

# 自動車におけるセラミックス構造部品

高 行男・井藤賀久岳

## 1. 緒 言

自動車は一万数千点の部品から構成されており、高度な機械技術の集合である<sup>1)</sup>。このことは、自動車が種々の材料から構成されていることを意味する。自動車を構成する材料は、新しい材料の開発に伴って変化してきたし、今後も変化していくものと考えられる。金属、プラスチックにつぐ第3の新素材として登場したセラミックスも自動車に適用されている。

前報<sup>2)</sup>では、1980年代に入りセラミックスに対する関心が高まった背景の下で開催されたニューセラミックスフェアの展示内容を中心にセラミックスの自動車における適用状況を体系的に整理して概説した。このセラミックスフェアは、1983年に第1回のそれが開催され、今年10年目にあたる。そこで、本論では、現時点での自動車におけるセラミックス構造部品の概要を述べる。

## 2. 構造用材料としてのセラミックスの位置

セラミックスは非金属材料で、製造工程において高温処理を受けた生成物である<sup>3)</sup>。その歴史は大変古いですが、従来セラミックスは工業の分野では単なる絶縁物としての役割、また、自動車には窓ガラスと点火プラグ用碍子として用いられているにすぎなかった<sup>4)</sup>。しかし、1960年代窒化ケイ素や炭化ケイ素の材料開発に伴い、セラミックスを構造材料、特にエンジン、タービン部材として利用しようとする研究が、表1に示すように、1970年代アメリカにおいて国家的プロジェクトとして推進され、日本、西独においても精力的な活動がなされてきた。表中の日本のプロジェク

表1 セラミックスの開発動向

|       |    |                                      |
|-------|----|--------------------------------------|
| 1971年 | 米国 | セラミックスを構造材として利用するためのBMD（ぜい性材料設計）計画開始 |
| 1973年 | 西独 | 自動車ガスタービンに関する計画                      |
| 1976年 | 米国 | タービン用セラミックスに関するC A T E計画             |
| 1979年 | 米国 | A G T（Advanced Gas Turbine）計画        |
| 1981年 | 日本 | 次世代ファインセラミックスプロジェクト                  |

トは、12年の歳月と総額約113億円をかけ、セラミックスに関する製造技術および応用技術を総合的に研究開発し、今年1993年3月に終了した。現在ガスタービンの静翼、動翼対応モデルの作製と評価に向かっている<sup>5)</sup>。

セラミックスが重要視されるのは、セラミックスが耐熱性、断熱性、耐摩耗性、耐食・耐薬品性、低膨張性、軽量、超硬性、高剛性等構造材料として優れた特性を有する材料であるとともに、電氣的、磁氣的、光学的、化学的等機能用材としても特有な性質を有する材料であるからである。今日、セラミックスは多くの分野において利用、また応用が検討されているが、構造材料としての適用目標はタービン翼である。この観点から、1985年ターボチャージャーのロータのセラミックス実用化の意義は大きい。表2には、日本における自動車の過給器の推移の概要を示した。

表2 日本における過給器の推移概要

|       |     |                                  |
|-------|-----|----------------------------------|
| 1979年 | 日産  | セドリック、グロリアに日本初のターボ車登場            |
| 1980年 | トヨタ | クラウンターボ車登場                       |
| 1982年 | トヨタ | セリカ、カリーナ、コロナに日本初のツインカムターボ        |
|       | マツダ | ルーチェ、コスモに世界初のロータリーターボ            |
| 1983年 | トヨタ | ソアラに日本初の水冷式インタークーラーターボ           |
| 1984年 | 日産  | スカイラインに日本初のツインカムターボ+インタークーラー     |
| 1985年 | トヨタ | クラウンに日本初のスーパーチャージャー              |
|       | トヨタ | マークII、チェイサー、クレストに日本初のツインカムツインターボ |
| 1985年 | 日産  | フェアレディZに世界初のセラミックターボ             |
| 1987年 | マツダ | カペラディーゼルにスーパーチャージャー              |
| 1988年 | スバル | レックス軽乗用車初のスーパーチャージャー             |
| 1989年 | トヨタ | セリカ、MR2、スープラにセラミックターボ            |
| 1989年 | 日産  | マーチにスーパーターボ(ターボ+スーパーチャージャー)      |
| 1990年 | マツダ | ユーノスコスモ、アンフィニRX-7、トヨタ アリスト、に     |
| 1991年 |     | シーケンシャルツインターボ                    |

