

## 汎用V型2気筒エンジン「GCV530/520」の開発

Development of General Purpose V-Twin Cylinder Engine GCV530/520

篠田 明久\*  
Akihisa SHINODA  
鈴木 卓\*  
Takashi SUZUKI

森山 浩\*  
Hiroshi MORIYAMA  
田端 豊\*  
Yutaka TABATA

## 要 旨

## ABSTRACT

乗用芝刈り機搭載用としての90°V型2気筒OHCバーチカルエンジンを開発した。V型2気筒の基本構造とアルミニウム焼結合金コネクティングロッドの採用により、シリンダ間オフセット寸法の短縮と往復部重量の軽量化が可能となり、振動レベルを単気筒従来機に対し50%低減した。騒音レベルも、タイミングベルト内蔵型OHC構造、樹脂カムプーリ、ターボ型クーリングファン等を採用することにより、単気筒従来機に対し4dB低減した。また、コストを低減するため、シリンダヘッドとシリンダの一体型化、#1/#2シリンダの部品共用化、サブアセンブリ化が可能な部品構成による組立性向上を図った。同クラス単気筒エンジンと同等のサイズ・価格で振動騒音の低減が達成され、市場競争力の強い製品が完成した。

The 90 degree V-twin OHC vertical shaft engine for riding mower has been developed. Due to the V-twin cylinder layout and the aluminum sintered alloy connecting rod, the vibration level could be reduced with 50% as compared to conventional single cylinder engines. Due to the OHC construction with built-in belts, plastic cam pulleys and turbo shaped cooling fan, the noise level could be reduced with 4 dB compared to conventional single cylinder engines. Due to uni-block cylinder, common parts for each cylinder and easier assembly construction, the engine size and cost are comparable to those of conventional single cylinder engines.

## 1. まえがき

全世界における汎用大型バーチカルシャフトタイプエンジンの市場規模は年間約150万台で、そのおよそ90%がホームユース(家庭用)乗用芝刈り機に搭載されている。同市場は価格競争が激しく、シンプルな構造で低価格の単気筒エンジンが主流を占めている。

ホームユース乗用芝刈り機の一般的な使われ方は、春から秋にかけて2時間程度の作業を週1~2回行うものであるが、ユーザからの最も強い要望は“楽に作業できること”で、エンジンの仕様としては、余裕あるパワーと振動・騒音の少ないことが要求される。一方、環境規制などの社会的ニーズに対応することも当然の課題である。

これらのニーズや課題に対応すべく、新たに開発したエンジンがFig.1に示す出力16HPの汎用V型2気筒エンジン「GCV530」である。また、より幅広いニーズに応えるた

めに14HP仕様の「GCV520」とホームユースに対し耐久性が追加要求されるプロユース(業務用)芝刈り機搭載用も同時開発した。



Fig.1 External view of GCV530

## 2. 開発コンセプト

従来機種では、競合機に対し性能は充分優っていたが価格が高めであった。本エンジンの開発にあたっては、乗用芝刈り機搭載用として最適なパッチカルエンジンを基本コンセプトに、Fig.2の赤星印に示すような価格対出力の位置づけを設定し、以下の点を主眼として市場競争力のあるエンジン「GCV530/520」を開発した。また、プロユース(青星印)については、ホームユースをもとに最小限の変更で低価格を狙った。

### (1) 使いやすく、疲れないこと。

- ・ 余裕あるパワー
- ・ 低振動
- ・ 低騒音

### (2) 用途に最適であること。

- ・ 耐久性(ホーム/プロユース)
- ・ 搭載互換性(対単気筒エンジン)

