

世界の自動車

—その技術の現状と将来—

名古屋大学工学部* 牧 忠**
" 寺 田 耕***

まえがき

戦後20年近くが経過し、わが国の自動車は、貿易の自由化によってはいって来る外国車を、その総力をあげて迎え撃たねばならない立場におかれている。この20年間にわが国の自動車技術者、特に製造にたずさわる人々は経済的、技術的その他のあらゆる困難な諸問題にとり組み、本当に血のにじむような努力によって、国産車を今日の状態にまで育成して来たのである。特に乗用車については、わが国では未知の多くの新技術を外国から学びとることが国産車の急速な発展のためにどうしても必要であった。そのため、外国の諸会社との技術提携をした例もいくつかあり、これに国内における新技術の開発が加わって、今日のように自動車を諸外国へ輸出することも可能となって来たのである。しかし、全般的に見るとやはり先輩諸国にはすぐれた技術が多く、われわれが参考とする点も多々あるので、この機会にこれらも含めて概観し、併せて国産車のことも考えてみることは意義のあることと思う。紙面の都合で大部分が乗用車に関する事柄で、貨物車についてはわずかに触れるにとどまることをご諒承いただきたい。

1. 車 体

自動車が次第に高速化して行くのは自然の傾向であり、欧米では最高時速が 200 km/h を越え 300 km/h に達する乗用車もいくつかある。これは高速化に伴う車体の空気力学的形状の再検討による成果と思われる。古くは 1937年のリンカーン・ゼファ、また現在でもその姿を変えないフォルクスワーゲンなどに見られる流線型でなく、ちょうどこれを境界層のはく離点附近で切断して後部をはぶいたような形状も最近の高速乗用車に見られ、他方これに対抗してファストバックのスタイルも65年型アメリカ乗用車に復活し始めている。切断後部をもつものとしてはたとえば Abarth 1300, Aston Martin, Lola

Coupé, Ferrai 3.3l, MGB Coupé, Ford GT, Ghia Coupé 2.3l, Porsche GTS 904, BMC Sebring Sprite などがあり、図1は Ghia Coupé として1964年のジュ

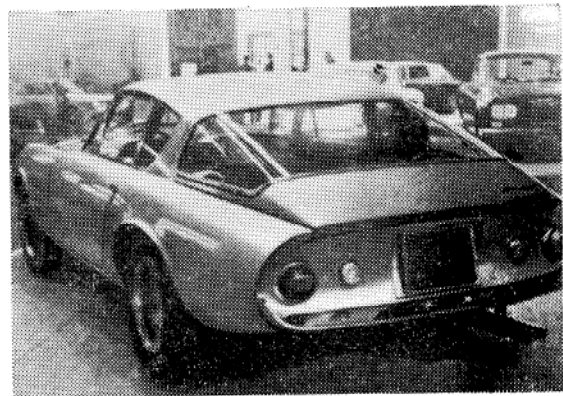


図1 Ghia Coupé, 2.3l (Auto, Motor u. Sport より)

ネーヴ・ショウに出品されたものである。

高速化に伴って忘れてならないのは乗員の安全性であり、これについては安全ベルトの装置とか車室内装、特に計器盤附近に衝撃を吸収するパッドを張るなど、多くの手段がとり入れられ始めている。安全ベルトについてはその形式と強度に関して多数の研究発表が見られるが、それ以前の問題として、衝突時に乗員が失神し、しかも車体が炎上した場合に、もしベルトがなければ車外に投げ出されて助かることも考えられ、運転者の中にはベルトを用いたときの安全性についてなお疑問を持つ人も多い。車体の側から安全性を追究した例としては1963年のトリノ・ショウに出されたピニンファリナ設計の PF Sigma が代表的なもので、図2に見るように、車室

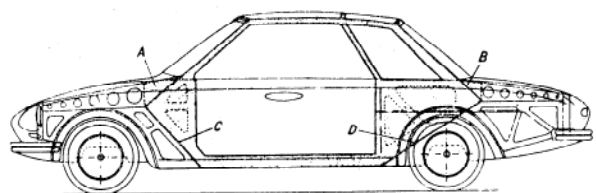


図2 PF Sigma の骨組 (ATZ より)

