

二輪車用電子制御スロットル 「YCC-T (Yamaha Chip Controlled Throttle)」

Development of the motorcycle-specific electronic throttle
"YCC-T" (Yamaha Chip Controlled Throttle)

松田 岳志



図1 YCC-Tと採用モデルYZF-R6

Abstract

Yamaha Motor Co., Ltd.(YMC) has developed an electronic throttle, named the "YCC-T" (Yamaha Chip Controlled Throttle) that has been adopted on the European and North American market model YZF-R6 for 2006. "YCC-T" is an electronic throttle system that senses the rider's throttle actions and utilizes a DC servomotor to control the throttle opening. This system is an embodiment of YMC's new G.E.N.I.C.H. engineering concept that uses electronic control technologies to heighten the level of rider-machine communication in our products, and its adoption on the YZF-R6 represents the first electronic throttle in the world for a production motorcycle.

Because many supersport bike owners use their machines for production-model racing, there is a demand for constantly higher levels of engine performance in this category. The YZF-R6 (2006 model) adopts a shortened intake passage as a means to boost the performance of its high-revving, high-output engine and the adoption of the YCC-T electronic throttle enables the kind of smooth torque development riders want in the low- to mid-speed range for improved drivability. The system has also made it possible to clear Europe's strict emissions standards. In this report we introduce this new YCC-T system.

※ G.E.N.I.C.H. stands for "Genesis of Electrical engineering for New Innovative Control technology with Human orientation"

1 はじめに

今回、ヤマハ発動機(以下、当社)は、欧州・北米向けスーパースポーツモデルYZF-R6(2006年モデル)用に、電子制御スロットル「YCC-T(Yamaha Chip Controlled Throttle)」を開発した(図1)。YCC-Tとは、ライダーのアクセルグリップ操作をセンサーで検出し、DCモーターでスロットルバルブを駆動する電子制御スロットルシステムである。これは、制御技術で人機官能の世界をより高めようという当社の「G.E.N.I.C.H.」*思想具現化のひとつであり、量産二輪車への搭載は、世界初となる。

スーパースポーツモデルは、そのユーザーが市販車を用いてレースへ参戦するなど、年々高いエンジン性能が求められている。YZF-R6(2006年モデル)では、高回転・高出力エンジンを実現するために短い吸気管長を採用しているが、YCC-Tにより、低中速域までを含めたスムーズなトルク特性を実現し、ドライバビリティを向上させることができた。また、欧州の厳しい排ガス規制にも対応することができた。本稿では、そのYCC-Tのシステムについて紹介する。

※「G.E.N.I.C.H.(ジェニック)」は、Genesis of Electrical engineering for New Innovative Control technology with Human orientation (人間性を重視した新しい制御技術における電子工学の創造)からの造語。

2 電子制御スロットルとは

電子制御スロットルとは、ライダーのアクセルグリップ操作をセンサーで検出し、ECU(Electronic Control Unit)で演算した結果に応じて、スロットルバルブをモーターで駆動するシステムである。従来の機械式ワイヤーケーブルのスロットルでは、ライダーのアクセルグリップ操作とほぼ1:1でスロットルバルブを開閉していたのに対し、電子制御スロットルでは、各種センサーから入力される情報により最適なエンジン出力が得られるよう、スロットルバルブを制御することが可能となる。今回採用した電子スロットルの主なメリットは以下である。

- ①短い吸気管長と大口径ボアによりエンジンの高回転・高出力化(4気筒・600cm³で93.4kW/14,500rpm)を図りつつ、低中速域までを含めたスムーズなトルク特性の実現が可能。
- ②燃料噴射量、点火時期の最適化を図りつつ、出力特性作り込みの自由度が向上する。
- ③メインスロットルでファーストアイドルやアイドルスピードを制御できるため、アイドル制御用のアクチュエーターなどの周辺機器を削除できる。

YCC-Tでは、ライダー操作をAPS(アクセル開度センサー)の情報とエンジン回転速度を基にスロットルバルブ開度を算出する3次元MAP(図2)を基本とし制御している。これにより、いわゆるオーバーベンチュリーと呼ばれる領域では、スロットル開度を制限することにより吸入空気流速の低下を防ぎ充填効率の向上を図るとともに、トルクが突出する領域も同様にスロットル開度を制限し、全体的なトルク特性の作り込みを行っている(図3)。

