



## 吸排気のタイミングとバルブオーバーラップ

吸気バルブ、排気バルブは上死点や下死点に達した瞬間に開閉し始めるのではなく、そのタイミングを少しずらしています。吸排気バルブの開閉タイミング(バルブタイミング)はとても重要だからです。

4サイクルエンジンは、吸入、圧縮、燃焼、排気の4つの行程に合わせて吸排気バルブを開閉して混合気の吸入や燃焼ガスの排出を行います。実際のエンジンでは、ピストンが上死点から下死点へ移動する瞬間に合わせて吸気バルブを開いて混合気を吸入しているわけではありません(上図①)。また、燃焼ガスの排出も下死点から上死点への移動に合わせて排気バルブを開いていたのでは、燃焼ガスを効率よく排出することはできません(上図④)。

### ■吸排気バルブの開閉タイミング

混合気にはシリンダー内に吸入されるときに慣性力(圧力波)がはたらくため、ピストンが下死点に到達した後も混合気を吸入し続けようとします。レシプロエンジン<sup>\*</sup>の出力は吸入できる混合気が多いほど大きくなるため、実際のエンジンでは吸入行程が終わり、ピストンが上死点へ移動し始めてもある程度までは吸気バルブは開いた状態になっています。

排気バルブも、ピストンが下死点に達して排気行程が始まる前から開き始めます。レシプロエンジンは、燃焼ガスが膨張してピストンを押し下げることで動力が発生するため(上図③)、ピストンが下死点に到達するまでは吸排気バルブを閉めたほうが燃焼ガスの圧力を全てピストンを押し下げる力として使えます。しかし実際のエンジンでは、この圧力を全て使い切ることができないため、排気バルブを早く開いて燃焼ガスを素早く排出したほうが、次の吸気行程でより多くの混合気を吸入でき、結果的により高い出力を得られます。

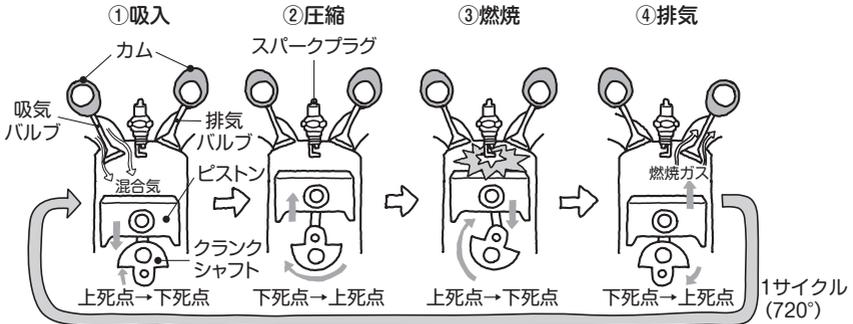
また、ピストンが上死点に達する前に吸気バルブを開け、上死点に到達した後も排気バルブを開けておくことで、新たに吸入された混合気によって燃焼ガスをシリンダー外に押し出す効果も得ています(中図)。

### ■バルブオーバーラップの効果

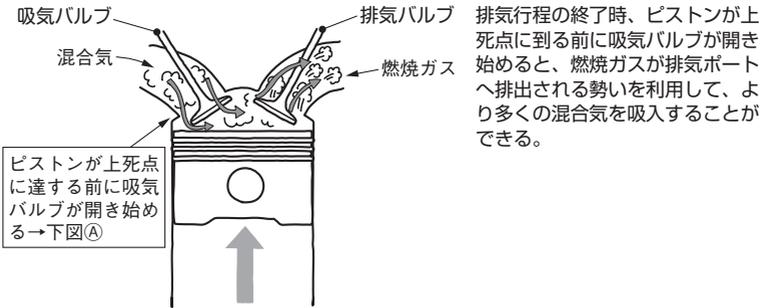
排気行程が終了し吸気行程に移るときには、吸排気バルブがともに開いている状態になります。これをバルブオーバーラップといい、吸排気バルブの開き始めと閉じ終わりのタイミング(バルブタイミング)は、上死点・下死点を基準とした角度で表されます。これをバルブタイミングダイヤグラムといいます(下図)。

