

タービン油の化学的組成と二、三の物理化学的特性

Chemical Structures and Some Physico-Chemical Properties of Turbine Lubricating Oils.

茂庭喜弘* 本間吉治*
Yoshihiro Moniwa Yoshiharu Honma

内 容 梗 概

内外のタービン油について、シリカゲルクロマト分析、赤外線吸収スペクトル分析により化学的組成を検討し、二、三の物理化学的特性との関連性を調べた。この結果タービン油の芳香族成分含有量は約8~15%のものと、約20~28%のものとの2群に大別でき、赤外線吸収スペクトルによってその含有量を推定できることを明らかにした。

芳香族成分含有量と95°C酸化安定度試験結果とは関連性があり、約12%以下のものがすぐれた結果を与えた。また芳香族成分含有量と比重、油の加熱試験における着色度との関係、赤外線吸収スペクトルにおける $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n^-$ の CH_2 横ゆれ振動に基づく吸収と流動点、粘度指数との関連性、および酸化防止剤DBPCに関する吸収などについて検討した。

1. 緒 言

タービン油についてはさきに6篇にわたって内外油の比較試験結果を発表し⁽¹⁾⁻⁽⁶⁾、次いで昭和34年に「最近のタービン潤滑油」と題して再検討した結果を発表した。この間JIS規格の改訂をみており、いわゆる添加タービン油の性能、試験方法などについての考え方はかなり統一されたようである。他方船用タービン機関用として耐極圧性を与えたEPタービン油が出現し、タービン油に対する新しい考え方が出てきている。この問題についても筆者らの検討結果を発表し、使用者としての立場から今後解明が望まれる事項を指摘した⁽⁷⁾⁽⁸⁾。

これらの報告がわが国におけるタービン油の改良、進歩に多少とも参考され有用とされたことは望外の喜びであり、今後とも油の使用者と製造者は互いに協力してゆかねばならないと考えている。わが国のタービン油はいまや外国製品に比し遜色がなく、むしろこれにまさる性能を示すものが出てきていると思うが、その後の状況を確認するため筆者らは三たび内外市販の添加タービン油をとりあげ種々検討を加えてきた。その結果得られた一般性状については別の機会に報告するが、特に国産油の場合着色度が減少しホワイトオイルに近いものまで出現しており、基油の精製度がかなり高度になっているように思われる。一方外国製品では従来と同程度の着色度を示し、精製度に対する考え方は多少違うような気がする。また外国では一部で気相さび止めタービン油が検討されており、油のさび止め能力が重要視される傾向もある。この種のタービン油はいまだ上市されてはいないらしいが、すでにASTMでは早くからさび止め能力の重要性に着目していたのであり⁽⁹⁾、かつこれに関連すると考えられるタービンの大きな事故も報告されているので⁽¹⁰⁾、筆者らもさび止め能力をさらに高めることを必要と考えるものである。

このようにタービン油に対する考え方は決して固定したものでなく、今なお新しい観点に立つ検討が進められている。

また実際の火力、水力タービンにおいて油に関連する問題はいろいろあり、トラブルを解決するためには従来から行なわれている油の特性試験だけでは不十分な場合が多い。このためタービン油についてその化学的組成を明らかにしておく必要が痛感されるが、いまだこれを明らかにしたものがない状態なので、筆者らは内外市販の添加タービン油40余種について、シリカゲルクロマト分析、赤外線吸収スペクトル分析を試みた。このような分析手段のみではもと

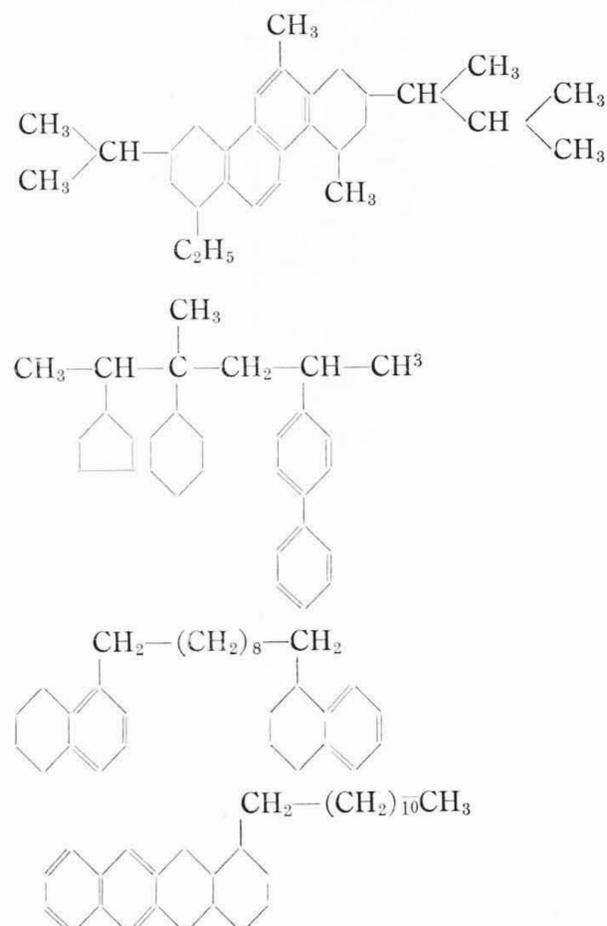
より完ぺきを期しえないが、この分析結果から若干の知見を得たので以下に概要を報告する。

2. 潤滑油の組成概要

検討結果を述べるに先だち石油系潤滑油の一般的組成について若干触れておくことにする。

石油系潤滑油の主成分は炭化水素であり、鎖状のパラフィン系炭化水素、環状のナフテン系、芳香族系炭化水素その他が含まれている。これらの個々の炭化水素についてはAPI(American Petroleum Institute) Research Project No. 6によりF. D. Rossini氏らがかなり詳細に分離研究している⁽¹¹⁾。しかし、炭化水素がどのように結合されているのか、その構造の詳細については不明の点が多いのである。一般に C_{20} 以上の炭化水素からなるといわれているが、それぞれ各炭化水素の分析値から構造を決定するには、異性体の問題があるのできわめて困難である。

たとえばJ. B. Hill氏⁽¹²⁾らは C_{30} の分子で芳香族環2個、ナフテン環2個を有するものとして次のような構造例をあげている。



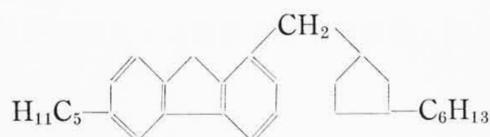
* 日立製作所日立研究所

第1表 Panca原油潤滑油留分の平均組成⁽¹¹⁾
(1分子当たりの炭素原子数 25~35)

