

クランクケース内圧コントロールバルブ

# NAG バルブ機能解説



エンジンは、回っているだけで内部抵抗があるのをご存じですか？。

この内部抵抗が、エンジンプレーキになります。

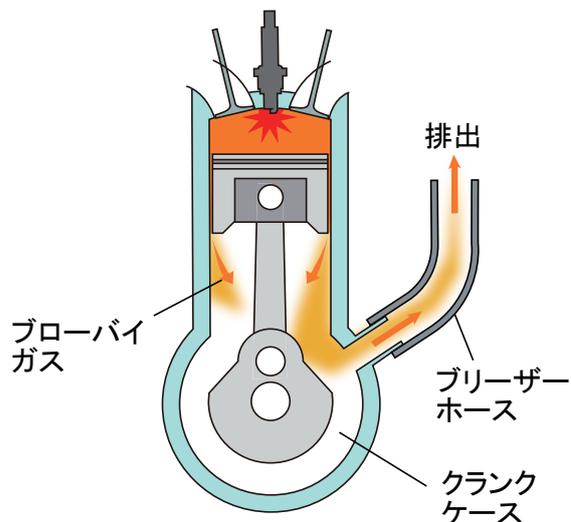
つまり平坦な道路を走っていても、緩斜面道路を登って行くのと同じぐらいの抵抗があるのです。

この抵抗を取り除く、画期的な製品が NAG のクランクケース内圧コントロールバルブ（NAG バルブ）です。

**株式会社 ナグ・エスイーディ**

# 「クランクケース内部で起きていること」

## 【ブローバイガスとブリーザーホース】



ピストンとシリンダーの機密性を保つ為に設けられているのがピストンリングと呼ばれるパーツなのですが、真円のリングに切り込みを入れた形をしています。

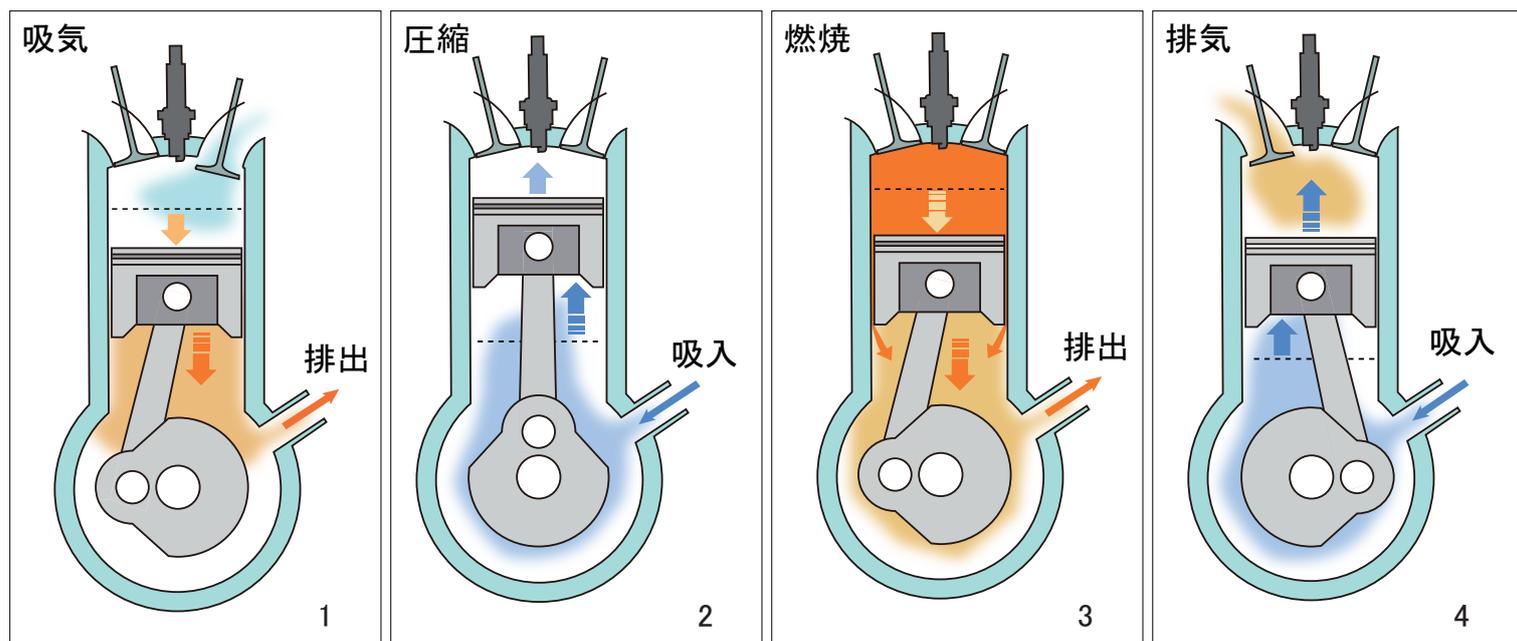
装着前は切り口が4～5ミリほど開いており、装着時に切り口が密着しない程度、0.3～0.5ミリ僅かに開く状態で押し縮めて装着されています。この張力でシリンダーとの密着性を高める訳ですが、エンジンの燃焼工程において、ピストンリングとシリンダーの隙間からクランクケースにガスが僅かですが漏れ出てきます。このガスを「ブローバイガス」といいます。

