

アスファルト

第23巻 第122号 昭和55年2月発行

122

★研究発表★

舗装管理システムに関する海外の動向・第1回・

阿部 頼政・阿部 忠行 1

〔随想〕単純さの再発見

吉 越 治 雄 13

〈アスファルトの分析法・第5回〉

赤外線吸収スペクトル分析法・質量分析法 関 根 幸 生 42

時事解説●OPEC第55回総会と原油価格問題 松 沢 康 彦 54

統計資料●石油アスファルト需給実績 59

特集・私の海外生活見聞録

I. 対談「欧米3週間駆け歩き見聞録」 林 誠 之 18

II. カナダへ留学の1年間 福 手 勤 32

III. ラウンドアバウト・英国2年間の研究生活
牛 尾 俊 介 37

ASPHALT

社団法人 日本アスファルト協会
JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

舗装管理システムに関する海外の動向 第1回

アスファルト舗装技術委員会

アスファルト舗装技術研究グループ

本欄の開設にあたって

アスファルト舗装技術研究グループの活動は、昭和52年11月発足以来、すでに2年以上となる。この間、遠隔地への転勤、新規入会などで多少の変更はあったが、現在のメンバーは別表のとおりである。

活動の内容は、研究というよりもまだ勉強の段階であると言ってよかろう。すなわち、海外の新らしい情報、文献をもとに輪講と討論を繰り返し、ある程度まとまった時点で「アスファルト誌」への紹介というパターンをとっている。

54年4月以降は、Pavement Management Systemが当グループの中心課題となっている。仮に舗装管理システムと訳して話を進めるが、この訳の是非はもとより、その定義についてもわが国では多くの議論を呼ぶことになる。本欄では、種々の海外文献を紹介し、読者と共に、わが国への適用性を考えていきたいと思う。

欧米諸国では、マッシュアルレポートに代表されるように、舗装の維持、修繕に関する合理的な方向を模索中であるが、最近では、それをさらに一歩進めた形の舗装管理システムにつき、アメリカ、カナダが中心となって精力的な研究を行っている。これは、舗装の計画・設計にあたって、従来の技術的な側面の他に長い目で見た経済性を考慮するもので次のような特徴がある。

- (1) 技術的に見た設計寿命だけではなく、新設費、維持・修繕費、利用者便益、利子など、トータルコストを考慮して舗装を設計する。
- (2) システムの操作はコンピュータを利用してデータの合理的な蓄積を重視する。
- (3) システムは、固定的なものではなく、現実に即して流動的にレベルアップをはかる。

海外でも、この種の研究はまだ初期の段階であり、当グループでもその全容を把握しているわけではない。また、研究機関によってシステムのとらえ方もかなり異なり、経済評価に中心をおくもの、修繕の優先順位を主とするもの、データの蓄積を目的とするもの等、様々である。ただ、暫定的ながら、実用化しているものもあり、現在、当グループでそれらの資料を収集中である。

今回は、システムの概要を紹介する意味で、R. Haas, W. R. Hudson 著の「Ravement Management System」(McGraw-Hill, 1978) をとりあげた。当グループで昨年4月～7月にかけて輪講したものであるが、それを阿部(忠)氏にまとめてもらった。

次回以後、具体的な種々のシステムを取りあげていく予定である。資料が膨大になるため、毎号掲載というのは多少無理かと思うが、まとも次第できるだけ早い機会に紹介したいと考えている。(阿部頼政)

グループ長：阿 部 頼 政 日本大学理工学部助教授

阿 部 栄 三	シェル石油アスファルト部
阿 部 忠 行	東京都土木技術研究所道路構造研究室
荒 井 孝 雄	日本舗道技術部
井 上 武 美	日本舗道技術研究所
榎 戸 靖 暢	日本大学理工学部土木工学科
大 島 剛	大林道路技術研究所
太 田 健 二	日瀝化学工業技術課
大 坪 義 治	日瀝化学工業技術研究所
金 沢 円 太郎	日本道路技術研究所
小 坂 寛 巳	首都高速道路公団第二建設部設計課

古 財 武 久	大成道路技術研究所
鈴 木 秀 敏	日瀝化学工業技術研究所
田 井 文 夫	東京工業大学工学部土木教室
竹 田 敏 憲	東京都土木技術研究所舗装研究室
谷 口 豊 明	日本大学理工学部土木工学科
栃 木 博	日本道路公団試験所舗装試験室
林 誠 之	日本石油中央技術研究所
福 手 勤	運輸省港湾技術研究所滑走路研究室

舗装管理システムについて

Pavement Management Systems(1978 McGraw-Hill)の概要

阿 部 忠 行*

- | | |
|---------------|------------|
| 1. はじめに | 5. 舗装設計 |
| 2. 舗装管理システム | 6. システムの実行 |
| 3. 舗装投資計画 | 7. おわりに |
| 4. 舗装の供用性と評価法 | |

1. はじめに

舗装管理システムに関する海外の動向の第1回目は、Ralph Hass と W. Ronald Hudson がまとめた著書、“*Pavement Management Systems*¹⁾ (1978, McGraw-Hill)” の紹介を中心に主に米国とカナダにおける舗装管理システムの概念について述べる。同著は1975~1976年までの著者らの研究とともに多くの文献を収録整理したもので、舗装管理をトータルシステムとしてとらえシステムを構成する計画・設計・施工・供用・維持……など各サブシステムの内容および各サブシステム間の関連性について明確にすることを主題としている。

全体は6章から成っており、各章の主な内容は次のとおりである。

第1章 舗装管理の実際；舗装の歴史，位置づけ，システム技術論とその方法，マネージメントシステム，投資計画，便益 pp 1~46

第2章 舗装の評価と供用性；舗装の評価，利用者の便益，供用性の概念，路面調査法，安全性 pp 47~120

第3章 舗装設計；設計-解析，評価，決定，設計基準，構造の応答モデル，入力物理定数，経済評価，供用性の予測，破壊の予測 pp 121~304

第4章 実行；システムの実行，施工（管理，記録，環境），維持修繕（計画モデル），総合判断，フィードバックシステム pp 305~382

第5章 システムの実例；FPS 1~6，SAMP 1~6，RPS，OPAC，VESYS~IIM pp 383~426

第6章 将来展望；エネルギー，資源，新材料，新方法，財源，将来の展望 pp 427~450

著者のプロフィール

Ralph Hass：現在カナダの技術研究員でカナダにおける Pavement Management Committee の Road and Transportation の副座長であり，TRB (Transportation Research Board's Committee) の舗装設計の理論解析の部門で座長を務めた。システムに関する研究など 100 編以上の論文を発表している。

W.R.Hudson：ASCEのNational Pavement Committee の最初の座長を務め，現在はTexas 大の土木工学教授である。現在，\$ 10,000,000 のプロジェクト “ブラジルにおける道路と舗装費用の関係に関する研究” のチーフとして活躍している。なお ASCE の J. James R. Croes Medal の受賞者でもある。

紹介にあたっては，出来るだけ著者らの意見を忠実に伝えることを前提として，筆者の意見などは各項末尾に*注で示した。

2. 舗装管理システム

道路工学における1分野としての舗装という狭義の領域に限定しても舗装という行為は，計画・設計・施工・供用・評価・維持修繕……と多くの局面を有している。従来ややもすると，これらの局面が独立的に扱われてきた。特に予算的な面においてはその傾向が強く，新設道路の建設と既設道路の維持補修計画の間には大きなギャップがあった。近年，このような点に関して行政的に

*あべ ただゆき

東京都土木技術研究所道路構造研究室

も技術的にも反省の傾向がみられる。すなわち、個々の局面は独立して存在するのではなく、舗装管理という大きなシステムの中のサブシステムとして位置づけるべきであり、それらは図-1に示すような関連性をもつものである。図-1に従って各サブシステムの概要を述べると次のとおりである。

計画サブシステム：建設に対する要望、建設の優先度、計画、予算措置など計画的な内容を有する。

設計サブシステム：設計条件の検討、設計条件に従って設計案を作製、供用性予測や経済評価によって設計案を決定する。

施工サブシステム：設計書、仕様書に沿って施工する。

評価サブシステム：施工後供用開始とともに舗装を評価する。

維持・修繕サブシステム：評価に沿って日常的な維持および修繕を実施する。

データ・バンク：以上の行為を記録保存し、常に舗装の動態を明確にする。さらにフィードバックシステムとしての機能を有する。

研究サブシステム：フィードバックシステムと一体化し、システム改善のフォローをする。

以上のサブシステムの流れは図中矢印で示した。

なお以後、本論文中舗装管理システムはP.M.S.と略す。

3. 舗装投資計画サブシステム

P.M.S.において計画サブシステムの内容は前述のように、①建設に対する要望、②優先度の決定、③予算措置などがあるが、その中で特に重要なものは③投資計画に基づく予算措置があげられる。道路整備への投資額は

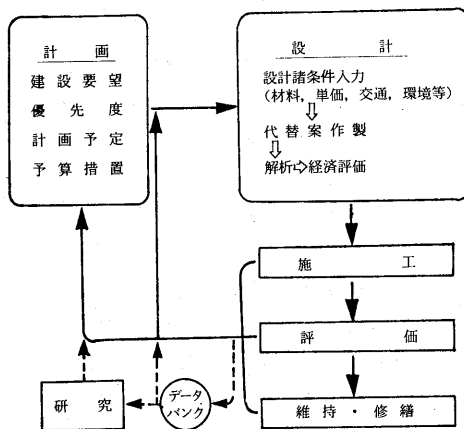


図-1 システムのサブシステム

莫大な額であり、その運用には十分な配慮が要求される。ここでは米国における投資計画の流れを図-2に示す。

まず連邦政府や州の各省に予算が配分される（レベル1）、次に輸送関係のうち一部が道路整備予算に配分され（レベル2）、これから舗装の建設、維持修繕費と分割され（レベル3）、さらに計画（レベル4—ネットワークレベル）、実施（レベル5—プロジェクトレベル）へと配分される。

このような投資計画の実施にあたって必要な情報は次のようなものである。

① 管轄内における舗装建設や供用中道路の維持修繕要望は何か？

② それらの中での優先順位は？

③ 優先順位や予算枠を考慮した上で、予定計画レベルや実施レベルでどのようにすれば良いか？

このように舗装の投資計画は経済性を基幹としてなされる。すなわち基本的には便益が投資額を上回るような計画案が選択される。そして、便益を明らかにするためには、舗装設計や供用性評価の定量化が必要となる。

*1 わが国の場合、昭和55年度予算の（政府案 54.12.30現在）一般会計42兆5,888億円のうち道路整備事業費は1兆9,108億円と約5%を占めている。

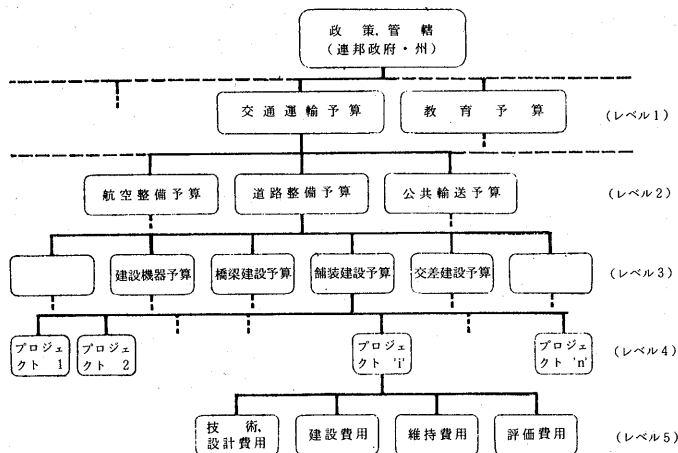


図-2 投資計画の流れ

4. 舗装の供用性と評価法サブシステム

本章では舗装の供用性とその評価法および調査方法について述べる。

(1) 供用性

舗装をシステム化するためには、舗装の評価を定量化する必要がある。舗装評価の定量化は W. N. Carey, P. E. Irick らによって 1960 年頃に試みられた²⁾。舗装設計者の共通の目標を設定するために舗装の供用性という概念を開発し、その概念は AASHO 道路試験によって具体化された。

供用性の基本的な考え方は、“道路は利用者にとって便利で、かつ快適な走行性を与える”ということであり、経済的な評価は考慮していない。舗装—自動車—人間の関係における快適性という主観的なものを定量化するための手順は図-3 に示すとおりである。

① PSR (Present Serviceability Rating)

舗装の設計者、維持管理者、自動車技術者、舗装研究者、教育者など永年舗装に携ってきた人々で組織した舗装評価班によって、便利性、快適性について採点する。

② 路面調査

平坦性、ひびわれ率、わだち掘れなどの調査を行う。

③ PSI (Present Serviceability Index)

PSR と路面調査結果とを重回帰分析により相関性を検討する。その結果、サービス指数と路面性状は、(1)式の仮定の基に(2)式のようにモデル化された。

$$PSI = PSR + E \quad (E: \text{修正項}) \quad \cdots(1)$$

$$PSI = C + (A_1 R_1 + A_2 R_2 + \cdots) + (B_1 D_1 + B_2 D_2 + \cdots) \quad \cdots(2)$$

さらに(2)式で、 $R_1 = \log(1 + SV)$ 、 $R_2 = RD^2$ 、

$$D_1 = \sqrt{C+P}$$

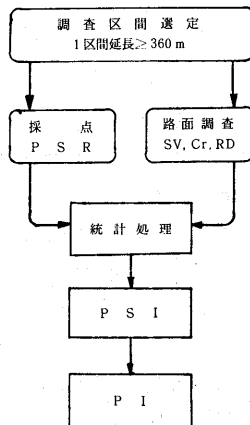


図-3 供用性の定量化

と仮定し、統計処理によって(3)式が採用された。

$$PSI = A_0 + A_1 \log(1 + SV) + A_2 RD^2 + B \sqrt{C+P} \quad \cdots(3)$$

ここで、

SV ; 平坦性, RD : わだち掘れ, C + P ; ひびわれ率 A_0, A_1, A_2, B は係数

このモデル式と 138 箇所及び調査結果から、アスファルト舗装 ((4)式) とコンクリート舗装 ((5)式) における各係数を設定した。

$$PSI = 5.03 - 1.91 \log(1 + SV) - 1.38 RD^2 - 0.01 \sqrt{C+P} \quad \cdots(4)$$

(n = 74, $r^2 = 0.844$)

$$PSI = 5.41 - 1.78 \log(1 + SV) - 0.09 \sqrt{C+P} \quad \cdots(5)$$

(n = 49, $r^2 = 0.916$)

④ PI (Performance Index)

供用期間において刻々変化する S P I の総合的な評価を供用性と定義する。

(2) 評価法

舗装評価には種々の側面がある。各側面における評価の経時変化の代表的な型は図-4 に示すとおりである。各側面とは、図に示すように、①構造的な評価、②供用性、③破損、④安全性、⑤維持管理費、⑥利用者費用等である。各評価法および調査法は次のとおりである。

1) 構造的評価

構造的強さは、載荷重に対しての荷重伝播能力を指し、各層の弾性定数や一定荷重に対するたわみ応答などで評価する。調査方法には、大別すると非破壊法と破壊法とがある。非破壊法は表面への載荷に対するた

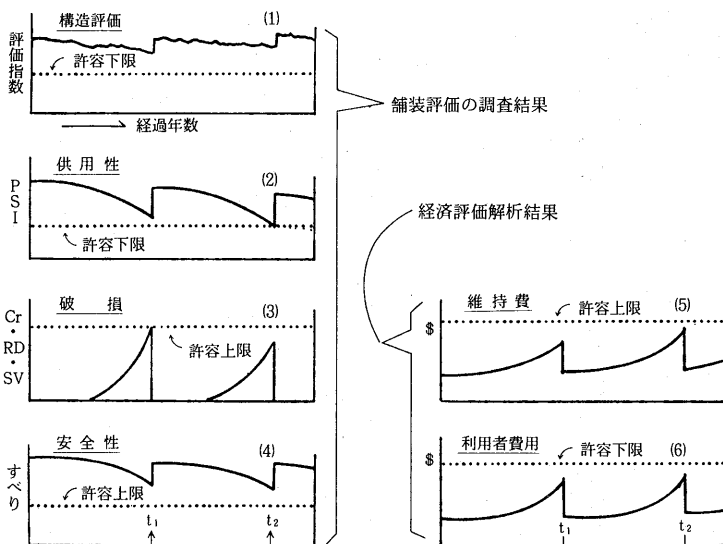


図-4 舗装評価の経時変化

わみ応答などを測定し、舗装の力学的耐荷力を検討する方法であり、いわば内科的健康診断といえる。一方破壊法は、コア採取やカッターによって舗装を破壊し物理特性などを測定する方法で、外科的手術による方法である。

非破壊法の測定には、ベンケルマンビーム、デフレクトグラフ、ダイナフレクト³⁾などが利用される。

2) 供用性

前節で述べたように、供用経過時間に対するサービス指数を測定し評価している。例えば AASHO では、 $PSI = 2.5$ になったならば、なんらかの処置を施す。さらに、 $PSI = 1.5$ になったときには、大規模な改修が必要であると基準化している。なお、平坦性調査には、CHLOE プロフィールメータ⁴⁾や3mプロフィールメータ、わだち掘れには、BPR ラフネスメータ⁴⁾や直定規、ひびわれ率は目視あるいは写真撮影などの方法がある。

(3) 破 損

舗装の破損形態は、ひびわれなどに代表される破壊や変形、崩壊などに分類できる^{5) 6)}。破損は施工直後からしばらくの間は進行しないが発生すると急激な増加を示す(図-5-(3))。それとともなって、サービス指数は急激に減少する。(図-5-(2))

(4) 安全性

安全性は、路面のすべり摩擦係数によって代表する。路面のすべり摩擦係数が減少すると制動距離が増加し

事故発生率が増加する⁷⁾。ケンタッキー州のようにすべり摩擦係数による路面の評価区分を設けている例もある⁸⁾。

しかし、すべり摩擦係数は調査方法によってかなりの差異を生じるので、各々の調査法に適合した評価基準の設定が必要である。

以上は、実際に現場においての調査結果によって出力されるものであり、次の2項は経済評価によって出力される。

(5) 維持費用

維持費は建設以後、定常的に累積されるが供用性の低下する t_1 、 t_2 に近づくとき急激に増加する傾向がある。

(6) 利用者費用

利用者費用も維持費用と同様な傾向を示す。

5. 舗装設計サブシステム

舗装設計法の発展経緯をみると半経験的な方法と理論解析による方法とがある。その中で CBR 設計法で代表される半経験的な方法が主流をなしているのが現状であり、理論解析法はオーバーレイの設計や表面たわみ量を基にした構造解析に利用されている。そして現在米国内で主流をなしているのは AASHO の設計法である^{9) 10)}。舗装設計法の詳細にはふれず¹¹⁾ここでは P. M. S. におけるサブシステムとしての位置づけと経済評価を中心に述べる。

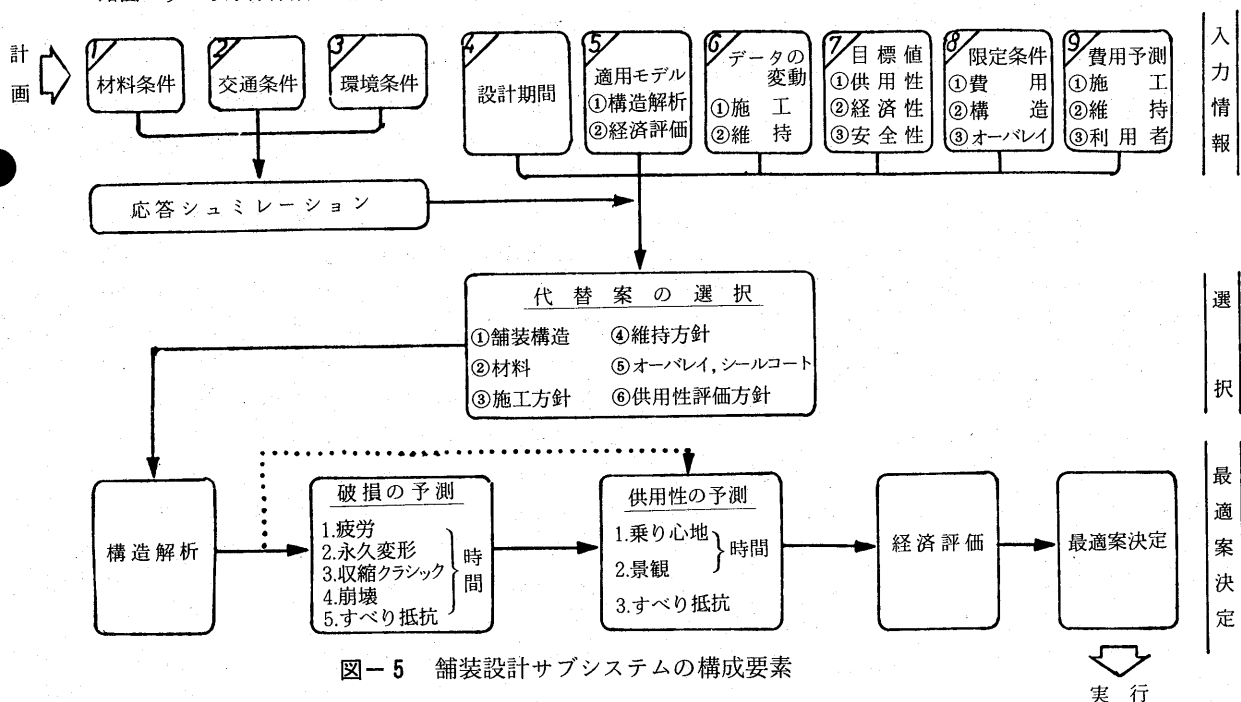


図-5 舗装設計サブシステムの構成要素

(1) 舗装設計の構成要素

舗装設計サブシステムの構成要素の概念を図-5に示す。図の最上段は入力情報に関するものである。

直接的な入力としては、①材料条件（路床条件も含まれる）、②交通条件（荷重、量）、③環境条件（主に気象条件）などがある。

次に上段の右側の項目は、限定条件といえるものである。④設計期間；設計時に想定する舗装寿命である。

（通常20年が考えられる）⑤適用モデル；(i)構造解析モデルの決定であり、現在の設計法では非常に単純なモデルや経験的なモデルが多い。(ii)経済モデル、後述するように、経済評価にどのモデルを用いるか決定する。⑥適用データの変動；施工、維持などについてのデータの変動幅を入力する。しかし、現在ほとんどのシステムではこのデータは入力していない。⑦目標値；図-4で示した各側面に対する目標値であり、供用性、経済性、安全性などの値である。⑧限定条件；予算措置、構造などに関する種々の限定条件を明確にして入力する。⑨費用；施工、維持、利用者費用の推定値（期待値）を入力する。

次に中段は代替案の選択である。1～9までの入力条件に沿ったいくつかの代替案を選択する。なお、その際には単に舗装構造の層厚や種類に注意するだけではなく、施工に関する政策、維持補修計画、供用性の評価について検討を行う必要がある。

最後に下段は最適案の決定である。中段で選定したモデルについて供用年数と破損（疲労、永久変形、収縮クラック、崩壊、すべり）の関係を予測する。次にそれを基にして供用性の予測を行う。なお、破損と供用性の経時的予測は一緒に考えても良い（図中点線で表示してある）。さらに経済評価を行い最終的な最適案を決定し実行に移す。

* 2 著書“Pavement Management Systems”には、AASHOの設計法を中心に何種類かの設計法や疲労破壊などの室内試験についてもかなり詳しくふれている。なお、最近の各国における設計法については、山下らの紹介例¹¹⁾があるので参照されるとよい。

(2) 舗装設計における経済評価

これまでは、舗装設計にあたってどちらかというと構造的力学特性にのみ重点を置いたきらいがある。しかし、舗装設計を経済活動の中に位置づけるときには、経済評価を行う必要がある。

なお、経済評価法の詳細については他の文献¹²⁾¹³⁾にゆずり、ここでは評価法の基本的な考え方と代表的な評

価法、評価例について述べる。

1) 考慮する費用項目

経済評価を行うにあたって考慮する必要のある項目は次のとおりである。

①当局側の費用

- a 当初の建設費
- b 将来の建設費あるいは補修費（オーバーレイ、シーリングコート、再建設など）
- c 設計期間中（舗装寿命期間）の維持費
- d 設計期間終了時の残存価値
- e 技術および管理費用
- f 投資的費用

②利用者の費用

- a 旅行時間
- b 車輛の操作性
- c 事故
- d 不快感
- e 表面処理や補修時に生じる時間の遅れと余分にかかる運転費用

③非利用者の費用

2) 舗装の便益

経済性を検討するとき、しばしば用いられる用語に「便益」(Benefit)というものがある。便益の定義は多くの解釈があるが¹²⁾¹³⁾ここでは、道路に関係する各立場の人に対して“有益な効果を生じる”概念としてとらえて差しつかえないと思われる。

舗装便益を算定するために必要な指標としては、サービス性、すべり抵抗、色、反射等多くの因子が考えられるが、とくにサービス性とすべりが直接影響が大きい。

なお、路面性状と維持および利用者の費用との相対的關係は図-4に示したような関係にある。①サービス性が減少すると（図-4-(2)）車輛の走行速度が減少するので利用者費用は増加する（図-4-(6)）。②維持修繕工事が行われると大幅な費用増加を示す（図-4-(5)）。

3) 利用者費用と便益の定量化

設計サブシステムで経済評価を行うためには、利用者費用や便益と供用性との関係などを定量化する必要がある。このような定量化を最初に行ったのはMcFarlandで¹⁴⁾あり、その結果は図-6と表-1に示すとおりである。図-6では、サービス指数と車輛の平均速度の關係を示し、各サービス指数に対する利用者費用等の費用項目を表-1に示してある。

4) 経済評価法

舗装の経済評価に適用されている代表的な例は次のと

表-1 PSIと費用⁴⁾

地方部2車線

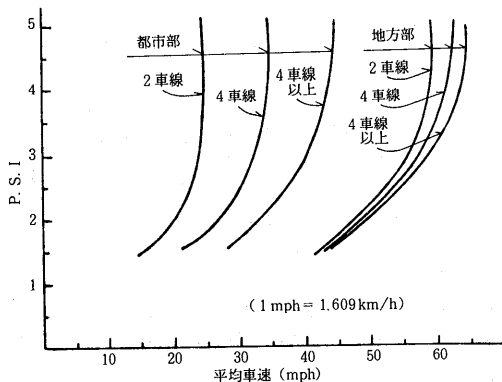


図-6 PSIの平均車速の関係

おりである。

- ①年間等価費用法 (the Annual Cost Method)
- ②現在価値法 (Present Worth Method)
 - a 費用法, b 便益法, c 純現在価値法
- ③返還比率法 (Rate-of-Return Method)
- ④便益-費用比法 (Benefit-Cost Ratio Method)
- ⑤費用-効果法 (Cost-effectiveness Method)

各評価法の概要は次のとおりである。

年間等価費用法：初期投資費用と解析対象全期間にわたる投資費用を合計し、年間費用に換算する方法である。年間費用は(1)式によって求められる。

$$AC_{x1,n} = crf_{i,n}(ICC)_{x1} + (AMMO)_{x1} - crf_{i,n}(SV)_{x1,n} \dots\dots(1)$$

ここで、

$AC_{x1,n}$ ：解析期間 n 年に対する代替案 x_1 の年間等価費用

$crf_{i,n}$ ：資本回収係数、利子率 i 、期間 n とすると、

$$= i(1+i)^n / [(1+i)^n - 1]$$

ICC_{x1} ：初期投資費用（施工費、材料費、技術管理費を含む）

$AMMO_{x1}$ ：維持および管理費用の年平均

$AAUC_{x1}$ ：利用者費用の年平均（車の操作性、旅行時間、事故、不快感なども含む）

$SV_{x1,n}$ ：解析期間 n 年における残存価値

この方法で多くの代替案を検討し、年間等価費用の最も小さいものが経済的であるとする。この解析法は単純であり、当局側の理解を得ている方法である。

なお、年間等価費用の現在価値は、現在価値法で得る解と同一である。

現在価値法：費用あるいは便益のみを考慮する方

PSI	費用 / mil				
	時間	操作	事故	不快	合計
1.5	9.86	7.95	0.86	2.20	20.87
2.0	8.74	7.84	0.75	1.80	19.13
2.5	7.93	7.73	0.68	1.40	17.74
3.0	7.50	7.37	0.63	0.90	16.45
3.5	7.25	7.06	0.61	0.50	15.42
4.0	7.13	6.75	0.60	0.20	14.68
4.5	7.07	6.58	0.59	0.00	14.24
5.0	7.07	6.43	0.59	0.00	14.09

法と両者を考慮する方法の3種類がある。この解析法は、初期投資費用を解析対象全期間にわたる投資費用を現在価値に換算したものである。

(I) 費用のみを考慮する方法は(2)式で表わされる。

$$TPWC_{x1,n} = (ICC)_{x1} + \sum_{t=0}^n pwf_{i,t} [(CC)_{x1,t} + (MO)_{x1,t} + (UC)_{x1,t}] - (SV)_{x1,n} pwf_{i,n} \dots\dots(2)$$

ここで、
 $TPWC_{x1,n}$ ：解析期間 n 年に対する代替案 x_1 の全現在費用

$(ICC)_{x1}$ ：施工の初期費用

$(CC)_{x1,t}$ ：施工費（ t 年におけるもの、但し $t < n$ ）

$PWF_{i,t}$ ：減少率に対する現在価値係数
 t 年に対するものは $1/(1+i)^n$
 i = 減少率

$(MO)_{x1,t}$ ： t 年における維持管理費

$(UC)_{x1,t}$ ：利用者費用（自動車操作性、旅行時間、事故、不快感などを含む）

$(SV)_{x1,n}$ ：残存価値

(II) 便益のみを考慮する方法は(3)式によって示される。

$$TPWB_{x1,n} = \sum_{t=0}^n pwf_{i,t} [(DUB)_{x1,t} + (IUB)_{x1,t} + (NUB)_{x1,t}] \dots\dots(3)$$

$TPWB_{x1,n}$ ：解析期間 n 年に対する代替案 x_1 の全現在便益価値

$(DUB)_{x1,t}$ ：利用者の便益

$(IUB)_{x1,t}$ ：間接便益

$(NUB)_{x1,t}$ ：非利用者の便益

(III) さらに両者を考慮する方法は(4)式によって表わされる。

$$NPV_{x1} = TRWB_{x1,n} - TPWC_{x1,n} \dots\dots(4)$$

ここで、

NPV_{x1} ：純現在価値

返還比法：費用と便益が等しくなるように割引率

表-2 舗装設計例¹⁴⁾

設計	種 別	層 厚 in			等値粒 状 厚
		表層	基層	路盤	
A	普 通	5	10	9	26
B	"	4	6	15	24
C	"	6	6	6	22
D	ディープストレングス	8	12	—	28
E	フルデックス	12.5	—	—	25

を決め計画の可否を判断する方法であり、(5)式によって表わされる。

$$TPWC_{x1, n} = TPWB_{x1, n} \cdots \cdots (5)$$

この方法は投資の見返りを評価するのにわかりやすい概念なので、これまで多くの道路当局者に好まれてきた。

便益-費用比法：年間等価便益（またはその現在価値）に対する年間等価費用（またはその現在価値）の比によって評価する方法であり、(6)式で表わされる。

$$BCR_{xj, xk, n} = (TPWB_{xj} - TPW_{xk}) / (TPWC_{xj} - TPW_{xk}) \cdots \cdots (6)$$

ここで、

$BCR_{xj, xk, n}$ ：便益-費用比

この方法は、通常道路事業において、代替案を組にして、それぞれの代替案の差を求めるために適用する。しかし、便益を強調するところから利用者には魅力はあるが、実際には比率の本質が抽象的のわりににくい概念である。

費用-効果法：供用性指数や乗心地係数などの効果を測る目安として経済評価を行うものであるが、それ自体では有効ではなく、むしろ他の方法を補足する方法として利用されることが多い。

5) 経済評価例

R.K. Kher らによる舗装設計の経済評価例がある¹⁴⁾。

表-2 に示す5つの(A~E)設計例において、初期投資、維持、交通の遅延、残存価値、利用者など各項目別の費用は表-3 に示すとおりである。この表をみると各小計における結果と総計までの間に代替案が変化していく様子がよくうかがえる。この場合の結果ではD案が最も経済的な断面となっている。

表-3 各設計代替案の経済比較¹⁴⁾ (\$/mil)

費用項目	設計	A	B	C	D	E
初 期 投 資		232,950	203,950	198,600	259,350	244,850
オ ー バ レ イ		49,300	70,450	81,300	27,300	52,750
小 計		282,250	274,400	279,900	286,650	297,600
維 持 費		35,100	31,400	27,500	41,400	34,300
小 計		317,350	305,800	307,400	328,050	331,900
オーナー利用中		5,100	10,300	7,100	1,450	4,550
小 計		322,450	316,100	314,500	329,500	336,450
残 存 価 値		13,550	15,100	16,300	13,100	17,200
小 計		308,900	301,000	298,200	316,400	319,250
減速による利用者費		92,950	108,900	140,050	64,350	83,750
総 計		401,850	409,900	438,250	380,750	403,000

□ = 最小費用

6. システムの実行

これまでは計画・設計・評価の面におけるシステムとしての考え方や方法について論じてきた。しかし、どんなに立派なシステムでも、それを実行しなければなんの役にもたない。本章ではP.M.S.の実行上のサブシステムである施工および維持修繕を中心に述べる。システムの実行のフローは図-7 に示すとおりである。

- ①意志決定機関によってシステムの実行を決定する。
- ②作業に従事するグループを構成し、③現行システムの実態について調査する。
- ④さらに現行システムにおける特殊性や管理的な欠陥、技術的欠陥について調査し、⑤実施の予定表や勧告書類を作成する。
- ⑥システムの実行においてネットワークレベルあるいはプロジェクトレベルにおける判定グループや個人を決める。
- ⑦システムを実行する。なお実行後定期的な検討あるいは他の研究システムからの意見を参考にしながらシステムの改善を計る。

(1) 施工サブシステム

計画、設計したものを予算や時間的制約のもとに現実

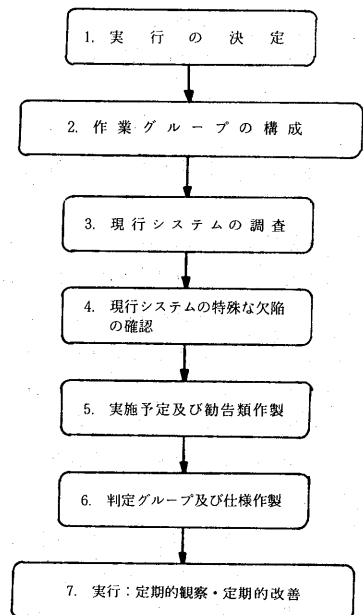


図-7 システム実行のフロー

の物に変換する行為を施工として位置づける。P.M.S.において施工サブシステムを考えるとときには、他のシステムとの相対的な関係づけが重要であり、ここでは、相対的な関係を中心に述べる。