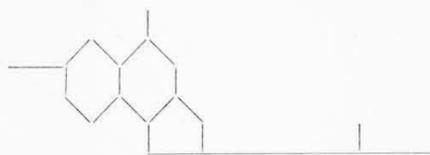
留分	潤滑油全留分に対する%	分子組成	各留分における%
透明油 (ウォータ-ホワイト油)	35	1 ナフテン環+パラフィン側鎖 2 ナフテン環+パラフィン側鎖 3 ナフテン環+パラフィン側鎖	15 92 { 55 32
抽出油	22	2 ナフテン環+パラフィン側鎖 3 ナフテン環+パラフィン側鎖 2 ナフテン環+1 芳香族環+パラフィン側鎖 3 ナフテン環+1 芳香族環+パラフィン側鎖 2 ナフテン環+2 芳香族環+パラフィン側鎖 1 ナフテン環+3 芳香族環+パラフィン側鎖	3 25 67 { 37 30
ろう分	35	正-パラフィン+未知少量の分枝状パラフィン 1, 2 または 3 ナフテン環+パラフィン側鎖 1, 2 または 3 ナフテン環+1 芳香族環+パラフィン側鎖	39 53 8
残留分	8	高度縮合多環芳香族, 水素%はきわめて低く, 非炭化水素物質を伴う	

第2表 電気絶縁油の最適組成⁽³²⁾

成分	添加剤入り油	無添加油
飽和成分	70~80	70~80
単環芳香族成分	17~22	12~18
2環芳香族成分	3~5	5~7
3環芳香族成分	0.2~0.5	0.5~1.0
含硫黄, 酸素化合物	0.5~1.5	1~2



また R. K. Frolich⁽¹³⁾ は粘度指数からみて下記のような縮合ナフテン環に相当長いパラフィン鎖をもつものを推定している。



これらは相当古い報告であるが、その後も構造の詳細については明らかにされていないようである。なお F. D. Rossini⁽¹⁴⁾らは Panca原油の潤滑油留分を種々の方法で分離を試み第1表に示す結果を得ている。第1表の透明油は各精製工程を経て製造される潤滑油の主体をなすものであるとしており、芳香族成分は単環成分にナフテン環およびパラフィン側鎖のついたもののみである。しかし実際にはこれほどまでには精製されず2環, 3環芳香族および非炭化水素も含まれるはずである。J. L. Jezl⁽¹⁵⁾らは諸性能からみた最適組成の電気絶縁油として第2表を提示しているが⁽³²⁾, これには2環, 3環成分が含まれている。

他方油の精製度と酸化安定度についてしばしば議論されており、精製度を増せば酸化安定度は良好になるが、あまり精製を進めると逆に悪くなるといわれている⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾。また潤滑油の酸化安定度は油中の芳香族成分の種類と量によると考えられており、いわゆる最適芳香族性なる概念がある⁽¹⁶⁾。しかし芳香族性だけでは説明できない面があり天然酸化防止剤が問題にされており、たとえば R. E. Berry⁽¹⁷⁾らの報告がある。一方合成酸化防止剤の研究が進められ、今日では多くの潤滑油に酸化防止剤が添加されている。酸化防止剤の効果は基油の精製度に関連することが知られており、精製度の高い油に添加されるのが通例である。

いわゆる添加タービン油には酸化防止剤, さび止め剤などが添加

第3表 シリカゲルクロマト分析結果
(添加剤入りタービン油)

試料	色相(ユニオン)	飽和成分 (% Wt)	芳香族成分 (% Wt)	樹脂分 (% Wt)	全回収率 (% Wt)
内 90 B	1 (-)	88.1	11.7	0.2	98.7
内 140 B	1½	72.9	26.6	0.5	100.0
内 90 D	1 (-)	91.2	8.5	0.3	99.8
内 200 E	3	74.3	25.3	0.4	101.2
内 90 E'	1½ (-)	70.6	28.7	0.7	99.9
内 90 F	1 (-)	90.9	8.4	0.7	99.1
内 90 G	1 (-)	91.9	8.3	0.3	100.0
内 140 H	2½ (-)	76.9	22.8	0.3	101.4
外 200 C	1½	76.1	23.5	0.4	99.9
外 90 D	1 (+)	74.7	24.8	0.5	99.7
外 140 E	2	87.1	12.5	0.4	100.0

回収成分はいずれも全回収率に対する % で示した。

* 内: 国産油, 外: 輸入油 数字: 50°Cにおけるレッドウッド粘度
アルファベット: 製造会社別

されているが、基油の化学的組成については明らかでない。タービン油に対しては特に高度な化学的安定性が要求され、酸化安定度試験は重要な試験として注目されているが、その結果は油銘柄により相違する。この相違は油の化学的組成と関係があるろう。またその他の物理化学的特性も油の化学的組成により変わってくるはずである。

3. タービン油のシリカゲルクロマト分析

3.1 分析方法

油の化学的組成を吟味する方法にはいろいろあるが、本稿ではシリカゲルクロマト分析と赤外線吸収スペクトル分析結果について記す。シリカゲルクロマト分析は⁽³³⁾, Davison社製の粒度20~200メッシュのシリカゲルを220°Cで4時間加熱処理したものをを用い、20 mmφ×500 mmの吸着塔に充てん(約100g)した後、通常の手法により実施した。すなわち石油エーテル, ベンゼン, メタノールを用いて油をそれぞれ飽和成分, 芳香族成分, 樹脂分に分離した。

3.2 分析結果

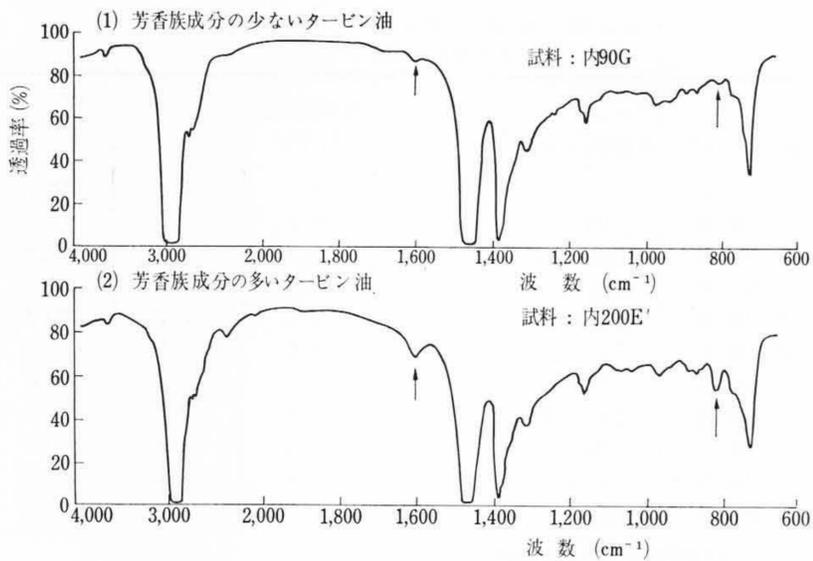
第3表に示す。芳香族成分の量に注目すると約8~15%のものと、約20~28%のものとの2群に大別される。同表にユニオン色相を併記したが、色相と芳香族成分%との関係は不定である。また同じ銘柄油でも粘度が異なると芳香族成分%は著しく違うものがある。芳香族に関してはさらに単環か多環かにつき検討する必要があるが、これは別の機会にとりあげたいと思う。

