常性を監視するためである。

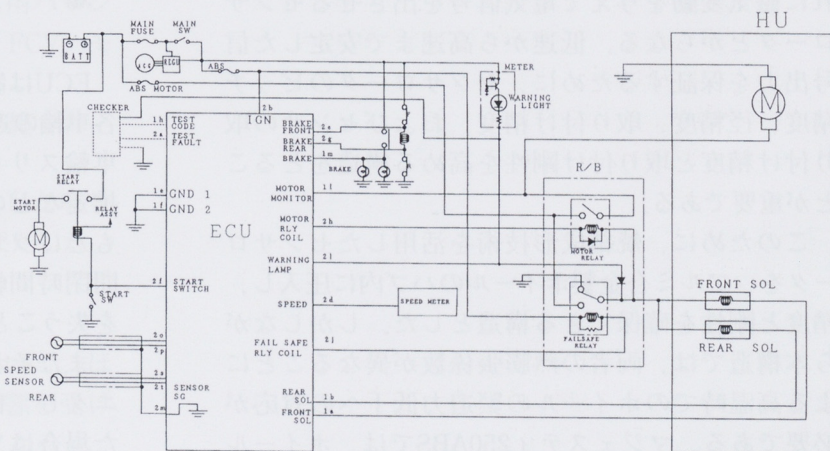


図2 回路図

マジェスティ250搭載のABS

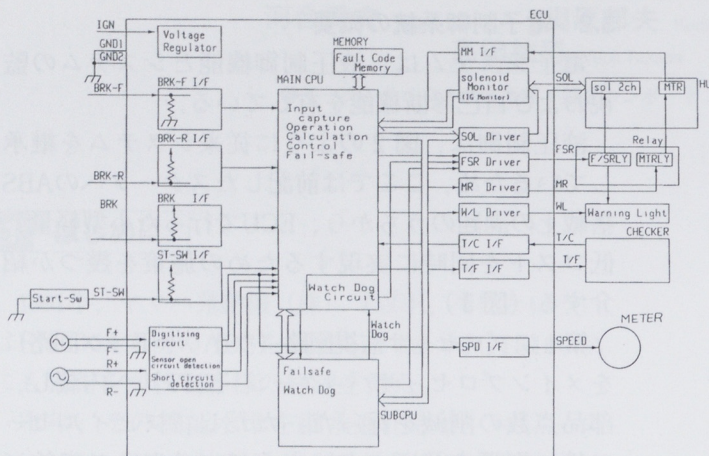


図3 ECUブロック図

1.5マイコン構成でも従来のダブルマイコンと同等のフェイルセーフ性を確保するために、RAMの常時監視などのメインプロセッサ自己診断機能の充実を行い、自己診断で検出できない故障はメインとサブのプロセッサ相互監視により検出できるようにした。

異常検出した場合の処置は、2つのプロセッサのどちらかまたは両方がフェイルセーフリレーを遮断し警告灯を点灯するとともに、異常コードを記録する。

このように、システムの監視および自己診断機能と異常判断時の処置や信頼性を維持しつつ課題を達成した。

3.3 センサ系の概要

車輪速センサ系は、電磁誘導型のセンサと、それに磁気変動を与えて電気信号を出させるセンサロータとからなる。低速から高速まで安定した信号出力を保証するために、センサロータのピッチ精度、径精度、取り付け精度、およびセンサの取り付け精度と取り付け剛性を高める構造をとることが重要である。

このために、焼結成形技術を活用したセンサロータを、アルミ合金製ホイールのハブ内に圧入し、精度と剛性を確保できる構造とした。しかしながら本構造では、両者の熱膨張係数が異なることによる高温時でのホイールの緊迫力低下への対応が必要である。マジェスティ250ABSでは、ホイールとロータとの間に板ばね状のステンレス製リテーナを介して圧入した。これにより、上記の寸法変化を吸収している。

またセンサについては、前輪はFJ1200Aと同様の高剛性アルミ合金製のハウジング、後輪はユニットスイングエンジンのクランクケースに取り付けることにより、精度と剛性を確保している。