表3 ファインセラミックス部材の生産額の推移

(単位：億円(%))

|                 | 電磁氣的部材          | 機械的部材           | 光学的部材        | 化学・医療部材      | 熱的部材         | その他         | 合計              | 伸び率   |
|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-----------------|-------|
| 1983年<br>(実績)   | 5,737<br>(82.5) | 390<br>(5.6)    | 173<br>(2.5) | 298<br>(4.3) | 266<br>(3.9) | 86<br>(1.2) | 6,950<br>(100)  | (100) |
| 1990年<br>(実績)   | 7,904<br>(66.0) | 1,913<br>(16.0) | 750<br>(6.3) | 809<br>(6.7) | 532<br>(4.4) | 71<br>(0.6) | 11,979<br>(100) | (172) |
| 1991年<br>(実績見込) | 8,140<br>(65.5) | 2,071<br>(16.7) | 813<br>(6.5) | 776<br>(6.3) | 536<br>(4.3) | 85<br>(0.7) | 12,421<br>(100) | (179) |
| 1992年<br>(推定)   | 8,168<br>(65.4) | 2,075<br>(16.6) | 807<br>(6.4) | 827<br>(6.6) | 526<br>(4.2) | 95<br>(0.8) | 12,498<br>(100) | (180) |

セラミックスは、上述のように優れた特性によって多くの分野に利用され、現在、1兆数千億円産業となっている。2000年には、4兆円を越える産業になると予想されている。表3には、日本におけるセラミックス部材の生産額の推移を示したが<sup>6)</sup>、構造部材としての利用は年毎に増加している。このことは、アメリカにおいても同様であり、この分野の競争相手は日本のセラミックスメーカーである。なお、生産額の多くを占めているのは、セラミックス基板である。今日我々が使用する電気製品は、高度なエレクトロニクス技術によって支えられているが、この技術の中で重要な半導体回路において、電気的な絶縁と、半導体から発生する熱を放散する働きをもつ基板にアルミナが用いられている。電子機器は、ますます小型・軽量、薄型、高速化、多機能化する傾向にあり、そのために回路の密度がいちだんと増し、さらに半導体チップの大型化、高出力化などが必要となっている。半導体製造技術の進歩に伴い、より熱放散の高い基板（高熱伝導化アルミニウム）の研究開発が行われている<sup>7)</sup>。

### 3. セラミックスの構造用材料としての自動車における適用状況

表4には、自動車におけるセラミックスの構造部品を整理した。以下、各項目について概説する。

表4 セラミックス構造部品

---

|      |                                      |
|------|--------------------------------------|
| 1    | PISTON                               |
| 1・1  | PISTON                               |
| 1・2  | PISTON CROWN                         |
| 2    | PISTON PIN                           |
| 3    | PISTON RING                          |
| 4    | CYLINDER LINER                       |
| 5    | CYLINDER HEAD                        |
| 6    | VALVE                                |
| 6・1  | VALVE                                |
| 6・2  | VALVE FACE                           |
| 7    | VALVE SEAT                           |
| 8    | VALVE GUIDE (VALVE STEM GUIDE)       |
| 9    | VALVE LIFTER (TAPPET)                |
| 10   | VALVE PETAINDER                      |
| 11   | ROCKER ARM                           |
| 11・1 | ROCKER ARM                           |
| 11・2 | ROCKER ARM TIP                       |
| 12   | CAM PIECE                            |
| 13   | CONNECTING ROD                       |
| 14   | CRANKSHAFT BEARING (JOURNAL BEARING) |
| 15   | EXHAUST PORT                         |
| 16   | EXHAUST MANIFOLD                     |
| 17   | PRECOMBUSTION CHAMBER                |
| 18   | SWIRL CHAMBER                        |
| 19   | HOT PLATE                            |
| 20   | INJECTION NOZZLE                     |
| 21   | TURBINE ROTOR OF TURBOCHARGER        |
| 22   | HEAT INSULATING FOR CATALYZER        |
| 23   | WATER PUMP MECHANICAL SEAL           |
| 24   | DISC BRAKE PISTON                    |
| 25   | TRANSMISSION SHIFT FORK              |
| 26   | SWASH PLATE IN ROTARY COMPRESSOR     |
| 27   | PARTICULATE FILTER                   |

---

## 1 ピストン

図1に、ピストン、ピストンリング、ピストンピン、コンロッド、クランクシャフトの関係模式図を示す。

### 1・1 ピストン <piston>

これは、シリンダ内で爆発圧力や圧縮圧力を受けながら往復し、コンロッドを介してクランクシャフトを回転させるので、強度が十分あり、慣性が小さく、放熱性がよく、熱膨張が小さいことが必要になる(図2)。従来は、銅系のY合金、ケイ素系のローエックスが使用されているが、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ によるピストン本体のセラミックス化、ピストンヘッドのセラミックス化やセラミックスコーティングが検討されている。

### 1・2 ピストンクラウン <piston crown>

これは、ピストンの上部(トップリングを挿入する部分周辺まで)のことである。特に直接爆発圧力を受けるので、この部分の強度を増したFRM耐摩環付ピストン(図3)は、アルミナシリカ繊維とアルミ合金よりなっている。