施工サブシステムと他のシステムとの相互関係は図-8に示すとおりである。

①計画サブシステムからは、
 “What” “When” “Where”という概念で、プロジェクト型、施工年時予定、他の工事との関連、交通計画などを入力し、現実の施工を通して、予定の修正、費用や方法の推定値の修正が次の計画のための資料として出力する。(①～①)。
 ②設計サブシステムからは仕様書、設計書という形で直接、諸々の設計条件を入力し、それらの設計上の仮定条件と施工との整合性および改善すべき点を出力する(②～②)。
 ③評価サブシステムからは、既存のデータを参考値として入力する。そして、供用後評価の基準値となる初期値を出力する(③～③)。
 ④、③と同様にフィードバックシステム的な機能で、維持計画の予定および諸条件を入力し、施工サブシステムから維持に関する初期条件を出力する(④～④)。

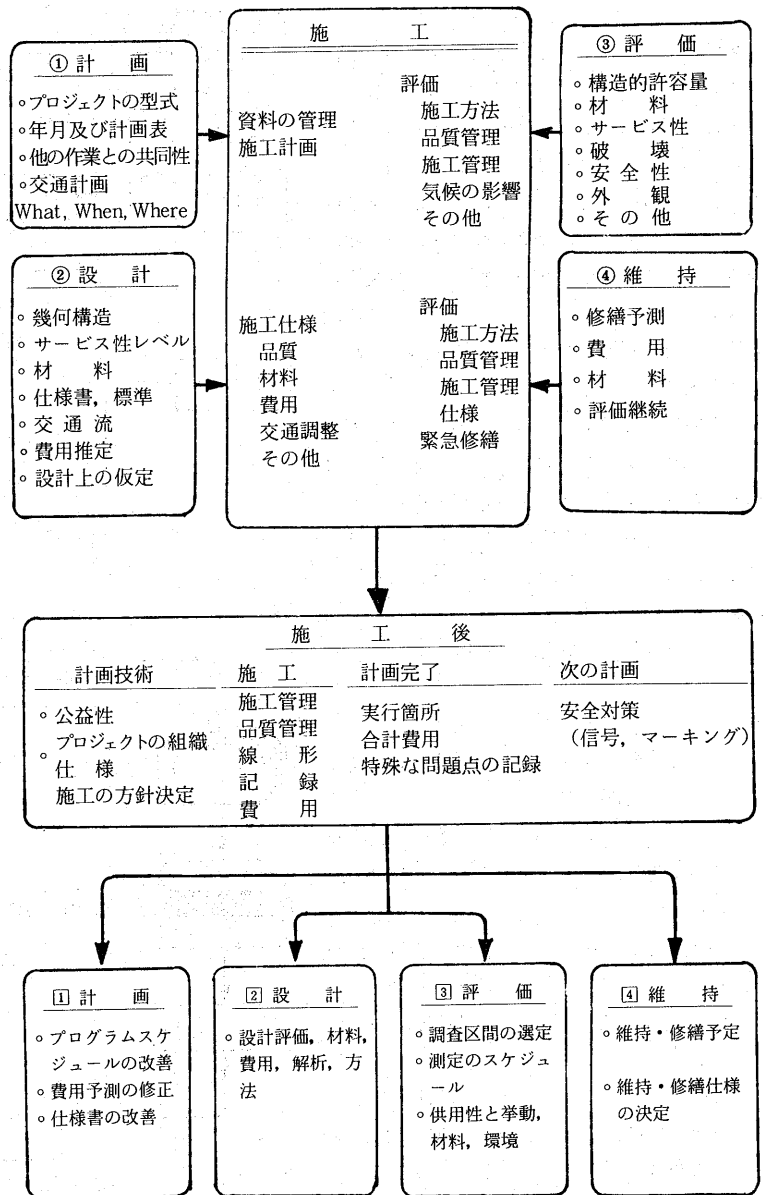


図-8 施工サブシステムと他のサブシステムとの相互関係

(2) 維持修繕サブシステム

舗装管理におけるシステム化実

現を要望する第1の要因は、それまで維持修繕が計画や設計とかけ離れて存在していたくらいがあったといっても過言ではない。すなわち設計時には設計寿命(通常20年間)を考えているが、現実には供用中なんらかの維持修繕をほどこさず設計寿命を全うする道路はほとんどない。しかし、これに対して予算措置など不十分ことが多い。このような状況に対してトータルシステムとしての導入が急がれていた。

維持修繕を決定する要因には大別して2つの側面があ

る。

①構造的な側面……サービス指数とか破壊に基づく。
 ②政策的な側面……交通処置とか時期、要望など、また維持と修繕とはその規模あるいは予算支出の科目によって分けられるが、ここでは維持修繕システムとして考える。そのサブシステムの位置づけおよび実行までのフローは図-9に示すとおりである。この図によると維持修繕の決定は道路の供用性、要望、基準および経済評価を検討し実施する。

(3) フィードバックシステム

舗装管理をシステムとしてとらえ、実行し、改善していくためには、各サブシステムにおける記録を保存し、しかも随時とり出せることが必要である。すなわち、計画・設計・施工・供用・評価・維持の流れを定常的に、かつ客観的データとして保存し、舗装の動態を常時確認出来るシステムが必要である。そして、舗装管理システムのフレームワークの中から、外部環境条件の変化に対応させてシステムを修正したり改良を加えていく。

ここでは、そのような目的にあうシステムをフィードバックシステムと名づけ、その基となるデータシステムの概要について述べる。なお、データシステムを合理的に実施するには E.D.P.S.(Electric Data Processing System) が必要である。

データシステムを概念を図-10 にそって説明する。

①. まず各サブシステムの必要条件がデータソースとなる。各サブシステムにおける必要条件は次のとおりである。

(i)計画サブシステム；舗装改良建設の要望、優先度、予算配分、施工予定などの決定

(ii)設計サブシステム；供用性予測や長期間にわたるデータを基に設計法の改良、材料、単価、交通条件による構造設計や経済評価

(iii)施工サブシステム；施工方法、仕様書、材料、品質管理、建設費用、環境条件、施工時間

(iv)維持、管理システム；舗装の現況、サービス指数、安全性

(v)研究サブシステム；計画、設計、施工、維持等のフィードバックデータ

②. ①で掲げた必要条件をデータとして入力する。

③. 入力したデータを情報に変換する。②におけるデータは、情報を作製するために必要な資料であり、そのデータを特定な目的を達成するために役立つ情報として加工する処置である。

④. コーディング（情報をコード化する）

⑤. 入力あるいは更新

⑥. 情報ベース（ここに情報を蓄積しておく）

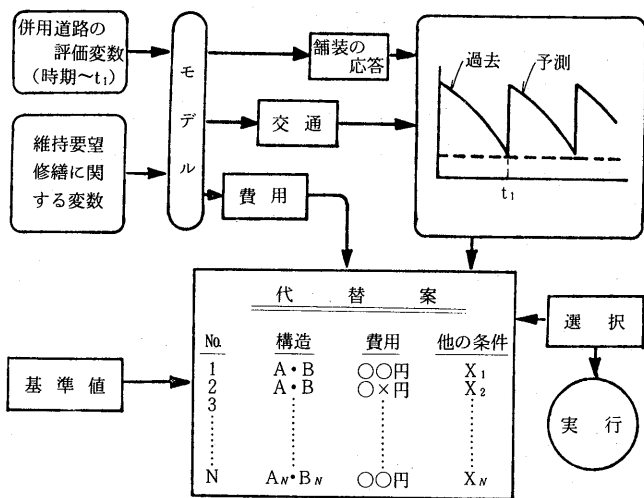


図-9 維持修繕サブシステム

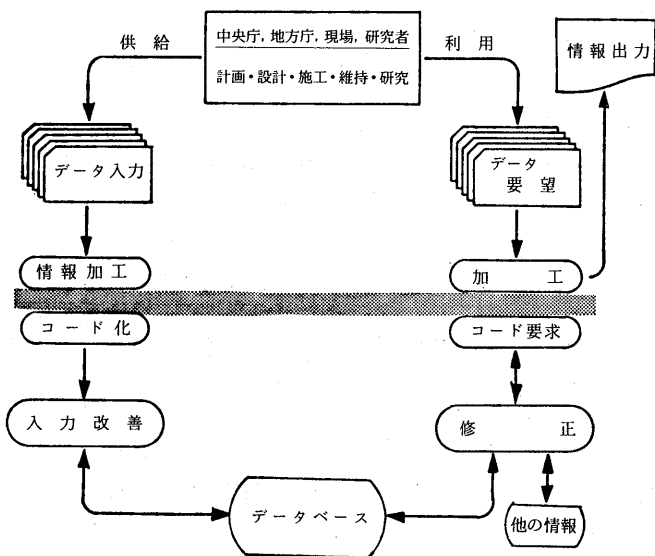


図-10 データシステム

⑦. 他の情報などによって現在の情報を修正する。

⑧. 要求された情報を出力する。

7. おわりに

以上“Pavement Management Systems”を中心に舗装管理システムについて紹介してきたが、これまでの内容を筆者なりにまとめると、トータルシステムは図-11のように考えられる。

①種々の条件を基に計画し、②各種の設計案の中から経済評価および構造によって最適案を決定し、③仕様書、

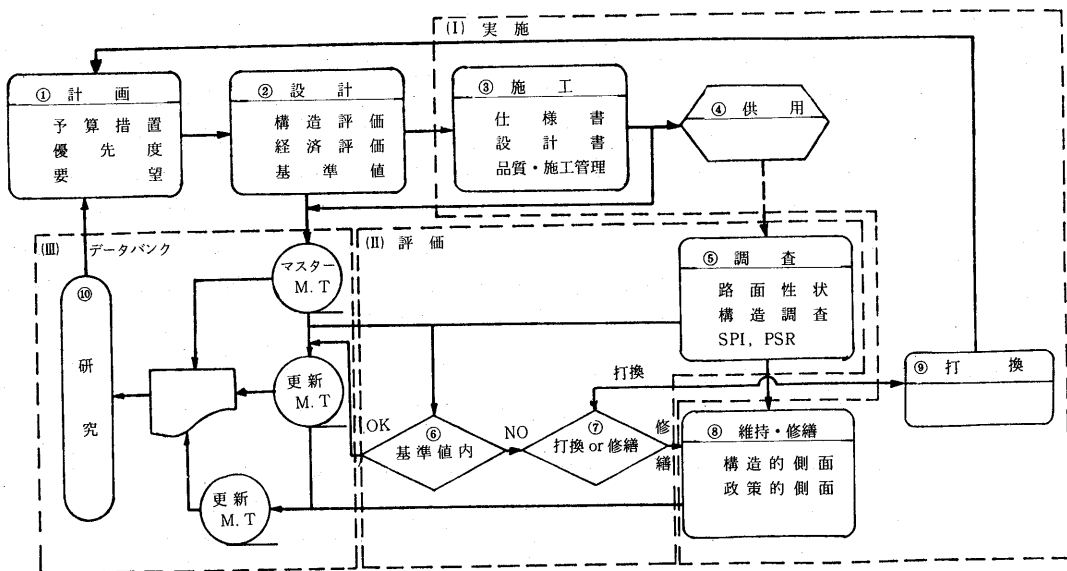


図-11 舗装管理のトータルシステム

設計書に沿って施工する。設計条件や施工直後の路面性状を初期値として記録する。④供用後、⑤定期的あるいは必要に応じて調査を行い、⑥設計時における基準値と比較し基準内にあれば供用を続行する。もし、基準値よりはずれた場合には、⑦工法の検討を行い、⑧維持修繕で対応するか、⑨打換えるべきかを判断する。維持修繕ですむ場合は、実施結果をデータソースに付加してデータを更新する。データソースには、その時点までにおける舗装の動態が逐一記録され、必要に応じて出力出来る。それらの記録を基に⑩研究し、改善あるいは改良点があれば、次の計画時の参考としてさらに高度なシステムへと進展させる。

以上“Pavement Management Systems”の概要を紹介してきたが、内容的には経済評価についてページ数を多くさいてしまった。わが国においても、今後、舗装をシステムとしてとらえるときに、経済評価を取り入れる必要にせまられるであろう。舗装管理システムについて読者諸氏のご意見、ご指導をいただければ幸いである。

参考文献

筆者が付加した文献と著者らの文献を区別するために、付加した文献には○印を付した。

- 1) R. Hass and W. R. Hudson, "Pavement Management Systems," 1978, McGraw-Hill
- ② W. N. Carey, Jr., P. E. Irick, "The Pavement Serviceability - Performance Concept," Thirty

ninth annual meeting of Highway Research Board, January 12, 1960.

- ③ Gilbert Swift, "Dynalect - A new Highway Deflection Measuring Instrument," REMCO., Highway Products.
- 4) Hudson, W. R., W. E. Teske, Karl H. Dunn, and E. B. Spagler, "State of the art of the Pavement Condition Evaluation," Subcommittee Report to Pavement Condition Evaluation Committee of HRB" HRB special Report 95, 1968.
- ⑤ C. L. Monismith, Y. M. Salam, "Distress Characteristics of Asphalt Concrete Mixture" AAP T, vol. 42, 1973.
- 6) W. R. Hudson, B. F. McCullough, "Flexible Pavement Design and Management Formula" NC HRP 139, 1973.
- ⑦ Glenn G. Balmer, "Pavement Texture : Its Significance and Development" TRR 666, p 1 ~ p 6, 1978.
- ⑧ R. L. Rizenbergs, J. L. Burchet and Larry A. Warren, "Relation of Accidents and Pavement Friction on Rural, Two Lane Roads" TRR 633, p 21 ~ p 27, 1977.
- ⑨ AASHO, "AASHO Interim Guide for Design of Pavement Structures," 1972.
- ⑩ NCHRP, "Evaluation of AASHO Interim

Guides for Design, NCHRP 128.

- ⑪ 山下弘美他, “主な国のアスファルト舗装構造設計法(1)~(7)”, 舗装 Vol. 14, No.6~No.12, 1978.
- ⑫ H. Moring and M. Harwitz, (松浦善満訳) “Highway Benefite-an Analytical Framework (道路経済学便益の分析)”, 鹿島出版.
- ⑬ Robly Winfrey, (日本道路協会訳), “Economic Analysis for Highways”, 道路経済学—道路計画における経済分析.

- 14) McFaland, William F., “Benefit Analysis for Pavement Design Systems”, Res. Rept, 123-13, Jointly Published by Texas Highway Dept Texas Transportation Institute of Texas A & M Univ., and Center for Highway Research of the Univ. of Texas at Austin, April 1972.
- 15) R. K. Kher, W. A. Phang, R. C. G. Hass, “Economic Analysis of Elements in Pavement Design”, TRR 572, p1~p14, 1976.

石油アスファルト等, JIS規格改訂説明会の開催

工業技術院では, 石油製品のJIS規格体系および内容の抜本的な改正作業を進めておりましたが, 今回, 石油アスファルト, 石油アスファルト乳剤, グリースおよび切削油剤について成案を得ましたので, 55年1月末の官報に公示するとともに, その趣旨, 内容等の周知徹底を図るため講習会(工業技術院主催)を行なうことになりました。

下記の要領にて開催されますので, お知らせします。

1. 会場および開催日

- イ) 大 阪 大阪通商産業局 別館大会議室 06(941)9251
昭和55年2月18日(月) グリースおよび切削油剤
2月19日(火) 石油アスファルトおよび石油アスファルト乳剤
- ロ) 広 島 広島通商産業局 6階共用第1会議室 0822(28)5251
昭和55年2月21日(木) グリースおよび切削油剤
2月22日(金) 石油アスファルトおよび石油アスファルト乳剤
- ハ) 東 京 (財)日本規格協会 6階会議室 03(583)8001
昭和55年3月11日(火) グリースおよび切削油剤
3月12日(水) 石油アスファルトおよび石油アスファルト乳剤

2. 時 間 割

時 間	講 演 内 容	講 師
10:00~10:40	挨拶・石油関係 JIS をめぐる最近の動向	黒 河 亀千代 (工業技術院)
10:40~12:00	石油アスファルトの JIS 改正および製造工程の管理について	真 柴 和 昌 (アス協技術委員長) 井 町 弘 光 (アス協品質小委員長)
12:45~14:05	石油アスファルト乳剤の JIS 改正および製造工程の管理について	桧 垣 一 彦 (乳剤協技術委員長)
14:05~15:25	生産管理および品質管理について	池 田 保 (規格協会)
15:30~16:00	石油アスファルトおよび石油アスファルト乳剤の JIS 表示許可申請の仕方について	通商産業局技術振興課
16:00~16:30	石油アスファルトおよび石油アスファルト乳剤の JIS 表示許可申請工場に対する審査について	黒 河 亀千代 (工業技術院)
16:30~17:00	質 疑 応 答	全 講 師

注: すべての会場とも同様の内容・時間割で行なわれます。

単純さの再発見——単純・明快なものへの憧れ——

吉 越 治 雄

「地震の復旧から」

「おや、パンクじゃないか」三陸海岸の南端、気仙沼市にさしかかった車の中、車体は後がとられるような激しいゆれで、路側に急停車した。

路面が波打ってゆれ動き、電線は、縄飛びの縄のように強い力でゆすられていた。これは地震だ、しかも大きい、地震の動揺は比較的短い時間だったように思う。もう気仙沼国道出張所は、目と鼻の先に来ていたので、急いでそちらに向う。所内は、書棚が倒れ、書類が散乱し大型の金庫も室内の真中に滑り出していた。

幸い職員には、一人のケガ人も出ていない、パトロール中の職員に向け、重要構造物の点検指示等が矢継ぎ早に出される。そのうちに事務所から千代大橋と取付部の間に、20輦もの段差を生ずるも、交通は途絶えていないとの第一報が入る。新潟地震の経験を思い出して、手持ちの材料がなくなったら、附近の河川土砂で応急復旧するよう指示した（これは後程失敗であったことが判ったのであるが）。突然なことなのでラジオの電池も切れていて使い物にならない、カーラジオで一般情報を聴く、後から考えると放送局等は、旧藩時代の堅固な地盤上や、山の手にあつたために被害も最小限で、充分な情報を流してくれたことが、混乱を未然に防いでくれた大きな陰の力となった。

公共土木の被害は、地震発生後直ちに被害箇所の把握に務め、特に緊急復旧を要する被害箇所の復旧工事の施工を急ぎ、施設の機能保持の措置が講じられた。

河川関係の被害は、国、県、市町村を含めて482箇所総額128億円余に達した。直轄河川では、北上川、鳴瀬川、名取川、阿武隈川などに発生し、冲積平野の軟弱地盤上に築造された堤防が、き裂、沈下、法面のはらみ、崩れなどの被害をうけ、構造物も護岸、樋門、水門などのコンクリート構造物にき裂、沈下が生じた。

発生の時期が6月12日の梅雨の真最中とあって、洪水

が懸念され、夜を日に継いで、約一週間で応急復旧を完成させたが、案の定6月29日に出水があったが、これによる被害はなかった。

道路橋梁被害は、国、県、市町村道が、県下全域で路面のき裂、法面の崩壊、落石、かけ崩れが発生し、通行不能箇所が相次いだ。また橋梁の躯体のクラック、鉄筋の座屈、橋桁の移動、落下、アンカーボルトの損傷、沓の破壊などの被害が発生し、被害総額は2,383箇所、107億円余に達し、直轄国道では、国道4号（東京～青森）、6号（東京～仙台）及び108号（石巻～本荘）の各路線について、広く被害が分布し、特に仙台周辺と県北地域に被害が大きかった。

国鉄は止る。東北縦貫道は交通止めになる。県道以下も随所で交通止めになる中で、一大集積地仙台市をバニックから救ったのは、4号仙台バイパスや、6号線であった。バイパスでは日交通量6万台弱で、これが、救援物資や、応援部隊や、復旧資材の搬入、見舞客等で更に数10%も膨れ上り、バイパスに面したヒビの入った事務所は、振動で正常な勤務も覚つかない状態であったが、職員一同、組織の末端迄、身を粉にして復旧に務めた。その甲斐あって、仙台市民の生活物資は順調に入荷し、むしろ普段より余計に運び込まれた結果、値上りもなく、道路輸送の底力を垣間見た思いがした。

以上が被害の概要であるが、道路管理者として、また河川管理者として、内心冷汗三斗の思いの連続であった。6万台を超える重交通を通した千代大橋にしても阿武隈橋にしても、実は被害直後は、不安定構造の状態となっていたのである。

千代大橋は図のような井筒基礎の上にT型の躯体がのっかって居り、その躯体は上にゆくに從って厚みも、巾も絞りに絞った構造で大きく張り出して居り、これが、この断面急変部で大きなき裂が入り、今にも首がカクンと折損せんばかりの状態であった。この状態では活荷重等の垂直荷重は、かえって傷口をふさぐ方向に働くので

千代大橋

路線番号：一般国道4号

所在地：仙台市郡山四丁目地内

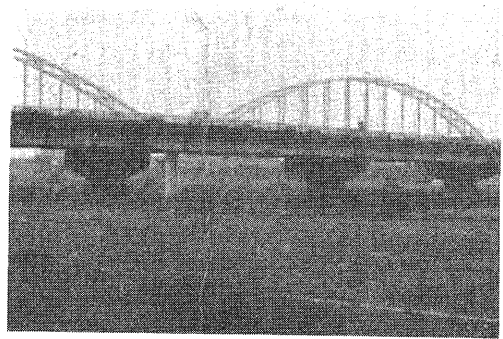
河川名：広瀬川

完成年度：昭和40年

橋格：一等橋

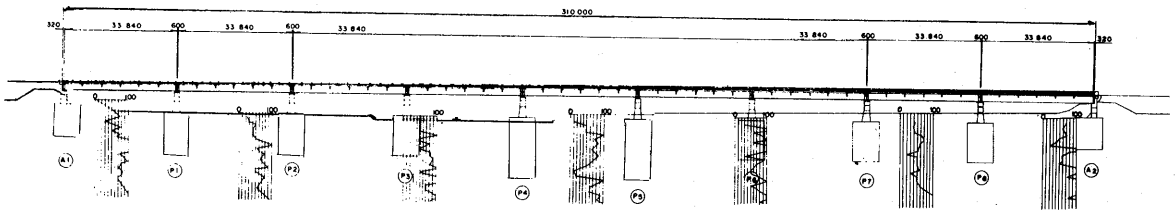
橋長、巾員： $\ell = 310\text{ m}$ (9径間)

$W = 19.0\text{ m}$

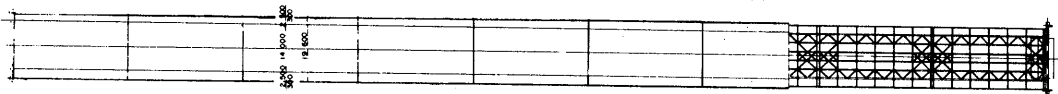


側面図

0 10 20 30m

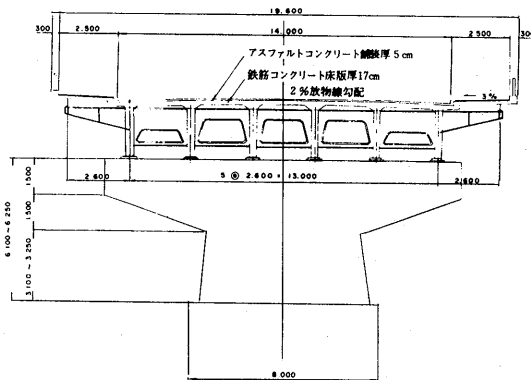


平面図



断面図

0 20 40 60m



橋脚クラック発生位置

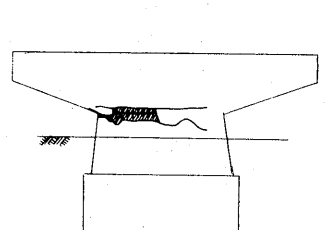
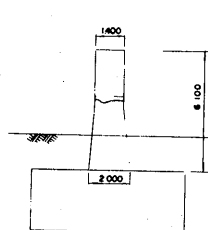
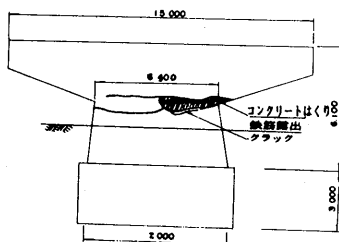
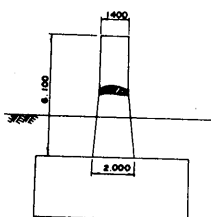
P₆

上流側

正面(A 2側)

下流側

後面(A 1側)



阿武隈橋

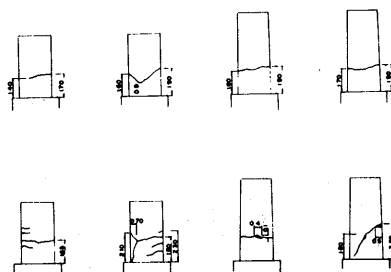
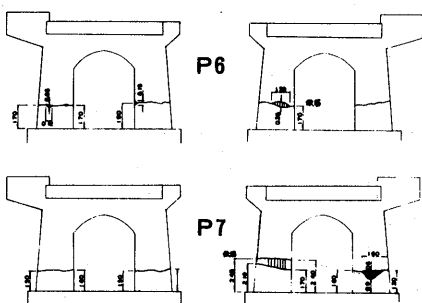
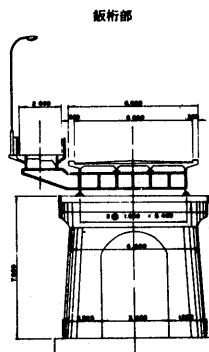
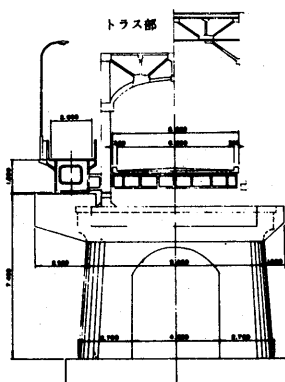
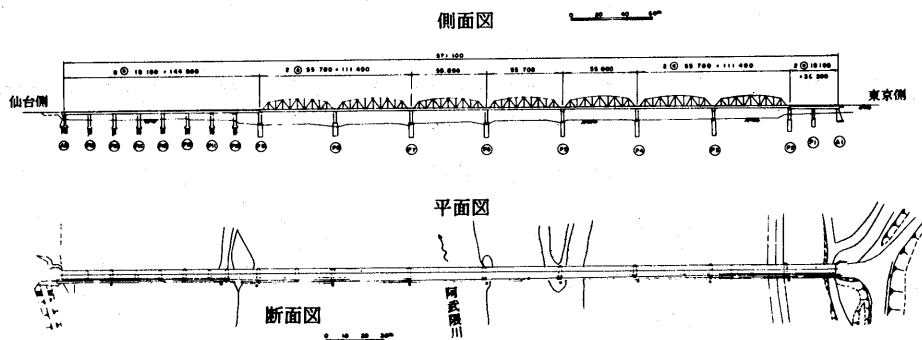
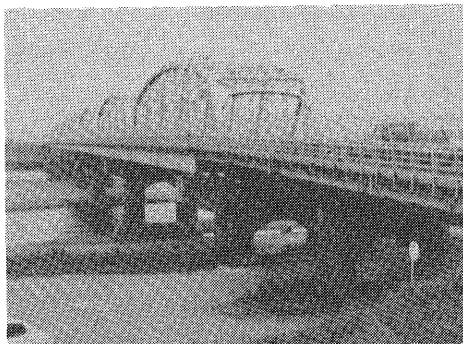
路線番号：一般国道6号

所在地：宮城県亶理郡亶理町今泉地内

橋格：不明

橋長、巾員： $\ell = 571.1\text{ m}$

$W = 6.0\text{ m} + 2.0\text{ m}$ （歩道橋）



橋脚クラック発生位置

天王橋

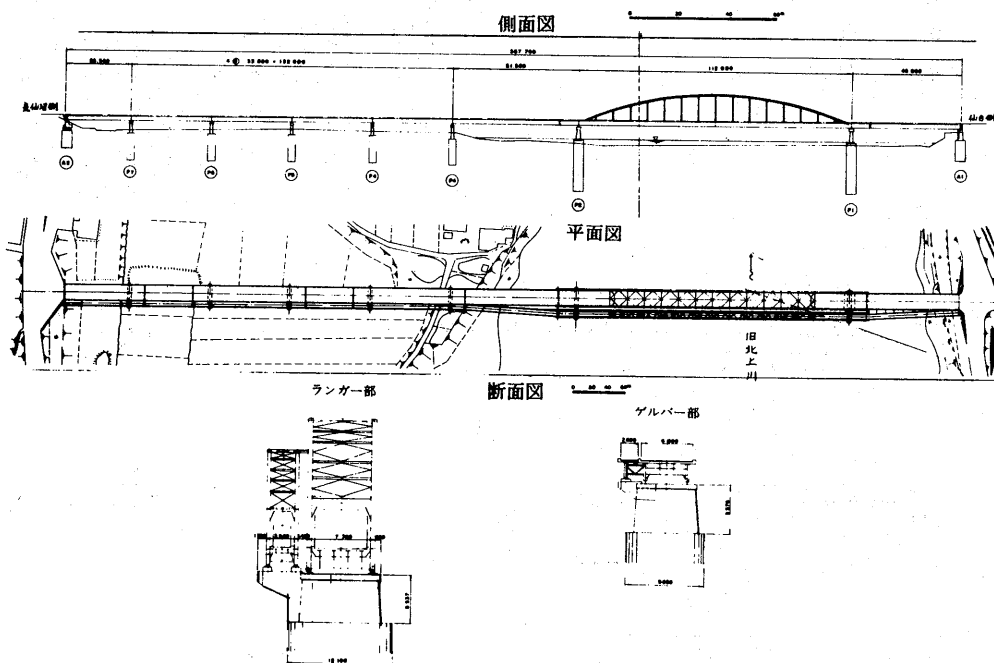
路線番号：一般国道45号

所在地：宮城県桃生郡河南町地内

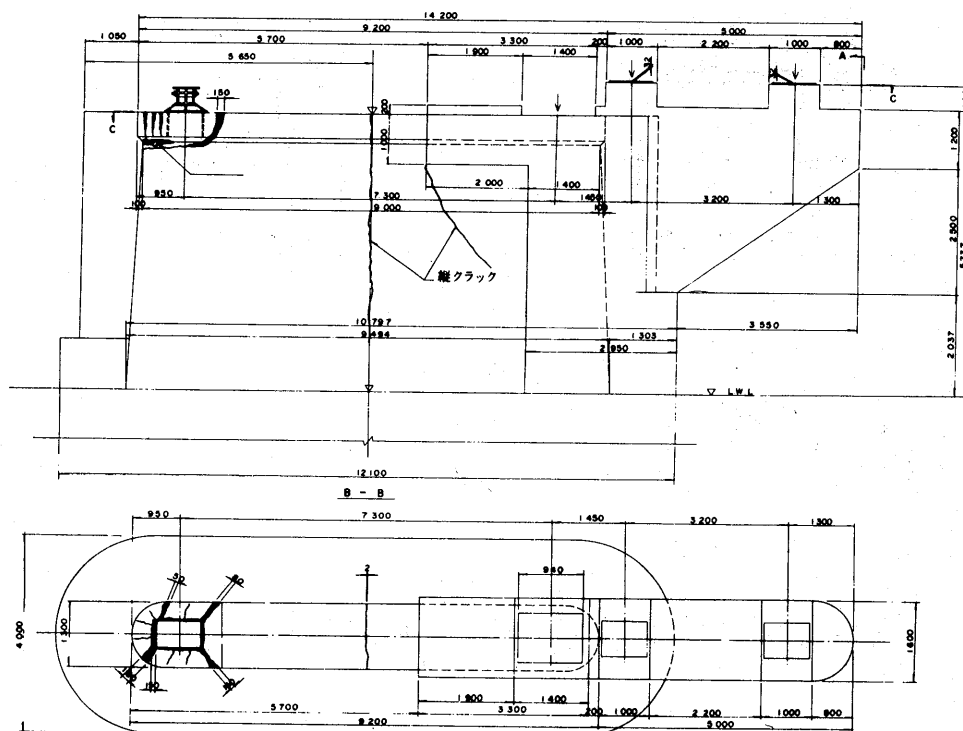
橋格：一等橋

橋長，巾員： $\ell = 367.7\text{ m}$ （8径間）

$W = 6.0\text{ m} + 2.0\text{ m}$ （歩道橋）



下部工被災状況



良いとしても、水平抵抗は期待出来ない。もしも余震が本震規模で襲って来たら一たまりもない。車を乗っけたまま落橋と云うシーンが予想された。しかしここで交通を止めたら生鮮食糧品はもとより、救援活動の道もとごされてしまう。時間を争ってH型鋼を井桁に組んで直接主桁を支える仮支保工が開始された。これを支え切って本当に事なきを得た。

また阿武隈橋も、下部は、井筒基礎にラーメン橋脚がのっかっており、躯体の目通り附近に丁度主鉄筋の断面変化点にき裂が入り、鉄筋が座屈し、上部工は、トラス固定沓のアンカーボルトが、ことごとく切断破損する被害であった。これも下部工、上部工がフリーの状態で不安定構造状になった。

この橋は、取敢ず、躯体天端のコンクリートに穴をうがちアンカーボルトを差し込み、これと現場加工した型鋼を通じて既存沓に溶接する応急復旧を行った。

この橋は昭和七年完成のもので躯体天端は厚みも充分にあり、例え余震が来ても落橋迄には到らないだろうと云う自信があったが、それでも再三三角四の余震では、それこそ震害の止まらない数日間であった。仮復旧完了の報に接した時には、事情を知っている幹部一同で思わず万才を叫んでいた。

国道45号天王橋は昭和34年に竣工し、その後昭和50年に歩道橋部を添加したもので、この際躯体上流部を張り出し補強した上で歩道上部工をのつけたものである。被害は、主ランガートラスの固定橋脚の被害が甚大で、橋軸方向の曲げにより、張り出し拵増厚して補張された部分の影霧で、下流側沓を中心に複雑なき裂が発生した。旧北上川の水中の躯体でもあり、特殊な型枠を考案して仮締切を兼ねさせる構造として事無きを得た。