### (3) 環境規制に適合していること。

- ・ CARB/EPA 排気エミッション規制
- ・ EN 騒音規制

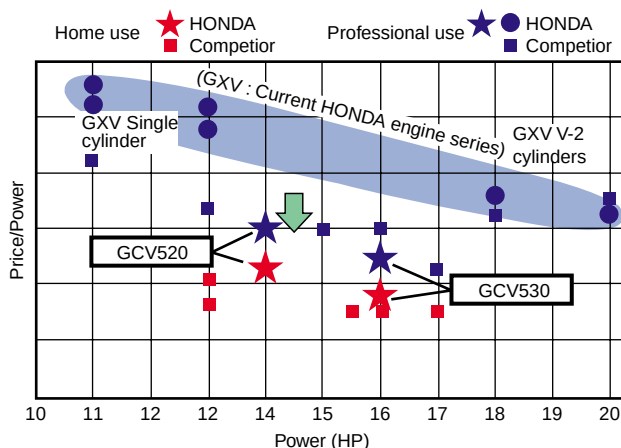


Fig.2 Positioning of GCV530/520

## 3. 主要諸元と基本構造

GCV530/520の基本構造は、クランクシャフトを垂直に配置したパッチカルシャフトタイプで、他社 500cc クラスの単気筒エンジンに対し余裕ある排気量設定の 530cc とし、低振動、低騒音を実現するために 90°V 型 2 気筒構造とした。低振動、低騒音の性能を持ちながら、単気筒並のサイズと市場競争力を具備するために採用した主な技術は、(1)ユニブロックシリンダ、(2)タイミングベルト内蔵型動弁系構造、(3)アルミニウム焼結合金コネクティングロッド、(4)ターボ型クーリングファン、(5)サブアセンブリ化部品構成、(6)低排気エミッション化技術等である。また、芝刈り機本体の構造を変更せずに単気筒エンジンからの搭載変

更を可能とするために、シリンダ配置を左右非対称とした。GCV520はキャブレタのボアサイズを、プロユースはスリーブプレスアルミニウムシリンダを鋳鉄スリーブ鋳込みシリンダに変更することにより対応した。GCV530/520の主要諸元を Table 1 に、断面図を Fig.3 に示す。

Table 1 Specifications

| Model name                      | GCV530                                                  | GCV520    |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------|
| Engine type                     | Air cooled 4-stroke OHC V-90° Twin-cylinder             |           |
| Bore × Stroke (mm)              | 77 × 57                                                 |           |
| Displacement (cm <sup>3</sup> ) | 530                                                     |           |
| Compression ratio               | 8.0                                                     |           |
| Maximum power (kW/rpm)          | 11.3/3600                                               | 9.7/3600  |
| Maximum torque (Nm/rpm)         | 34.3/2500                                               | 33.0/2500 |
| Lubrication                     | Splash                                                  |           |
| Carburetor type                 | Twin bore, float, butterfly, side draft                 |           |
| Carburetor venturi bore (mm)    | 18                                                      | 14        |
| Ignition system                 | Transistorized magneto                                  |           |
| Starting system                 | Electric/Recoil                                         |           |
| Dimensions (L × W × H) (mm)     | 456 × 427 × 331                                         |           |
| Dry weight (kg)                 | 30.5                                                    |           |
| Cylinder sleeve                 | Home-use : Aluminum (Sleeveless)<br>Pro-use : Cast-iron |           |