* 名古屋市千種区不老町

** 教授

*** 助教授

部分は強固な骨組によって形成され、その前後には下向きに傾斜した強い棒があり、衝突の際にエンジンなどが車室の下へ押しやられ車室内にはめり込まぬようになっている。またドアは開き扉を使わず車の側面に沿って後へスライドしつつ開く形式である。安全ベルト装着時の死因で最も多いのは、ベルトが伸びた後その反動で身体が後へ強くたゞきつけられたときに首を折ることで、その対策として同車では各座席に頭を支える枕がある。

英国の Rover 2000 においては特に車体の生産性向上に適した構造が用いられている。これは英国自動車工業界が過去5年余の間に行なった小型車の近代化に続いて中型車の近代化を始めたことを示すもので、その車体は独立した骨格をもっていて、これに屋根を含む各外板が組立の最終段階でねじで取り付けられる。この方式は生産工程中での外板の損傷を防ぐとともに生産性を向上させ、また修理に際しても便利な構造である。図3はその



図3 Rover 2000 (Auto, Motor u. Sport より)

図4 合成樹脂製荷箱をもつ輸送車 (ATZ より)

外板をはずした状態を示す。

また軽量化のために合成樹脂で車体を作ることが数年来市販車にも採用されるようになり、Lotus Elite, Porsche GTS 904, Chevrolet Corvette など主としてスポーツ型の車に应用されるばかりでなく、その耐蝕性の面も大いに活用し薬品、燃料などの輸送車にも採用される。最もよく用いられるのはガラス繊維入りポリエステル

ルであるが、この他にもエポキシ、アクリル、ブタジエン、スチロール、フェノール、シリコンなど自己硬化性のもの、ポリカーボネート、ポリアミドなど熱間塑性をもつものが将来はその性質に応じて各所に使われるようになると思われる。図4は合成樹脂製荷物室をもつ輸送車の例である。

2. 車輪懸架

戦後の車輪懸架法として特徴的なものは流体懸架法と関連懸架法である。流体懸架法が特に世間に知られるようになったきっかけは1955年に発表された Citroen DS 19 で、その窒素と油を用いた緩衝機構により車高の調節も自動的に行なわれ、三種類の車高が運転席のレバーで選択できる。これは現在の技術水準から見ても非常に進んだものといえる。関連懸架法は1948年以來の Citroen 2CV, 1961年以來の Citroen Ami 6 などに用いられ、特に新しい考えではないが、これらはいずれも同側にある前後輪の緩衝機構を純機械的にリンク仕掛けで連結したもので、これらの小型車の乗心地を従来のものから大巾に改善するのに役立っている。

1962年に BMC から出された前輪駆動の乗用車 Morris 1100 と MG 1100 においては流体を関連懸架に用いその特異な緩衝性能を誇っている。これは Hydrolastic と呼ばれ、各輪に図5のような筒型容器があってその中には

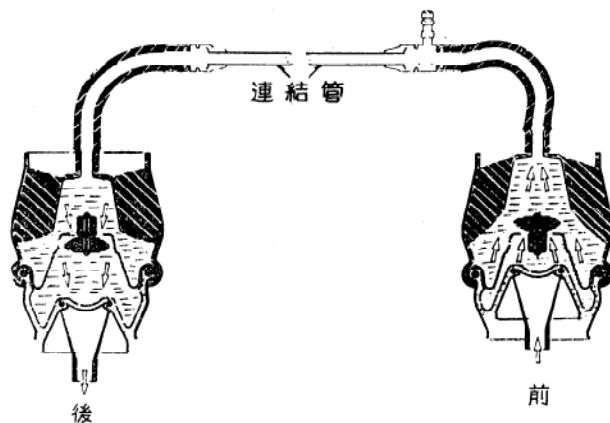


図5 Hydrolastic 懸架装置 (ATZ より)

16気圧の圧力で水70%、アルコール20%、防蝕剤10%からなる液が封入されている。この筒の上端にはリング状のゴムばねがあり、車輪から上向きの力がかゝれば液圧が上るとともにこのゴムも変形して緩衝する。筒の中程には隔壁があって、それには絞り作用を以てダンパの役を果す特殊な弁がついている。筒の下端はナイロン布で補強したブチルゴム膜で閉じられており、上端にはホースが接続されている。前輪が持ち上がると同側の後輪の

方へ流体が移動して車体後部を高目に持ち上げて前後の釣合をとる。前後に同時に上向きの力がかゝった場合は前述の筒上部のゴムの変形で受ける。この緩衝法は1964年秋に発表された Austin 1800 にも採用されている。特殊な例としては図6のようにこれをレーサに用いたもの