この他名取川河口、閑上（ゆりあげ）の特殊堤の被害や、工事中の阿武隈堰のゲート被害等多くの教訓を得た。

これ等の災害復旧を通じて感じたことは、構造物は設計に当って充分応力の検討がされるのは当然であるが、採用する構造形は、是非単純な形にしておいて貰いたいと云うことである。千代大橋の下部工にみるように、絞り合いに絞ってテーパをつけた構造や、張り出し式の躯体では、緊急時の型枠や、鉄筋の連結等、大変な苦労を強いられるし、これが単純な壁式躯体で等厚、等巾で立ち上ったものならその補修の容易さは論をまたない。

天王橋の例にみるような片側張り出しの構造では、本体躯体が元々華奢なこともあってか、地震時の運動性状

が複雑で、思わぬ被害をまねいた。これも単純に左右対称の張り出し補強でもすれば、このような複雑な被害をうけないで済んだのではなからうか。

最近コンピューターや複雑な力学計算に頼って、ついつい経済断面と称して、輕業的型式の橋を選んではいないだろうか、この際将来の補修の容易さも充分選択条件に加えて置くことが、重要ではないか。

また、自然力に真正面から対抗するばかりでなく、設計以上の力が加わったら、補修し易い、直し易い所に破壊を誘導するように、意識的に弱点を設計当初から予定して組み込んで置いたら如何のものか、丁度ヒューズのような部分を作って置くことが考えられる。

新阿武隈橋はこの考えで躯体天端と沓に工夫をこらして、設計製作中である。

それから地震の貴重な実績を高く評価して、その経験を生かすことが、大切である。新阿武隈橋では、現橋の井筒が、40有余年も供用に耐えしかも今回の耐震試験に耐えて沈下しなかった実績を生かして、基礎にかかる上部荷重を、極力現橋程度に押えて、ケーソン根入深を10m前後に押えたため、総体的に10億近く工費の節減が出来、支持地盤もケーソンに入って、この目で耐力を確かめて成功している。

「バイパスに、単純な直線を採用したら」

話はがらりと変わるが、今後計画される平坦部のバイパスの路線選定について考えていることであるが、従来は運転の快適性等に重点を置いてクロソイドを駆使して曲線の連続で選定して来たが、今後は路線選定の地元説明の明快さを考えて、重要な誰れにも納得出来るコントロールポイントのみを避けた、単純な直線で選定した方が良いのではないかと考えている。曲線選定をすると無限に路線がひけて、説明に收拾がつかなくなるから、これも単純明快にした方が良いのではないか。

また他省庁協議等に関係する話でも、素人解りするような説明の域に達しないと、仲々了解して貰えない。

むずかしい事柄こそ、良く咀嚼して、単純明快に整理すべきでないかと考える今頃である。

〔建設省仙台工事々務所長〕

欧米3週間 駆け歩き見聞録

林 誠 之 日本石油(株)中央技術研究所

ききて 本誌編集幹事会

☆もう成田で外国気分を味わう☆

Q 林さんどうもご苦労さまでした。まず会社から欧米出張を命ぜられた目的は、かいつまんでどういうことですか。

A 要するに広く欧米のアスファルト事情を見てこいという、比較的自由度の高いもので、ですからいろいろ関心のあるような点を中心に、向こうの人の話を聞いてくるというようなことですね。

Q 出かける前にお聞きしたら、非常に過密ダイヤというか、飛行機が延着陸したら、もう次に訪ねて行く先がどうにもならないというようなスケジュールを組まれて出かけて行ったようなんですが、ロンドンから絵ハガキが届いた—アムステルダムとロンドンは非常にいい町で、ひとつご夫妻で行かれたらいかがですかと書いてある—女房と笑ったんですが、たしかあの人はものすごい過密ダイヤで、風景なんて見ている余裕なんかないんじゃないか、あちこちかけずり回っているのによくそういう余裕があったと、そういう余裕があったということはいいことだと思うんですよ。

日本を離れて外地へ渡った第1歩から話していったほうが順序としていいんじゃないか、出発は成田ですか。

A そうです。初めての海外出張で、しかも1人で行くので途中で乗り間違えたりして、どこか他のところへ行っては大変だということで、オランダ航空のアムステルダム直行便に乗るつもりでいたわけです。それがその日は機体整備か何かの都合で飛行機がない—仕方なくルフトハンザに乗って、ハンブルグで乗りかえ今度は別の飛行機でアムステルダムまで行ったのです。

何しろ成田でルフトハンザの乗り場のところへ行ったら、掲示がものすごく少ない、チケットには乗り場が34ゲートとあるんですが、実際は35ゲートから出て行ったんです。出発直前まで全然案内人もいないし、掲示もはっきりしていない。

Q 成田で……。

A 成田でもうすでに第1歩から。外国というのは日本みたいに親切じゃないんだと、それも成田ですでにそういう感じがしましたね。(笑)

乗って、とにかくドイツの飛行機でハンブルグまで行ったのですが、だいぶ日航の飛行機とは感じも違うし、乗っている人はほとんどドイツ人、乗ったとたんに外国へ行ったような感じがしました。(笑)

☆日、独、英、米、スチュワーデス品評☆

ドイツのスチュワーデス——しっかりしているというか、いわゆる職業婦人という感じ、いわゆる花の職業というような感じじゃなくてね。とくに途中アンカレッジで給油で1時間ちょっと止まって、そこで乗務員が交代したんですけども、乗ってきたスチュワーデスの親玉みたいな、御婦人、まさに将校クラスのスチュワーデスで、身体もしっかりしているし、きびきび機内を歩いて、それこそハイジャッカーでもいたらひねりつぶすという、質実剛健——ですね。(笑)

Q 日本のスチュワーデスとはおおよそ違う…。

A 全然違いますね。今度はドイツの他、イギリス、アメリカ、一番最後に日航に乗ってサンフランシスコから帰ってきたんですが、全然性格というか、国民性が違

うというか、それぞれの国によって女性のもの腰、態度、全く違いますね。

Q その話が出たから、スチュワーデスの国別の話をちょっとやろう。

A そうですね。次はイギリスのスチュワーデスさん。

日本で見ると外人はみんなアメリカ人に見えちゃうんですけども、行ってみるとイギリス人の顔というのは、明らかにアメリカ人とは違う。若い人ですが、スコットランドの匂いのするような、そういう女性ですね。

歩き方、サービスの手順、態度なんかアメリカのスチュワーデスと比べたら、おしとやかと言うか、優雅というか雑なところがなく、する事がスマートという感じがです。次にロンドンからニューヨークへ行くのにはじめてアメリカのパンナムに乗ったんですけど、この違いというのはハッキリしました。ドイツ、イギリス、その次にアメリカのスチュワーデスでしょう、そうしたら開放的というか、あんまりこだわらないというか、とにかく明かるい、ものすごく明かるい。あんまり些細なことにはこだわらないような感じがですね。

Q ドイツ、イギリスのスチュワーデスが、わりとやるべきことをぴしっ、ぴしっとやる、非常に規則正しいというような……。

A 職業に徹している、アメリカ女性は気楽に仕事をやっている、ああいうのだったらやっても面白いんじゃないか……。

Q よくアメリカ映画に出てくる、乗客とちょっとふざけてみたり、ああいう感じなんでしょうね。

A ええ。料理を渡すにしても、ビールを渡してくれるにしても、朗らかで気楽な感じでね。

Q 誘えばびよいという感じ……。

A ああいうの誘うのも、これはこれでまたむずかしいんじゃないですか。(笑)最後は日本航空で、これはすごく真面目で、よく働きますね。やっぱり日本人というのは本当に勤勉だという感じがですね。国際線のスチュワーデスはかなり華やかな職場だと思ったんですけども、本当は重労働ですね。とにかく動き通しに動いている、日本人のスチュワーデスはそういうことを全然文句も言わずに、おとなしく一生懸命やっているという感じが……。

Q あなた個人的に見て、どこの国のスチュワーデスが一番魅力的だったの、好みからいって。

A やっぱりアメリカのスチュワーデスが一番気楽ですね。

Q 男の好みからいけば、やっぱりアメリカのスチュ

ワーデスですかね。

A 遊び友だちで付き合うんだったら、一番いいんじゃないかなという感じで。

Q 一番グラマーだしね。

A 体格としてはそんなに差はないですね。

Q 女性的な魅力というか、女性的なやわらかさというかね。

A そういう意味じゃ、やっぱりアメリカのスチュワーデスが一番やわらかい感じがしますね。

Q ユニホームにも多少の影響あるでしょうね。

A どんなユニホームだったか記憶はうすれてきましたが、各国のスチュワーデスのもの腰、態度はまだ印象に残っていますからね。あまりユニホームとは関係ないんじゃないかな……。

Q 正直言って、日本のスチュワーデスに会ったときには、ほっとしたでしょう。

A サンフランシスコ空港で日航の窓口に行って、もうこれで無事に帰国できるんだと。

Q 実話なんだけれど、日本のスチュワーデスに会ったら思わず抱きついてしまった。感動したというか、やっと自分のお里に帰ったという感じ。スチュワーデスのほうが逆にびっくりしちゃってね、聞いてみたら、なるほどと思ったと。

A 抱きつくほどじゃないにしてもね。さっき言ったようにスチュワーデスのもの腰なりにしても全然違う、顔もそうだけれども、やる事が日本的なんですよね、これで間違いないと。

Q 日本語が通じるということだな。

A そうそう。それでまたあれ泣かせるんでね。機内食に、ざるそばをちょっとつけてくるんですよ、JALで。

Q それは嬉しかったね。それは日本人を見てつけるというのじゃなくて、全部同じにしてね。

A ええ。ちゃんと、このスープはおそばのつゆですよというのが英語で書いてあるんですよ、茶そばですよ。あとステーキなんかもちろんあるが、なかなかいいものですね。全部日本人のスチュワーデスですから、全部日本語でこまかいことまで通じる。(笑)ここへ来るまでは大筋は通っても、こまかいことになると、あんまり通じているわけじゃないので。そういう意味じゃ日航はいいですよ、もっと世界に伸びてくれればということない。

☆英語が通じないオランダでの苦勞断☆

Q では、いよいよ最初に戻って、外国第一歩の到着

からいきますか。まずアムステルダム。なぜ最初にオランダへ……。

A 別に意味があるわけじゃないんで、はじめはアメリカへ行くだけの計画だったんですけども、どうせ行くのならかの有名なイギリスの TRRL を訪問しようと、それで確かなルートを通してアポイントメントをお願いしたら、OKが出たものですから。それでどうせロンドンに行くんだから、ついでにオランダのロッテルダムに多少関連のあるアスファルトメーカーというか、石油会社がありましてね、じゃついでにあちのほうへ行って、ヨーロッパの事情を少し聞いてくるかということで、だんだん当初の予定より雪ダルマ式にふえちゃって…。

Q ヨーロッパの中もあちこちいいと思うけれども、オランダという国は、私個人の好みからも魅力があるんですね。どうですか、オランダという国。

A 非常に落ち着いた国で、日本と違って、イギリスもオランダも古い建物、昔からのものがみんな残っています。

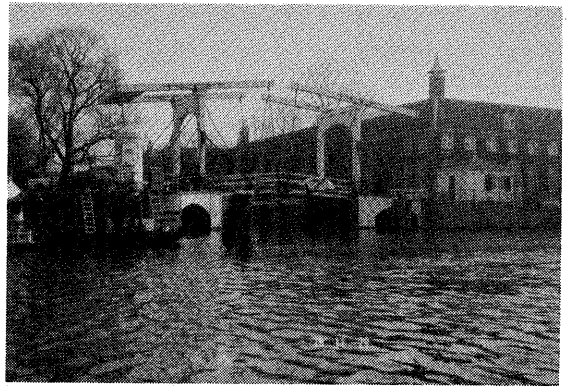
Q いいですね、古い建物が全部残っていてね。

A オランダ語といえば、私は非常にのんきに考えていて、急拠オランダへ行こうと思いついて、それでオランダの観光案内書を買ったんですよ。そうしたらオランダはイギリスに次いで、英語が通じる国と書いてあるんです。それならいいや、それでオランダ語の辞書なんか持っていかなかった、ところが行ったら町の人の半分以上は英語が通じない……。

A それはそうでしょうね。

Q とにかく英語が通じるんだと思って、アムステルダムの市内をまず観光しよう、美術館へ行こうと思って市電に乗って行くのにそこらの人に聞いたわけですよ。そうしたら子ども連れの若いご婦人が何番の電車に乗りなさいと、これは英語で通じたわけですね。今度は運転手さんに、どこで降りたらいいのかと聞いたら、これがオランダ語でしか返事がこない、駅の名前だけ言ってくればわかるんだけど、あなたはどこに行くんだったら、どここの駅で降りなさいとか言うでしょう。そうするとその言葉中のどれが駅の名前か判らない(笑)。そうしたら見るに見かねて乗客の一人が、比較的簡明に教えてくれたんです。

それで降りたのはいいけれど、私の感覚からすれば駅のすぐ前にゴッホの美術館があるつもりで行ったわけですよ。そうしたら全然何もないところですね。それで今度はその付近の人に聞いたらまず1人目は全然わからない。



次のご婦人は聞かれたことは理解できたらしいが、オランダ語でしか返事ができない。それでやきもきしながら向こうへ行って、それからこう曲れとか何とか一生懸命言うんですね。そのうち向こうも大声になって指さして3回くらい曲れとゼスチャーたっぷりね。

Q 日本もそうだと思うんだ。外国のパンフレットとか何かには、英語が非常にわかる国だと書かれてあるかも知れない。しかし日本のバスやタクシーの運転ちゃんや町の人が英語で聞かれてさっと答えられるというのは、やっぱりだめだ。

ここに写真(写真-1)があるけれど、ゴッホの絵に出てくるはね橋ですか、そういうのは昔から残っているし、ゴッホやそれ以前の古い画家たちがその当時に描いたオランダの風景や建物がそのまま、そっくり100年も200年も実物として建物や風景が残っている。この感動というか、そういうものは日本には極く一部を除いてほとんど失われている。

A まさにそのとおりです。観光船の中の説明でも西暦1200年ごろの運河ぞいの倉庫がこれですとか、正しく感動したり、びっくりしたりで……。

さっきの言葉のことですが、運河めぐりの観光船に乗ったら、ガイド代りのテープは最初にオランダ語、次がドイツ語、その次フランス語、最後にやっと英語。

Q 日本語は全然ないんですか。

A 日本語は全然。向こうはその順番からすれば、同じ大陸の隣の国の方がポピュラーで、イギリスはやっぱり海をへだてた国なんですよ。

☆駅で、汽車で、ホテルでのおかしなエピソード☆

Q 第1歩から観光めぐりができたというのはたいへんよかったですね。

A 飛行機の到着時間の関係で、その日のうちに直接先方の会社を訪問するには中途半端だったので、逆にこっちにとっては運よくアムステルダムの町を観光できたわけです。しかし、これも本人としてはかなり苦労しているわけで、時差の関係で夕方になったら眠くて眠くて、徹夜じゃないけれども、そんなような状態。

泊るのはロッテルダム、アムステルダムから汽車で1時間近く乗って行くんですがこれまた汽車に乗るのが一苦労。駅の掲示が全部オランダ語、どこも切符売場へ行ったらいいのか皆目わからない。それでも適当に人の並んでいるところへ行けばいいと思って行きましたね。そうしたらこっちで一生懸命ロッテルダムと言うのだけれども、向こうは何かごちゃごちゃ言うわけですよ。どうも違うカウンターらしくて、さかんにおこっている、こっちもどうしようもないので、とにかくロッテルダム、ロッテルダムのひとことで押し通した。そうしたら向こうも、しょうがないとあきらめて切符をくれた。

Q 絶対に引き下らないのがコツだな。

A ところが今度は何番線から乗ったらいいか、全部オランダ語ですから、書いてあるのは。それに地名はロッテルダム以外知らないし、日本みたいにわかりやすい時刻表もなくってね。変なパネルの掲示みたいの探して見たら、一番最初に出るのがパリ行、その次約40分くらい待ってロッテルダムが終着の電車がある。それでちょっと考えたんです。こっちは相当眠くなっちゃっている、飛行機もそんなに眠れていませんしね。それでパリ行は万一降りてこなくて、パリへ行っちゃったら大変だ、ちゃんとオランダに帰って来られればいいけれども、どこか別の国に行っちゃうかもしれない。(笑)それで40分、駅のベンチで待って、それで乗ったんですけれどもね。

坐った途端に眠くて眠っちゃったんですよ、ぐうぐうとね。そうしたら車掌が起きてすんですよ。向こうは駅に改札口がない、まったく。切符だけ買ってプラットホームまで何もない。それで電車に乗るところも何もない。乗っていると検札みたいに車掌が回ってきて切符を見せるというわけです。それで見せたらダメだと言うわけね。こっちは切符を買ったのにどうしてダメなのかと思ったら、同じ車両の中に1等と2等があるんです、私はわからないからとにかく……。

Q 同じ車両って1つの車両の。

A 半分にわかれているんです。

Q あなたはどっちに坐っちゃったの。

A 私は1等に悠々と坐ってね。

Q いい席だな。

A いい席で寝心地がいいので、そこで疲れて眠っていたんですよ。そうしたら切符を指して違うとか何か言ってるね。向こうはここは1等だと言うわけですよ。向こうが切符を指さしているので見たら、KLASS 2と書いてある。これは2等の切符なんだと理解して、それでしようがない、アイ・アム・ソーリーと言って隣の2等へのこのこ行ったわけです(笑)。

Q ロッテルダムのホテルはどうでした。オランダのホテルというのは。

A 今回はかなりいいところへ泊っちゃってね。私の希望に反して最高級クラスへ泊った……。

Q それはだれか手配してくれたの。

A ロンドンのカルテックスの会社、ホテルの手配だけはね。そうしたらすごくいいホテルとってくれましてね。

Q 当協会が皆さんを連れて出張すると独房か何かじゃないかと思うような、狭苦しいビジネスホテルにいつも泊めていますけれどもね。そうじゃなくてかけずり回りたいくらい広かったのかな、そうでもないか……。

A 普通のビジネスホテルの4~5倍か……。それでダブルベッドが2つあるんですよ。それで私も、これじゃ相当高過ぎるんじゃないかと思って、実はフロントまで行って、おれはシングルの部屋を頼んだんだ、あの部屋は本当にシングルなのかと聞いたわけですよ。そうしたら、間違いございません、当ホテルにおいては、すべての部屋にダブルベッドが2つ置いてございますといった返事をされて、こっちは恥かいてしまった……。

Q 生れて初めての外国の第1夜でギョッとしてね、ふところ勘定しちゃってね。第1夜はよく眠れた。

A よく眠れましたね。とにかく飛行機は16~7時間乗っていて、眠れたのが3時間と1.5時間ですね、ですから相当眠かったですね。

☆オランダの道路、表層は開粒度アスコン☆

Q その翌日はロッテルダムで……。

A 石油会社です。

Q 製油所じゃなくて。

A ええ、石油会社の研究所とプラント。

Q 分解装置なんて持っている……。

A 持っていないです。会社によっても違うらしいんですよ、ヨーロッパや何かの分解のあれ聞いたんですけど、あんまりやっていないようですね。どんどんや

ろうなんていう関心もね、あんまり受けとれなかったですね。

Q いま日本でさかんに中間三品が足りないといっているでしょう。ああいう状況というのは、どうですか。

A 中間三品の話はとくに聞かなかったんですね。原油が重質化しているというのはどこでも言っていましたかね。結局それに付随してくる問題というのは同じようなものなんでしょう。ただエネルギーの自給率などからいうと、やっぱり向こうのほうが楽ですからね。日本みたいに何から何まで全部輸入しなくちゃならないというのは違う。若干お互いのエネルギーソースの種類の間のやりくりの自由度というのは、向こうのほうが少しあるんじゃないか。それだけにこっちで問題にされている深刻さというのは、あまり受けられなかったですね。

Q アスファルト事情なんか聞きました。

A 聞きましたけど、日本とそんなに変わりなくて、ほとんどが道路用のアスファルト、あとは防水用のポーンアスファルト、あとはたいしたことはやっていない。

Q 日本みたいに交通事情がそれほどきびしくないから。オランダなんか歩いてみられて道路の受けた感じはどうだったですか。

A ところどころに煉瓦を使ったブロック舗装(写真-2)が見られ、珍しかったですね。車道にも使っていて、いろいろ話を聞いたら、オランダ人はブロック舗装を好むんです。

Q 街路でしょう、町の中でしょうね。

A 高速道路とかそういうところはないですけども町の中ではね。

Q 不思議とヨーロッパ人はブロック舗装を好みますね。一種の落ち着きがあるのかな、気分的な。それと重交通じゃないということもあるんでしょうね。

A これを固めるのにマスチックアスファルトが使われていると言っていましたね。

Q ガタピンガタピンという感じはあまりなかった…。

A 全体的にそんなに特別高級な舗装というのもないですね。ところどころ補修したような、補修もオーバーレイなんて高級なやつじゃなくて、単にシール程度にやったような、そういう補修の場所がずいぶんありましたね。オランダでは凍結融解による損傷、これがかなり問題だと言っていましたね。

Q 路床がやられてしまう……。

A そうですね、とくに融解のときに土の安定度が低下してしまう。あとわだち掘れ、これもやっぱり言っていましたけれども。そのほかにアンジュレーションと言っ

写真-2 オランダのブロック舗装(車道)



ていましたけれども、縦方向に波ができちゃうんですね。

Q コルゲーション?

A 向こうはアンジュレーションと言っていましたかね。

Q 日本でいうと針入度どのくらいの……。

A 45~60と80~100を半々ぐらい。ただし違うのは、表層に開粒度アスコン、これをほとんど使っていると言っていました。密粒は昔は使っていたし、いまでも2次的な舗装には使うけれども、ほとんどがオープングレード。というのは、水はけをよくしたいという問題があるらしくて、オランダは海より低いでしょう、運河を水門でコントロールして、水はけをよくするにはしているんでしょうけれども、やっぱり水の問題が相当あるのかもしれないね。

とにかく基層はオープングレーデッドグラバルアスファルトコンクリート、これを使っている。表層は主に0~16mm、または0~22mmの開粒度。これは表層のほうは碎石アスコン、基層のほうがグラバルだから砂利みたいなやつを主体に使っていると言っていましたね。

☆ヒースロー空港の怪、2階建バスの痛快さ☆

Q オランダの話はそれくらいにしましょうかね。そうすると次はイギリス……。

A ええ、ちょうど土曜日に着いたんです。ロンドンのヒースロー空港はいまトラंकをやられるというので有名なんですよ。行く前から、ロンドンに入るときはトラंकの鍵をかけるなって——かけると鍵をこわされるから、どうせこわされてまであけるんだからあけっぱなしにして、と言ってもベルトはかけておけと。

Q 盗られちゃうわけか、中のものを……。

A 金目のもの、現金と宝石類をとくに狙うんですって。

Q それは空港の中にそういう泥棒が……。

A 飛行機から空港に荷物が運ばれる間に、片っ端から盗み取るんですよ。

Q 誰が……。

A 空港関係の職員がやる。

Q これはずいぶんヒドイ話だね。

A これはどうしようもないらしい。取り締まれないような事情になっているらしいんです。とくに日本人はトランクの中に現金を入れたりするんで狙われやすい。

Q 空港の職員というか、従業員というやつが泥棒をやるというのは……。

A それはイギリス人じゃないんですね。移民みたいな、そういう連中。

Q 警察の取り締りもないわけ……。

A 一説によるとマフィアか何かの子分だか何だか、そういうのになっているので、空港自体もそれを取り締られないような状態になっているとか。

私が着いたのはヒースローの国際空港じゃなくて、ガトウィックという国内向けの空港に着いたものですから、全然何もされずに大丈夫でしたね。アムステルダムーロンドンというのは、EC諸国として国内並みになっているんですね。

Q 無事ロンドンに着いたわけだ。幸か不幸か土曜日だったんで TRRL に行こうと思ったけど行かないから、またひとつ市内見物をしてやろうと。

A 空港から電車に乗ってビクトリアという駅の終点に着いて、荷物を一時預けてそれで観光案内所みたいなところがありましてね、そこにチラシが沢山かかっている。物色していたら面白いのがあってね。2階建バス2時間で22カ所見物、ガイドがなしと書いてある。22カ所といったらほとんど網羅しているわけですよ。

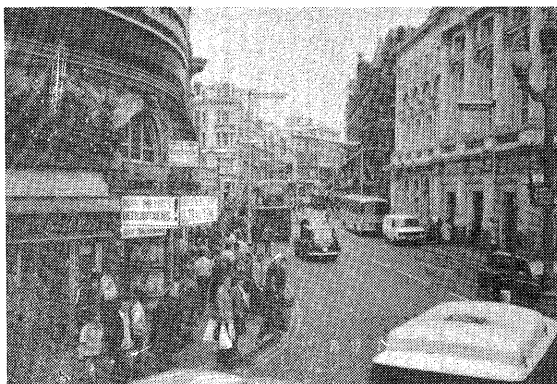
Q だけど素通りみたいになっちゃう。

A それでも全体を把握するのにいいんじゃないか。それで2階建てのバスの2階に乗って(写真-3)。

Q それはそうだろうな、初めてだから。

A そうしたら、なんと運ちゃんが運転しながら、次々と、ハイこは何年にできた建物で、何という王様が作ったあれだとか、それをしゃべり通しにしゃべって22カ所、2時間全部で20マイル。全部市内ですから、交通渋滞のところもあるし、狭い道路をどどんと行きながらね。これは圧倒されたというか、日本じゃそんな芸当やれる人はちょっといないですよ。

写真-3 2階建てバスに乗って ロンドンの市内めぐり



Q 乗客はどのくらいいました？

A 乗客は満席。

Q やっぱり観光客的なやつだね。

A みんなお上りさんみたいな。

Q 2階は日本人が占領しているんじゃないの。

A 幸い日本人は1人もいなかったですね。

Q 値段的にはどのくらいで回るんですか。

A 2ポンド。550円だったから1,100円。省力化というか、ガイドさんの人件費がないから結局安いですよ、いわゆるワンマンカー。しゃべりながら運転して、ロンドン塔、ウェストミンスター寺院とか……。

Q いわゆる絵ハガキ的なところは、ずっと回ったわけだ。

A 絵ハガキに載らないようなものまでね、だって22カ所でしょう、絵ハガキは多くたって10カ所でしょう、これはもうたいしたもんですよ。

Q だいぶ参考になったでしょう。

A ロンドンの町の中を把握するには——皆さんにもロンドンへ行ったら初めに絶対おすすめしますよ。

Q 降りて見学なんていうことはないんですね。

A 途中では一切降りないで走りどおしです。

Q オランダ文字ばかりに接して閉口してたんで、英語が出てきたんでほっとしたでしょう。わかるかわからないかは別として。

A 英語なら見ればね。少なくとも活字を見れば少しは感じがわかるんでね、オランダ語じゃどうしようもないですからね。

Q その晩泊った、これはロンドン市内。その宿屋どうだったの、オランダでギョウとしたのからみれば。

A これがまたその上をいくホテルでね。

Q オランダよりもっとよかったの。

A もっとね。もっといいというのは値段が高い。ブリストルホテルとって、バックingham宮殿まで歩いて5分足らず。グリーンパークの道路をへだてた、場所はもう最高にいいところなんです。

Q またツインベッドが2つあったの。

A ツインベッドが2つありました(笑)。

Q ちょっといいホテルというと、1人で泊りに行ってもそういうところになっちゃうのかね。

A 全部そうですね。シングルにはお目にかからなかった。必ず旅行というのは奥さんと2人で行くのが標準なんです。

Q 日本人だけなんだな、1人で歩くというのは。

A ここは1泊46ポンドだった。1泊というのは食事なし。

Q 食事なしの46ポンドって幾らなの。

A 2万5,000円ちょっと。

Q 最初からだいたい金使っているね。無事帰ってきたところをみると大丈夫だったんだな、やりくりは。

A ヨーロッパがバカ高かったですね。おかげで、あの方々は旅費不足で全部国際カードのお世話に、これはサインでOK。気楽でしたがあとでつけがいくら来るか、今はそれが心配のタネで。

Q それは世話してくれた人が、よっぽど地位のある旅費をたっぷり持った旅行者だと。ましてや向こうから見ると1人で悠々と各地を見学してなんていうのを聞いたもんだから、これはと思ったんだな。せっかく来てもらったのに変なところへ泊めたら、あとでこん畜生と思われちゃいけないと思ったんだな。

☆外国の機関への訪問は確かなルートで予約を☆

A 念願のTRRLに行きましてね。

Q これは紹介してくれた人がいたわけですね。

A 阿部先生(日大助教授、TRRLに一年滞在)にどうやったら行けるのかお聞きしましてね。履歴書と自分がいまだんな研究・仕事に携わっているかなど、詳細に列記したものを送るべきだとの助言をいただきました。ただ先方としては、本人の身元を確認するのに相当時間がかかる……。

Q 身元確認というと、その真偽を問うわけか。

A 向こうは爆弾騒ぎがあるでしょう。

Q とくにジャバニーズは。

A ジャバニーズとはということじゃなく、極端なことをいえばテロリストみたいなのが来て、悪いことでもさ

れたら困る。そういう事情も聞いたので——時間の余裕も余りなかったの、原油をいま日石へ供給しているカルテックス石油会社のロンドン支店に、私の身元保証人みたいな形になってもらい、TRRLに私の略歴などを持って、アポイントメントを取りに行ってもらった。カルテックスくらいになるとイギリスでも信用が厚いんですね。ほとんど二つ返事でOKが取れたんですよ。

Q 個人でふらっと行って、おいどうだという気遣いはないでしょうな。

A だめですね。阿部先生に事前にお聞きしておいてよかった。そうでなかったらちょっと行けなかったんじゃないかと思いますね。向こうもきちんと準備して、その日の何時に到着、何時から何時まではどこのセクションの誰と会うという、スケジュール表もつくってくれましてね。

☆イギリス、徹底的にロードアスファルトを研究☆

Q じゃ、そのスケジュールを伺いましょうか。

A 最初に会ったのがマティリアルズ・デビジョンのF.A.ヤコブさん。

Q 文献なんかに出てくるな。

A ちょっと頭がはげた大柄なイギリス人でね。この人とは舗装材料関係の話を1時間半くらいですけれどもね。いまだんなことをやっているかなど話してくれたんですけど……。

他の人たちとも話し合った結果の私の印象を最初に申上げると、イギリスはいまロードアスファルト、日本ではホットロードと言っていますが、これの研究一本にしばっている。このロードアスファルトになるまでにいろいろないきさつ、研究の流れがあるんですね。

一番最初は簡単に砂利が何か敷いて、それにアスファルトを安定処理するようなことから始めて、今度は水にやられないようにしたり、なるべく空隙をなくしたりで密粒に至った。ところが密粒だとまだ空隙が連続しているんだそうです。それで車が走って圧密されると、その空隙の空気が一部どこかに寄って、そのところでブリスタリングというか、ふくれが出てきてしまう。これを解消するには完全に空隙を非連続にする、連続でなくする。そこからマスチック系に移行した。

ところがマスチック系にすると、今度はやわらかくてわだち掘れがおきやすくなってくる。それでそのわだち掘れをなくすというか、わだち掘れに対する抵抗性を上げる意味で石を入れましたと、いま大体30%碎石が入っ

たものを使っている。

それで本当に強烈に受けた感じは、そういう流れできたんだから、ロールドアスファルトをよくするんだということで、他は全然見向きもしないわけですよ。密粒なんているのは念頭にもないという感じでね。

ですからロールドアスファルトの弱点をいかにしてカバーするか、いろんな検討、研究を重ねているんですね。1つはすべりの問題。マスチック系の中に石を入れても上がスリップしやすい、とくに高速走行時のすべり抵抗が、50km/hrから130km/hrに上がると抵抗値が下がる、下がらないようにさせて、なだらかにするにはどうしたらいいか——チップングなどの検討をずいぶんやっているようです。結局は表面の水はけをよくすることによって改善できると。骨材もカルザイボーキサイドなど検討してみたが、これは値段がすごく高くして実際には使えないと言っていました。

すべりとわだち掘れについては、きわめて材料屋的な感覚で、アスファルトをちょっと硬めのものを使えばいいのではないかと、あるいは硫黄を添加して、スティフネスを上げるとか、プラスチックを少し入れたり何かすることを検討していると言っていました。これはまだ研究的で、あんまり実用化されていないと言っていました。ヤコブさんのところは材料面の研究で、とくにこれはという、すばらしい材料を使っているとか、あるいは研究をすすめているということはなかったですね。

Q そこで日本のセミブローンの話、しました……。

A この人にはもうする時間がなくてね。セミブローンの資料も英訳して作っていったんです。渡すだけ渡して、あとで読んでおいてくれというようなところですね。

ロールドアスファルトの最適バインダー量の設計法、ちょっとおもしろいようなことを言っていたのは、最適

バインダー量のきめ方として、マーシャル安定度の一番ピークになるところを1つ、要因としてね。それから混合物の密度が最大になるところを1つと、それからバインダー量を変えて、骨材の密度が最大になるところと、その3つを平均して出すのがいいんだというようなこと。

この人は材料屋さんということ、わだち掘れの深刻さが日本とだいぶ違うんでしょうけれども、すべりとか摩耗、その辺に力を入れていました。さっき言ったように、結局イギリスはロールドアスファルトをベースにしているんで、ロールドアスファルトなのがゆえに、すべりの問題なんかかなり深刻に出てきているんだろうと思うんですけれどもね。とくに向こうが問題にしているのは、高速時のすべり抵抗値が低下するのをいかに確保するか、悪くしないように。ただ言っていたのは、アスファルト舗装とコンクリート舗装を比べると、路面のきめの深さが同じならアスファルト舗装はコンクリート舗装と比べると騒音の発生が少ないというようなことを言っていましたね。

☆わだちもクラックも締固め中心の研究☆

A その次に会ったのがペーブメント・デザイン・デビジョンのドクター・パウエル。この人とは主にわだち掘れとかクラッキングの話をしてきたんです。やっぱりこの人もロールドアスファルト、向うはベースはとにかくロールドアスファルトとしか考えられない。この人がさかんに言っていたのは、わだち掘れにしろ、クラックにしろ、締固めのよしあしできまっちゃうんだと、そういう考え方でもう5年くらい締固めの検討だけやっている、徹底しているんですよね。アスファルトなんていうのはとくに変える必要はないと、締固めで……。