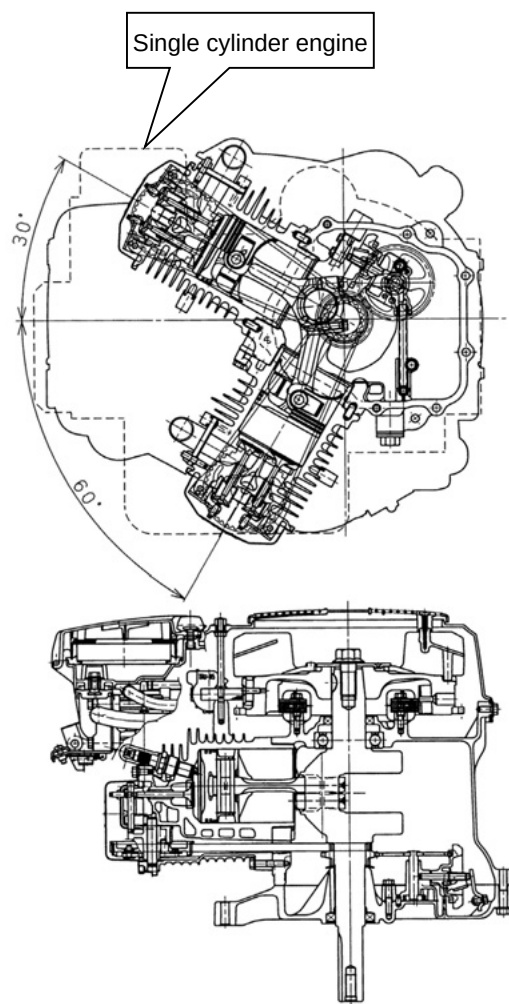


Fig.3 Layout of GCV530/520

## 4. 達成するための採用技術

### 4.1. ユニブロックシリンダ

小型化と部品点数の削減を目的として、小型軽作業機搭載用の汎用エンジン GCV160/135 で採用したユニブロックシリンダ技術<sup>(1)</sup>を応用した。シリンダヘッドとシリンダを一体化し、クランクケースにボルト締結する構造とするとともに #1/#2 シリンダを共用化した。ヘッドボルトが無いため、スパークプラグをほぼセンタに配置することが可能となり、燃焼効率の向上を図った。また、OHC動弁構造の採用により、クランクケース内のカムプーリを排除し、クランクケースの小型化、軽量化を図った。従来構造との比較を Fig.4 に示す。

仕様面においては、スリーブレスアルミニウムシリンダと鋳鉄スリーブ鋳込みシリンダの2種類を用意し、ホームユースには前者を、耐久性を必要とするプロユースには後

者を適用し、用途に応じて容易に仕様変更が可能な構造とした。シリンダの断面図を Fig.5 に示す。

これらの構造を採用した結果、アルミニウムダイカスト部品の総重量は約45%削減された。2気筒従来機との重量比較を Fig.6 に示す。さらに、生産性の面でも、シリンダ用ダイカスト金型は、従来2種類必要であったものが1種類に統合され、鋳造機のサイズも従来同等での生産を可能とした。また、クランクケース用ダイカスト鋳造機のサイズも1250トンから800トンとなるなど、大幅な生産性向上と金型投資の削減が実現した。

### 4.2. タイミングベルト内蔵型動弁系構造

97より量産している GC/GCV135・160<sup>(1)</sup>シリーズで新規採用した OHC 機構部品構成であるエンジン内蔵型タイミングベルト、L字型プレスロッカアーム、樹脂一駒カムプーリを踏襲し、低騒音、小型軽量化、低コスト化を図っ