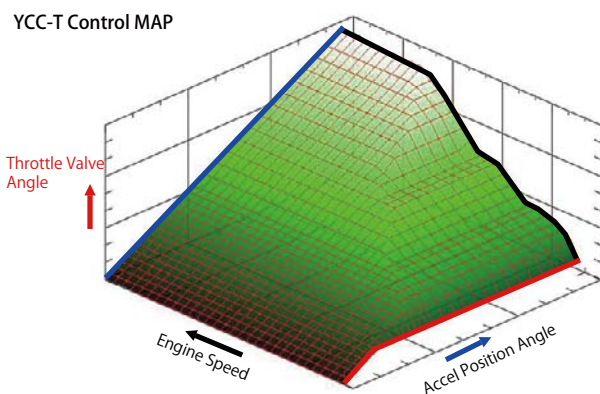


図2 YCC-T Control Map

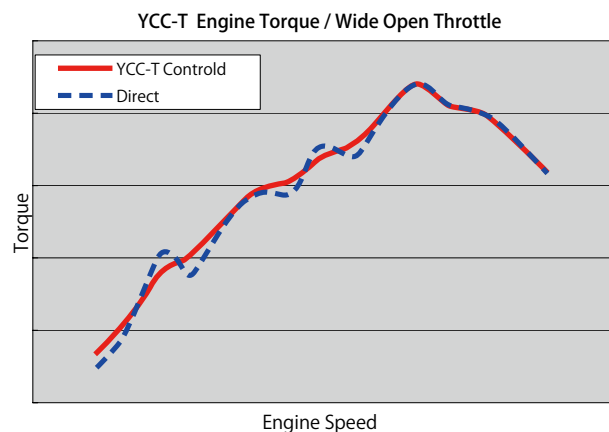


図3 Effect of YCC-T

3 スロットルボディの特徴

アクセルには、繊細な操作フィーリングが必要とされるため、適度な重みが必要である。YCC-Tでは、アクセルグリップとアクセル開度センサーを機械式ワイヤーで接続し、かつ、アクセル開度センサー部の軸受けにフリクションを作り出すだけのための特別なオイルシールを追加し、従来のスロットルと変わらない良好な操作フィーリングを得ている。

YCC-Tはライダー操作と分離してメインスロットルバルブを制御できるため、始動時の空気量制御やアイドル時のエンジン回転速度制御 (ISC) を、メインスロットルバルブで行っている。これにより、始動時の空気量制御のためのデバイスが削除され、スロットルボディ(図4)は従来モデルから1,100g軽量化された。

また、各種センサーの情報を元にアイドル開度をECUで制御することにより、温度などによるアイドル回転速度のばらつきを排除し、経年変化による調整も不要としている。

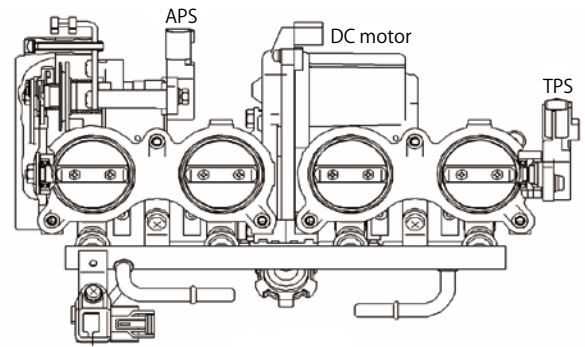


図4 スロットルボディ

4 システム構成と ECU

システムは、アクセル開度センサー (APS)、スロットル開度センサー (TPS)、DCモーターを搭載したスロットルボディと、各種センサーの情報を元にDCモーターを駆動制御するECUで構成される(図5)。