4. タービン油の赤外線吸収スペクトル分析

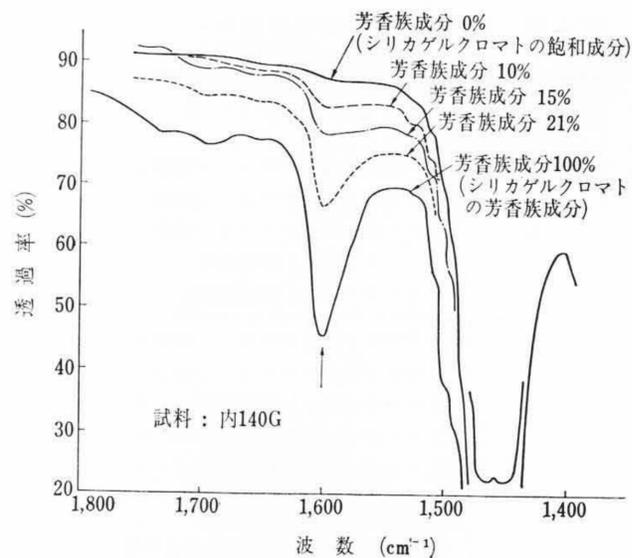
以下の赤外線吸収スペクトルは岩塩セル(0.05 mm または 0.1 mm スペーサ)により EPI-2 形日立赤外分光光度計を用いて測定したものである。

4.1 各種タービン油における相違

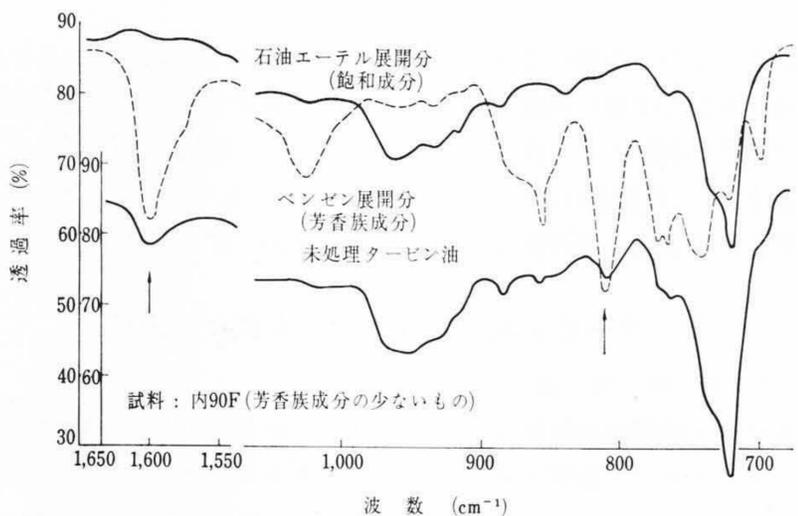
入手しえた内外各社のタービン油40余種について吟味した。第1図は波数約4,000~600 cm⁻¹における代表的測定例である。油の種類により波数約1,600 cm⁻¹, 約810 cm⁻¹に顕著な相違が認められる。第2, 3図はシリカゲルクロマト分析における飽和成分と芳香族成分との赤外スペクトルである。これらから明らかなように波数約1,150, 980~920, 860~855, 780~720 cm⁻¹の吸収は油によって異なる。また約3,610 cm⁻¹あたりの吸収にも差があることは後述するところである。すべての試油についてこれらの吸収を検討すると、タービン油の種類によって特長があることを指摘できるが、個々のタービン油に関する詳細については紙数の関係で省略する。Bellamy⁽¹⁸⁾, 島内⁽¹⁹⁾, Cross⁽²⁰⁾, 西宮⁽²¹⁾, 岩倉氏⁽²²⁾ その他の著書を参考におもな吸収について帰属を推定すると第4表のようになる。



