

アスファルト

第33巻 第166号 平成3年1月発行

166

特集・舗装技術に関する雑感・民間における舗装の研究活動

特集にあたって	河野 宏	1	過去・現在・未来	谷口 豊明	18
アスファルトと付合って	荒井 孝雄	2	舗装と私	丹治 和裕	19
私のアスファルト履歴	荒木 美民	3	舗装研究雑感	千葉 博敏	20
黒もの研究の遍歴	飯島 博	4	永遠の課題・供用性評価	南雲 貞夫	21
ステップ バイ ステップ	井上 武美	5	舗装研究への夢を語ろう	野々田 充	22
私のアスファルト30年	井町 弘光	6	アスファルトの特性の実感	野村 健一郎	23
白と黒の狭間で	加形 護	7	舗装技術における		
舗装遍歴雑感	北村 幸治	8	複合化について	野村 敏明	24
アスファルトとの出会いから			そしてこれから	羽山 高義	25
舗装の研究へ	久下 晴巳	9	転身（化学から土木へ）	原 富男	26
舗装と生産技術	高野 漢	10	若造のたわ言	藤田 仁	27
振り向けばそこに……	古財 武久	11	舗装技術の魅力とPR	蒔田 實	28
舗装との係わり、人と出会い	小島 逸平	12	私の専門は？	増山 幸衛	29
舗装雑感	小林 耕平	13	私のスライドアルバム	松野 三朗	30
随想	金野 諒二	14	一技術者と品質管理	山下 弘美	31
私とアスファルト	白神 健児	15	舗装技術ひとすじ	山之口 浩	32
アスファルト舗装雑感	陶山 武彦	16	研究雑感	吉兼 亨	33
舗装と私	田井 文夫	17	舗装文献との戦い	吉村 啓之	34

〈アスファルト舗装技術研究グループ・第6回報告〉

アスファルト舗装工学を目指して(3)

姫野 賢治 35

各国のオーバーレイ設計法

藤田 仁・小林 孝行・増山 幸衛

泉 秀俊・富田 弘樹・吉村 啓之 36

〈工事事務所長シリーズ・その43〉

越前の峠道

中村 俊行 60

〈用語の解説〉

コンクリートの配合

小島 逸平 64

引張／圧縮／曲げ試験（アスファルト混合物の）

高橋 正明 67

〈統計資料〉石油アスファルト需給統計資料

70

ASPHALT

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

***** 第62回 アスファルトゼミナール開催のご案内 *****

社団法人 日本アスファルト協会

拝啓 時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。

さて、恒例の弊協会主催の「アスファルトゼミナール」を下記要領にて開催致します。

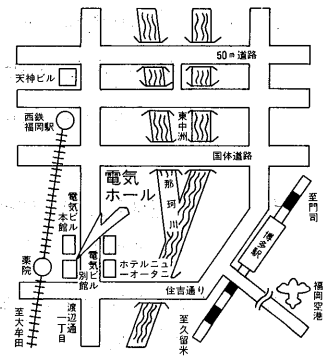
内容等参考の上、奮ってご参加くださいますようご案内申し上げます。

敬 具

記

1. 主 催 社団法人 日本アスファルト協会
2. 協 賛 社団法人 日本アスファルト乳剤協会
3. 後 援 建設省、社団法人 日本道路建設業協会、社団法人 日本アスファルト合材協会、
社団法人 日本道路建設業協会九州支部、アスファルト合材九州地方連絡協議会
社団法人 福岡市舗装協会
4. 開催日時 平成3年2月8日（金）9：30～16：30
5. 開催場所 電気ホール（案内図参照） 福岡市中央区渡辺通2-1-82 ☎092-851-4511
6. 内 容 裏面「プログラム」参照
7. 申込方法 平成3年1月25日までに下記参加申し込み書に必要事項をご記入のうえ会費を添えて現金書留でお申し込み下さい。申し込み受付次第受講券、領収書をお送りいたします。
8. 申 込 先 社団法人 日本アスファルト協会 アスセミ係
〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7 和孝第10ビル ☎03-3502-3956
9. 参 加 費 4,000円
10. 参加人数 600名 （締切日以前でも定員になり次第締め切らせていただきます。）
11. そ の 他
 - ①払い込み済みの参加費は、不参加の場合でも払い戻し致しません。参加者の変更をすることは差し支えありません。なお、不参加者には後日テキストをご送付致します。
 - ②宿泊のあつ旋は、勝手ながら弊協会では致しませんので、各自にてお願いします。
なお、ゼミナール開催前後は、大学受験のため宿泊施設の取得が困難であると予想されますので、早めにお手配下さい。
 - ③会場には駐車設備がありませんので、車でのご来場は、ご遠慮願います。