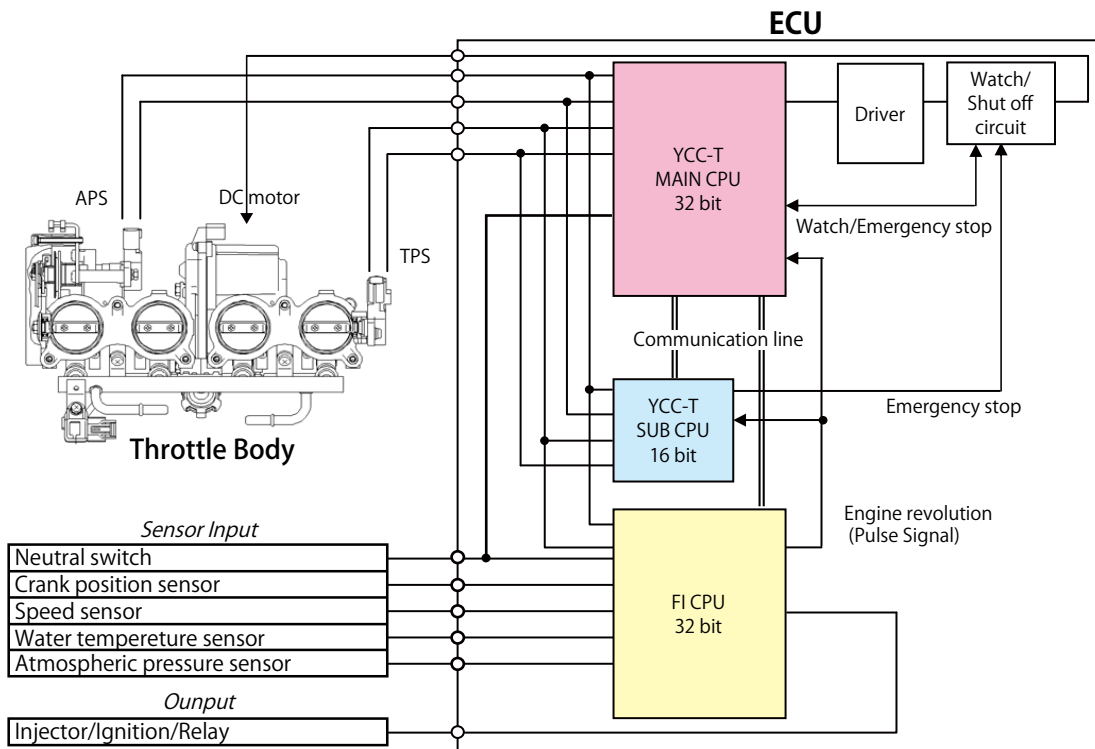


図5 システム図

二輪車は、車体の挙動や、エンジンレスポンス、ライダーの操作速度が四輪車と比べて非常に早く、スロットル制御には高速、かつ、繊細さが要求される。YCC-TのECU(図6)は、スロットルバルブ制御専用の32bit CPU(Central Processing Unit)を搭載し、ライダー操作の検出及び、スロットルバルブの位置を検出するAPS、TPSの信号処理は1ms毎(1秒間に1,000回)という高速で行っている。

スロットル制御システムには高い信頼性が求められるため、APS、TPSの主要センサーは2信号出力品を採用し、2つのセンサー信号を常に比較している。

また、スロットル制御を行うメインCPUの動作状況を監視するために、16bitのサブCPUを搭載し、メインCPUと一部同様な演算処理を実行することにより、メイン、サブ双方のCPUでお互いの演算結果を比較、監視している。このように、主要部分は全て二重系とすることにより、高い信頼性を確保している。

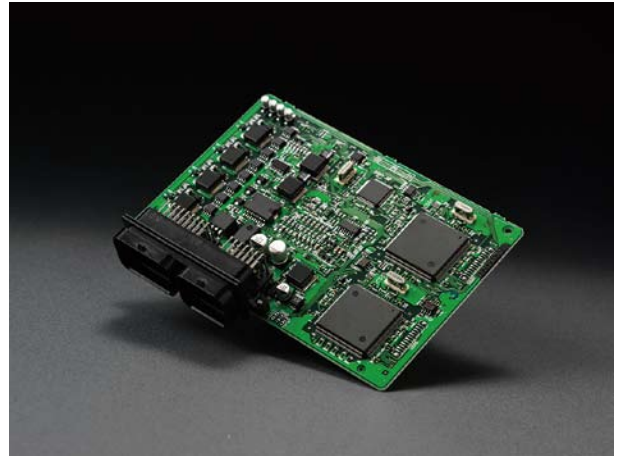


図6 ECU

5 おわりに

電子制御スロットルYCC-Tは、その優れた特徴より、今後さまざまな制御システムと連携し、より発展していくものと考えられる。今後の、よりマン・マシーン・コミュニケーションの優れた人機官能の創出に期待いただきたい。

最後に、今回の量産二輪車世界初の電子スロットルYCC-Tの開発にあたり、ご協力をいただいた関連各社の皆様に心より感謝いたします。

■著者



松田 岳志
Takeshi Matsuda

MC事業本部
技術統括部