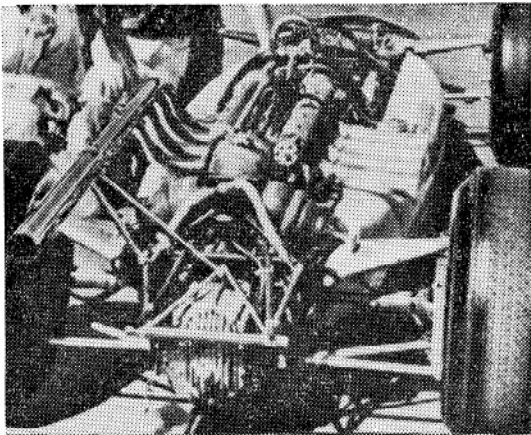


図6 流体関連懸架を用いたレーサ (Auto, Motor u. Sport より)

もある。

懸架機構には多くの給油個所があって定期的にグリースを補給することが長い間常識となっていたが、この給油の手間を省略しようとする努力が近年になって実り始めた。欧米では 30000~50000 km 給油不要とした車が、Opel, Ford, Vauxhall など次々と現われている。わが国ではプリンスがいち早くこの種のサービス・フリーの設計をスカイライン 1500 に採用し、しかも欧米諸車の場合とことなり普通のグリースを用いてこの目的を達している。

わが国では一方では高速道路が現われ始め、他方にはまだ悪路が至る所にあるため、この両極端に適応して良好な乗心地と安定性を発揮する懸架方式が望まれており、各社ともこの問題に真剣に取り組んでいる。大型バスにおいては数年来空気ばねを用い乗心地の改善がはかられているが、この方式では 1 c/s 以下程度の非常におそい上下振動によって酔う場合もある。

3. エンジンおよび動力伝達機構

エンジンの最近の傾向としては高回転、高出力に向かつており、特にわが国では自動車税の関係からその傾向が強く、エンジンの耐久性がそれによって幾分犠牲になっているのではないかとさえ感じられる。これは特に中小型車の多い欧州においても云えることである。わが国では高出力化のためにガソリン噴射を市販乗用車に用いた例が見当たらないが、欧米車にはこれを採用している例

が少なくない。シリンダ内への直接噴射のものとしては二、三年前まで作られていた Mercedes Benz 300 SL が有名であるが、その後は吸気管噴射が圧倒的に多くなり、現在の230 SL, 220 SE, 300 SE, 600 など同社の製品以外に Peugeot 404 などこの方式である。Peugeot 404 は気化器つきのももあり 70 PS の出力であるが、噴射型のは 88 PS に出力が増大している。高回転を得るためにはカム軸をオーバ・ヘッドに設けいわゆる OHC といわれる配置を採用することも各方面で行なわれ、その駆動手段としてはチェーンまたは歯車を使うのが普通であるが NSU Sport Prinz は偏心装置とロッドを用いている。また一列のシリンダについて頭上カム軸を2本用い、それぞれ吸排気専用になったものもある。OHC で特徴的なのは Lancia Fulvia のもので、12°という狭い角度でV型に配置されたシリンダ上部に2本のカム軸があるが、そのおのおのがその側の吸排気を司るのではなく、一本は両シリンダ列の吸気を、他の一本が両シリンダ列の排気を操作する。

高回転化に伴って往復部分の慣性力を小さくし、高出力化のための高圧縮によるノッキングを防止するために高回転高出力型のエンジンでは多気筒化することが行なわれる。しかしこれによりエンジンは高価になるので、価格を顧慮する必要のない超高級車のクラスで円滑な回転を重視する場合とか、超高出力を望むレーサなどにおいてのみこの方法が採用されている。たとえば Ferrari の乗用車 330 GT には12気筒V型 4000 cc が用いられ、6600 rpm で 300 PS の出力をもち、最高速度は 245 km/h である。極端な高出力化の例としては Maserati のレーサ用のもので 1500 cc V型12気筒燃料噴射エンジンがあり、14000 rpm において 225 PS を出すといわれる。