会場案内図



交通のご案内

〔バス〕
JR博多駅前→渡辺通1丁目(所要15分)
のりば③番(③番発の全てのバス)
〔タクシー〕
JR博多駅→電気ホール(所要5分)
西鉄福岡駅→電気ホール(所要5分)
〔徒歩〕
地下鉄天神駅→電気ホール(所要10分)

..... キ リ ト リ 線

第62回アスファルトゼミナール参加申込書

勤 務 先			
所 在 地	〒		Tel
申込責任者氏名			
所 属 ・ 役 職			
参 加 人 数	合 計		名

プログラム

開催月日 平成3年2月8日(金) 9:30~16:30

開催場所 電気ホール

福岡市中央区渡辺通2-1-82 ☎092-851-4511

1. 挨拶

9:30~9:42

社団法人 日本アスファルト協会会長	高 島 陽 一
建設省九州地方建設局長	川 井 優
福岡県土木部長	南 旭
福岡市土木局長	平 山 幸 生

2. 講演にあたって

9:42~10:00

社団法人 日本アスファルト協会名誉会長	谷 藤 正 三
---------------------	---------

3. 九州圏の道路整備計画について

10:00~10:40

建設省九州地方建設局道路部長	山 田 功
----------------	-------

4. 舗装工事の技術的現況と課題

10:40~12:00

～合材製造等施工技術とその高度化について～

日本舗道(株)技術部長	山之口 浩
-------------	-------

(昼食休憩 12:00~12:50)

5. 吉野ヶ里遺跡と幻の邪馬台国

12:50~13:50

佐賀県教育委員会文化財課長	高 島 忠 平
---------------	---------

6. 道路舗装の維持修繕工法の最近の動向

13:50~15:10

建設省道路局国道第一課課長補佐	桐 越 信
-----------------	-------

7. アスファルト乳剤工法 ～昔、今、そしてこれから～

15:10~16:30

社団法人 日本アスファルト乳剤協会技術委員長

太 田 健 二

(講師は都合で変更することがあります)

特集にあたって

河野 宏

(社)日本アスファルト協会編集委員長

今回の特集は、各界における研究活動シリーズの第3弾にあたるもので、「舗装技術に関する雑感・民間における舗装の研究活動」である。このシリーズは、北海道大学の姫野助教授の発案で、全国の大学の舗装研究者の方々に研究を始めた動機これまでの研究の内容などを書いて頂いたことからスタートした。大学の舗装研究者に関する情報を官、民の人にも提供し、学・官・民の接触の契機にもなり、少しでも舗装界全体の活性化に役立てば、というのがその目的であった。

幸いにしてこの企画は成功し予想以上に好評であるということで、No.163号では官公庁関係の人々に焦点をあてて特集を組んだ。そして第2回の特集も好評であったことおよび「学・官」やって「民」をやらないのはバランスを欠くということから、今回の「民」特集となったわけである。

この種の特集を続けたキーワードは「好評」である。

何故好評なのか、その理由を協会の人と話し合ってみた。

第1の理由は人間臭さではなかろうか。執筆依頼に際しては、組織よりも個人あくまで個人の活動を中心として書いて頂くようにお願いし、内容もほぼその通りのものとなった。有名人のスキヤングルは極端な例ではあるが、人は個人的なことにより興味をもつ。