## 2 ピストンピン <piston pin>

これは、コンロッド小端部がピストンと自由に揺動できるようにつなぐものである(図4)。従来は、ピストンから大きな力をうけるため、SCr21H, SCr22H等の材料で中空円筒形中央部の内径を増して使用されているが、軽量、耐摩耗の点から $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ を中実円筒形にして適用される。

## 3 ピストンリング <piston ring>

これには、燃焼室の気密を保持し圧力漏れや



図1 ピストン関係模式図



図2 ピストン

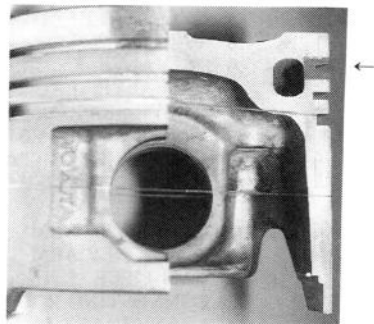


図3 FRM耐摩環付ピストン  
(矢印の部分がFRM耐摩環である)

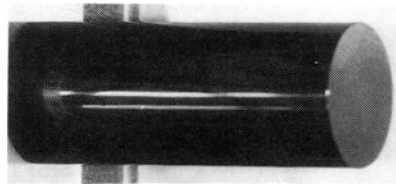


図4 ピストンピン

燃焼ガス漏れを防止するとともに熱を冷却水に逃がす役目をするコンプレッションリング(図5)と、シリンダ内壁を潤滑した余分なオイルをかき落とす役目をするオイルリングがある。コンプレッションリングは、自己の張力によってシリンダに密着するようになっており優れた耐摩耗性や耐熱性が become になる。従来は、鋳鉄製、鋼製であるが、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ が適用される。

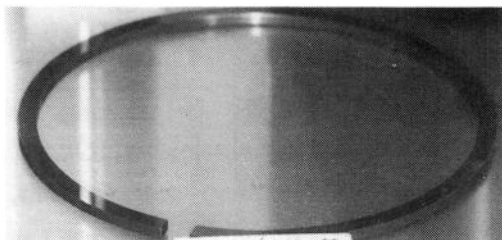


図5 ピストンリング

#### 4 シリンダライナ <cylinder liner>

これは、アルミニウム合金製などの摩耗しやすいシリンダブロックにはめこんで使用され、シリンダ内が過度に摩耗するのを防止する(図6)。ライナ上部は、ピストンやシリンダブロックと共に燃焼室を形成するので圧縮漏れがないようにブロック上部より少し突き出ているシリンダガスケットに強く締め付けられている。従来は、FC25等が使用されているが、耐熱、耐摩耗の点から  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ が適用される。

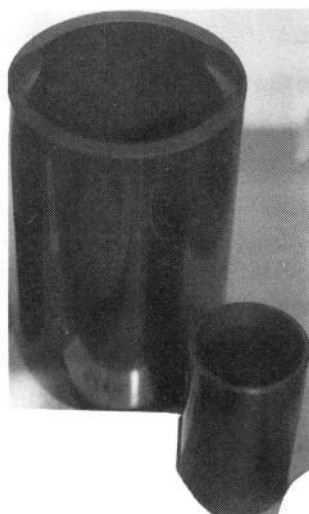


図6 シリンダライナ

#### 5 シリンダヘッド <cylinder head>

これは、シリンダガスケットを狭んでシリンダブロックに強く組み付けられ、燃焼室の一部を形成している(図7)。この外部には、バルブ機構、インテークおよびエキゾーストマニホールド、スパークプラグ、ウォータージャケットなどが取り付けられている。エンジン回転中高温高圧にさらされるので、熱伝導が良く冷却効果の高いことが必要である。従来は、鋳鉄製やアルミニウム合金製が用いられているが、耐熱性の点から  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ が利用される。

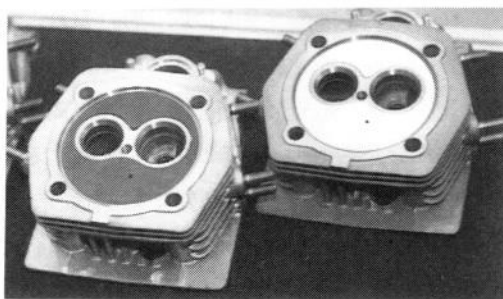


図7 シリンダヘッド

#### 6 バルブ

図8にバルブ、バルブシート、バルブガイド、

バルブリテーナの関係模式図を示す。

### 6・1 バルブ〈valve〉

これには、4サイクルエンジンに使用されるインテークバルブとエキゾーストバルブがある(図9)。インテークバルブは混合気の吸入時にエキゾーストバルブは排気ガスの排出時にそれぞれ開き、燃焼室内のガスの交換をしている。従来は、インテークバルブにはフェライト系の耐熱鋼、エキゾーストバルブにはオーステナイト系の耐熱鋼が使用されているが、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ が利用される。現在、日本ガイシとドイツのペンツ社が、共同開発したセラミックスバルブの有効性を実車走行により検討している。

