

# GHP用 水冷4気筒OHVガスエンジン

## Development of Water-Cooled 4 Cylinder OHV Gas Engine for GHP

二口順夫 Yorio Futakuchi 神近拓朗 Takuro Kamichika  
 ●GHP事業部 開発部

### 1 はじめに

ビル用マルチエアコンは、その利便性、経済性および対応性により年々設置台数が増加しており、パッケージエアコン市場において独自のドメインを構築しており、さらなる空調能力の向上・大規模集中物件への対応力強化などが求められている。

ガスヒートポンプエアコン（以下、GHPという）でも前述のさらなる市場要望を満足するビル用マルチ

GHPの開発が課題となっていた。

ヤマハ発動機（株）（以下、当社という）では、この課題を達成すべく、最新鋭のY-HOTシステムを織り込んだ新世代ビル用マルチGHP「M」シリーズを開発し、YMCJ280M-A (10HP)・YMCJ355M-A (13HP)を1995年3月より、YMCJ560M-A (20HP、図1)を、1996年2月、YMCJ450M-A (16HP)を1996年3月より発売開始した。この「M」シリーズ用に、GHP専用として水冷4気筒OHVエンジンを新たに設計・開発したので、以下にその紹介を行う。

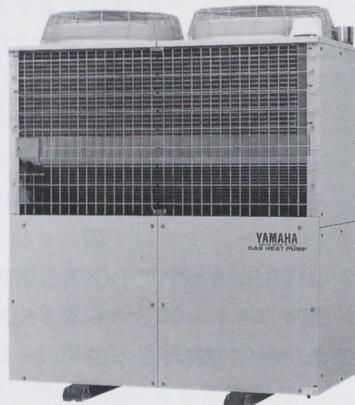


図1 室外ユニット外観

### 2 開発の狙い

GHP用エンジンとしての要求品質には、主に高信頼性、室外ユニットの設置環境の制約条件からくるメンテナンス性、軽量コンパクト化、さらには、環境に優しいクリーンな排気ガス、低振動、低騒音、そして経済性が挙げられる。