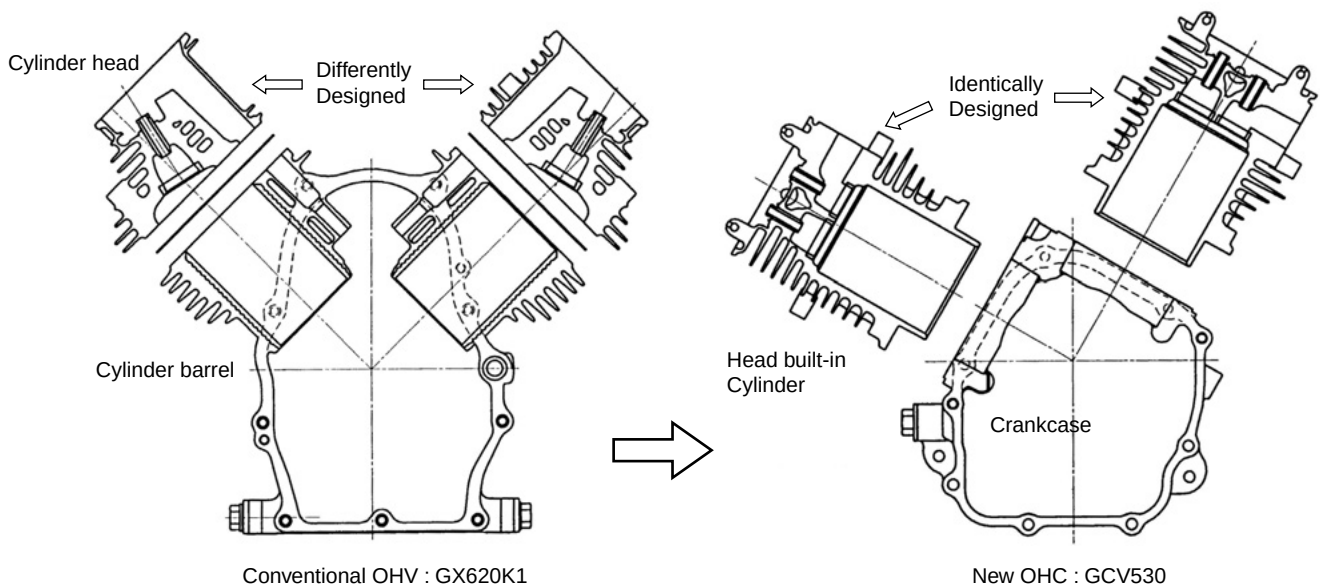


Fig.4 Comparison of cylinder and crankcase construction

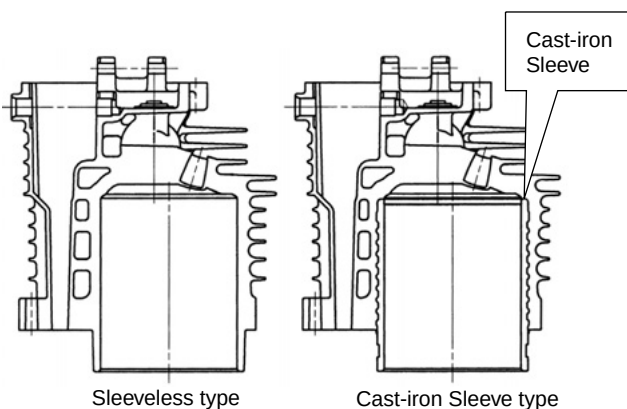


Fig.5 Comparison of cylinder sleeve

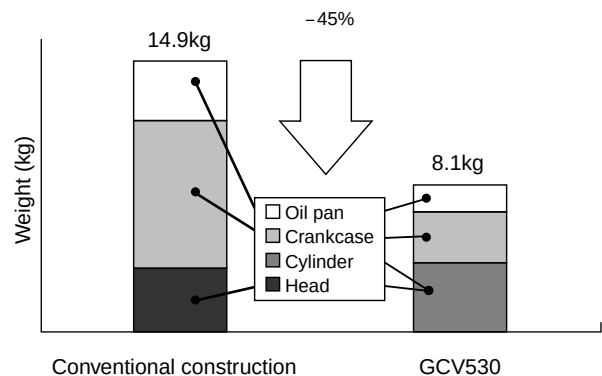


Fig.6 Comparison of aluminum die casting parts weight

た。本エンジンでは、このタイミングベルトをクランクシャフトに圧入された焼結一体型タイミングプーリに2本掛けとし、ロッカアームをL字型にする事によりカムプーリが吸・排気バルブ側方に配置可能となった。その構造を Fig.7 に、断面図を Fig.8 に示す。

エンジン内蔵型タイミングベルトは、塵埃、水など汎用エンジンが受けやすい影響を排除し、オイル雰囲気中のみの環境に限定することにより、タイミングベルトの信頼性、耐久性の向上を図っている。このタイミングベルトの採用により、(1)一般的なギヤ駆動の汎用エンジンに比べ、動弁系、カムシャフト駆動系から発生するメカニカルノイズを大幅に低減する事ができた。(2)カムプーリ、バルブ周りへのオイルの供給は、オイルスリングやタイミングベルトの回転を利用する事によりオイルポンプなどの潤滑専用の部品を増すことなく供給できた。(3)バルブリフタ、プッシュ