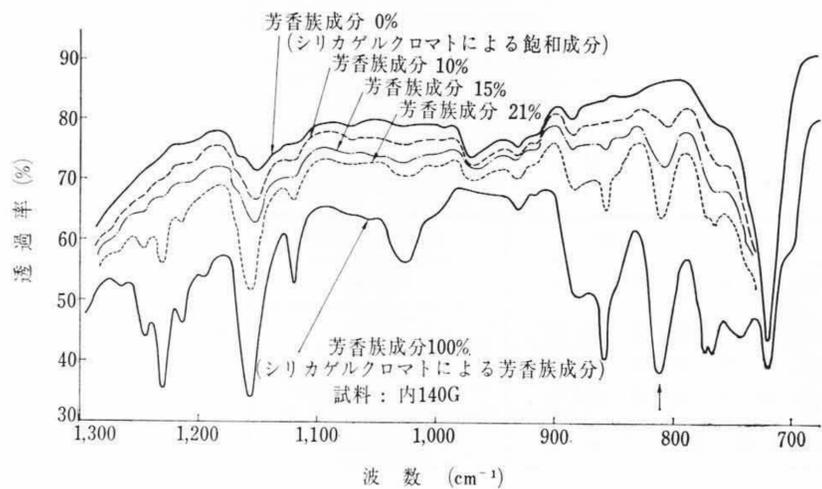
第1図 タービン油の赤外線吸収スペクトル



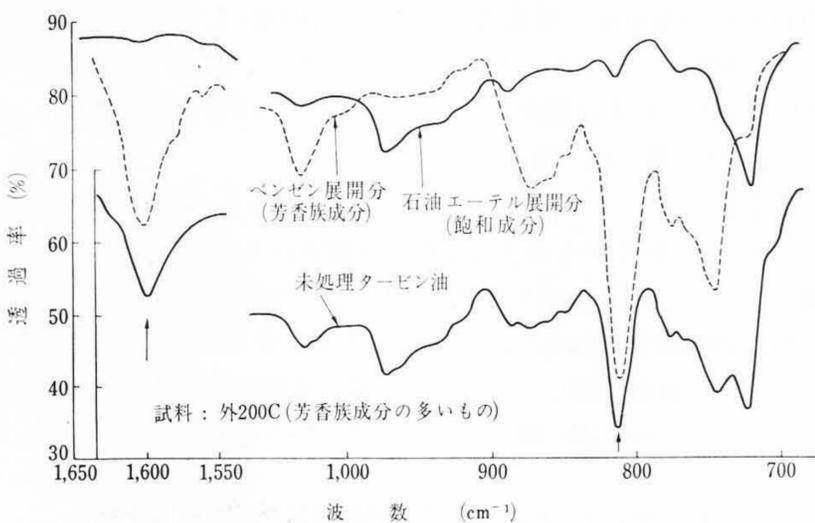
第4図 芳香族成分含有量による差異



第2図 シリカゲルクロマト展開分の赤外線吸収スペクトル



第5図 芳香族成分含有量による差異



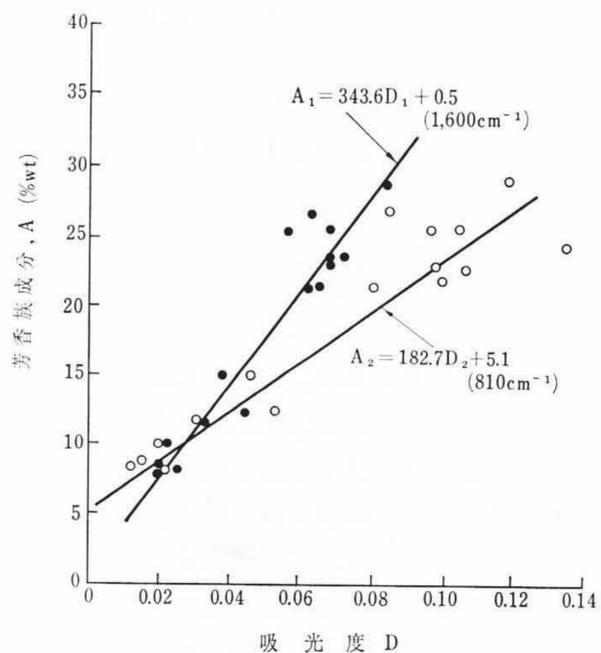
第3図 シリカゲルクロマト展開分の赤外線吸収スペクトル

第4表 タービン油における赤外線吸収スペクトル

波数 (cm ⁻¹)	強度	帰属
720~770	S, m.	CH ₃ (CH ₂) _n - CH ₂ 横ゆれ
740~880	W	ベンゼン置換体 CH 面外変角
約 810	m, W.	ベンゼン置換体 CH 面外変角
890~960	W	飽和炭化水素 (ナフテン, パラフィン), 環C-C 骨格
約 1,030	W	ベンゼン置換体 CH 面外変角
1,160~1,170	m	側鎖メチル CH ₃ 横ゆれ
1,370~1,385	VS	-CCH ₃ , -C(CH ₃) ₂₋₃ , CH 変角
1,445~1,475	VS	CCH ₃ , -CH ₂ -, CH 変角
約 1,600	m, W.	ベンゼン環 C=C 面内
2,840~2,980	VS	-CH ₃ , -CH ₂ - CH 伸縮

4.2 芳香族成分含有率の推定

芳香族成分に関する吸収として特に顕著なのは、1,600、810 cm⁻¹ 付近の吸収である。油によっては860~855 cm⁻¹ に特長のある吸収



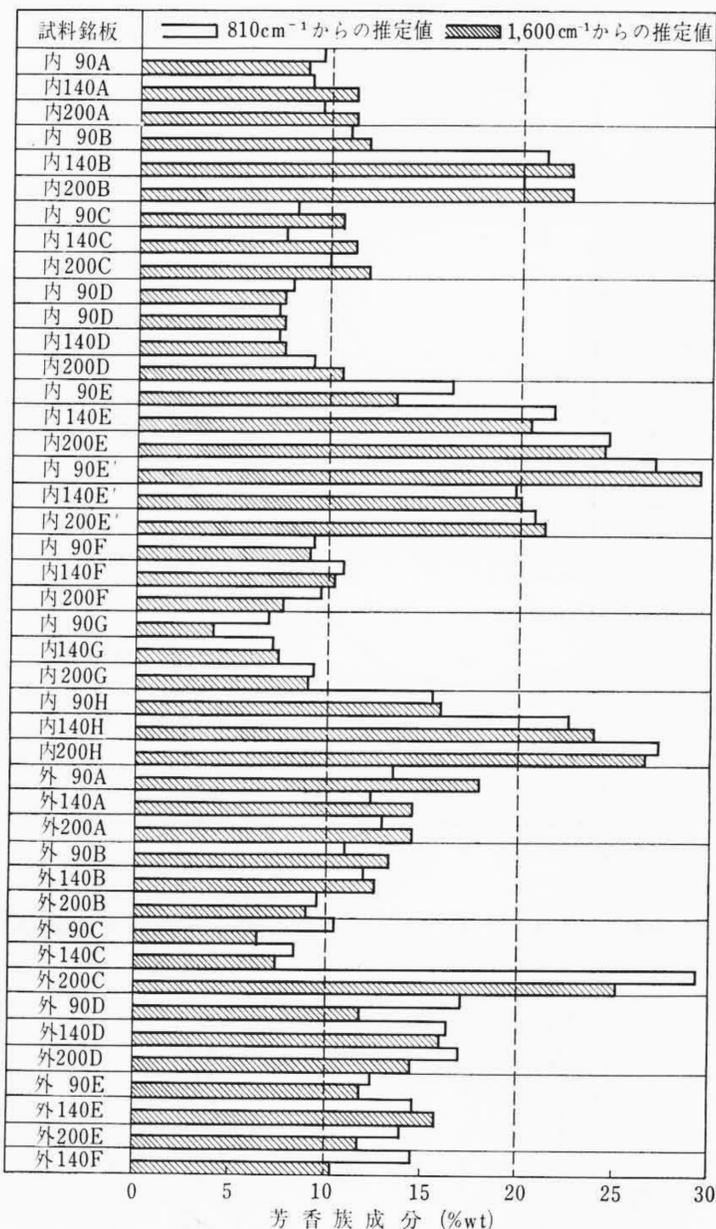
第6図 芳香族成分%と吸光度の関係

を示すが、これはDBPC (Di-*tert*-butyl-*p*-cresol) と呼ばれる酸化防止剤に起因するものと考えられる⁽²³⁾。基油における芳香族成分含有率を赤外スペクトルから推定を試みるため、シリカゲルクロマト分析によって得られる芳香族成分を飽和成分中に濃度を変えて添加すると第4、5図のようになる。そこで各試油の1,600、810 cm⁻¹ における吸光度と、シリカゲルクロマト分析による芳香族成分%との関係を求めると第6図のようになる。ばらつきがあるので回帰直線を求め、その有意性を検討した結果

$$A_1 = 343.6 D_1 + 0.5 \dots\dots\dots (1)$$

$$A_2 = 182.7 D_2 + 5.1 \dots\dots\dots (2)$$

ただし、A₁: 波数 1,600 cm⁻¹ における吸光度 D₁ から求められる芳香族成分 % wt



第7図 各種タービン油中の芳香族成分推定量

A_2 : 波数 810 cm^{-1} における吸光度 D_2 から求められる芳香族成分 % wt

により赤外スペクトルから芳香族成分含有率を推定することができる。この推定値とシリカゲルクロマト分析値との差は、 $1,600\text{ cm}^{-1}$ の場合は平均 $\pm 1.3\%$ 、 810 cm^{-1} の場合は平均 $\pm 2.1\%$ である。

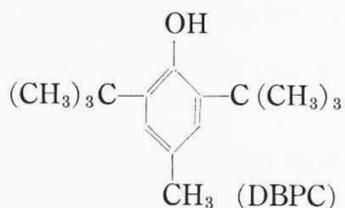
なお $1,600\text{ cm}^{-1}$ の吸収は芳香族環の $\text{C}=\text{C}$ 面内振動、 810 cm^{-1} の吸収はベンゼン置換体の C-H 面外変角振動に基づくものとして帰属されている。

タービン油には芳香環をもつ添加剤、たとえばアルキルフェノール類その他が加えられるが、これらは微量であり一般に上記の誤差範囲 (約 $\pm 1\sim 2\%$ 以内) と考えられる。

