ゴムアスファルトの性質に及ぼすラテックスの組成の影響*

—マルテンの溶解度パラメーターと相溶性の関係について—

笠 原 靖**, 植 村 正**

Effect of Latex Composition on Physical Properties of Rubber Asphalt*
—Relation between Compatibility and Solubility Parameter of Maltens—

by Yasushi Kasahara** and Tadashi Uemura**

Summary: Physical properties of asphalt were measured as function of concentration with SBR latex which contains 15% (But-15) to 100% of butadiene (But-100), and compatibility between asphalt and various latexes was discussed with solubility parameter of maltens determined by NMR structural analysis and Small's equation.

The following results were obtained,

- 1) Penetration index of asphalt was improved with 75% butadiene (But-75) and But-100, but But-15 was more effective in lowering penetration rather than penetration index.
- 2) From the results obtained by penetration and viscosity measurements, it was confirmed that the effect of improvement on properties of asphalt depended on compatibility between asphalt and latex, but that the compatibility was poor in case of But-15.
- 3) The value for solubility parameter of maltens calculated from an average structure of malten molecule and Small's equation was approximately 8.30, and this value agreed closely with solubility parameter of latexes (But-75 and But-100) which have good compatibility with asphalt.

1 結 言

高分子物質の添加によるアスファルトのレオロジー的性質の改良に関する研究については既に多くの報告があり、天然ゴムを初め合成ゴム^{1),2)}、ポリエチレン³⁾およびエポキシ樹脂⁴⁾等多くのポリマーが検討の対象とされてきたが、これらは主として力学的性状の議論に留っており、アスファルトとポリマー分子間の相互作用を考慮した物理化学的な考察はあまりなされていない。

これはアスファルトが性質の異なる多くの化学成分からなる混合系であることおよび分子量分布が広く且つ高分子と低分子の中間的次元であること等に起因していると思われる。一方アスファルトとポリマーの混合系を考える場合は、アスファルトよりむしろマルテンを対象を限定して議論することが妥当のように思われる。また舗装における場合アスファルトに添加するポリマーの量は、一般に小さいが広義の意味でのポリマーブレンド⁵⁾またはポリマーに対する可塑剤効果等に類似するものと考えられる。従ってマルテンとポリマー分子間の相互作用に依存する相溶性が、アスファルトの改質効果の支配的な要因になるものと思われる。

そこで本報では、アスファルトにスチレンとブタジエンのモノマー比の異なる SBR ラテックスを種々の濃度で添加し、粘

度および針入度指数に及ぼすラテックスの組成の影響について検討を行った。またさらに核磁気共鳴 (NMR) による構造解析の結果⁶⁾と Small の式⁷⁾を用いてマルテンの溶解度パラメーター (SP 値) の決定を試みると共に、これを用いてポリマーとアスファルトの相溶性について考察を行った。

2 試料及び実験方法

2.1 試 料

ラテックスは Table 1 に示す組成のランダム共重合による SBR である。またアスファルトは Table 2 に示すクウェート原油の針入度 80/100 の舗装用アスファルトを使用した。試料の調製は、まず 120°C から 130°C のアスファルトにスクリュ一型のかくはん器で各々のラテックスを添加混合し、時間ごとに試料の針入度を測定して一定値になる点を混合完了とした。

2.2 実験方法

2.2.1 物性値の測定

軟化点および針入度指数⁸⁾ (PI) の計算は通常の方法に従っ

Table 1 Properties of Latex

	But-15	But-75	But-100
Solid Content (wt%)	52	69	57
Monomer Ratio (Styrene/Butadiene)	85/15	25/75	0/100
Viscosity (c.P)	35	480	450
Density of Emulsion (25°C)	1.00	0.96	0.95
Density of Solid (25°C)	1.00	0.94	0.91
pH	11.0	10.0	10.8

* 昭和 49 年 1 月 21 日受理

** 東亜道路工業株式会社技術研究所 (232 横浜市中区中村町5-318) Technical Laboratory, Tōa Dōro Industry Co., Ltd. (5-318, Nakamura-chō, Minami-ku, Yokohama-shi 232)

