

VALVEMATIC (バルブマチック) —低燃費を生み出す次世代動弁機構—

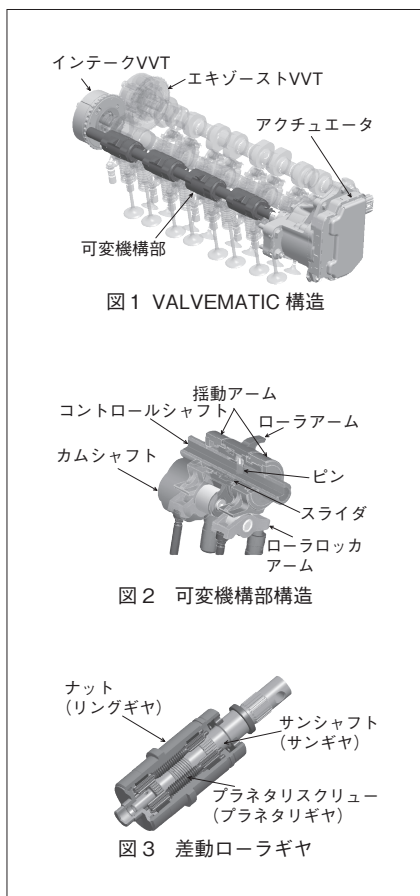


図1 VALVEMATIC 構造

図2 可変機構部構造

図3 差動ローラギヤ

1. はじめに

地球温暖化やガソリン価格高騰を受けて、自動車のさらなる燃費向上が求められている。いっぽうガソリンエンジンは、ディーゼルエンジンと異なり、スロットル（絞り弁）で出力調整するので、ポンピングロスが生じる。ポンピングロスがあるとその分燃費は悪くなる。

これに対し、吸気バルブのリフト量を変化させて出力調整を行うと、ポンピングロスを減らすことができ、さらに出力向上や排気エミッション低減も期待ができる。こうした「連続的にリフト量を変化させるシステム」が次世代の動弁機構として注目されている。

トヨタ自動車（株）（以下、当社）では2007年6月に国内メーカーとして初めて連続リフト可変動弁機構“VALVEMATIC”を世に送り出した。

VALVEMATICでは当社独自の機構を採用することで、エンジンの燃費

と出力を大幅に改善した。バルブリフト量を制御してシリンダ流入空気量を直接変化させることで、エンジンのレスポンスも大幅に向上している。

ここでは VALVEMATIC の動作メカニズムと効果を紹介する。

2. VALVEMATIC のハード構成

図1のように、VALVEMATICは可変機構部とそれを動かすアクチュエータで構成されている。アクチュエータが図2のコントロールシャフトを軸方向へ動かすことで、スライダを介して揺動アームとローラアームの相對位相が変化する。これにより、揺動アームとローラロックアームが接する面の範囲が変化し、リフト量が変わる。

この方式を採用することで、2本のカムシャフトとコントロールシャフトを同一平面に配置することができた。その結果、VALVEMATICを搭載しても、従来エンジンと同じ全高にすることができ、小型車から大型車まで幅広く展開可能な汎用性を確保した。

さらに、スライダを採用したことで、従来提案されてきたリンク式の機構に比べ5倍以上高い剛性を確保することができた。その結果、最大リフト量を1mm増加させることができ、エンジンの最大出力を向上させることができた。

また、小さいリフト量を使うため、従来より格段に高いリフト精度が必要だったが、揺動アームの両側に厚さ選択式のシムを配置することで、リフト量を簡単に調整できる生産しやすい構造とした。

アクチュエータの直動変換部には差動ローラギヤを採用し、0.65mmという小さなリードで高い耐荷重を実現した。これにより、高い伝達効率と保持性が両立でき、ウォームギヤやボールねじに比べ、エネルギーロス（消費電力）を5分の一以下に抑えることができた。

3. エンジン吸気量制御

VALVEMATIC搭載エンジンでは、

燃費と出力を最大限引き出すため、運転状況に応じてバルブ位相、バルブリフト量、スロットル量を最適な値に制御している。

加減速時は、制御コンピュータ内部に組み込んだ吸気系の物理モデルを用いて、吸気管圧力、吸入空気量を滑らかに変化させている。さらに、内部EGR（Exhaust Gas Recirculation: 排ガス再循環）量を適正にコントロールするため、バルブリフト量をバルブ位相速度に合わせて制限する協調制御を行った。

これらの対応により、燃費をロスすることなく、VALVEMATIC特有のエンジンレスポンスを確保できるようになった。

4. エンジン、車両性能

VALVEMATICを採用した新エンジン3ZR-FAEでは、従来エンジンに対し出力10%向上、吸気応答速度58%向上、車両燃費6.0%向上とクラストップレベルの動力性能と低燃費を両立した。また、吸気バルブの開閉時期を始動時水温に合わせて最適に選ぶことで、エンジン始動性も向上した。

5. おわりに

VALVEMATICによる動力性能向上と燃費向上のメリットは、エンジン気筒数や排気量に関係なく得ることができる。またコンパクトで生産しやすい構造なので、VALVEMATICは今後、他排気量にも順次搭載していき、地球環境改善に大きく寄与することが期待できる。

（原稿受付 2008年3月18日）

〔河崎高志 トヨタ自動車（株）〕

●文 献

- 浅田俊昭・ほか、動弁系による燃費低減技術の研究、自動車技術会学術講演会前刷集、NO.78-01、(2001-10)、1-4。
- 濱村芳彦・ほか、新2.0L連続リフト可変動弁機構付ガソリンエンジンの開発、自動車技術会学術講演会前刷集、NO.131-07、(2007-10)、17-22。
- 清水弘一・ほか、The New Toyota Variable Valve Timing and Lift System, 16.Aachen Colloquium, No2, (2007), 979-994。