

技術レポート 16

コーポレートガスエンジンのメンテナンスのために

平成14年3月

社団法人 大阪ビルメンテナンス協会  
設備保全部会

# コーチェネレーションシステム用ガスエンジンのメンテナンスのために

## 目次

### 1. はじめに

- 1. 1 この技術レポートを作成した理由
- 1. 2 ガスコーチェネレーションシステムの普及推移

### 2. ガスコーチェネレーションシステム

- 2. 1 廃熱利用
- 2. 2 放熱
- 2. 3 プレート式熱交換器

### 3. ガスエンジン

- 3. 1 特徴
- 3. 2 熱効率
- 3. 3 燃焼
- 3. 4 主要部構造
  - 3. 4. 1 シリンダ及びシリンダブロック
  - 3. 4. 2 ピストン及びピストンリング
  - 3. 4. 3 吸・排気弁
- 3. 5 ガスエンジンの保守点検

### 4. 排ガスの脱硝

- 4. 1 法規制
- 4. 2 排ガスの脱硝

## 1. はじめに

### 1. 1 この技術レポートを作成した理由

新築ビルにコーポレーティブシステムが導入される例が増えてきています。その理由は、契約電力低減、特別高圧契約回避、省エネ・省資源、保安用などいろいろですが、今後もますますこの傾向が強まると考えます。

コーポレーティブシステム用ガスエンジンは、一度設置されるや大幅に改造、改修されることなく、メンテナンスが良ければ半永久的に稼動し続けるものです。自動車が何万時間も走り続ければ、地球何十周に相当する走行距離になることを考えれば、ガスエンジンの過酷な条件が理解できようというものです。

勿論このような過酷な条件をクリアするには、それ相応のメンテナンスが必要ですが、コーポレーティブシステムのメンテナンスの考え方方が社会的に確立しているとは言い難い状況です。

コーポレーティブシステムは、設備を所有するオーナーが責任をもって行うべきものですが、肝心のオーナーにはその認識が十分ではありません。そのため、ガス会社の営業によってコーポレーティブシステムの導入を決定したオーナーの中には、メンテナンスの責任はガス会社にあると考えるところがあるかもしれません。そこまで行かなくとも、メンテナンスの相談はガス会社にと考えるところもあるでしょう。あるいは、施設全体を施工したゼネコンにあると考えるところ、いやエンジンメーカーにあるとするところや、場合によっては設備管理を請負っているビルメンテナンス会社に責任を負わせようと考えるオーナーも出てきます。

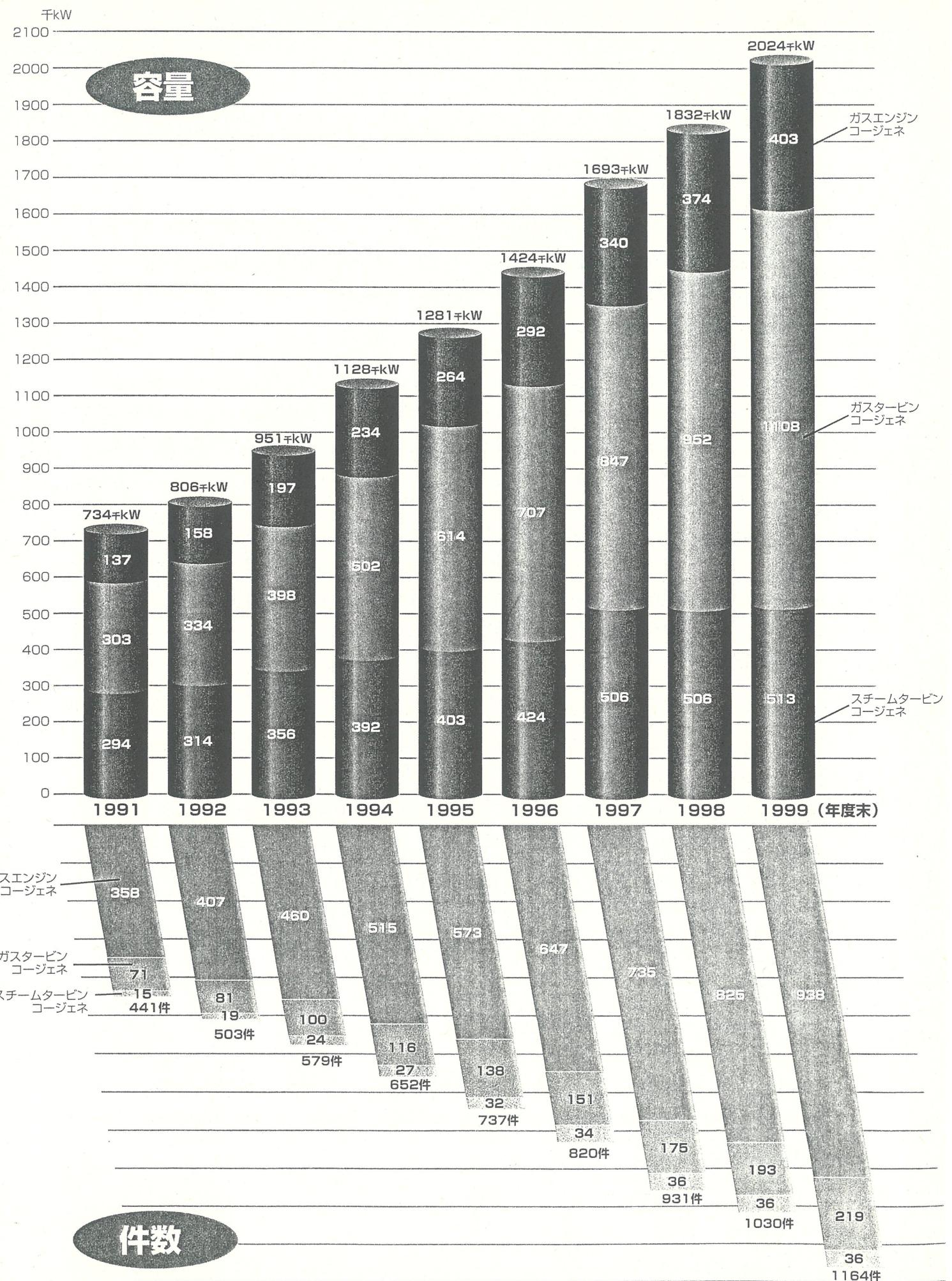
このような問題が生じるのは、コーポレーティブシステムのメンテナンスの理解が十分でないためではないかと考えられます。また、メンテナンスの必要性を理解していたとしても、なぜメンテナンスに多大な費用がかかるのか、実際どのようなメンテナンスが実施されているのかを正しく理解できる関係者は少ないと考えられます。

私達設備管理に携わるもの達にとって、コーポレーティブシステムが今後重要な設備管理の対象になることは間違ひありません。本レポートは、コーポレーティブシステムにおいて設置例が圧倒的に多いガスエンジンに対象を絞って、その周辺の技術情報をまとめ、設備管理に携わる人達の参考にしようとするものです。

### 1. 2 ガスコーポレーティブシステムの普及推移<sup>1)</sup>

次頁に、社団法人日本ガス協会がまとめたガスコーポレーティブシステムの普及推移を示しました。1999年度末現在、1164件、発電容量200万kW強で、ガスエンジンの発電容量は、ガスタービンの半分未満ですが、件数は80%を占めています。

# ガスコーチェネレーションシステムの普及推移



## 2. ガスコーチェネレーションシステム

### 2. 1 排熱利用<sup>2)</sup>

次頁に、日本エネルギー学会がまとめた排熱利用システムの5つの方式を示しました。

#### 1) 給湯システム

本システムは、ガスエンジンから排出される排熱を、すべて給湯に利用するシステムです。年間を通して給湯需要の多い病院・ホテル、プール施設等で採用されます。コーチェネの発電容量の全使用電力量に対する比率が小さい場合や、比較的小規模の建物に採用されます。

#### 2) 給湯・暖房システム

本システムは、ホテルで採用されます。コーチェネの発電容量の全使用電力量に対する比率が小さく、給湯のみでは排熱を利用しきれない場合に採用されます。排熱利用が、ボイラーや吸収冷温水機よりも優先されるよう、又暖房と給湯の利用が共にある場合、暖房が優先されるよう設計されます。

#### 3) 給湯・暖房・冷房システム(ジェネリンクシステム)

本システムは、夏季の冷房時にガスエンジンから排出される排熱をジェネリンクで利用するシステムです。ジェネリンクは、標準の直焚吸収冷温水機に排熱利用のための熱交換器とその制御を組み込んだ冷温水機です。暖房時の排熱利用には、ジェネリンクの他に暖房用熱交換器を別途設置します。

#### 4) 給湯・暖房・冷房システム(排熱利用温水吸收冷凍機)

本システムは、冷房時にガスエンジンから排出される排熱を温水吸收冷凍機で利用するシステムです。ガスエンジンから排出される排熱量が大きく、ジェネリンクのみでは利用しきれない場合に採用されるシステムです。バックアップ用としてガス吸収冷温水機を設置するのが普通です。

#### 5) 給湯・暖房・冷房システム(ジェネリンク+排熱利用温水吸收冷凍機)

本システムは、比較的大規模な建物において、ガスエンジンからの排熱が非常に大きくなり、ジェネリンクのみでは夏季に排熱が利用しきれない場合(コーチェネシステムを常用・防災兼用で使用する場合や、特別高圧契約回避の目的で導入する場合等)に採用されるシステムです。特性の異なる排熱利用温水吸收冷凍機を組み合わせて使用します。

## 2. 2 放熱

### 2. 2. 1 放熱フロー<sup>2)</sup>

図1に、放熱の標準フローを示しました。排熱温水を放熱用熱交換器で放熱します。放熱された熱は、冷却塔循環水に与えられ、冷却塔に導かれ、水の蒸発潜熱として大気中に放散されます。

## 排熱利用システム

| 排熱利用システム |                                  | システムフロー |
|----------|----------------------------------|---------|
| A        | 給湯システム                           |         |
| B        | 給湯・暖房システム                        |         |
| C        | 給湯・暖房・冷房システム<br>(ジェネリンク)         |         |
| D        | 給湯・暖房・冷房システム<br>(温水吸收冷凍機)        |         |
| E        | 給湯・暖房・冷房システム<br>(ジェネリンク+温水吸收冷凍機) |         |

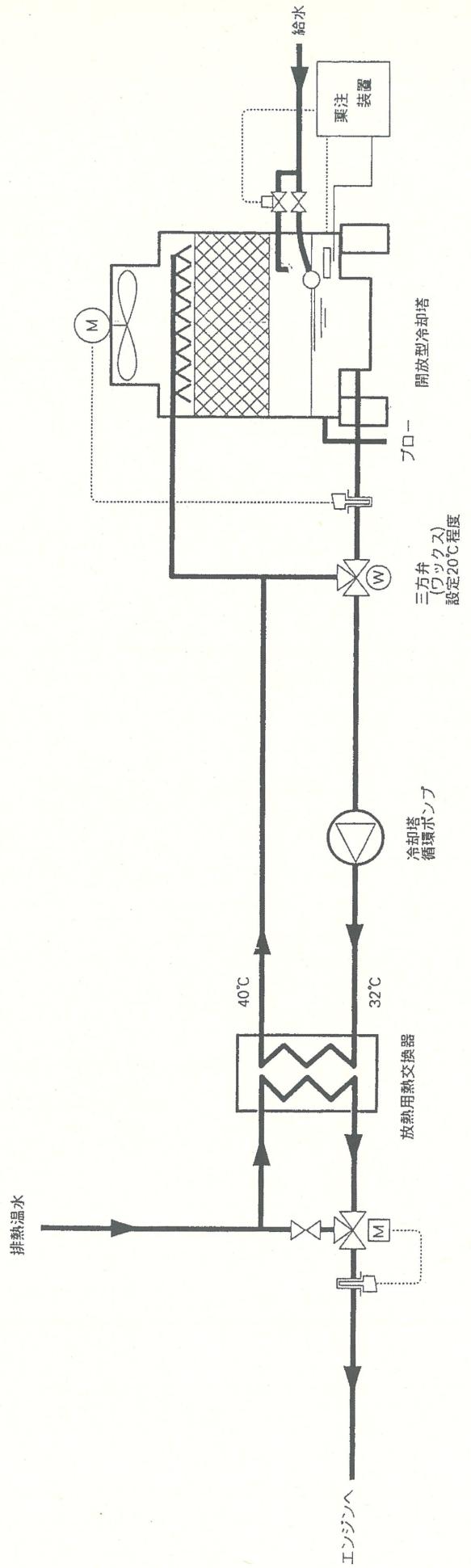


図1 放熱の標準フロー<sup>2)</sup>

## 2. 2. 2 放熱容量<sup>2)</sup>

排熱利用量は季節や時刻によって大きく変化し、夏季排熱が全く利用されない場合も起こります。そのような場合でも問題のないように、冷却塔・放熱用熱交換器には排熱を全量放熱できる容量を持たせます。循環ラインの汚れ、腐食等により循環水量の低下などにより放熱能力の低下が起こると、冷却塔循環水戻りの水温の上昇、エンジン冷却水温度上昇、エンジントリップ(冷却水温度95°C以上)のトラブルにつながるので、放熱容量は10%程度余裕を持たせています。

