

OCV一体式VCP



Central Valve Type Variable Cam Phaser

1. 背景

VCP(Variable Cam Phaser：可変動弁アクチュエータ)とOCV(オイルコントロールバルブ)(図1)はガソリンエンジンの吸・排気弁の開閉タイミングを調節することでエンジンの出力向上・燃費改善に貢献する製品である。OCVでエンジンオイルの流量を制御してアクチュエータを駆動している。

従来のエンジンではVCPとOCVの搭載位置は独立しており、VCPはカムシャフト端部にセンターボルトによって締結され、OCVはエンジンヘッドに取り付けられていた。

今回当社ではOCVにセンターボルトの機能を付与し、OCVによってVCPを締結する、OCV一体式VCPを開発し、量産化を実現した(図2)。

2. OCV一体式VCPのメリット

OCV一体式VCPでは、OCVからVCPをつなぐ油路がエンジンヘッド側に不要となり、OCVからVCPへダイレクトにエンジンオイルを供給可能になる。これに起因したメリットは次のとおりである。

- (1) エンジンヘッドにOCV取付け穴やOCVからVCPをつなぐ複雑な油路加工を施す必要がなくなり、エンジンレイアウトの簡素化及び加工コスト低減になる。
- (2) OCVからVCPまでの距離が短縮されるため、OCVで油路を切り替えてからVCPが動作するまでの応答遅れ時間が短縮され、VCPの制御性が向上する。
- (3) VCPからOCVまでの距離が短縮され、VCP側の油圧脈動がOCVに伝播(でんぱ)する時間が短縮されるため、OCV側に逆止弁を導入することで、VCP側のカムシャフト反力に起因する圧力変動を捉えてVCP動作に利用することが可能になる。これによってエンジンオイルが低圧力時にもVCP駆動可能になり、VCPを制御可能なエンジン運転領域が拡大する。

3. OCV一体式VCPの構造

今回の開発で注力した技術は次のとおりである(図3)。

(1) 逆止弁機構

OCVのエンジンオイル流入部に逆止弁機構を採用した。VCP側からOCVへ逆流するオイルをせき止めることで、低油圧環境になるエンジン低回転時及び高油温時でもVCPを駆動可能にした。逆止弁にはPPS(Polyphenylene Sulfide)樹脂を採用することで、高温耐性を持ちつつ低コストな構造にしている。

(2) 排油機構

OCV一体式VCPでは、レイアウトの関係上VCP駆動時

の排油をOCVのロッドを通じて排出する必要がある。排油がロッド端面に衝突して発生する動圧はロッドの位置制御の外乱要因になるため、排油時に発生する動

圧が最小限になるように天面部に切り欠きを付与したロッドの構造を開発した。この形状は動圧を受ける面積を最小限にしつつ、外力に対して疲労破壊が発生しない耐性を持ち、かつ旋盤加工のしやすい形状にすることで加工コストを抑えている。

(3) センターボルト機能

OCVにセンターボルトとしての機能を付与しているが、ハウジングの形状・材質・熱処理を最適化することで軸力印加時の変形量を抑制しており、ロッド摺動(しゅうどう)部のシール性能を確保しつつ変形による固着が発生しない構造にしている。

(4) 薄型VCP構造

VCPのボルト締結で、めねじをプレートから独立した別体構造を採用することで、ねじ部をVCP内部側に突出させ、かかり代を確保しつつVCPの厚みを抑制することでコンパクトな構造にしている。

4. 今後の取組み

OCV一体式VCPの要素技術に関して述べたが、今後ますます高まる燃費・排気ガス規制に対応するために、HEV(Hybrid Electric Vehicle)／PHEV(Plug-in Hybrid Electric Vehicle)車での継続採用及び商用ディーゼル車への使用用途拡大が推測される。当社では今回開発したOCV一体式VCPをベースに、各種車両に最適化するための新規技術開発に取り組むことで付加価値の高い製品を提供し燃費・排気ガス規制対応に貢献していく。



図1. OCV一体式VCP

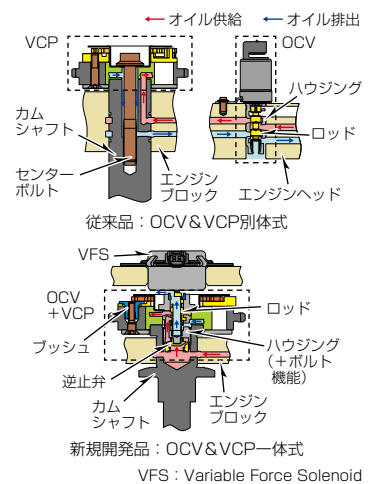


図2. システム比較

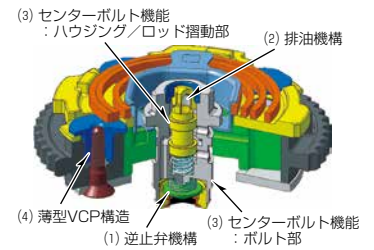


図3. 内部断面

ラック搭載型ADAS／AD対応EPS用第3世代MCUの開発・量産化



Development and Mass Production of 3rd Generation Motor Control Unit for Electric Power Steering Compatible with Rack-mounted ADAS/AD