このガスには高い圧力がありますので、もしクランクケースを密閉してしまうとクランクケースの中の圧力は上がる一方になってしまい、ピストンの上下運動の抵抗となるため、始動困難、回転鈍化、オイルシール吹き抜けなどが起こります。

この圧力上昇を防ぐため、エンジンからでている、ブローバイガスを外へ放出し圧力を逃がすためのホースが「ブリーザーホース」です。

## 【ピストンの往復運動とクランクケース内の空気】

エンジンはピストンの往復運動を伴うので、単気筒エンジンを例にするとピストンが最も上がった時とピストンが最も下がった時ではクランクケース内部の容積が増減してしまいます。これらの内容積増減に供なって変化する圧力を逃がす役目を、ブリーザーホースは果たしています。



- 図1： 吸气行程では、ピストンが下がるとクランクケース内の容積量が小さくなり、ピストン移動量分の気体が排出される。
- 図2： 压缩行程では、ピストンが上昇する事でクランクケース内の容積量が増える為に、ピストン移動量分の気体が流入する。
- 図3： 燃烧行程では、ピストンが下がるとクランクケース内の気体はピストン移動量分を排出する。(ブローバイガスが発生)
- 図4： 排气行程では、ピストンが上昇する事でクランクケース内容積量が増える為に、ピストン移動量分の気体が流入する。

このようにクランクケース内の空気はピストンの上下運動に連動してクランクケース内を動かされます。

ピストン下降時はブリーザーホースから排出され、ピストン上昇時には空気を吸引します。

この様にピストンの上下運動が、あたかもポンプのように空気を動かすという仕事をおこなっているのです。

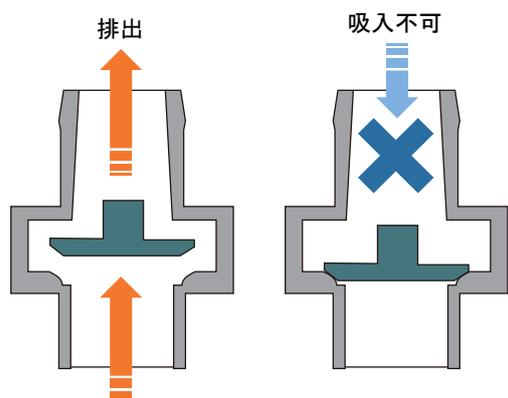
この場合、ブローバイガスを排出しても再度空気を吸引しますので、クランクケース内の圧力は下がりにません。

またブリーザーホースは太いほど「排出しやすく、吸引しやすい」という特性を併せ持ちます。したがって、いくら太いブリーザーホースをつけたとしてもクランクケース圧力を下げることができないのです。

# 「クランクケース内圧コントロールバルブとは？」

## 【NAG バルブの仕組み】

クランクケース内の気体を、排出はするが吸引は行なわせない事で「クランクケース内を低圧」とするのが NAG バルブです。



構造は非常にシンプルで筒状のアルミボディの中に樹脂製のワンウェイバルブを設けてあるだけです。機械的 / 電気的動力を用いず、クランクケース内に発生するブローバイガスの脈動のみを使ってバルブを作動させるため、摩擦係数の小さな素材を吟味し、軽量でかつ耐久性、耐熱性に優れたポリエーテルエーテルケトン (PEEK) 樹脂を削り出してスライドバルブとしています。熱膨張率がアルミとよく似ていて、実測値においても 大差の無い樹脂を選定した結果、スライドバルブの材質は PEEK 材となりました。摩擦抵抗が桁違いに小さくなる樹脂バルブの選択は減圧効果を得るためには必然と言えます。

弊社のスライドバルブ方式は他社のバルブ形式、(リードバルブ式 / コイルスプリング + ボール式) のように開く際の初期荷重がありませんので、俊敏で確実なバルブの作動が可能となっています。