## 2. 2. 3 放熱制御<sup>2)</sup>

放熱容量は夏季の外気条件によって設計されていますので、気温が下がる冬季の放熱能力が過大となり、冷却塔循環水戻りの水温が下がりすぎ、過剰に放熱してしまう怖れが生じます。

そのため、循環水戻りの水温を検出して、三方弁により冷却塔循環水量制御を行うとともに、冷却塔ファンをON/OFF運転をさせています。循環水戻りの水温を検出して、冷却塔循環ポンプのON/OFF運転をさせる場合もあります。

## 2. 2. 4 放熱回路のメンテナンス

2. 2. 2で述べているように、放熱回路の能力が低下すれば、ガスエンジン関係が正常であっても、コーチェネレーションシステム全体が緊急停止してしまいます。設備管理をしている人達は、この事実を明確に認識していません。これは、メーカーは、取扱説明書の中で放熱回路を正常に維持するために点検すべき項目を示していますが、引渡し説明にも、取扱説明書でも大きな声では伝えていないからではないでしょうか。

さて、放熱回路の異常が発生する原因是、ほとんどが循環水量の異常低下によるものです。管理のポイントは、関心を持って管理することです。

循環水量の低下原因は次のようなものがあります。

### 1) 補給水量の低下

- ・断水(停電、水源枯渇等に注意)
- ・補給水ポンプ故障(市水以外に雨水、井戸水を使用する場合に注意)
- ・補給水ポンプの圧力低下(気泡噛み込み等に注意。エアー抜き必要。)

### 2) 循環水ラインの水量低下

- ・冷却塔からの戻りストレーナー詰まり(冷却塔充填物へ粉じんが滞積、乾燥剥離等が原因)

冷却塔は、常に最良の状態に維持するよう、設備点検はもちろん適当な周期で洗浄清掃したいものです。

- ・熱交換器詰まり(薬注不足による腐食、異物噛み込み等が原因。)

熱交換器は、通常プレート式が用いられます。プレート内部は、メーカー点検時洗浄することが多いのですが、設備管理している人達もブロー方式の洗浄操作はできるようになりたいものです。

循環水には、防食の観点から適当な薬注を継続的に行うようにしたいものです。

#### ・冷却塔の補給水の不具合

冷却塔補給水の水源が、飲料水と同じであれば、飲料水の断水等不具合の発見遅れは生じないでしょうが、水源が雨水、井戸水等別系統の場合は、給水泵の不具合等が、補給水の不具合につながります。

### 2.3 プレート式熱交換器<sup>3)</sup>

以下の記述は、プレート式熱交換器メーカー アルファ・ラバル株式会社の取扱説明書を参考にしたものです。

#### 2.3.1 原理

図2に示したように、プレート式熱交換器は、何枚もの波形プレート(plate 板の意味)を2枚のフレーム(frame 枠の意味)ではさむように固定した形式の熱交換器です。薄いSUSの金属プレートの周囲に固定された合成ゴムのガスケットによりシールされ、2枚のプレートの隙間を水が流れます。隣り合ったプレートの隙間には、高温水と低温水が交互に流れるよう設計されており、薄い金属板を介して高温水と低温水が接することによって、高温水→低温水への熱の移動が効率良く行われます。プレートには、プレス成型によって洗濯板のような波形の溝がついており、高温水と低温水が完全向流に流れるよう設計されています。

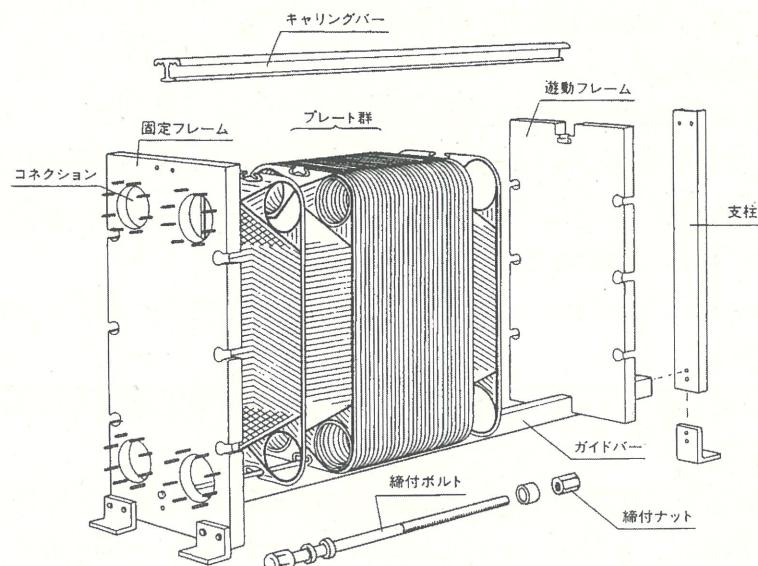


図2 プレート式熱交換器<sup>3)</sup>

### 2.3.2 構成部品

図2に示したように、プレートは上部のキャリングバー、下部のガイドバーとによりフレームに組みこまれています。フレームは固定フレームと流動フレームからなり、その間にプレートが締付ボルト・ナットで固定されています。

流体の出入口はコネクショント呼ばれ、固定フレーム側にありますが、2流路以上の仕様では固定フレームと流動フレームの両側にあります。

図3、図4にプレート形状を示しました。

流体の出入口が左側にあるプレートをAプレート、流体の出入口が右側にあるプレートをBプレートと呼びます。1枚のプレートを上下逆にすることによって、AプレートはBプレート、BプレートはAプレートになり、AプレートとBプレートを重ね合わせることにより流路が形成されます。

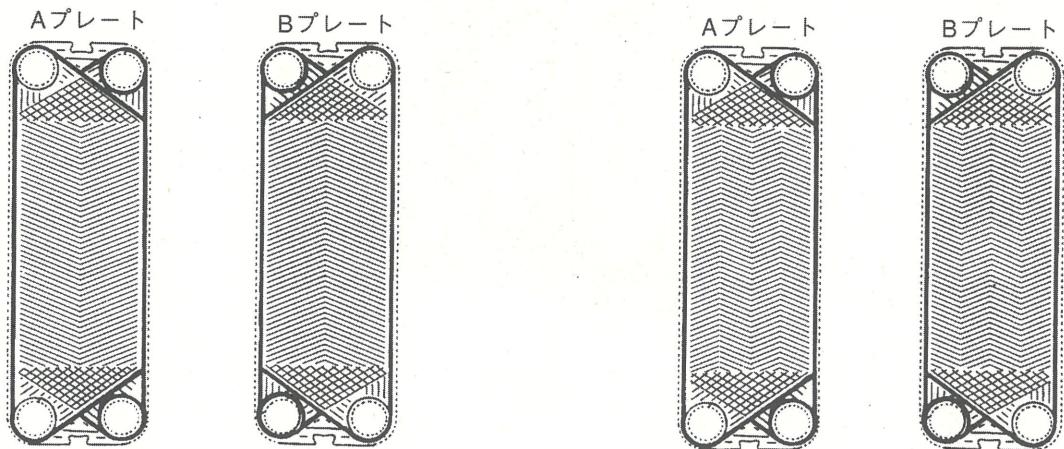


図3<sup>3)</sup>

図4<sup>3)</sup>

### 2.3.3 プレートの配列および流体の流れ

図5に示したように、プレートは、Aプレート-Bプレート-Aプレート-Bプレート…と交互に組み込まれており、ガスケット面は必ず固定フレーム側に向いています。また、2流体がそれぞれ1枚おきに交互に流れています。

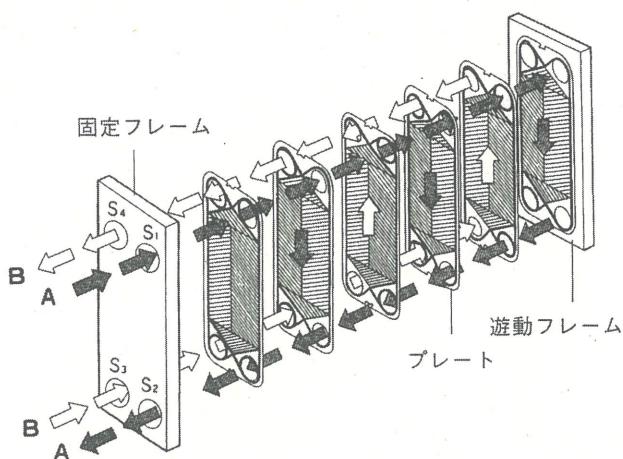


図5<sup>3)</sup>

#### 2.3.4 プレートの洗浄

メーカーは汚れによる性能の低下を防ぐため、年1回の定期洗浄を推奨しています。(図6)プレートは、ガスケットを傷めないように注意して纖維ブラシで洗います。金属ブラシはプレート表面を傷つけ、汚れが付着しやすくなりますので使用しないでください。

ガスケットとガスケット溝の間に異物が残ると水洩れの原因になるので、注意して下さい。また、100-150kgf/cm<sup>2</sup>程度のウォータージェットを使用するのも効果的です。

プレートをフレームから取り外す場合は、元の順序に組込みやすいように、マジックで番号をつけると便利です。

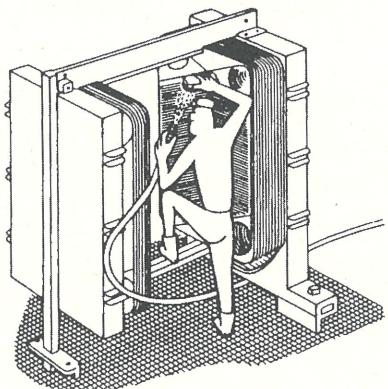


図6<sup>3)</sup>

### 3. ガスエンジン

#### 3.1 ガスエンジンの特徴<sup>4)、5)</sup>

熱を機械的仕事に変える装置を熱機関(heat engine)といいます。都市ガス、石油、ロケット燃料、原子力などいろいろな方法で得られた熱エネルギーを、熱機関で仕事に変えるには必ず媒介となる流体(動作流体)が必要です。

動作流体の持っているエネルギーを機械的仕事に変える方法に、ピストンエンジン(piston engine 容積型機関)とターボエンジン(turbo engine 流動型機関)の2種類があります。ピストンエンジンの特徴をターボエンジンと比較すると表1のようになります。

表1 ピストンエンジンの特徴

|            | ピストンエンジン   | ターボエンジン  |
|------------|--|--|
| エネルギー変換方法  | 動作流体をシリンダー内で膨張させ、その静圧を利用する   | 動作流体の熱エネルギーをまず運動エネルギーに変え、高速の噴流の動圧を利用する                                       |
| 熱効率        | 高い(サイクルの最高温度と排気温度との温度差が大きい)  | 低い(ガスの入口と出口の温度差が小さい)   |
| 燃焼空気量      | 少ない(空気比 1.0)<br>(NOx対策で空気比 1.0 に厳密管理するため)                                  | 多い(空気比 2.5~4)  |
| 振動、騒音      | 大きい(往復動のため)  | 小さい(回転運動のため)   |
| 潤滑油消費量     | 多い(小容量多気筒のため、出力に対して多い)   | 少ない(出力に比して少ない)   |
| 排ガス NOx 濃度 | 高い(~2000ppm)<br>(エンジン内最高温度(~2500°C)が高いため)                                  | 低い(~150ppm)<br>(噴流ガスを低NOx燃焼制御によって作ることができるため)                                 |
| 重量、体積      | ・出力の割りに大きい<br>・部品の数が多い   | ・出力の割りに小さい<br>・部品の数が少ない  |
| 据付         | ・据付面積が大きい(補機を含む)<br>・基礎が必要<br>・給排気の処理装置は小さい<br>(給気は大気圧、排ガス量は空気比 1.0 のため最少) | ・据付面積が小さい<br>・基礎はほとんど不要<br>・給排気の処理装置は大きい<br>(給気の加圧、熱交換、排ガス量の容積大、排ガス熱回収必要のため) |