電動パワーステアリング(以下“EPS”という。)はドライバーの操舵(そうだ)力をモータでアシストするシステムで大多数の車両に搭載されており、今後は自動運転の車両にも適用される見込みである。当社はモータ、インバータ、制御回路を一体型としたモータコントローラユニット(以下“MCU”という。)を量産している。現在、ラック搭載型EPS向けに2G-RI(インバータ、制御回路後方搭載型第2世代MCU)を量産しているが、近年先進運転支援システム(Advanced Driver Assistance Systems: ADAS)や自動運転(Autonomous Driving: AD)搭載車では自動運転レベルに応じた高い安全要求から、EPSにも冗長性(2系統化)が求められている。今回、ラック搭載型EPS向けに自動運転レベル2対応の安全設計のスリムな高出力MCUとして3G-RI(インバータ、制御回路後方搭載型第3世代MCU)(図1)を開発し、2020年から量産を開始した。

1. 安全設計

インバータ、モータ巻線、及びモータ角度検出センサを冗長化し、1系統が故障したとしてももう1系統の正常な系統によって動作を継続することを可能にしている。このことによってレーンキープやパーキングアシストなど、ドライバーの操舵を支援する機能を実現する自動運転レベル2に対応可能なMCUになっている。

2. 冗長／非冗長のパッケージ統一化

ラック搭載型MCUとして、モータは円筒型のアルミフレーム、インバータ、制御回路は円筒型の樹脂ケースに内蔵させ非冗長／フル冗長までスリムな同一パッケージで設計している。MCUサイズは2G-RIに対して、インバータ、制御回路部外径をφ12mm小型化している(モータ部外形とMCU軸長は同等)。モータは2Gで量産しているロータ／ステータの部品を共用し、モータ巻線の結線方法を工夫して冗長／非冗長と使い分けており、インバータ、制御回路部はモータ軸中心上に設けた柱状のアルミヒートシンクの側面4方向に組み付けて(図2)径方向への拡大を抑制することで、冗長／非冗長を同一パッケージにして部品・生産設備を共通化している。

3. サイバーセキュリティ対応

自動車業界では今後CASE(Connected Autonomous Shared & Services Electric)が推進される。その中の一つであるConnectedを実現する場合にMCUをセキュアに設計することが必須になる。このEPSでは車両ネットワークを経由し、EPSを意図しない挙動にするような悪意のある外部からのなりすましや再送攻撃などのサイバー攻撃

に対して、EPS自身を保護するサイバーセキュリティ機能(メッセージ認証)を当社のEPSとして初めて導入した。

4. 安全設計と小型化の両立

この機種は、2系統のインバータを搭載し、モータ電流の遮断機構を搭載せずとも、故障していない系統のインバータを継続動作させることで、2Gと比較して失陥後のアシスト力と操舵フィールを改善でき、アシスト急停止を発生させることなく安全に操舵できるトルクを確保した。この構成を採用することで、安全設計の確保と小型化を実現した。

5. モータ出力

低出力から高出力まで幅広い要求に対応するために、インバータ、制御回路部は外径違いのモータに組み付け可能な設計にした。2G-RIと同様にインバータ主回路の最適設計と放熱性能向上を図ることで定格電流は100Armsまで通電可能になり、最適な提案が可能になった。

6. 今後の展開

自動運転レベル3以上に向けて、今回の安全設計を更に発展させたMCU(電源、マイコンも2系統化)も量産予定になっている。今後の市場・顧客要求に基づいて、更なる拡販を進めていく。



図1. 3G-RI

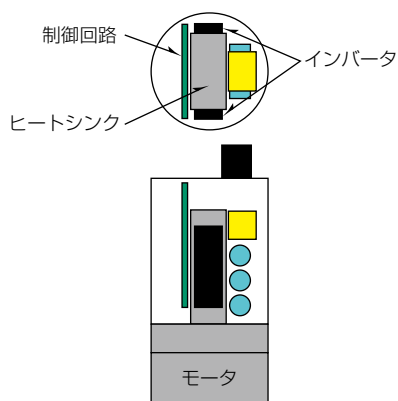


図2. 3G-RIの内部構造

ミリ波レーダと可視カメラを用いた建機周辺監視



Surveillance Around Construction Machinery Using Millimeter Wave Radar And Visible Camera