タペット調整の不用なハイドロリック・タペットは国産車においてもパブリカその他に用いられているが、アメリカでこれが一般化されているのに反し、欧州では従来用いられていなかった。その理由としては、タペット1本当たり2マルク近く高くつくこと、その採用の前提となる良好なオイル・フィルタをもつエンジンがあまりなかったこと、突棒とカム軸などの曲がりによる本来のものでない隙間が生じてもそれに応答し無理が生ずる恐れのあること（この危険性は高回転において大きくなる）、さらに普通のタペットより重いためにこの部分の往復質量が増すことなどから高速エンジンに適しないと考えられて来たことが挙げられる。それで Opel Kapitän と Admiral にこれが用いられるようになったことは、欧州車のエンジンとしては一つの出来事といえる。

気化器の分野において最近話題となるのはドイツの Glas 1004, 1204 TS, 1300 GT に用いられている Solex

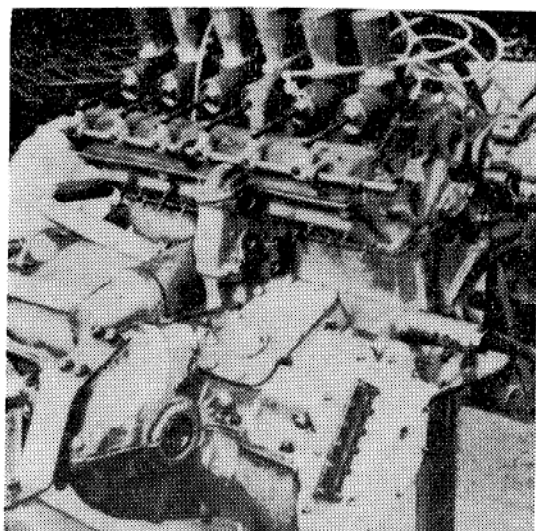


図7 Maserati の12気筒V型エンジン（出力は中央からとる）（Auto, Motor u. Sport より）

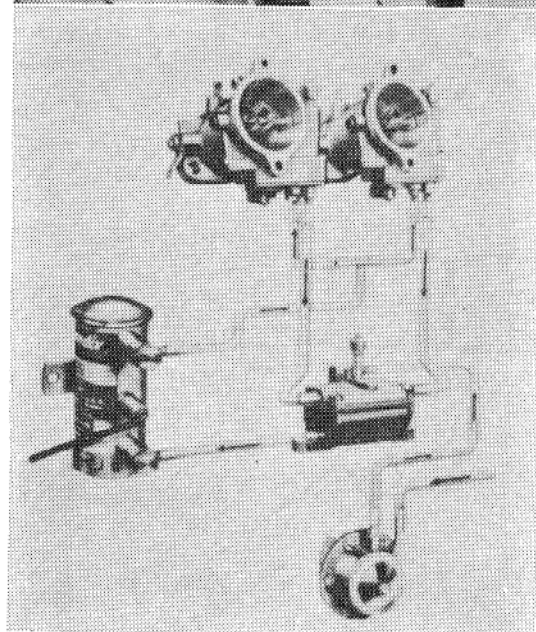


図8 Solex 35 RH 気化器（Auto, Motor u. Sport より）

35 RH 型で、これにおいては浮子室をノズル部から遠くはなれた所に設けてあり、こゝから2本の気化筒へ燃料を供給する。この方式の特徴はエンジンが高温になってもパーコレーションの心配がなく、またエンジンの振動により燃料に泡が混入するのが防げることである。また気化筒内のノズルからエンジンに供給されなかった余分のガソリンは浮子室へ戻るようになっているので、気化筒には常に冷たいガソリンだけが存在する（図8）。また気化器のガソリン溜めでの油面を一定にするのに浮子を使わずオーバーフローを利用したものとして Porsche 901 に用いられている Solex 40 PI 型があり、これも泡を避けるのに有効と思われる。一方、自動チョークによる始

動の容易化の機構としてはエンジン冷却水を気化器に導き、その温度が上がってくるとチョーク弁を開くようにするものがある。空冷エンジン用としては発熱体に電流を流し、その温度によってチョークを操作するものもある。

冷却液の封入によるサービスの簡単化はしばしば行なわれるようになり、たとえば Ford Taunus 12M では2年間有効とされており、Renault R8 においても同様な方法がとられている。国産車ではセドリック・スペシャルが冷却液の2年密封を行なっている。

エンジン・オイルについても長期に亘って抜きかえを要しないようにする努力が各方面で見られ、Ford Corsair では7500 km でオイル交換をすればよいことになっている。