GHP専用に開発した本エンジンを図2に、その外観を図3に、主要諸元を表1に示し、以下にその開発内容を記す。

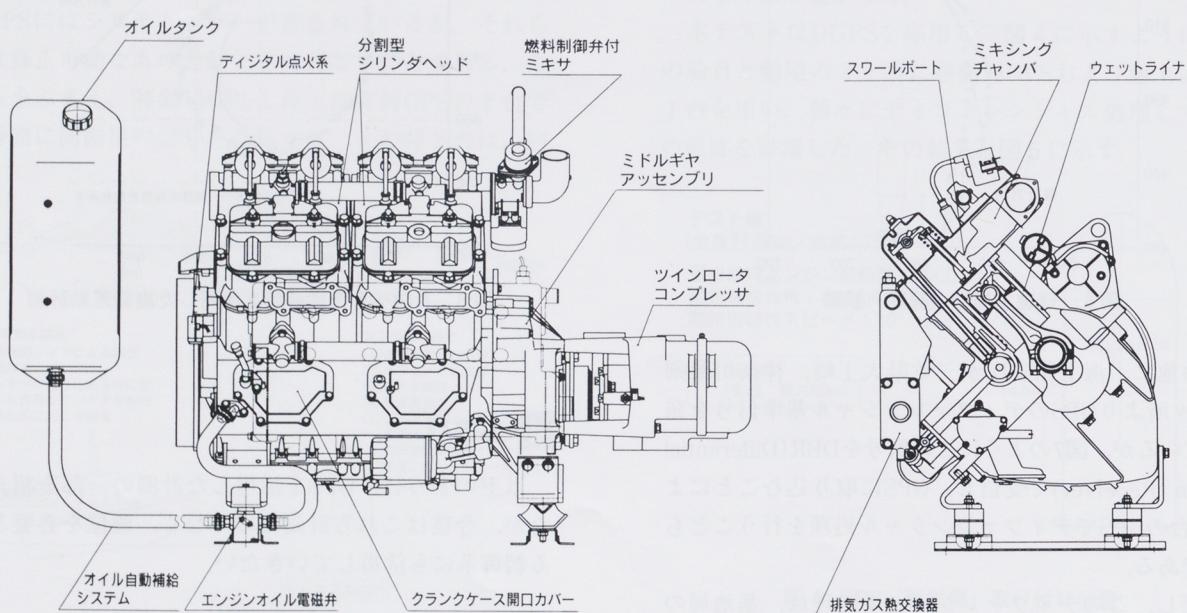


図2 水冷4気筒OHVエンジン

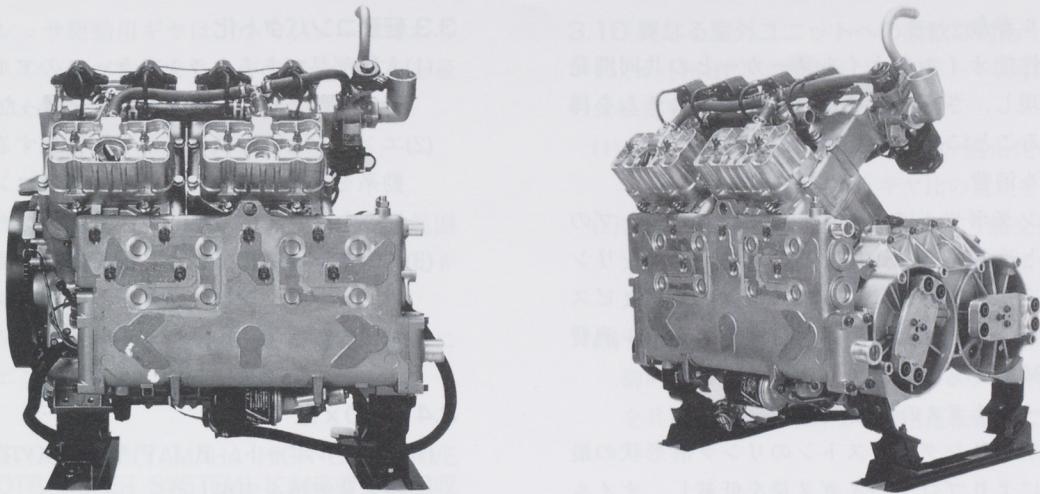


図3 エンジン外観

表1 エンジン主要諸元

| 仕様諸元項目               | 28kw(10HP),<br>35kw(13HP) | 45kw(16HP),<br>56kw(20HP) |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|
| 総排気量 cm <sup>3</sup> | 1453                      | —                         |
| 内径×行程 mm             | 78×76                     | —                         |
| 回転数範囲 rpm            | 700~2300                  | 700~2900                  |
| 配列・気筒数               | 直列・4気筒                    | —                         |
| 動弁機構                 | OHV                       | —                         |
| 冷却方式                 | 水冷（加圧式）                   | —                         |
| クランクシャフト形式           | 一体式・鋳鉄                    | —                         |
| 潤滑方式                 | 自動補給式強制潤滑<br>ウェットサンプ      | —                         |
| キャブレタ（ミキサ）方式         | 燃料制御弁付き<br>固定ベンチュリ        | —                         |
| 始動方式                 | トランスレスDCスタータ<br>200V      | —                         |
| 点火方式                 | DC/DCコンバータ型               | —                         |
| 配電方式                 | 独立（無點火なし）                 | —                         |
| 進角方式                 | プログラムデジタル点火<br>ギヤカウント式    | —                         |
| ギヤ比                  | 1 : 1.45 × 2              | 1 : 1.3 × 2               |
| Nox排出値12モード          | 13A                       | 300（全数）                   |
| メンテインターバル            | 13A                       | 6000                      |
| オイル量 L               | エンジン<br>別体タンク             | 10<br>16                  |
|                      |                           | 21                        |