Q イギリス人は頑固なんですね。1つのことを決めるとそれを研究していつて、それを何とかものにしようというのかな——幾らか進歩があるんですか。

A 進歩はあると思いますね、それなりに。ものすごく着実で、脇目もふらずに突き詰めてやっている——日本とは国民性の違いというか、全然仕事のやり方が違いますね。ここは締固めの研究も屋内に、20~30メートル四方くらいの試験舗装を、自分のところのロードローラーだか何だかいろいろ持っていて、ロールドアスファルトのフィラーの含量を多くしたり少なくしたり、骨材の粒径を変えたりアスファルト量も変えてみたりしてとにかく締固めのやり方をいろいろ変えてやっている。そしてそこから供試体をとって、大型のホイールトラック



写真-4 米国テキサス州
ガルベストーン湾の海上油田

写真-5 ASPHALT INSTITUTE の本部



ング試験、疲労試験、これはブッシュプル式でやっています。ホイールトラッキング試験も、実際のトラックのタイヤみたいなものを使って、標準的な軸重をそのタイヤにかけてそれで走行試験をやって、わだち掘れを測定する。とにかく5年間それでやっている。グラフで説明してくれたのですが、締固めのボイドのあれによって、ステイフネスがものすごく変わると。だから施工時点で舗装のよしあしは決まってしまう、あとはどうしようもないんだと。彼らの考え方というのは、締固めのよしあしというのは、とくにお金がかからないんだと。とくにアディショナルなコストはかからない、それでいいものができるんだからと。

☆共通の研究者として意気投合☆

A ただ、いろいろ話していくうちに、最近イギリスの事情もだいぶ変わってきて、わだち掘れもずいぶん出てくるようになった。それでこの締固めについて結論が出たら、アスファルトの研究をしてみたい、もうちょっと硬めのやつを検討したいんだと言っていましたね。向こうはまだ60℃粘度の考えはなくて、針入度で言っているわけですよ。今度は40～50くらいのアスファルトを検討したいんだということを言うので——そうか日本ではわだち掘れが一番大問題なので、われわれはちょうどあんと逆のやり方で研究しているんだ、最初にアスファルトから入っていったAC-140というものを開発した。日本もアスファルトのほうは一段落したんで、これから施工や締固めのほうをやろうとしているんだ、お互いに補完できる関係にあるから、これは非常によかったんじゃないかって話しましてね。AC-140の資料を、これは時間がもったいないものですから、要点だけ話してあとで読んでくれと言ったら、パウエルさん非常に関心

写真-6 A.I. 現会長 Joseph R. Coupal, Jr 氏と
固い握手



をもって、わかった、あとでじっくり読ましてもらいたいへん喜んでくれました。

こういう共通の仕事、研究のことは熱心な態度でハラをうちわって接すれば、向こうも態度というか、お互いに話すときの態度も、バカにするということも全然ないし、対等の立場でね。パウエルさんも最後までいぶん感激して、何かあったら何でもいいから言ってきなさい、おれのところでやった資料、必要な資料でこっちにあればどんどん送ってあげる、大いに研究をすすめてくれといった感じでね。あの人がかなり有名な、えらい人ですよ。

Q 私のところへ来た絵ハガキに、太いパイプをつかんだというのは、そのことか……。

A そうですね。パウエルさんとは気持ちのうえでもお互いに通じたような気がしましてね。この人は相当できる人だと思ったし、かなり話も合ったので——実はアス協の委員会で同じ研究をしている仲間、こっちへみんな訪問したいと思っていたんだ、しかし、なかなか各社の事情がうまく合致しないで、今回は私1人で来たんだけど、この次のときはぜひ仲間と一緒にくるから、そのときはぜひお願いしますと、いろいろディスカッションをまたしたいからお願いしますと頼んできた——わかったと、そのときは絶対に会えるようにしておくからと確約してくれた。行った甲斐があったというか、うれしかったですね。ところがどこでも時間がなくて、この人も1時間くらいしか話ができなかった……。

Q こっちも予定がつかまっているしね……。

A 向こうも忙しいですから、予定の時間内でないと話できないんです。ですから実験室も連れて行ってくださいんですけど、歩きながら全部話しているわけです。実験室に行って、担当者にじゃおまえ三軸のそれ説明しろ、ただし2分以内だぞなんて。どこの実験装置の前で

もそんな調子で向こうの担当の人も緊張しながら説明してくれましたけどね。

☆憧れの ASPHALT INSTITUTE を訪問☆

Q イギリスからは、すぐアメリカへ……。

A はい。アメリカはニューヨークにちょっと途中下車、それからテキサスの石油会社に行く途中、ガルベストーン湾を通ったのですが、石油採掘を道路そばのところや、海岸から極端なことをいうと10mくらいのところで石油の井戸を掘っていてね、やぐらがたくさんあるんですよ(写真-4)。あんなのを見ると羨ましくなっちゃうというか、国内でこんなに石油がとれるとは。

Q うちからは一銭のカネも出していないんですが、アスファルト協会代表というか、メーカー代表みたいな形で、ASPHALT INSTITUTE (以下A. I.) に行っていたわけですか。

A A. I. (写真-5) は以前からぜひ行って話を聞きたいと思っていました。いつも A. I. からわが日本アスファルト協会にいろんな文献資料を送ってきてくれるので、1 度表敬訪問し意見交換をしたほうがいいんじゃないか、アス協のおみやげを持ってね。

Q 乏しい予算の中からね。もう1つはあちこちめぐって歩くのに、かさばるもので重たいものじゃ気の毒だからと思って、風呂敷を4枚用意してね。誰に配ったらいいんだと言うから、それはお前さん向こうに行ってお世話になって、こいつには渡すべきだと思ったやつに渡してくれればいい、一番実質的に実のある人にさし上げてくれとお願いしたんですよ。

それでさて訪問したわけだ。なんとこの写真(写真-6)ではあなたが A. I. の会長と握手しているんだな。

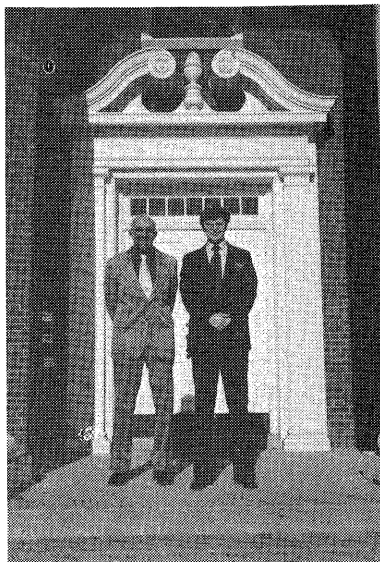
A たまたま会長さんとチーフエンジニアのマーカーさん(写真-7) がいましてね。

Q ボーン・マーカー氏、この人にはぼくは20年前に会っているんですよ。協会ができたばかりのときに初代会長の南部勇氏と2人でね。A. I. には「アスファルト」誌創刊に当ってすべての文献の転載許可を求めたら、無償で認可するし、他のことでも協力するから遠慮なく申出ると、日本にアスファルト協会ができたということは非常に喜ばしいという返事をもらっています。早速、マーカー氏が他の所用のついでに、わがアス協を訪問したわけだ。弱っちゃってね。スタッフは何人いるか、どういう機構、施設をもっているかとか聞かれるにきまっているんだ。こっちもいわれたら正直に言わざるを得な

写真-7 討論した A. I. 技術スタッフ

〔左〕チーフエンジニア Vaughn Marker 氏

〔右〕アシスタントエンジニア John R. Bukowski 氏



いだろうとほぞを固めてね。なにしろ当時は事務局は1人、他はなんにもない。

だけど幸い非常に気立のいい人でね。すごい大男で、銀座のスエヒロで焼き焼きを食わせてね。あそこの大広間には専属の芸者がいる、そこで歓待したら大喜びしてね、日本の芸者と焼き焼きについて酒のんだってね。それ以来初代会長の南部さんは文通したり、アメリカへ行ったとき一緒に遊んだりしてますよ。

それからマーカー氏の書いた「アスファルトプラントの検査と管理」は協会が初めて翻訳して出したテキストなんですよ。そういう因縁がある人なんです、彼に会って欲しかったんですよ。

A A. I. のスタッフと昼めしを食ったときに、マーカー氏いわく、日本へ行ったときにきれいな女性がお酒をついでくれる、飲むとすぐつぐ、もういいと言おうと思っても言えなくて悪いから飲むとすぐ、どうしようもなかったと。それは日本の習慣で、杯がからにならないように奉仕するのが女性の、芸者の役目なんだと言いましたら、それでやっとわかったと言っていました。

Q 専門的な話しましょう。

A A. I. は技術のプロフェッショナルの集団と言えますね。わがアスファルト協会もあんなといいんですけども。とにかく A. I. のような機関があったら鬼に金棒というような、頼もしい、そういう印象を受けたんです。これはアスファルトメーカーだけで維持してい

米国の会員が55社とか言っていました。

Q ワシントンに本部があって、国内に4カ所の支所それから研究所を1つ持っているでしょう。

☆わだち掘れもクラックも締固めが重要☆

Q マーカー氏などとはどんな話をしました。あの人は古い人ですよ。

A アスファルト舗装一筋というような感じでね。わだち掘れの話や何かしますと、さかんにフルデプス、あれがいいんだと、フルデプス舗装をすすめていました。

Q 向こうは針入度じゃなく、あなたが前に調べたように……。

A 60℃粘度のアスファルトが非常に多い。

Q 日本にそういうの導入したって言いました。

A わだち掘れ対策用にAC-140という60℃の粘度が14,000ポアズのアスファルトを開発し、今わが国ではこれを用いた舗装のフィールドパフォーマンスが検討されていると。それと、我々は硬目のアスファルトを使うとクラックの心配があることは計算ずみで、耐クラック性に対しては曲げ試験の結果から針入度を40以上にしたと。

Q セミブローンについては特別何かコメントあったですか。

A とくにコメントはなかったですね。ああそうかという感じだね。それくわしく説明するとほかのことが聞けなくなっちゃうので、簡単にしか言いませんでしたけれども、試験施工やって特に本質的な問題は出ていないと。向こうはそれでやればそれでもいいんじゃないかというような感じですね。とくにそんなのを使ったらたいへんなことになるよということは全然言いませんでした。

Q 逆に、ずいぶん新しいことをやってるなとも言わない。

A それは言わなかった。

Q 向こうでのわだち掘れの感覚というのは、各層の積み重ね、あるいは路床からくる感覚ですね。

A それは二種類言っていました。下のほうからくる変形のやつと、それから表層のほうだけの変形とがあると。日本でいう表層のほうのやつだけに関していえば、やはり混合物のスティフネスを上げなきゃだめだということを書いていました。これはまさにAC-140の考え方そのもので、これを聞いた時はものすごくほっとしました。

それからわだち掘れを押えるにはどうしたらいいかと

聞きましたら、まずいい質の骨材を使う、これがまず重要だと、わだち掘れに対して。機械的な摩擦が非常に重要だと、これがないと変形しちゃう。自然の骨材なんか使っているかと聞くので、そういうのはあまり使っていませんということを書いたんです。自然砂とかそういうのはだめだと、とにかくフリクションの大きいやつを使ってやりなさいと。

その次に重要なのが締固めだと、TRRLと同じことを言うんですね。アスファルトは、正しいアスファルトを選択さえすればどうということはありませんということはこの人は言っていましたね。

Q どうもわかったようなわからないような話ですね。

A 正しいアスファルトというのは、従来からあるストアスのことを言っているんです。それから締固めについて、それじゃ具体的にどれくらい締めたらいいいんだということを聞いたわけですね。そうしたら最大理論密度の92%から97%くらいということを書いていました。これはそんなに特殊なあれじゃないんですけれどもね。とにかく締固めというのはわだち掘れとクラックの両方に非常に重要だと。

Q 最良の締め方があるということですね。

A すぎてはいけない。98%以上では空隙が足りない。アスファルトが膨張したりなんかしたときに行き場がないんで、締めすぎちゃうとアスファルトが逆に上がってマスチックとかフラッシングですか、ああいうことになるから、そういう意味で97%くらいにおさえておかなきゃいけないということを書いていましたね。それで92%以下だと、あとで変形しちゃう。

Q よく締めて97%以内におさまるような配合設計をしろということじゃないですかね。

A そういうことも含まれていると思いますね。それからひびわれに対してもスティフネスが大事だということを書いていましたね、疲労や何かに対しても。

Q 大事だというのは、高くしろということですか。

A 高くしろということですよ。締固めが不十分だとスティフネスが足りなくて、疲労やなんかに悪いと、だからとにかく締固めは大事ですということを、これはTRRLの人もそうだし、みんなそれを強調していましたね。

Q それはこと新しいことじゃないと思うけれども。

A マーカーさんも言っていたように、言ってみればわかりきったことなだけけれども、こういうふう徹底に管理されていない面があるというニュアンスですね。

Q 日本でいま施工屋さんたちが苦労してやっている

ようなところのレベルまで達するように、というような話じゃないですかね。

A それだけでもないと思うんです。ただ、アメリカは日本ほどわだち堀れに関してシビアな状況には無いはずなので、それでこの程度の事で用が足りるのかも知れませんが。もっとも、わだち堀れ問題にはほかに添加とか、第3物質を入れるというようなことは、あまりたいした対策にならないというような感じのニュアンスで、骨材と締固めを強調していました。

それから一寸話は変わりますがアスファルトの需要の伸びは、大体年率2%ぐらいじゃないかというような、長期予想としてはね。道路予算はやっぱりアメリカでも減っている、結局インフレに予算が追いつかないと。そういう形でだんだん伸びが鈍ってきているということを言っていました。

あとアメリカの動向としてはカットバックアスファルトに溶剤規制の問題が急に出てきた。それからあとは灯油なり何なりの値段が——灯油の値段がずいぶん高いらしいんですよ、アメリカは。日本は政治価格みたいにしてるので安くなっていると思うんですけども、向こうは完全に自由価格制でやっていますから原油値上げ分は上っている。溶剤が高くて、値段がものすごく上がっちゃっているということで、ことし(1979年)くらいからカットバックアスファルトが急減すると言っていました。その分だけアスファルト乳剤になると言っていました。そういうことも背景にあるらしくて、いまA.I.が一生懸命にやっているのは乳剤舗装の設計法を確立するということ……。

Q 乳剤協会と2つやっているようなもんだね、ことアスファルトに関してはみんなやっているんだろうな。

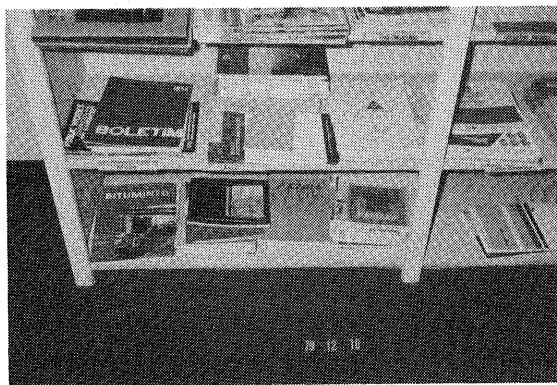
A それを今すぐく力を入れてやっていましたね。あとはリサイクリングの問題について、マニュアルみたいなものをつくる方向で検討していると言っていました。

☆A.I.の図書室にわが「アスファルト」誌が陳列!!☆

Q 研究所ものぞいてみたわけ?

A ええ。どうも遠来の客が来るというので、すごくきれいに掃除したような感じで、あんまりきれいなんで(笑)。実はA.I.でほんとうに感激したのは、「アスファルト」誌は向こうへ送っているという話は聞いていたんですけども、図書室の雑誌の棚の一番下なんです、そこに「アスファルト」誌がありましてね。記念に写真を(写真-8)撮ってきたんですけどもね。

写真-8 A.I.の図書室の書棚に陳列されていた
アスファルト誌



Q 世界的なA.I.の図書室にわが「アスファルト」誌が公開保存されているというのはいいことですね。

A.I.はすべてが完備している、人員も技術もね。

A 要するに質的にレベルの高いのを、少数精鋭で集めているというような感じですよ。

Q 研究所の施設や何かはさすがだな……と。

A いや、こんなものでよくあれだけの研究やるなどという感じですよ。しかし年間にコンピュータの使用料で25万ドル使っている。ほんとうに感心させられたんだけど、研究をベーシックに基礎のほうに戻って基礎物性をはかって、あとは計算で処理して、新しい設計法なり何なりを確立するなり、そういったやり方をやっているようです。だから人も少なく、要するに頭とコンピュータを使っているという感じですよ。ホイールトラッキング試験とか、われわれになじみの多いようなものがあるのかと思ったら、そんなもの全然なくてね。これはやっぱりプロのやるやり方だなという——私もよくわからないんだけど、そんなような感じがしましたね。

Q 日本の協会と一番違うところはどこなんですか。

A 施設があるのと、アスファルトの技術のリーダーシップを実質的に持った集団なんですね。

Q 日本の、わが協会は予算がないから、すべて外部の施設——国の施設、民間の施設、優れた関係者の頭をお借りしてやっていますけどね。向こうはそれを協会の中にかかえているわけだ。

A ほんとうに頼もしいというか、ああいうのが存在してくれたら……。

Q ところで風呂敷はちゃんとやってくれましたか。

A マーカさんなんかと話してましたら、そこへ会長さんが出てこられた。会長さんに、実は私は日本アスファルト協会のいろんな委員会に出してもらって、いろ

いろいろ研究している人間です。長年 A. I. からいろんな文献などを定期的に送ってくれて協会としては非常に感謝しています。今後もぜひこういう友好関係を継続するようにお願いしますと申し上げたら、かなり年配の人ですが明らかに緊張してというか、感動してくれたんですよ。よろしい、双方の協会の友好と協力は今後ともぜひ持続していこうとのお答えをいただいた……。

Q 風呂敷1枚でごまかしちゃって——なんだか照れくさいような……。

A 日本アスファルト協会と、水引きの紙に墨で日本語で書いてくれたのわかっていましたので、ちょっとあけてくれと言って、日本アスファルト協会と漢字で書いてあるのを説明してきましたけれども、たいへん喜んでいました、風呂敷も。

Q 本来なら私はもう10年も早く行って、ご協力をお願いするところを、20何年後に人の金で林さんに行ってもらって、協会を代表してもらって、まことに申し訳ないんだけれどもね。

A 向こうも何かおみやげをとって、それでくれたのが伸縮自在のよく黒板を指す棒があるでしょう、これなんです……。

Q ペンみたいに、ちゃんと胸にさせる。A. I. の名前が彫ってある。ささやかながらも記念すべきすばらしいおみやげです、ありがとう。私がきちんと保管し、みんなに使ってもらいますよ。

A 学究的な人たちだけあって、くれるものも違うなと思いました。向こうもすごく喜んでくれましたし、ほんとうによかったと思います。また何かあったら遠慮なく聞いてくれと。A. I. の人たちにも実は日本アスファルト協会の技術の委員会、分科会で技術メンバーのグループが A. I. 訪問を考えているが、まだ実現しない。なんとかやって来たいんだと言ったら、それは是非来なさい、待ってますよって言ってくれました。

Q だいふ林さんが TRRL と A. I. の間口を広げてくれて、われわれも行きよくなったな、感謝しますよ。

A たまたま私が最初にこういう機会があったので、せめてそのくらいは……。

☆研究者としての国際人?!☆

Q 日本に帰って来て“あァ、くたびれた”やれやれってなりましたか、やっぱり……。

A 全然、ずうっと体調もよく、疲れを全く感じませんでしたね。オランダでの第1日目こそ寝不足でフラ

フラしましたが、あとは睡眠もきちんととれたし、日本ではなかなか食べられないピフテキもたくさん食べたし、3〜4キロ太ったくらいです。

Q 初めてにしては、あなた図太いんだね(笑)

A 雑食なもんですから、なんでも食べられるしね。——初めて海外へ、それも慌ただしい3週間の旅はもっと大変だろうと予想してましたが、意外とそうでもないことが判りました。

Q 念願を果して——前々から海外へでかけるときは、こことここを回って、そして、こういう人たちに会って——と夢に描いていたことが実現した、そういう一種の感動が、それだけの活力を生んだんですよ、そう思うな。

A 欧米は、それぞれの国が、国土の広さに比べて、人は少ないし、いい所が多いし、人は何処へ行っても善良な人ばかりで……。

Q いや、たまたま、いい人ばかりに出会ったんだ。

A かなりのレベルの人にしか会わなかったということもあるんでしょうけれども、実に気持のいい人ばかりで、会った人たちは欧米人ですが、日本にいても何処にでもいるような、親近感に溢れた人たちだった……。

Q ——そう感じたのも、あなたという人間だからです。常日頃、林さんという男を見ていると、非常によく勉強もされるし、遊ぶときは、これはなかなか愉しむ術を知っているし、なによりも旺盛な知識欲——いい意味の欲をもっていて、それでどんな何処へでも出て行って、自分の勉強の成果を人に問うという姿勢がハッキリある——それが今度の海外旅行の話によく表れています。

A そいつは誉め過ぎですよ、照れるな。

Q いや、今日この2時間ばかり、あなたの話を聞いていて、一種の感動を覚えているんですよ。なんだか、ひどく嬉しくなってしまうね。

A きっと私は図々しいんでしょうねー。

Q そう、そのいい意味の図々しさが欲しいんです。日本人は変なところで図々しいんだが、肝腎なところで人のうしろにかくれちゃうんだな、徒党を頼むと図々しくなるが、一人じゃダメなんだ、日本人は。

A なるほどね。確かに日本の団体客にはその傾向がありますね。そう言われると、私みたいな一人旅の日本人はあまり見ませんでしたね、確かに。

Q それに言葉の問題、日本人はすぐ英語に弱いとか外国語のことを口にする、とくに海外へでかけるとき。

A 私だって英語はヘタクソですよ。

Q しかし、立派に成果を得たでしょう。

A まァ、どこまで——立派とは言えないが。

Q いやいや、初めてにしては、それも一人で立派にやって来ましたよ。

A さっきも言いましたが、相手は外人ですが、同じことを研究している人たちです。こっちが真剣になって話せば、向うにもそれが判ってくれますよ、ヘタクソな英語だって。

Q そう、その態度が日本人に欲しいんだ、あなた達の世代からは、もう欧米人コンプレックスは薄らいでいるでしょうが、どうも外人に弱いところがある——。

A まあ経験するまではある程度仕方のない面もありますね。しかし、一度元気を出してうまくやれば、あとはその要領でやればいいんです。

Q だから、ばくは嬉しくなったんです。あなたの話を聞いていて、日本人も随分と国際人になってきたな、と——ヘンに悪い国際人もいるらしいけど。

A 政治のかけひきや商売じゃありませんから——同じ分野の研究者として、自由に考えていることをおつけ合えばいいんですよ、そういう点、気は楽です。

Q それが、なかなか、できるようで、できない——あなたは、それだけ勉強してるんですよ。

A いや逆に勉強が足りないから。知りたいことの100パーセント、100は大げさでしょうが、できる限り多く自分の研究の分野の知識が欲しい——だから、海外へでかけて行っただけですよ。

Q そして、最少限ながら、会いたいと思った同学の士に、日頃、手にする外国文献の著者たちとディスカッションができた。

A もっと時間が欲しかった——。

Q これは人から聞いた話ですがね、外国の或る研究所へ半年ばかり留学した日本人がいた、その半年間、毎日その研究所の図書室にもぐり込んで、原書の翻訳、それだけで帰って来たって——。

A それも、まァ意義のないことじゃないんで——。

Q しかし、あなたが時間が足りなくて、もっともっとディスカッションをしたかった、というような著名な

研究者がゴロゴロいる研究所で、ですよ。

A そいつは、もったいない——。

Q ——でしょう。それは、その人間の性格もあるでしょう、他人と話すことが苦手だとか。

A いや、それは一寸違う。同じ分野の研究者、それも日本にいては全く会うことが不可能な人、先達の士が身近かにいれば、教えを乞いに行かなければ。

Q ——と私も思うな。

A 思い切って、ぶちあたれば、なんということもないんですがね——私の体験からすれば。

Q 恥をかきたくないとか、何か質問しても、おれのこの語学力じゃ相手に通じないだろうとか、逆に質問されても何を言われているのか、サッパリ判らないんじゃないだろう、とか。そんな心配が先に立つのか……。

A それじゃダメです、すべて押しの一手ですよ。

Q そう、あのオランダの駅のキップ売り場の話ね、あれはよかった。

A それとヘンに遠慮しちゃ、いけません。例えば、今度会った人たちだって、研究を一杯かかえて時間が足りなくて困っている——だからと言って、こっちが遠慮してたんじゃ——はるばる極東からやって来たんですからね、こっちも——。

Q 図書室で本を読んで、いつの間にか帰って行ったヘンな日本人じゃ困るわけだ。

A そうですね、特に初対面の時に扱い方の難しい日本人と話すより、外人の方が楽ですよ。自己を堂々と表明すれば外人というのは、ますます理解を示してくれますよ。こいつハッキリした野郎だって、相手に不足はないゾっていう態度で接してくれますよ。

Q それも、あなたの海外へ行かれた一つの収穫でしょう。そして、これからの日本人は、海外へ行っても一人で堂々と歩いてほしい、とくに勉学の士はね。ディスカッションできる研究者が一杯育ってほしいと思います。

A 少し口はばったいことを言いましたが——。

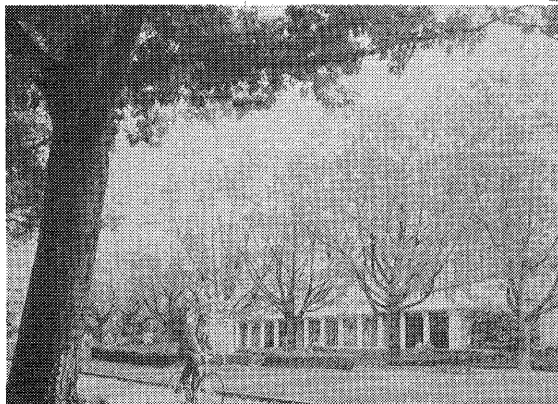
Q 大変、愉快的な話、ありがとうございました。

カナダ

留学の一年

私は、この9月から1年間、カナダのバンクーバーにあるブリティッシュ・コロンビア大学（UBC）に留学する機会を与えられた。まだ4カ月足らずの生活ではあるが、私にとっては初めての海外生活であるため、見るもの聞くもの新しいことばかりである。海外生活の豊富な諸先輩の目からみれば大したことではないことも今の私の目には新鮮に映っている。その印象をもとに独断と偏見でUBCとバンクーバーの様子を紹介してみたい。気楽に読み流していただければ幸いである。

私が留学しているUBCのキャンパス



福手 勤

Tsutomu Fukute

1405, 2725 Melfa Rd

Vancouver, B.C. CANADA V6T 1N4

1. 留学までのいきさつ

成田空港を夕方に飛び立ったジャンボジェット機は8時間半程のノンストップ飛行の後、その日の午前中にカナダの太平洋側の玄関、バンクーバー国際空港に着く。飛行機が機首を空港に向けて高度をかなり低くした時、眼下に私の通うUBCの広いキャンパスとそれに隣接する広大な原生林が現われた。

そもそも英語をこの上なく苦手とする私がこのUBCに留学することになったのは、留学して英語に囲まれて生活すれば少しは英語が上達するのではないかという期待からである。しかもそのうえ、大学で自分の興味のある分野のことを勉強することができれば一石二鳥ではないか。幸いUBCの土木工学科には優秀なスタッフが揃っており、その中の親分格であるFinn教授は私が日本で所属する港湾技術研究所土質部とは浅からぬつき合いがあるため、こちらの願いを快く聞き入れてくれたというわけである。さらに私にバンクーバー行きを決心させた決定的な2つの要因を白状せねばなるまい。それはカナダという言葉から連想される美しい自然と、あの「サンペイボーイ」がサーモンダービーで活躍した有名なキャンベルリバーも近いことから新鮮な鮭を賞味できることである。

2. ブリティッシュ・コロンビア大学の概要

UBCはブリティッシュ・コロンビア州（BC州）を代表する大学で、医学部、歯学部を始めとして12の学部からなる総合州立大学である。キャンパスの広さは約4km²で半島の先端に位置し、キャンパスの数倍の面積をもつ原生林とゴルフ場が市街地とキャンパスを明瞭に分離している。緑に囲まれ、繁華街の雑踏とも無縁のこの恵まれた環境の中で、世界各地から集まった約25,000人の学生がフルタイムとパートタイム合わせて3,300人程のスタッフの指導のもとで勉強と研究にいそしんでいる。

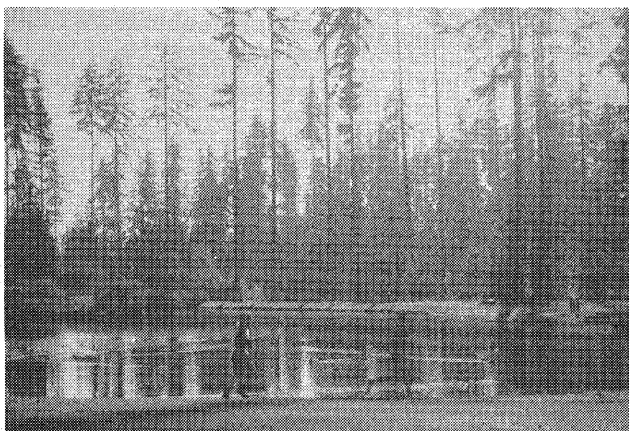
大学の年間予算は1億6,400万カナダドル、そのうち研究費は2,100万ドルであるという。物価や人件費などの違いから日本の大学の予算と直接比較はできないが、大きな建物が新築されたり実験設備も整っていることから、資金的には恵まれているような感じを受ける。

年間予算の約10%は学生が支払う授業料によってまかなわれている。授業料は所属学部や年次によって異なるが、土木の大学院生の場合、1年目が800ドル、2年目が400ドル程であり、この額はBC州出身の学生も私達のような外国籍の学生も同じである。この金額はカナダ、米国の中では安い部類に入るであろう。

このUBCの誇るものの1つに充実した図書館があげ

屋下がりの公園

ジョギングを楽しむ人が多い



られる。400万点を越す資料はカナダ第2の規模で、これには一般的な図書、雑誌、地図、レコードなどが含まれている。ここで言うレコードとは主に音楽を聞くレコードであり、それを聞くためのプレイヤーやヘッドホンも図書館に100組ほど用意されているが、UBCに音学科があることを考え合わせればそれも当然の設備といえよう。パッハから木曾館に至るまで25,000枚のレコードを自由に聞くことができる。またUBCはアジアに関する研究が盛んであるため日本語の書物も非常に豊富で、政府刊行物、代表的な新聞、雑誌のほか、紫式部の「源氏物語」から源氏鶏太の「三等重役」に至るまで有名な作家の作品は大体見つけることができる。

このような膨大な資料を管理してゆくために、貸出しシステムなどにはコンピューターが導入されており、窓口業務はきわめて簡略化されている。また図書館利用のために案内コーナーもあり、本の探し方、マイクロフィッシュの使い方などはもちろんのこと、図書館に関するあらゆる質問に丁寧に答えてくれる。

そのほかUBCには美術館やコンサートホール、室内温水プール、スケートリンク、いくつかの博物館なども併設されており、折りにふれてそれらに接したり、それらを利用することができる。なかでも人類学に関する博物館は非常に充実しており、カナダインディアンの伝統的生活用品やトーテムポールを主体にして、世界各地の民族用品が展示されている。通常は入場料が必要だが、火曜日だけはそれが無料になるので、火曜日は学生以外の一般入場者も混じってよくにぎわっているようである。

3. ブリティッシュ・コロンビア大学の学生たち

UBCに入学するためには入学試験はなく、ハイスクール時代の成績によって入学の可否が決められる。その

ため日本における受験勉強のようなものはないように見える。しかしこちらの大学もやはり日本同様医学部の入学が最もむづかしいといったように学部間に入学者数の違いが存在することから、希望通りに進学するためにはハイスクール時代にはできるだけよい得点を取っておかねばならず、それなりの勉強をしておく必要がある。そして運悪く得点不足で希望が果たされなかった場合、ハイスクールの課程を一部繰り返すことが必要となり、ある意味では日本よりきびしいと言える。

さて無事入学を許された学生たちは、多少の例外はあるとはいえ、概して入学後もよく勉強するようである。土木工学科に関して言えば、学部の授業も大学院の授業も定刻までには学生は教室に集まり、教官も定刻に授業を開始する。そして、クラスの規模は100人を越すものから教官ひとりに学生ひとりという個人教授のようなものまでであるが、いずれも学生はきわめてよく質問する。まるで質問をするのが義務であるかのような印象さえ受ける。中には「何故あんなことを……？」と思うようなつまらないものもある。このような熱心さの半面、授業中のマナーはあまりよろしくないようである。コーヒーカップを片手にハンバーガーをかじる程度のことは最前列の席に座った女の子でもやるのにはいささか驚いた。

ところで肝心の授業内容であるが、土木の大学院の授業に関して言えば、テキストを用いるものもあるが主に学会の論文を参考文献としながら進められていき、日本での授業にくらべて広い範囲を網羅している感じを受ける。土質力学の分野ではProc. of ASCEやGeotechnique、日本のSoils and Foundationsなどがよく引用されている。そして授業科目は日本の大学にくらべてかなり細分化されているのが目につく。たとえば土の透水性、粘土の挙動といったような科目が土質力学とは別に

それぞれ用意されたり、有限要素法の講義もいわゆる構造と土質の分野とで別々に行なわれたりしている。

さらに、これは日本にもよく紹介されていることであるが、アサインメントと呼ばれる宿題が非常に頻繁に出され、学生たちは常にそれに悩まされ、週末もゆっくり遊べないことになる。私の経験からすると、日本の大学では殆んど宿題を出さないが、宿題をやるために学生たちは一生懸命勉強しそれが結局は本人のためになることを考えると、日本でもこのようなことをもっと積極的に取り入れる先生が現われてもよいような気がする。

大学院生の殆んどは学部を卒業後一度就職し、何年かした後には休職もしくは退職して大学院に入るようである。この場合も入学試験はなく学部時代の成績がものを言うことになる。一度就職し、社会に出て、いろいろな体験を経た後の再入学というのは、経済的メリットのみならず、自分の興味も定まり学問と現実とを結びつけて考えることができるようになるため、本人にとって非常に有意義に違いない。転職、休職が比較的自由な社会と試験