動力伝達機構のうち変速機についての最近の傾向の一つは、中小型乗用車にも流体トルク・コンバータつき自動変速機が用いられるようになったことである。大型車の多いアメリカではすでに乗用車の大部分にトルク・コンバータが採用され、これが主流になっている。欧州ではこの約2年来ドイツのZF や英国の Borg Warner の工場で、1.5~2.5l エンジン用の小型トルク・コンバータつき自動変速機が作られるようになって、その利用範囲が広まりつつあり、わが国でも後者を輸入して日産自動車では乗用車に取りつけている。他方、わが国内においてもトヨタでは独自の開発によるこの種の自動変速機を数年前から同社の車に取りつけ、さらに最近では他社でもこれを利用しようとする傾向が見られる。

小型乗用車の車室をできるだけ広くしようという努力の現われとして、最近前置きエンジン前輪駆動の車が欧州でいくつか生産されている。これは前後輪への重量配分の関係から旋回時の走行安定の面でも有利であり、Saab, DKW, Citroen 2 CV などは古くからこの方式をとって来たが、近年になって BMC が Austin Seven, Morris Mini Minor などに続いて Morris 1100, MG 1100, Austin 1100, Austin 1800 など Alec Issigonis の設計になる数多くの前輪駆動モデルを発表し、その車軸寸法に対する車室の広さを誇っている。運転者の脚を前に伸ばせるようにするためにそのエンジンは横向きにおかれている。一方 Ford の Taunus 12M では四つのシリンダをV型にすることにより、クランク軸を34cm という短いものとし、エンジン全体を前車軸より前におさめることにより、登坂時の前輪荷重の減少も防いでいる。図9に Morris 110 と Taunus 12M のエンジン配置を示す。

4. 制 動 装 置

数年来、欧州乗用車にはディスク・ブレーキを装着す

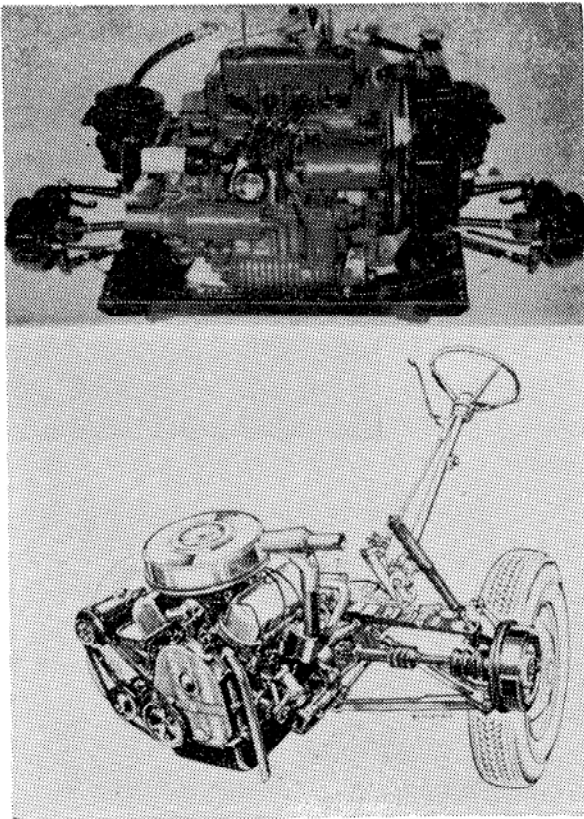


図9 前輪駆動機構 (上) Morris 1100, (下) Ford Taunus 12M (ATZ より)

る傾向が次第に強くなって来ている。これは摩擦面の冷却が良好なことによってフェーディングの現象が起きにくく、常には一定の制動性能を確保することができるからである。特に高速車ではこの性質が重要なため、ディスク・ブレーキを前輪または前後輪に用いることが多い。この種のブレーキでは制動片をディスクに圧着する力がドラム式のものに比して大きくなければならず、そのためにペダルの踏力

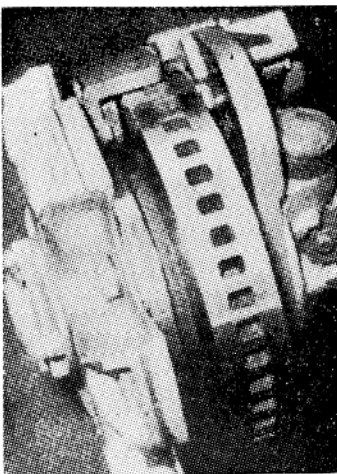


図10 Auwärter の大型ディスク・ブレーキ (ATZ より)