Table 2 Properties of Original Asphalt

Penetration (dmm, 25°C)	109.9
Softening Point (°C)	44.5
Penetration Index	(-)1.02
CCl ₄ , Soluble (%)	99.8
Asphaltenes (%)	12.9
Resins (%)	23.0
Aromatics (%)	46.1
Saturates (%)	19.0

た。針入度は急冷と徐冷の二つの方法を採用した。徐冷は通常の方法と同じであるが、急冷はまず試料を 150°C に加熱し針入度容器に採取した後、5°C の恒温水そうで急冷し、室温で 1.5 時間放置した後、通常の方法で測定した。粘度は Brookfield 型の回転粘度計を使用し、100~160°C の温度範囲で測定した。また温度はオイルバスを用いて各々 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 以内の精度で測定した。

2.2.2 マルテンの構造決定

マルテンの構造は高分解能 NMR の測定および元素分析の結果を用いて決定した。NMR の測定は日本電子の 100 MHz の高分解能 NMR を使用し、標準物質に TMS を用いて二硫化炭素溶液で行った。チャートの解析法⁶⁾および元素分析の方法は既報⁶⁾に詳しく示したので省略する。

3 実験結果及び考察

3.1 物理的性状に及ぼすラテックスの組成の影響

Fig. 1 に But-15 の添加量と針入度の関係に及ぼす急冷と徐冷の相違を示した。図から明かなように、急冷の場合はい

Fig. 1 Penetration as Function of Concentration on Different Cooling Procedure

Fig. 2 Penetration as Function of Concentration on Different Cooling Procedure

ずれの添加量においても針入度の値が小さい。この相違はアスファルト中の But-15 の状態が高温時と常温では異なっていることを示しているものと思われる。急冷の場合は高温状態が凍結されて常温に至っているものであり、徐冷の場合は温度の低下と共に But-15 の溶存状態が変化するためと思われる。すなわち高温では溶解しているが、低温になると分散系となるものと思われる。従って But-15 はアスファルトとの相溶性が悪く、常温においてはアスファルト中での分子の広がり期待できないことを示しているものと思われる。Fig. 2 は But-100 についての同様なプロットであるが、急冷と徐冷の差が認められない。また But-75 についてはほぼ同様の結果を得たので図は省略した。これはアスファルト中における But-75 および But-100 の溶存状態が高温と低温であり差がないことを示しているものと思われる。

一方、ラテックス添加量が同じ場合は But-100 より But-15の方が針入度の低下が大きい、これは各々のラテックス単独の物性の相違に対応しているものと思われる。Fig. 3 は各々のラテックスについて添加量と軟化点の関係を示したものである。But-15 は針入度の低下に比較して軟化点の上昇が小さく、5% 以上で飽和するが、これはアスファルトとの相溶性が悪いためと思われる。一方、But-75 および But-100 は添加量と共に軟化点は上昇し、同添加量では But-75 の方が大きい値を示している。これはアスファルトへの相溶性が同一であると考えれば、ステレンを含む But-75 は But-100 よりガラス転移温

Fig. 3 Softening Point as Function of Concentration for Various Latex

Fig. 4 Penetration Index as Function of Concentration for Various Latex

度が高い故、当然の結果といえる。Fig. 4 にラテックス添加量と針入度指数(PI)をプロットした。これは Fig. 3 の軟化点の結果にほぼ対応しているが、But-15 の場合は PI の改質効果はあまり期待できないことを示している。そこで Fig. 5 に針入度に対する PI の値をプロットした。図から明らかなように、But-15 は針入度の低下に比較して PI の増加が小さく、その程度は熱劣化にお

Fig. 5 Relation between Penetration Index and Penetration for Various Latex

ける針入度と PI の関係⁹⁾にほぼ対応し、アスファルトの改質効果は認められない。しかしながら But-75 と But-100 は針入度の低下に対する PI の増加が極めて顕著であり、両者はほぼ同一曲線上にプロットされるという興味ある結果を示した。これは But-75 と But-100 が PI と針入度に関して添加量を若干変えることによって一致することを示すものである。