のない入学制度がこのようなことを一般的にしているのであろう。

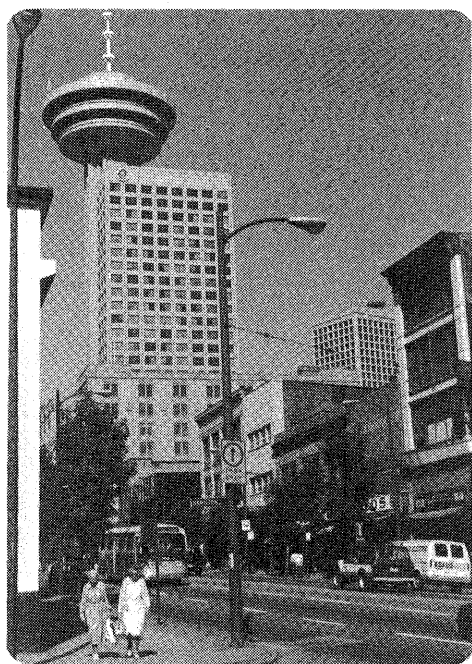
さて次にU B Cの学生の勉強以外の生活にふれてみよう。まず学生運動であるが、これは非常に低調である。日本の大学に見られるような立看板は全く見るができない。学生自治会の執行委員会にあたるものがたまに昼休みの集会を呼びかけても、集まるものは殆んどいない。このような風潮を嘆く記事がよく学生新聞に掲載されている。

これに対し、身体を動かす運動の方は非常に活発である。なかでもアイスホッケー、フットボール、サッカー、バスケットボールなどが代表的スポーツであり、ジョギングも日本以上に盛んである。いずれも男性だけでなく女性の間でも行なわれており、他の大学とのリーグ戦も頻繁に行なわれている。女性フットボールの試合は特に見ものである。いかついプロテクターやヘルメットに身を固めた選手たちのどことなくぎこちない動きはもちろん、多数の観客に加えて「チアボーイ」(ガールに非ず)が繰り出して、まるでお祭りのようなさわぎになるからである。

4. バンクーバーの町

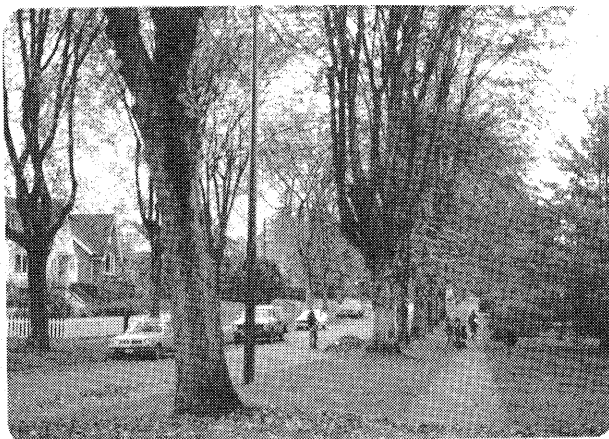
ここでU B Cがあるバンクーバーの町についてふれておこう。バンクーバーはカナダではトロント、モントリオールに次ぐ第3の都会で人口は約100万人、このうち都市部(113 km²)に住むのは40万人ほどである。樺太と同じ緯度に位置しながら、海流などの影響からそれほど寒くはなく、手元の資料によれば最も寒い1月でも月平均気温は約0℃である。ちなみに札幌の-5℃、仙台の-1℃と比較し、さらにこちらでは季節風に相当するものがないことも考え合わせると、多くの日本人が考えるほどバンクーバーは寒くないことがわかっていただけよう。また年間約1,200 mmの降水量は日本の平均値よりもかなり少なく、そのうちの多くは冬に雨として降るようである。そのため夏は雨が少なく、気温も最高の7月で平均22℃ほどであることから、夏はとても過ごしやすいと言われている。

観光パンフレットによれば、バンクーバーは「背後には海岸沿いに連なる山々がそびえ、美しい自然にはぐくまれ、しかも気品にあふれた町」ということになる。この文句につられてか、バンクーバーには日本人観光客が多い。ダウンタウンを歩くと日本語の看板を掲げた土産



バンクーバーの繁華街、ダウンタウン

街路樹が美しい
閑静な住宅街



物屋や客引きが目につく。日本語の観光パンフレットも発行されている。そして日本人団体観光客の評判はやはりあまりかんばしいものではない。

このような観光客とは無縁に、バンクーバーには多くの日本人がいる。移民として海を渡ってきた日系人の人々である。私は先日、1世、2世、3世、4世からなる日系人の家族と接することができた。戦争中に苦労した話、職を転々として今は落ち着いた生活を持つことができるに至った話などを総合するとひとつのドラマである。10年前に大阪の万国博を見に日本を訪れたという。彼らにとっては日本は観光地であり、カナダが祖国である。建国後110年のカナダにおいて彼らが果たしてきた役割りは地味ではあるが、他の国からの移民がカナダの発展に貢献してきたのと同様、決して小さくはない。

さて、バンクーバーの町をいろいろ歩き回ってみると、豊かな自然と落ち着いた住宅街、ダウンタウン周辺の近代的人工美が見事に調和して確かに美しいのだけれど、何か物足らなさを感じることがあるのも事実である。それはトーテムポールに代表されるインディアン伝統以外には伝統と呼ぶにふさわしいものがないためであろうということに最近気付いた。市内の「Heritage Village」に行ってもせいぜい70～100年前の開拓時代の郵便局や学校などが小規模に残されている程度で、芸術、食べ物についてはカナダ人に尋ねても首をかしげるばかりである。もともと原住民の土地をイギリス、フランスが取り上げた形で形成された新しい国であるからと言ってしまえばそれまでであるが、ある詩人の次の言葉が核心をついている。「カナダはイギリスの政府、フランスの文化、アメリカのノー・ハウを楽しめたかも知れなかったのだが、実のところは、イギリスのノー・ハウ、フ

ランスの政府、アメリカの文化ということになってしまった。」

5. 私の生活記録

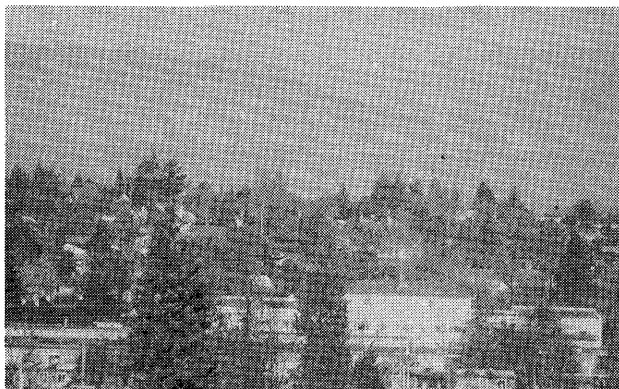
私は現在UBCの学生用アパートに、女房と1才になる娘と3人で暮している。100家族が住むこのアパートはキャンパスに隣接する森の中にあり、生活環境は非常に恵まれている。14階にある私の居室からの眺めはすばらしく、またセントラルヒーティングのおかげで冬でもTシャツ1枚の快適な生活を送っている。

しかしいいことばかりではない。この近代的な建物の中にも実はゴキブリが出るのである。ゴキブリといっても日本のあの大きさに慣れた目にはかわいらしく映るほどの種類であるが、こちらの人と話す時には人指し指と親指で1cmぐらいのすき間を作り、「こんなに巨大なゴキブリを見た」と言わねばならない。

このような私のアパートから私の研究室までは大学のキャンパスを横切って徒歩15分の距離である。現在私はそこで動土質グループの一員として地震時の砂の液化化についての研究に従事している。具体的には、砂粒子の接触状態を電子顕微鏡で観察し、液化化しやすさの指標となるものを読み取ろうというものである。しかしいろいろの問題点があり、なかなか思うようにはいかないのが現実である。

さて、ここで私の日常生活からみたバンクーバーの様子についてふれておこう。先にもふれたようにバンクーバーには多くの日系人がいるし、日本におけるわれわれの生活がかなり洋風化していることから生鮮食料品の一部を除いては日本と全く同じものを手に入れることができる。その意味では日本での生活様式、日本の味に慣れ

私が快適な生活を送っている
14階のアパートからの眺望



切ってしまった私たちにも比較的なじみやすい町といえるだろう。しかしその反面、通常の為替レートで計算する限り、肉類、コーヒー、ガソリンなど一部安いものもあるが、物価は日本より一般に高いと言えるであろう。そのうえ、食料品以外の買物には、絵葉書1枚買うのにも4%の税金が加算される。日本で今もめている一般消費税である。こちらに来たばかりのころは値段表どおりにお金を用意してよく失敗していたが、今では無意識に税金のことも頭に入れているから慣れとは恐ろしいものである。こんなわけで、「世界一物価が高い」と言われる東京の様子を知っている私の目にもバンクーバーの物価はそれ以上に高いと映っている。

このような物価高の、しかも伝統のないバンクーバーではあるけれども、私が非常に気に入っていることがひとつある。それは人々が不要になったものを気楽に売ったり買ったりすることである。中古の品物専門に扱う店があるのはもちろん、週末近くの新聞を読むと個人が出すそのような広告がいたるところで目につく。この個人が開くものは、ふつうその家の車庫に品物を並べるためガレージセールと呼ばれていて、こちらの人の生活に密着した習慣である。個人間のやりとりなので、一般消費税4%はもちろんつかない。私たちもよく行くが、とてもにぎわっていてその人気のほどがうかがわれる。私の今使っている茶碗、皿、トースター、テーブルなどはこのようにして安く手に入れたものである。こちらのこのような習慣が特に新品の購売意欲を低下させ、カナダ経済の発展に重大な支障を与えているようにもみえないので、省資源、省エネルギーが呼びかけられて久しい日本に取り入れても良い合理的習慣のひとつであろう。

週末は天候が許す限り、子供を背負子に入れて、公園めぐりをしたり、近くの森の中の小道を散策したりしてこちらの生活をエンジョイしている。最近の新聞にある

アンケートの結果がのっていた。それによるとバンクーバーの町のなかで何を最も優先して保存すべきかという質問に対して、公園と自然の美しさと答えた人の数が1位、2位を占めたという。このような恵まれた自然環境の中にありながら、なおこれを守っていかうとする意識に驚くとともに、これぐらいの高い意識がないと自然の美しさというのは保存できないということも思い知らされた次第である。

日本は、カナダにない優れた文化、伝統に恵まれている。それらをうまく保存し、守ってゆくのが現在の日本人に与えられた役割りとは言えないだろうか？バンクーバーにおいて日本を振り返る時、その感を一層強くする。

6. おわりに

バンクーバーは今クリスマス一色である。クリスマスギフトのための部厚い広告が連日のように家に投げ込まれ、ラジオからはキャロルが流れてくる。家々は色とりどりのイルミネーションで飾りたてられ、お隣の米国でカーター大統領が省エネルギーの立場からクリスマスのイルミネーションを自粛するよう呼びかけたというが、ほんのわずか離れたバンクーバーにまでその声は届いていないようである。

クリスマスが終わればよいよ1980年である。1月の初めにはU B C対カナダオリンピックチームのアイスホッケーの試合がU B Cで行なわれる。前売券の売り行きも良いようである。

バンクーバーの1年はクリスマスで終わり、アイスホッケーで始まる。私にとっては最初で最後のカナダのクリスマスバケーションであるため、毎日を大切に、かつエンジョイしてゆこうと考えている今日この頃である。

1979年12月23日 記

ラウンドアバウト 英国2年間の研究生活

牛尾俊介*

昭和52年9月から昭和54年9月までの2年間にわたりたまたま英国に赴任する機会を得た。日本アスファルト協会より、その間における経験を書いて欲しいとのことであるが、2年の滞在でいかにどの真実を語ることが出来るか、半信半疑のまま、感じたままを思いつままま述べてみたい。長期にわたる滞在、あるいは、たび重なる出張の経験をもたれる方の中には異ったご意見をおもちの方々もあろうかと思われるが、ご容赦願いたい。

シェルグループ（海外シェル諸会社を含めたシェル

の総称）の間で古くから行われている人事交流は、当社に関する全ての業務にわたり、巾広く行われている。通常の場合、赴任先の社員として、その会社の仕事をし、所属会社（私の場合はシェル石油）ではその間は休職となる。アスファルトの技術関係の業務に永く関係していたということで、シェルグループのソーントン中央研究所（英国）へ赴任せよとのことであったが、どのような仕事待ち受けているのか、出発する際に、あれこれ勝手に想像しての出発であった。

1. 私の職場

勤務先は、ロンドンの北西約290kmにある古都チェスター（Chester）である。人口約12万、古い観光都市でマンチェスターまで約60km、リバプールまで約30kmに位置し、南西に車で30分も走れば北ウェールズと境を接して、羊の郡れが点在する牧場地帯が延々と続いている。かつて約2千年前、ローマ帝国がこの地に基地を定めて以来、戦場の基地として、後には商業の中心地として栄え、今でも町のいたる所で古い遺跡を見ることができる。特に新しい国土の歴史しかもたないアメリカからの旅行者にとっては心のふるさととしてこの上なく人気があるとのことである。

私の職場、ソーントン研究所は市の郊外、車で20分のところである。オランダのアムステルダム中央研究所と並び、シェルグループの石油製品の開発研究を行っている。研究範囲は自然科学、数学の分野から、石油製品の分析試験に至るまで多岐にわたっている。したがって職員の出身専門分野も広く国際色も豊かである。しかしその中でも私は、遠い東の国から来た唯一のアジア人であった。欧米に共通して云えることであるが、技術情報、ノウハウが大事に取り扱われているため検門も厳しく、許可証のある車しか入れず、外部からの人は予約なしには入門出来ない。研究棟も分野別に別棟型式がとられ、大

学構内並みのいかめしさが漂う雰囲気の中で最初のうちはいくらか緊張感であった。しかしこの緊張感も働いている人達とつき合うほどに居心地の良いものに変わっていった。物の考え方、態度等から全く学者風の人もいれば、これとは正反対にいつも道化師の如く振舞う人もいる。一人一人が個性を丸出しにしておもしろい研究生活を送っている。これは外人の良いところである。個性がきわだって目立てば目立つほどよい——。日本では、よく「あの人は変っている」とか「少しおかしい人じゃないの」等、人の個性がきわだっている場合、異端視する傾向があるが、ここではそうではなく、つき合っているうちに、いわゆる面白い人間を発見することが出来る。したがって仕事に対する取り組み方もまちまちである。

2. 研究に対する取り組み方

長期間にわたり、同じ仕事を何人かで組ませて行うことは非常に難しい。最初の間は先を競って一生懸命頑張っているが人には能力の差があり、そのなかの誰かがリーダーシップを取るようになると他の人は「やーめた」ということになる。チームで仕事をさせる場合には最初から仕事を細分化して、各自の持ち分を明確にしてあらかじめ決められた上位の職にあるリーダーが、その結果を取りまとめる方法が取られる。通常は個人一人一人に異なる仕事を与えて、各々が自分の計画とペースで仕事を行っている。仕事の結果には個人の能力の違いが歴然と反映し、上からの評価も大きく異なるが、不思議と評

*うしお しゅんすけ

シェル石油(株)技術研究部アスファルト担当

価に対しては従順である。個人なりに一生懸命やりとげた満足感があるのであろう。

所属したアスファルト研究室は大きな所帯ではないが、扱うプロジェクトは比較的大きく、プロジェクト別に人員がグループ分けされ、グループリーダーの下で小プロジェクトに細分化したものを個人が担当する仕組みであった。即ち小プロジェクトの結果をグループリーダーが組み立てて最終的な結論を出すのである。当然のことながらグループリーダーの責任は大変大きく、日常の一人一人の仕事の点検や忠告等、仕事量が多く、それを助けるためと次のグループリーダーを育てる意味で、各グループ毎に大学出の補佐がいた。(イギリスの場合大学卒は大変少なく、管理職、グループリーダーを含めて6名であった。)我々の感覚から見るとかなり複雑な仕事のやり方で、確かに時間もかかるが、得られている結果の信頼性と緻密さには抜群のものを感じ、英国流の伝統と余裕を見せつけられる思いがした。そしてこれらの研究成果はシェルグループの各社で有効に活用されている。

3. イギリスの道路、アスファルト事情

「かつてのイギリスは世界一の道路網の整備を誇ったが、実際に走ってみると、丘陵が国土の8割を占める地形も手伝って都々裏々まで快適なドライブを楽しむことが出来る。ご存知のとおり、アスファルトかセメント、いずれかの舗装なしには道路とはみなされず、当然のことながら舗装率は100%で、どのような山間僻地でも道路の続く限り安心して走ることが出来る。あちこち走って感ずることは、道路添いの宣伝広告類が禁止されているため見通しが非常に良く、道路標識が鮮明で、あらかじめ予定路線を地図上で決めておけば初めての地区であっても迷うことはほとんどない。また、この文の標題にうたった“ラウンドアバウト”による道路の交差方式がほとんどのため、信号で車を止めて待つ必要がなく持がが良い。ラウンドアバウトは道路が交差する場合、中央に円形の丘を作り周囲を円形の道路にして、交わる各道路をこれにつなぎ、走って来た車は走行方向の右手から既に円形路に進入している車がない場合には、そのまま進行して好きな方向に走りぬけることができる。自分の判断と少しばかりのスリルを味わうことができ、筆者は大いに気に入っている。

反面イギリスでは、ここ数年古い道路の維持補修が頭痛の種となっている。不名誉なことであるが、先進国のなかで最も高い率のインフレに見舞われ、ポンドの価値がどんどん低下した結果、道路予算の実質工事量が数年

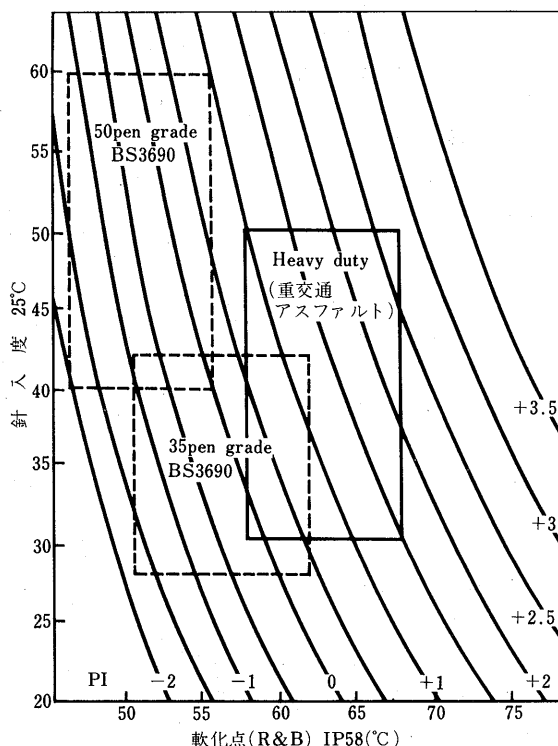
前に比して約1/2になってしまった。道路予算の約32%が補修に投じられているが、施工面積は下がる一方で、今の計算によると、全国の道路網の補修が完了する確率は1,000年に一度の割合とのことである。特にイギリスは古い道路が多く、路面の補修の費用はますます増大するものと思われる。官民共に、安価で長持ちする道路の表面補修材料の開発が緊急の課題となっている。特に交通安全の見地から、路面のスベリに対する管理が厳しくなってきたており、路面の再生技術(Recycle)が注目されている。現在、通常の路面補修にはサーフェスドレッシングが行なわれているが(年間2億㎡、¥200~¥300/㎡)、交通解放後の骨材の飛散による車の破損(ウィンドガラス)が問題となり、高速道路に対する使用が禁止になってしまった。現在、サーフェスドレッシングのバインダーとして、アスファルト乳剤、カットバックアスファルト、タールとアスファルトの混合したものが用いられているが、いずれも寿命が短く(交通量の多い道路では1~2年)、骨材の把握力が強く路面からはがれないバインダーが要求されている。また現在、わが国で盛んに議論されている重交通道路のわだち掘れも大きな問題となっているが、T.R.R.Lで基準材料として認定を受けた重交通道路用アスファルトまたは添加剤入りアスファルトが採用されて実行に移されつつあり、解決の方向に向かっている。規格は図-1と表-1に示す。混合物はロールドアスファルトである。(B.S. 594, 1973)

イギリスにおけるアスファルト使用量は年間約180万トンで、このうち工業用50万トン、道路用130万トンである。道路用アスファルトの20%が新設、80%が補修用に用いられている。中近東の石油情勢の変動に伴って世界の原油事情は大きく変わろうしているが、北海油田を有するイギリス(現在70%の自給率)もその流れの中の一員であることに変わりはなく、今後のアスファルト製造のための原油の目まぐるしい変動が予測されている。したがって過去の如く、同一原油から一定の品質のアスファルトを長期にわたって製造できる見通しはかなり暗いものとなっている。いやおうなくアスファルトの製造技術も原油の変動に対して常に規格を満たすアスファルトの製造方法へと移行しており、今後はアスファルトの製品としての相対価値はかなり変化したものとなるであろう。また化学系添加剤、ポリマー等の混入によるアスファルトの品質改良の研究も進みつつあり、道路は勿論のことであるが、土木・建築・防水工事等、多用途材料

表一 粗骨材含有量の少ない表層用ロードアスファルトの混合物の基準
(年間のわだち掘れ率が $\frac{1}{2}$ mm以下になるための混合物)

交 通 量 商業車 / 日 / 車線 以 下	要 求 性 性						
	ホイールトラッキングによる 変形割合 mn/h, 45°C	アスモルの マーシャル 安 定 度 KN	Marshall stability allowing for compositional tolerances, kN	アスファルト 量 の 決 定	細 骨 材 の 品 質	Binder	
						軟化点の 下 限	市販アスファルト
軽 交 通	32	—	—	経 験	自然砂	43	70 pen
750	16	1.5	2.1	Recipe	(BS 594)	47	50 pen
1500	8	2.1	3.1	設計法	安 定 平 均 不 安 定	47 52 57	} 50 pen 35 pen
3000	4	3.1	4.6	"	"	52 57 62	50 pen 35 pen HD
6000	2	4.6	6.5	"	"	57 62 —	35 pen HD —
> 6000	< 2	6.5	> 6.5	"	"	62 67 —	HD 又は添加剤
特に重交通又は交通渋滞	< 1	> 6.5	> 7.5	"	"	特 殊 アスファルト	HD 又は添加剤

* 細骨材の品質は軟化点52°Cのアスファルトを用いたアスファルトモルタルのマーシャル試験により求めた。
安定: 5.5 kN, 平均: 4.0 kN, 不安定: 2.8 kN



図一 重交通道路用アスファルトの規格
(針入度35級, 50級のストレートアスファルト
と比較して)

としての地位の確立も近いことと思われる。石炭コークスの製造, 鋼管の保護材等, 工業用アスファルトの分野も広まりつつある。

4. 英国病について

堅い話が続いたので視点を少し変えて, “英国病”, ひと言でいえば低い生産性のことであろう。英国人は働かなくなったと云われているが本当であろうか? 話をすることが非常に好きでたわいもない世間話をさも楽しそうに一日中でもしゃべり続けて飽きないのもイギリス人の特徴であろう。午前には一回, 午後には一回ちゃんと休憩時間(ティータイム)があり, あちらでもこちらでも話のタネはつきない。そして昼休みには正午から2時頃までにかけて三々五々食事をするが, この時もランチメイト(いつも同じ顔ぶれで食事に行く)の間で話はずんでい。仕事の話はほとんどなく大抵は家族, 友人, 日常生活に関するもので, 話し方も大変上手でユーモアに溢れている。能弁で頭でっかちで, 常に何にでも関心をもち, 他人の意見を聞きかがる。これが私のイギリス人に対する一般的な印象である。しかし仕事になると別である。自分の持っている仕事の中に他人の入り込

む余地は全くない。意見が云えるのは直属上司だけであり、たまたま同僚で詳しい人がいても相談することはまずないし、逆に親勤のつもりで教えようとでもしたら猛然と反発して来るのである。すさまじいばかりのプライドである。特に大学出の、向うでいう、いわゆるエリートは競争心が旺盛で露骨である。しかし大変良く勉強して、入社2〜3年もすると知識の上では既にベテランの域に近い。個人をとってみると非常に優秀な人間が多い。しかし残念ながら船頭多くして船進まずも事実で、我々の感覚では上の人への鶴の一声で決まるようなことでも、会議をダラダラと続けて結論が出ないことも珍しくない。一人一人の人が自分の存在価値を何らかの形で反映しないと気が済まないのである。日本人の“沈黙は金なり”とか“謙譲の美德”などは全く問題にならないと云って良いであろう。いわゆるエリート感覚のまだ通用している国なのである。しかしほっとするところは、職位の上の人になればなるほど人間的にも温かく、人格・識見とも優れた人が多いのは洋の東西を問わず同じである。社会的にはすっかりなくなったはずの階級意識が実生活の面では依然として存在し、日本にいる我々には見えないイギリス社会の底辺にいる大多数のいわゆる労働者階級（古い言葉を使って怒られるかも知れないが）を見過ごすことが出来ない。イギリス人の大多数の学歴のない人達は、我々の想像するよりもはるかに安い給料で毎日の生活をつつましく、将来に大きな希望もないままに家族を心の支えとして黙々と働いている人達である。生活の安定のために少しでも多くの可能性を求めて、四年に一度訪れる総選挙で堂々と一票を投じて、ある時は保守党政権を、ある時は労働党政権を誕生させて生きている人達である。過去の悪夢であるはずのこの社会構造が厳然として存在することこそ英国病の源泉なのである。例年の如く年末から春にかけてストライキのシーズンが到来する。日本の企業別組合と異なり、全産業にまたがる職種別組合であるから、その社会に与える影響ははかり知れない。1978年の暮から1979年の春にかけて、記録的な寒波（16年ぶり）に加えてのローリー運転手、陸送トラック運転手、製パン職員の全国規模のストライキでガソリン、灯油をはじめ、生活物資が窮乏して国民生活に大きな打撃を与え、その年の5月に行なわれた総選挙で保守党政権誕生の大きなはずみとなった。今イギリス国民はサッチャー首相が強引に導入した一般消費税倍増（平均で8%を15%に引き上げた）にも文句を云わず、ここしばらくかつてなかったテキパキした采配ぶりにとまどいながらも懸命について行こうとしている。社

会主義と保守主義が併存するイギリス社会は、決して安易な妥協ではなく自らの針路を決定しようと必死である。“英国病”なる言葉が生まれて久しいが、回復に向かって小康状態を保ちながら少しづつ歩を進めていると云って良いであろう。

5. 海外から見た日本人、日本人から見たイギリス人

ヨーロッパを旅行していると随分と多くの日本人に合う。いかめしく、きちんとした身なりで半ば照れながらショーウインドーをのぞいている出張中の人達、非常にラフな身なりで2〜3人連れだって騒々しく歩き回っている人達、ご婦人と子供達を引き連れて得意(?)な英語で買い物をしている駐在員と思われる人達、いろいろなタイプの日本からの人達に会うが、共通して云えることは、金持なのである。随分と思いついた買物をして店員を喜ばせている。囲りにいる外人が目をパチクリして眺めている光景をよく見かける。大きな都市の繁華街の貴金属、みやげ店には日本客相手専門の店員（勿論日本語）を置くのが通常になっている。東京の銀座で有名店が軒なみ、ある特定の国の客に対してこのような対応をした場合、我々はその国に対してどのような感情を持つてであろうか。テレビ、新聞等で伝わる日本に関する情報はどちらかといえば経済問題がほとんどで、たまに地震とか火災ビン闘争等のショッキングなニュースがある程度で、日常の市民生活を伝えるものはほとんどない。イギリスの国民感情の反映でなければ幸いである。イギリスが過去に描いていた日本国および日本人のイメージ（ワラビ屋根、段々バタケ、チョンマゲ、ハラキリ等）に比して余りに急な様変りの日本の状況に驚嘆していることも事実である。特に後進国であった頃の日本を知る人達にとって、店頭せましと並んでいる日本製のカメラ、時計、10台に1台の割合で走っている日本からの車等がヨーロッパ市場におしよせている姿を見て不思議に思っている人も多い。そして滞在中の日本人が生活面でも、なに不自由なくイギリス人と同様な生活を楽しんでいるのを見て、“ニッポンテ、フシギナクニネ!”という印象になるのであろう。日本古来の風物を紹介することも大いに意味があると思われるが、これからはむしろ、近代日本の教育・文化・生活等の面を、もっと強張したPRをすべきであろう。海外に出かける時に、先方の外人に対するみやげ物として、我々の日常生活にほとんど関係のなくなった扇子、日本画、日本人形等を用意することがよくあるが、私は反対である。その場合には余程の説明をつけない限り、本当の意味を相手に理解してもら

ことはむづかしい。日本に住んでいたことのある人とか、日本のことに詳しい人に対しては、いっこうに差しつかえないことは勿論であるが、むしろ我々の日常必需品の中から選んだらどうであろうか。

さて逆に、我々の目から見たイギリス人は、昔からいわれる如く神士である。いつもにこやかで親切に対応してくれて、時々我々を感激させてくれる。幼い時からしつけが厳しく、行儀良く育てられている子供達は、小さい時から事の善悪の区別がしっかりしていて、他人に対する作法は日本の子供達に比して数段階が上である。学校では人前で話すことや自己の表現方法の訓練を受け、社交性やマナーについては特に厳しい。このような子供達がやがて大人になって、社会人、即ち英国神士として我々の眼前に現れているのである。優しい笑顔と親切なマナーで判断出来るほど単純なものではなく、本音と立て前の領域をはかりつつ接することが必要である。なぜならば相手は、我々もそのところが当然わかっているものと思っているからである。むしろそれを理解することが要求されているのである。本音を優先するとバカにされてつけ込まれるし、立て前ばかりふりかざしていると嫌われて近づいてもらえなくなる。とにかく、しつこいほど突き合わなければ、我々には本当のところがわか

らない一面がある。天真爛漫に見えて実はそうでなく、堅苦しく見えて以外にくだけていたりする場合も多い。

6. 私の2年間の成果

アッという間に過ぎたので考えて見ても大きな成果などありそうにないが、何よりもまず、海外生活を通じて公私両面にわたり、家族を含めて貴重な体験をすることが出来たことに感謝しなければならない。何とかなるであろうとタカをくくっていた英語で苦労したが、特に家族にとって、最初の半年は言葉との闘いであったようだ。半年を過ぎると子供達の英語はどんどん上達して我々を追い越してしまった。自分の顔の色などすっかり忘れて現地の子供達と同様にふるまえる順応ぶりに舌を巻いたものである。

仕事の面において、全てを見習うわけにはいかないが、責任体制の明確さ、豊富な情報と充実した研究設備、研究プロジェクトの立案課程と進行状態等々、学ぶ点も多い。

イギリス滞在中に数多くの日本から来られた方々に会うことが出来たが、その都度、日本人の誠意と真心に接し、日本人は素晴らしいと思ったことを報告して終りたい。

重交通道路の舗装用アスファルトの研究

B 5 版・65ページ・実費頒価 700円(後払い不可)

申込先 〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7・日本アスファルト協会

アスファルト舗装要綱 53年版 7-6 特殊材料にセミブローンアスファルトの規格が掲載されております。本研究レポートは、この規格を制定するまでの実験研究をとりまとめたものです。

目 次

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1. 概 要 | 4-2-3. 混合物の性状 |
| 2. 研究の目的 | 4-2-4. 施 工 |
| 3. 研究の方法と経過 | 4-2-5. アンケート調査 |
| 4. 研究内容とその結果 | 4-2-6. ま と め |
| 4-1. 室内実験による検討 | 5. 結 論 |
| 4-1-1. 実験要領 | 6. あ と が き |
| 4-1-2. 市販アスファルトの60°C粘度 | 付 録 |
| 4-1-3. アスファルトの試作 | (1). セミブローンアスファルトによる舗装 |
| 4-1-4. 混合物試験 | 工事特記仕様書 |
| 4-2. 現場施工による検討 | (2). アスファルト舗装表面の観察記録表 |
| 4-2-1. 実施要領 | (3). セミブローンアスファルト舗装工事 |
| 4-2-2. 使用アスファルト | アンケート調査表 |

赤外線吸収スペクトル分析法および質量分析法

関 根 幸 生*

1. はじめに

近時における機器分析法の進歩はまさに目を見張られるものがあり、種々の分析機器を駆使することにより、これまで想像もできなかったほどの多量かつ正確な情報が容易に得られるようになった。

しかしながら、いかに機器分析法が発達したとはいえ、アスファルトのような複雑な物質のすべてを知り得る万能の機器は存在しない。本稿で採り上げる赤外線吸収スペクトル分析法 (Infrared absorption spectrum analysis, 以下 I R と略称)、質量分析法 (Mass spectrometry, 以下 Mass と略称) についてもまったく同様で、これら個々の分析法から得られる情報はごく限られたものであり、実態を正確に把握するには他の多くの分析手段を駆使した総合的な判断が不可欠なことを忘れてはならない。

以下、I R、Mass がアスファルトの分野でどのように使われているか、これらによって何がどこ迄判るのか、などについて公表されているデータにより解説する。なお測定法の原理、方法などについては紙面の都合もあり、ごく簡単に触れるに止めた。これらについては詳細な成書が多数あるので参照されたい^{(1)~(5)}。

2. I R による分析法

I R は分子の振動による電磁波の吸収のうちで赤外線領域、主として $0.8 \mu m \sim 25 \mu m$ に存在する吸収を利用するものである。有機化合物はこの領域においてそれぞれ固有の吸収帯群をもつので、その位置、強度、形などを既知の物質と対比して固定することができる。また、例えば官能基など多くの原子団 (基) は化合物の種類が異な

ってもほぼ定まった波長範囲に吸収を示すので、これらいわゆる特性吸収帯から原子団の定性分析ができる⁽³⁾。アスファルトは無数の化合物の混合物であり、組成分析などの手段でいくつかの留分に分別しても、各留分は比較的良く似た化合物の集合体というものの、依然として無数の化合物の混合物であることに変わりはない。したがってアスファルトの分野で I R を適用する場合、化合物の同定ではなく、特性吸収を示す原子団の存在の確認およびその濃度を知ることが目的といえよう。図-1 に I R 分光光度計の概略図を示す。