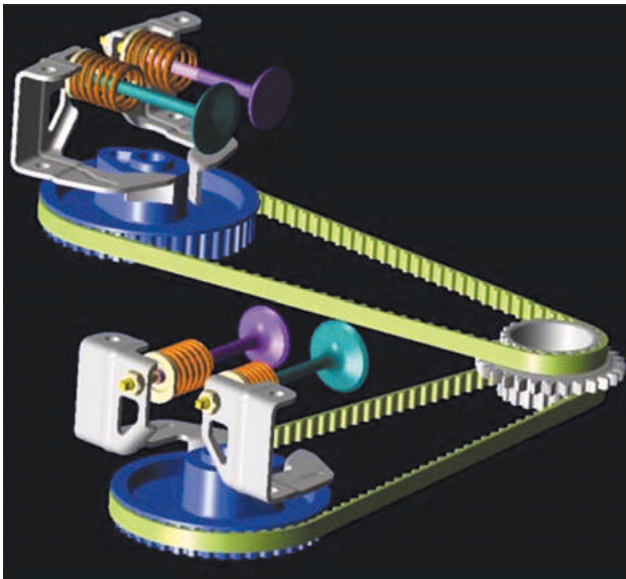


Fig.7 Valve train

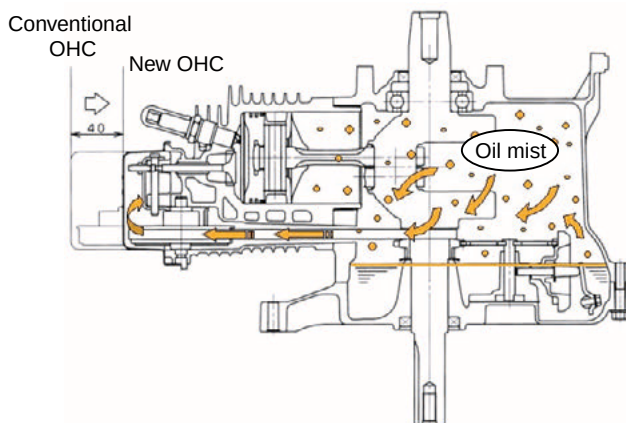


Fig.8 Lubrication system

ロッドなどの部品をタイミングベルトに置き換え、部品点数の削減及び軽量化が可能となった。

L字型プレスロッカアームの採用により従来の OHC に対しシリンダ方向の寸法を約 40mm 短くし、従来 OHV と同等寸法に抑えることが出来た。プレスロッカアームと樹脂カムプーリは機械加工を廃止し、両気筒の部品完全共用化を図り、2 気筒従来機に対し重量、コストともに約 30% の低減を達成した。

#### 4.3. アルミニウム焼結合金コネクティングロッド

GCV530/520では単気筒並サイズ、低振動化のために、アルミニウム焼結合金コネクティングロッド<sup>(2)</sup>を採用した。このコネクティングロッドは従来品と比較して以下のように改良された。(1)疲労強度が2倍に向上した。(2)初晶Siを分散させ、かつ粒径の最適化を図ることにより、耐摩耗性限界面圧において約2倍に向上した。(3)鉄系焼結製品と同様の高い素材寸法精度が可能となった。

2 気筒、内蔵型タイミングベルトの基本構造では、エンジン高さが高くなってしまいが、単気筒並のサイズを実現するためには、この高さを抑えることが必要である。汎用エンジンで使われているダイカスト製アルミニウムコネクティングロッドでは、強度の面から棹部断面形状を小さくすることや、軸受け性の面からコネクティングロッド軸受け幅を薄くすることは困難であった。

アルミニウム焼結合金コネクティングロッドの採用によりコネクティングロッド巾を 28mm → 19mm に薄くすることが可能となり、エンジン高さを 18mm 低くすることが出来た。コネクティングロッド単体では 37% の軽量化を達成し、往復部重量の軽量化とシリンダ間オフセット量をクラス最小の 16mm とすることにより振動レベルを単気筒従来機に対し、50% の低減を実現した。従来ダイカスト品と焼結品の写真を Fig.9 に示す。