## 【クランクケース内の空気の動き：NAG バルブ装着時】

NAG バルブを装着した時の、クランクケース内の様子と、NAG バルブの動作の様子です。

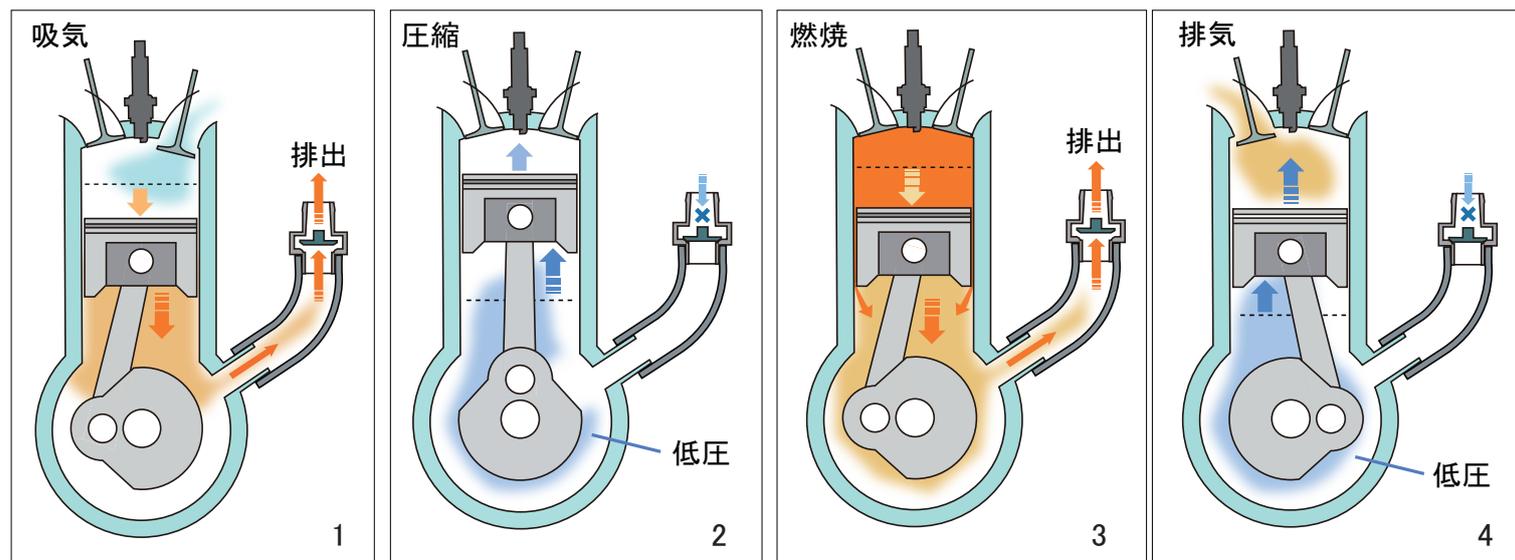


図1：吸気行程では、ピストンが下がるとクランクケース内の容積量が小さくなり、ピストン移動分の気体は圧縮され、この時の排出圧力で NAG バルブは開き、気体は放出される。

図2：圧縮行程では、ピストンが上昇する事でクランクケース内の容積量が増えるが、NAG バルブは閉じているために、外気は流入出来なくなり、ピストン移動分の容積量変化に比例して気体密度は下がる。すなわち、低圧になる。

図3：燃焼行程では、ピストンが下がると、クランクケース内の気体はピストンの移動分を排出する動作に入るが、前工程で既に気体密度が下がっている為に、容積量減少による圧縮抵抗は大幅に軽減されているので、装着前に比して、スムーズな下降運動を得ることが出来る。一方バルブは、大気圧と等しいかそれ以上の圧力になるまでバルブは動かない事になるが、この行程ではブローバイガスが発生しているのに、その増えた体積分を放出する為に、バルブは開く。

図4：排気行程では、ピストンが上昇する事でクランクケース内容積量が増え、図2と同じ動作となる。

このようにクランクケース内の気体を排出し、外からの吸入をおこなわせないことで、クランクケース内の圧力は低くなります。

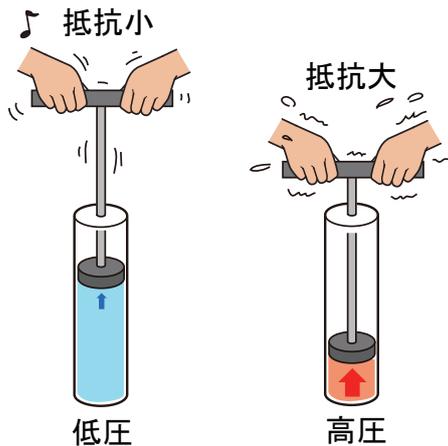
クランクケース内が低圧となっている事で、ピストン下降時の圧縮抵抗が減少し、エンジンの回転抵抗が減少します。