も大きくなりやすいが、最近はこの点も徐々に改善されつつある。特殊な例としては重車輛用のものとして図10のようなものもある。わが国の市販車ではベレット GT、スカイライン GT にオプションで、コンテッサ1300クーペには標準装備としてつけられている。アメリカでは65年型からいくつかの車に標準装

備としてつけられ、ほかにオプションの装備としては多くの車に用意されつつある。

ブレーキの油圧配管が損傷しても制動力が無くならないための安全手段として、前後輪の油圧系統を分離し、マスタ・シリンダを2本あるいは1本のマスタ・シリンダ内にピストンを二つ使い、それぞれ独立の2回路で制動する方式が使われる。踏力の関係その他から後者の方が圧倒的に多く使われ、わが国でもトヨタ・クラウン・エイトや三菱デボネアに用いられ、今後も次第にその使用範囲が広がると期待される。

制動時に車輪が路面でスリップするのを防止するための機構が最近各方面で考えられ、すでに市販されつつある。左右後輪について一括して制動油圧を車輪のロック直前に制限するものとしてはジェノア大学のフランチア教授の提案したものがあったが、最近ドイツで考案された左右後輪について個々に油圧制限をする装置が、機能的にすぐれたものとして発表されている。これは図11

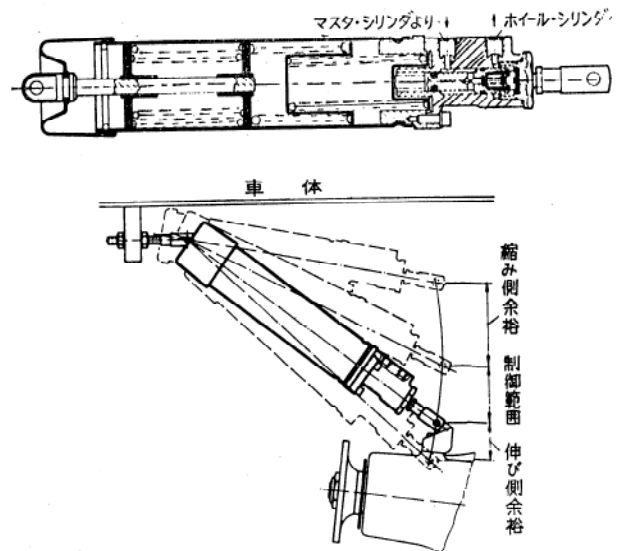


図11 制動付の後輪スリップ防止装置 (ATZ より)

に示すように、伸縮する筒の中に弁が設けられていて、これを車体と車輪の間に取り付け、軸荷重による伸縮を利用するもので、その特性は従来のものと比較して理想に近く、過制動を防止しつつ制動能力は従来の50%増し位にすることができる。

5. タイヤ

タイヤの改良は最近欧米で急速に進歩しつつある。小さい横すべり角で大きな横方向の支持力を得るために、Porsche S 90 が1959年にラジアル・タイヤを標準装備としたのをきっかけとし、その後ドイツでは急速にラジ

アル・タイヤへの関心が高まり、各社が製造を開始した。これはカーカスの繊維をタイヤの直径方向に向けたもので、細いスチール・ワイヤを用いたものと繊維製品を用いたものがある。図12は前者の一例である。横方向の支持力を増す手段としてはこの他に、タイヤのプロファイルを図13のように非対称に、すなわち外側に角をつけた形とし、タイヤの役目のうち、横方向の支持をこの角部で持たせ、加速とか制動の機能は主としてその他のトレ