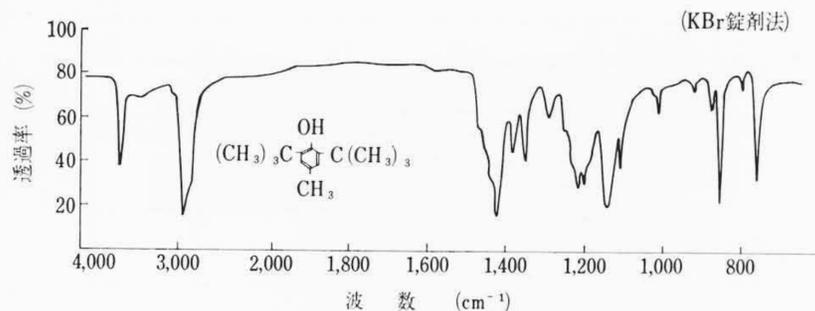
(1), (2) 式から推定した各種タービン油中の芳香族成分 % は第7図のようである。外国産タービン油は外 200C 油を例外とし、一般に芳香族成分は約 15% 以下である。他方わが国のタービン油は約 10% 以下のものと約 $20\sim 28\%$ のものがある。そして前者らは外国油に比較しさらに芳香族成分が少なく、特にホワイトオイルに近い内D社の油は約 7% 前後である。

4.3 酸化防止剤に関連する吸収

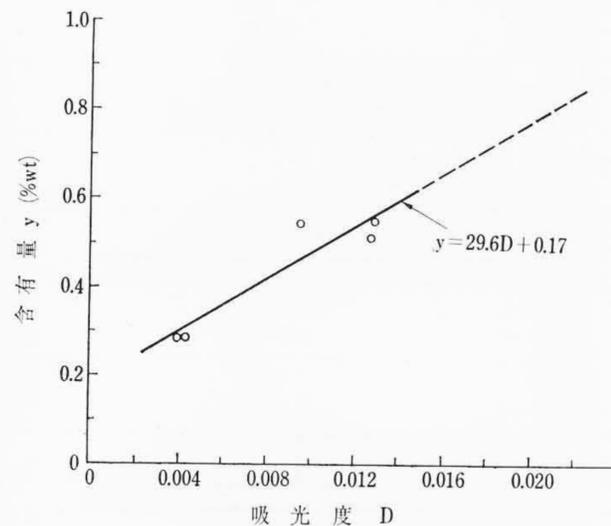
タービン油⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾、電気絶縁油⁽²⁶⁾などには、酸化防止剤として一般に広くフェノール系の添加剤、すなわち DBPC が使用される。



ただし、タービン油の場合は DBPC 単独ではなくアミン系酸化防止剤、その他の酸化防止剤との併用、あるいは DBPC を用いずほ



第8図 酸化防止剤: DBPCの赤外線吸収スペクトル



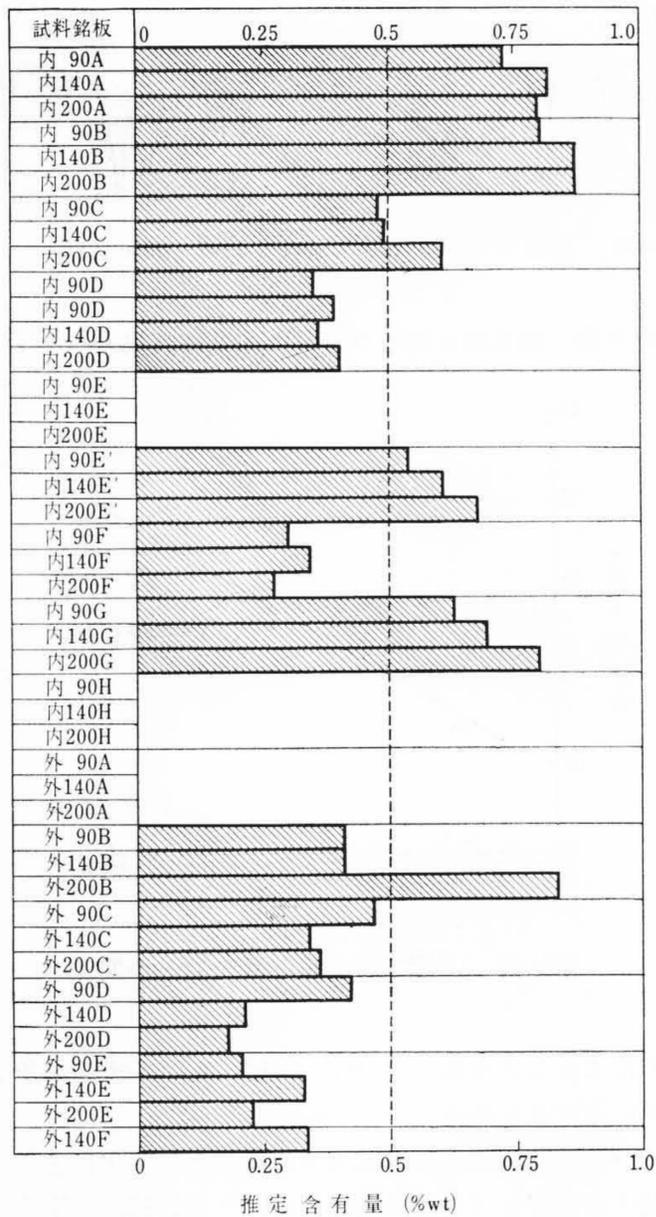
第9図 DBPC含有量と吸光度との関係

かのものによることもある。また DBPC のアルキルを多少変えたものを用いることもある。

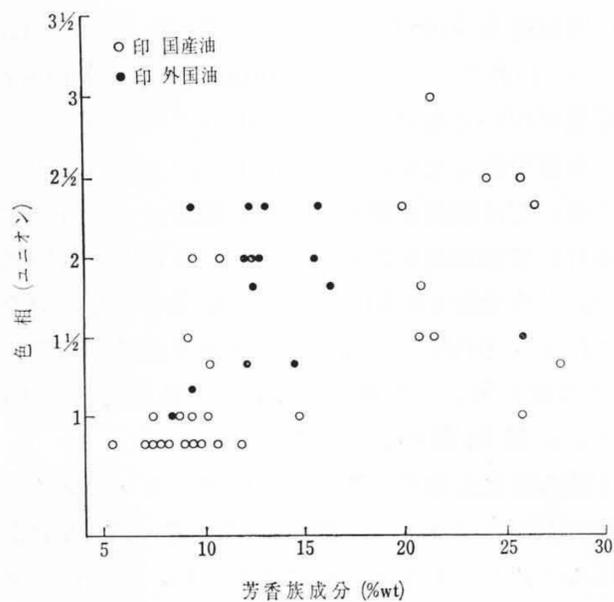
フェノール系酸化防止剤に基因する吸収として注目されるのは、OHに関する吸収とベンゼン置換体に関する C-H 面外変角によるもので、タービン油では一般に $3,610\text{ cm}^{-1}$ 付近および $870\sim 850\text{ cm}^{-1}$ あたりにあらわれる。手もとにある DBPC の赤外スペクトルを第8図に示す。DBPC の吸収のうち油に添加した場合、油の吸収に影響されない吸収は E. Poti らによると⁽²⁷⁾ $3,676$, $1,232$, $1,160$, 862 , 775 cm^{-1} といわれているが、Eestman Kodak Method⁽²⁸⁾ では DBPC の定量に用いるものとして $3,650\text{ cm}^{-1}$ の吸収をとりあげている。しかし本報で扱ったものでは $3,610\text{ cm}^{-1}$ あたりになる。吸収位置のずれについては検討を要するが別の機会にゆずり、約 $3,610\text{ cm}^{-1}$ の吸収に着目して添加剤を含まない油中に各種 % の DBPC を加え、DBPC の % と吸光度との関係を求めた結果を示せば第9図のようである。これより $\text{DBPC (\% wt)} = \text{吸光度} \times 29.6 + 0.17$ の関係が得られる。この式を用いて各種タービン油の吸光度から DBPC 含有量を推定すると第10図のようになる。