<sup>\*</sup> レシプロエンジン：エンジン内部のピストンが燃焼によって上下に往復運動し、その力をクランクシャフトを介して回転運動に変える原動機

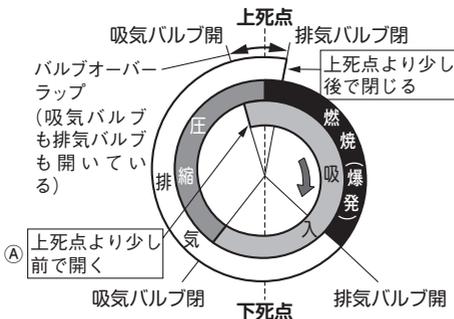
## 4サイクルエンジンの4行程とバルブの動き



## 吸気バルブを早く開くことによる効果



## バルブオーバーラップを表したバルブタイミングダイアグラム



吸排気バルブの最適なオーバーラップ角度は、エンジン回転数によって変化する。一般的には、オーバーラップが大きいと低回転時は吸入した混合気が大きいと低回転時は吸入した混合気が排気ポートから吹き抜けてアイドルリングが不安定になるが、中回転域では混合気による燃焼ガスの掃気効果が大きくなる。高回転域では、吸気バルブを閉じるタイミングが遅ければ混合気にはたらく慣性力により充填効率が高まる。

## POINT

- ◎ 吸排気バルブがともに開いている状態をバルブオーバーラップという
- ◎ バルブオーバーラップの効果で、より多くの混合気を得られる
- ◎ 吸排気バルブの開閉時期のことをバルブタイミングという



## バルブクリアランスの役割

エンジンのパーツは高温になるため熱膨張が発生します。これを見越して、カム山とバルブの接触面にはバルブクリアランスというすき間が設けられていますが、この部分はとても重要です。

4サイクルエンジンは、吸気バルブや排気バルブを開閉して、シリンダーへの混合気の吸入や燃焼ガスの排出をコントロールしています（11頁上図参照）。この吸排気バルブの開閉には、一般的にカムシャフトとバルブスプリングが使用されています（上図）。

### ■バルブ開閉のしくみ

バルブはカムシャフトに設けられたカムで押されることによって開き、バルブスプリングがバルブを引き上げることによって閉じます。

- ①カムがバルブを押す（バルブを開く）
- ②バルブスプリングがバルブを引き上げる（バルブが閉じる）

という動きを繰り返すことによって、吸気バルブ、排気バルブを開閉しているわけです。

カムシャフトには、バルブごとにカム山が設けられています。カムシャフトが回転すると、このカム山の高さに沿ってバルブが開くようになっており、カム山の低い部分に差し掛かると、バルブスプリングの反力によってバルブが閉じるようになっています。

### ■バルブクリアランスとは何か

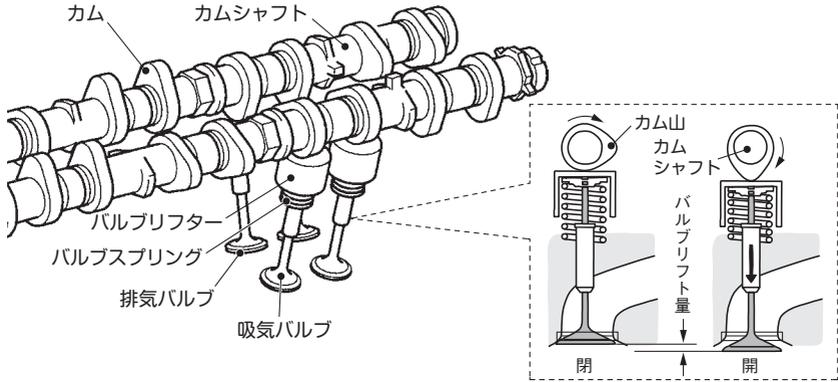
エンジン部品は非常に高温になるため、バルブやカムシャフトはもちろん、シリンダーやシリンダーヘッドにも熱膨張が発生して寸法が変化します。このため、カム山とバルブの接触面などには、熱膨張を見越してあらかじめ「すき間」を設けています。このすき間をバルブクリアランスといいます（下図）。