### 6・2 バルブフェース〈valve face〉

これはシリンダヘッドにあるバルブシートと密着するバルブの一部である(図10)。この部分は、次項のバルブシートと同様に耐熱性、耐摩耗性が必要であるので、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ が適用される。

### 7 バルブシート〈valve seat〉

これは、シリンダヘッドに取り付けられ、バルブフェースと密着して燃焼室の圧縮漏れを防止する(図11)。完全な気密を保ち、高温高压にさらされながらバルブと繰り返し衝突するので、耐熱性及び耐摩耗性が必要である。従来は、シリンダヘッドがアルミニウム合金製の場合に特殊鋼のバルブシートがはめ込まれているが、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ が利用される。

### 8 バルブガイド (バルブステムガイド) 〈valve guide, valve stem guide〉

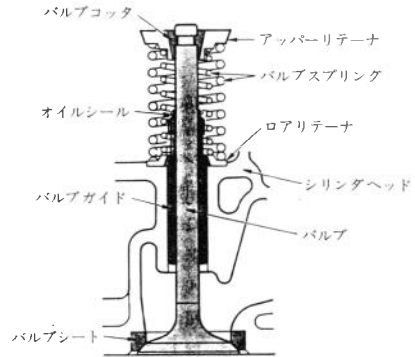


図8 バルブ関係模式図

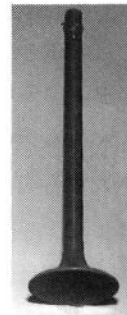


図9 バルブ

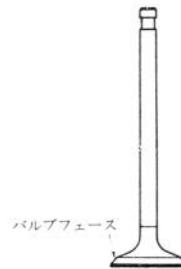


図10 バルブフェース

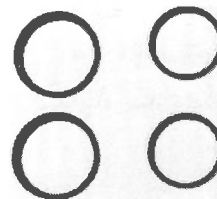


図11 バルブシート

これは、シリンダヘッドに圧入され、バルブの密着を良くするための案内をしている(図12)。エンジンオイルが過度に燃焼室に侵入するのを防止するため、ゴム製のオイルシールを取り付ける事がある。従来は、FC25等の材料が使用されているが、耐摩耗の点から  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ が利用される。

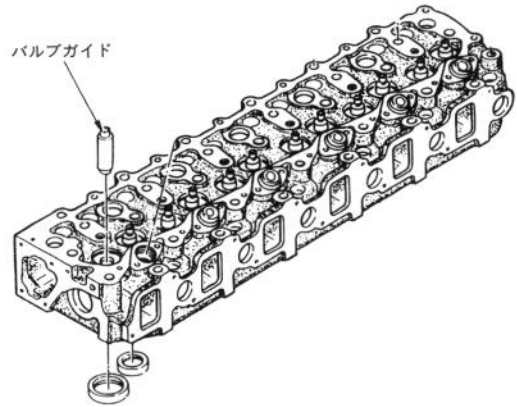


図12 バルブガイド

## 9 バルブリフタ (タッペト)

<valve lifter, tappet>

これは、カムシャフトの回転運動を上下運動に変える部分で、円筒形をしている(図13)。作動中底面は絶えずカムと接触しているため、その部分の偏摩耗を避けるために、リフタの中心とカムの中心をオフセットしてリフタを回転させて接触部分を絶えず変えている。従来は、特殊鋳鉄が使用されているが、耐摩耗の点から  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ が利用される。

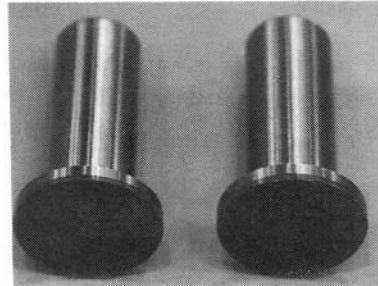


図13 バルブリフタ

## 10 バルブリテーナ <valve retainer>

これは、バルブスプリングを狭んで上下に取り付けられている。ロアリテーナはシリンダヘッドに組み付けられ摩耗を防止している。バルブ上部にはバルブコッタがはめこまれ、アッパーリテーナ(図14)とバルブを一体化している。カムシャフトによりバルブが押されると、アッパーリテーナはスプリングを押し縮める。カムシャフトによるバルブの押さえが解除されるとスプリングが伸びバルブを閉じる。従来は、S15C等が使用されているが、耐摩耗の点から  $\text{Si}_3\text{N}_4$ が利用される。