Fig. 6 は But-15 および But-100 について高温におけるラテックス添加量と相対粘度の関係を示したものである。But-15 の相対粘度は 100°C において相分離¹⁰⁾にみられるような S-字曲線に近い形となり、全ての添加量において 160°C より小さい値を示している。また 160°C で粘度は添加量と共に飽和する傾向を示している。従ってこの結果は But-15 は 100°C では溶解性が悪い、アスファルト中での分子の広がりが十分ではないのに対して、160°C では分子が十分に拡張すること起因すると思われる。従って But-15 については熱運動による分子間相互作用の低下が及ぼす粘度の低下よりもアスファルト中での分子の形態的な増粘効果の寄与の方が大きいことを示しているものといえる。一方、But-100 については 100°C の粘度の方が大きく、一般に期待されるような結果を示している。

Fig. 7 はラテックス添加量 4% における相対粘度の温度依存性を示したものである。Fig. 8 から予測されるように、But-15 は温度と共に粘度が上昇するのに対して、逆に But-75 お

Fig. 6 Relative Viscosity as Function of Concentration at Different Temperatures

Fig. 7 Relation between Relative Viscosity and Temperature for Various Latex

Fig. 8 Relation between Apparent Viscosity and Shear Rate for Various Latex

よび But-100 の粘度は低下しており、いずれも 160°C 付近で値が一致している。この点は粘度に対するラテックスの寄与が組成比に依存していないことを示しているもので、But-15 の分子も But-75 および But-100 と同様にアスファルト中で十分溶解しているものと思われる。Fig. 8 は回転粘度計の回転数(みかけのせん断速度)とみかけの粘度の関係を示したものである。But-75 および But-100 はいずれもチキソトロピーを示すが、アスファルトはせん断速度と共に粘度が増加¹¹⁾する、いわゆるダイラタンシー現象を示している。この原因は主としてアスファルテンミセルの解こう作用に寄与しているレジン成分の吸着¹²⁾が、高温領域において脱着あるいは不安定化しているためにせん断速度が大きい場合に吸着層にみだれが生じ、アスファルテンミセル間の相互作用が大きくなったことによると思われるが、不明である。

以上の結果から、スチレン含有量の多い But-15 はアスファルトへの相溶性が悪く、スチレン含有量の少ない But-75 および But-100 は良好であるといえる。またこれらラテックスの PI への寄与はアスファルト中のマルテンへの溶解性が良好なことすなわち分子が十分に広がることによりマルテンの性質を大きく変化させたことによるものと思われる。従来のアスファルトの解こう状態¹³⁾による議論とは異なっている。従ってバインダーとしてのアスファルトの挙動を微視的に考えると、針入度お

よび PI が同じであっても触媒アスファルトとゴム入りアスファルトでは混合物の力学性状は異なることはむしろ当然と思われる。これらについては今後の検討が必要であると思われる。

3.2 マルテン成分の溶解度パラメーターの決定

溶解度パラメーター (SP 値) は各々低分子は蒸発熱, 高分子は架橋したものの膨潤度⁷⁾等の測定によって決定されているが, マルテンの場合はその性質上, 実験的に SP 値を求めるのは困難である。そこで本報ではアスファルトを各成分に分別しこれらの元素分析および分子量の測定を行って, これと NMR による構造解析の結果からマルテンの平均分子構造を推定し, Small⁷⁾の式を用いて SP 値の計算を行った。

Table 3 にアスファルト分別成分の分子量および元素分析の結果を示した。酸素含有量は直接測定によるものではなく, HCN および S の値の差として求めている故正確さを欠くものと思われるが, 全体として含有量が小さいため若干の誤差は無視しうるものと思われる。Table 4 は NMR のチャートから各成分について芳香族プロトン (H_a), 芳香核外環側鎖の α -位のプロトン, ナフテンプロトン (H_n), 芳香核側鎖アルキル基の α -位以外のメチレンプロトン (H_r) および α -位以外のメチルプロトン (H_m) の積分強度比を求めた結果である。表から明らかなように, 飽和成分は芳香族プロトンが 1% に満たずナフテンを含む飽和プロトンが 98% を占めていることがわかる。しかしながら芳香成分になると, 芳香族プロトンが 7.5% と急激に増加し, アスファルテンでは 10% に達する。また側鎖のアルキルプロトンは H_a とは逆に飽和成分からアスファルテンへと減少している。