バルブクリアランスの値は、混合気によって冷却される吸気バルブ側と燃焼ガスにさらされて高温になる排気バルブ側では異なっており、基本的には吸気側がやや狭く、排気側が大きくなります。

バルブクリアランスが狭すぎると高温時にバルブの開閉タイミングにズレが発生したり、バルブが閉じ切れずにバルブシートとの間にすき間が発生したりします。またバルブクリアランスが広すぎると、カム山とバルブとの間で打音が発生し、異常摩耗などの原因にもなります。

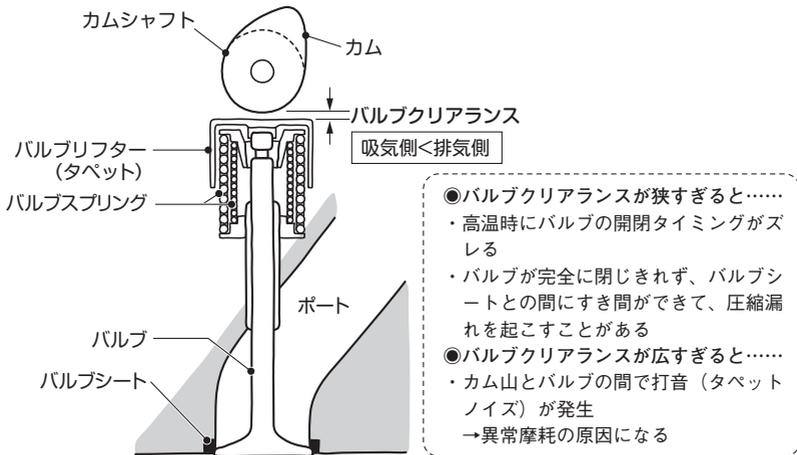
## バルブの開閉機構

吸排気バルブは、カム山がバルブを押すことで開き、スプリングがバルブを引き上げることで閉じる。



## バルブクリアランスの影響

長期間使用していると、バルブやカムシャフトが摩耗してバルブクリアランスが大きくなり、エンジン回転に合わせて金属音が鳴り出したりする。逆にバルブクリアランスが狭くなると、バルブが閉じ切れずに吸気、排気に漏れが生じることになる。



## POINT

- ◎カム山とバルブの接触面に設けられたすき間をバルブクリアランスという
- ◎バルブクリアランスは、基本的に吸気側がやや狭く、排気側が広くなる
- ◎バルブクリアランスの狭い・広いはエンジンにいろいろな影響を与える



## バルブクリアランスの調整

長期間使用していると、バルブやカムシャフトが摩耗してバルブクリアランスが大きくなり、エンジン回転に合わせて金属音がしたり、出力低下を招くなど、不具合が発生することになります。

経年変化による摩耗などにより、バルブクリアランスは定期的な調整が必要になります。調整方法はカムやバルブ部の構造によって異なり、シムと呼ばれるスペーサー<sup>※</sup>の厚みを変えて行うシム調整式と（上左図）、ロッカーアーム先端のネジ式のタペットを回転させて調整するネジ式があります（上右図）。

### ■シム式とネジ式

シム式の場合、カム山とシムのすき間をシックネスゲージ（すき間の寸法を測るための工具）で測定、クリアランスが大きい場合は適正な範囲に収まるように厚いシムに交換します。アウトターシム式の場合は、カムシャフトを組み付けた状態でも特殊工具を使えばシムの交換が可能ですが（上左図）、インナーシム式では、カムシャフトを取り外さなければ交換できないため、難易度が上がります。