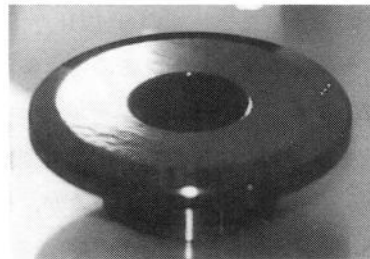


図14 バルブリテーナ

## 11 ロッカーアーム

### 11・1 ロッカーアーム <rocker arm>

これは、シリンダヘッドに取り付けられ、カムシャフトの動きをうけてバルブリフトなどを介してバルブの開閉を行う(図15)。従来は、鍛造鉄、鋳鉄が使用されているが、耐摩耗の点から  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{ZrO}_2$ が使用される。

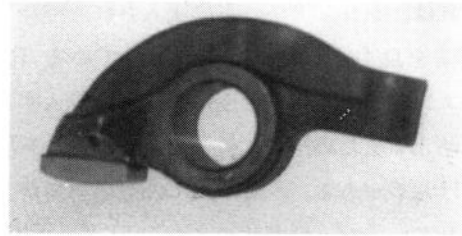


図15 ロッカーアーム

### 11・2 ロッカーアームチップ

<rocker arm tip>

これは、ロッカーアームのバルブ側の表面に付けられている(図16)。従来は、炭素鋼を鍛造し表面硬化したものを使用しているが、耐摩耗の点から  $\text{Si}_3\text{N}_4$ が使用される。

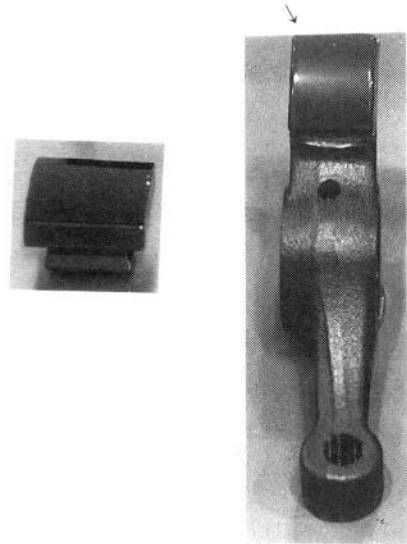


図16 ロッカーアームチップ

### 12 カムピース <cam piece>

これは、カムシャフトのカム部(図17)で、シャフトの回転によってバルブの開閉運動を行う。バルブフェースもしくはロッカーアームと接触して運動を伝えるので、バルブタイミングを変化させないために耐摩耗性に優れていなければならない。従来は、炭素鋼の鍛造品を高周波焼き入れをして使用されているが、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ が適用される。

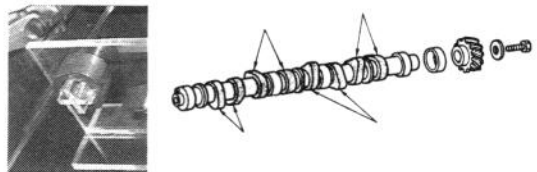


図17 カムピース

### 13 コネクティングロッド

<connecting rod>

これは、一般にコンロッドと呼ばれ、ピストンとクランクシャフトを連結して往復運動を回転運動に変える役目をしている(図18)。圧縮力、引張力、曲げを繰り返し受けるので、強度と剛性が必要になる。従来は、ニッケル・クロム鋼、クロム・モリブデン鋼等の特殊鋼をI型断面に型打鍛造したものが用いられているが、軽量の点から  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ が利用される。

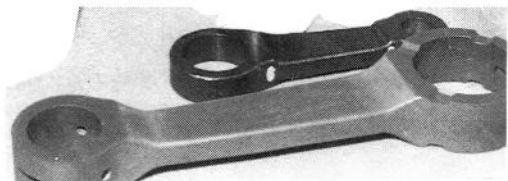


図18 コネクティングロッド



#### 14 クランクシャフトベアリング (ジャーナルベアリング) <crankshaft bearing, journal bearing>

これはシリンダブロックとベアリングキャップにそれぞれはめ込まれている(図19)。シリンダブロックから圧送されたオイルがクランクシャフトとベアリングの間を十分みたくように、内面に油穴と油溝が設けられている。従来は、トリメタルやケルメットメタルが使用されているが、耐摩耗の点から  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  が利用される。

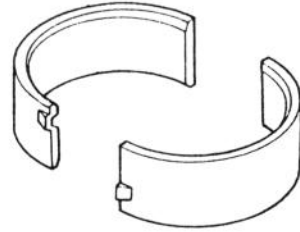


図19 クランクシャフトベアリング

#### 15 エキゾーストポート <exhaust port>

これは、シリンダヘッドにある排気口である(図20)。燃焼後のガスが通過するので、高温に耐える必要がある。従来は、FC25等が使用されているが、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ の使用も考えられている。