一方, アスファルテンを除いた各成分, すなわちマルテンについて Table 1 の成分比の結果と Table 4 から平均プロトン分布を求めると, ほぼ芳香成分のそれと一致することがわかる。そこでマルテンの平均組成が芳香成分に対応するとして, Table 4 のプロトン分布および Table 3 の結果より, 前報⁹⁾

Table 3 Elemental Composition of the Asphalt Fractions

	Saturates	Aromatics	Resins	Asphaltenes
Molecular Weight	630	777	1,030	4,097
Carbon, wt %	86.34	84.32	83.34	84.20
Hydrogen, wt %	13.10	10.56	9.15	7.90
Oxygen, wt %	0.10	0.89	1.70	1.00
Nitrogen, wt %	0.11	0.27	1.42	1.36
Sulfur, wt %	0.35	3.96	3.78	5.46
H/C ratio	1.82	1.50	1.32	1.23
O/C ratio	—	0.01	0.02	0.01
N/C ratio	—	—	0.02	0.01
S/C ratio	—	0.02	0.02	0.02
No. of Carbon Atoms	50.58	54.60	71.53	287.47
No. of H Atoms	82.53	82.05	94.25	323.66

Table 4 Results of Proton Distribution within the Asphalt Fractions

	Saturates	Aromatics	Resins	Asphaltenes
H_a	0.006	0.075	0.092	0.100
H_s	0.011	0.169	0.210	0.236
H_n	0.192	0.114	0.114	0.143
H_r	0.565	0.448	0.415	0.360
H_m	0.241	0.194	0.170	0.163

Table 5 Equations Used in Calculations of Carbon-type

$$\begin{aligned} C_t &= H_t(H_a/2 + H_n/2 + H_r/2 + H_m/3) \dots\dots\dots (1) \\ C_{ta} &= H_t \times H_a/2 \dots\dots\dots (2) \\ C_a &= C_t - C_{ta} \dots\dots\dots (3) \\ C_p &= H_t(H_a + H_s/2) \dots\dots\dots (4) \\ C_i &= C_a - C_p \dots\dots\dots (5) \\ C_r &= H_t(H_r/2 + H_m/3) \dots\dots\dots (6) \\ C_n &= C_r - (C_{sa} + C_r) \dots\dots\dots (7) \\ R_a &= (C_i + 2)/2 \dots\dots\dots (8) \end{aligned}$$

where C_t = Total saturated carbon atoms per molecule
 C_{ta} = Total saturated carbon atoms α to an aromatic ring
 C_a = Total aromatic carbon atoms per molecule
 C_t = Total carbon atoms per molecule from analysis and molecular weight
 C_p = peripheral carbon in a condensed aromatic sheet or the total number of hydrogen atoms present if the sheet were completely unsubstituted
 C_i = internal carbon in a condensed aromatic sheet
 C_r = Total paraffinic carbon atoms per molecule in locations other than α to an aromatic ring
 C_n = Total naphthenic carbon atoms per molecule
 H_t = Total hydrogen atoms per molecule from analysis and molecular weight
 R_a = aromatic rings per molecule

Table 6 Distribution of Carbon Type per Molecule and Average Structural Parameters for Aromatics

Carbon Type	Structural Parameters
C_t 35.4	C_t/C_{sa} 5.1
C_{sa} 7.0	C_{sa}/C_p 0.53
C_r 23.7	C_p/C_a 0.68
C_n 4.7	f_a 0.35
C_a 19.2	Unit Weight 681.8
C_p 13.1	Molecular Weight (VPO) 777.0
C_i 6.1	Molecular Weight (GPC) 564.3
R_a 4.1	NW SNO* 37.0

* Molecular Weight of S, N and O determined by elementary analysis.