ネジ式の場合は、タペットとバルブのすき間をシックネスゲージで測定しながら、ネジを回して適切なクリアランスに調整します（上右図）。ネジ式はクリアランス調整後、ロックナットを締め付けるとクリアランスが小さくなることもあるため作業終了後の再確認を行います。

### ■バルブクリアランス調整作業のポイント

①バルブクリアランスの調整は、吸排気バルブが閉じてピストンが上死点にある状態で行います。フライホイールの点火時期調整用合わせマークを合わせておきますが、クランクシャフトをゆっくりと回転させて、吸気バルブが開閉した直後にマークが合った位置が圧縮上死点です（中図）。

②バルブクリアランスの調整作業は、シリンダーヘッドカバーやサービスホールカバーを取り外して行います。カバーを取り外す際にはエンジン内部にほこりや砂などが入らないように、事前に周辺部をウエスなどで清掃してから行います（下図）。

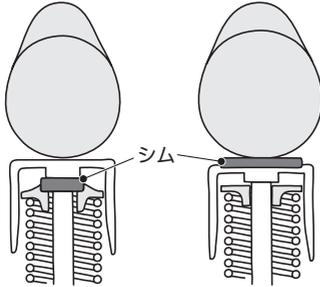
カバーのパッキンやガスケット類はO（オー）リング状のもの以外は再使用できません。またOリングも伸びや損傷があるものは交換します。

ガスケット取り付け面に液体ガスケットを塗布してある場合は、スクレーパーなどで丁寧にはがします。新品ガスケットを取り付ける際には、液体ガスケット塗布面をブレーキクリーナーなどで脱脂してから塗布します。

※ スペーサー：物と物の間に挟んだり固定したりして使用する特殊器具

## シム式の種類

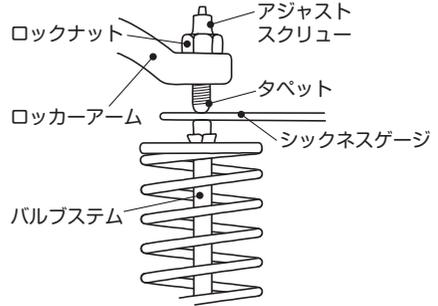
アウターシム式は、特殊工具を使えばカムシャフトを組み付けた状態でもシムの交換ができるため利便性が高い。



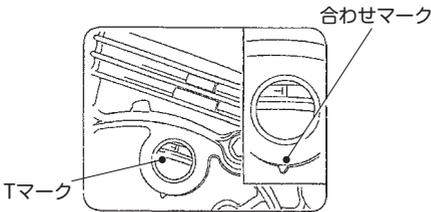
①インナーシム式 ②アウターシム式

## ネジ式のクリアランス調整

ロッカーアームとバルブのすき間を測定し、ロッカーアーム先端のネジ式のタペットを回転させて調整する。

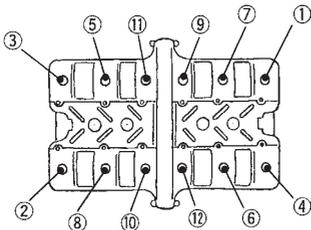


## クリアランスを測定する前の注意点



上死点の位置では、カムシャフトによって吸排気バルブがともに押し上げられて軽く開いた(オーバーラップ)状態になっており、両バルブともバルブクリアランスがまったくない状態になっている。

## カムカバーの取り外し



カムカバーの取り外しは、カバー取り付けボルトを対角線上にあるボルト順にカバーの外側から内側に向かって、2、3回に分けて緩める。内側のボルトからいっぺんに緩めると、カバーが歪んで組み付け後のオイル漏れの原因になる。



- ◎バルブクリアランスは、定期的なチェックと調整が必要になる
- ◎バルブクリアランスの調整は、シックネスゲージを用いて行う
- ◎バルブクリアランスの調整方法は、カムやバルブ部の構造によって異なる