4 マジェスティ250ABSのフィーチャ

4.1 制御内容

基本的な制御コンセプトはFJ/GTSを受け継ぎつつ、まず、車体構成（車重、ホイールベース、重心位置、サストローク量）やブレーキシステムの違い（キャリパ、マスタシリンダ、ブレーキホース長）を考慮してスプール内のオリフィス径を決定し、昇圧と減圧レートを最適化した。

それにあわせて制御内容の見直しを行い、さらに、常にエンジンブレーキをかけながらの制動となるスクータに対して新しい概念を導入し、独自の制御として完成させた。実際の制御の計測例を図4に示す。

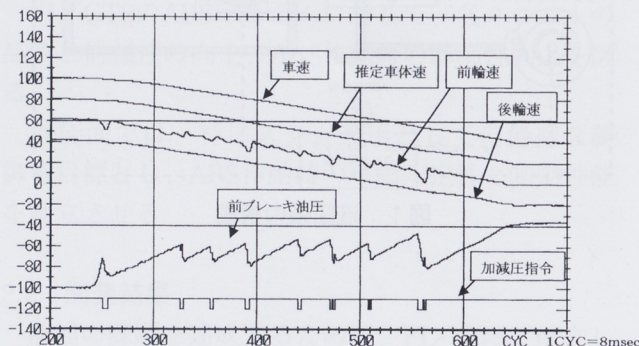


図4 制御の計測例

ECUは制御演算を8 mmsecごとに行い、その間に各車輪の速度、減速度演算、車両走行速度の推定、車輪スリップ状態の推定、走行路面の摩擦係数の推定などの多様なパラメータ演算を行い、それをもとにソレノイドバルブの開閉命令を出し、その開閉時間幅で液圧をコントロールし、ブレーキ力を失うことなくロック回避を実現する。

またそれと同時に、ECUは車両各部の状態をモニタし、自己故障判断を行う。故障判断がなされた場合はフェイルセーフリレーを切るように指令を発し、それによりHUのソレノイドとモータは作動をやめてABS警告灯を点灯させ、通常ブレーキへの復帰を保証する。

4.2 コンパクト化

FJ/GTSにはMC用として最適なシステムを搭載し、当時としてはもちろん、現在でも小型・軽量なものであるが、マジェスティ250ABSではコストとのバランスを勘案しながら、それをさらに小型・軽量化した。

ECUは従来品から体積で約40%小型化した。また、HUは、体積で約30%、質量で約20%小型・軽量化し、約2.2kgとなった。従来型との比較を図5に示す。



図5 HUとECUの比較

4.3 コスト低減

車両仕様とABS系各ユニットの両面からコスト削減の工夫を行った。

車両のブレーキ系は、マスタシリンダを除き基本車（マジェスティ250SV）の部品を共用している。ホイール系も素材（金型）を共用し加工工程のみが異なる。これらにより、新規投資を抑制した。

ABS系各ユニットのうち、HUは四輪車用ハウジングを共用するとともに、内部のポンプ、FCV、モータなどに対して多角的にVAを行った。

ECUにも既に述べたような様々な改良が施され、コストダウンを達成した。

また、センサロータはリテーナを使用した取り付けにより、部品数削減と組立工数削減を果たした。

4.4 耐環境性の開発項目

スクータはカバーで覆われているとはいえ、ほかのモータサイクルと同様に外環境の影響を受けやすいため、耐環境性への配慮が不可欠となる。

センサとセンサロータは、外部からの異物や水から保護するという従来からの考え方を踏襲し、前輪はホイールとセンサハウジング、後輪は

ホイールとクランクケースに覆われた空間内にレイアウトした。さらにマジェスティ250ABSでは、それらのラビリンス形状を見直し信頼性を高めた。

ECUは、テールカバーに覆われた空間の内部にレイアウトし、さらに本体をゴムカバーで覆い、水などが入らないようにしてある。

5 おわりに

マジェスティ250ABSは高品位な制御性と高い信頼性により市場で高く評価され、内外のお客様の期待にこたえ愛用されると確信している。

今後とも本ABS技術の熟成を図りつつ、より多くのお客様に提供できるよう、適用拡大に努めて行きたい。

最後に、マジェスティ250ABS開発にあたり、共同開発を行った住友電気工業（株）をはじめ、社内外関係各位に紙面をお借りして深く感謝の意を表します。