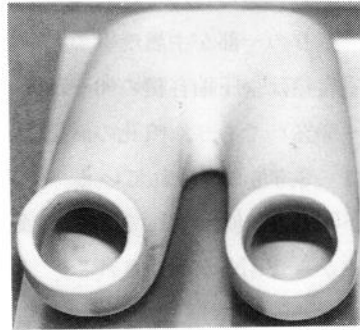


図20 エキゾーストポート

#### 16 エキゾーストマニホールド <exhaust manifold>

これは、各シリンダからの排気ガスを一つにし、エキゾーストパイプへ送り出す役目をしている(図21)。排気抵抗や排気干渉ができるだけ少なく、また熱による変形が小さいものでなければならない。従来は、鋳鉄製のものが使用されているが、耐熱性の点から  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  が利用される。

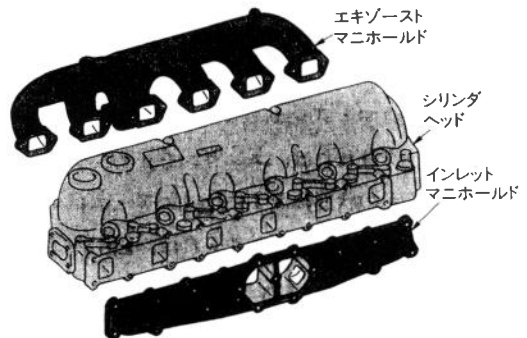


図21 エキゾーストマニホールド

#### 17 予燃焼室 <precombustion chamber>

予燃焼室(図22)の中に噴射された燃料は、最初その一部が燃焼して高温高圧のガスを発生し、その圧力によって主燃焼室に噴孔を通じて未燃焼燃料が噴出し、微粒化すると同時に主燃

焼室内の空気と混合して完全燃焼する。予燃焼室の容積は全圧縮容積の30~40%（主燃焼室は60~70%）であり、噴孔の面積はピストン面積の0.3~0.6%に取られている。従来は、SUS310, SUS302が使用されているが、耐熱性、耐食性の点から  $\text{Si}_3\text{N}_4$  が利用される。

図23には予燃焼室や次項の過流室に用いられるセラミックスチャンバーを示した。

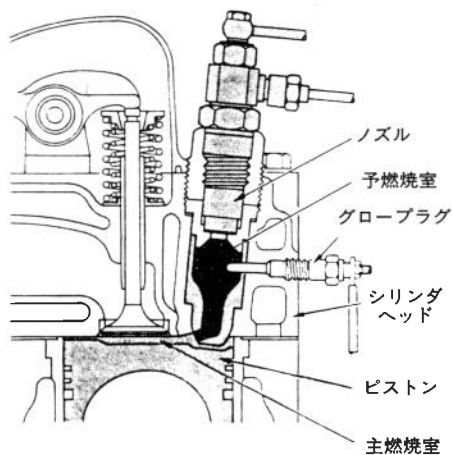


図22 予燃焼室

### 18 渦流室 <swirl chamber>

圧縮行程のとき渦流室（図24）で空気の渦流を起こし、燃料を噴射したとき大部分がこの中で燃焼し、残りの一部が主燃焼室で完全燃焼する。渦流室容積は全圧縮容積の50~70%（主燃焼室は30~50%）であり、噴孔の面積はピストン面積の1~3.5%に取られている。従来は、SUS310, SUS302が使用されているが、耐熱性、耐食性の点から  $\text{Si}_3\text{N}_4$  が利用される。



図23 セラミックスチャンバー

### 19 ホットプレート <hot plate>

これは、ジーゼルエンジンに用いられる熱交換器の一種で、排気ガスの熱の一部を奪い、新たに吸入する空気はこの熱を与えることによってエンジンの回転を滑らかにする役目をする（図25）。耐熱性の点から  $\text{Al}_2\text{O}_3$  が利用される。

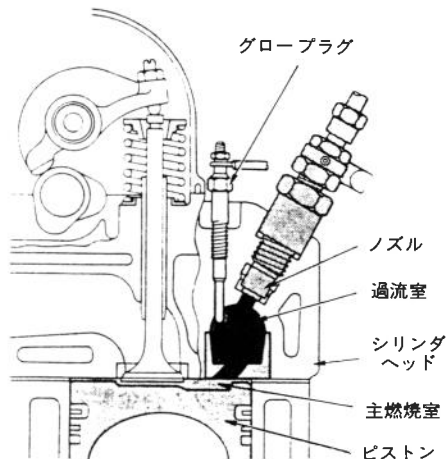


図24 渦流室

### 20 インジェクションノズル

<injection nozzle>

これは、インジェクションポンプより送られてくる高圧燃料を燃焼室内に噴射するものである（図26）。安定した燃焼を得るため、燃料が霧化しやすく燃焼室の隅々まで分散してより良い自然着火が得られる混合気生成を短時間に行う役目をする。ノズルボディとニードルの部分の