一部のレーシングエンジンでは吸引ポンプを駆動したり、排気や吸気の負圧を利用して強制的にクランクケースを減圧していますが、NAG バルブは補助動力を一切用いずに、簡単に同様の効果が実現できる製品です。

# 「なぜエンジンの抵抗が減るのか」

クランクケースを減圧することが、なぜエンジンの抵抗減少になるのでしょうか？ その原理の解説です。

## 【ピストン下降時の抵抗について】



自転車用の空気ポンプを例にします。

ポンプのハンドルを押しポンプのピストンが下がる事で徐々に空気密度が高まり反発力が生まれてきます。

このように高い空気密度（＝高圧）は、ピストン動作の抵抗となります。

低圧になると言う事はクランクケース内部の空気密度が減少する事を意味しています。空気の圧力が変わってもピストンの上下運動に伴って動かされる空気の体積は変わりませんが、空気密度が低い事で動く空気の重さを軽くする事ができ、空気を動かすことに費やされる余分な仕事が少ないです。

こうしてエンジン内部の抵抗は減少するのです。

NAGバルブは「クランクケース内を低圧」とすることでピストン下降時の抵抗を減少させることができます。

## 【ピストン上昇時の抵抗について】

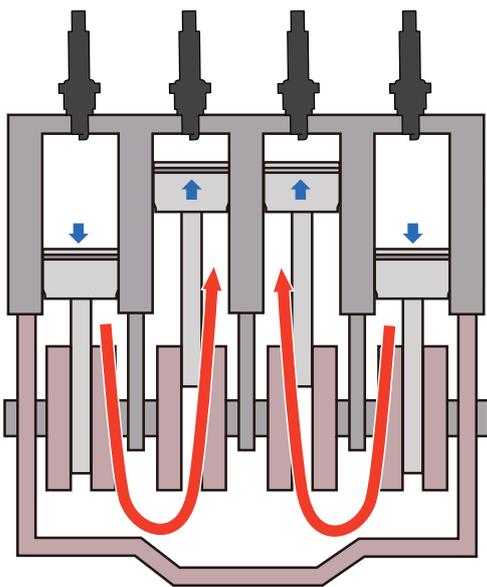
一方でピストン下降時にはクランクケース内が負圧なのでピストンが下がる抵抗が減ったとしても、ピストン上昇時は負圧に逆に引っ張られて抵抗となるのではないかという疑問もあるでしょう。空気とは『伸張させるより圧縮させる方が抵抗が大きい』のです。先端をふさいだ注射器などで実験してみるとよく分かると思いますが、空気を入れた注射器を押すのと引くのでは抵抗がまるで違うことに気付くはず。もちろん引くほうが小さな力ですみます。

この様に密閉容器を例にとると、空気圧の変化に対して、空気量の増減は有りませんので、トータルではプラス・マイナス”ゼロ”という考え方も出来ます。しかし、実際の稼働中のエンジンの場合は、常にブローバイガスが増え続けますので、バルブを動かすことで、低圧を保つといった方が正しい表現になります。

これはピストンが上昇する時と同じと考えられ、ピストン上昇時に多少の抵抗があったとしても、ピストン下降時の抵抗の減少がそれを上回るものであるため、トータルでは抵抗は減少するのです。

## 【エンジンの種類と減圧効果】

ピストン上昇時と下降時でクランクケース内の体積変動の激しい単気筒エンジンやVツインエンジンなどでは、NAGバルブの減圧の効果はより顕著となります。しかしながら並列4気筒エンジンなどでは隣り合ったピストンの片方が上昇する際にもう一方のピストンは下降に向かうので、クランクケース内の体積変化がほぼありません。このためクランクケース減圧の効果がないという考え方もあります。



確かに並列4気筒エンジンなどはクランクケース内の容積変化が少なく、クランクケースの外への排出こそ少なくなります。しかしながら実際は、クランクケース内ではシリンダー間で空気が高いスピードで激しく移動しています。慣性力を持った空気が狭い隙間をぬって移動する速度と量は限りがあって、瞬時に他のシリンダーに空気が移動するわけではありません。毎分数千回転というタイミングでシリンダーの間を空気が行き来するのは、かなりの運動量となります。