3. アスファルトの分野における I R の使われ方

アスファルトに関して I R を適用して行なわれたこれ迄の研究・報告における I R の使われ方を大別すると次の3つになる。

- (1) アスファルトのキャラクタリゼーションの手段。
- (2) アスファルトの品質劣化の解明手段。
- (3) ブローイング反応機構の解明手段。

以下、これら各項についてその概要を述べる。

3.1 アスファルトのキャラクタリゼーション

アスファルトを化学原料として取り扱う、いわゆるブラックケミストリーに関する研究、タールサンド、オイ

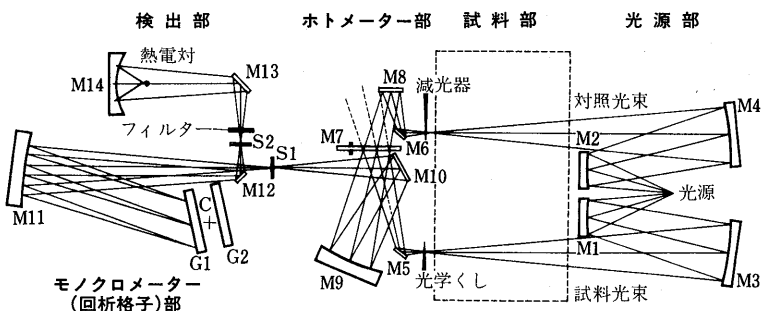


図-1 複光束赤外分光光度計の光学系²⁾

* せきね ゆきお 丸善石油研究所

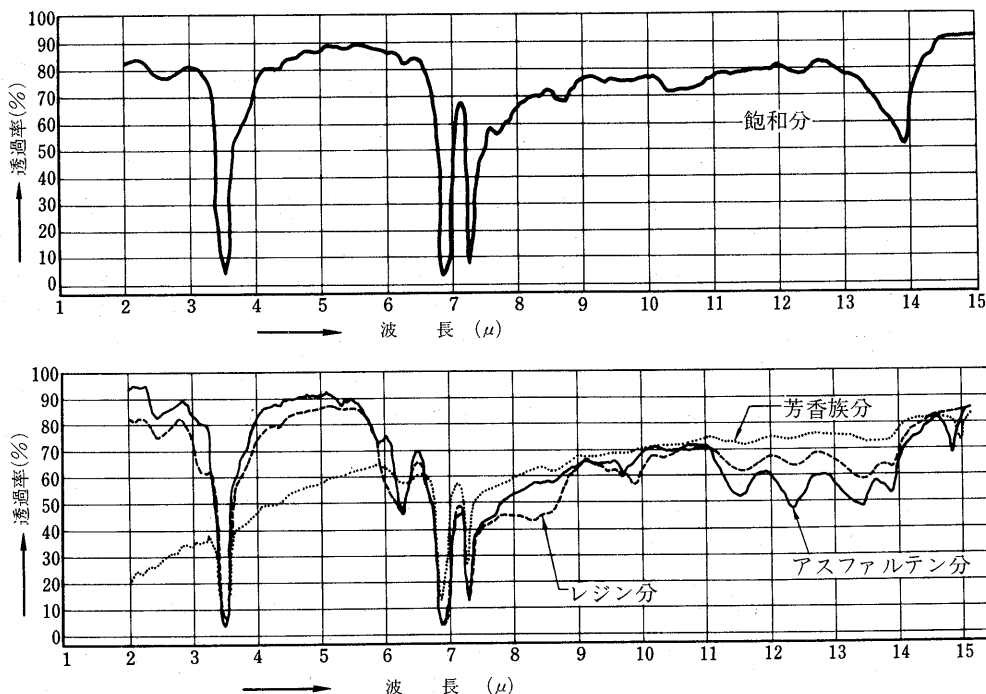


図-2 アスファルト組成分析各留分のIR吸収スペクトル⁶⁾

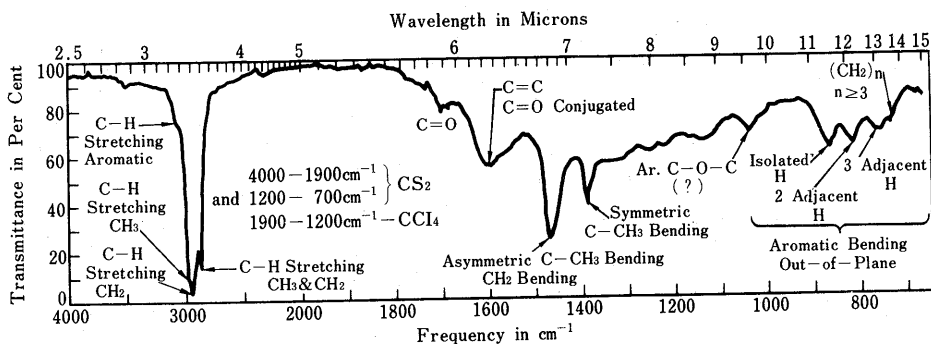


図-3 Baxterville アスファルテンのIR吸収スペクトル帰属⁷⁾

ルシェールなど代替燃料の利用研究などの面では、アスファルト等の特性を針入度、軟化点を代表とする従来からの簡単な物性値のみで表すだけではまったく不十分となってきた。また、従来の用途におけるアスファルトの特性のより正確な把握、という面においても状況は同様である。このような背景から重質油およびアスファルトの構造、組成面の特徴をよりの確に反映する。いわゆるキャラクタリゼーションの精度を改善するための試みが盛んに行なわれており、この目的のためにNMR、X線回析などと共にIRもしばしば使われている。ここでは特にIRを主体として得られた重質油、アスファルトをキャラクタライズする情報について触れる。最も基礎

的なデータとして、菊地らによる組成分析各留分のIRを図-2に示す⁶⁾。また、Yenらによるアスファルテン留分のIR特性吸収の帰属を図-3に示す⁷⁾。Yenらはすでに1962年にIRとX線回析との組み合わせによるレジン、アスファルテンの飽和部分のキャラクタリゼーション手法を提示している⁷⁾。本法につき、やや詳しく説明する。表-1にYenらが供試した8種の石油アスファルテンIR吸収における主な吸収帯の帰属と吸光係数(E)を示す。YenらはX線スペクトルの(OZ)と(ν)の相対的吸収強度をもとに芳香族C原子の割合としての芳香族性(fa)を求める方法を提示している⁴³⁾、同様な方法で芳香族C原子に結合している

表-1 石油アスファルテン I R スペクトルにおける主な吸収帯の吸光係数⁽⁷⁾
E (ml. / g. / mm)

波 数 cm ⁻¹	帰 属	Baxterville	Langunillas	Burgan	Wafra No A-1	Mara	Wafra No A-17	Raudhatain	Rugusa
3030	芳香族 C-H 伸縮	5.61	6.53	6.19	5.76	5.30	6.16	5.81	5.27
2920	methylene 結合	68.83	70.98	69.24	59.66	73.71	63.26	69.05	71.78
2880	methyl 結合	34.85	39.98	41.19	37.54	41.04	41.84	41.36	44.79
1735	C=O	0.61	0.70				1.31		2.44
1700	aryl Ketone (?)	2.37	2.12	2.41		2.48			
1600	共役 C=C または C=O	7.29	9.09	6.99	6.89	7.78	6.08	5.97	5.64
1465	asymmetric C-CH ₃ または methylene	21.12	22.61	23.84	21.69	21.23	22.42	21.25	20.61
1380	symmetric C-CH ₃	12.05	12.58	13.13	11.61	11.00	12.48	11.34	11.29
865	} 芳香族面外振動	6.89	6.25	5.78	5.04	5.83	4.92	5.28	5.08
815		6.02	5.42	6.10	5.63	5.76	5.93	5.25	4.56
760		5.38	5.27	4.94	4.58	5.13	4.96	4.51	4.51
735		3.31	3.03	3.64	3.43	3.66	3.69	3.54	3.45
	(CH ₂) _n , n ≥ 3								

表-2 石油アスファルテンおよび関連するアスファルティックスの
飽和部分の構造ファクター⁽⁷⁾ (43)

Number	Sample	fa	hs	ha	Hs/Cs	Cp/C	CN/C	$\frac{E_{1380}}{E_{2920}}$	H _{Me} /H _S	C _{Me} /C	% Me
Petroleum Asphaltenes											
1	Baxterville	0.58	0.92	0.08	2.06	0.47	0	0.175	0.42	0.14	15
2	lagunillas	0.41	0.92	0.08	1.77	0.35	0.24	0.177	0.43	0.15	16
3	Burgan	0.38	0.92	0.08	1.75	0.35	0.27	0.190	0.45	0.16	17
4	Wafra No. A-1	0.37	0.91	0.09	1.71	0.32	0.31	0.195	0.47	0.17	17
5	Mara	0.35	0.93	0.07	1.72	0.34	0.31	0.149	0.34	0.13	14
6	Wafra No. A-17	0.35	0.91	0.09	1.65	0.25	0.40	0.197	0.48	0.17	18
7	Raudhatain	0.32	0.92	0.08	1.58	0.19	0.49	0.169	0.40	0.14	14
8	Rugusa	0.26	0.91	0.09	1.59	0.22	0.52	0.157	0.37	0.15	15
Petroleum Resins											
Baxterville											
9A	whole fraction	0.22	0.92	0.08	1.55	0.17	0.61	0.156	0.38	0.15	16
9B	narrow cut	0.22	0.97	0.03	1.63	0.28	0.50	0.121	0.31	0.13	14
Gilsonite Asphaltene											
10	Tabor vein	0.14	0.98	0.02	1.61	0.29	0.57	0.170	0.41	0.19	20
Refinery Asphaltene											
11	Kuwait visbreaker tar	0.59	0.93	0.07	1.61	0.14	0.27	0.209	0.49	0.11	12

H 原子の割合として "ha" を I R から求めた。すなわち、
これらに対比すると、

$$h_a = \frac{H_A}{(H_A + H_S)} \dots\dots\dots ①$$

$$f_a = \frac{C_A}{(C_A + C_S)}$$

$$H_s/C_s = \frac{\frac{H}{C}}{(1-f_a)(1-h_a)} = \frac{\frac{H}{C} \cdot h_s}{1-f_a} \dots\dots\dots ④$$

$$h_a = \left(\frac{E_{3030}}{E_{3030} + E_{2920}} \right) K \dots\dots\dots ② \quad f_a = \left(\frac{A_{00z}}{A_{00z} + A_{\nu}} \right) l$$

$$h_s = 1 - h_a \dots\dots\dots ③ \quad f_s = 1 - f_a$$

ここで ha: 芳香族 C 原子に結合した H 原子の数

hs: 飽和 C 原子に結合した H 原子の数

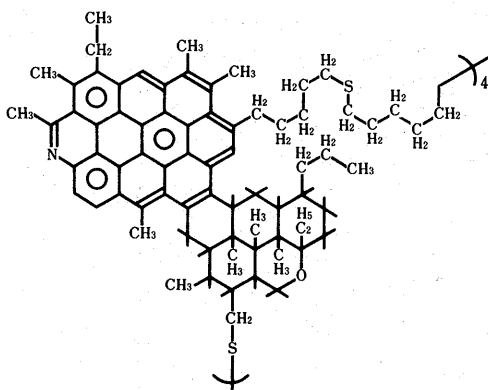
H が飽和または芳香族 C に結合している標準物質について調べた結果、②式の K は K ≡ 1 で定数であることを確認し、各種のレジン、アスファルテンの ha, hs を②③より求めた(表-2)。次いで X 線回析からの fa と ha を結びつけて飽和 C 原子 (Cs) に結合した H の数(Hs) の比を④式から求めた(表-2)。

さらに、次の 2 つの仮定をすることにより、アスファルティックス分子のアルキル基とナフテン環部分の構造を推定した。(1) kata -, および Peri - 形のナフテン C-leester が存在し、脱水素すれば天然状態で存在する芳香環 Cluster とほぼ同じ形状の芳香環になる。(2)水素以外の原子の結合は少なく、kata - 形の HN/CN は約 1.55, peri - 形のそれは約 1.30 で、両者の等量混合物は 1.42 である。

そうすると

$$\frac{C_P}{C_S} + \frac{C_N}{C_S} = 1 \dots\dots\dots ⑤$$

であるから



$$H_A = 4$$

$$H_\alpha = H_{Me} + H_{\alpha CH_2}(P, N) + H_{\alpha CH}(P, N) \\ = 15 + 6 + 1 = 22$$

$$H_N = H_C - H_{\alpha CH_2}(N) - H_{\alpha CH}(N) + H_{\beta CH_2}(P) \\ = 17 - 2 - 1 + 2 = 16$$

$$H_R = (H_P - H_{Me}) - H_{\alpha CH_2}(P) - H_{\beta CH_2}(P) + H_{\beta Me}(P) \\ = (66 - 36) - 4 - 2 + 3 = 27$$

$$H_{SM_e} = H_{Me} - H_{\alpha Me}(P) - H_{\beta Me}(P) \\ = 36 - 15 - 3 = 18$$

H_A :芳香族, H_α : α -置換, H_N :ナフテン, H_R :メチレン

H_{SM_e} :飽和メチル, の水素の数を示す。

Formula Spectra

$$\frac{H_A}{H} 0.046 \quad 0.055$$

$$\frac{H_\alpha}{H} 0.25 \quad 0.27$$

$$\frac{H_N}{H} 0.18 \quad 0.18$$

$$\frac{H_R}{H} 0.31 \quad 0.31$$

$$\frac{H_{SM_e}}{H} 0.21 \quad 0.19$$

図-4 アスファルトの分子模型⁸⁾

$$\frac{C_P}{C_S} \cdot \frac{H_P}{C_P} + \frac{C_N}{C_S} \cdot \frac{H_N}{C_N} = \frac{H_S}{C_S} \dots\dots\dots(6)$$

ただし, P, Nはそれぞれパラフィニック, ナフテニック原子を意味する。ここで, $\frac{H_P}{C_P}$ を2, $\frac{H_N}{C_N}$ を平均値1.42とすると $\frac{C_P}{C_S}$ または $\frac{C_N}{C_S}$ が既知であれば⑤⑥式より $\frac{H_S}{C_S}$ が求まる(表-2)。

さらに $C_S/C = 1 - f_a$ であるから, ⑦⑧式が得られ,

$$C_P/C, \quad C_N/C \text{ が求まる (表-2)}$$

$$C_P/C = \frac{(H_S/C_S - 1.42)}{0.58} (1 - f_a) \dots\dots\dots(7)$$

$$C_N/C = \frac{(Z - H_S/C_S)}{0.58} (1 - f_a) \dots\dots\dots(8)$$

ここでC:C原子数

X線スペクトルからアスファルテン構造のaliphaticな部分は短い直鎖のalkyl基により構成されていると考えられる。この仮定に基づけばmethyl基として結合しているH原子 (H_{Me}) と飽和C原子に結合している全H原子数 (H_S) の比 (H_{Me}/H_S) は1380, 2920 cm^{-1} の吸光係数から計算できる。すなわち

$$\frac{H_{Me}}{H_S} = K' \frac{E_{1380}}{E_{2920}} \dots\dots\dots(9)$$

標準物質から⑨式の K' は2.4で定数であることを確認し, $K'=2.4$ を用いて求めた石油系アスファルテン等の

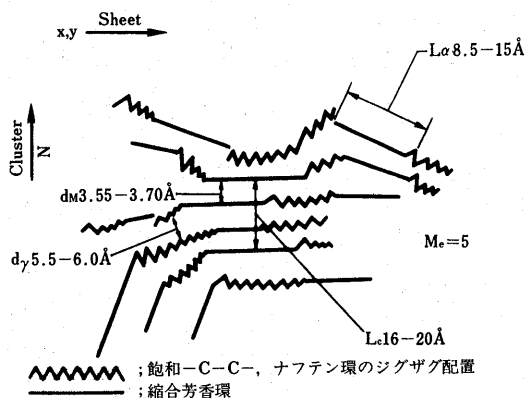


図-5 アスファルテンモデルの断面図⁸⁾
(X線回折による)

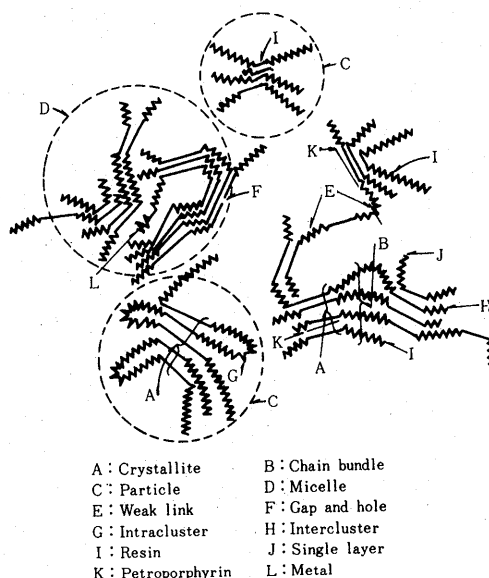


図-6 アスファルティックスのマクロ構造モデル⁸⁾

H_{Me}/H_S は表-2のとおりであった。

H_{Me}/H_S が計算され, H_S/C_S が既知であるから

$$\frac{C_{Me}}{C} = \frac{H_S/C_S}{3} \cdot \frac{H_{Me}}{H_S} (1 - f_a) \dots\dots\dots(10)$$

IRデータのみを用いるなら

$$\frac{C_{Me}}{C} = \frac{H}{C} \cdot \frac{E_{1380 \text{ cm}^{-1}}}{E_{3030 \text{ cm}^{-1}} + E_{3030 \text{ cm}^{-1}}} \dots\dots\dots(11)$$

ヘテロ原子を無視するとメチル基の重量% (% Me) は,

$$\% Me = \frac{15}{12} \cdot \frac{C_{Me}}{C} \cdot \% C$$

C_{Me}/C , % Meを⑩⑪式から求め表-2に示す値を得た。

このような手法によりYenらはレジン, アスファルテ

ンの飽和部分のキャラクタリゼーションを行なった。なお、真田らはX線回折によるfaにかえ、直接的でより信頼度の高いと考えられるNMRの値によるfaを用いてYenらの手法の精度向上を試みている⁽⁴⁴⁾。

Yenは、後に各種機器分析のデータを駆使したアスファルテンの構造解析法についてまとめ、これに基づきアスファルテンの平均構造のモデルを示した⁽⁸⁾。これらを図-4～図-6に示す。Yenはこれらモデルに対する各種構造パラメーターの理論値と機器分析に基づく実験値とを対比し、両者が良い一致を示すことから想定モデル構造の妥当性を証明している⁽⁸⁾。一方、Hagesら⁽⁹⁾は各種機器分析法によりsoft bitumenのマルテン、アスファルテンのキャラクタリゼーションを試み、密度法と対比して前者からの結果は後者に比し芳香族性が低く出る傾向のあることを認めている。この他、Haley⁽¹⁰⁾はGPC、NMR、IRによりアスファルトの構造解析を試み、アスファルト留分のキャラクタリゼーションの一手法を開発している。類似の研究としてはKawahara⁽¹¹⁾らの原油種、来歴の異なるアスファルトのIRの相違に関するもの、Glotova⁽¹²⁾らのアスファルト組成分析各留分のIRによる検討もある。Glotovaらによれば、IRの 725 cm^{-1} ($-\text{CH}_2-$)、 1600 cm^{-1} (芳香族 $\text{C}=\text{C}$)、 1700 cm^{-1} ($\text{C}=\text{O}$)の3つの特性吸収の比により、原油種、ブローイング温度、ブローイング方式(バッチ、連続)の異なる各種アスファルトを特徴づける可能性があるとしている⁽¹²⁾。その他、Gulermanらは熱分解タールを含む各種アスファルトの組成分析各留分をIR法で分析しているが初歩的な内容にとどまる。

一方、Barbourらは、IRによりアスファルトの水素結合について研究し、水素結合の存在によりアスファルトは塩基性を示し、その濃度は少なくとも 2 mmol/gr ・アスファルトであること、ブローイングにより水素結合塩基性が増すことなどを示している⁽¹⁴⁾。

3.2 アスファルトの品質劣化の解明

舗装合材製造時の劣化、合材のホットストレージにおける劣化、供用による舗装体の劣化などの検討がなされている。一方、ブローンアスファルトに関しては供用による耐候性の検討に関連したものが多い。これらの問題はアスファルトの実用上、きわめて重要な事柄であり、かつIRがこの面の検討において非常に有用な手段となりうるところから古くは1950年代より、数多くの研究がなされ、多くの成果が得られている。

3.2.1 アスファルト舗装の供用による劣化の検討

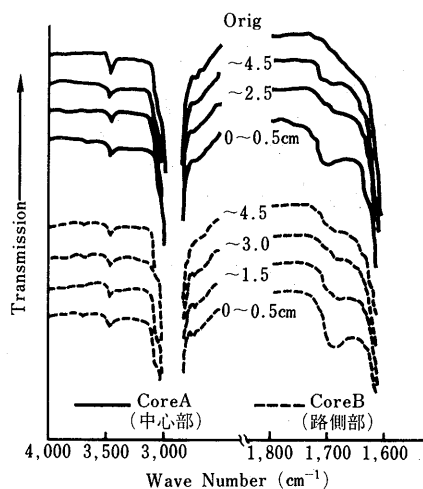


図-7 路面深さによるIRスペクトルの変化⁽¹⁵⁾

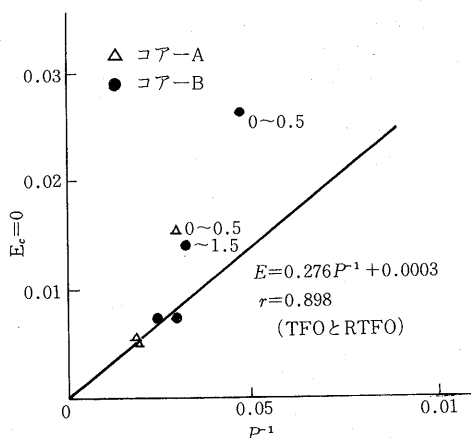


図-8 針入度の逆数とカルボニル基吸光係数の関係

表-3 劣化アスファルト中のカルボン酸タイプ分布

カルボン酸タイプ	ケトン	酸無水物	遊離酸	2-キノロンタイプ
オリジナルアスファルト	0 (0)	0 (0)	0.5 (0~1.6)	0.1以下 (0~0.3)
回収アスファルト	46.4 (22.5~67.5)	2.0 (0.9~3.8)	0.1 (0.4~2.5)	0 (0~0.2)

1) 単位: $\text{mol l}^{-1} \times 10^2$

2) 数値は10種のアスファルトの平均値, ()内は最少値, 最大値。

アスファルト舗装は長期間の供用で空気中の酸素、水、紫外線などの種々な要因の作用により徐々に老化し、最終的にはクラック現象など、破壊に至ると考えられる。破壊に至るまでの老化の機構はきわめて複雑な現象であるが、この点について笠原らが詳しく研究している⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾。笠原らは⁽¹⁵⁾ 図-7に示すように路面に近い部分ではオリジナルアスファルトに見られない 1700 cm^{-1} のカルボニ

ル基の吸収が強く示され、深部からの回収アスファルトの 1700 cm^{-1} の吸収は比較的弱く、かつ深さによる差が少なくなることを認めた。また、路側部からの回収アスファルトのカルボニル基の吸収が相対的に大きいことや、針入度低下の大なことを考え合わせて路側部では交通荷重による圧密が少ないため空隙率が大で、空気、水の影響をより多く受け、アスファルトの老化が深部にまで及ぶと推定している。

更に、図-8 は回収アスファルトの針入度の逆数と図-6 から求めたカルボニル基吸光係数の関係をプロットし、薄膜加熱および回転薄膜加熱により強制劣化させたアスファルトについて求めた直線関係と比較したものである。図より、舗装体内部からの回収アスファルトは直線に乗るが、表面から 1.5 cm の深さからの回収アスファルトのそれは直線から大きくずれることを認めた。このことから笠原らは表層では紫外線、空気、水など老化に及ぼす影響が大きく、内部とはアスファルト硬化の機構が異なることを示唆した⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾。

一方、Baker は舗装体クラックを IR のカルボニル基の吸収と関連づけて検討することを試みたが、クラック発生に対する光酸化と暗所酸化の寄与度の差を確認することはできなかった⁽¹⁷⁾。

このほか、供用による劣化アスファルトの IR における 1700 cm^{-1} 付近のカルボニル吸収の内容をくわしく検討した報告も多くみら

れる。Petersen らは、補償法 IR と加水分解およびシリル化反応の組み合わせによりこの点を詳細に検討し、 $1850\sim 1640\text{ cm}^{-1}$ のカルボニル領域の吸収を示す化合物タイプを定量した⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾。すなわち彼らは、10種類のアスファルトにつき、オリジナルと11~13年供用後の舗装体から回収したもののカルボニルのタイプを分析し、表-3の結果を得た。表-3によれば、劣化による生成カルボニル基は大部分がケトンで

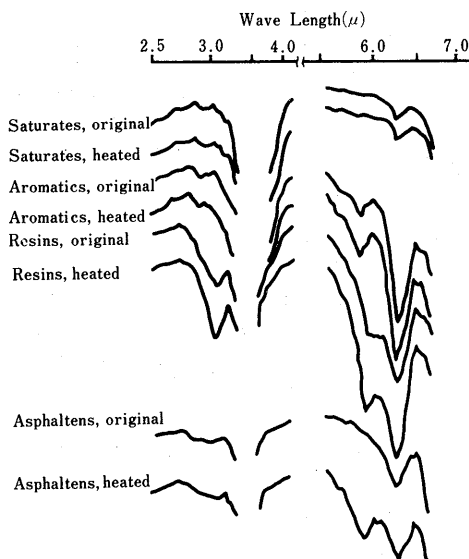


図-9 加熱前後組成分析各留分の IR 吸収スペクトル²²⁾

あり、その他、少量の酸無水物や遊離の酸も存在していることや、反面、アルデヒドが見られないこともわかる。Petersen らは、別の報告において強制的に酸化劣化したアスファルト中にもケトンの存在を認めているがアルデヒドは存在しなかったとしている⁽²⁰⁾。なお、Compbell ら⁽²¹⁾ が劣化アスファルト中にエステル結合が存在

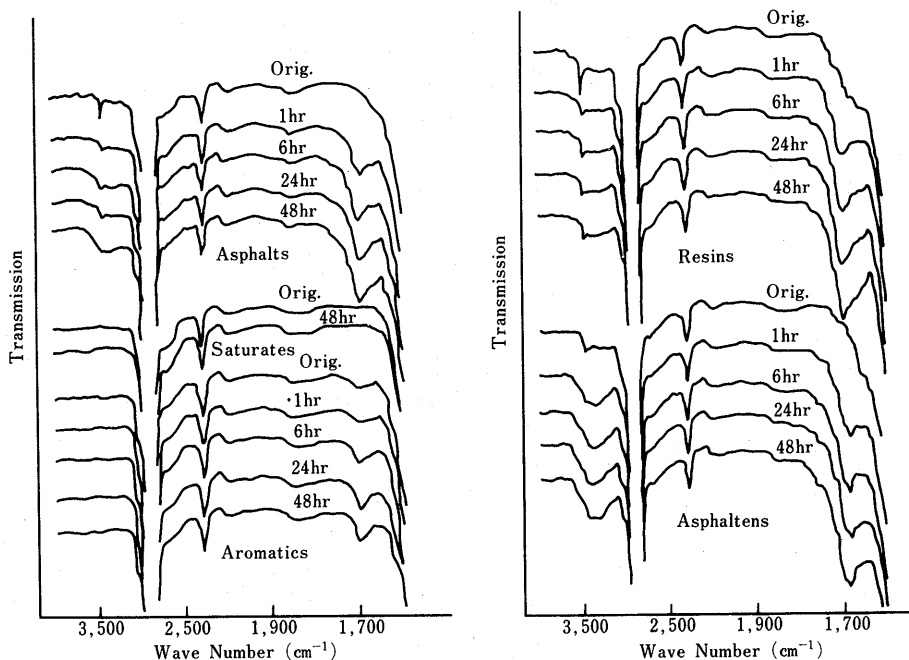


図-10 ホットストレージにおける貯蔵時間と組成各留分の IR 吸収スペクトル変化の関係²³⁾

すると主張したのに対して Petersen らは、これを酸無水物をエステルと誤認しているものとして、その存在を否定している⁽¹⁹⁾。

3.2.2 合材製造時、ホットストレージにおける劣化の検討

合材製造時およびホットストレージ（合材加熱貯蔵）時のアスファルトの品質劣化はアスファルト舗装の寿命を大きく左右する重要な要因と考えられる。今村らは、合材製造時の加熱の影響を見るため、10 μ 前後の薄膜にしたアスファルトを 150 ～ 180 °C に加熱し、加熱前後の組成分析各留分の I R を測定している⁽²²⁾。その結果図-9 にみられるようにサチュレート分は加熱前後の I R に変化はなく、アロマ、レジン、アスファルテンと進むにつれて 5.9 μ 付近のカルボニルの吸収および、3.1 μ 付近の-OH 基の吸収の変化が大なることを示している。

一方、ホットストレージにおけるアスファルトの劣化に関しては笠原らの研究が詳しい^{(15)(23)～(25)}。笠原らは 150 °C で 0 ～ 48 時間ホットストレージした合材からの回収アスファルトを組成分別し、各留分の特性を I R, G P C, N M R などにより追跡している。I R においては図-10 に示すとおり、サチュレートの変化はないが、芳香族以下の留分に関しては芳香族、アスファルテン、レジンの順にホットストレージによる 1700 cm⁻¹ のカルボニル基の吸収強度に増加がみられるとし、前記、今村らとは同じ結果を得ている⁽²³⁾。なお、図-10 において貯蔵前後の 3400 ～ 3500 cm⁻¹ の吸収に変化がみられるが、これはヒドロキシル基によるとしている。これらの検討結果より、笠原はホットストレージによるアスファルトの酸素含有量の増加は一般の熱劣化と同様に主にカルボニル基の増加によるとしている。また、ホットストレージにおけるアスファルトの劣化に関する一連の研究からアスファルトの耐劣化性の指標として J I S に規定されている蒸発減量は酸素劣化を受け易いアスファルトにおいては蒸発操作中に重量増加することを考えると試験法として無意味であり、むしろ I R などによる評価項目を入れるのが妥当と主張している。

笠原らは、更に、アスファルトの熱劣化機構を正確に解明するため薄膜加熱試験（Thin Film Oven Test）および回転薄膜加熱試験（Rolling Thin Film Oven Test）により強制加熱劣化させたアスファルトを用いて検討を加えた⁽¹⁶⁾⁽²⁶⁾⁽²⁷⁾。笠原らは、強制加熱劣化による I R 分析 1700 cm⁻¹ 付近の吸収が主として芳香族側鎖アルキルの α-位のカルボニル基であることを N M R か

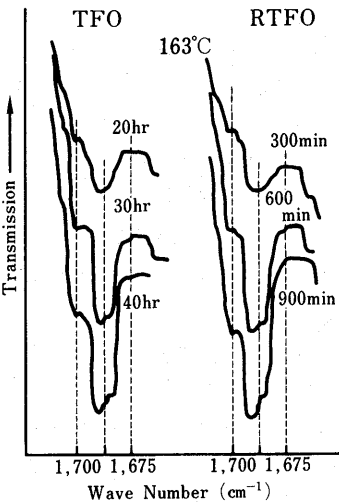


図-11 強制加熱による 1700 cm⁻¹ 付近の I R スペクト

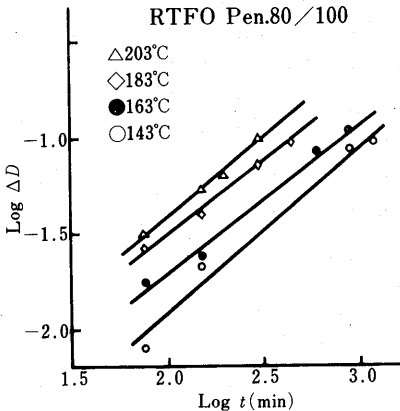


図-12 加熱時間と 1700 cm⁻¹ 吸光係数の関係

表-4 アスファルト物性劣化反応の活性化エネルギー⁽¹⁶⁾

	Pe	TFO	RTFO
Penetration (dmm 25°C)	30	11.6	10.7
Softening Point (°C)	55	13.3(12.8)	12.5(11.4)
Asphaltene (%)	25	12.6(12.6)	10.5(11.6)
Absorbance	0.07	11.0	10.7(10.4)
Loss on Heating (%)	0.5	22.0 22.2*	—

() 内はシストファクターからの計算値
* 針入度 120 / 150 級

ら推定し、次いで、1700 cm⁻¹ 付近の I R 吸収を詳細に調べたところ図-11 のとおり劣化の進行につれて 1680 cm⁻¹ と 1690 cm⁻¹ に分れる傾向を認め、それぞれ芳香族ケトンおよび酸として、前出の Petersen らの説と同様の見解を示している。さらに、1700 cm⁻¹ のカルボニル基の吸光係数の増加(ΔD)の対数と劣化時間の関係をプロットし、図-12の直線関係を得ている。加えてアス

ファルトの物性および I R での 1700 cm^{-1} 付近の吸光度に対する強制加熱劣化反応の見掛けの活性化エネルギーを高分子等の熱劣化に用いる換算時間の概念を適用して求め、表-4の結果を得、鈴木⁽²⁸⁾が別の観点から求めた数値と良く一致したとしている⁽¹⁶⁾⁽²⁶⁾。笠原らは、このようなモデル加熱劣化の結果と実舗装における劣化の状態とを対比させて、両者の劣化機構の相違などに関して考察を加えているが、この点については前項(3.2.1)で既に触れた。

3.2.1 その他の耐候性に関する検討

アスファルトの劣化を促進する要因として熱、酸素のほかにも多くのものがある。そのうちでも光(紫外線)の影響は重要で、特に防水工事やルーフィングに使用されるブローンアスファルトの耐候性との関連において、光の影響につき検討した報告は多くみられる。

古くは Wright ら⁽²⁹⁾が空気酸化して得たブローンアスファルトをウェザーオーメーターを用いて劣化させ、I R 吸収の変化で耐候性を評価した報告が知られている。Wright らはカーボンアークのもとでのバク露時間と I R での $5.88\text{ }\mu$ (1700 cm^{-1}) 吸光度の上昇 (ΔA) の関係について図-13の結果を得、 ΔA の経時変化には誘導期間のあることおよびアスファルトの来歴により、酸化速度に相違のあることを示した。一方、阪上らはストレートアスファルトをウェザーオーメーターにかけ I R 吸収の変化を追跡している⁽³⁰⁾。I R 法を評価手段とした研究において比較的新しいところでは Martin⁽³¹⁾、Knotnerus⁽³²⁾、Glotova ら⁽³³⁾、Fujishiro ら⁽³⁴⁾の研究がある。Martin は太陽光線下での 1700 cm^{-1} 吸光度の増加はキセノン照射下での促進劣化時のそれを良く対応することを見出す(図-14)と共に、光酸化に伴う 1700 cm^{-1} 吸光度の変化はアスファルトの粘度上昇とも良く対応することを示した(表-5)⁽³¹⁾。図-14においても Wright らの図-13と同様に光酸化の初期に誘導期間と思われる現象がみられるのは興味がある。一方、Glotova ら⁽³³⁾はブローンアスファルトのバク露による組成変化および I R での 1700 cm^{-1} 吸光度の変化は天然バク露が最大、次いで紫外線照射、キセノン照射の順であるとして Martin とは異なる見解を示している。