図25 ホットプレート

耐摩耗の点から SiC, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>が利用される。

## 21 ターボチャージャー用タービンローター 〈turbine rotor of turbocharger〉

これは、排気ガスの圧力を利用して大気圧より高い圧力でエンジンに空気を送り込む過給器である(図27)。充填効率が上がり同排気量のエンジンよりも高出力になる。高温にさらされるため耐熱性があり、高回転のため軽量で慣性が少なく、耐摩耗性にも優れている必要がある。従来は、耐熱合金鋼が用いられてるが、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>も使用されている。なお、使用に際し重要な疲労強度特性が把握されはじめている<sup>9)</sup>。

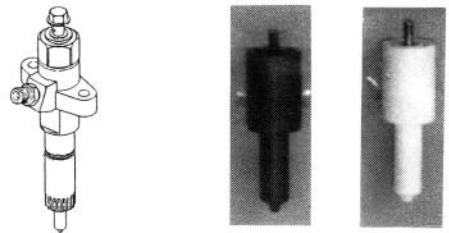


図26 インジェクションノズル

## 22 触媒断熱材〈heat insulating for catalyzer〉

これは、排気ガスを浄化し有害なガスの排出を防ぐ触媒コンバータに取り付ける断熱材(図28)で、外部に熱が放出するのを防止する。従来は、合成マイカが使用されているが、アルミナ・シリカ繊維も使用される。

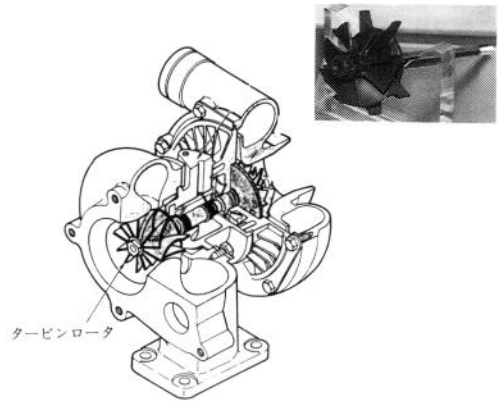


図27 ターボチャージャー用タービンローター

## 23 ウォーターポンプメカニカルシール 〈water pump mechanical seal〉

これは、ウォーターポンプに使用されている軸シールで耐摩耗性が必要である(図29)。従来は、Fe-Cの複合材が使用されているが、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が利用される。

## 24 ディスクブレーキピストン 〈disc brake piston〉

これは、ディスクブレーキキャリパーのシリンダ内にあり、マスタシリンダからの油圧により作動し、ディスクブレーキパッドをディスクに押し付けて制動作用を行う(図30)。油圧が減

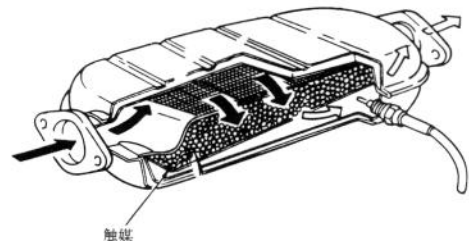


図28 触媒断熱材

少するとピストンシールにより元の位置に戻される。従来は、SS41, SS41B, S20C が使用されていたが、軽量、耐摩耗の点から  $Al_2O_3$  が利用される。

25 トランミッションシフトフォーク  
 <transmission shift fork>

これは、フォークシャフトに取り付けられ各シンクロナイザスリーブの溝に入り込んでいる(図31)。シフトチェンジすると、シフトフォークによりシンクロナイザスリーブが動き、これによってシンクロナイザキー、シンクロナイザリングをメインドライブギヤに押し付けて回転を同調させ、シンクロナイザスリーブとメインドライブギヤが噛み合わされる。従来は、S40C, S55C が使用されているが、常に回転部分に接しているため、耐摩耗の点から  $Si_3N_4$ , SiC が利用される。