このようにクランクケース内の気体が動きにくい状況では、多気筒とは言え単気筒の集合同然で、エンジンの回転抵抗が生じてしまいます。

以上のことを踏まえて、クランクケース内をあらかじめ減圧しておくと言うことは、4気筒エンジンであっても、抵抗を減少させ効率を高める上で効果があると考えられるのです。

それでも最近の4気筒エンジンでは隣り合った気筒への気体移動が行いやすいように気体の通り道が開いていますが、アルミシリンダーブロックを用いられる様になってからのエンジンではそういった対処をされていない事が多い為に、クランクケース内の気体を動かすににくく、よりNAGバルブの効果を感じやすくなります。

参考データ：ピストン配列とクランクケース内空気移動量

単気筒・360度クランク2気筒：空気移動量＝排気量分      2気筒180度クランク・直4気筒：空気移動量＝排気量の1/2  
V2気筒・L2気筒：空気移動量＝位相分ずれるが、全排気量とほぼ同じ      3気筒・6気筒：空気移動量＝排気量の1/3

# 「NAGバルブの効果と注意点」

クランクケース内が低圧となりピストン下降時の圧縮抵抗が減少することで以下のような効果があります。

## 【NAGバルブ装着の主な効果】

### 効果 1…始動性の向上

抵抗が減ればクランキングが軽くなります。セルモーターやバッテリーへの負担を減らす効果も期待できます。

### 効果 2…エンジン回転の安定化

アイドル回転などの低回転では僅かな抵抗が回転数に影響します。抵抗が小さくなればもちろん安定した回転が望めます。

### 効果 3…耐ノック性の向上

トルクが一回り太くなれば、発進時などのノッキングが抑えられます。

### 効果 4…振動の低減

エンジンの微振動の低減が望めます。

### 効果 5…オーバーレブ特性の向上

抵抗を減らすことで頭打ち感が弱くなり、軽やかに高回転まで回るようになります。

### 効果 6…燃費向上

抵抗が減ればエンジンの持つエネルギー効率が上がり、燃費向上に寄与します。

### 効果 7…エンジブレーキの低減

過剰なエンジブレーキが低減されます。これによってエンジンの扱いやすさが向上します。

### 効果 8…オイル劣化の抑制

クランクケース内に吹き込むブローバイガスはエンジンオイルに溶け込み、エンジンオイルの劣化を早めることが判明しています。ブローバイガスをエンジン内にため込まないことで、ブローバイガスがオイルと接触する時間を短縮し、結果的にオイルの性能をより長時間維持できるようになると考えております。（※ただし本製品はオイル交換が不要になるものではありません）

## 【NAGバルブ装着時の注意点】

### 注意 1…エンジブレーキの低減

過剰なエンジブレーキが軽減されるのが特徴の内圧コントローラーですが、旧車などで元々ブレーキ性能がプアなものは知らず知らずのうちにエンジブレーキに頼って運転している場合があります。こういった車種に内圧コントローラーを取り付けると思ったように減速できない場合があります。

### 注意 2…定期的なメンテナンスが必要

エンジン内と外気温の温度差などにより、エンジン内で結露を生じる場合があります。通常はエンジンを運転させ続ける事で蒸発しますが、条件によっては水分が蒸発できずにオイル内に落ちてオイルと混じって乳化（エマルジョン）と呼ばれる現象を起こす事があります。これはオイルがクリームのように固まってしまう現象ですが、このクリーム状のオイルが内圧コントローラーに付着すると、内圧コントローラーの正常な作動を妨げる事があります。ブリーザーからブローバイガスが出て行かなくなるとケース内の圧力が逆に上昇し、最悪の場合、オイル漏れなどを起こす可能性があります。弊社ではエマルジョン対策されたNAGバルブも用意しておりますが、年1～2回程度で構いませんので内圧コントローラーを取り外して洗いやパーツクリーナーなどで洗浄してください。

### 注意 3…振動が減る事によってパワー感が減じたように感じられる場合がある

エンジンがスムーズに回転する事によってガッツ感を感じられなくなる場合があります。これによってパワーが落ちたように感じる事もあります。

### 注意 4…効果は車体の個体差や個人のスキルによって変動する

エンジンの形式や状態、また運転者の習熟度や技量によってその効果の感じ方は異なります。また、シャシーダイナモ等に掛けてもはっきりと数字に出るものもあれば出にくいものもあります。

## 【取り付け時の注意】

逆接には十分お気をつけください。逆向きに取り付けると、重大なトラブルの原因になる場合があります。