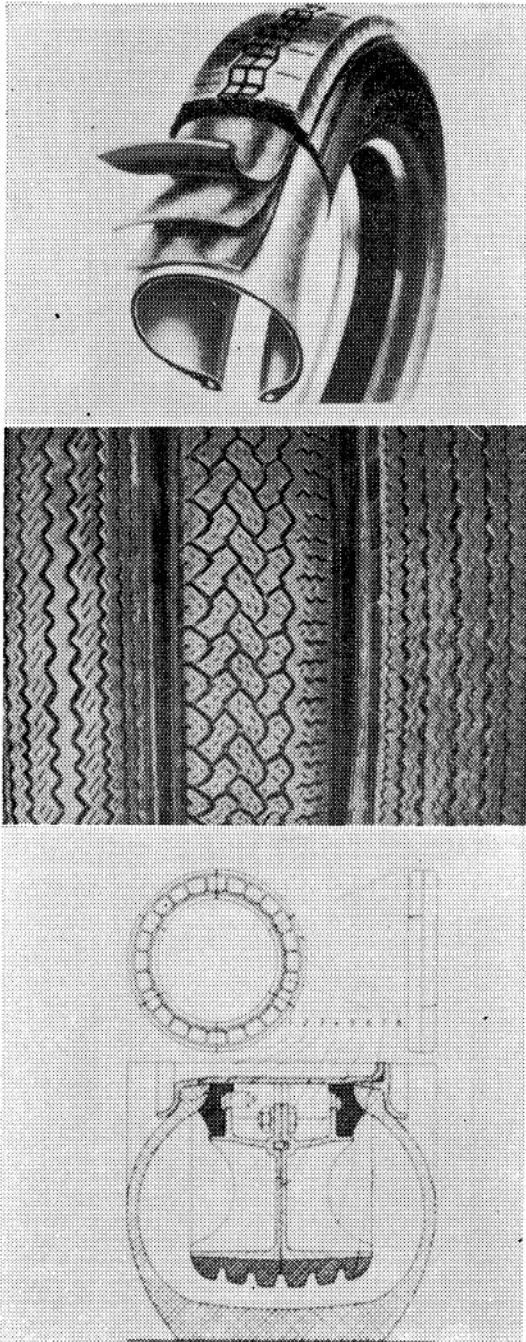


図12 ラジアル・タイヤ

図13 非対称トレッドのタイヤ三例

図14 安全タイヤの例（何れも、Auto, Motor u. Sport より）

ッド部で持たせるようにする方法も考えられている。しかしラジアル・タイヤに比して特によい結果は得られていないようである。

タイヤのパンク時の安全性は走行速度が高くなるにつれて重要な問題となる。走行がパンクによって危険にならないようにする手段として、Good Year では Double Eagle と称する二重構造のタイヤを発案し、一部の車に使われているが、これは乗用車用のものだけである。商業車にもこの考えを応用しようと Lemmerz 社では金属製リングをタイヤの内部にもつ型式を製作し、Unimog のベルギー向け軍用車にはこれが採用されている。Leopold Schmid はさらに図14のように、内輪にゴム輪を用いてパンク時の走行性を改善したものを発案している。

凍結した路上とか氷上を走行するためのタイヤは、特にスカンジナビヤ地方で早く発展して来た。しかし最近はこの次第に欧州に広まりつつある。この種のものにはスパイク・タイヤと呼ばれ、トレッドに硬質金属の突起が付けてある。氷上では非常にすぐれた性質を持っているが凍結していない路上を走る時の問題が残されている。

6. 附 属 品

最近の自動車技術の発展は附属装備品の進歩による所が大きく、中でもエンジン関係についてのものが多い。

トランジスタ回路を用いた点火方式はその代表的なものと云える。これにより高速回転時の点火が確実になり、出力の増大とともに点火部品の寿命の延長が大巾に可能となった。点火用高圧回路からの雑音発生の防止のために繊維にグラファイトを塗った電線を用いることは、近年わが国でも研究され、雑音防止協議会でも検討されつつある。欧州では Ford Taunus 12 M が最初の間この種の電線を用いていたが、機械的強度の不足が認められたため1964年6月頃からは普通の電線と抵抗体との併用に戻った。しかし Opel の Rekord と Kadett, VW 1200 と 1500 には現在なおこれが用いられている。次に点火栓は熱的、化学的、機械的に苛酷な条件下ですぐれた電氣的性能を発揮させる必要があるが、Bosch では白金電極の点火栓を開発し、これらの問題を大巾に解決の方向へ進めている。電極形状の改善と相まって極附近のガス流動もよく、点火性能の向上、各サイクル間の点火の均一化、点火電圧の低減、高耐蝕性による極間隙点検の不要化、熱価範囲の大巾な拡大などがこれによって達せられている。

VW ではエンジンの過回転防止器を VW Transporter に標準装備している。これは吸入管の途中に設けた弁が、混合気流量が過大になると自動的に閉じるようにしたも