1. 背景

建設業界では、安全対策の取組みが進められているが、国土交通省関東地方整備局“令和4年度 工事事故防止「重点的安全対策」”によると、令和3年度は建設機械等に関わる人身事故が全体の11%を占めており、安全対策の深化に向けて、建設機械と人との接触防止が重要な課題になっている。これらの接触防止には、油圧ショベル等、建設機械の運転席後方などの死角領域を監視するセンサの導入が有効であり、各種センサの搭載が進められている。

現状、建設機械向けの有力な監視センサとしては物体認識に優れているカメラが採用されているが、逆光や砂埃（すなほこり）などの視界不良の環境では検知能力が低下するため、カメラが苦手な環境を補完するセンサの付加が望まれる。このような環境で使用できるセンサとして、自動車の安全支援システムで使用されているミリ波レーダが有望である。ミリ波レーダは、物体認識や電波反射率の小さな物体の検知は苦手であるが、他センサと比較して逆光、砂埃、霧、降雨などの影響を受けにくく、距離や速度の検知精度が高い。このように、カメラとミリ波レーダはそれぞれ特徴が異なるが、これらを組み合わせることで、両者の弱点を補完しつつ特長を活用するフュージョンセンサの実現が可能である。表1に各種センサの比較を示す。人物の検知／認識、耐環境性、価格の観点で、ミリ波レーダと単眼カメラを融合したフュージョンセンサに優位性があることが分かる。なお、当社では2003年からミリ波レーダ送受信部の製品化実績があり、この技術を適用できる。

2. フュージョンセンサの開発状況

当社では、ミリ波レーダと単眼カメラで構成したフュージョンセンサの開発を行っている。図1に機能試作品、図2に機能ブロック図を示す。このセンサは、ミリ波レーダと単眼カメラの各検知情報を照合してフュージョンセンサの検知結果として出力するリアルタイム処理を実施している。ミリ波レーダで検知した距離情報を単眼カメラで検出した人物に適用することで、図3に示すように、人物の位置を精度良く把握できる。人物の検知は、直立した姿勢のほか、しゃがんだ姿勢や寝転んだ姿勢でも認識できる。図4は測距精度を示しており、ミリ波レーダによって誤差：-15%～+10%と高い精度を実現している。

3. 今後の取組み

今後、様々なユースケース、環境での評価を積み重ねてパラメータ等の最適化によって性能向上を図るとともに、一体化・小型化を図る(図5)。

表1. 各種センサの比較

項目	詳細要件	単眼カメラ	ステレオカメラ	LiDAR	ミリ波レーダ	フュージョンセンサ (ミリ波レーダ+単眼カメラ)
人物の検知／認識	静止者	○	○	○	△	○
	歩行者	○	○	○	○	○
	測距	△	○	○	○	○
	速度	△	△	△	○	○
耐環境性	逆光、暗がり	×	×	○	○	○
	降雨、霧、埃	△	△	△	○	○
	レンズの汚れ	×	×	×	○	○
	同一色背景	△	△	○	○	○
価格		○	×	×	○	○

LiDAR : Light Detection And Ranging



図1. フュージョンセンサの機能試作品

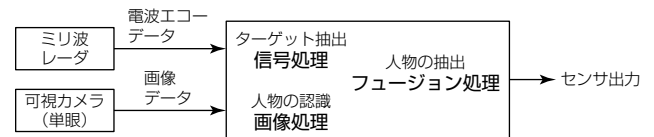


図2. 機能ブロック図

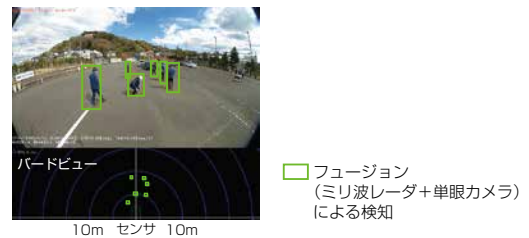


図3. フュージョンセンサの人物検知

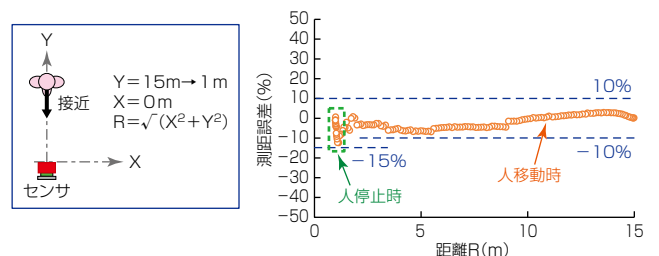


図4. 測距精度



図5. フュージョンセンサ構想