### 3 開発内容

#### 3.1 高信頼性の確保

- (1) 設計寿命を30,000時間とし、各部の諸元、材質はそれに対応可能な仕様に設定した。
- 1) オイルシールなどのゴム部品に、高温信頼性の高いフッ素系ゴムを積極的に採用した。
  - 2) 動弁系の部品には低速長時間運転に対応する耐摩耗性の高い材質を採用した。
- (2) ベルトを用いないOHV方式を採用し、低速、長時間運転に十分耐えるようカムプロファイルへは強制潤滑を実施した。
- (3) デジタル点火による独立点火方式を採用し、摩耗の発生するディストリビュータを廃止し、信頼性の向上と高い発生電圧を確保した。

#### 3.2 メンテナンス性の向上

- (1) メンテナンスインターバルを6,000時間とし、それを達成するため次の仕様を織り込んだ。
- 1) タペットクリアランス調整  
バルブシートフェース面角度120°、フェース面面圧低減、着座速度、バウンスの管理、バルブシート材の耐摩耗性向上などにより、タペットクリアランスの減少を抑えた。

### 2)オイル寿命

新高性能オイルをオイルメーカーとの共同開発で実現し、さらにオイル自動補給システムを採用することによりオイル寿命を向上した。

### 3)オイル消費

シリンドラボディにウェットライナ式スリーブの採用と冷却系を最適化することにより、シリンドラの変形を最小限にし、ピストンの形状とピストンリング仕様との最適化を図り、オイル消費の低減を実現した。

### 4)プローバイガスの低減

ピストンリング、ピストンのリング溝形状の最適化によりプローバイガス量を低減し、オイルセパレータエレメントの容量増大を最小限に抑えながら、6,000時間メンテナンスを実現した。

### 5)点火プラグ摩耗

電極の摩耗に有利な白金プラグの採用と、無駄火廃止により電極摩耗を極力減らした。

#### (2)メンテナンス項目の削減

- 1)OHV方式によるタイミングベルトの廃止。
- 2)エンジンとギヤユニット一体化による、ギヤ専用オイルの廃止。
- 3)オイルタンクのオイルは補給のみとし、交換油量をエンジン本体のみとした。

#### (3)エンジン定期メンテナンス作業の前面集約化

- 1)室外ユニットの設置スペースの有効利用のため、定期メンテナンス部品をすべて室外ユニット前面にレイアウトし、前面パネルの取り外しのみでメンテナンス可能とした。
- 2)前傾45°シリンドラ、直立インラインバルブレイアウトにより、タペットクリアランス調整と点火プラグ交換作業を簡易化した。

#### (4)システム搭載状態での重整備を可能とした。

- 1)分割式シリンドラヘッド、ウェットライナ式スリーブ、斜め分割コンロッド、クランクケース開口蓋の採用により、システム搭載状態でピストン、スリーブの交換が可能となり、また、寿命に至った部品の交換時にも部品点数の削減ができた。
- 2)前傾45°シリンドラにより、背面のスタートモーターの交換が室外ユニット前面より可能となった。

上記(1)～(4)により、従来の同クラスGHPに対し、30～50%のメンテナンスコスト低減を実現した。

### 3.3 軽量コンパクト化

- (1)大物部品であるクランクケースのアルミダイキャスト化により、大幅な軽量化を図った。
- (2)エンジンとギヤユニットを一体化することで、駆動系を含めたアセンブリとしてのコンパクト化を図った。
- (3)薄型コンパクト排気ガス熱交換器の開発により、エンジンアセンブリ全体としてのコンパクト化を図った。

### 3.4 低NOx化

- (1)スワールポート、B.I.P.型燃焼室の採用により、超希薄燃焼を実現した。
- (2)プログラムデジタル点火時期制御と燃料制御弁制御により、充分なエンジン出力の確保とNOx低減という相反する課題の両立を図った。

### 3.5 低振動化

- (1)アルミコンロッド採用により往復質量を軽減し、振動低減に寄与した。
- (2)エンジンマウントのレイアウトとバネ定数の最適化により、室外ユニットの低振動化を実現した。
- (3)クランクシャフト主軸受けとオイルパンの一体化によりクランクシャフトの支持剛性を確保し、振動低減に配慮した。