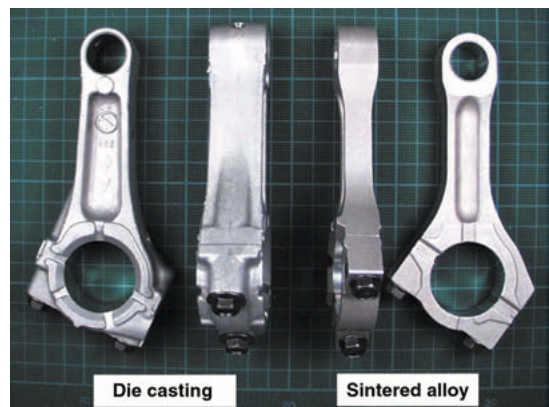


Fig.9 Comparison of connecting-rod

#### 4.4. ターボ型クーリングファン

空冷汎用エンジンでは常用回転数が3000～3600rpm程度であり、この回転で冷却に必要な風量を得るためにシロッコ型クーリングファンが採用されている場合が多い。

ターボ型クーリングファンは、シロッコ型クーリングファンに比べ、騒音レベルは低いがシロッコ型と同じサイズでは十分な風量が得にくい。本開発ではターボ型クーリングファンのファン外径、高さ、羽根の入力角、出口角の関係を最適化した。更に必要な冷却風量を確保する手法として仕切り板を設定することにより出口の風速を上げ、冷却性と低騒音化を達成した。Fig.10にファン形状比較、Fig.11に騒音の効果度を示す。

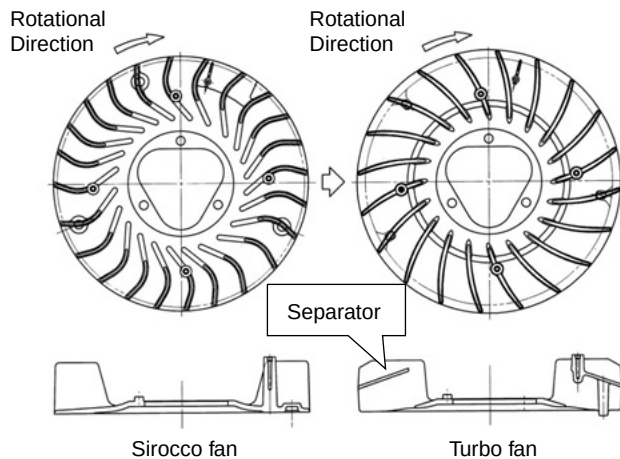


Fig.10 Comparison of cooling fan type

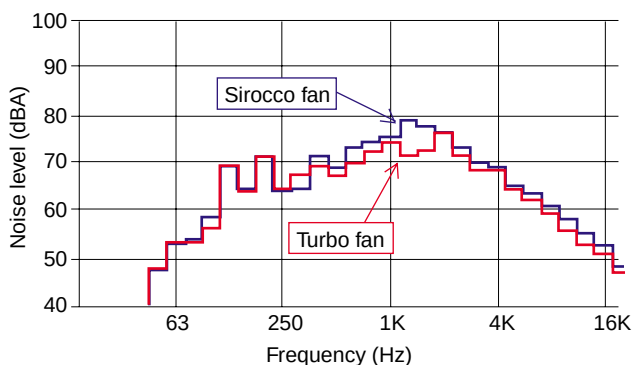


Fig.11 Noise level spectrum

#### 4.5. サブアッセンブリ化部品構成

以下のようなサブアッセンブリ化が行える部品構成とし組立性の向上を図った。

- ・ シリンダ分割によるピストン／コンロッド／動弁系まわりのシリンダへのサブアッセンブリ。
- ・ インレットポート上向き(両気筒同一平面方向)による吸気系部品のサブアッセンブリ。

Fig.12 にその構造を示す。

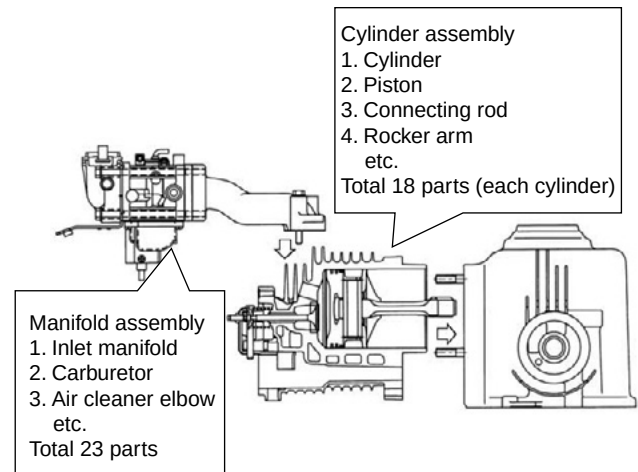


Fig.12 Parts construction of subassembly

#### 4.6. 低排気エミッション技術

2001年EPA Phase II, 2002年CARB Tire II規制に適合するために、以下の技術を採用した。

- ・ スパークプラグを出来るだけセンタに寄せた配置とし、燃焼効率を向上。
- ・ ヘッド一体型シリンダのシリンダ隅部分クエンチングエリアを最小化。
- ・ ツインボアキャブレタによる各気筒への最適な混合気供給。

#### 4.7. 採用技術の効果

- (1) 90°V型2気筒構造とアルミニウム焼結合金コネクティングロッドの採用により、Fig.13に示すように単気筒従来機に対し50%の振動レベル低減を達成した。
- (2) タイミングベルト内蔵型OHC構造、樹脂カムプリー、ターボ型クーリングファン等の採用により、Fig.14に示すように単気筒従来機に対し4dBの騒音レベル低減を達成した。
- (3) 採用技術の総合的效果として、2気筒従来機に対し約20%の重量低減を達成した。

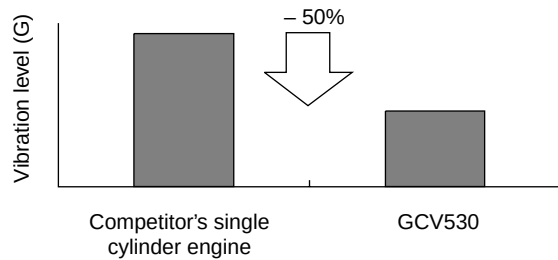


Fig.13 Comparison of vibration

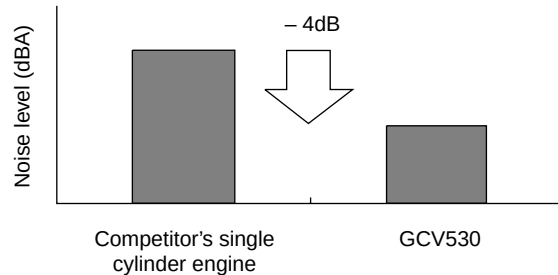


Fig.14 Comparison of noise

## 5. まとめ

単気筒エンジンが主流の市場向けに乗用芝刈り機用90° V型2気筒エンジン「GCV530/520」を開発した。

- (1) 530ccの排気量設定と各採用技術の組み合わせにより、余裕あるパワー、低振動、低騒音を実現した。
- (2) シリンダ配置を左右非対称とし単気筒との搭載互換性を持たせるとともに、仕様、価格面において強い市場競争力を持たせた。
- (3) 2001年 EPA Phase II, 2002年 CARB Tire II規制に適合させた。
- (4) 「GCV530/520」のそれぞれにホームユース、及びプロユース仕様を設定し、幅広いニーズへの対応を可能とした。

本エンジンは、米、欧を中心とした乗用芝刈り機市場に受け入れられることと確信している。

本エンジンを開発するにあたり多大なご協力を頂いた関係者の方々に深く感謝の意を表する。

## 参考文献

- (1) 鈴木卓, 北條宏, 井上聡, 森山浩, 藤永陽治: タイミングベルト内蔵型汎用OHCエンジンの開発, HONDA R&D Technical Review vol.10, p.122-127 (1998)
- (2) 川瀬祥司, 浦田秀夫, 石島善三, 四方英雄: アルミニウム焼結合金コネクティングロッドの開発, HONDA R&D Technical Review vol.9, p.197-205 (1997)

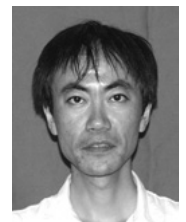
## ■ 著 者 ■



篠田 明久



森山 浩



鈴木 卓



田端 豊