筆者らは別に酸化安定度試験を行ない⁽²⁹⁾、コンデンサ部分に析出する添加剤の赤外スペクトルを調べたが、多くは DBPC とまったく同じ赤外スペクトルを与えるものであった。ある種のタービン油ではやや異なるスペクトルを与えるものもあったが、全体の吸収は類似しており DBPC 系とみなされる。DBPC と同じフェノール系でも tert ブチル基のつく位置、メチル基の部分などを変成したものもあるので、タービン油における $3,610\text{ cm}^{-1}$ の吸収だけで DBPC と断定するのはもちろん早計である。したがって第10図の結果のうちある種のタービン油については参考値にとどまる。ただこの結果に検討の余地があるとしても、タービン油に対する DBPC の使い方はほぼ明らかであり、一般に $0.2\sim 1.0\%$ 程度添加しているようである。またある種のタービン油では DBPC を使用しておらず、ほかの酸化防止剤によっていると考えられる。

添加剤に関連する赤外スペクトル的知見は他にも若干あるが、ここに議論しうるほど解析するに至っていないので、それらについては省略する。



第10図 3,610 cm⁻¹ 付近の吸光度に基づく DBPC 推定含有量



第11図 色相と芳香族成分含有率との関係

5. 化学的組成と物理化学的性状との関連性

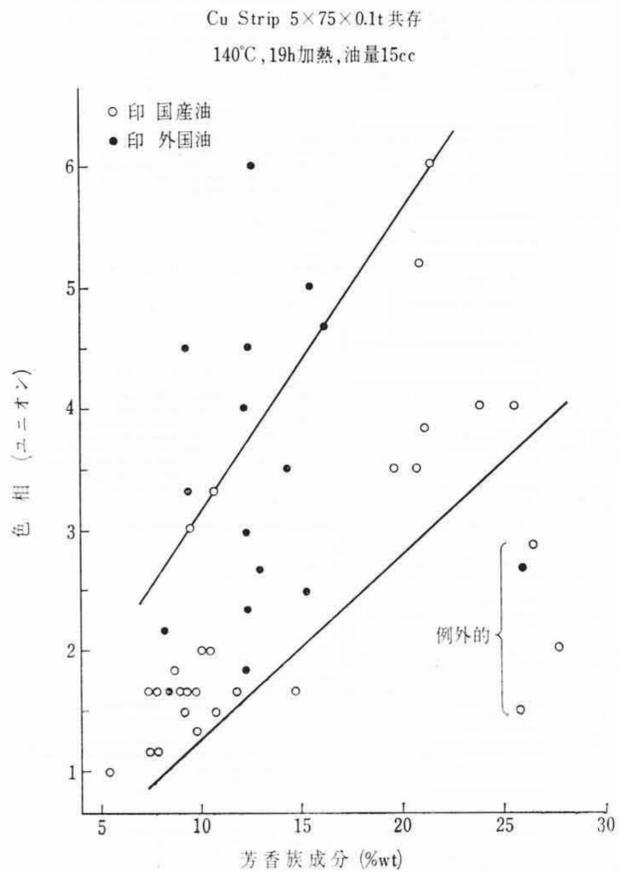
5.1 色相と芳香族成分含有量との関係

第11図に色相(ユニオン)との関係を示したが明確な関係はない。外国油では色相と芳香族成分量との関係は不定である。国産油では芳香族成分の少ないものが色相小なる傾向があるように思われるがあまりはっきりしたものではない。

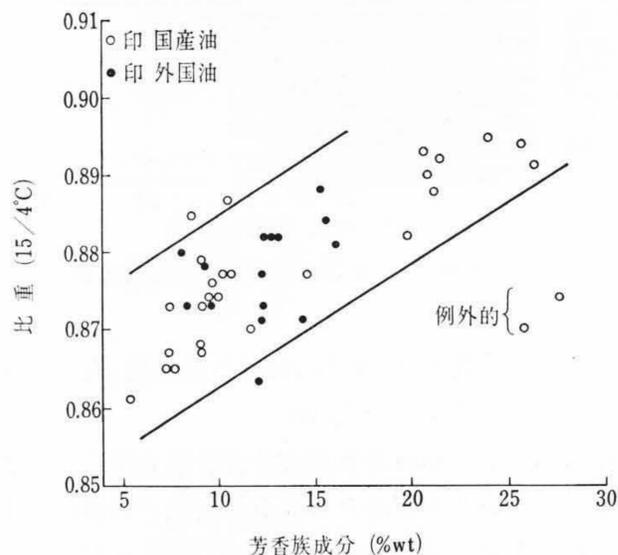
なお 140°C×19時間の銅板腐食試験における着色状況との関係は第12図のようであり、上記と同様の傾向にある。

