

# クランクケース内圧制御バルブの性能調査

遠山 壽・永治 司\*

## 1. はじめに

近年、自動車の排ガス中の二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）は、地球温暖化の主因の一つとして一層の削減が叫ばれている。バイオ燃料の生産拡大によって食料の不足が起こるなど、簡単には化石燃料から変換できないのが現状である。一方、有害な排ガス防止と燃料消費率を高める努力は必死で行われている。有害な排ガスの一つにブローバイ・ガス（圧縮行程、燃焼行程で漏れた未燃焼の混合気）がある。最近、ブローバイ・ガスを換気する目的として装備されている PCV（Positive Crankcase Ventilation）システムにおいて、PCV 以外の興味あるバルブが市販されていることを知った。筆者らは、新たに開発されたクランクケース内圧コントロール・バルブ（商標、以後内圧制御バルブと称す）の取付けの有無における実走行によって燃料消費率を比較した結果、その効果が確認できた。

そこで、本稿では、上記の効果の裏付けとなる、内圧制御バルブの作動状態を確かめる実験を単気筒エンジンで行ったのでここに報告する。

## 2. クランクケース内圧制御

### 2.1 クランクケース内圧

エンジンの燃焼室では、ピストンが下がることでシリンダ内部に混合気を吸い込み、ピストンの上昇に伴い混合気を圧縮する。圧縮された混合気に点火すれば、それが爆発圧力になってピストンを押し下げる。この動きがエンジンを動かす原動力になっている。一方、見方を変えると、燃焼によるピストンの上下運動によってクランクケース内にも圧力変動が起こっている。図 1 に示すように、単純にピストンが下がればケース内が一時的

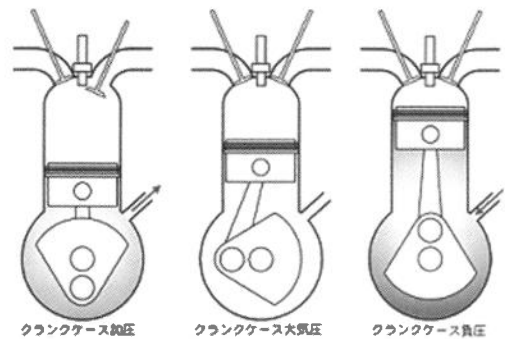


図 1 クランクケース内の圧力<sup>1)</sup>

\*株式会社 NAG エスイーディ代表取締役

に高圧になり、ピストンが上があれば低圧になるが、ブリーザによってクランクケース内は一定の気圧に保たれる。しかし、ピストン上の燃焼室では絶えずガスが燃焼を繰り返してピストンを押し下げる。その超高圧ガスの一部がピストンリングを通り抜けて（吹き抜けて）クランクケース内に入り込んでしまう（図2）。そうしてガスがケース内にどんどん溜まれば圧力が高まってしまふ。圧力の高まったケース内にピストンが下がろうとすれば、当然強い力で反発を受ける。これがいわゆるポンピング・ロスと呼ばれる抵抗である。ブリーザによるクランクケース内の気圧の安定は、クランクがゆっくり回転し、時間当たりのピストンの往復回数が少ない時である。ピストンが下がってブリーザから空気が出るまでの時間よりも短い時間でピストンが往復すれば、ブリーザの効果は小さくなり、クランクケースに滞留したままの空気の塊が、ピストンの往復運動の妨げになる。この圧力変動に着目したのが内圧制御バルブである。つまり、クランクケースの内部圧力を大気圧より低い状態においてピストン背面に掛かる負担を取り除くことを目指したものである。