### 3. 2 ガスエンジンの概略構造と作動順序

#### 3.2.1 ガスエンジンの概略構造

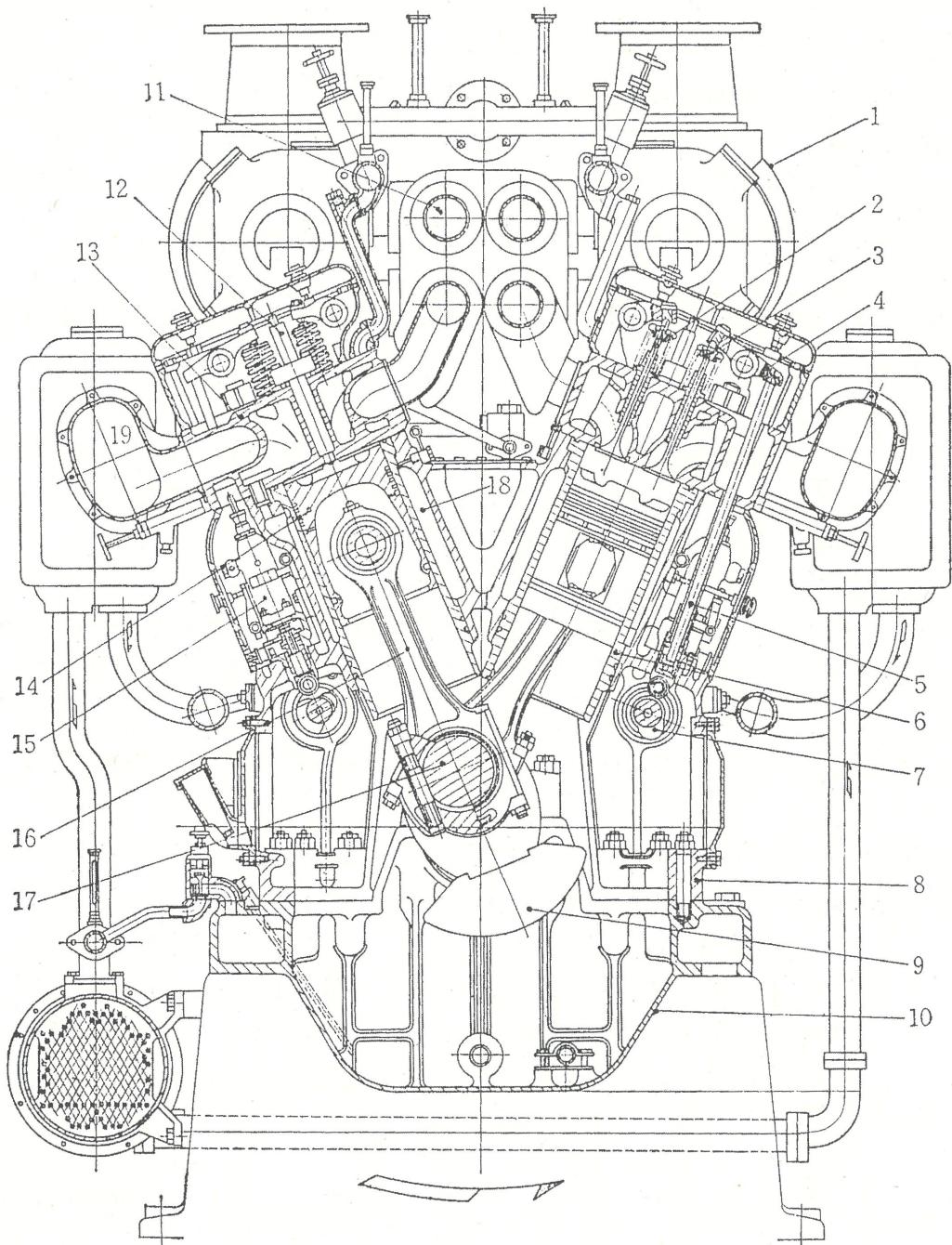
ガスエンジンの主要部を図7<sup>6)</sup>に示しました。(左右のシリンダの断面は、切り口が変化させてあり、左右両方を見るとカットモデルを見るように構造が分かるように描かれています。)

内面が滑らかに仕上げられたシリンダにピストンが気密にはまって、その中を運動し、その運動が連結棒によりクランクに伝わりクランク軸を回転させます。クランク軸は発電機とはズミ車(フライホイール)を介してつながり、発電されます。

シリンダ上部に、シリンダカバー(シリンダヘッド)があり、これに吸気弁、排気弁がついています。吸気弁、排気弁は、クランク軸を回転させるカムについている押棒によって開閉されるようになっています。

後述しますが、シリンダの内面は、消耗品として一定以上摩耗すると交換できるようシリンダライナがはめ込まれています。

シリンダの中心の温度は2000°C以上の高温で、燃焼が何回も繰り返されるとシリンダやシリンダヘッドの金属材料の強度が低下し、潤滑油も焼けるので、外部を水ジャケットにし、シリンダライナを水冷して温度を90-98°Cに保っています。



内燃機関主要部名称 (ヤンマー ディーゼル 12MAL-HT, 200φmm × 240mm)

- |   |  |
|---|--|
| 1. 排気タービン過給機 exhaust turbocharger, Abgasturboauflader | 10. 台板 bed plate, Grundplatte              |
| 2. 排気弁 exhaust valve, Auslassventil                   | 11. 排気管 exhaust pipe, Auslassleitung       |
| 3. 吸気弁 inlet valve, Einlassventil                     | 12. 噴射弁 injection valve, Einspritzventil   |
| 4. 摆腕 rocker arm, Kipphebel                           | 13. シリンダカバー cylinder cover, Zylinderdeckel |
| 5. 押棒 push rod, Stossstange                           | 14. ピストン piston, Kolben                    |
| 6. シリンダライナー cylinder liner, Laufbüchse                | 15. 噴射ポンプ injection pump, Einspritzpumpe   |
| 7. カム cam, Nocken                                     | 16. 連接桿 connecting rod, Pleuelstange       |
| 8. クランク室 crankcase, Kurbelgehäuse                     | 17. クランク軸 crankshaft, Kurbelwelle          |
| 9. つりあいおもり balance weight, Gegengewicht               | 18. 水ジャケット water jacket, Wassermantel      |
|   | 19. 吸気管 inlet pipe, Einlassleitung         |

図7<sup>6)</sup> ガスエンジンの主要部

### 3.2.2 ガスエンジンの作動順序

ガスエンジンの作動順序を図8<sup>6)</sup>に示しました。

#### 1)吸気行程

図8(A)に示したように、吸気弁が開き、ピストンが下降するにつれ、シリンダ内の圧力が低下し、吸気弁からガスと空気の混合ガスが吸い込まれます。

#### 2)圧縮行程

図8(B)に示したように、吸気弁・排気弁は閉じ、ピストンの上昇によりシリンダ内のガスを圧縮します。

#### 3)仕事行程(膨張行程)

ピストンが上死点(top dead center T. D. C.)に達する少し手前で、点火プラグによって混合ガスは点火され燃焼します。こうして発生した高圧ガスは図8(C)に示すようにピストンを下向きに動かして仕事をします。

#### 4)排気行程

下死点(bottom dead center B. D. C.)の少し前から排気弁が開き排気を吹出し、次いで図8(D)に示すようにピストンの上昇により膨張ガスをシリンダ外に押し出します。

このようにして1サイクルが完了し、以下はこれの繰り返しで運転を継続します。

4行程の中で仕事をするのは3)の行程だけで、他の行程は、はずみ車(フライホイール)の慣性だけで回転を続けます。

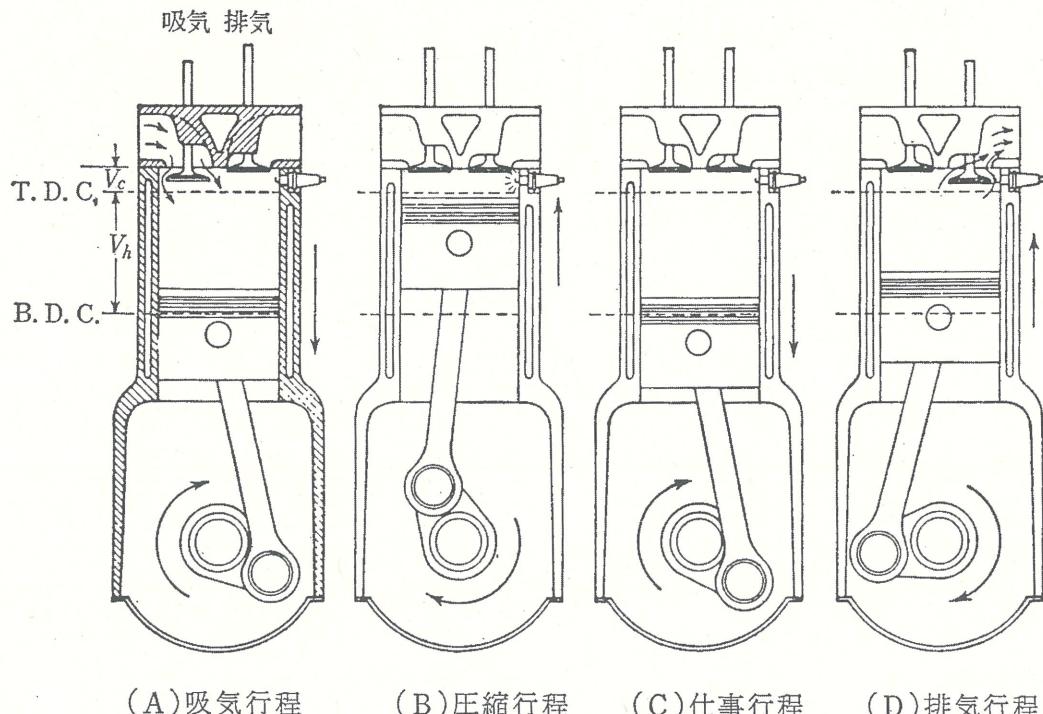


図8<sup>6)</sup> ガスエンジンの作動順序

ピストンエンジンには、2サイクルエンジンもありますが、ガスエンジンは4サイクルエンジンだけです。4サイクルエンジンの場合は、1サイクルでピストンが2往復します。このサイクルがほぼ一定容積の中で行われることから定容サイクルまたは、4サイクルエンジンを1876年に考案したオットー（N. OTTO 1832-1891）の名をとってオットーサイクルと呼ばれています。

図9<sup>8)</sup>は、ガスエンジンが作動している間のシリンダ内のガス圧力pと空間容積(ピストン行程)Vとの関係を示したpV線図といいます。このpV線図は、インジケータ線図(indicator diagram)とも呼ばれます。図の面積が1サイクルの仕事を表しこれを図示仕事と言います。ガスエンジンの図示仕事 $W_i = W_1 - W_2$ です。ここで $W_2$ はポンプ損失といい、吸・排気のために失われる仕事です。

図9において、a→bは吸気行程の圧力変化を示し、bでの圧力は弁および吸気管などの抵抗のため大気圧線よりもやや低くなっています。b→cは圧縮行程中の圧力変化、c→dは爆発、d→e→fは仕事行程を示し、eで排気弁が開き e→fで排気吹出しが行われます。f→aは排気行程で、fでの圧力は弁および排気管などの抵抗のため大気圧よりもやや高くなっています。

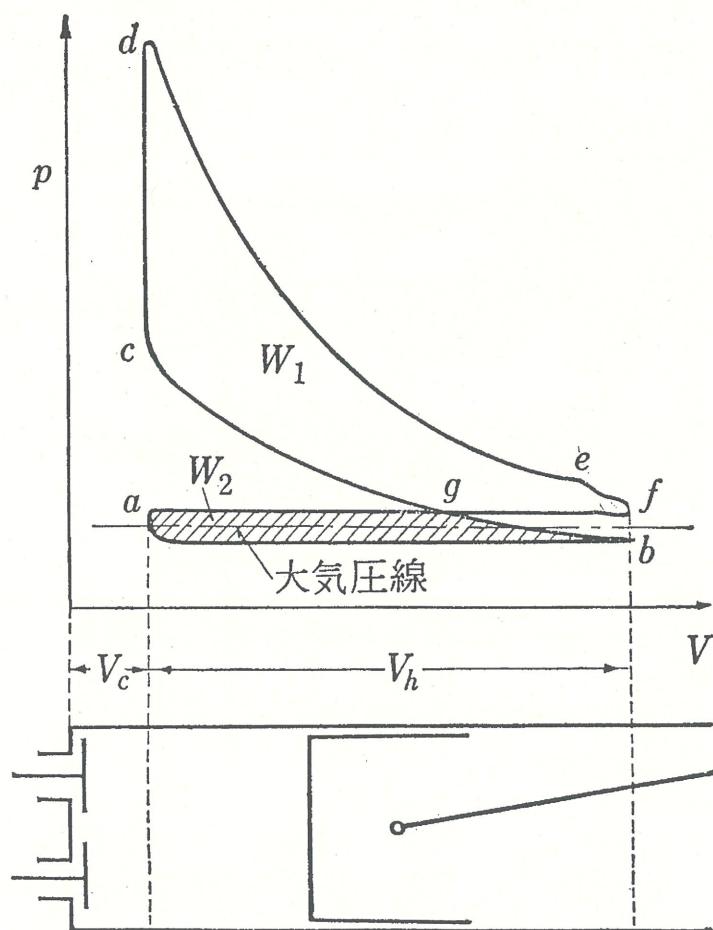


図9<sup>8)</sup> シリンダ内のガス圧力pと空間容積Vとの関係(pV線図)

図9において、 $V_h$ はピストンの1行程の容積で行程容積といい、一般に排気量と呼ばれているものはこの値のことです。ガスエンジンは、シリンダが複数個集まって構成されており、全シリンダ分の行程容積のことを総行程容積または総排気量といい、ガスエンジンの大きさを表すときに使われます。

$V_c$ はピストンが上死点 (top dead center T. D. C.) にあるとき、シリンダ頂部に残っている容積で隙間(すきま)容積といいます。すきま容積で混合気が圧縮され燃焼がスタートするので、燃焼室容積とも呼ばれます。