と同様に Table 5 に要約した方法を用いて求めたマルテンの炭素分布および平均構造パラメーターの値を Table 6 に示した。なお原油の種類およびアスファルトのグレードによってはマルテンの平均組成は, 必ずしも芳香成分に一致しないものと思われるが, 我々の場合は, 各成分別に求めた値と成分比から Aromaticity (f_a) を計算すると 0.35 となり, 芳香成分の値と一致する。そこで Table 6 の構造パラメーターから, 芳香環の disk¹⁴⁾の形状を支配する因子 (C_p/C_a), disk 外環プロトンのアルキル側鎖置換度 (C_{sa}/C_p) および側鎖アルキルの平均鎖長 (C_t/C_{sa}) を用いてモデル的に求めた芳香成分のユニットウェイトを Table 6 に併せて示した。なおこれは disk の大きさを支配するパラメーター C_p/C_a の 0.68 を 4 個の芳香環からなるクリセンに等しいとして他のパラメーターを近似して求めたものであるが, 計算値とよく一致している。例えばユニットウェイトの 681.2 の値は分子量中に占める S, N および O の 37 を加えると, 728.2 となり蒸気圧法で求めた分子量とほぼ一致する。

一方, Fig. 9 に側鎖のパラメーターを近似して求めたマル

Fig. 9 Hypothetical Structure of Maltene Molecule
Determined by NMR Structural Analysis

テンのユニット構造を示した。構造はナフテン炭素を含んでいないが、Table 8 に示されるように実際にはユニット当たり 4.7 個のナフテン炭素を含んでいる。従ってユニット構造中のほぼ側鎖一つに当るナフテン環を考慮する必要があるが、後に示すように SP 値の計算には環状パラフィンと直鎖パラフィン共に等価であり問題とならない。また Fig. 9 によるユニットウエイトの計算値は 648.0 であるが、炭素および水素以外の元素を考慮すると 685 となる。またこれも蒸気圧法および GPC¹²⁾ による分子量のほぼ中間の値に位置する。

Small¹³⁾ は Scatchard¹⁴⁾ による 2 成分系の凝集エネルギー間に加成性が認められるとした関係式および同族系分子の場合、分子間引力定数は炭素数に比例¹⁵⁾するという考察を進展させ、幾つかの化学構造単位から構成されている分子の凝集エネルギー密度 (c.e.d.) の計算に以下に示す式を提唱している。

$$\text{c.e.d.} = \left(\frac{\sum F}{V} \right)^2, \quad \delta = \frac{\sum F}{V} \quad (1)$$

ここで、 F , V および δ は種々の化学グループの引力定数、分子容および溶解度パラメーター (SP 値) である。またこの SP 値は極性基間に特有な相互作用が存在する場合および水素結合力が強い場合を除いて実測値にかなりよく一致する¹⁶⁾ことが認められている。そこで $V=M/d$ (M =分子量, d =密度) の関係から、式 (1) と Small による CH₃-, -CH₂-, -CH= および >C= の各々の引力定数 214, 133, 111 および 19 の値を用いて、Fig. 9 のマルテン成分の SP 値を計算すると 8.29 の値が得られた。すなわちマルテンの密度を 1 とし、

Group	$\sum F$	M
6 × CH ₃ (CH ₂) ₄	4,476	426
6 × -CH=	666	78
12 × >C=	228	144
1 × 5,370/648 = 8.29		

この値はクウェート原油の混合基のアスファルトについての結果であり、ナフテン系およびパラフィン系の原油の場合は値が若干異なってくるものと思われる。またこの SP 値はマルテン中に存在する N, O および S 元素を考慮すると、8.29 よりやや大きな値となると思われ、さらに飽和成分ではこの値より小さくレジン成分は大きな値となるものと考えられ、相溶性については純物質よりやや幅があるものと思われる。そこでマルテンの SP 値とラテックスのそれと比較するため、各組成のラテックスの固形分の密度が But-15, But-75, But-100 で各々 1.00, 0.942, 0.912 であることから、同様な方法で計算した SP 値および文献によるその他のポリマー値を Table 7 に示した。表から明らかなように、But-75 の SP 値はマルテンのそれと一致し、But-100 もかなり近い値を示しているのに比較し