5.2 比重と芳香族成分含有量との関係

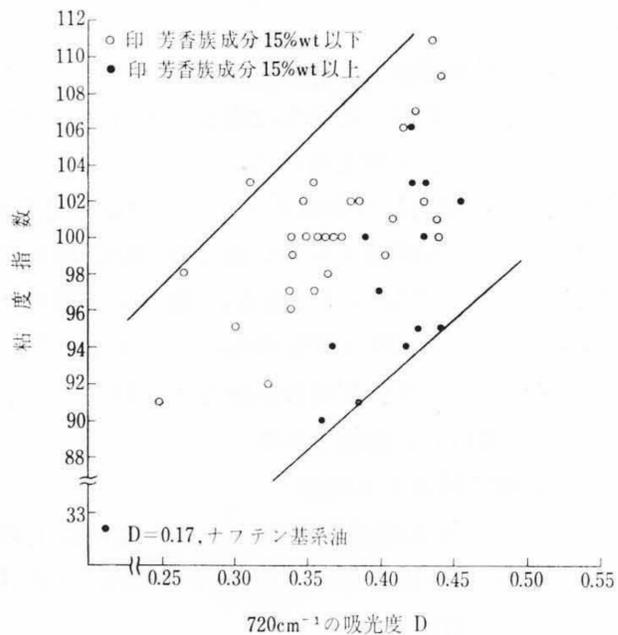
周知のとおり油の比重は一般にパラフィン、ナフテン、芳香族系



第12図 加熱による着色と芳香族成分含有率との関係

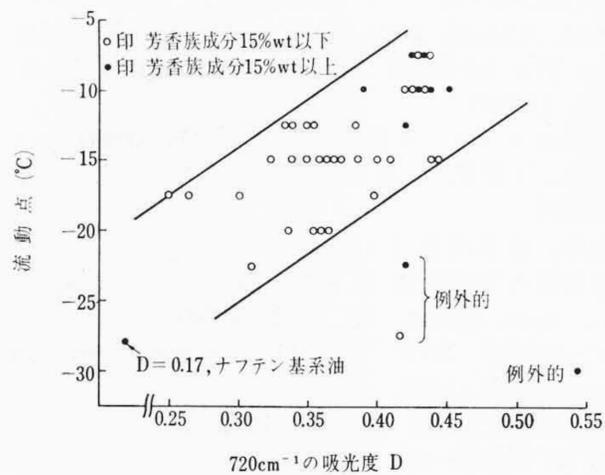


第13図 比重と芳香族成分含有率との関係

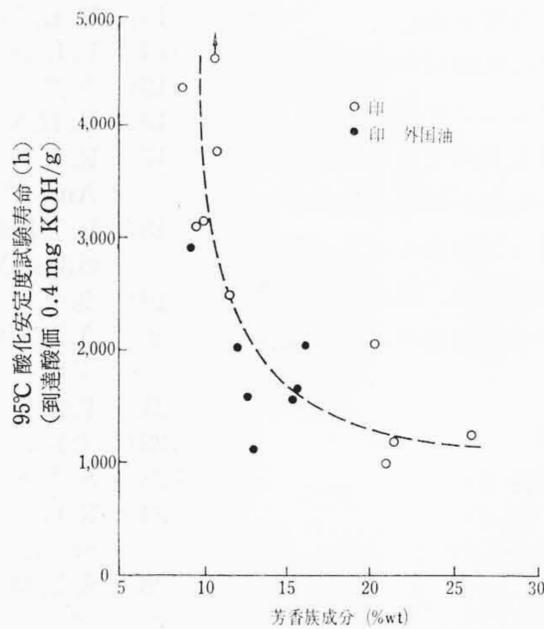


第14図 粘度指数と 720 cm⁻¹ の吸光度との関係

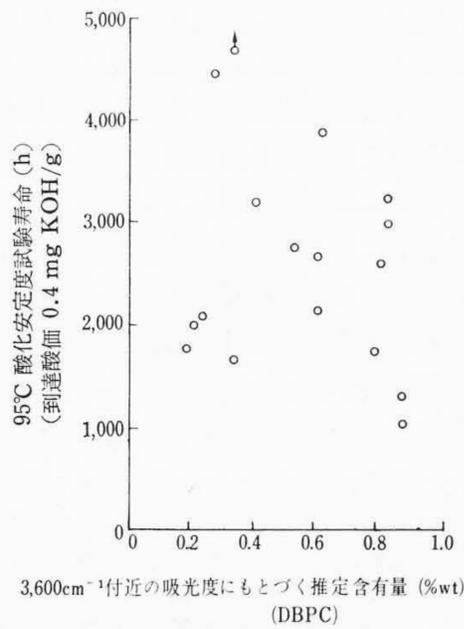
の順に大きくなる。ただし芳香族環1個を有するものとナフテン環3個を有するものとは、後者のほうが比重大といわれている。本報ではナフテン系成分の量を明らかにしていないので詳細を吟味することはできないが、芳香族成分%と比重との関係を求めると第



第15図 流動点と 720 cm^{-1} の吸光度との関係



第16図 酸化安定度と芳香族成分含有率との関係



第17図 酸化安定度と DBPC 推定含有量との関係

13図のようになる。

5.3 粘度指数と 720 cm^{-1} の吸光度との関係

一般にはパラフィン成分に富む油の粘度指数は大きい。よって赤外スペクトルにおける 720 cm^{-1} の $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n$: $n \geq 6$ に帰属される吸収の吸光度と粘度指数との関係を求めてみると第14図のようになる。ばらつきは大きい芳香族成分15%以下のものと15%以上のものに分けてみると 720 cm^{-1} の吸光度が大きいものほど、粘度指数が大きい傾向にある。

5.4 流動点と 720 cm^{-1} の吸光度との関係

一般に直鎖状パラフィン系は流動点が高く、炭素環に直鎖アルキル基 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n$ が結合した場合もそのアルキル基が長いほど流動点が高くなることが知られている⁽³⁰⁾。そこで 720 cm^{-1} における吸光度と流動点との関係を求めてみると第15図のようになる。この場合もばらつきは大きい傾向的に多少の関連性を認めることができよう。内E社の油は他の多くの油に比較し、流動点が相当低いにもかかわらず 720 cm^{-1} の吸光度が大きい。他の測定結果たとえば前記した比重の測定値も異常であり、他の油とは異なったなんらかの添加剤を加えてあるのではないかと思われる。

5.5 酸化安定度と芳香族成分含有量との関係

95°C の酸化安定度試験結果⁽²⁹⁾ と芳香族成分 % との関係は第16図のようになり、芳香族成分約12%以下の油が良好な結果を与える。またさきに推定した酸化防止剤 DBPC の含有量との関係を吟味すると第17図に示すように、酸化安定度との関係は不定である。もちろんタービン油の酸化防止剤としては DBPC のみが使われるわけではないので、第17図の結果をそのままのみにしてはならない。ここではただ基油の芳香族成分の多少が酸化安定度に影響を及ぼし重要と考えられることを指摘しておきたい。G. W. Dolby & W. A. Koffe氏⁽³¹⁾らは DBPC 添加タービン油についてヨウ素価と酸化安定度との関係を吟味し、両者は直線的関係になることを示し、かつ DBPC の油に対する添加量の多少とはほとんど無関係なことを明らかにしている。すなわち筆者らの結果と似た結果である。

6. 結 言

現市販の内外タービン油について、シリカゲルクロマト分析、赤外線吸収スペクトル分析を行ない、化学的組成と物理化学的性状との関連性を吟味したが、これによってタービン油の現状を考えると次のようなことが指摘できる。

- (1) タービン油中の芳香族成分の含有量は約8~28%である。外国油では15%前後のものが多く、国産油では約10%以

下のものと約20~28%のものとの2群に大別できる。

- (2) タービン油中の芳香族成分含有量は赤外線吸収スペクトルから推定できる。
- (3) 酸化防止剤 DBPC についても赤外線吸収スペクトルから含有量を推定でき、約0.2~1.0%添加されている。大部分のタービン油にはこの系統の酸化防止剤が添加されているが、これを添加していないものも若干ある。
- (4) タービン油中の芳香族成分含有量は、最も広く行なわれている 95°C 酸化安定度試験の結果と関連性があり、芳香族成分の少ないほうが長寿命を示す。酸化安定度はもちろん酸化防止剤の有無により大きく変わるが、本報では酸化防止剤を加えた油のみを扱っており、酸化防止剤のきき方が基油の化学的組成によって変わることを示すものと考えられる。この点についてはすでにほかの油について報告があり、本報の結果はそれらの報告における結論と同様である。

その他化学的組成と一般物理化学的特性との関係も若干吟味したが、それらの結果は常識的なものといえる。

一方各種銘柄の油を比較検討すると化学組成的に若干の差異があり、赤外線吸収スペクトルによって銘柄の推定が可能である。もちろん今日の油は必ずしも明日の油ではないから、現在のデータで将来の油をも割り切ることはできない。またこの研究結果から現在のタービン油には、酸化防止剤、さび止め剤のほか特殊な添加剤を加えたものもあることが推定できる。