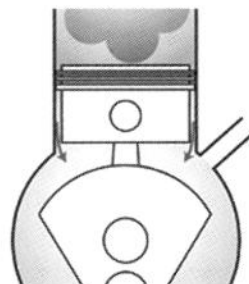


図2 ブローバイ・ガスの発生<sup>2)</sup>

## 2. 2 内圧制御バルブのメカニズム

内圧制御バルブは、図3に示すような筒状のアルミボディの中に樹脂製（ポリエーテル・エー

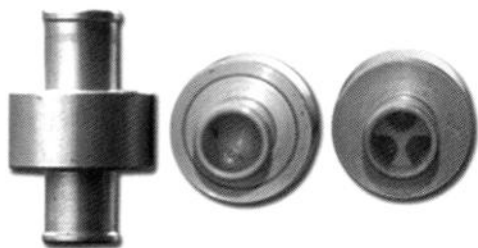


図3 内圧制御バルブ

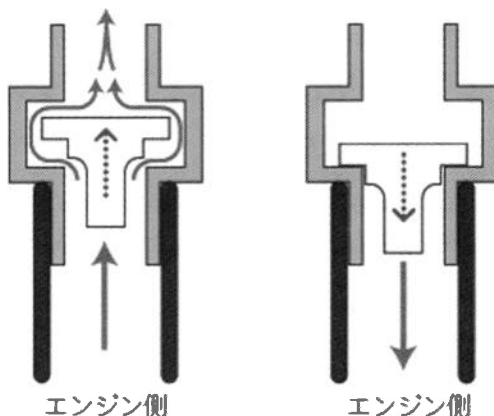


図4 内圧制御バルブの作動

テル・ケトン樹脂（PEEK）、耐熱温度250℃）のワンウェイバルブを設けたものである。

図4に示すように、ブローバイ・ガスを排出させるが、エンジン側に外気を吸入しないようにクランクケースを密閉することで結果的に内圧を下げている。動力をなんら用いず、クランクケースに発生するブローバイ・ガスの脈動のみ使ってバルブを作動させている。僅かな脈動で作

動するように摩擦係数は極小，そのため，その加工精度は非常に高い。一般のリード・バルブではクランクケースで発生する僅かな脈動の変化に追従できない。そのため，スライド・バルブを採用している。スライド・バルブを使用しなければ，板状でもコイル状でもスプリングであるので，初期作動にかかっている圧力は抜けない。

### 2. 3 内圧制御バルブ取り付け前後の内圧の変化

図5のように，自動車（TOYOTA 製）のオイルチェック部分にゴム風船を取り付け，クランクケースの内圧を上昇させる。スロットルを作動させてエンジン回転を適度に高めると，ケース内でブローバイ・ガスやピストンの運動に伴って空気の脈動が起こる。数秒後に少々膨らんだ状態を示している。内圧が上がると一気に膨らむ。内圧制御バルブ取付け後の風船の作動は，図6に示すように，数秒経過してもピタッと吸い込まれるように張り付き，手で風船自体を持ち上げても自立できないような状態になっている。ケース内圧が負圧になっていることが分る。