Table 7 Solubility Parameters of Various Polymers

Polymer	Solubility Parameter δ in (cal/ml) ^{1/2}	
Maltens	8.29	—
But-15	8.83	—
But-75	8.30	(8.40)
But-100	8.13	(8.40)
Polystyrene	8.95	(9.00)
Natural Rubber	—	(8.03)
Polyethylene	—	(8.00)
Polyvinyl Acetate	—	(9.40)

() Observed solubility parameters by use of swelling Measurement¹⁷⁾.

て、But-15 の場合はマルテンよりかなり大きな値を示している。極性分子で且つ相互作用が大きい場合を除いて、2 成分系の混合が吸熱混合の場合は凝集エネルギー密度の差、すなわち SP 値の差が小さい程溶解抵抗が小さいことは理論的に認められていることであり、我々の一連の実験結果と一致している。また SP 値がマルテンとほぼ一致している But-75 は低温においてもマルテン中に十分溶解している可能性があるものと思われる。すなわち But-75 および But-100 はアスファルトとの相溶性が良好である故、同一添加量では粘度、軟化点および PI 等に対する効果はラテックスの性質を反映してほぼ加成性が成り立っているが、相溶性の悪い But-15 は効果がほとんど認められない。従ってアスファルトの改質のように改質剤の添加量が極めて小さい場合は改質剤の相溶性が支配的な要因であると思われる。

以上のことは平均的分子構造から計算した SP 値によって十分説明できるが、厳密にはアスファルテンミセルに吸着しているマルテン中のレジンの量およびラテックス中の活性剤の影響等を考慮する必要があると思われるが、マルテンの SP 値 8.29 は実験結果とよく一致しており、妥当なものと思われる。またこの SP 値は多種のポリマーをアスファルトに添加して行った一連の実験から、結晶化度が小さく SP 値が 7.8 から 8.8 のポリマーがアスファルトの改質効果があり、高温ではアスファルトに溶解し、低温ではミクロ分散するとして Beem^{21), 22)}らの結果もよく説明できる。またこの SP 値はアスファルトにはく離防止剤および老化防止剤等を添加する場合の相溶性や、接着性のパラメーターの一つである臨界面張力 (γ_c)¹⁸⁾等と関連してアスファルトの特性を知る上で、有用となるものと期待される。

4 結 論

スチレンブタジエン含有比の異なるラテックスを用いてアスファルトの改質効果を検討すると共に、マルテンの溶解度パラメーターの計算を試みた結果、以下に示す結論を得た。

1) 針入度指数 (PI) 等に対する改質効果はブタジエン含有比の大きい But-75 と But-100 が良好であり、But-15 は針入度の低下が大きいのに比較して PI の増加には寄与しない。

2) また針入度および粘度測定の結果から、アスファルトの改質効果はラテックスとアスファルトの相溶性に強く依存しており、But-15 の場合が特に相溶性が悪いことが確認された。

3) ラテックスのアスファルトへの溶解は、アスファルテンを除いたアスファルト中のマルテン成分の性質に依存すると考

えて, NMR による構造解析によりマルテンの平均分子構造を推定し, Small の式を用いてマルテンの SP 値の計算を行った結果, 8.29 の値を得た。

4) このマルテンの SP 値はアスファルトの相溶性が良好なラテックスの SP 値とよく一致しており, 実験結果と対応している。従って SP 値はアスファルトと改質剤の相溶性を支配する因子となりうるものと思われる。

本研究を行うに当り御指導頂いた東京工業大学高分子工学科の植松市太郎助教授および試料を提供して頂いた日本合成ゴム(株)に感謝の意を表す。

文 献

- 1) Road Research Laboratory, Bituminous Materials in Road Construction, P. 557, H.M. Stationary Office (1962).
- 2) Rostler, F.S., White, R.M., *Assoc. Asphalt Paving Tech.*, **39**, 532 (1970).
- 3) Walter, V. H., *Bitumen Teere Asphalt Pechte*, **17**, 104 (1966).