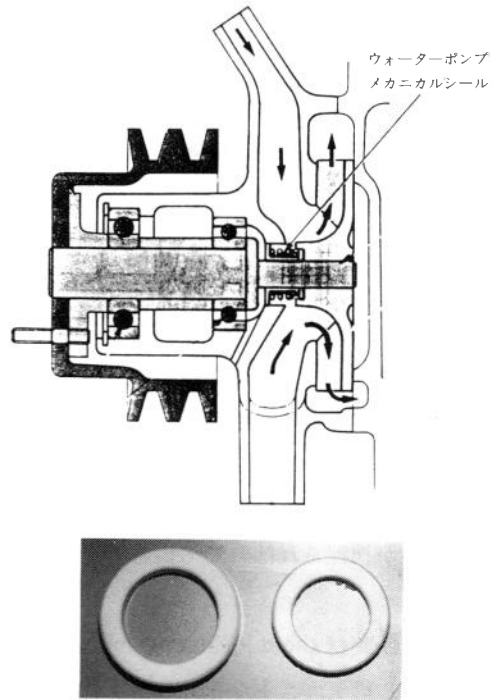


図29 ウォーターポンプメカニカルシール

26 コンプレッサスワッシュプレート  
 <swash plate in rotary compressor>

これは、エアコンディショナ用冷媒を圧縮する斜板式コンプレッサに利用される(図32)。コンプレッサのシャフトに斜めにとり付けられ、円周上の端に3対または5対のピストンがあり、シャフトの回転によりピストンが往復して冷媒を圧縮する。従来は、Fe-C の複合材が使用されているが、耐摩耗の点から  $Si_3N_4$  が利用されている。

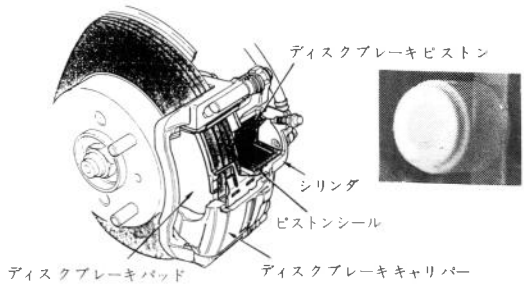


図30 ディスクブレーキピストン  
 (図のピストンは構造の理解を助けるため1/4部分を取り除いてある。)

27 パティキュレイトフィルタ  
 <particulate filter>

これは、ディーゼルエンジンにおいて、燃焼熱によって遊離した炭素の微粒子が主成分である



図31 トランミッションシフトフォーク

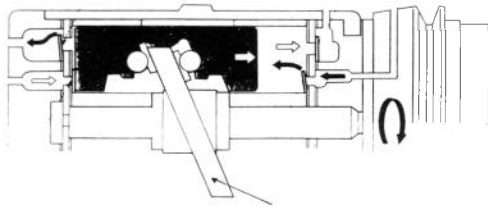


図32 コンプレッサスワッシュプレート

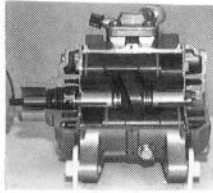


図32 コンプレッサスワッシュプレート

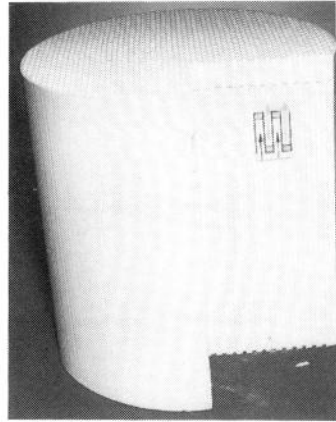


図33 パティキュレイトフィルタ  
(写真中の矢印は、排気ガス  
の流れを示す。)

黒煙を取り込んで外部への排出を減らし公害を防止する役目をする（図33）。従来は、アメリカ Corning glass 社の商品名 Cordierite が多く使用されているが、 $Al_2O_3$ が検討されている。

#### 4. 結 言

本論では、セラミックスの構造材料としての自動車における適用状況に関する基礎資料をニューセラミックスフェアで撮影した写真を主に利用して作製した。

フェアの写真撮影に御助力いただいた本学第1期（1993年度）専攻科生瀬川豊君に謝意を表す。  
付記：著者の一人である井藤賀久岳は第1期（1993年度）専攻科生である。

#### 参 考 文 献

- 1) 例えば、長谷川，機械学会誌，84-746（1981），61。
  - 2) 高，大坪，中日本自動車短期大学論叢，第17号（1987），5。
  - 3) 例えば，柴田，浅野，内燃機関，21-258（1882），64。
  - 4) 上垣外，自動車技術，34-8（1980），811。
  - 5) 田端英世，セラミックス，28-2（1993），156。
  - 6) セラミックス，27-9（1992）。
  - 7) セラミックス協会100年記念パンフレット，セラミックスってなんだろう？（1991）。
  - 9) 高，日本学術振興会将来加工技術第136委員会第3部会第13回研究会資料（1991）；ファインセラミックス，55（1991），63。
- 付記：本論中の模式図は，日本自動車整備振興会連合会，三級自動車シャシ，（1981）。同，三級自動車ガソリン・エンジン，（1982）。同，三級自動車ディーゼル・エンジン，（1986）。全国自動車整備専門学校協会編，ディーゼル・エンジンの構造，（1978）。同，自動車用電装品の構造，（1979），より使用した。