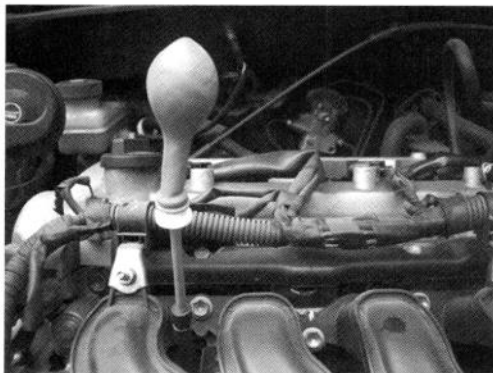


図5 ケース内圧上昇の状態



図6 ケース内圧が負圧の状態

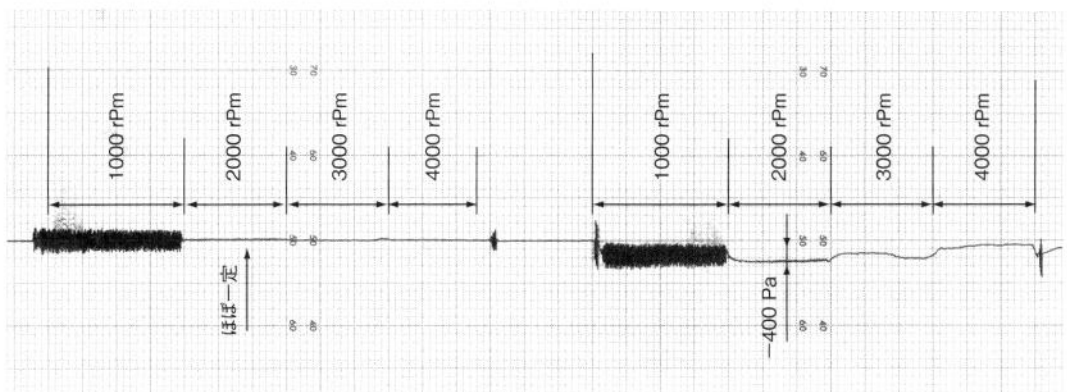


図7 内圧制御バルブ取り付け無し

図8 内圧制御バルブ取り付け有り

今回、図5, 6で示す風船の作動を、単気筒のエンジン (YAMAHA SRX 400CC) を使用して調査した。測定器 (KYENCE 製: 超小型デジタル圧力センサ AP-C30P) とペン・レコーダを連動させ、圧力変動を測定した。図7, 8に示すようにアイドルリング (エンジン回転数1000 rpm) から2000, 3000, 4000 rpm と回転数を上げた時、内圧制御バルブの取り付けの有無によって圧力変動の違いが確認できた。図7の内圧制御バルブ取り付け無しの場合、僅かに圧力の増加が見られるが、ほぼ一定の圧力に保たれている。これは無負荷運転であること、ブローパイ・ガスがクランクケース内の圧力を上げるほど流れ込んでいないことを示している。図8はバルブ取り付け有りの場合で、アイドルリングの状態から負圧状態を示し、3000 rpm で30秒間405 Pa で一定に保たれている。4000 rpm になった時点で負圧は、200 Pa ほどに減少した。上述に示した目視上の風船の変化 (図5, 6) と、図7, 8に示す今回の実験結果を比較すると、変化の状態が一致していることがわかる。405Pa という圧力は、普通に軽く息を吐くほどの弱いものである。これは内圧制御バルブがごく僅かな脈動の変化で作動していることがわかる。

### 3. 走行実験

走行実験は、トヨタのプリウス (ハイブリット車) とヴィッツ (ガソリン車) を用いて行った。図9は、このとき使用したバルブの取り付け状態 (矢印) である。実走行は、1) 岐阜県八百津市 (杉原千畝記念館・人道の丘公園周辺) と、2) 各務原市・航空宇宙科学博物館周辺、3) 各務原市・尾崎団地周辺、4) 高速道路 (東海北陸自動車道) の4コースで行い、バルブ取り付け有無の場合の燃料消費率を調べた<sup>2)</sup>。図10は、1) のコースにおけるプリウスの燃料消費率である。アップダウンを2回繰り返す人通りの無い山道で、停止は1回のみで、アクセルの踏み方の変化も激しくない2.3kmコースである。

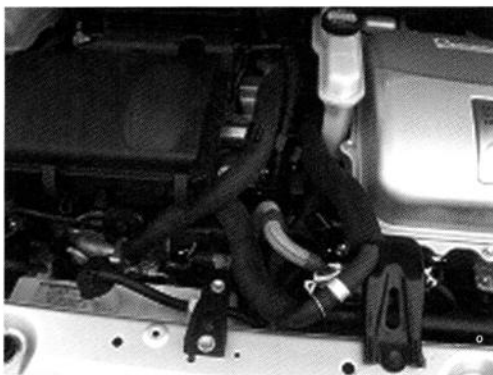


図9 バルブ取り付け: プリウス

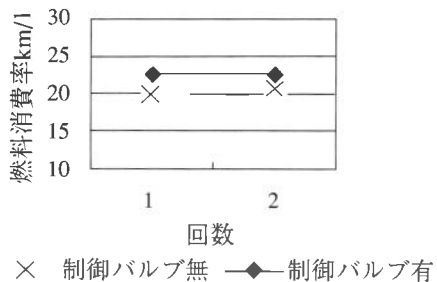


図10 内圧制御バルブ取り付け有無の燃費

#### 4. ま と め

今回、内圧制御バルブの取り付けの有無による圧力変動を数値（405 Pa）として確認できた。そして、内圧制御バルブがごく僅かな脈動の変化で作動していることがわかった。

もともと、内圧制御バルブは、バイクの運転操作におけるドン付き（アクセル操作とスピードが比例しないで、アクセルを開けたのにスピードが付いてこないで、少し遅れて速度が上がる現象）の危険性を無くすものである。今回、単気筒エンジンにおいて検証できたごく僅かな負圧状態が、気筒数や配列の異なるエンジンにおいても確認できるのか、燃費向上に寄与できるのか、今後、調査をして行こうと考えている。

終わりに、本稿作成に際しご指導頂いた高 行男教授、大磯稍流氏（H.P）、また、測定機器についてアドバイスを頂いた本学の教職員に感謝の意を表します。

#### 5. 参 考 文 献

- 1) <http://ex-n.nejp/report/ipcv01.html>
- 2) 遠山 壽，脇 俊隆：クランクケース内圧制御における走行実験 全国自動車短期大学・自動車整備技術に関する研究報告誌，第37号（2008）