- 4) Giavarini, C., *Riv Combust*, **25**, 391 (1971).
- 5) 後藤邦夫, "ポリマーブレンド", (1970) 日刊工業新聞社.
- 6) 笠原 靖, 石油誌, **17**, (4), 318 (1974).
- 7) Small, P.A.J., *J. Appl. Chem.*, **9**, 71 (1953).
- 8) Speight, J.G., *Fuel*, **49**, 76 (1970).
- 9) 笠原 靖, 植村 正, 鳥居敏彦, 石油誌, **18**, (3), 226 (1973).
- 10) Berneis, K., Wood, L.J., *J. Appl. Chem.*, **12**, 160 (1962).
- 11) Saal, R.N.J., Labout, T.W.A., *J. Phys. Chem.*, **44**, 149 (1940).
- 12) 飯島 博, 石油誌, **5**, (8), 559 (1962).
- 13) Heithaus, J.J., *J. Inst. Petrol.*, **48**, 45 (1962).
- 14) Dickie, J.P., Yen, T.F., *Anal. Chem.*, **39**, 1847 (1967).
- 15) 笠原 靖, 植村 正, 石油誌, **18**, (11), 907 (1973).
- 16) Scatchard, G., *Chem. Rev.*, **8**, 321 (1931).
- 17) Scatchard, G., *ibid.*, **44**, 7 (1947).
- 18) Gardon, J.L., *J. Phy. Chem.*, **67**, 1935 (1963).
- 19) 日本化学会編「化学便覧」応用編, 830 (1973) 丸善.
- 20) Bristow, G.M., Watson, W.F., *Trans. Faraday Soc.*, **54**, 1731 (1958).
- 21) Brit. 1,201,135.
- 22) Beem, E.J., Brasser, P., *J. Inst. Petrol.*, **59**, 91 (1973).

新刊紹介

「潤滑の物理化学」

桜井 俊男 著

摩擦, 摩耗, 潤滑に関する学問分野は最近トライボロジーと呼ばれている。本邦における草分けである著者がその専門書を発刊したので紹介する。

全4章からなる本書は, 著者の前著「潤滑, 潤滑剤」を骨子にしているながらも, 各章にはトライボロジーおよびそれに関連する内容が新しい感覚でしかも幅広くおりこまれている。

内容はトライボロジーの基礎を初めとし, 潤滑油の製造・酸化・潤滑油添加剤・グリースその他にまで及んでいる。トライボロジーに関するいくつかの章では最新の学説, 実験報告等が広く網羅されている。特にトライボケミストリーの章は今までと違ったジャンルとして興味深い。

著者はこの章でトライボケミストリーとメカノケミストリーの定義, 固体表面の不均一性からくる金属表面の疲れ現象, トライボ化学反応, レビンダー効果について説明している。またトライボケミストリーに密接に関連する界面化学現

象についての章は, 固体表面をはじめとし, 界面に起こるさまざまな現象が挙げられている。潤滑機構に関する章では, 従来の学説のほかに新しく EHL 理論が採り入れられている。潤滑油の製造についての章では, 鉱油の溶剤精製法に加えて水素精製法が詳細に述べられている。また最近開発の進んでいる合成潤滑油の種類と特性が説明されており, 潤滑油添加剤については, その構造, 作用機構の若干が前著より詳しく説明され有用である。なお, 本書では潤滑油の分析は割愛されている。

一口にトライボロジーと言ってもその範囲は極めて広く, まとめるのは困難であるにもかかわらず, 本書は要領よくポイントをまとめている。機械文明の進歩はトライボロジーの発展なしに考えられない。この分野の基礎的専門書のない今日, 本書は潤滑技術者に対してはもとより, 機械技術者に対してもトライボロジーの基礎を知る上で格好の参考書となるう。

発行所: 幸書房

ページ数: 268

発行年: 1974

定 価: 3,200 円

(神尾晋一)