行程容積とすきま容積の和 ( $V_h + V_c$ ) をシリンダ容積といい、シリンダ容積とすきま容積との比を圧縮比  $\epsilon$  といいます。

$$\text{圧縮比 } \epsilon = (V_h + V_c) / V_c$$

圧縮比  $\epsilon$  が大きいほど、熱効率が良くなる関係があります。

### 3.2.3 ガスエンジンの熱効率

図10<sup>9)</sup>に、自動車エンジンの熱勘定線図を示しました。エンジンの熱効率を計算する場合は、燃料の真発熱量(低位発熱量)を用いることになっています。13A都市ガス(高位発熱量11,000kcal/m<sup>3</sup>)の場合、真発熱量は9,900kcal/m<sup>3</sup>です。

図10において、軸出力30%と示されているものが、有効仕事(正味出力)となります。この値に、発電機の発電効率を掛けた値がコーチェネ設備の発電効率で、文献値<sup>10)</sup>は、20~5,000kWの発電規模に対して、28~38%です。

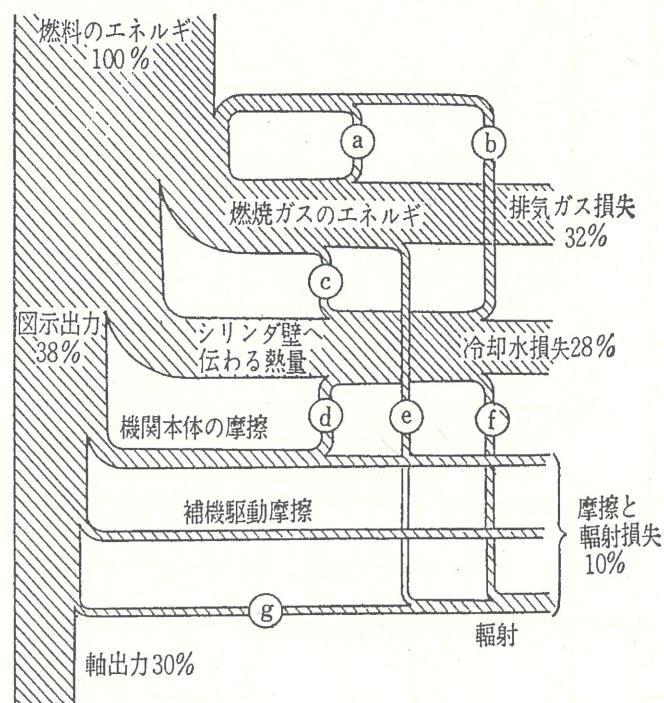


図10<sup>9)</sup> 自動車エンジンの熱勘定線図

### 3.3 燃焼

#### 3.3.1 燃焼圧力と温度<sup>11)</sup>

図11は、燃料の混合気の濃度(理論空気比1.0の気体状態をT.M.として、炭化水素が過剰か、希薄かを示す値)を変えた場合、シリンダ内の圧力と最高温度がどのように変化するかを計算で求めたものです。

図11から、次の傾向がわかります。

1)圧縮比の大きいシリンダほど、高圧、高温になる。

(圧縮比が、8.0の場合、圧力は80kg/cm<sup>2</sup>、理論温度は2800°C以上)

2)混合気の理論空気比が1.0に近づくほど、高圧、高温になるが、最高値は炭化水素が若干過剰な所(空気比が1より小さめ)にある。

空気比が1.0よりも低めでは不完全燃焼でCOが発生し、完全燃焼でCO<sub>2</sub>になる場合よりも燃焼ガスの体積が増加し、一方発熱量は下がるので温度が低下し、この相反する傾向が平衡になる点(圧力、温度が最高になる点)があります。

最高温度は、理論計算値なので、実際は不完全燃焼、熱損失などのために低くなります。最高温度の起こるのはごく短時間ですから、測定が困難ですが、スペクトル反転法、光電管、細い白金線の電気抵抗、音速などで測定されており、ガソリンエンジンで2000～2500°Cです。この温度は、空気中の窒素が酸素と化合してNO<sub>x</sub>となる(サーマルNO<sub>x</sub>生成)温度領域で、燃焼排ガス中には2000ppm(0.2%)程度の高濃度NO<sub>x</sub>が含まれます。

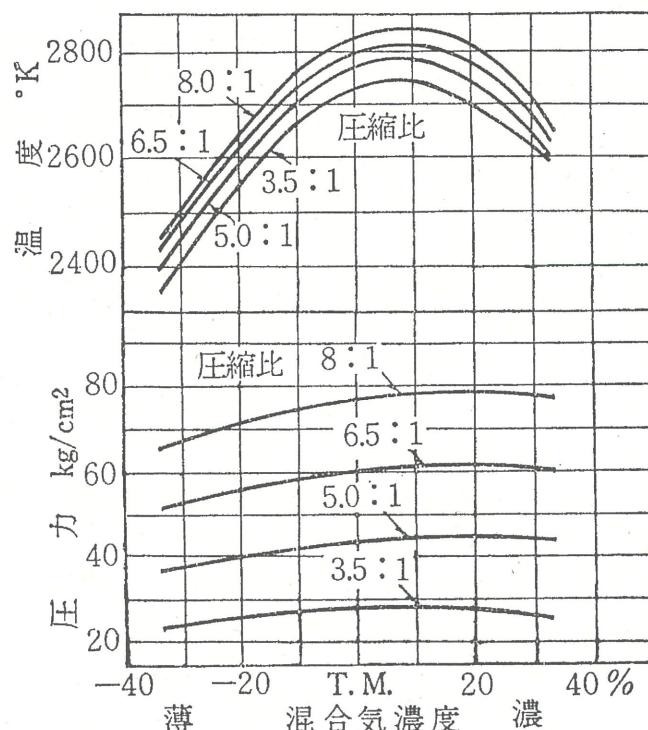


図11<sup>11)</sup> 混合気の濃度を変えた場合のシリンダ内の圧力と最高温度との関係

### 3. 3. 2 燃焼の形態と自発火<sup>11)</sup>

#### 1) 燃焼の形態

エンジンで起こる燃焼には次の三つの形態があります。

- ・自発火
- ・炎伝播
- ・拡散燃焼

ガスエンジンの燃焼の形態は、拡散燃焼で可燃性ガスと空気が混合しながら燃焼します。なお、ガソリンエンジンの正常燃焼は大部分乱流炎の伝播です。

#### 2) 自発火

混合気を加熱していくと発火します。この温度を自発火温度といいます。発火温度は空気との混合割合、圧力、容積などで変化します。

発火現象は発火前の反応に影響されることが大きく、反応が起こると中間生成物ができ、反応物質が刻々に変化し、それが燃焼全過程に影響を及ぼします。

発火温度は測定方法により異なりますが、都市ガス中の主成分であるメタンの最低自発火温度は、空気中で645°C、プロパンは510°Cです。

混合気が、排気弁の隙間から洩れ、後流のNOx還元触媒層で燃焼して触媒層温度上昇トラブルになりますが、この自発火温度は、都市ガスにはエタン、プロパン成分も含まれていること、反応生成物も含まれていることから500°C近辺と考えられます。

### 3.4 主要部構造

#### 3.4.1 シリンダーブロックおよびシリンダーライナ<sup>12)</sup>

##### a) シリンダの構造

4サイクルエンジンは、6気筒エンジンのように多気筒エンジンとなります。各シリンダの外筒を一体鋳物に造り、シリンダーブロックとします。この構造は強度も大で外観もよく組立が正確にでき、シリンダ間隔も縮められます。

図12は6気筒4サイクルエンジンのシリンダーブロックです。3気筒ずつ一体鋳物になり、中央でボルト止めされます。

材質は、高級鋳鉄(クロームモリブデン鋳鉄、ダクタイル鋳鉄、鋳鋼)でつくられています。

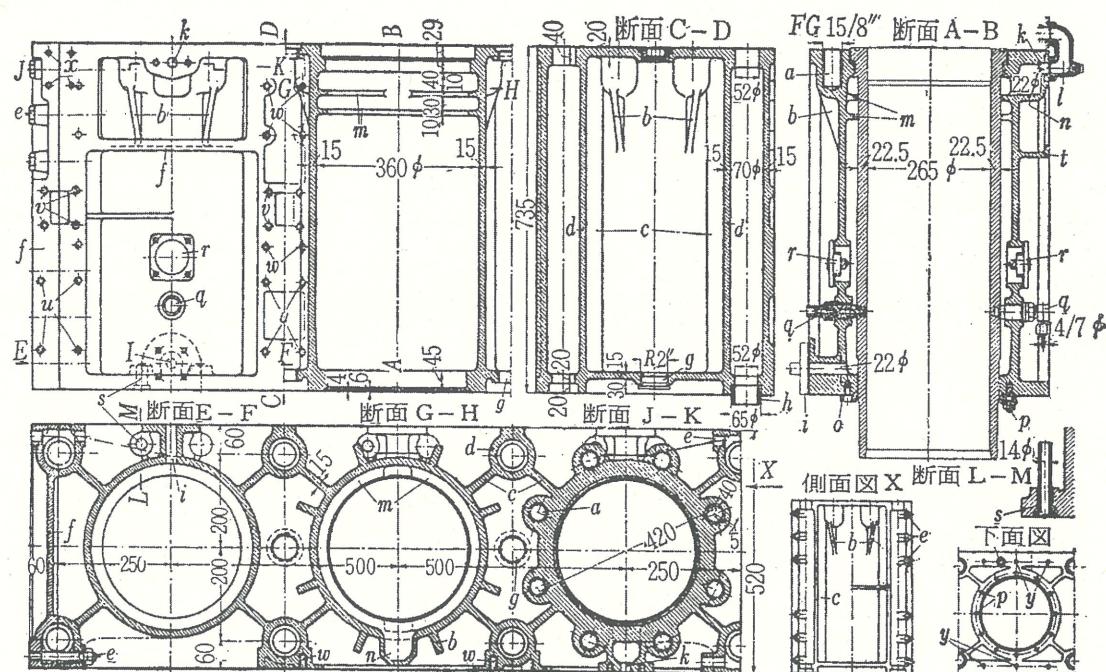


図12<sup>12)</sup> 6気筒4サイクルエンジンのシリンダーブロック

シリンダが2個以上あるとき、シリンダ番号は図13のように、エンジン側(はずみ車と反対側)から1、2、3、…と呼ぶことになっています。<sup>13)</sup>

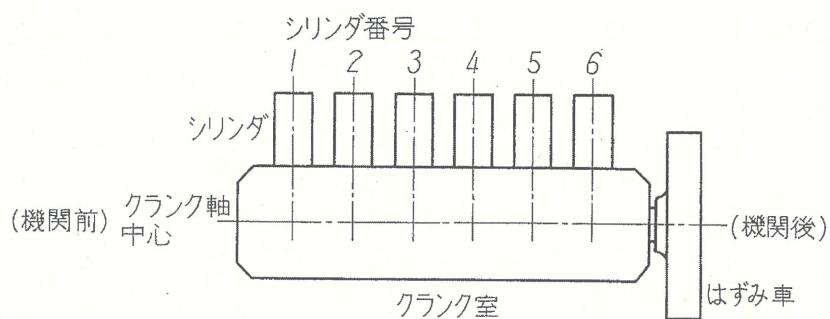


図13<sup>13)</sup> シリンダ番号

### b) シリンダライナ

シリンダライナは、シリンダ内筒にはめこまれ、ピストンと直接接しています。ピストンの円滑な運動、潤滑油の消費に直接関係し、摩耗すればエンジンの性能低下や潤滑油消費量が増加しますので、耐久性が良いこと、交換しやすいことが要求事項となっています。

シリンダは、鋳物の外筒にスリーブを入れる湿式ライナ型構造になっています。ライナを用いるメリットは、つぎの3点です。

(1) ライナの部分に耐摩耗性の材料を使うことができる。

(2) 摩耗した際取換えが容易である。

(3) シリンダブロックの鋳造が楽であり、またシリンダ内面の機械的および熱的歪が少ない。

シリンダライナは耐摩耗性、耐腐食性がすぐれ、高温における強度・硬度が高くまた油膜保持力の強いことが要求されます。

シリンダとピストンリングの間は不完全な境界潤滑(油膜)のもとにしゅう(摺)動します。この油膜が切れると微小な金属間の接触によって温度が上昇し、点溶着を起こします。また、細かい硬い異物(ちり、砂粒、剥離金属等)が混入しますと、接触面が荒れ、この範囲が拡大し異常摩耗に進行します。油膜が異物を洗い流したり、点溶着が発生しなければ異常摩耗は発生しません。

シリンダライナはパーライト鋼や合金鋳鉄の遠心鋳造により造られ、厚さ数mmの円筒で、クロームメッキされます。クロームメッキはブリネリ硬度が800~1000で、融点が高く溶着の危険が少なく、耐摩耗性が大きい特長がありますが、そのままでは油膜保持能力が乏しいので、研磨仕上げ、ホーニング(砥石かけ)をして油膜保持力を改善しています。

1000時間当たりの摩耗量は、 $10\sim20 \mu m$ ぐらいです。

シリンダライナの一般形状は図14<sup>14)</sup>に示すとおりで、下部は2~3本のOリングがはめられ、冷却水のシールと熱膨張、収縮に対応できるようになっています。

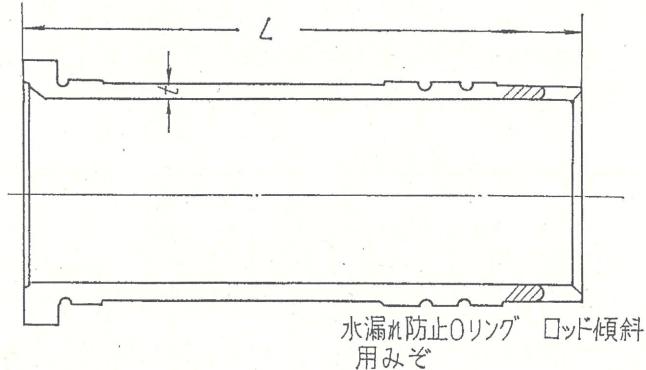


図14<sup>14)</sup> シリンダライナの形状

### C) シリンダヘッド

シリンダの蓋の役割をするもので、水冷構造になっており、重要な部分であることから、高級鋳鋼で鋳造されます。シリンダヘッドは燃焼室の一部を構成し、吸・排気弁、点火プラグの取付孔が設けられています。

シリンダとは、ガスケットをはさんでボルトで締付けられます。

### 3.4.2 ピストン及びピストンリング<sup>15)、16)、17)</sup>

#### a) ピストン

ピストンはエンジンの最大出力を決める最も重要な部分の一つで、つぎの作用を行うものです。

- (1) ガス圧力・慣性力による力を連結棒に伝える。
- (2) 燃焼室を形成し、ヘッドに受けた熱をシリンダ壁・冷却水に伝える。
- (3) ピストンリングにより気密を保ち、潤滑油の調節を行う。

高温高圧にさらされると同時に高速度で往復運動を繰り返すので、高温高圧下でも十分な強度を持ち、高速度往復運動の慣性力低減のために軽量で、熱伝達が良く、しかも熱膨張が少ない材質が要求されます。このような条件を満たす材料としてアルミニウム合金が用いられます。

アルミニウム合金の熱伝達性は鋳鉄の約2倍よいので、直径500mmでもピストン自身の水冷の必要がありません。

#### b) ピストンとシリンダとの隙間

ピストンの頂部は400°C近くの高温となり、全体に温度分布を持っており、一方シリンダは水冷されて100°Cに保たれているので、頂部の膨張を考慮しないと、ピストンがシリンダー内で焼きつくトラブルが発生することになります。一方常温での隙間を大きくするとピストンがぐらつき、騒音を発生するトラブルとなります。

適当な値は実際に運転してみなければわからないのですが、常温で直径の差で1mm未満の適当な値が設定されています。ピストンの頂部は特に局部的に膨張するので、ピストンの断面は図15<sup>18)</sup>のように下ぶくれの形になります。

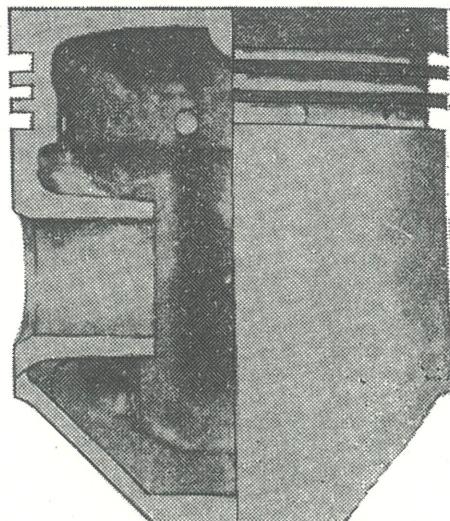


図15<sup>18)</sup> ピストンの断面

ピストンの形状は、図16<sup>19)</sup>に示したように、ヘッド部、スカート部、リング溝、ピストンピンを支えるボスからできています。

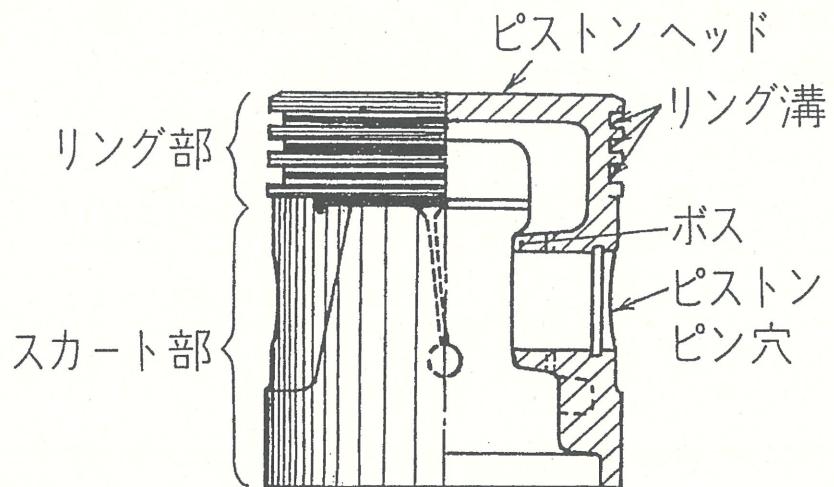
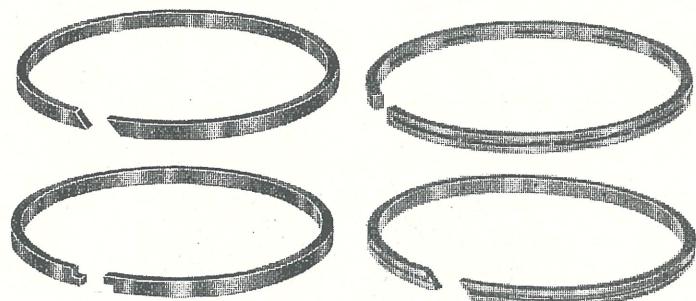


図16<sup>19)</sup> ピストンの各部名称

b) ピストンリング<sup>20)</sup>

ピストンリングはピストンのリング溝に取付けられます。ピストンとシリンダとの間のすきまをふさいで気密を保つ圧力リング(コンプレッションリング)と、潤滑油が燃焼室内にはい上がって不完全燃焼して異物になるのを防止する油かきリング(オイルリング)の2種類があります。図17<sup>20)</sup>にピストンリングを示しました。圧力リング1本の摩擦損失はほぼ1馬力に等しいといわれているくらいで、極力数を減らす(最少2本)のみならず幅の狭い丸いリングを使用するようになっています。オイルリングは1本必要です。



① コンプレッション  
リング

② オイル リング

図17<sup>20)</sup> ピストンリング

### c) ピストンピン

図18<sup>21)</sup>にピストンピンを示しました。ピストンピンは、ピストンと連結棒とを結ぶもので、ピンとボス、ピン端のスナップリングのいずれも固定しない全浮動式の接続方法で、ピストンと連結されます。

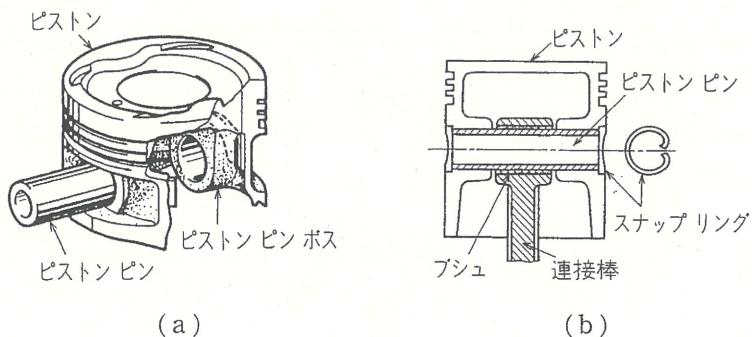


図18<sup>21)</sup> ピストンピン

### 3. 4. 3 吸・排気弁

吸・排気弁の作動機構を図19<sup>22)</sup>に示しました。ピストンから伝わる動力で回転するクランク軸の回転が、カム従車に伝わり、押棒(プッシュロッド)を押し上げ、それに伴い搖腕(弁腕)を動かし、弁を押しさげます。それによって、吸気弁の場合は混合気が燃焼室に導入され、排気弁の場合は、排ガスが押し出されます。

弁には、弁ばねが取付けられ、クランク軸が回転して搖腕からの押す力がなくなると、弁ばねの力で弁が押し上げられ、弁が閉まります。

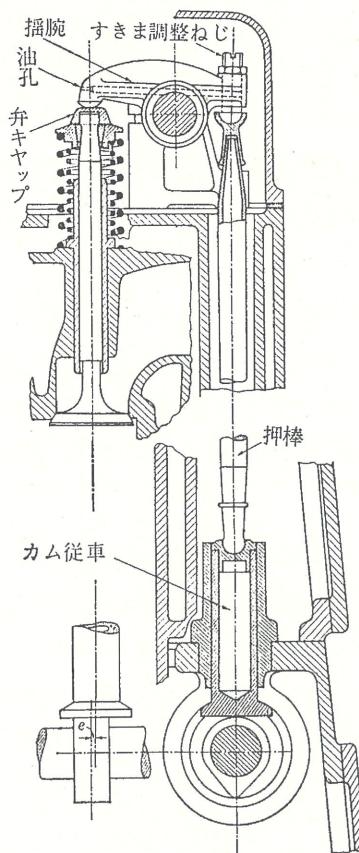


図19<sup>22)</sup> 吸・排気弁の作動機構

弁が閉まっている状態で、弁と搖腕は密着せず僅かの隙間ができるように、搖腕に設けてあるすきま調整ねじがあり、メーカーは設定した隙間になるようゲージを用いて調整します。このすきまは、弁坐の摩耗等で変化するので、一定範囲以上変化すれば調整しなければなりません。調整しない場合は、混合気が排気弁から洩れて後流側で燃焼したり、点火のタイミングがずれて燃焼異常する原因になります。

吸・排気弁の形状は図20<sup>23)</sup>に示したように、きのこ形をしているところから、きのこ弁(poppet valve)といわれています。大きさは、吸気弁のほうが少し大きく作られています。材質は、耐熱鋼が用いられており、一般にすえこみ鍛造で作られます。

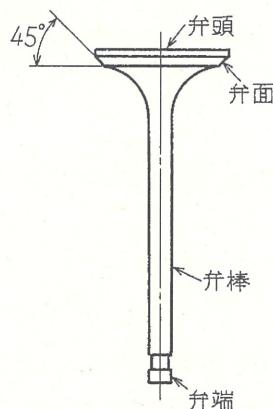


図20<sup>23)</sup> 吸・排気弁の形状

### 3.5 ガスエンジンの保守点検

ガスエンジンの保守点検については、比較的全般的に記述されたものとして、メーカーの立場から書かれたもの<sup>24)</sup>を、資料-1に添付しました。

ガスエンジンの保守点検をいかに適切に行うかは、保守点検の良し悪しが重故障停止→電力会社との契約違反(契約電力によって違反条件が変わります。)→オーナーへの違反ペナルティ料金の請求 とつながるだけに維持管理会社にとって重要な問題といえます。

メーカーではない維持管理会社が、ガスエンジンの保守点検に果たすべき役割は、まだ一般的に定まっていません。しかし、ガスエンジンの保守について、ブラックボックスという姿勢でなく、少なくとも本レポートで記載した内容を理解して、メーカーの行うメンテナンスが何のために行われているのかわかる程度になることが望ましいと考えます。

また、日常管理においては、潤滑油、冷却水、空気中の酸素濃度、エアフィルタのつまり等運転の基本的条件を十分確保することが必要です。そして、これら基本的条件に関係する各種のデータを注意深く傾向管理し、少しでも異常を認めたならば、メーカーの信頼できるエンジニアに的確に状況を伝え、見解を求めることがあります。そうすることが予防保全につながっていくと考えます。

#### 4. 排ガスの脱硝

##### 4. 1 法規制

ガスエンジン(ガスタービン、ディーゼルエンジン)の排ガス中の窒素酸化物  $\text{NO}_x$  濃度については、大阪市、大阪府は対策指導要綱を定めています。

資料-2に、大阪市の指導要綱の一部と、その要綱の重油換算基準である大阪府の告示の表を示しました。

これによりますと、平成9年4月1日以後に設置された重油 650 リッター/h(13A 都市ガス 555.6m<sup>3</sup>/h) 規模以上のガスエンジン排ガス中の  $\text{NO}_x$  は、50ppmと大変厳しい基準になっています。(13A 都市ガス 128.2m<sup>3</sup>/h未満でも、150ppm)

##### 4. 2 排ガスの脱硝

###### 1) はじめに

自動車に初めて搭載されたのは1974年です。当初は炭化水素と一酸化炭素を酸化して除去する酸化触媒が使われましたが、1977年に炭化水素と一酸化炭素に加えて  $\text{NO}_x$  も除去する三元触媒が実用化されました。「三元」という名称は、英語で3通りの意味3wayの翻訳です。

大メーカーの集まりである自動車産業で開発されたために、急速に実用化され、研究開発が続けられています。

###### 2) ガスエンジンの排ガス組成

図21<sup>25)</sup>にガスエンジンの排ガス組成を示しました。

燃焼に伴う  $\text{NO}_x$  の生成には、燃料中の窒素が酸化されて生成するフューエル  $\text{NO}_x$  と、空気中の窒素と酸素が、1500°C以上の高温のもとで反応して生成するサーマル  $\text{NO}_x$  とがあります。都市ガス中には、ほとんど窒素は含まれていませんので、 $\text{NO}_x$  はサーマル  $\text{NO}_x$  です。

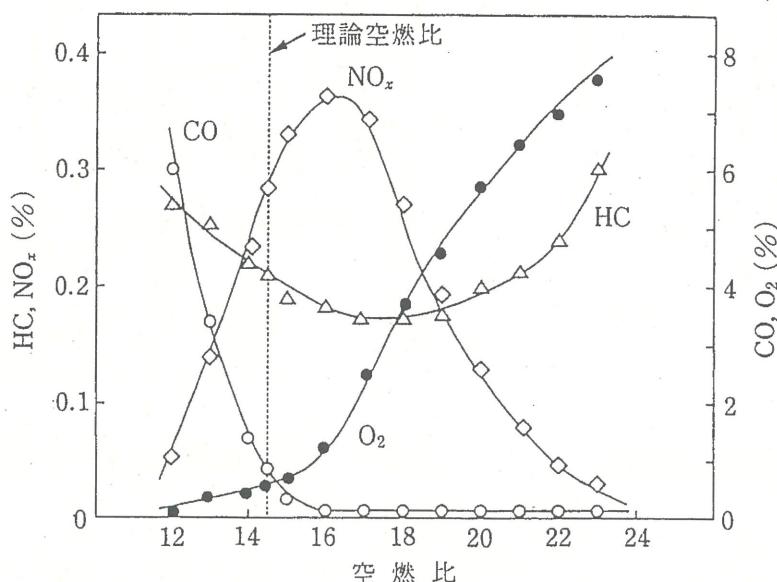


図21<sup>25)</sup> ガスエンジンの排ガス組成

### 3) 三元触媒法

三元触媒法は、先に述べたようにガスエンジンの排ガス中に存在するHC(ハイドロカーボン 炭化水素)、CO、NO<sub>x</sub>の3成分を、触媒によって同時に除去する方法です。

触媒には、白金(Pt)、ロジウム(Rh)、パラジウム(Pd)などの貴金属が組み合わせて、あるいは単独で用いられています。この中で、Pt/Rh系がこれまで多く用いられています。これは、ガソリンエンジンの場合、ガソリン中の鉛による触媒劣化に強いことと、NO<sub>x</sub>の除去性能が良いためです。なお、触媒活性を向上させる助触媒として酸化セリウムが不可欠になっています。<sup>26)</sup>

触媒は、ハニカム構造を有するモノリス触媒が主流です。セルは1cm<sup>2</sup>あたり約50個で、排ガスとの接触面積をよくするようになっています。<sup>27)</sup>

図22<sup>28)</sup>は、三元触媒法が効果的に作用する空気比領域を模式に示したもので、斜線で示した領域はウインドウと呼ばれています。空気比が大きくなると、NO<sub>x</sub>の除去効果は急激に低下します。一方、HC、CO成分は、空気比が小さくなると除去効果が悪くなります。そこで、三元触媒法は、空気比が1よりやや大きい目で、精度よく制御されます。(触媒は、温度が500~600°Cになるようエンジン直後に設置されます。)

図23<sup>29)</sup>に三元触媒の空気比制御を示しました。このシステムは、ガス管に設置された空気比制御用のアクチュエータバルブ、負荷検出用の圧力センサ、回転センサ、酸素センサ、排気温度センサ、マイコンから構成されています。触媒の前後に酸素センサが設置され、前流は大まかな空気比制御、後流は精密な空気比制御に使われます。排ガス中のNO<sub>x</sub>が急激に増加した場合は、まずこのシステムの不具合を疑うべきです。

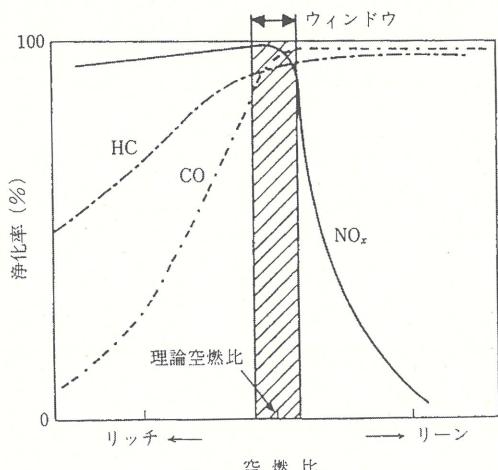


図22<sup>28)</sup> 三元触媒法の空気比領域

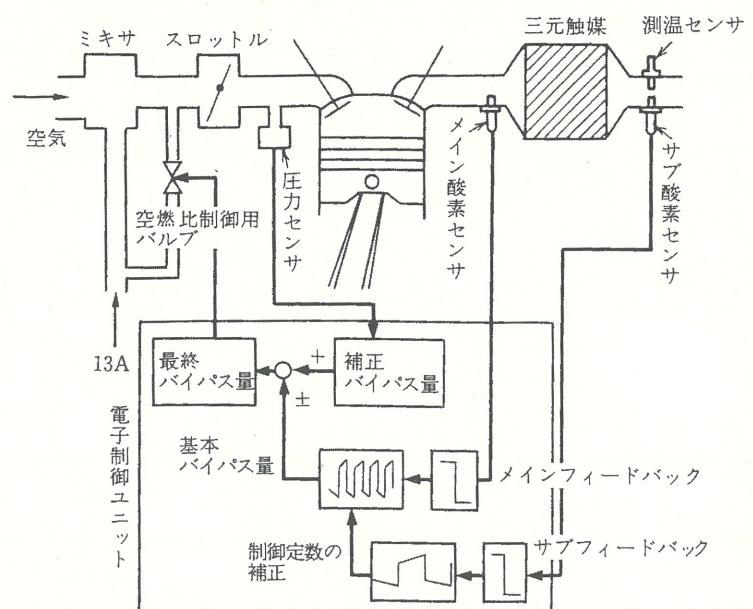


図23<sup>29)</sup> 三元触媒法の空気比制御

#### 4)触媒寿命

触媒寿命は、触媒層の量、触媒金属担持量、触媒比表面積、排ガス通過量等によって当然変わります。

空気比の調整によって、運転時間が1万時間以上でも触媒活性が維持されている例があります。

触媒活性が低下する原因のひとつは、潤滑油に摩耗防止用に添加されている金属清浄剤にリン化合物が含まれ、燃焼生成物が触媒のアルミナと反応し、触媒表面に不具合を発生させることです。最も触媒活性を低下させる原因是、熱影響で触媒金属が凝集(→触媒金属表面積の減少)するシンタリング現象です。従って、触媒層での燃焼によって触媒層が長時間高温になると著しく触媒活性が低下します。<sup>30)</sup>

以上

#### 引用文献

- 1)「ガスコーチェネレーションシステム」 社団法人 日本ガス協会 2001.2
- 2)月刊「クリーンエネルギー」別冊号「天然ガスコーチェネレーション排熱利用設計マニュアル」初版 (社)日本エネルギー学会 2001.3.31
- 3)アルファ・ラバル株式会社のプレート式熱交換器取扱説明書
- 4)長尾不二夫 第3次改著 内燃機関講義－上巻－ p.1-3 養賢堂 (1969)
- 5)関五郎・松浦隆・安藤敬治共著、設備と管理 2002年3月号付録「電気設備の劣化診断とリニューアル対策」 p.14
- 6)長尾不二夫 第3次改著 内燃機関講義－上巻－ p.6 養賢堂 (1969)
- 7)長尾不二夫 第3次改著 内燃機関講義－上巻－ p.6 養賢堂 (1969)
- 8)長尾不二夫 第3次改著 内燃機関講義－上巻－ p.7 養賢堂 (1969)
- 9)長尾不二夫 第3次改著 内燃機関講義－上巻－ p.51 養賢堂 (1969)
- 10)三浦千太郎 「最近のコーチェネレーション技術とその開発動向」 ボイラ研究 第302号 p.6-13 ('00)
- 11)長尾不二夫 第3次改著 内燃機関講義－上巻－ p.173-178 養賢堂 (1969)
- 12)長尾不二夫 第3次改著 内燃機関講義－上巻－ p.393-395 養賢堂 (1969)
- 13)竹花有也「内燃機関工学入門」(第2版) p.32-33 理工学社(2001)
- 14)関 敏郎 「自動車工学(2)」 p.177 コロナ社(1970)
- 15)長尾不二夫 第3次改著 内燃機関講義－上巻－ p.314-344 養賢堂 (1969)
- 16)関 敏郎 「自動車工学(2)」 p.1-30 コロナ社(1970)
- 17)竹花有也「内燃機関工学入門」(第2版) p.34-33 理工学社(2001)
- 18))関 敏郎 「自動車工学(2)」 p.11 コロナ社(1970)
- 19)竹花有也「内燃機関工学入門」(第2版) p.34 理工学社(2001)
- 20)竹花有也「内燃機関工学入門」(第2版) p.36 理工学社(2001)

- 21) 竹花有也「内燃機関工学入門」(第2版) p.37 理工学社(2001)
- 22) 長尾不二夫 第3次改著 内燃機関講義－上巻－ p.418 養賢堂(1969)
- 23) 竹花有也「内燃機関工学入門」(第2版) p.41 理工学社(2001)
- 24) 岩佐圭造 電設工業 昭和62年4月号 p.66-70(1987)
- 25) 日本表面科学会編 「環境触媒」 p.35 共立出版株式会社(1996)
- 26) 日本表面科学会編 「環境触媒」 p.40 共立出版株式会社(1996)
- 27) 日本表面科学会編 「環境触媒」 p.37 共立出版株式会社(1996)
- 28) 日本表面科学会編 「環境触媒」 p.39 共立出版株式会社(1996)
- 29) コージェネレーションシステム設計法に関する研究委員会 「都市ガスによる」コージェネレーションシステム 計画・設計と評価 p.80 (社)空気調和・衛生工学会(1993)
- 30) 日本表面科学会編 「環境触媒」 p.42-43 共立出版株式会社(1996)

## [2] メーカーの立場から

In the Maker's Position

いわ さ けい ぞう\*  
岩 佐 圭 造\*

### はじめに

コーチェネレーションシステムは、一般にその経済性を高めるため、負荷も大きく、かつ運転時間も長く、常に過酷な状態で運転されていることが大多数である。そのような運転状況のなかでシステムの機能保全と最適運転、更にエネルギーの消費効率の維持のために、有効適切な保全サービスが不可欠である。

本システム中に、原動機として使用されるエンジンに対するメンテナンスの実施状況及びレベルが、システムに与える影響は非常に大きい。

軽微、かつ簡単な故障が重大な故障の引き金と

なったり、補修期間及び補修費用の拡大につながり、結果的にユーザーの利益損失とともに、メーカーに対する不信感として残るので、メンテナンスの方法・時期の設定は大事でおろそかにできない。

### 1. メンテナンスの現況

それなら、どのようなメンテナンスをもって最良とするか。ユーザーの要求されるメンテナンスとは……。メーカーが要望するメンテナンスとは……。なかなか結論が出しにくく、かつまた、難解な問題が多い。

コーチェネレーションシステムの日常的なメンテナンスは、一般的には個々の機能保全面から見た、メーカーの取扱説明書・メンテナントリスト

\* ヤンマーディーゼル特機エンジン事業本部課長

・部品使用磨耗限度表等により、エンドユーザーが発電所として行なっている。しかし、それ以外の重要な作業としての、開放・計測・補修・交換等の業務は製造機器メーカー・関連サービス会社・エンジニアリング会社等々が行なっているのが実情である。

特に、コーチェネレーションシステムのように、構成機器が多岐にわたり、製作メーカーも複数以上になると、機器間の取合いが多くなるため、定期点検やトラブルに総合的な対応をするための窓口が特に要望される。

現状は物件・システムを取りまとめた業者が窓口となるケースが多いが、その窓口ですべての問題が解決されるわけではない。その業者の専門とする分野での対応は的確であっても、他メーカーの機器や他設備との関連ある問題解決に時間がかかり、製作メーカーに連絡、又は製作メーカーと共同で対応し、問題解決を図ることにより、元請メーカーとしての責任を果たしているのがほとんどであるといつても差し支えないであろう。

この現状は、決して好ましい形ではなく、本来の姿ではない。ヤル気はあるが足腰がついていかないのが現実の姿といえるのではなかろうか。

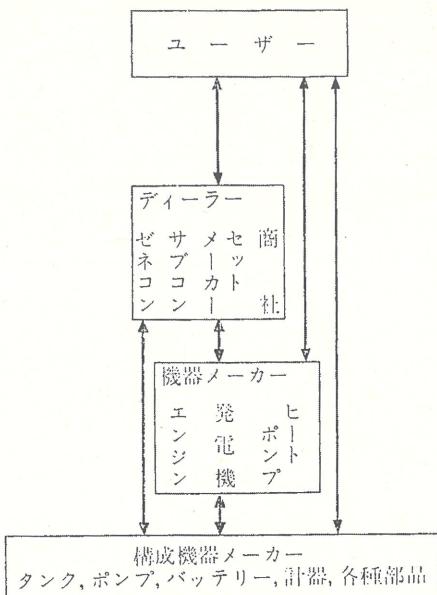
## 2. 現在のメンテナンスの流れ

一般的な客先納入後のメンテナンスの流れを表わし、読者諸賢に問題点を抽出したのが第1図である。

第1図の流れのとおり、顧客の要求に応じての発注形態が取られており、それはオーソライズされたものではなく、ただなんとなくその場の雰囲気で取られた発注形態と見られるケースが多いと考えられる。

## 3. メンテナンス実施要領

以上、メンテナンスの現況及びメンテナンスの



第1図 メンテナンス・サービスの流れ

流れを述べた。ところでメンテナンス実施要領は発注形態・管理体制によってそのメンテ自体も異なるが何れにしても、日常点検はユーザー側により行なわれるのが一般的で毎日の運転状況の監視と記録・燃料油・潤滑油・冷却水等の維持管理・各種清浄濾器の清浄管理等の作業が含まれる。しかし、昨今の自動化・集中監視・無人化運転の要望により、その一部の作業はコンピュータ等におきかえられつつある。

次に定期点検は運転時間又は月単位での標準点検周期を定め、機器の性能保持と経済性の維持、プラントの安全を確認する作業であり、ヤンマーディーゼル(株)としては、A点検からE点検までの5段階までの点検周期を定め、第1表のとおり定期整備工事仕様書により、計画性のあるメンテナンスを推奨し、実施して頂いている。

参考として年間8,000時間運転のガスエンジンの点検整備工事内容を説明する。

### 3.1 A点検

A点検は、主として消耗品の交換が主体である。が、使用部品の耐久性増加、また、潤滑油保有量の増加・高品質の潤滑油使用等により、交換基準は長くなっていく傾向にある。

第1表 点検整備工事仕様書

|                           |
|---------------------------|
| 殿                         |
| 点検整備工事仕様書                 |
| 〔都市ガス W <sup>®</sup> 機関用〕 |
| 昭和 年 月 日                  |
| ヤンマー ディーゼル株式会社            |
| ヤンマー機器サービス株式会社            |

TW8

本点検整備仕様書は、都市ガスを燃料とし年間運転時間8,000時間程度の機関を対象としています。

点検整備工事は、この「点検整備工事標準仕様書」にもとづいて実施させて頂きます。

なお、実施結果は、別途「点検整備工事結果報告書」をもって御報告申し上げます。

## 2. 点検整備工事の内容

### 点検種別と主たる点検整備工事内容

(詳細は、5頁以降の点検整備表を参照下さい。)

| 点検種別  | 点検周期                  | 主たる点検整備工事内容   | 備考   |
|-------|-----------------------|---|--|
| G A点検 | 3ヶ月又は<br>2,000時間<br>毎 | 各種安全装置の作動点検／対象機器類の使用環境の点検／対象機器類の運転状況の点検／デストリビューター点検／点火プラグ点検、交換／プラグコード点検／吸、排気弁点検調整／電子ガバナー点検／潤滑油、こし器交換／弁腕注油新替え／ダストインジケーター確認／バッテリー点検／エンジンコントローラー点検／各種計器点検  | 潤滑油の交換基準は次の通りとする。<br>標準オイルパン<br>1,000時間毎<br>サブタンク付<br>2,000時間毎 |
| G B点検 | 6ヶ月又は<br>4,000時間<br>毎 | G A点検の他<br>弁バネ、弁腕注油点検／エアークリーナーエレメント交換／過給機潤滑油交換／ステップモーター、O <sub>2</sub> センサー点検   |  |
| G C点検 | 1年又は<br>8,000時間<br>毎  | G B点検の他<br>ガス供給ユニット点検／排ガス熱交換器点検／デストリビューター駆動部点検／マグネット点検／プラグコード交換／バルブローテーター交換、弁座、弁摺合せ／シリンドラヘッド分解点検／カム駆動歯車点検／ミキサー点検／シリシダーライナー計測／クランクデフレクション計測／はずみ車点検／冷却水ポンプ分解点検／温調弁点検／ミスト管点検／エアークリーナーエレメント交換／過給機分解点検／吸、排気マニホールド分解清掃／消音器、排気管点検／冷却水管 |  |
| G D点検 | 2年又は<br>16,000時間<br>毎 | G C点検の他<br>熱交換器汚れ点検／カム駆動歯車歯当り点検／ミキサーダイヤフラム交換／ピストン、連接棒、シリシダーライナー分解、計測、点検／クランク軸、メタル点検／空気冷却器点検／触媒栓の交換／触媒交換   |  |
| G E点検 | 4年又は<br>32,000時間<br>毎 | G D点検の他<br>熱交換器分解、清掃／カム軸抜き出し点検／カム駆動歯車歯当り点検／連接棒ボルト取替／クランク軸、メタル点検／清水クーラー点検／潤滑油ポンプ、弁腕注油ポンプ分解点検／潤滑油冷却器分解点検／プライミングポンプ分解点検／消音器内部点検  |  |

## 1. 点検種別

### 点検種別と標準点検周期

| 点検種別  | 標準点検周期         |
|-------|----------------|
| G A点検 | 3ヶ月又は 2,000時間毎 |
| G B点検 | 6ヶ月又は 4,000時間毎 |
| G C点検 | 1年又は 8,000時間毎  |
| G D点検 | 2年又は 16,000時間毎 |
| G E点検 | 4年又は 32,000時間毎 |

上表の標準点検周期は、以下の条件のもとで設定しています。

この条件をこえて使用される機関については、別途、個別に点検周期並びに点検整備工事仕様を決めさせて頂きます。

なお、点検周期の起点は竣工時又はG E点検実施時としています。

1. 日常点検は各区分毎に定めた「日常点検表」に従って、客先で確實に実施されていること。
2. 機関に供給される燃料ガスの組成及び使用する潤滑油のグレードは、機関メーカーが推奨するものと同等、又はそれ以上であること。
3. 機関回転数、負荷等の使用条件は、適正であること。
4. 機関の月間平均使用時間は500～700時間であること。
5. NO<sub>x</sub>制御等この標準点検周期に影響を及ぼす事が考えられる特殊仕様機関にあっては、この仕様書を基に事前に調査の上固有の点検計画を御提案させていただきます。

TW8

3. ヤンマー標準点検整備周期表  
(下表は、竣工時期を起点とした点検周期です。)

| 点検種別   | 初年  |     |     |      | 2年  |     |     |      | 3年  |     |     |      | 4年  |     |     |      |
|--------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|
|        | 3ヶ月 | 6ヶ月 | 9ヶ月 | 12ヶ月 |
| G A 点検 | ○   |     | ○   |      | ○   |     | ○   |      | ○   |     | ○   |      | ○   |     | ○   |      |
| G B 点検 |     | ○   |     |      |     | ○   |     |      |     | ○   |     |      |     | ○   |     |      |
| G C 点検 |     |     |     | ○    |     |     |     |      |     |     |     | ○    |     |     |     |      |
| G D 点検 |     |     |     |      |     |     |     | ○    |     |     |     |      |     |     |     |      |
| G E 点検 |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     | ○    |

| 点検種別   | 5年  |     |     |      | 6年  |     |     |      | 7年  |     |     |      | 8年  |     |     |      |
|--------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|
|        | 3ヶ月 | 6ヶ月 | 9ヶ月 | 12ヶ月 |
| G A 点検 | ○   |     | ○   |      | ○   |     | ○   |      | ○   |     | ○   |      | ○   |     | ○   |      |
| G B 点検 |     | ○   |     |      |     | ○   |     |      |     | ○   |     |      |     | ○   |     |      |
| G C 点検 |     |     |     | ○    |     |     |     |      |     |     |     | ○    |     |     |     |      |
| G D 点検 |     |     |     |      |     |     |     | ○    |     |     |     |      |     |     |     |      |
| G E 点検 |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     | ○    |

9年度以降は、初年度又は5年度からの点検周期及び点検種別のサイクルとなります。

### 3.2 B 点 檢

A点検に加え、過給機関係の点検工事を行ない、前回A点検時の計測値の積重ねで経時変化を確認するとともに、次の点検時の必要部品等の資料を得るのも重要な作業である。

### 3.3 C 点 檢

1年又は、8,000時間ごとの点検がシリンダカバーを取り外す、いわゆるトップホールといわれるメンテナンスである。その他冷却水ポンプ・過給機等の熱搬送の機器等は、分解点検・計測のうえ、次回点検までの安全性が保持できないと思われるもの、また、摩耗限度到着時の部品は交換する。シリンダカバーは、分解・吸排気弁共摺合せを行ない、気密性の復元に務め、性能維持に備えている。ただし、昨今の排気弁座は、超硬質の金属を表面に盛金しているため、耐摩耗性は優れしており摺合せのインターバルは延びてはいるが、ただし、摺合せの必要な場合、電動研磨機で施行す

る必要があり、従来の手摺りでは行ないがたい。

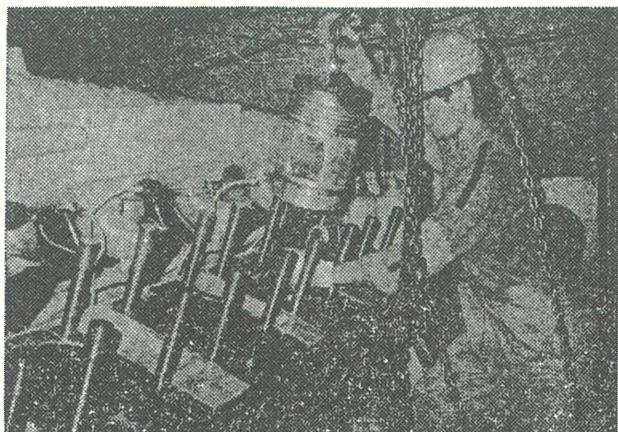
### 3.4 D 点 檢

いわゆるオーバホールといわれるもので、ピストンを抜き出し、クランクピンメタル等の主要運動部分及び主軸受メタルの一部解放点検を行なうメンテナンス作業である。

ピストンは、圧縮リングとオイルリングリンク溝等の計測を行ない、記録を残すがリングについては、価格的にも安価で消耗品の要素もあるので解放時には新替えを推奨する。また、コージェネレーションに使用される機関は、高温水を回収するため、潤滑油温が高く、潤滑油冷却器にスケールの堆積が多いのでケミカル洗浄等を行なう必要性のあるケースが発生している。

### 3.5 E 点 檢

総分解検査であり、詳細に点検・計測・カラーチェック検査等の精密検査を行ない、今後の信頼性・安全性・経済性を確認できるものでなくては



写真一1 D点検でピストンを抜き出したところ

ならない。

本点検は時間的にも余裕をもつ必要があり、交換部品も多岐かつ点数も多いので各方面的連絡・

バックアップ体制と周到な用意が必要である。

## 結 び

上記メンテナンス実施要領は、ガスエンジンの点検表によって説明したが、ディーゼルエンジンの場合、平均有効圧力がガスエンジンに比べ高く、エンジンにとっては過酷な条件となるため、上記基準よりは、若干メンテナンスインターバルを縮める必要がある。が、いずれにしても、使用燃料・潤滑油・冷却水の品質・運転条件により変わるので状況に合わせた実施計画を立案すべきである。

# 大阪市固定型内燃機関 窒素酸化物対策指導要領

平成 9 年 1 月

大阪市環境保健局環境部

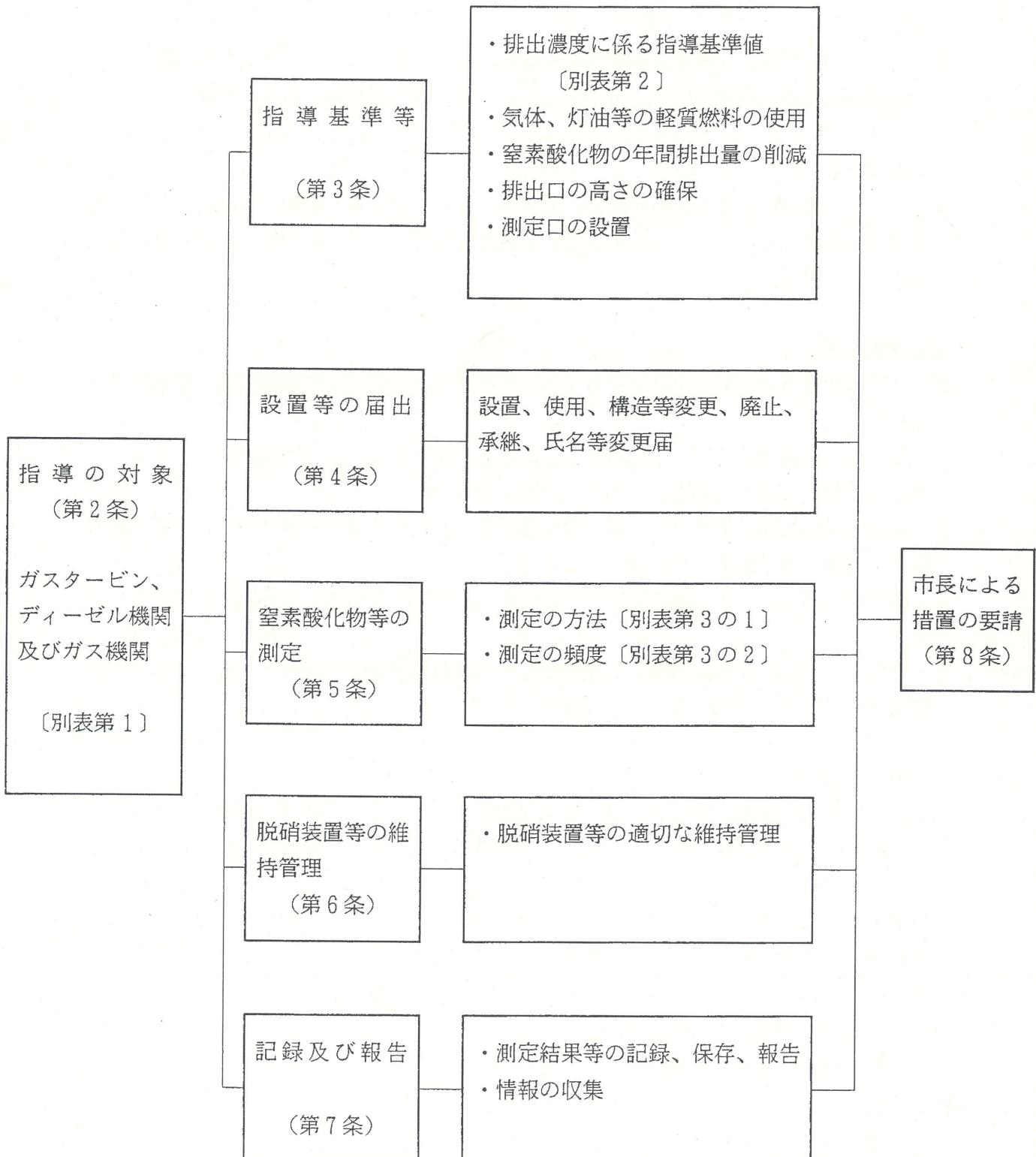
環境保全課

〒 530 大阪市北区中之島 1-3-20

☎ (06) 208-9894, 9896

# 大阪市固定型内燃機関窒素酸化物対策指導要領の概要

## 1 指導要領の体系



## 「大阪市固定型内燃機関窒素酸化物対策指導要領」

平成元年2月1日施行  
平成9年4月1日改正

### (趣旨)

第1条 この要領は、工場又は事業場に設置されるガスタービン、ディーゼル機関及びガス機関に係る窒素酸化物対策指導に関して、必要な事項を定めるものである。

### (指導の対象)

第2条 この要領による指導の対象は、大阪市の区域に別表第1に掲げる施設（以下「固定型内燃機関」という。）を設置している者及び設置しようとする者（以下「固定型内燃機関設置者等」という。）とする。

### (指導基準等)

第3条 固定型内燃機関に係る排出ガス中の窒素酸化物濃度の指導基準値は、別表第2のとおりとする。

- 2 固定型内燃機関で使用する燃料は、原則として気体燃料、灯油等軽質燃料とする。  
ただし、市長が特に認めるときは、この限りでない。
- 3 固定型内燃機関設置者等は、第1項及び第2項に定める事項の遵守のほか、窒素酸化物の年間排出量の削減に努めるものとする。
- 4 排出口の高さは、周辺の建物の状況を考慮し、可能な限り高さの確保に努めるものとする。
- 5 測定口は、固定型内燃機関ごとに設置し、排煙脱硝装置等を設置する場合にあっては、同装置等の効率が確認できるよう設置するものとする。

### (設置等の届出)

第4条 固定型内燃機関設置者等は、次に定めるところにより、市長に届け出るものとする。ただし、大気汚染防止法（昭和43年法律第97号）に基づく所定の届出した者については、この限りでない。

- (1) 固定型内燃機関を設置しようとする者は、原則として工事着手予定日の60日前までに次に掲げる事項を様式第1により届け出ること。
  - ア 氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名
  - イ 工場又は事業場の名称及び所在地
  - ウ 固定型内燃機関の種類
  - エ 固定型内燃機関の構造及び使用の方法
  - オ 窒素酸化物の処理等の方法
  - カ その他市長が必要と認める事項
- (2) この要領の施行日までに設置している者は、様式第1により速やかに届け出ること。

- (3) 前2号の規定により届出をした者は、第1号エ又はオに掲げる事項の変更をしようとするときは、原則として当該変更に係る着工予定日の60日前までに様式第1により届け出ること。
  - (4) 第1号又は第2号の規定により届出をした者は、第1号ア又はイに掲げる事項の変更があったときは、その日から30日以内に、その旨を様式第2により届け出ること。
  - (5) 第1号又は第2号の規定により届出をした者は、その届出に係る固定型内燃機関の使用を廃止したときは、その日から30日以内に、その旨を様式第3により届け出ること。
  - (6) 第1号又は第2号の規定により届出をした固定型内燃機関を承継した者は、その承継のあった日から30日以内に、その旨を様式第4により届け出ること。
- 2 前項の規定による届出は、当該届出に係る固定型内燃機関を設置する工場又は事業場の所在地を管轄する保健所に行うものとする。
- 3 届出部数は、正本1通にその写し2通を添えて行うものとする。

#### (窒素酸化物等の測定)

第5条 固定型内燃機関を設置している者は、別表第3に定める方法及び頻度により窒素酸化物等の測定を行うこと。ただし、大気汚染防止法施行規則第15条第5号により測定方法等が定められている施設は、この限りでない。

#### (脱硝装置等の維持管理)

第6条 固定型内燃機関の脱硝装置等の維持管理は、その性能が十分保てるよう適切に行うこと。

#### (記録及び報告)

第7条 固定型内燃機関を設置している者は、第5条及び第6条による窒素酸化物排出濃度等及び窒素酸化物対策等の稼働状況を記録し、その記録を3年間保存すること。

2 市長は、固定型内燃機関を設置している者に対し、当該施設の使用状況、窒素酸化物濃度及び排出量等の報告を求めることができる。

3 市長は、固定型内燃機関製造業及び販売に係る事業者に対し、窒素酸化物排出量及び対策技術について、必要に応じ報告求めることができる。

#### (措置の要請)

第8条 市長は、この要領に定める事項に関し、改善等が必要と認められるときは、固定型内燃機関設置者等に対し所要の措置を講じるよう要請することができる。

#### 附 則

この要領は、平成元年2月1日から施行する。

#### 附 則

この要領は、平成9年4月1日から施行する。

別表第1 固定型内燃機関（第2条）

| 固定型内燃機関の種類 | 使用の方法 | 規 模           |
|------------|-------|---------------|
| ガススタービン    |       | 燃料の燃焼能力が重油換算で |
| ディーゼル機関    | 常 用   | 10ℓ/h以上であること。 |
| ガス機関       |       |               |

備考1 常用の固定型内燃機関とは、非常用の施設（停電時、災害時及び事故時に専ら用いるもの）以外の施設をいう。

- 2 この要領の施行日以後に非常用から常用に変更する場合にあっては新設と見なし、変更した日を設置日とする。
- 3 燃料の量の重油への換算方法は、昭和52年大阪府告示第1322号の第1の4の(2)に基づいて算出すること。

別表第2 指導基準値（第3条第1項）

| 固定型内燃機関       |           | 指 导 基 準 値 (単位: ppm( $O_2=0\%$ ))     |                                      |                     |
|---------------|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 種類            | 規 模       | 平成元年 2月 1日から<br>平成4年 3月 31日<br>までに設置 | 平成4年 4月 1日から<br>平成9年 3月 31日<br>までに設置 | 平成9年 4月 1日<br>以後に設置 |
| *1<br>ガススタービン | 2万kW 以上   | 150                                  | 100                                  | 30                  |
|               | 15万kW 未満  |                                      |                                      |                     |
|               | 6千kW 以上   |                                      |                                      | 50                  |
|               | 2万kW 未満   |                                      |                                      |                     |
|               | 2千kW 以上   | 200                                  | 150                                  | 80 *3               |
|               | 6千kW 未満   |                                      |                                      |                     |
|               | 2千kW 未満   | 200                                  | 150                                  | 100                 |
| ディーゼル機関       |           | 500                                  | 300                                  | 300                 |
| *2<br>ガス機関    | 650ℓ/h以上  | 300                                  | 200                                  | 50                  |
|               | 150ℓ/h 以上 |                                      |                                      |                     |
|               | 650ℓ/h 未満 |                                      |                                      | 100 *4              |
|               | 50ℓ/h 以上  |                                      |                                      |                     |
|               | 150ℓ/h 未満 | 500                                  | 500                                  | 150                 |
|               | 50ℓ/h 未満  |                                      |                                      |                     |

## 別表第2 原料及び燃料の量の重油の量への換算方法

一の工場又は事業場に設置されているすべての施設を定格能力で運転する場合において使用される原料及び燃料の量を、次に定める方法により重油の量へ換算するものとする。

### (1) 原料の換算方法

付表1の原料の種類の欄に掲げる原料の種類ごとに、それぞれ同表の原料の量の欄に掲げる量を同表の重油の量の欄に掲げる重油の量に換算する。

### (2) 燃料の換算方法

付表2の燃料の種類の欄に掲げる燃料((1)において重油の量への換算が行われる原料を使用する施設において使用されるものを除く。)の種類ごとに、それぞれ同表の燃料の量の欄に掲げる量を同表の重油の量の欄に掲げる重油の量に換算する。この場合において、付表3の施設の種類の欄に掲げる施設において使用される燃料については、付表2により換算した量に当該施設の種類ごとに、それぞれ付表3の係数の欄に掲げる係数を乗じるものとする。

付表1 原料の量の重油の量への換算係数

| 原料の種類  | 原料の量 | 重油の量  |
|--|------|---|
| 1 別表第1の3の項、4の項及び28の項に掲げる焼結炉において用いられる原料   | 1 kg | 0.23 L  |
| 2 別表第1の13の項に掲げる触媒再生塔において用いられる原料  | 1 L  | 0.023 L   |
| 3 別表第1の23の項及び24の項に掲げる電気炉(アーク炉に限る。)において用いられる原料  | 1 kg | 0.08 L  |
| 4 別表第1の26の項及び27の項に掲げる廃棄物<br>焼却炉において焼却される廃棄物のうち一般廃棄物                                  | 1 kg | 0.56 L  |
| 5 別表第1の26の項及び27の項に掲げる廃棄物<br>焼却炉において焼却される廃棄物のうち下水汚泥                                   | 1 kg | 0.28 L  |
| 6 別表第1の重油の量への換算を原料の量により行う施設の欄に掲げる施設及びそれ以外の施設(主たる熱源が電気であるものに限る。)において用いられる原料のうち上記以外のもの | 1 kg | 当該原料の量1 kg当たりの処理に伴い発生する窒素酸化物の量に相当する窒素酸化物の量を排出する重油(重油1L当たり窒素酸化物を0.00236kg排出するものとする。)の量 |

付表2 燃料の量の重油の量への換算係数

| 燃料の種類       | 燃料の量                     | 重油の量  |
|-------------|--------------------------|---|
| 1 原油又は軽油    | 1 L                      | 0.95 L  |
| 2 ナフサ又は灯油   | 1 L                      | 0.90 L  |
| 3 液化天然ガス    | 1 kg                     | 1.3 L   |
| 4 液化石油ガス    | 1 kg                     | 1.2 L   |
| 5 都市ガス(13A) | 1 Nm <sup>3</sup>        | 1.17 L  |
| 6 上記以外の燃料   | 1 L(固体燃料又は液体燃料にあっては1 kg) | 当該燃料の量1 L(固体燃料又は液体燃料にあっては1 kg)当たりの発熱量を有する重油(発熱量39,600 kJ/L)の量 |

付表3 特別の換算係数

本レポートは、下記の設備保全部会委員により作成されました。  
許可無く本レポートを複製することを禁じます。

|            |        |
|------------|--------|
| 部会長        | 鳥居 興彦  |
| 副部会長       | 岸本 隆司  |
| 担当委員(リーダー) | 佐々木象二郎 |
| 担当委員       | 石原 富士雄 |
| 担当委員       | 笹野 宗一  |
| 担当委員       | 岡 新一郎  |
| 担当委員       | 上野 敏昭  |
| 担当委員       | 川邊 収   |

平成14年3月 発行  
社団法人 大阪ビルメンテナンス協会  
〒531-0071 大阪市北区中津1丁目2番9号  
(新清風ビル 3F)  
Tel. (06)6372-9120 Fax (06)6372-9145