### 3.6 低騒音化

- (1)図4に示す多段膨張型の大型排気マフラーの採用により、排気音の低減を図った。

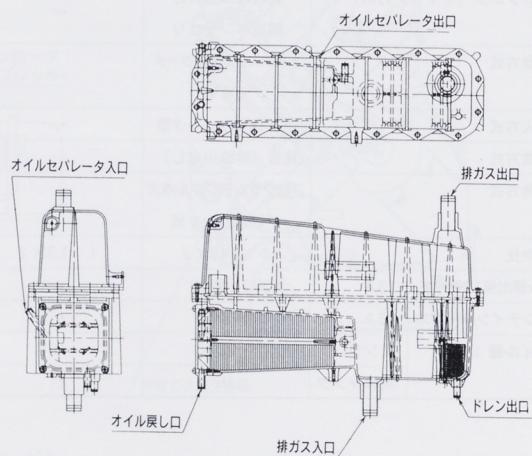


図4 大型排気マフラー

(2)コンプレッサ駆動用ギヤは、小モジュールでねじれ角18°のハスバ歯車とし、ギヤ騒音の発生を最小限に抑えた。

### 3.7 経済性

- (1)超希薄燃焼の実現およびエンジン使用回転数範囲とギヤ比の適正化により、ガス消費量を当社比6%低減した。
- (2)高性能薄型コンパクト排気ガス熱交換器の開発により、エンジン廃熱の有効利用を図った。

### 3.8 Y-HOTシステム (YAMAHA HIGH OPERATIVE THERMOTRANSFER SYSTEM) に対応する熱回収性能

- (1)高性能薄型コンパクト排気ガス熱交換器(図5)の開発
  - 1)上流部の高温部でのアルミ製プレートフィン化により、熱交換性能の向上を図っている。
  - 2)下流部の低温部でも、ステンレス製スクリューパイプの採用により、耐食性を確保しながら熱交換性能の向上を図った。
- (2)冷却系の並列化
 冷却水経路を、エンジン用と排気ガス熱交換器用に分けることにより、低温暖房時の熱回収性能および起動直後の熱回収性能の向上と、それに相反するエンジン保護とを両立させた。

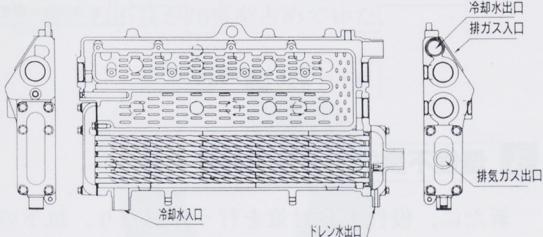


図5 排気ガス熱交換器

### 3.9 ガス種多様化への対応

「M」シリーズより従来のガス種(13A, プロパン, 6C)に加え、さらに広範囲のガス種についても対応可能とした。

また、ガス種変換に必要なエンジン部品は、「M」シリーズにおいては、機種間共通とした。(ただし、一部ガス電磁弁周りの部品については、機種により異なる。)

### 3.10 異なる室外ユニットへの柔軟な対応

45kw(16HP), 56kw(20HP)への対応には、次の仕様変更を行った。

- (1)インバータ比とエンジン負荷の適正化のため、エンジン使用回転数範囲とギヤ比の変更を実施した。
- (2)排熱回収量向上のため、排気ガス熱交換器の冷却水流量増量とスクリューパイプの仕様変更を行った。
- (3)プログラムデジタル点火時期制御と燃料制御弁制御の制御ソフト変更により、セッティングパートを共通化しながら異なる使用運転範囲に対応した。

### 4 おわりに

以上、GHP「M」シリーズ用ガスエンジンについて紹介したが、GHP専用に開発した本エンジンは、既存エンジンの改良では成しえなかった空調機用としてのニーズを、充分取り入れることができたと考えている。

今後は、本エンジンをベースとして、さらなる改良を加え熟成を図り、新たなニーズに対応できるよう努力していく所存である。

#### 著者



二口順夫

神近拓朗