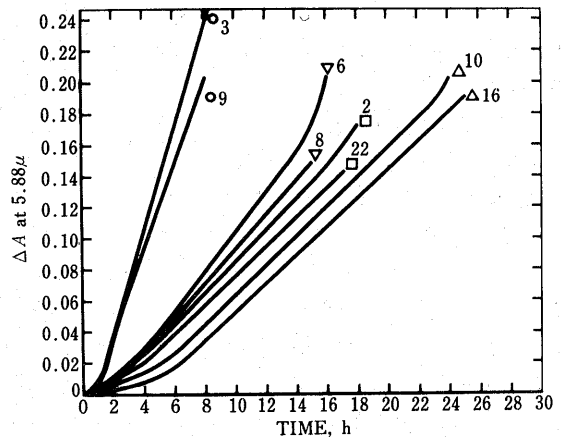


図-13 カーボンアーク照射による $5.88\text{ }\mu$ (1700 cm^{-1}) 吸収の増加⁽²⁹⁾

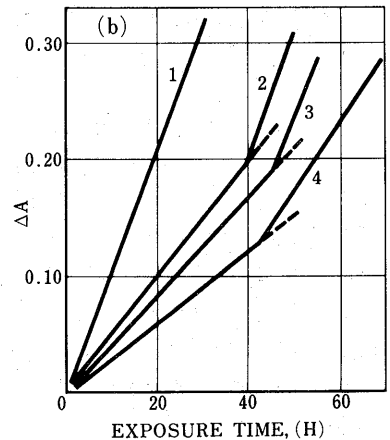
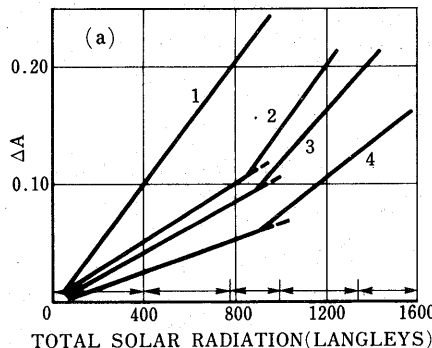


図-14 光照射によるカルボニル吸収 (ΔA) の増加⁽³¹⁾

表-5 I R 吸収と粘度によるコーティング用アスファルトの光酸化速度

試料, 原油種	光 酸 化 速 度	
	I R (ΔA / langley)	粘 度 ($\Delta \log$ 見掛粘度 / langley)
B 1 ヴェネズエラ	3.04×10^{-5}	2.23×10^{-4}
B 4 クエート	3.42×10^{-5}	2.39×10^{-4}
B 5 クエート	2.52×10^{-5}	2.06×10^{-4}
B 6 クエート	3.58×10^{-5}	2.55×10^{-4}

また、Knotnerus⁽³²⁾は、光照射下および暗所でアスファルトを酸化させ、アスファルトの酸素吸収は光および二次的に添加した痕跡のメタルの存在により促進されることを認めた。また彼によれば吸収された酸素の最も多くは $C=O$ として、次で $S=O$ およびエーテルの順で官能基にとり込まれ、その他は水になるとしている。そ

のほか、Fijishiro ら⁽³⁴⁾による3～12ヶ月戸外バク露したアスファルトのIRスペクトル測定データもある。

3.2.4 酸化防止剤の検討

これ迄みてきたようにアスファルトの劣化が酸化反応と密接な関係にあることは明らかである。そこでアスファルトの供用による品質劣化を酸化防止剤の添加により防止する試みがなされており、IRを用いて各種、酸化防止剤の効果を検討した報告がみられる^{(30)～(32)(35)}。これらの報告によれば若干の効果はみられるものの、多くは期待できないといえよう。酸化防止剤の添加効果を示す一例を表-6、表-7に示す。

表-6 コーティング用アスファルトの光酸化防止に対する酸化防止剤の添加効果(膜厚: 0.0015")⁽³¹⁾

Crude Oil Source	Antioxidant at 2% Concentration	Relative Resistance to Solar Exposure (microviscometer assessment)	Photo-oxidation Rate, (ΔA/langley) (IR absorbance assessment)
Kuwait	Nil	5.2	0.000160
	(i) N phenyl n isopropyl. p phenylenediamine	10.3	0.000052
	(ii) 2,4 dimethyl 6 tert butyl phenol	9.4	0.000086
	(iii) N N di sec butyl p phenylenediamine	7.1	0.000063
	(iv) tetramethyl thiuramdisulphide	7.0	0.000063
	(v) zinc diethyldithiocarbamate	7.3	0.000064
	(vi) N N di 2 naphthyl p phenylenediamine	9.0	0.000058
	(vii) (v) + (i) equal parts	8.2	0.000060
Venezuela	(viii) (v) + (iii) equal parts	8.6	0.000070
	Nil	3.4	0.000147
	(iii)	11.3	0.000055
	(v)	7.8	0.000071

表-7 舗装用アスファルトの光酸化防止に対する酸化防止剤の添加効果(膜厚: 0.0015")⁽³¹⁾

Crude Oil Source	Antioxidant at 2% Concentration	Relative Increase of Viscosity for Days Exposure to Solar Radiation		
		1	2	3
Arabia	nil	19.1	47.5	118.
	(v) zinc diethyldithiocarbamate	10.4	25.8	29.2
	(v) + N N di sec butyl p phenylenediamine	10.9	—	35.7
	(v) + N phenyl Nisopropyl p phenylenediamine	9.1	—	24.2
Kuwait	nil	29.4	—	—
	(v)	16.8	—	—

3.3 ブローイング反応機構の解明

残査油に190～280℃の温度で空気を吹き込んで行なうブローイングに伴う反応機構の解明においてIR法は有用な解析手段である。中島はブローイング反応における組成変化について酸素の作用と関連づけて種々検討し、得られた結果をアスファルトのコロイド構造とも結びつけて考察し、興味ある結果を得ている⁽³⁶⁾⁽³⁷⁾。図-15は190、270℃でN₂吹き込み、または空気ブローイングしたアスファルトのIRスペクトルであり、図-16は各々の条件におけるアスファルト組成各留分のIRスペクトルである。図-15からブローイングの進行に伴ない1600、および1700 cm⁻¹の吸収強度が増していることが判る。さらに図-16より、特にアスファルテン、レジンにおける1700 cm⁻¹付近での吸収強度の増加が顕著なこともみられる。中島は1700 cm⁻¹付近の吸収はC=O基に起因するもので、ブローイング反応の主役である酸素が直接関与している吸収と考え、1700 cm⁻¹を中心とし、1800～1500 cm⁻¹の吸収をさらに詳しく調べた。結果は図-17に示すとおりであるが、結論的には空気ブローイングにより未分離アスファルト、アスファルテン、レジン各留分の1690、1705 cm⁻¹の吸収強度が特に増大しているといえる。中島は、これら2つの吸収に加え、1720 cm⁻¹に吸収を示す試料はKOHで処理した後も、その吸収強度が低下しない、すなわちケン化しないことから、ブローイングによって増大するこれら3つの吸収はケトンのC=O基に起

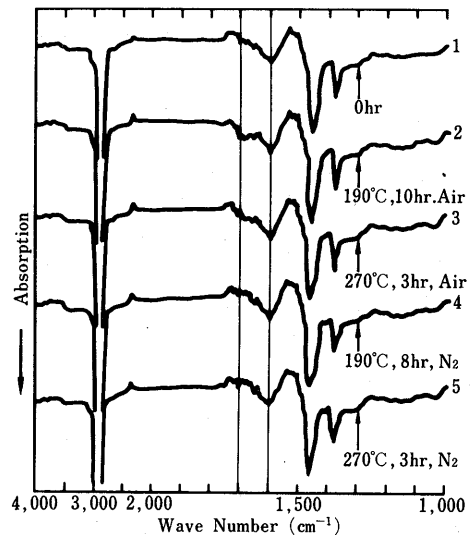
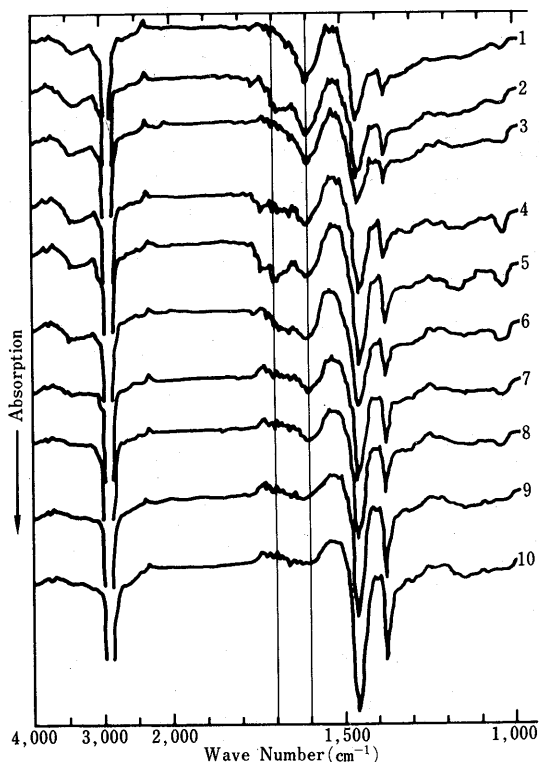


図-15 ヴェネズエラヘビーアスファルト 空気、窒素ブローイング後のIR⁽³⁷⁾

因するとして、1720、1705、1690 cm⁻¹の順に各々6員環ケトン、脂肪族鎖状ケトン、および芳香族ケトンによるものと推定した。これらの結果を総括して、中島は

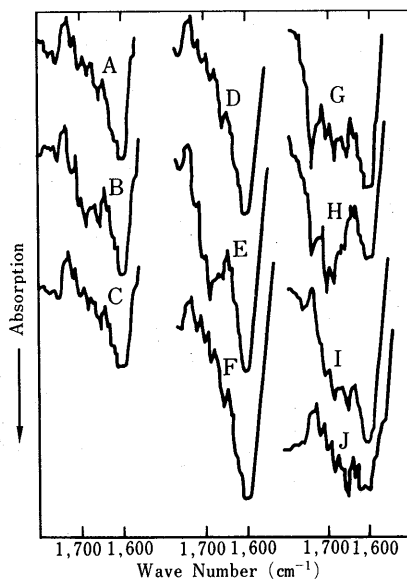


1. アスファルテン(0hr), 2. 同(190°C, 10hr, Air)
3. 同(190°C, 8hr, N₂), 4. レジン(0hr)
5. 同(190°C, 10hr, Air), 6. 同(190°C, 8hr, N₂)
7. 芳香族(0hr), 8. 同(190°C, 10hr, Air)
9. サチュレート, 10. 同(190°C, 10hr, Air)

図-16 空気、窒素ブローイング後の各留分IR³⁷⁾

ブローイング反応によってアスファルト中には一部、カルボン酸やフェノール類も生成するが、相当量のケトンが生成すると推測し、さらにブローイングの進行に伴ないこれらケトン類が各種反応性化合物と縮合して高分子物質を生成しながらアスファルトをゲル型にしていくと考えた。この中島の説は3.2.1項で記したアスファルト舗装の供用における劣化に関するPetersenらの実験結果と対比して興味深いところである。

一方、空気ブローイングには、ある種の添加物を加えて空気のみでのブローイングでは得られない針入度指数の高いすぐれた製品を得る、いわゆる触媒ブローイングと称される方法がある。ブローイングに際して添加される物質として最も代表的なものはP₂O₅などのリン系統のものである。リン系物質添加ブローイングの反応機構およびブローイング製品中のリンの存在形態については、これ迄、ほとんど推定の域を脱していなかったが、最近、著者らがこの点についてIRを用い、若干の知見を得た⁽³⁸⁾。すなわち図-18は通常の空気のみによるブローイングにより得られた製品、およびP₂O₅添加ブ



- A. ヴェネズエラ・ヘビー(0hr), B. 同(190°C, 10hr, Air), C. 同(190°C, 8hr, N₂)
- D. アスファルテン(0hr), E. 同(190°C, 10hr, Air)
- F. 同(190°C, 8hr, N₂), G. レジン(0hr)
- H. 同(190°C, 10hr, Air), I. 同(190°C, 8hr, N₂)
- J. アルカリ処理したG

図-17 ヴェネズエラヘビーアスファルトおよびその組

成留分ブローイング前後の1700cm⁻¹付近のIR³⁷⁾ブローイングにおけるP₂O₅添加直後および、その最終製品の各々から分離したアスファルテンのIRスペクトルである。図より、P₂O₅無添加では、これ迄多くの研究者が示していると同様に1700にC=Oの吸収が現われるのに反し、P₂O₅添加ブローイングの場合、これがほとんど、またはまったく現われない。このことは、P₂O₅添加ブローイングの機構は通常の空気ブローイングとまったく異なることを示唆すると考えられる。さらに、P₂O₅添加ブローイングでは無添加の場合は現われない約1000cm⁻¹および1200cm⁻¹に特異な吸収が現われる。これらIRの特性吸収と³¹P-NMRでの解析結果を合わせ、これらはリン酸エステルの存在を示すもので、これ迄、不明であったリンの存在形態に関して新たな知見が得られた。

4. Mass による分析法

4.1 Mass の原理

質量分析(MASS)の原理は、中性分子を熱電子の衝撃によってイオン化し、電場、磁場を利用して分離、定量するものである。まず、イオン化室で試料を電子衝撃によってイオン化し、生成したイオンをイオン化室に加えた正電場により加速して磁場へ送る。磁場に入ったイオンはその m/e (m はイオンの質量数、 e はイオンの

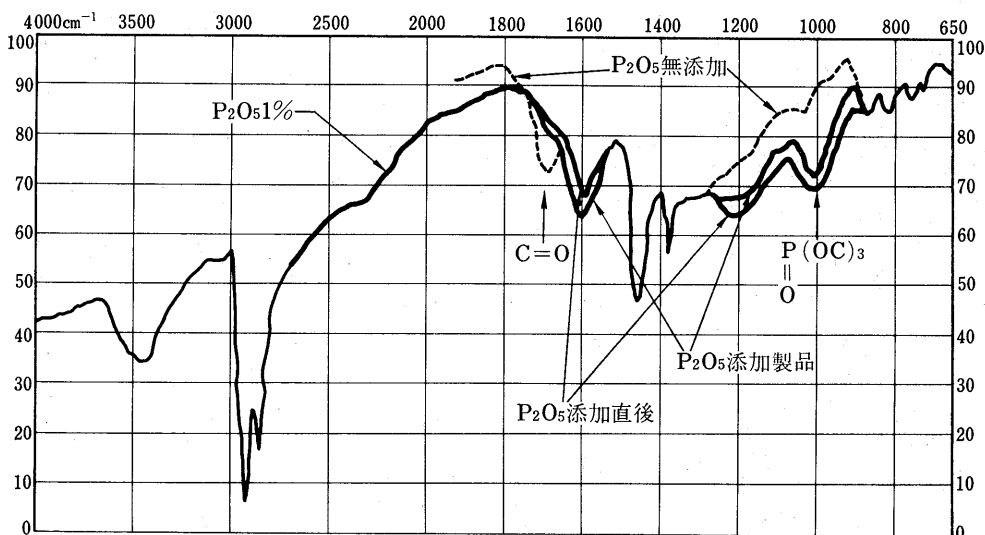


図-18 P_2O_5 添加, 無添加ブローイングにおける IR スペクトルの相違³⁸⁾

電荷数)の大きさに応じて定まった半径の円運動を行ないつつ互いに分離し、コレクターに到達する。このようにして m/e について分離したイオン流からコレクターにおいてイオン電流を取り出し、増幅、記録すれば質量スペクトルが得られる。質量分析計の概要を図-19に示す。

Mass法の原理から明らかなように、本法は熱電子の衝撃によってイオン化する物質に対してのみ適用が可能である。したがって、アスファルトのようにMassの適用条件下ではイオン化しない物質を多量に含む試料に対する分析手段としてのMass法にはおのずから限界があるといえる。

4.2 Massによるアスファルトの分析

これ迄、アスファルトに対してMassを適用した報告の多くは、サチュレート分のみを分析対象としており、当然ながら、得られる情報もきわめて限られたものに過ぎなかった。

検討対象をアスファルテンにまで広げた報告もみられるが、例えば、Spark source mass spectrometryをアスファルテンに適用したHayesら⁽⁹⁾は、アスファルテン分子の部分構造を示しているものの、この方法はアスファルテンの分析手段として有用ではありそうもないといっている。

しかしながら、従来の電子衝撃イオン化法のほかに、電界電離型(Field Ionization)や電界脱離法(Field Desorption)などのイオン化法が開発されたことや、固体試料導入装置など、製置上のくふう、さらには、ガスクロとMassとの組み合わせ法(GC-Mass)などの

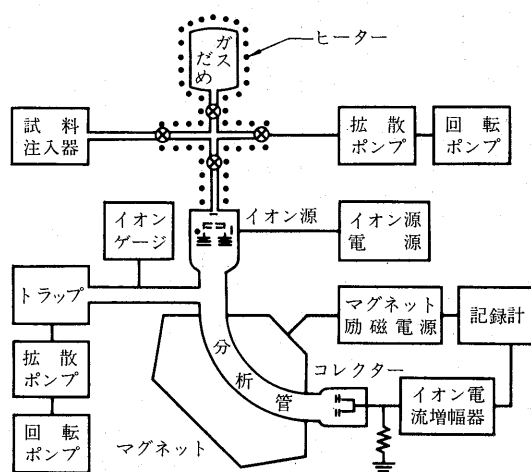


図-19 質量分析計の概要図

開発により、分子量、数1000程度の分子まで分析可能な状態になって来ており、今後、アスファルトの分野においても徐々に活用されてくるものと期待される。

例えば、Severin⁽⁴²⁾はMolecule Mass Spectroscopic法により高分子量ないし、非沸騰性混合物の分析を試みているが、Fragment Massはデータの解釈が困難であるため、このような物質に対してはmolecule ion mass spectrometryが適切であろうとしている。いづれにしても、アスファルト、特にアスファルテン分など高分子量物質へのMassの適用は今後の課題であり、実際の観点において役立つ分析法となるには、時間を要しよう。

5. おわりに

アスファルトの分野でIR, Mass がどのように使われ、どのようなことがどこ迄わかるのか、といった点についてその概要をながめてきたが、最初に述べたように、ことにアスファルトのように複雑な物質に対しては、これら分析法も単独では、はなはだ無力である。現象を正しく見きわめるためには、他の分析手段による情報をも加味した総合的判断が不可欠なことを常に念頭に置くべきであろう。

なお、筆者は分析に関して門外漢であり、文中の記述に適切を欠く点も多々あると思われる。この点に関してご容赦を乞うと共に、詳細については引用文献を参照されるよう希望する。

引用文献

- (1) 名取ら訳「現代化学シリーズ, 5」「赤外線吸収スペクトル入門」東京化学同人
- (2) 荒木ら訳「有機化合物のスペクトルによる同定法, 第3版」東京化学同人
- (3) 舟阪編「石油機器分析の実際」南江堂
- (4) 荒木, 「現代化学シリーズ, 2」「質量分析法」東京化学同人
- (5) 武内ら「機器分析実験法講座, 7」「質量分析法, ガスクロマトグラフィー」オーム社
- (6) 菊地ら, 石油誌, **4**, 850 (1961)
- (7) T. F. YEN et al, Prep. A. C. S., Div. Pet. Chem., **7** (1), 5 (1962)
- (8) T. F. YEN, ibid, **17**, F 102 (1972)
- (9) M. H. B. Hages et al, Fuel, **51**, 27 (1972)
- (10) G. A. Haley, Anal. Chem., **44**, 580 (1972)
- (11) F. K. Kawahara et al, ibid, **46**, 266 (1974)
- (12) N. A. Glotova et al, Khimiya i Tekhnologiya Topliv i Masel. No 1, 59 (1973)
- (13) V. S. Gulerman et al, ibid, No 3, 55 (1972)
- (14) R. V. Barbour et al, Anal. Chem., **46**, 273 (1974)
- (15) 笠原ら, 石油誌, **18**, 30 (1975)
- (16) 笠原, ibid, **20**, 668 (1977)
- (17) G. F. U. Baker, Proceedings Australian Road Research Conference, Melbourne, 4. Part 2, 1451 (1968)
- (18) J. C. Petersen, Anal. Chem., **47**, 112 (1975)
- (19) J. C. Petersen et al, ibid, 107 (1975)
- (20) J. C. Petersen et al, ibid, **46**, 2242 (1974)
- (21) P. G. Compbell et al, J. Res. Nat. Bur. Std., Sect C, **68**, 115 (1964)
- (22) 今村ら, 石油誌, **17**, 121 (1974)
- (23) 笠原ら, ibid, **16**, 226 (1973)
- (24) 笠原, ibid, **16**, 907 (1973)
- (25) 笠原, ibid, **17**, 318 (1974)
- (26) 笠原ら, ibid, **17**, 478 (1974)
- (27) 笠原ら, ibid, **17**, 1043 (1974)
- (28) 鈴木, ibid, **13**, 462 (1970)
- (29) J. R. Wright, et al, J. Appl. Chem., **12**, 256 (1962)
- (30) 阪上ら, 石油誌, **8**, 488 (1965)
- (31) K. G. Martin, Prep. A. C. S., Div. Pet. Chem., **16**, (1) D 111 (1971)
- (32) J. Knotnerus, I. E. C., Prod. Res. Develop., **11**, 411 (1972)
- (33) N. A. Glotova et al, Khimiya i Tekhnologiya Topliv i Masel, No 11, (1974)
- (34) M. Fujishiro et al, 石油誌, **22**, 319 (1979)
- (35) 菊地ら, ibid, **13**, 699 (1970)
- (36) 中島, ibid, **16**, 755 (1973)
- (37) 中島, ibid, **16**, 760 (1973)
- (38) 関根ら, 石油学会製品部会討論会前刷り, p. 84 昭和54年10月
- (39) R. J. Clerc et al, Anal. Chem., **33**, 380 (1961)
- (40) V. H. Oelert et al, Erdöl u Kohle - Erdgas - Petrochemie vereinigt mit Brennstoff - Chemie, **26**, 397 (1973)
- (41) M. L. Selucky et al, Fuel, **56**, 369 (1977)
- (42) D. Severin, Erdöl u Kohle - Erdgas - Petrochemie vereinigt mit Brennstoff - Chemie, **29**, 13 (1976)
- (43) T. F. YEN et al, Anal. Chem., **33**, 1587 (1961)
- (44) 真田ら, 石油誌, **16**, 398 (1973)

OPEC第55回総会と 原油価格問題

～激動の1979年を振り返って～

OPEC第55回総会は、1979年12月17日からベネズエラの首都カラカスで開催されましたが、同総会は、イラン革命を契機に第2次石油危機といわれた激動の1979年を象徴するかのようになり、多くの問題を残したままその幕を閉じました。

特に、注目の原油価格問題については、通例2日間の会期を4日間に延長して討議を重ねたにもかかわらず、何の決定も下せませんでした。

本稿では、この問題に焦点を当て、合意に至らなかった事由および今後の原油価格の見通しについて、若干の解説をおこなってみたいと思います。(1980年1月25日記述)

松 沢 康 彦

東亜燃料工業(株)企画室

1. 総会前までの原油価格動向

1) アブダビ総会とイラン紛争

今回の総会のほぼ1年前、OPECは、第52回総会をアブダビで開催し、1979年の原油価格を1月1日5%、4月1日さらに3.609%、7月1日2.294%、10月1日2.691%(年間平均では10%)上げるいわゆる4段階値上げを決定しました。

しかし、その後イランの政情が急激に悪化し、1978年12月27日遂に同国からの原油輸出が停止すると、まず最初に短期的な石油需給動向に最も敏感なスポット市場が急騰し、ついでそれを口実に独自の割増金(サーチャージ)を設け、第1四半期中に公定価格を再び上げる国が現われました。アラブ首長国連邦^{注1)}、カタール、クウェート、リビア、イラクがそれで、この動きは非OPEC諸国のオマーン、マレーシア等にも広がりました。この結果、第52回総会の決定は、実質的に早々とその効力を失ってしまいました。

2) ジュネーブ臨時総会

革命達成後、イスラム共和国として発足したイランは、3月5日原油輸出を再開しましたが、生産量を革命前の約60%(300～350万バレル/日)に制限するとの発表や依然として伝えられる政情混乱のため、石油不安は一向に解消されませんでした。このような状況下、OPECは、3月26日からスイスのジュネーブで開いていた閣僚協議会を臨時総会に変更し、第52回アブダビ総会で決定した第4四半期の原油価格を4月1日に遡って適用すること、さらに各加盟国は自らの事情に照らして正当とみなす市場プレミアム^{注2)}を付加できることを決めました。

この決定は、OPECの原油価格構造に大きな問題を生じさせることになりました。すなわち、各加盟国が自らの裁量で市場プレミアムを付加したため、その値上げ幅ないし値上げ率がそれぞれバラバラとなり、従来のアラビアン・ライト価格を基準に一本化されていたOPECの原油価格体系が大きく崩れてしまったからです。しかも、5月以降になると、ある国の値上げが別の国の値上げを呼び、それを見てまた前者が値上げするといったいわゆる蛙飛び(leap-frogging)現象さえ見られるようになりました。また、イラク、クウェートは、6月1日から最恵売手国条項(the most-favored-seller clause)を発動して、他の加盟国がつけた市場プレミアムないしサーチャージのうち最も高いものを自動的に自国の価格に適用したりしました。

OPEC原油について、最高価格(エクアドルは独自

の方式で価格を設定しているので同国の原油価格は対象から外す)と標準原油であるアラビアン・ライトとの価格差をみると、1979年1月1日時点では1バーレル当たり約1.5ドルであった^{注3)}ものが、4月1日には4.1ドル、6月末には6.8ドルにまで拡大しました。

3) ジュネーブ定期総会

このように従来の原油価格体系が混乱したままの状況下で、OPECは予定通り6月26日からジュネーブで第54回定期総会を開催しました。同総会では、標準原油の小幅値上げと市場プレミアムないしサーチャージの撤廃を主張するサウジアラビアと、市場プレミアムの撤廃には基本的に同意しながらも標準原油の最低20ドル/バーレルへの値上げを主張する他の加盟国とが対立しましたが、結局、会期を予定より1日延長して討議を重ねた末、次のような合意が成立しました。

- ①標準原油価格を現行の水準(14.546ドル/バーレル)から18ドル/バーレルに引上げる。
- ②加盟国は、市場の状況により最高2ドル/バーレルの市場プレミアムを付加することができる。
- ③加盟国が設定する価格は、品質差、運賃差、市場プレミアムを考慮しても23.50ドル/バーレルを上回ってはならない。

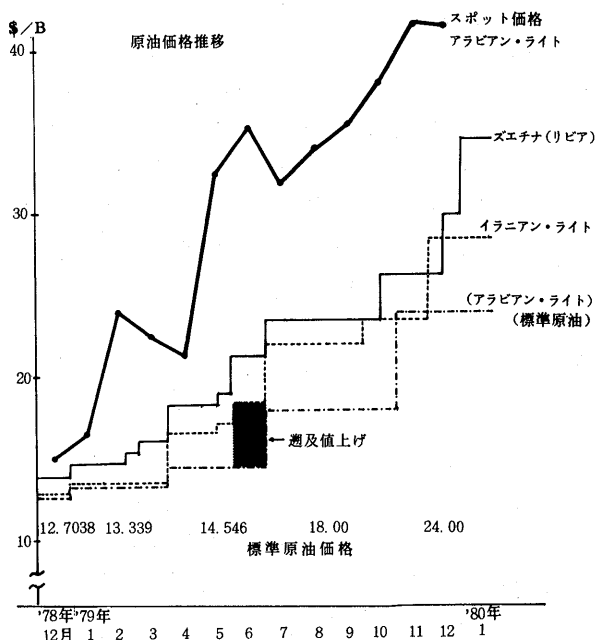
この決定において、サウジアラビアの主張した市場プレミアムおよび原油価格に上限が設けられたことから、OPECの原油価格体系の混乱は、以前よりは改善されることになりました。

4) 破られた上限価格

しかしながら、この価格体系も長続きはしませんでした。10月に入ると、まずクウェートが1.94ドル/バーレル値上げし、ついでリビア、イラン、イラク、アルジェリア、ナイジェリアも値上げを発表しました。それでもクウェート等ペルシャ湾岸諸国は、値上げ後の価格でも23.50ドル/バーレルの上限を越えることはありませんでしたが、アフリカ諸国は、大幅にそれを上回り、例えばリビアのズエチナ原油には26.27ドル/バーレルという価格がつけられました。

サウジアラビア、アラブ首長国連邦等穏健派は、アフリカ諸国のような動きに不満を表明しましたが、既にスポット物価格が40ドル/バーレルを上回っていること、もともと強硬派が第54回総会で決めた価格水準は第3四半期までしか有効でないと主張していたこと、そして価格の設定は本来それぞれの国の主権であることから、間接的に非難するのがやっとでした。

5) 穏健派、総会直前の異例な値上げ



このように価格統一問題が再び後退する中で、新議長国となるベネズエラのカルデロン・エネルギー鉱業相を中心に、次の総会に向けての積極的な妥協工作が展開されました。

しかしながら、OPECの団結ということでは全ての加盟国が意見の一致をみたものの、原油価格問題に対する各国の姿勢は大きく食い違ったままでした。すなわち、サウジアラビアは小幅値上げを主張し、リビア、イラン等強硬派は標準原油価格の18ドル/バーレルから30ドル/バーレル以上への引上げを主張、また他の国は25ドル/バーレルないし26ドル/バーレルを主張するといった具合でした。

こういう状況で、7月以来価格を据置いていたサウジアラビア、アラブ首長国連邦、カタールのペルシャ湾岸3カ国は、総会直前の12月13日に、11月1日に遡って一律6ドル/バーレル値上げすると発表しました。^{注4)}

この結果、アラビアン・ライト価格は24ドル/バーレルになり、アフリカ諸国原油との価格差はそれまでの8.27ドル/バーレルから2.27ドル/バーレル一気に縮小しました。しかし、アラブ首長国連邦のマーバン原油は、27.56ドル/バーレルに、カタールのダカン原油は27.42ドル/バーレルになったため、逆にアフリカ諸国の原油価格を1ドル/バーレル以上も上回ってしまいました。

この値上げについて、予め価格水準をクウェート等中間派の主張に近づけ同派を自陣に引入れるための多数派

工作である。または強硬派に譲歩を迫るための妥協化工作である。ないしは総会での大幅値上げ印象を避けるための見せかけ工作であるなどと観測されていますが、依然としてその真意は不明です。

それはともかく、この値上げは、強硬派の新たな値上げに恰好の材料を提供しました。イランは、直ちにイラン・ライトの価格をそれまでの23.5ドル/バーレルから5ドル/バーレル引上げ、リビアに至っては初めて30ドル/バーレル原油を世界に現出させました。

このように総会を目前に控えながら、皮肉にも原油価格統一実現の可能性はますます遠のいてしまいました。

2. 長かった総会

1) 総会の進展状況

全世界の目がカラカスに向けられる中で、OPECは、12月17日午前10時20分、予定通り第55回総会を開幕しました。主催国大統領の開会演説、新議長を選出など慣例的な行事がすんだ後、実質的な討議は午後5時30分から開始されました。しかし、大方の予測を裏切って、この日の討議はわずか1時間余で打ち切られました。

二日目、午前中は価格問題以外のもう一つの主要議題である対発展途上国援助問題が討議され、OPEC特別基金の増額等が決まりました。原油価格問題については午後5時過ぎから話し合われたようですが、8時近くになっても結論が出ず、会議は次の日にずれ込みました。

三日目は、この日は総会という形をとらずに終日加盟国間どうしの非公式折衝が行われました。この間、強硬派が30ドル/バーレルの上限価格を認める代わりに、サウジアラビアが標準原油価格を24ドル/バーレルから26ドル/バーレルに引上げるという妥協案が示されましたが、結局合意には至りませんでした。

こうして、OPEC総会としては異例の四日目を迎えることになりました。12月20日午前10時30分、最終討議が開始されました。しかし、ここでも原油価格問題に対する加盟国間の立場の相違は解消されませんでした。そして、とうとうこの問題に関しては結論の出ないまま正午過ぎ総会の終了が宣言されたのです。

2) 総会後コミュニケ

総会終了後まもなくコミュニケが発表されましたが、長い討議であったにもかかわらず、原油価格問題については英文でわずか5行しか触れられていませんでした。しかも、その内容は「総会は、市場動向と石油価格に関する第50回経済委員会の報告を検討したが、これについてはいかなる決定も下さなかった。しかしながら、加盟

国が採用する価格に関する種々の立場を検討するため、臨時総会を開催するであろう」という簡単なものでした。これは逆にいえば、この問題がいかに複雑であったか、現段階ではいかに解決不可能なものであるかを如実に物語っています。

なお、価格問題以外については次のように述べられています。

①第3世界諸国との団結を強めるため、OPEC加盟国政府に対し、OPEC特別基金を最高16億ドル増額するよう勧告する。また、同基金を独自の法人格を有する援助機関に改組することを原則として認める。さらに、発展途上国に対し、必要とする原油を公定価格で優先的に供給する。

②OPEC通信社が1980年のできるだけ早い時期に活動できるよう、その設立の促進を事務局に指示した。

③OPEC諸国の国内石油消費量増大に深い懸念を表明し、石油資源の節約およびエネルギーの消費合理化を促進するような石油価格政策を採用するよう全加盟国に強く要請する。

3) ディファレンシャルが最大の問題

総会後の各石油相等の話を総合すると、総会が紛糾した最大の原因は、標準原油の価格水準よりもむしろディファレンシャルに関する立場の相違であったようです。

ディファレンシャルとは、標準原油であるアラビアン・ライト価格を基準に、比重、硫黄分などの品質差および市場までの運賃差を反映させるための油種間価格調整幅のことですが、OPEC設立以来幾度となく論議されてきたにもかかわらず、統一された方式は1973年に一度打ち出されただけで(テヘラン決議)、それも長続きせず、これまで各加盟国は自主的判断に基づいて、その調整幅を決めてきました。

ところで、前にも述べましたように、各国は1979年に入って様々な名目で標準原油価格の上昇分を上回る値上げを実施しました。ある国は市場プレミアムないしサーチャージの付加を理由にし、またある国はディファレンシャルの拡大を主張し、さらにまた他の国はこの両者を併用しました(詳しくは別表参照)。

この結果、深刻な問題が表面化しました。すなわち、従来の標準原油価格とディファレンシャルに基づく原油価格体系を再現するためには、新しく加わった市場プレミアムないしサーチャージを整理する必要性が生じたからです。

