

二輪車用小型燃料ポンプモジュールの開発

Development of Small Fuel Pump Module for Motorcycles

上野 正樹*
Masaki UENO
赤松 俊二*
Shunji AKAMATSU

上田 稔*
Minoru UEDA
鳥飼 峰生**
Mineo TORIKAI

鵜殿 隆史*
Takashi UDONO
福田 充**
Mitsuru FUKUDA

要 旨

小型二輪車用に小型で廉価な燃料ポンプモジュールを開発した。プレッシャレギュレータはダイアフラムを廃止した単純な構造とすることで、従来品に対して体積比約40%となった。ポンプモータは小排気量へ特化し、構成部品の縮小、巻き線仕様を最適化することで11 mm全長を短縮した。プレッシャレギュレータとポンプモータ小型化に伴い燃料ポンプモジュールの取付け径が小さくなり、ポンプ取付け部は面シールから径シールへの変更が可能となった。またポンプ固定方法は従来のボルト締め付けからリテーナスライド方式に変更し、作業性改善及び部品点数を削減している。これらの変更によって、コスト約30%減、取付け面積40%減を達成した。

ABSTRACT

A small, low-cost fuel pump module has been developed for use in motorcycles with smaller engines. Removing the diaphragm from the pressure regulator has simplified the structure and has reduced the volume ratio to approximately 40% that of the former model. The pump motor has been designed specifically for use in low-displacement engines. Optimizing the winding specifications and reducing the size of components enabled the total length to be reduced by 11 mm. Reducing the size of the pressure regulator and the pump motor also reduced the mounting diameter of the fuel pump module, enabling the axial face seal, previously used for the mounting area, to be replaced by a radial seal. A retainer slide has been used instead of bolts to fix the pump in place, enhancing workability and reducing the number of parts. Together, these changes have reduced the cost of the unit by approximately 30% and the mounting area by approximately 40%.

1. はじめに

Honda は全世界の製品及び生産活動における CO₂ 排出量について 2010 年までに 2000 年比で 10%以上低減するという厳しい数値目標を定めている。また二輪車の燃費向上、排気エミッション低減の要求は世界的に規制値提案が出され施行されつつある。Table 1に現行および適用が検討されている排出ガス規制の適用マップを示す。

これらの環境対応をおこないつつ、二輪車の持つ性能、機能を維持するためにはFuel Injection(以下、FIという)は非常に有効な手段であり、2010年末までには全世界で発売する大半モデルの二輪車に FI を搭載する予定である。

しかしながら、キャブレタシステムに対し、FIは部品が多くコストも高くなってしまふ。特に小型二輪車は大型二輪車に比べスペース的に余裕がなく、車両自体の価格も安いいため小型で廉価な FI システムが求められている。

今回、2005 年 Wave125i に適用されている従来の小型二輪車用 FIシステムに対し、小型、廉価をねらい各機能部品の仕様、製造案の見直しをおこなった。中でも発展途上国の二輪車で多用されている小型燃料タンクへの適用には燃料ポンプモジュールの小型化は不可欠である。本稿ではタイ発売の 2008 年 Wave110 に搭載した燃料ポンプモジュールの小型化の技術手段を紹介する。

2. 小型二輪車用燃料ポンプモジュールの課題と達成手法

2.1. 課題

Fig. 1 に世界の二輪車の大半を占めるコモュータの代表的な燃料タンクレイアウトを示す。燃料ポンプモジュールが搭載される燃料タンクは、シート下に配置されラゲッジボックスやリヤフェンダにはさまれ、高さの制約があり、ポ

* 二輪開発センター

**株式会社ケーヒン

Table 1 Trends of exhaust gas emissions regulations for motorcycles

		EURO-2						EURO-3 or equivalent				
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EU					EURO-2			EURO-3				
Japan								2nd (< 50 cc)				
								2nd (< 125 cc)				
Thailand		4th			5th (< 110 cc)					6th		
China					EURO-2				EURO-3			
Indonesia							EURO-2					
Vietnam								EURO-2				
Brazil							EURO-2			EURO-3		
India		4th					5th			6th		
USA	EPA							2007YM		ARB Tier-2		
								OFF/ATV 2006YM		ON & OFF		
								ARB Tier-1 2006YM				
	ARB				Tier-1 2004YM				Tier-2 2008YM			

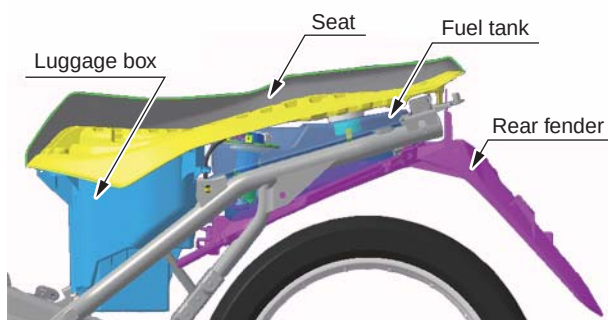


Fig. 1 Fuel tank layout

ンプの配置できる位置も限定されてしまう。さらにタンク上面には、ほぼ中央に給油口があり、それを避けた小さなスペースに燃料ポンプモジュールを配置する必要がある。また、ポンプ上面高さはシートとの位置関係から決まり、ポンプ搭載面はタンク一般面よりもジョイントやカプラ部の高さ分だけ下げた位置となり、取付け面積の拡大はタンク容量の縮小につながる。

従来の燃料ポンプモジュールは大きな取付けスペースを必要とし構成部品も多く、さまざまな機種へ適用拡大する上で取付けスペースやコストが大きな課題となっていた。

2.2. 達成手法

今回の開発は下記の二項目に焦点を当てて小型化と低コスト化をおこなった。

- (1) 小型燃料ポンプモジュール
- (2) 燃料ポンプモジュール取付け構造簡素化

3. 主要技術

3.1. 小型燃料ポンプモジュール

Fig. 2 に今回開発した 2008 年 Wave110 用燃料ポンプモジュールと前モデルの 2005 年 Wave125i 用燃料ポンプモジュールの内部構造図を示す。燃料ポンプモジュールを構成する部品は、ポンプモータ、プレッシャレギュレータ(以下、P/REG という)、樹脂きょう体、燃料フィルタ及びフューエルレベルセンサがあり、下記四項目の技術により各部品の小型化及び配置の工夫で燃料ポンプモジュールの小型化を実現した。これによりタンクの挿入穴径をφ65→φ49 に縮小できた(Fig. 2)。

- (1) ダイアフラムレス P/REG
- (2) ポンプモータの小型化
- (3) P/REG, ポンプモータ直列配置
- (4) フューエルレベルセンサ L 字配置

3.1.1. ダイアフラムレス P/REG

従来構造と新構造を Fig. 3 に示す。従来構造ではダイアフラムで圧力を受け(受圧機能)、ダイアフラムの変位に伴い変化するボールとシート部のすき間によってリターン流量が調整され、圧力を一定に保っていた。今回、受圧機能を流量調整用ボールに付加することによりダイアフラムを廃止し部品点数削減と小型化を図った。

P/REG に求められる性能として主に下記三点が挙げられる。

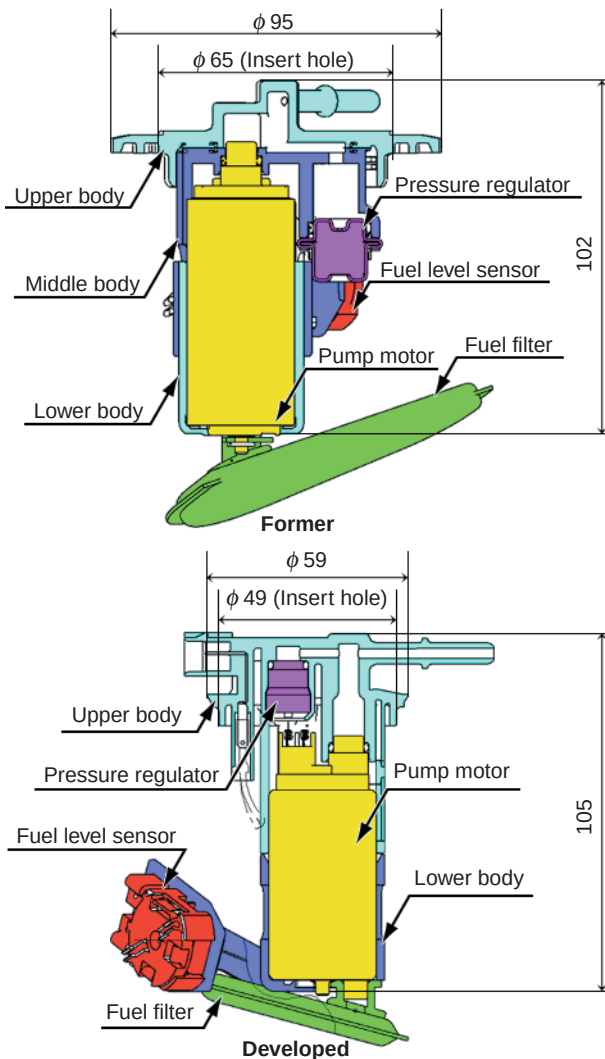


Fig. 2 Comparison of inner structure of fuel pump modules

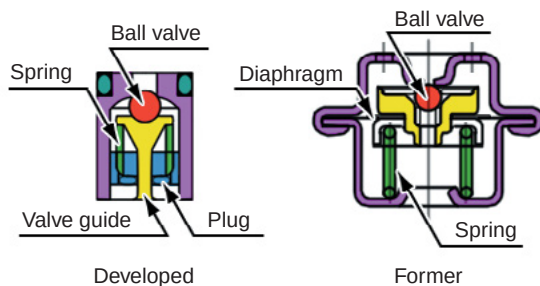


Fig. 3 Structure of former and developed pressure regulators

- (1) 流量に対する燃料圧力安定化
- (2) 脈動の少ない燃料圧力特性
- (3) 残留圧力保持性能

これらの性能を維持した上でダイアフラムレスを成立させる必要がある。(1)については、従来の P/REG は大流量まで安定した Q-P(燃料流量-圧力)特性を確保していたが、受圧機能をボールのみで受ける構造であるため、Q-P特性の悪化が予測された。(2)は受圧部と調圧機能をボール

に集約したことにより、燃料の流れによるボールの暴れで脈動が大きくなる。(3)はポンプ停止時の配管内の圧力低下を防ぎ、再始動を容易にするために必要な機能であるが、従来のダイアフラムで受けていた圧力をボールの小さな面積で受けることになり、スプリングの荷重が小さく設定されている。そのためシート面圧が小さくなり残留圧力保持性能が劣化する傾向にある。

これらの課題を解決するため、P/REG としての機能を排気量 150 cm³ 以下の小型二輪車専用として使用流量域を限定することで安定した特性を確保した。本構造では巻径の大きなスプリングとスプリング荷重を均等に伝えるためのバルブガイドを採用している。これによりスプリングの倒れを防止しシート面圧を均一化して残留圧力保持性能の向上が可能となった。Fig. 4 に従来構造と新構造の残留圧力保持性能を示す。従来には劣るもののダイアフラムレスでも実機上問題ないレベルの残留圧力保持性能を確保している。

また、バルブガイドにボールが納まる凹形状を設けたことにより、ボールの暴れが抑制され、燃料圧力の安定化が可能となった。

これらの改良により、Fig. 5 に示すように小型二輪車の流量域では、ダイアフラムレスでも従来と同等の Q-P 特性を確保することができた。

3.1.2. ポンプモータの小型化

ポンプモータは従来仕様に対し流量レンジを排気量 150 cm³ 以下の小型二輪車に特化して構成部品の縮小を実施した。ポンプ部はロータ及び流路形状を従来形状としポンプケーシング厚さ、軸受寸法の見直しにて小型化を図ってい

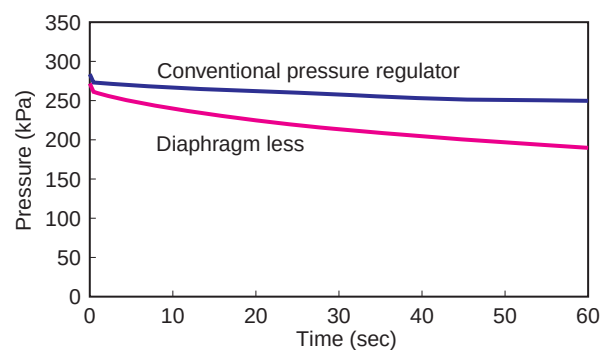


Fig. 4 Residual pressure characteristic

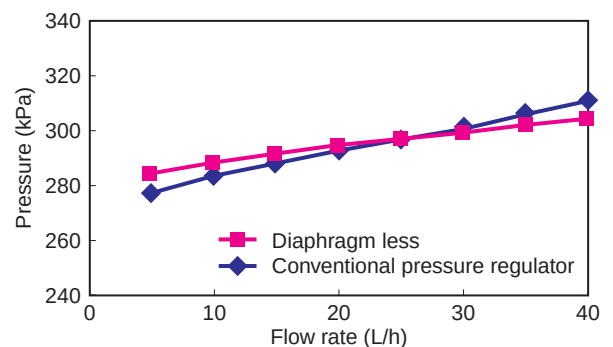


Fig. 5 Comparison of Q-P characteristics

る。モータ部においてはコア積厚、マグネット全長、巻き線スペースを縮小しアーマチュアの小型化を図っている。また、巻き線仕様の最適化により従来仕様同等のトルク常数を確保することでモータ特性を従来同等としている。チェックバルブはポンプモータ停止後のフューエルラインの残圧保持をおこない、エンジンの再始動性を容易化する機能を持っている。このチェックバルブも機能を損なうことなく、縮小化を図っている。以上により従来仕様に対し全長11 mm短縮し、性能、機能を同等とするポンプモータを確立できた。

3.1.3. P/REG, ポンプモータ直列配置

燃料ポンプモジュールの取付けスペース縮小化のためにはポンプ挿入時の各断面において部品配置をできるだけ小さい面積の中に収める必要がある。従来は P/REG とポンプモータは高さ方向の制約からポンプ軸に対し、並列に配置していた。今回、前述の各部品の小型化により、P/REG を天板に取り付けて従来と同等の高さで直列配置が可能となり、挿入穴径を小さくすることができた。

また、従来は P/REG とポンプ吐出口を連結する通路を構成するためにミドルボデーを天板に溶着していたが、吐出ジョイントの軸上にポンプ吐出口と P/REG を配置することで通路構成がシンプルとなり、ミドルボデーを廃止できた(Fig. 2)。

3.1.4. フューエルレベルセンサ L 字配置

従来のフューエルレベルセンサはポンプの横に配置されていたが、燃料ポンプモジュールの挿入穴径を小さくするためにはポンプから離れた位置に配置する必要がある。そこで、高さの制約や挿入性の観点から燃料フィルタと同じ方向に L 字に配置した。これにより挿入穴径 $\phi 49$ を維持でき、取付けスペースを縮小した。

3.2. 燃料ポンプモジュール取付け構造簡素化

前述の挿入穴径縮小に伴い、燃料ポンプモジュール取付け方法についても下記二点の技術手段で部品点数削減と小型化を図った。

- (1) Oリングによる径シール構造
- (2) スナッフフィットリテーナ

3.2.1. Oリングによる径シール構造

従来、取付け部のシール構造としては Fig. 6 に示すように二重のリップを持ったシールゴムを面方向に押さえつけていた。そのため、燃料ポンプモジュールの径が大きくなってしまい取付けのための広い平面部が必要であった。

そこで今回、取付け部はOリングによる径方向でのシール構造を採用した。これは従来の大きさでは径シールにすると挿入荷重が大きくなってしまい作業性が困難であったが、挿入穴径を小さくできたことで挿入荷重を作業可能な

レベルに抑えられたためである。タンク側のシール面はベースプレートに機械加工を施しているため十分な精度が確保される。径シールであるため、押さえ荷重が必要なく、Oリングがシール面から外れるほどの大きな荷重が加わらない限りシール性が確保され、信頼性の高い構造となっている。

これによって前述の部品配置変更の効果と合わせ燃料ポンプモジュールフランジ外径を 40%縮小することができた。また、高価なシールゴム材料の使用量削減及び天板の小型化により材料コストを低減できた。

3.2.2. スナッフフィットリテーナ

ポンプ固定構造は Fig. 7 に示すような従来のボルト締め付けから、リテーナをスライドさせてポンプ上面を押さえる方式に変更した。

従来構造のタンクに溶接される燃料ポンプモジュール締付のためのリングプレートは高さの精度が出にくく、スポット溶接後に矯正工程が必要でコストアップの要因となっていた。ボルトの本数も5本と多く、作業性阻害要素であった。

新しい構造ではポンプ取付け部となるベースプレートはタンクに溶接され、防錆のためNiメッキを施してある。その上にはリテーナ差込のスリットを形成する押さえプレートが溶接される。ポンプモジュール挿入後、スリット部にリテーナを挿入していくと、フランジ部上面に形成されたス

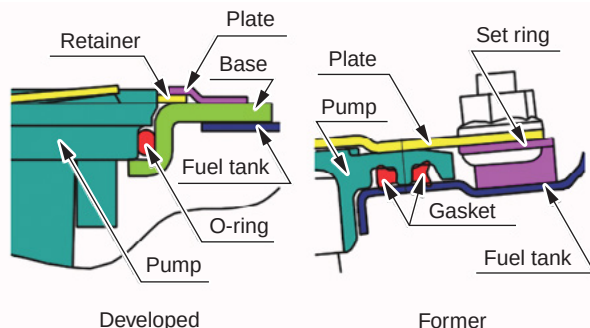


Fig. 6 Comparison of seal structure

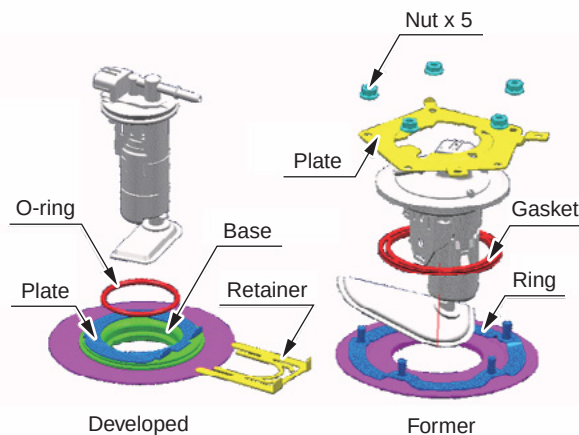


Fig. 7 Comparison of pump mounting

ロープ状の突起をリテーナが乗り上げていき、ポンプ軸方向への押さえ荷重が発生する。Fig. 8はポンプ固定に必要な荷重をスロープ接触部位に与えたときのリテーナの変位のCAE結果である。これを元に必要な荷重を得るためのスロープ高さ及びリテーナ形状を設定している。

リテーナはFig. 9に示すロック形状を有し、挿入中にスロープに押し上げられ、挿入完了直前に押さえプレートからロック部が開放され持ち上がることで、押さえプレートにロック部が引掛かりリテーナの脱落を防止している。最後にビス止めによりリテーナの確実な位置決めをしている。これにより従来の締付構造に対し作業工数を80%低減でき、取付けに必要な面積を40%縮小できた。

4. まとめ

小型二輪車用の小型、廉価な燃料ポンプモジュールを開発し、タイ向け2008年Wave110に適用した。

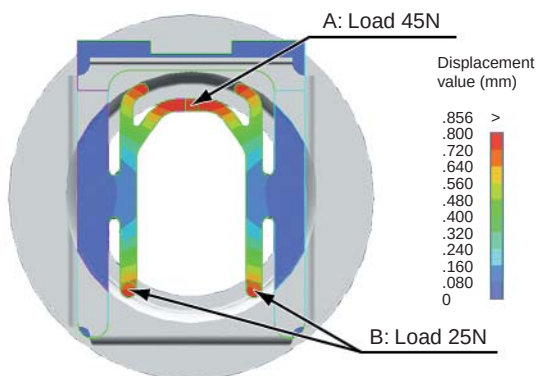


Fig. 8 Generated load at deformation of retainer

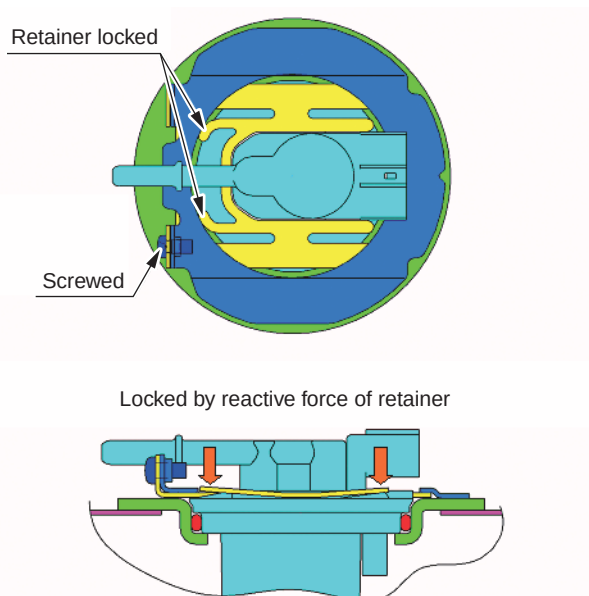


Fig. 9 Configuration of locking retainer

- (1) P/REGはダイヤフラムを廃止したが、バルブガイドの効果により小型二輪車の流量域では従来と同等の性能を確保し、小型化、構造簡略化が可能となった。
- (2) ポンプモータは流量域を排気量 150 cm³ 以下の小型二輪車に特化し、巻き線仕様を見直し、全長を11 mm短縮した。
- (3) 燃料ポンプモジュールの取付け穴径縮小化に伴い、Oリングによる径シール構造とし、スナップフィットリテーナによる作業性向上と取付けスペース削減を実現した。

これらの技術により、取付け面積40%減、コスト約30%減を達成し、小型二輪車の幅広い機種への適用が可能となった。

■ 著 者 ■



上野正樹



上田 稔



鵜殿隆史



赤松俊二



鳥飼峰生



福田 充