で、Solex の姉妹会社 APG で作られている。またエンジン・ブレーキ時に燃料が供給されないように、アイリング・ノズルに設けた電磁弁を吸気圧によって働らスイッチで操作する装置がドイツでは Wiromatic という商品名で市販され、わが国でもこの種のものが製作れ始めた。これにより燃料消費量は10%程度減少するられる。一方排気消音器の寿命を延長するための方として、消音器の内外面に99.5%のアルミニウムをメリコン方式で吹きつけることが効果を上げることがわり、すでに Vauxhall ではこの方法を採用している。

一般的傾向と将来

首都交通の現状から、遠隔交通用道路で長時間にわたる高速で走るための乗用車は高性能を追求する結果、次てスポーツ的となりグランツーリスモ化しつつある。この種のものとしては Ford Mustang, Plymouth Baruda, Porsche 901 が最近生まれているが、イタリーはかなり以前からこの傾向が強く、Ferrari, Maserati, arth, Alfa Romeo などが多くの高性能車を造ってい

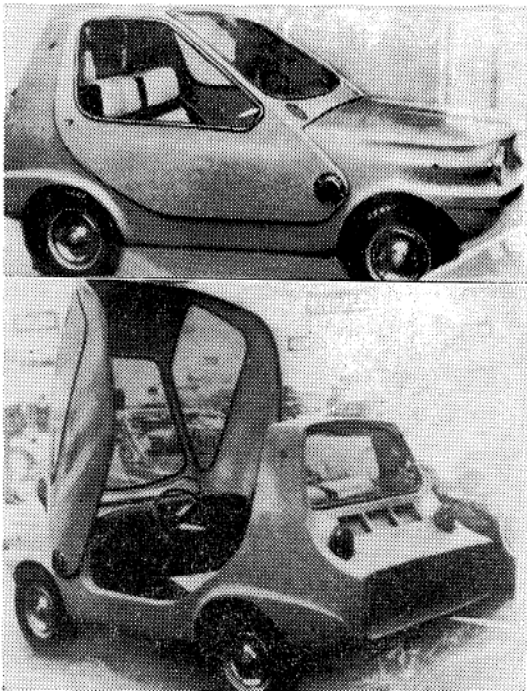


図15 市街地用小型車 Sibona Basano

る。他方大都市内での混雑や駐車難を緩和するための市街用乗物も考えられつつあり、図15は昨年のトリノ・ショーに出品されたこの種の車の一つで Fiat 500 をベースにした Sibona Basano で、乗降の際には風防と屋根の部分が開く。また一部には乗用車のトランクにはいる超小型スクーターの類も考えられている。また運転の容易化も現在の傾向で、自動変速機の採用率は次第に増大しつつある。しかし、手動変速機を好む人も相当あり、全車が自動変速機となるとは考えられない。

最近わが国でも Wankel 式回転ピストン・エンジンが一般の話題となっており、この種のエンジンをつけた NSU Wankel Spider はすでに市販されている。この種のエンジンが現在の往復動型エンジンと全く同様の評価と信頼性を得るのも近い将来のことであろう。わが国でもマツダでは図16のような試作車を出している。ガス

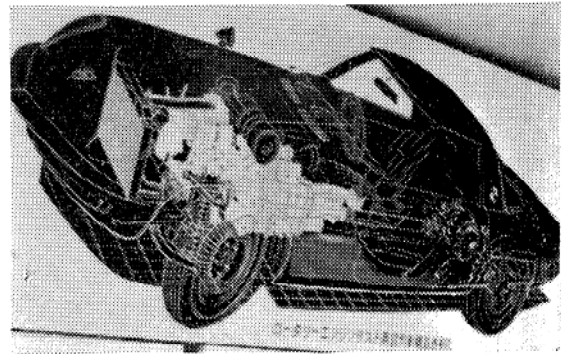


図16 マツダのロータリ・エンジンつき乗用車 (筆者撮影)

・タービンの自動車への応用は大型大馬力車に限られるのではないかと予想される。これは経済性の点からそうならざるを得ないであろう。自動車全般について今後はさらに人間工学および安全工学の立場からの研究が推進されるであろう。これは地味ではあるが必要なことである。

以上、世界の自動車の現状と、近い将来についてごく簡単に展望を試みたが、これは国産車と外国車を対立させて考えたものではなく、国産車も世界の車に含めたような見方で世界の現状と傾向を概観したという形式のものである。拙文が諸賢の御参考となれば幸甚である。