今回の総会の焦点はまさにここにありました。サウジアラビア、ベネズエラ、クウェートは、ディファレンシ

シャルとは「歴史的なディファレンシャル（おそらく1978年あるいは1979年1月以前のディファレンシャルをさすものと思われる）」であるべきであり、それを調整した後で標準原油価格を上回る分については、市場の実勢に応じて変動する「一時的なサーチャージ」とみなすべきであると主張しました。そしてサウジアラビアは、この主張が受け入れられない限り価格の統一は実質的に不可能であり、したがって標準原油の価格をどの水準に設定するかという交渉にも応じられないとしました。これに対し、リビア、アルジェリア等の強硬派は、市場の逼迫時に標準原油価格を低く設定することこそ大問題なのであって、ディファレンシャル問題は、この問題が解消さえすれば容易に解決できる第2次的なものであると主張しました。そしてお互い譲らず結果は前述した通りになったのです。

4 今後の見通し

総会後コミュニケーションでは臨時総会の開催を示唆していますが、これがいつ実現するかについてはっきりしていません。ただ言えることは、総会を開いて何らかの合意に達する可能性がなければ総会は招集されないということです。これに関して、サウジアラビアのヤamani石油相は次のように述べています。「もし、政治的な問題でOPEC加盟国からの石油輸出が中断しなければ、おそらく近い将来（1980年2月末ないし3月末には）、石油は供給過剰になり、スポット市場における価格は急激に低下し、より合意に達しやすい状況になるだろう。」（MEES誌1979年12月31日号、一部内容省略）

これに対して、強硬派に属するイランのモインファル石油相は「全能なる神に誓って、1980年の初めに石油が供給過剰に陥ることはないだろう」（フィナンシャル・タイムズ誌1979年12月22日号）と述べています。

両者の見方は好対照をなすものですが、今後の原油価格の動向は石油需給の如何にかかっていることを端的に示しています。すなわち、1979年がそうであったように需給の逼迫が今後とも続くならば、原油価格体系の統一は不可能であり、仮に一時的に妥協が成立したとしても長くは続かないでしょう。しかも、1979年に現われたイ

ディファレンシャル

単位：ドル/バレル、（ ）内API°

	1979年1月1日		1979年7月1日		市場プレミアム/サーチャージ
	公定価格	ディファレンシャル	公定価格	ディファレンシャル	
サウジアラビア					
アラビアン・ライト (34.0)	13.339	—	18.00	—	—
ベリ — (39.0)	14.06	0.721	21.32	3.32	—
アラブ首長国					
マバーン (39.1)	14.10	0.761	21.56	3.56	—
イラン					
イラン・ライト (33.9)	13.45	0.111	22.00	2.00	2.00
イラク					
バスラ・ライト (34.0)	13.293	▲ 0.046	19.96	▲ 0.04	2.00
カタール					
ダカ (40.0)	14.03	0.691	21.42	3.42	—
クウェート					
クウェート (31.0)	12.83	▲ 0.509	19.49	▲ 0.51	2.00
リビア					
ズエチナ (40.7)	14.74	1.401	23.50	5.50	—
アルジェリア					
サハラ・ブレンド (44.1)	14.805	1.466	23.50	5.50	—
ナイジェリア					
ボニー・ライト (37.4)	14.80	1.461	23.47	4.47	1.00
ベネズエラ					
ティア・ホアナ (24.0)	13.01	▲ 0.329	18.68	▲ 1.32	2.00
インドネシア					
ミサス (34.1)	13.90	0.561	21.12	1.12	2.00

(注) 7月1日のディファレンシャルおよび市場プレミアム/サーチャージは、カラカス総会でOPEC専門家グループが発表したもの。

ラクのサイン・ボーナス（契約を結んで原油の供給を保証するかわりに契約締結時にボーナスを支払う）やインドネシアの増量分に対するプレミアム付販売等の動きがますます強まり、公定価格は実質的に意味を持たなくなってしまうと思われます。

他方、もしヤamani石油相の言うように供給過剰の状態が現われれば、原油価格の混乱は収まり、これまでいろいろな名目でつけられてきたプレミアムは解消するかもしれません。

幸い、これまでのところ、世界の石油情勢はヤamani石油相の予想する方向に動いており、最近ではスポット市場の軟化も伝えられています。また各種機関の予測でも、消費国の在庫水準が比較的高いこと、これまでの大幅値上げおよび暖冬の影響もあって米国を中心に消費国の需要に減少傾向が見られることから、ある程度の石油供給過剰が指摘されています。

ただ、このような状況が実際に起きて原油価格が再統一されるとしても、次の二つの点には留意しておく必要があると思います。（1980年1月25日現在予測）

一つは、どの水準になるかは分りませんが、サウジアラビアが原油価格を引上げる可能性が極めて強いことです。これは、ほぼ同質の原油と比較した場合、同国の価格が他の加盟国のそれよりも2～4.5ドル/バレルも下回っている現状からみて当然であると思われます。

もう一つは、ディファレンシャルが「伝統的な水準」

よりも拡大する可能性があることです。これは、消費地においてガソリン、灯油等の軽・中質製品と重油の価格差が拡大してきていること、今後OPECは重質原油の生産および販売量を増やそうとしており、そのためには重質原油の価格を比較的低廉にしておいた方が都合が良いことなどから、サウジアラビアがある程度の妥協をすることは十分考えられるからです。なお、サウジアラビアとともに総会でディファレンシャルを「伝統的な水準」にすべきであると強く主張したクウェート、ベネズエラがともに重質原油の生産国であることは注目に値すると思います。

第2次石油危機はまだ完全に終わったわけではありません。最近、イランの政情が依然として不安定な上に、サウジアラビアのメッカ寺院占拠事件、アフガニスタンへのソ連軍侵入と中東情勢は大きく揺れ動いています。そして、こうしたことをきっかけに、ようやくほのかに明りがさしてきた石油情勢がいつ何時再び悪化すると限りません。原油価格、石油需給のみならず、それを大きく左右する国際政治情勢にも関心を持ちたいものです。

注1) アラブ首長国連邦は、公式にはサーチャージの付加による値上げではなく、市場の実勢に基づいて同国産の軽質原油と標準原油との品質プレミアムを調整したものであると述べています。

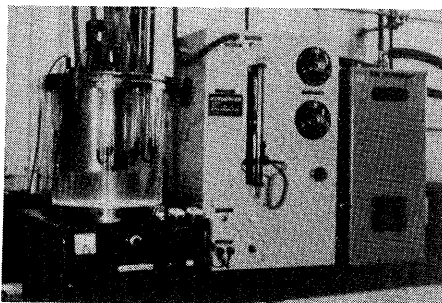
注2) 市場プレミアムについては、サーチャージ同様必ずしも明確な定義はありませんが、通常両者は同じものと考えられています。

注3) 第54回総会后、サウジアラビアは、6月1日に遡及してアラビアン・ライト価格を3.454ドル/バーレル引上げましたが、6月末のOPEC最高価格との差6.8ドル/バーレルにはこれを加味していません。

注4) サウジアラビアのベリー原油だけは、3.397ドル/バーレルの値上げでした。

日本アスファルト協会試験方法 JAA-001-1978. 石油アスファルト絶対粘度試験方法 Testing Method for Absolute Viscosity of Asphalt

- | | |
|--------------|-----------------------|
| 1. 適用範囲 | 5-1-1. 粘度計校正用標準液による方法 |
| 2. 試験方法の概要 | 5-1-2. 標準減圧毛管粘度計による方法 |
| 3. 用語の意味 | 6. 試料の準備 |
| 3-1. 絶対粘度 | 7. 操作 |
| 3-2. ニュートン流体 | 8. 計算および報告 |
| 4. 装置 | 9. 精度 |
| 4-1. 粘度計 | 9-1. くり返し精度 |
| 4-2. 温度計 | 9-2. 再現性 |
| 4-3. 恒温そう | |
| 4-4. 減圧装置 | |
| 4-5. 秒時計 | |
| 5. 校正 | |
| 5-1. 粘度計の校正 | |



アスファルト舗装要綱—昭和53年改訂版 7-6
特殊材料にセミブローンアスファルトの規格(表7-8)が掲載されております。表中に、
試験方法は、日本アスファルト協会試験法規格 JAA-001(石油アスファルト絶対粘度試験方法)による
とあります。

本協会では、専門部会において、照合試験を行い、試験法を制定致しました。
ご希望の方は、本協会までお申込み下さい。

実費頒価 300円 送料 100円

申込先 社団法人 日本アスファルト協会
東京都港区虎ノ門2丁目6番7号
〒105 電話 (03)502-3956

＜石油アスファルト需給統計資料＞ その1

石油アスファルト需給実績（総括表）

（単位：千t）

項目 年度	供 給					需 要					
	期初在庫	生 産	対前年 度 比	輸 入	合 計	内 需	対前年 度 比	輸 出	小 計	期末在庫	合 計
49 年 度	226	4,571	(88.5)	16	4,813	4,586	(89.1)	29	4,615	182	4,797
50 年 度	182	4,086	(89.4)	0	4,268	4,015	(87.6)	13	4,029	236	4,265
51年度上期	236	2,104	(97.2)	0	2,340	2,045	(99.2)	18	2,060	266	2,326
51年度下期	266	2,050	(106.7)	0	2,316	2,058	(105.2)	4	2,062	256	2,318
51 年 度	236	4,154	(101.7)	0	4,390	4,103	(102.1)	22	4,122	256	4,378
52年度上期	256	2,284	(108.6)	0	2,540	2,320	(113.6)	0	2,320	227	2,547
52年度下期	227	2,506	(122.1)	0	2,733	2,445	(118.8)	0	2,445	287	2,732
52 年 度	256	4,790	(115.3)	0	5,046	4,765	(116.2)	0	4,765	287	5,052
53. 4 月	287	508	(117.3)	0	795	483	(111.0)	0	483	312	795
5 月	312	469	(129.2)	0	781	415	(121.7)	0	415	365	780
6 月	365	333	(109.5)	0	698	395	(116.9)	0	395	304	699
4～6 月	287	1,310	(119.1)	0	1,597	1,293	(116.1)	0	1,293	304	1,597
53. 7 月	304	477	(109.9)	0	781	489	(117.8)	0	489	292	781
8 月	292	439	(121.9)	0	731	427	(115.4)	0	427	304	731
9 月	304	435	(111.5)	0	739	427	(101.4)	0	427	312	739
7～9 月	304	1,351	(114.1)	0	1,655	1,343	(111.4)	0	1,343	312	1,655
53年度上期	287	2,661	(116.5)	0	2,948	2,636	(113.6)	0	2,636	312	2,948
10月	312	496	(113.2)	0	808	459	(101.8)	0	459	348	807
11月	348	475	(104.4)	0	823	501	(111.1)	0	501	322	823
12月	322	409	(93.1)	0	731	471	(103.7)	0	471	261	732
10～12月	312	1,380	(103.5)	0	1,692	1,431	(105.5)	0	1,431	261	1,692
54. 1 月	261	308	(96.9)	0	569	258	(107.1)	0	258	310	568
2 月	310	353	(103.2)	10	673	329	(107.5)	0	329	334	663
3 月	334	527	(103.1)	0	861	564	(104.1)	0	564	297	861
1～3 月	261	1,188	(101.5)	10	1,459	1,151	(105.7)	0	1,151	297	1,448
53年度下期	312	2,568	(102.6)	10	2,890	2,582	(105.6)	0	2,582	297	2,879
53 年 度	287	5,229	(109.2)	10	5,526	5,218	(109.5)	0	5,218	297	5,515
54. 4 月	297	476	(93.7)	0	773	463	(95.9)	40	503	310	813
5 月	310	419	(89.3)	5	734	425	(102.4)	0	425	305	730
6 月	305	382	(114.7)	349	1,036	405	(102.5)	0	405	283	688
4～6 月	297	1,277	(97.5)	354	1,928	1,293	(100.0)	40	1,333	283	1,616
7 月	283	462	(96.9)	0	745	446	(91.2)	0	446	300	746
8 月	300	460	(104.8)	0	760	438	(102.7)	0	438	322	760
9 月	322	425	(97.7)	0	747	399	(93.5)	0	399	348	747
7～9 月	283	1,347	(99.7)	0	1,630	1,283	(95.5)	0	1,283	348	1,631
54年度上期	297	2,624	(98.6)	354	3,275	2,576	(97.7)	40	2,616	348	2,964

〔注〕 (1)通産省エネルギー統計月報 54年9月確報
(2)四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

石油アスファルト内需実績 (品種別明細)

(単位:千t)

項目 年月	内 需 量					構 成 比					対 前 年 度 比				
	ストレート・アスファルト			ブローン アス ファルト	合 計	ストレート・アスファルト			ブローン アス ファルト	合 計	ストレート・アスファルト			ブローン アス ファルト	合 計
	一般用	工業用	計			一般用	工業用	計			一般用	工業用	計		
49 年 度	4,213	132	4,345	241	4,586	91.9	2.9	94.7	5.3	100.0	90.6	91.9	90.6	68.9	89.1
50 年 度	3,574	190	3,764	251	4,015	89.0	4.7	93.7	6.3	100.0	84.8	143.9	86.6	104.1	87.5
51年度上期	1,828	93	1,921	124	2,045	89.4	4.6	93.9	6.1	100.0	97.6	120.8	98.5	110.7	99.2
51年度下期	1,802	116	1,918	140	2,058	87.6	5.6	93.2	6.8	100.0	105.6	103.6	105.5	100.7	105.2
51 年 度	3,630	209	3,839	264	4,103	88.5	5.1	93.6	6.4	100.0	101.6	110.0	102.0	105.2	102.2
52年度上期	2,076	113	2,189	131	2,320	89.5	4.9	94.4	5.6	100.0	113.6	121.5	114.0	105.6	113.4
52年度下期	2,166	122	2,288	157	2,445	88.6	5.0	93.6	6.4	100.0	120.2	105.2	119.3	112.1	118.8
52 年 度	4,242	235	4,477	288	4,765	89.0	4.9	93.9	6.1	100.0	116.9	112.4	116.6	109.1	116.1
53. 4 月	431	29	460	24	484	89.1	6.0	95.0	5.0	100.0	109.4	145.0	111.1	114.3	111.3
5 月	377	13	390	25	415	90.8	3.2	94.0	6.0	100.0	122.5	107.1	119.0	119.0	121.7
6 月	349	22	371	24	395	88.3	5.5	93.8	6.2	100.0	115.9	146.7	117.4	109.1	116.9
4～6 月	1,155	66	1,221	73	1,294	89.3	5.1	94.4	5.6	100.0	115.4	134.7	116.3	114.1	116.2
53. 7 月	440	25	465	24	489	90.1	5.0	95.1	4.9	100.0	119.6	100.0	118.3	109.1	117.8
8 月	380	23	403	23	426	89.2	5.4	94.6	5.4	100.0	115.2	121.1	115.5	109.5	115.1
9 月	380	22	402	25	427	89.0	5.1	94.1	5.9	100.0	112.8	110.0	101.3	104.2	101.4
7～9 月	1,200	70	1,270	72	1,342	89.4	5.2	94.6	5.4	100.0	111.6	109.3	111.5	107.5	111.3
53年度上期	2,355	136	2,491	145	2,636	89.3	5.2	94.5	5.5	100.0	113.4	120.3	113.8	110.7	113.6
10月	411	22	433	27	460	89.3	4.8	94.1	5.9	100.0	101.2	115.8	101.9	103.8	102.0
11月	450	22	472	28	500	90.0	4.4	94.4	5.6	100.0	111.1	110.0	111.1	107.7	110.9
12月	420	24	444	26	470	89.4	5.1	94.5	5.5	100.0	103.2	109.1	103.5	104.0	103.5
10～12月	1,281	68	1,349	81	1,430	89.5	4.8	94.3	5.7	100.0	105.2	111.5	105.5	105.2	105.5
54. 1 月	213	19	232	26	258	82.6	7.4	89.9	10.1	100.0	108.1	95.0	106.9	108.3	107.1
2 月	276	24	300	29	329	83.9	7.3	91.2	8.8	100.0	106.6	126.3	107.9	103.6	107.5
3 月	513	20	533	32	565	90.8	3.5	94.3	5.7	100.0	104.3	90.9	103.7	114.3	104.2
1～3 月	1,002	63	1,065	87	1,152	86.9	5.5	92.4	7.6	100.0	105.6	103.3	105.5	108.8	105.7
53年度下期	2,283	131	2,414	168	2,582	88.4	5.1	93.5	6.5	100.0	105.2	107.4	105.3	109.6	105.6
53 年 度	4,638	267	4,905	313	5,218	88.9	5.1	94.0	6.0	100.0	109.3	113.6	109.6	108.7	109.5
54. 4 月	416	21	437	26	463	89.8	4.5	94.4	5.6	100.0	96.5	72.4	95.0	108.3	95.7
5 月	375	26	401	25	426	88.0	6.1	94.1	5.9	100.0	100.0	173.3	102.8	100.0	102.7
6 月	358	17	375	30	405	88.4	4.2	92.6	7.4	100.0	102.6	77.3	101.1	125.0	102.5
4～6 月	1,149	64	1,213	81	1,294	88.8	4.9	93.7	6.3	100.0	99.5	97.0	99.3	111.0	100.0
7 月	408	10	418	28	446	91.5	2.2	93.7	6.3	100.0	92.7	40.0	89.9	116.7	91.2
8 月	398	10	408	30	438	90.9	2.3	93.2	6.8	100.0	104.7	43.4	101.2	130.4	102.8
9 月	354	17	371	28	399	88.7	4.3	93.0	7.0	100.0	93.2	77.3	92.3	112.0	93.4
7～9 月	1,160	37	1,197	86	1,283	90.4	2.9	93.3	6.7	100.0	96.7	52.9	94.3	119.4	95.6
54年度上期	2,309	101	2,410	167	2,577	89.6	3.9	93.5	6.5	100.0	98.0	74.3	96.7	115.2	97.8

[注] (1)通産省エネルギー統計月報 54年9月確報

(2)工業用ストレート・アスファルト、ブローンアスファルトは日本アスファルト協会調べ。

(3)一般用ストレート・アスファルト=内需量合計-(ブローンアスファルト+工業用ストレート・アスファルト)

(4)四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
〔メーカー〕		
ア ジ ア 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区内幸町2-1-1	03 (506) 5 6 4 9
大 協 石 油 株 式 会 社	(104) 東京都中央区八重洲5-1-1	03 (274) 5 2 1 1
エッソスタンダード石油株式会社	(107) 東京都港区赤坂5-3-3	03 (584) 6 2 1 1
富 士 興 産 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区永田町2-4-3	03 (580) 3 5 7 1
富 士 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区大手町1-2-3	03 (211) 6 5 3 1
出 光 興 産 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区丸の内3-1-1	03 (213) 3 1 1 1
鹿 島 石 油 株 式 会 社	(102) 東京都千代田区紀尾井町3-6	03 (265) 0 4 1 1
興 亜 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区大手町2-6-2	03 (270) 7 6 5 1
共 同 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区永田町2-11-2	03 (580) 3 7 1 1
極 東 石 油 工 業 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区大手町1-7-2	03 (270) 0 8 4 1
丸 善 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区大手町1-5-3	03 (213) 6 1 1 1
三 菱 石 油 株 式 会 社	(105) 東京都港区虎ノ門1-2-4	03 (595) 7 4 1 2
モ ー ビ ル 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区大手町1-7-2	03 (244) 4 3 5 9
日 本 ア ス フ ァ ル ト 株 式 会 社	(102) 東京都千代田区平河町2-7-6	03 (234) 5 0 2 1
日 本 鉱 業 株 式 会 社	(107) 東京都港区虎ノ門2-10-1	03 (582) 2 1 1 1
日 本 石 油 株 式 会 社	(105) 東京都港区西新橋1-3-12	03 (502) 1 1 1 1
日 本 石 油 精 製 株 式 会 社	(105) 東京都港区西新橋1-3-12	03 (502) 1 1 1 1
三 共 油 化 工 業 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区丸の内1-4-2	03 (284) 1 9 1 1
西 部 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区丸の内1-2-1	03 (216) 6 7 8 1
シ ェ ル 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区霞が関3-2-5	03 (580) 0 1 1 1
昭 和 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区丸の内2-7-3	03 (231) 0 3 1 1
昭 和 四 日 市 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区有楽町1-11	03 (211) 1 4 1 1
東 亜 燃 料 工 業 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区一ツ橋1-1-1	03 (213) 2 2 1 1
東 北 石 油 株 式 会 社	(983) 宮城県仙台市中野字高松238	02236 (5) 8 1 4 1

〔ディーラー〕

● 北 海 道

アサヒレキセイ(株)札幌支店	(060) 札幌市中央区大通西10-4	011 (281) 3 9 0 6	日 ア ス
中西瀝青(株)札幌出張所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (231) 2 8 9 5	日 石
(株)南部商会札幌出張所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011 (231) 7 5 8 7	日 石
株式会社 ロード資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (281) 3 9 7 6	丸 善
(株)沢田商行 北海道出張所	(060) 札幌市中央区北2条西3	011 (221) 5 8 6 1	丸 善
東光商事(株)札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7	011 (261) 7 9 5 7	三 石
(株)トーアス札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (281) 2 3 6 1	共 石

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
薦井石油株式会社	(060) 札幌市中央区北5条西21-411	011 (643) 6 1 1 1 丸 善
● 東 北		
アサヒレキセイ(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市中央3-3-3	0222 (66) 1 1 0 1 日 アス
株式会社 亀井商店	(980-91) 宮城県仙台市国分町3-1-18	0222 (64) 6 0 7 7 日 石
宮城石油販売株式会社	(980) 宮城県仙台市東7番丁102	0222 (57) 1 2 3 1 三 石
中西瀝青(株)仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-30	0222 (23) 4 8 6 6 日 石
(株)南部商会仙台出張所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-17	0222 (23) 1 0 1 1 日 石
有限会社 男鹿興業社	(010-05) 秋田県男鹿市船川港船川字化世沢178	01852 (3) 3293 共 石
菱油販売(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市国分町3-1-1	0222 (25) 1 4 9 1 三 石
正興産業(株)仙台営業所	(980) 宮城県仙台市国分町3-3-3	0222 (63) 0 6 7 9 三 石
竹中産業(株)新潟営業所	(950) 新潟市東大通1-4-2	0252 (46) 2 7 7 0 シェル
常盤商事(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市上杉1-8-19	0222 (24) 1 1 5 1 三 石
● 関 東		
アサヒレキセイ株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3-3-5	03 (551) 8 0 1 1 日 アス
アスファルト産業株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀4-4-13	03 (553) 3 0 0 1 シェル
富士興産アスファルト株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-4-3	03 (580) 0 7 2 1 日 アス
富士鉱油株式会社	(105) 東京都港区新橋4-26-5	03 (432) 2 8 9 1 丸 善
富士石油販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-13-12	03 (274) 2 0 6 1 共 石
富士油業(株)東京支店	(106) 東京都港区西麻布1-8-7	03 (478) 3 5 0 1 日 アス
伊藤忠燃料株式会社	(160) 東京都新宿区西新宿3-4-7	03 (347) 3 9 6 1 共 石
関東アスファルト株式会社	(336) 浦和市岸町4-26-19	0488 (22) 0 1 6 1 シェル
株式会社 木畑商会	(104) 東京都中央区八丁堀4-2-2	03 (552) 3 1 9 1 共 石
国光商事株式会社	(165) 東京都中野区東中野1-7-1	03 (363) 8 2 3 1 出 光
極東資材株式会社	(105) 東京都港区新橋2-3-5	03 (504) 1 5 2 8 三 石
丸紅石油株式会社	(102) 東京都千代田区九段北1-13-5	03 (230) 1 1 5 2 モービル
三菱商事株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2-6-3	03 (210) 6 2 9 0 三 石
三井物産石油販売株式会社	(100) 東京都千代田区内幸町2-1-1	03 (504) 2 2 7 1 極 東 石
中西瀝青株式会社	(103) 東京都中央区八重洲1-2-1	03 (272) 3 4 7 1 日 石
株式会社 南部商会	(107) 東京都港区南青山1-1-1	03 (475) 1 5 3 1 日 石
日東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区新川2-8-3	03 (551) 6 1 0 1 シェル
日東商事株式会社	(170) 東京都豊島区巣鴨3-39-4	03 (915) 7 1 5 1 昭 石
瀝青販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-16-3	03 (271) 7 6 9 1 出 光
菱東石油販売株式会社	(101) 東京都千代田区外神田6-15-11	03 (833) 0 6 1 1 三 石
菱洋通商株式会社	(104) 東京都中央区銀座4-2-14	03 (564) 1 3 2 1 三 石
菱油販売株式会社	(160) 東京都新宿区西新宿1-20-2	03 (348) 6 2 4 1 三 石
三徳商事(株)東京営業所	(101) 東京都千代田区岩本町1-3-7	03 (861) 5 4 5 5 昭 石
株式会社 沢田商行	(104) 東京都中央区入船町1-7-2	03 (551) 7 1 3 1 丸 善
新日本商事株式会社	(101) 東京都千代田区神田錦町2-7	03 (294) 3 9 6 1 昭 石
昭和石油アスファルト株式会社	(140) 東京都品川区南大井1-7-4	03 (761) 4 2 7 1 昭 石
住商石油株式会社	(160-91) 東京都新宿区西新宿2-6-1	03 (344) 6 3 1 1 出 光
大洋商運株式会社	(103) 東京都中央区日本橋本町3-7	03 (245) 1 6 3 2 三 石
竹中産業株式会社	(101) 東京都千代田区鍛冶町1-5-5	03 (251) 0 1 8 5 シェル
東光商事株式会社	(104) 東京都中央区京橋1-6	03 (274) 2 7 5 1 三 石
株式会社 トーアス	(100) 東京都千代田区内幸町2-1-1	03 (501) 7 0 8 1 共 石
東京富士興産販売株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門1-13-4	03 (591) 3 4 0 1 日 アス

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
東京レキセイ株式会社	(150) 東京都渋谷区恵比寿南2-3-15	03 (719) 0 3 4 5 日 アス
東 生 商 事 株 式 会 社	(150) 東京都渋谷区渋谷町2-19-18	03 (409) 3 8 0 1 三共・出光
東 新 瀝 青 株 式 会 社	(103) 東京都中央区日本橋2-13-5	03 (273) 3 5 5 1 日 石
東洋国際石油株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3-3-5	03 (552) 8 1 5 1 日 アス
東 和 産 業 株 式 会 社	(170) 東京都豊島区巢鴨1-19-14	03 (944) 4 1 7 1 共 石
梅 本 石 油 株 式 会 社	(162) 東京都新宿区新小川町2-10	03 (269) 7 5 4 1 丸 善
宇 野 建 材 株 式 会 社	(241) 横浜市旭区笹野台168-4	045 (391) 6 1 8 1 三 石
ユ ニ 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区霞ヶ関1-4-1	03 (503) 4 0 2 1 シェル
渡 辺 油 化 興 業 株 式 会 社	(107) 東京都港区赤坂3-21-21	03 (582) 6 4 1 1 昭 石
横 浜 米 油 株 式 会 社	(220) 横浜市西区高島2-12-12	045 (441) 9 3 3 1 エッソ
● 中 部		
アサヒレキセイ(株)名古屋支店	(466) 名古屋市昭和区塩付通4-9	052 (851) 1 1 1 1 日 アス
丸 福 石 油	(933) 富山県高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2 8 6 0 シェル
松 村 物 産 株 式 会 社	(920) 石川県金沢市広岡町ト25	0762 (21) 6 1 2 1 三 石
三 谷 商 事 株 式 会 社	(910) 福井市中央3-1-5	0776 (20) 3 1 1 1 モービル
名古屋富士興産販売(株)	(451) 名古屋市西区庭町2-38	052 (521) 9 3 9 1 日 アス
中西瀝青(株)名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5 0 1 1 日 石
三徳商事(株)名古屋営業所	(453) 名古屋市中村区則武1-10-6	052 (452) 2 7 8 1 昭 石
株式会社 三 油 商 会	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	52 (231) 7 7 2 1 日 アス
株式会社 沢 田 商 行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (361) 7 1 5 1 丸 善
新東亜交易(株)名古屋支店	(450) 名古屋市中村区名駅3-28-12	052 (561) 3 5 1 4 三 石
静 岡 鉱 油 株 式 会 社	(424) 静岡県清水市袖師町1575	0543 (66) 1 1 9 5 モービル
竹 中 産 業 (株) 福井営業所	(910) 福井市大手2-4-26	0776 (22) 1 5 6 5 シェル
株式会社 田 中 石 油 店	(910) 福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1 7 2 1 昭 石
● 近 畿		
赤馬瀝青工業株式会社	(531) 大阪市大淀区中津3-10-4-304	06 (374) 2 2 7 1 モービル
アサヒレキセイ(株)大阪支店	(550) 大阪市西区南堀江4-17-18	06 (538) 2 7 3 1 日 アス
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-8-8	06 (358) 5 5 3 1 三 石
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀3-20	06 (441) 5 1 5 9 日 アス
平 井 商 事 株 式 会 社	(542) 大阪市南区長堀橋筋1-43	06 (252) 5 8 5 6 日 アス
木・曾 通 産 (株) 大阪支店	(550) 大阪市西区九条南4-11-12	06 (581) 7 2 1 6 日 アス
北 坂 石 油 株 式 会 社	(590) 大阪府堺市戒島町5丁32	0722 (32) 6 5 8 5 シェル
株式会社 松 宮 物 産	(522) 滋賀県彦根市幸町32	07492 (3) 1 6 0 8 シェル
丸 和 鉱 油 株 式 会 社	(532) 大阪市淀川区塚本2-14-17	06 (301) 8 0 7 3 丸 善
三 菱 商 事 (株) 大阪支社	(530) 大阪市北区堂島浜通1-15-1	06 (343) 1 1 1 1 三 石
株式会社 ナ カ ム ラ	(670) 姫路市国府寺町甲14	0792 (85) 2 5 5 1 共 石
中西瀝青(株)大阪営業所	(532) 大阪市淀川区西中島3-18-21	06 (303) 0 2 0 1 日 石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市大淀区豊崎5-8-2	06 (372) 0 0 3 1 日 アス
株式会社 菱 芳 砒 産	(671-11) 姫路市広畑区西夢前台7-140	0792 (39) 1 3 4 4 共 石
菱 油 販 売 (株) 大阪支店	(550) 大阪市西区新町1-4-26	06 (534) 0 1 4 1 三 石
三 徳 商 事 株 式 会 社	(532) 大阪市淀川区新高4-1-3	06 (394) 1 5 5 1 昭 石
(株) 沢 田 商 行 大 阪 支 店	(542) 大阪市南区鰻谷西之町50	06 (251) 1 9 2 2 丸 善
正 興 産 業 株 式 会 社	(662) 兵庫県西宮市久保町2-1	0793 (34) 3 3 2 3 三 石
(株) シェル石油大阪発売所	(530) 大阪市北区堂島浜通1-2-6	06 (343) 0 4 4 1 シェル
梅 本 石 油 (株) 大阪営業所	(550) 大阪市西区新町1-12-23	06 (351) 9 0 6 4 丸 善

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
山 文 商 事 株 式 会 社	(550) 大阪市西区土佐堀通 1-13	06 (443) 1 1 3 1 日 石
横 田 瀝 青 興 業 株 式 会 社	(672) 姫路市飾磨区南細江995	0792 (33) 0 5 5 5 共 石
アサヒレキセイ(株)広島支店	(730) 広島市田中町 5-9	0822 (44) 6 2 6 2 日 アス
富 士 商 株 式 会 社	(756) 山口県小野田市稻荷町6539	08368 (3) 3 2 1 0 シェル
共 和 産 業 株 式 会 社	(700) 岡山県岡山市蕃山町 3-10	0862 (33) 1 5 0 0 共 石
中国富士アスファルト株式会社	(711) 岡山県倉敷市児島味野浜の宮4051	0864 (73) 0 3 5 0 日 アス
● 四 国・九 州		
アサヒレキセイ(株)九州支店	(810) 福岡市中央区鳥飼 1-3-52	092 (77) 7 4 3 6 日 アス
畑 礦 油 株 式 会 社	(804) 北九州市戸畑区牧山新町 1-40	093 (871) 3 6 2 5 丸 善
平 和 石 油 (株) 高松支店	(760) 高松市番町 5-6-26	0878 (31) 7 2 5 5 シェル
今 別 府 産 業 株 式 会 社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4 1 1 1 共 石
入 交 産 業 株 式 会 社	(780) 高知市大川筋 1-1-1	0888 (22) 2 1 4 1 シェル
伊 藤 忠 燃 料 (株) 福岡支店	(812) 福岡市博多区博多駅前 3-2-8	092 (444) 8 3 5 3 共 石
株式会社 カ ン ダ	(892) 鹿児島市住吉町 1-3	0992 (24) 5 1 1 1 シェル
丸 菱 株 式 会 社	(812) 福岡市博多区博多駅前 1-9-3	092 (43) 7 5 6 1 シェル
中西瀝青(株)福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神 4-1-18	092 (771) 6 8 8 1 日 石
(株)南部商会福岡出張所	(810) 福岡市中央区舞鶴 1-1-5	092 (721) 4 8 3 8 日 石
西 岡 商 事 株 式 会 社	(764) 香川県多度津町新町125-2	08773 (2) 3 4 3 5 三 石
菱 油 販 売 (株) 九州支店	(805) 北九州市八幡東区山王 1-17-11	093 (661) 4 8 6 8 三 石
三 協 商 事 株 式 会 社	(770) 徳島市万代町 5-8	0886 (53) 5 1 3 1 日 アス
三陽アスファルト株式会社	(815) 福岡市南区上盤瀬町55	092 (541) 7 6 1 5 日 アス
(株)シェル石油徳島発売所	(770) 徳島市中州町 3-5-1	0886 (22) 0 2 0 1 シェル

編集顧問	編集委員	編集幹事
多 田 宏 行	阿 部 頼 政	阿 部 忠 行
萩 原 浩	石 動 谷 英 二	岡 村 真
松 野 三 朗	曾 我 野 慶	戸 田 透
	中 山 才 祐	荒 井 孝 雄
		酒 井 敏 雄
		林 誠 之
		安 崎 裕
		真 山 治 信
		太 田 健 二
		関 根 幸 生

アスファルト 第 122 号

昭和55年 2 月発行

社団法人 日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門 2-6-7 TEL 03-502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 広業社

〒104 東京都中央区銀座 8-2-9 TEL 03-571-0997(代)

ASPHALT

Vol. 23 No. 122 FEBRUARY 1980

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION