

自動車に関する研究問題

平尾 収

自動車の研究は性能のよい自動車をつくるためのもので、その内容としては理学的な色彩の濃い一般工学の基礎的な分野とも考えられる部門から、抽象的な自動車を論ずる部門を経て極めて具体的に技術的な自動車の問題を取り上げる部門に至るまでが含まれており、よい自動車を作り上げるためには、このいずれの部門をも省略するわけにはいかないのである。

ここで理学的な色彩の濃い一般工学の基礎的な分野に属する問題とは、たとえば金属の表面の性質に関する研究とか、液滴の高温気流中における蒸発、燃焼の問題などのように、自動車のみでなく工学の多くの部門に対して広く基礎となる研究問題を取り扱う分野である。

次に抽象的な自動車の研究問題とは、たとえば自動車の用2サイクル機関の吸入効率の問題とか、自動車の力学的特性と乗心地の問題とか、舵取装置の剛性と操縦性の問題というように、問題の性質は自動車に限定されるものであるが、フォードに対しても、ダットサンに対してもトヨペットに対しても、それぞれその結果を利用して得るような形において取り上げられた研究である。

最後に生産現場における技術的な研究問題とは、たとえば、ダットサンの燃費をさらに向上するにはどうすればよいかとか、トヨペットの乗心地をもっと良くするにはシャーシばね、ショックアブソーバ、座席のばねなどをいかに変更すべきか、あるいはルノーをほこりの多い日本の道路で使用するのにエアクリーナ、空気取入口などいかなる対策をほどこすべきか、などのようにある特定の車に対する具体的な方策を求めるための研究である。

もちろん以上三つに分けて述べた研究問題は、はっき

り区別があるわけではなく第一のグループと第二のグループの間にはその中間的なものが無数に存在し、第二のグループはまた連続的に中間的な性格の研究問題を経て第三のグループに連なるのである。

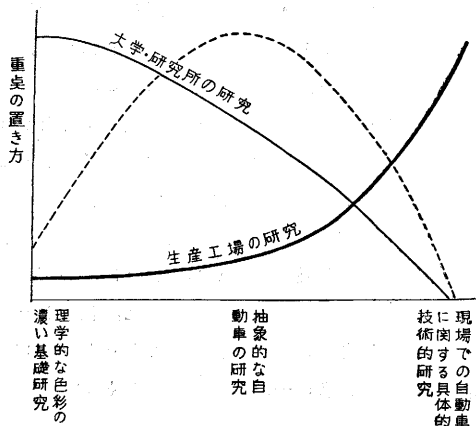
しかして現在自動車生産工場において行われている研究のやり方はその重点の置き方が第1図の太実線の如きものであろう。しかして従来の大学の工学部あるいは、その付置研究所における研究は同図の細実線の如き重点のおき方であったといつてよからう。そして自動車の研究として中心となるべき最も重要な、前述の第二のグループに属する種類の研究、すなわち抽象的な自動車を取り扱う分野に谷間ができていたのである。このような現象は自動車工学のみに見られるものではなく、広く工学の各分野に共通な欠陥として指摘、反省されてきたことであって、生産技術研究所の設立された趣旨もまさにこの谷間を埋めることにあったのである。

しかしてこの谷間、すなわちこの場合には抽象的な自動車の研究問題を論ずる部分は、われわれがせまい意味で自動車工学と称しているものとはほぼ一致するものであるが、このような谷間は自動車に関しては、わが国のみに見られる現象ではなく、程度の差はあっても世界的に共通な現象のようである。すなわち自動車は欧米においてその大きな資本力と工業力を背景として cut & try 式な手段によって進歩してきたといつてよからう。しかし戦後欧米においても漸く系統的な研究の成果が少しずつ発表されるようになり、いわゆる自動車工学の体系が整いつつある。この意味では自動車工学はまだ未完成の学問分野であるといえる。このような見地から、自動車工学の体系を考えてみると今後研究しなければならない問題が、おのずから明らかになってくる。しかしてこの学問体系は研究の進展によって明らかになってくる性質のものであるから自動車工学のうちでも比較的研究の進んでいる分野は細かい所まで形を整えることができるが、そうでない部分は、莫然とした項目をあげ得るに止まる。とにかく現在の段階で自動車工学の体系を一応考えてみると第1表のようになった。以下各項目について説明してみよう。

1. 性能論

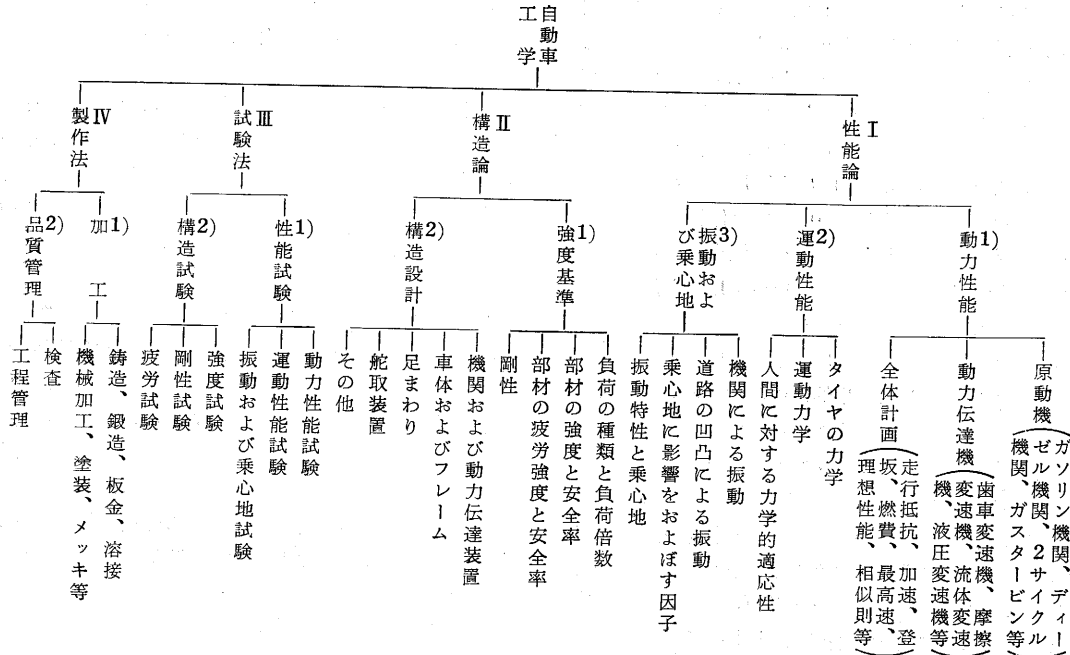
これは自動車に乗ってみたときにその評価の主な要素となるもので自動車工学の中心をなす部分である。これをさらに (1) 動力性能、(2) 運動性能、(3) 振動および乗心地の三つに大別する。

(1) 動力性能



第1図

第 1 表 自動車工学の体系



これは自動車の最高速度，加速性，登坂力，燃料消費率のように機関の出力やその性能諸元および動力伝達機構ことに変速機の性能諸元に，密接な関係のあるものである。この分野は自動車工学のうちでは最も開拓されておりむしろ自動車の研究と称するものはほとんどこの分野に限られていたといっても過言ではあるまい。これはさらに i) 原動機，ii) 動力伝達機，iii) 全体計画 の三つに分けることができる。

i) 原動機の研究 これは自動車用原動機としていかなる性能が要求されるか，またその要求を満たすにはいかにすればよいかを研究するもので，この部門で現在の主流をなすものはガソリン機関，ディーゼル機関に関する研究であって，軽量，小型で大出力を出し，燃料消費率を減らし耐久力を増し，騒音を減じ，かつ価格の安いものとするのが常にねらいになっており，このような見地からすべての研究問題が取り上げられている。たとえばシリンダ内の燃焼に関する研究，吸入効率に関する研究，2 サイクル機関の掃気に関する研究，機関の高速化に伴う諸問題の研究，過給に伴う諸問題の研究，などは主として出力増加のための研究といえよう。また，気化器に関する研究，吸気管における燃料配合の研究，燃料噴射に関する研究，などは燃料消費率を減ずることに関連の深い研究といえよう。また，潤滑油および潤滑法の研究，油清浄器の研究，空気清浄器の研究，ピストンリングおよびシリンダのクロームメッキの研究などは耐久力を増すことに密接な関係がある。また，排気消音器の研究，ディーゼルノックに関する研究などは騒音を減らし静しゅくな機関を得るための研究である。価格に関し

ては機関の機構や構造に関連して材質加工程度などに対する要求が定まってきて影響を与えるということはあるが，むしろ製作法の分野における研究問題である場合が多いのではないかと考えている。この外に油ポンプ，水ポンプ，冷却ファン，放熱器などの補機に関する研究も重要であって多くの研究が行われている。しかしこのようにして細分化して考えてゆくと内燃機関工学の分野，流体機械工学の分野あるいは伝熱工学の分野に属する問題につながっていく。これは自動車が航空機や船舶と同じように工学のほとんどすべての分野にわたる広い基礎の上に立つ総合的な，生産物であることによるものである。

以上のいわゆる往復動熱機関に関する研究の外に新しい可能性としてガスタービン自動車用原動機として使用するための研究が一部では行われている。

ii) 動力伝達機の研究 これは自動車の動力伝達機構としていかなるものが要求されるか，またその要求を満たすためにはいかにすればよいかを研究するもので，普通はクラッチ，変速機，推進軸，終減速機などの問題に分れる。クラッチでは単板乾式，多板湿式など機構上の問題の外に摩擦面の材質，耐久力などの問題がある。変速機はさらに機構上歯車式変速機，摩擦式変速機，流体式変速機に分類することができ，歯車式変速機は現在最も広く使用されており，遊星歯車を用いるものなど，いろいろな方式のものがあるが歯車の加工，精度に関するものが最も重要な問題である。摩擦式変速機は自動車の発達の初期には用いられたこともあるが現在では全く使用されていない。しかしバイエル無段変速機なども現在

他の目的用途には生産されており自動車用を使用し得る可能性も十分存在すると思われる。流体式変速機としては流体力学的な力 (hydro dynamical force) を用いるものと流体の圧力 (hydro statical pressure) を用いて動力を伝達する方式のものが考えられ前者は 1930 年代から基礎的な研究が始められているが、戦後米国で広く実用されるようになって理論的にも実用的にも急速な進歩が行われつつある。後者については流体機械として、いろいろ困難な問題が多く効率の点で難点があるが最近構造および加工上の進歩によって自動車用にも使用し得る可能性が出てきたといつてよからう。いずれの場合も効率良くかつ速度比を連続的に変化したいという性能論からの要求をいかにして実用的に満たすかということがこの変速機構に与えられた命題となっているのである。

次に推進軸に関する問題の主なものとはガタを伴う振り振動の問題と、長い軸が高速で回転するための振れ回り振動とであり、これ等に対する対策は機械振動論による解析の結果を用いて種々の考案がなされているが、最近ではコンピュータの進歩により従来解析の困難であったガタをとるところに有する振動系の問題もかなり系統的に扱ひ得るようになってきている。また終減速機に差動機構を用いて自動車の操縦性能に大進歩をもたらしたのはもう古いことであるが、はずばペーベル、ハイポイドペーベルなどが機構学的な歯車の研究によって使用されるようになり、その加工法、精度の問題、耐久性、潤滑法などの研究によって静しゅくな小型で強度の大きな機構が得られるようになってきている。

このように動力伝達機構としては伝達効率の増大、振動 (振り振動、ふれ回り振動) の除去、自由な速度比の選択、騒音の防止、強度、耐久力の増加などに関連した研究が必要である。

iii) 自動車全体計画の研究 これは自動車の原動機、動力伝達機構、および大きさ形状の三者をいかなる関係に選べば動力性能のすぐれた自動車が得られるかを研究するもので、原動機や変速機の特性に対する要求もこの研究の結果から出てくるものである。たとえば普通の歯車式変速機を伝達機構に用いる場合には機関の性能に対する要求の一つは最大回転力が約 2,000~2,500r.p.m. 付近の回転数で得られることである場合が多いことはよく知られていることである。また変速比の値、およびその段数などに対する要求も出てくるわけである。また流体変速機、無段変速機の性能に対する要求や、その機関との容量の組合せの選択、制御の方法、さらに理想的変速機の具備すべき条件、あるいは無段変速機を使用するときの理想的な制御方法、およびそのときの性能などに対する解析的な検討によって新しい原動機や変速機を導入し得る可能性を論ずることも重要な問題である。またこの場合走行抵抗に関する研究も重要な分野になる。こ

れは古くから多くの研究が行われているが、自動車の形、タイヤの性能の変化や進歩により、また自動車の高速化により新しい問題が次々に生じつつある。

(2) 運動性能

これは走行中の自動車の安定の問題、また、操舵を加えたときの自動車の運動の仕方など、運動力学的な性能を取り扱う。この内容としては i) タイヤの力学的性質の研究、ii) 自動車の運動力学の研究、iii) 人間の特性に対する力学的適応性の研究の三つに大別することができる。

i) タイヤの力学的性質の研究 自動車の運動は主としてタイヤと地面の間に作用する力によって起る。進行方向に作用する力がころがり抵抗力であり、これと直角方向に作用する力がコーナリング力といわれるものであるが、これらの力がいかなる力学的な法測によって支配されているかを研究するもので、これによって自動車の運動を論ずる場合の作用力に関する知見が得られることになるわけである。これに関する研究はタイヤの歴史と共にあるわけであるが、タイヤの形状、諸元の進歩や変化、自動車の高速化によって新たな問題が次々に提起されている。

ii) 自動車の運動力学の研究 自動車は最も単純化した場合でも力学的に 2 自由度の系と考えなければならぬし、またピッチング、ローリング、ヨーイングなども考え少し精密な議論を行おうとすると 18 の自由度を有する複雑な力学系となる。そこでこのような系が種々の走行状態においてどのような運動をするか、またハンドルから操向輪に至る機構の力学的な性質すなわち剛性、減衰力、車輪のアライメントなどの影響をも考えてその安定、不安定の条件、状態などを研究するもので自動車の安定性、操縦性、制動時の運動などを明らかにしてゆくものである。この分野の研究は力学的に非常に複雑な問題を含んでいるので従来あまり系統的な研究は進んでいなかったが戦後自動制御の部門における数学的手法の進歩とコンピュータの進歩によって最近急速にこの分野の研究は進展しつつある。日本においても、欧州ことにドイツにおいてもまた米国においても種々の研究の結果が発表される情勢にある。

iii) 人間の特性に対する力学的適応性の研究 これは人間が自動車を操縦する場合に自動車がどのような力学的特性を持っていればよいかということ、人間の平均的な操舵に対する能力や、特性に関連して研究するもので、これには自動車を操縦するという立場からの人間の性能の研究と、そのような人間に対してどのような性質の自動車が最も操縦しやすいかを研究する面との二つがあると考えられる。これらは自動車の操縦のしやすさを測定するものさしを作る仕事である。また操縦性のよい自動車ということが力学的にどういうことであるかを解

明するための研究であるといってもよいと思う。このような意味における研究はジェット戦闘機など人間の能力ギリギリのところで使用するものについてはいろいろ研究されているようであるが、自動車についてはほとんど系統的な仕事としては手がつけられていないといっているのではあるまいか。

(3) 振動および乗心地

自動車の振動は大別して機関および動力伝達機構によって引き起されるものと、道路の凹凸によって生ずるものとしてとることができる。そこでこれらの振動を除くこと、あるいは軽減するために機械振動学の立場からの研究が必要になる。具体的な問題としては、機関の懸架方法に関するもの、推進軸系の振り振動およびふれ回り振動に関するものなどがある。また担ばねおよび吸振器、タイヤなどいわゆる足まわりの力学的性質と自動車の振動の問題を論ずる分野の研究問題がある。これらはいずれも自動車の振動による乗心地という立場から論ずる必要があるわけである。そこで乗心地という概念は、いかなる要素を含んでいるか、ということの解明が必要になる。この乗心地には振動の外に通風換気、暖冷房、ほこり、座席の具合あるいは大きさ、色、騒音などの多くの因子があるはずである。それで、まず、これらの因子が乗心地にいかなる影響を有するかということが問題であるが、そのうちで振動が乗心地におよぼす影響については多くの研究が行われており、自動車の振動特性と乗心地との関係は、一応数量的に取り扱い得るに至っている。

2. 構造論

これは自動車の主要強度部分たとえば車体、足まわり、操向装置などの構造に対して強度上あるいは剛性の上からいかなることが要求されるかということを知ることから始まる。このためには、普通の使用状態において自動車にどのような外力が、いかなる形で作用するかということを知る必要があるが、自動車の場合にはこれがなかなか複雑で困難な問題を含んでいる。自動車の場合最も重要な外力は路面から車輪に加わる力であるが、この外に重力、慣性力、空気力学的な力、およびハンドル、ペダル類に対する人間の操作力がある。しかしなんととっても重要なのは路面から車輪を通して加わる外力がいかなるものであるかということであって、これに関連して所要安全率および剛性の問題をも材料力学の立場から記述したものを普通、強度規準と呼んでいる。この強度規準を完全に真実を物語るものに完備するには実験と理論的研究が必要であり、負荷の種類と負荷倍数、部材の強度と安全率、部材の疲れ強度と安全率、繰り返し荷重の性質とその処理方法、剛性に対する要求とその意識、などに関する研究が必要とされている。

このようにして自動車に作用する外力の様相が明らか

になると、これに対して十分な強度、耐久力、および剛性を有し、かつ性能論の立場から要求される機能を具備する構造を求めるところの構造設計の分野が、必要になる。これはさらに機関および動力伝達装置の構造および設計、車体およびフレームの構造および設計、足まわり装置の構造および設計、舵取装置の構造および設計、その他に分けることができる。この分野の進歩は強度規準および性能論からの要求を満たさんとする努力から生れるものであることを強調しておきたい。

3. 試験法

これは性能試験法と構造試験法とに分けるが、これらはそれぞれ性能論と構造論とによって、何をどのような条件の下で測定し、その結果をいかに整理し、これをどのように評価すべきかが定まってくるものであるが、さらに試験法としては、得られた結果によって性能論や構造論の解析的な研究過程で用いる前提や仮定の当否を明らかにし、性能論、構造論の進歩を促す資料を常に提供する役目を有する、この意味で試験法の整備は極めて重要な命題であり、性能論、構造論と不可分の関係にある。したがって試験法もそれぞれに対応する性能試験法と構造試験法に大別することができる。

(1) 性能試験

これはさらに i) 動力性能試験, ii) 運動性能試験, および iii) 振動乗心地試験にそれぞれ細分され、これらはそれぞれ自動車の性能の解析的研究に必要な資料を提供するわけである。

i) 動力性能試験 現在は加速、登坂、燃費、最高速度、走行抵抗等全体性能の総合的な結果に対する試験が主として取り上げられているが、走行抵抗の測定法については自動車の進歩につれて多くの問題が生じている。また相似則、理想性能等の議論に必要な資料を得る方法の研究も重要な問題であると考えられる。また自動車試験台を使用する試験法についても解決しなければならない多くの問題がある。動力伝達機構、原動機に対する試験法は上述の総合的な結果によってその目標が定まる性質のものであるが、その主力は試験機による台上試験になるのが普通である。殊に原動機の性能試験は本質的には内燃機関としての試験法にほかならないが、その条件の定め方、測定項目などに自動車の特殊な要素を加味する必要が生ずるはずで、これは自動車の性能の変化、構造の変化によって種々変わってくるものと思う。

ii) 運動性能試験 これはさらにタイヤの力学的特性を明らかにするための試験、自動車の運動力学的な諸問題を論ずるための資料を得るための試験、および自動車の運動力学的特性をどのようなものにするのがよいかという問題を明らかにするための、またこれがわかった場合その評価を行うための試験法などに分けることができよう。まず始めのタイヤの特性の試験法については欧米

においてもいろいろな試験機を用いて研究されているし、わが国においてもこの数年来研究が進められており、その試験法についての一応の見通しが得られつつあるが、まだまだ解決しなければならない問題が多い。殊に試験機によって求めた結果と実際の路上における性質との対比、模型タイヤによる試験の結果と実物との相関性、特に相似則などについての研究が重要であると思う。第二の自動車の運動力学的な問題については、自動車の安定性、操縦性の試験をずとしていかなる条件で実験を行い、何を測定し、それらをどのように整理し、かつ理解したらよいか、殊に安定性と操縦性の要素のうちの相反する性質のものをどのような状態におけばよいのか等、根本的な重要問題がほとんど手をつけられていないように思う。この問題は次の人間が自動車を運転する場合にどのような性能をもっているかという問題、すなわち自動車の力学的な特性をどのようなものにすれば運転のしやすい車になるのかという問題に関連してくる。現状では自動車を運転してみて各人の感じによって、安定性、操縦性を莫然と論じているが、系統的な整然とした体系はできていないようである。これらの問題を解明してゆくためには人間の平均的な性能と自動車の力学的な特性との関連を求めることから出発して、自動車の操縦性、安定性を数量的に評価し得るものさしを作ることが第一の重要な課題ではあるまいか、このことが可能になればあとはどのような条件で、いかにしてこのものさしをあてるかという問題になるわけである。このためには路上における実験においては特殊な自動操縦装置 (program steering device) が必要であるように思われるし、自動車試験台上における、操向装置の過渡応答あるいは周波数応答による解析方法を考えることも重要な問題であるように思っている。また模型による実験も特殊な装置を考案することにより有力なる手段となるようにも思われる。いずれにしてもこの分野における試験法はほとんど未開拓の状態にあるといつてよく多くの研究しなければならない問題が残されている。

iii) 振動乗心地試験 この場合に、まず問題になるのは乗心地がよいということがどういうことであるかということ、およびその良さをいかにして数量的に表わすかということである。振動が乗心地におよぼす影響については 1930 年頃から欧米において多くの実験、研究が行われ、これらの実験結果を総合して 1948 年にアメリカ SAE の乗心地委員会において乗心地の見地から上下振動に対して望まれる限界値が提案されており、これが普通 Janeway の乗心地限界線と呼ばれており、振動による乗心地を数量的に表わすものさしとしてよく使用される。すなわち振動乗心地の試験としてはカムを取り付けたドラムによる試験、あるいは特別に用意した波状路面による強制振動試験によって自動車の上下方

向の周波数応答を求めてその結果から乗心地特性を判断する方法、および障害物乗り越え、あるいはステップの通過による上下方向の過渡応答を求めて乗り心地特性を判断する方法などが研究されている。現在ではこのような方法によって上下振動と乗心地の問題については種々の試験法が研究され、ある程度の成果が得られているが、前後、左右、ローリングなどが乗心地におよぼす影響はこれからの問題として残されているといつてよからう。また座席の形、ばねの強さおよびその分布、ダンピング、その他が乗心地に大きな影響を有することはよく知られているが、この問題に対しても最近少しずつ研究が進められているが、解決しなければならない多くの問題が残されている。

また乗心地に影響をおよぼす因子として、通風換気、暖冷房、湿度調節、じんあい、雨もりなどに対する問題も重要であり、これらに関する試験法も一部においていろいろ考案実施されているが、乗心地あるいは居住性などと関連させて、多少とも数量的に取り扱うことはまだ困難な状況である。

(2) 構造試験

これは自動車が十分な強度を有し、また耐久性の点においても十分実用に適するものであるかどうかを試験することが主体となるが、その場合にどのような条件でいかなる荷重を加えて試験すればよいかは完備した強度規準に照らして始めて明らかになるものであることは構造論の説明のときに述べた通りである。この分野の分類としては試験の対称になる部分たとえば舵取装置の強度試験とか、担ばねの疲労試験などとするとも考えられるが、ここでは一応試験の性質によって i) 強度試験、ii) 剛性試験、iii) 疲労試験の三つに分けてみることにする。

i) 強度試験 これは自動車の使用中にある部材に加わる最大の負荷すなわち運用最大負荷によって破壊したり変形したりするかどうかを試験するわけであるが、多くの場合この運用最大負荷が何程であるかということがまず問題になるわけでそれ以後の問題は材料強弱学に属することになる。そこで現在の段階としては試験しようとする部品あるいは部材になるべく自動車の実用状態に近いと思われる状態で負荷を与えることがいろいろと研究されており、そのために実用状態における負荷を測定することが少しずつ試みられつつあるが、このような資料を数多く整えて始めて強度の試験法を考えることができるようになるわけである。

ii) 剛性試験 この分野でもまず剛性が自動車の強度上、耐久力の上においてどのような意味を有するのかということが問題になり、場合によっては剛性の低い方がよいというものや場合もあって、なかなかむつかしい問題であるが、車体などの複雑な構造部分になると剛性の

測定方法自体もむつかしい問題となってくるし、また部分的な剛性も振動乗心地に重要な関連があるので、強度上のみならず性能に影響をおよぼすという立場からも、試験の条件を選択する必要がある。この分野の研究もやっと始まったところであるといってもよいのではなからうか。

iii) 疲労試験 これも今考える部材がどれくらいの振幅の負荷をそれぞれどの程度の頻度で受けるかということを経験規準の整備によって知り得るようになることがまず必要である。また材料力学の分野に属する問題であるが、自動車の疲労試験法を考える場合の重要問題としていろいろな振幅の荷重を同時にいろいろな頻度で受ける場合にそれらの振巾や頻度をどのように処理して考えたらいいか、ということがある。しかしまず実用状態においてどのような振幅の負荷がそれぞれどのような頻度で作用するかという資料を得ることが必要である。

4. 製作法

これは筆者には内容についてよくわからないことが多いが少なくとも性能論、構造論、試験法に対して製作法という分野が考えられるように思ったのである。この内容としては、加工法と品質管理法とに分けられるのではないかと思う。前者はさらに鑄造、鍛造、板金、熔接、機械加工、塗装、メッキ、などの単位加工法の研究にかけられるのではないかと思っている。また後者は検査法と工程管理法とに、分けられるのではないかと思っている。

る。これらの分野についてどのような研究問題があるかということは、二、三考えなくてもないが筆者の知識も乏しいし、紙数も残り少なくなったので割愛することにする。

むすび

以上筆者が現在考えている自動車工学の体系を述べると共にそれぞれの分野における研究すべき事柄をあげてみたが、始めにも述べたように研究が進むとそれにつれて新しい分野が開けてくるのが普通であるから、自動車工学の体系も修正を加えてゆかなければならないものと思う。また自動車の研究をしておられる方々がそれぞれの専門の立場から見られれば第 1 表に掲げた自動車工学の体系に不十分な、あるいは実情に合わない点もあることと思うのでご叱正を賜われば幸いと考える。

自動車はわれわれの生活に身近なものであり、その外見が極めてはなやかなものであるだけに、一般にはどこに工学的な研究問題がひそんでいるかをなかなか理解し難い面があり、たとえば自動車工業全体が協力して共通の問題について研究する組織を作ろうとする場合にも、共通の研究テーマの発見に苦しむような傾きもあるように思われるので、抽象的な自動車を論ずる立場からの研究問題がこのようにたくさんあることを一般に了解していただくだけでも意識があると考え、不備な点が多々あることを承知の上であえて日頃考えていることをまとめてみた次第である。

(1957. 10. 30)

東京大学生産技術研究所報告 第 7 卷第 2 号予告

田 宮 真 著

「船体抵抗比較則に関する研究」

船体抵抗比較則として従来から慣用された法則は、船体抵抗を剰余抵抗 r_r と摩擦抵抗 r_f とにわけ、前者はフルード数のみの函数、後者はレイノルズ数のみの函数として独立なものと考え、かつ r_f を船体と等価な平板（長さと同面積が等しい）の抵抗に等しいとするものである。著者は現在すくなくとも模型船レイノルズ数の範囲でもっとも広く使われている Schoenherr の摩擦係数 r_{f0} を用いて r_r をもとめ、 $r_r \sim r_{f0}$ のダイヤグラムを調べた結果、 r_r が r_{f0} と近似的に一次函数の関係にあることを確め、比例常数 K_1 を船形の函数として求めることに成功した。

この K_1 を使って滑かな実船の抵抗を推定し、試運転成績などから求められた実際抵抗との差を粗度影響として解析を行うと、粗度影響係数が船形、船速にほぼ無関係に、表面の状態だけで定まるという合理的な結果が得られた。

次号予告 (1月号)

巻頭言	
年頭雑記	渡辺 要
研究解説	
最近の蒸蒸器について	中村 亦夫
腐蝕と繰返応力を受ける 構造用鋼の強さ	岡本 舜三 北川 英夫
—腐蝕疲労について—	
光学像の改良についての最近の研究	齋藤 弘義
—光学 おけるフィルターリングについて—	
炭化水素混合液の吸着による分離	福田 義民 河添邦太郎
研究速報	
ひずみ制御法と応力制御法による 一軸圧縮試験結果の比較	三木五三郎 今村 芳徳 宇田川澄子

おしらせ

本誌 11 月号の正誤表は、編集の都合により、12 月号分と共に 1 月号に掲載いたします。