以上のことから外国と日本とはタービン油の製造上に考え方の相違があるように思われるが、これは原油の問題、製造原価なども関係し、かつ實際上タービン油にはどのような性能を要求すべきかによって変わるものであり、一率に論じえないと思う。ただ国産油の場合著しく精製度をあげ酸化安定度をよくした油もあるが、酸化安定度の向上にのみ重点をおきすぎはしないかと思われる点がある。使用者の立場では使用寿命が長いほどよいのはもちろんであるが、化学的に安定で劣化しにくければそれでよいというものでもない。劣化はしないがさびを起しやすいとすれば、安定度にすぐれていてもその実用意義は薄くなる。添加タービン油が実用化されてからすでに長く、実績も豊富なはずである。実用上酸化安定度はどこまで要求すればよいのか、ほかに問題はないのかを検討する時期にきていると思う。他方気相さび止めタービン油が検討されつつあることにも注目すべきであって、油の使用者においても要求すべき性能について再検討を加え、油の製造者も現実の問題を十分認識して、部分的な性能にのみ固執せず、より現実にあったバランスのとれた

油の確立につとめる必要があるのではないかと考える。

なおタービン油の化学的組成についてはさらに検討の余地があるので、今後関係方面においてもとりあげられることを期待する。これによって得られる知見はタービン油の実用上有用なものである。

終わりに本研究に対してご援助をいただいたわが国各石油会社の関係各位に厚くお礼申し上げる。またご指導、ご激励くださった日立製作所日立工場綿森副工場長、および設計関係者、日立製作所中央研究所高橋部長、日立製作所日立研究所中牟田部長の各位に深甚の謝意を表す。

参 考 文 献

(1) 高橋, 茂庭: 日立評論 36, 905 (昭 29-5)
 (2) 高橋, 茂庭: 日立評論 36, 993 (昭 29-6)
 (3) 高橋, 茂庭: 日立評論 36, 1171 (昭 29-7)
 (4) 高橋: 日立評論 37, 1333 (昭 30-9)
 (5) 高橋: 日立評論 37, 1679 (昭 30-12)
 (6) 高橋: 日立評論別冊 12, 95 (昭 31)
 (7) 茂庭, 本間: 潤滑 8, 85 (昭 38)
 (8) 茂庭: 潤滑 8, 313 (昭 38)
 (9) H. M. Lurton et al: ASTM STP No. 321 "Symposium on turbine oils" 67 (1962)
 (10) A. L. G. Lindley, F. H. S. Brown: Proc. Inst. Mech. Eng., 172, 627 (1958)
 (11) E. D. Rossini et al: Hydrocarbon from Petroleum 378, Reinhold (1953)
 (12) J. B. Hill: Ind. Eng. Chem., 45, 1399 (1953)

(13) R. K. Frolich: Ind. Eng. Chem., 30, 916 (1938)
 (14) L. L. Davis et al: Ind. Eng. Chem., 33, 339 (1941)
 (15) 黒沢: 工化誌 46, 391 (1934)
 (16) G. H. Von Fuchs et al: Ind. Eng. Chem., 34, 927 (1942)
 (17) R. E. Berry; "Symposium on Additive in Lubricants" Am. Chem. Soc., Atlantic City Meeting Papers, 70 (1956)
 (18) L. J. Bellamy: The Infrared Spectra of Complex Molecules, Methuen (1954)
 (19) 島内: 赤外線吸収スペクトル解析法, 南江堂刊 (1960)
 (20) A. D. Cross(名取, 千原訳): 赤外線吸収スペクトル入門, 化学同人社刊 (1960)
 (21) 西宮: 石油化学, 産業図書刊 (昭 34)
 (22) 岩倉: 最近の物理化学実験法 第1集, 南江堂刊 (昭 32)
 (23) S. A. Francis: Anal. Chem., 28, 1171 (1956)
 (24) R. G. Mastin: ASTM STP No. 211 "Symposium on Steam Turbine Oils" (1956)
 (25) S. L. Mcdaniel: Lub. Eng., 18, 483 (1962)
 (26) 関: 電力 47, 36 (昭 38-9)
 (27) E. Poti et al: Anal. Chem., 25, 1461 (1953)
 (28) Sci. Lub., 14, 23 (1962)
 (29) JIS K 2515 (1956)
 (30) 堀口: 潤滑油化学, 三共出版刊 (昭 37)
 (31) G. W. Dolby, W. A. Koffe: ASTM STP No. 321 "Symposium on Turbine Oil" 1 (1962)
 (32) J. L. Jezl et al: Power Apparatus and Systems, No. 38 715 (1958)
 (33) 藤田: 昭石技報 1, 99 (1957)

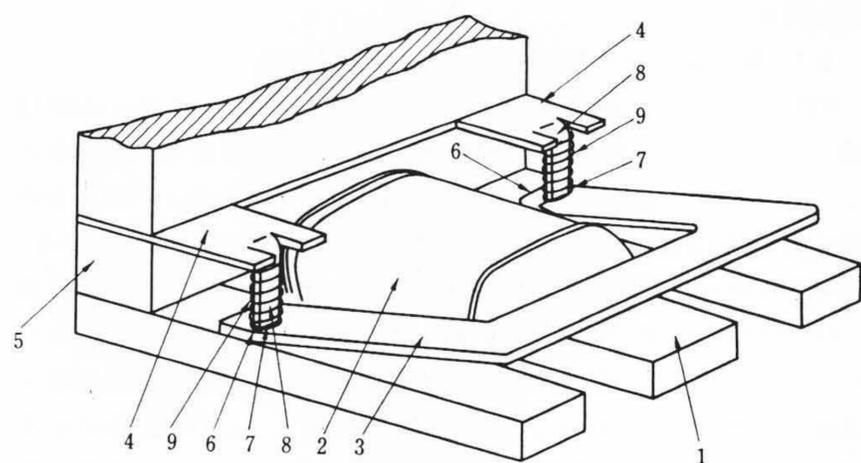
新 案 の 紹 介

登録新案 第 729666 号

森 山 寛 美

小形電磁リレーにおけるアーマチュアの支持装置

この考案は、小形電磁リレーにおける駆動系の特にアーマチュアの支持装置に関するもので、アーマチュア 3 の支点部 6 は、コア 1 の面に対して凸になるように緩く折り曲げられており、かつその部分に小穴 7 があけられており、それにブラケット 4 に設けられた軸 8 が緩挿され、アーマチュア 3 の前後左右の位置ぎめが行なわれる。さらにアーマチュア 3 の支点部 6 は軸 8 にそう入したコイルパネ 9 により、一定の圧力で下向きに加圧され、上下方向の位置が規制される。駆動コイル 2 を励磁すれば、アーマチュア 3 はコア 1 に吸引され、アーマチュア 3 と係合するカードを下方に移行させて接点パネを作動する。駆動コイル 2 の励磁を断てば、アーマチュア 3 はカードが復旧パネにより上方に移行させられることにより復旧する。このようにアーマチュア 3 の支点部はコア 1 面に向かって凸になっているから、アーマチュア 3 の回転は最小の抵抗で行なわれる。またコイルパネ 9 はステフネスを十分に下げうるので、必要にして十分な最小の圧力をばらつき少なく行うことができる。(後藤)



小形電磁リレーにおけるアーマチュアの支持装置