第2は、この特集が人名録、住所録的な機能をもつことである。執筆者について、写真と略歴とそして「文は人なり」といわれる文章が掲載される。個人に関する情報としては相当価値の高いものになっていると思う。

第3は馴染み易さである。執筆をお願いした人々は舗装関係者ひいてはアスファルト誌の読者の間では高名な人が多い。テレビ番組でも新聞でもよく知っている人が登場すると興味を持ち熱心に見たり読んだりする。今回の一連の特集についても同様のことが云えるのではないか。

そのようなことで、好評であったと信じ、「民」特集が今まで以上に好評になるよう期待しているけれど、1つだけ気掛りなことがある。

好評といっても、ランダムサンプリングなどを行ない客観的に調査した結果ではなく、風のたよりに類するものを関係者が聞き判断している程度のものである。情報源が読者全体を代表するものでなければ、特にそのソースが執筆者とその仲間達というようなことであれば、お手盛りの好評ということにもなりかねない。

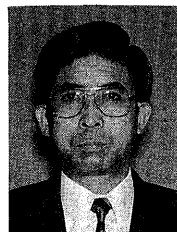
今回の特集も学・官・民と続き、一応区切りのついた所である。

多数の読者の感想、意見を是非おききたい。

(建設省土木研究所研究調整官)

荒井 孝雄

あらい たかお
日本舗道技術開発部専門
課長。昭和38年信州大学工
学部卒業（工化）。
勤務先：〒331 大宮市三橋
6-70。
☎048-624-0095



アスファルトと付合って

はじめに

私が会社に入った頃の日本の道路事情は、今でもよく憶えている。それこそ、幹線道路を除けばまさに砂利道、あちこちに穴があき、雨が降れば泥んこ化す、そんな時代だった。

土木屋でもない私が何故道路会社に入ったのだろうか、と他人にも訊かれるほどに奇異に思われる面も確かにあるが、そんな日本の道路が何時の日にか、欧米の道路（写真などでしか見たことがなかったが）のようになればというロマンがあったのだろう。

あれから20年を優に越え、道路事情は見違えるようになった。周りに砂利道を見出すのが難しいほどだ。

入社当時、アスファルトとタールの区別もつかないままに、今日までずっと、概ねアスファルト材料に関ってきた。アスファルトはレオロジー研究の非常にいい材料だと本に書いてある。しばらく触っているとなるほどと思う。アスファルトは真に複雑で厄介な材料なのだ。そんな中での小生の経験から、思うことを少しばかり述べさせて頂く。

コンクリート舗装とアスファルト舗装のこと

セメントコンクリート舗装とアスファルト舗装とで一番違う点は何だろうか？結論は結合材の役目が根本的に違うことだ。前者は化学反応で完全個体化し、骨材粒子を結合固定する。後者は、温度降下で固結したかに見えるが、実は熱可塑性というベールに隠れ、固結して骨材と一体化する訳けでは決してないのだ。これが、アスファルト舗装をいろいろ複雑にしている。流動わだちばれ現象などはその最たるものだ、と気付いたのはしばらく経ってのことである。夢かも知れないが、何とかアスファルトを少しでもセメントに近づけられないかと思ったことだ。

アスファルトの改質のこと

今日、さまざまな改質アスファルトあるいは改質材がある。小生も、この面では随分いろいろやってきたことを思い出す。ゴム系、樹脂系、コ・ポリマー系などの熱可塑性改質材、あるいは熱硬化性樹脂なども手掛けた。だが、固結化という意味では、熱可塑性改質材の添加では限界があるようだ。熱硬化性系は今のと

ころ施工的にもコスト的にももう一步の段階であろう。

セミプローン開発にも一助させて貰ったが、これも熱可塑の域を抜け出せていない。将来、効果のある改質法があるとすれば、アスファルト構成分子間の架橋、固定化の方向ではなかろうかと思うのだが。

この一つの試みとして、ある時期、脱硫で余った硫黄をアスファルトにブレンドして使う機会があった。硫黄がアスファルト構造内部に入り込み、一部は架橋作用、残りは凝固点以下での固化で、一見セメントと同様な役目を期待したものだが、環境汚染への懸念の問題から、研究が消えてしまったのが残念だった。

接着と言うこと

改質の他に、アスファルト舗装にははく離という問題、即ち骨材との接着と言う命題もあり、これにも悩まされた。アスファルトと石は本当にくっつくのだろうか？ある時、常温合材でポットホールを埋めたが、数日も持たずに雨でバインダーが流されてしまった経験がある。究極的には両者はくっつかないのだ、と思わざるをえない。はく離防止剤だの、消石灰だのとやってみても、両者の界面でどうも相容れないところがあるようだ。

Van der Waal's 分子間力だけのアスファルト舗装では、はく離から開放されないのか？結局、石との化学結合がなければ接着問題は解決しないのだろうか？

耐久性と資源と

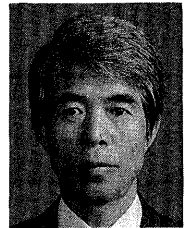
アスファルトには劣化という問題がある。最近、再生化が軌道に乗ってきたが、アスファルトの劣化をできるだけ遅延することが舗装を長持ちさせ、かつそれだけ維持修繕費の出費を先送りすることにつながることから、基本的な研究の一つではないだろうかと思う。

おわりに当って思っていることを一言。既設アスファルト舗装の表面から数センチには、アスファルトがストックされているとの見方ができ、これを資源と考えた場合、全国で実に膨大な量の備蓄になっている。

したがって、単にリサイクリングだけを考えるのではなく、将来、この眠れる材料の別の方途も模索する必要があるのではないかと感じている昨今である。

荒木 美民

あらき よしたみ
大成道路㈱技術研究所部長
(研究企画担当)。昭和38年
東京理科大学卒。
勤務先：〒337 埼玉県浦和
市大崎264。
☎048-878-1236



私のアスファルト履歴

昨日、発刊されたばかりの転圧コンクリート舗装技術指針(案)に目を通していると、施工の締固め度管理には、RI密度計を用いるとしている。懐かしいかぎりである。

昭和38年、建設省土木研究所化学研究室に就職した私は、RIの土木分野における利用に関する研究グループの一員として、RI密度計、水分計を用いた施工管理手法の研究をお手伝いすることになる。アスファルト量の測定法についても議論されており、技術的な意味でのアスファルトという言葉との出会いとなるが、アスファルトには興味がなかったことを記憶している。

その後、昭和45年退職された先輩の後を受けて、アスファルト混合物の配合設計法の検討を目的とした幕張試験舗装のアスファルトの性状の経時変化に関する調査を命ぜられる。

アスファルトの実験室は黒く汚れ、溶剤の異臭が漂っている。RIの水理的な利用や水質の地球化学的な位置づけを担当していた私としては辟易である。その上、一部手を付けられているものの施工直後から供用後に至るコアまでが山積されており、数で勝負するとなると苦手で戦意喪失である。

これも仕事と気を取り直し、ASTM D-1856を読み、試験法の理解から始める。それから、既知サンプルを用いて実験の精度をチェックし、4、5ヶ月間アブソンとアスファルトの物理試験に終始する。

これを機会に、アスファルトにも興味をおぼえ、日刊工業出版の小冊子、金崎氏他のアスファルトを読み、石油学会誌等を読み漁ることになるのだが、当時印象に残った文献は三菱石油㈱の飯島氏のアスファルトの組成と物性に関するものなどである。

昭和47年、縁があって現在の勤務先である大成道路㈱へ転職することになるのだが、舗装についてはズブの素人である。幸いなことに転職前半年程、舗装研究室にお世話になった折、土木研究所五十年史の編纂の

ため、舗装関係の文献の整理をお手伝いしたこと、転職後間もなく、日本道路史技術編の道路舗装の一部の執筆を担当させていただいたことである。御陰で目学問であるが舗装の技術的な輪郭を臆けながら把握することができた。

目学問の私にとって、舗装屋としての最初の仕事は、ある重機メーカーの構内舗装である。配合設計さえも経験がない。一大事である。回りは舗装屋と認めているようでもあり教えてもらう訳にもいかない。仕方なくアスファルト舗装要綱の付録にあるアスファルト混合物の骨材配合比を決定する作図と睨めっこである。3時間程たったであろうか、やっと理解して配合設計を終わらせたのも束の間、特殊な混合物のためプラントを見ろといわれる。またまた慌てて、山海堂の道路建設講座、道路舗装の施工を頭に叩き込む。現在のアスファルトプラントとは雲泥の差の、工事の時だけ稼働していた30tonプラントへと乗り込む、高齢のオペレータの方が一人居られた。

オペレータの方に教えられながらキャリブレーションを行い、混合物を出荷し、無事工事を終える。頭デッカチのヨチヨチ歩きの舗装屋の誕生である。

その後、アスファルト舗装技術のキーワードに係わる商品開発や発注官庁からの委託調査試験、試験工事にたずさわることになる。

これらの業務を行っていると、時として好奇心や知的欲求から、よりアカデミックな研究となるのだが、時間的なことや民間企業の研究としてはそぐわないなどの理由から私のブラックボックスに仕舞込むことになる。

ブラックボックスの中身の大半はアスファルトに関することで、何時か私の手で開けたいと思っているのだが、実験室に入ることさえも嫌がられる年齢になってきたようである。そう言うものの意欲は充分で、私の生活を支えてくれた黒いモンスターとの二人三脚ももう少し続けたいと考えている今日このごろである。

黒もの研究の遍歴

飯 島 博

いいじま ひろし
三菱石油㈱理事。工博。昭和
28年東京大学工学部卒。
勤務先：〒210 川崎市川崎
区扇町4-1。
☎044-344-3106



昭和28年に入社し、研究所に配属されて最初に手がけたのは重油の研究であり、それが因縁となつてか、その後もアスファルトなどのいわゆる黒ものを主に研究を続けるようになった。当時は重油の需要が旺盛となり、重油の燃焼やそれに関連する一連の研究を行った。

アスファルトの研究に着手したのはこれらの仕事が一段落した昭和35年頃で、当時は既にアスファルトは主に中東系の原油から生産されていたが、使用上に多くの問題が起こっていた。アスファルトは原油の中の最も重質なもので、これを分析的に手がけることは大変なことであった。そこで、当時研究が進んでいたレオロジーから手をつけてアスファルト全体の特性を調べることにした。その頃神戸博太郎先生（現東大名誉教授）のレオロジー研究会に加わり、レオロジーの研究を続けた。アスファルトのレオロジー的性質はそのコロイド構造と関連し、コロイド構造はアスファルトの化学成分から構成されているので、次いで化学成分の研究も始めた。

アスファルトのように重質なものは多種類の複雑な化合物を個々に分析することは不可能であつて、まず化学的特性の似た成分に分離する組成分析を行なうことにした。特にコロイド構造との関連に重点をおいて、飽和分、芳香族分、レジン、アスファルテンの4成分に分離する方法を検討した。現在の石油学会法はこれを更に改良したものである。さて、このようにしてアスファルトの成分組成とコロイド構造、レオロジー特性の関連を調べたが、その結果をもとに、他成分混合、溶剤分離、酸化、触媒酸化など適当な方法を組み合わせて成分組成を変え、いろいろな特性のアスファルトを製造した。舗装用の触媒セミブローンや防水工用第4種の触媒ブローンの製造もその頃であつた。

なお、アスファルトの主用途は舗装用であり、アスファルト混合物の性状とアスファルトバインダーの関連についての研究は重要であり、これについては当初

から北大の菅原照雄先生に長年にわたりご指導、ご協力をいただき、多くの成果が得られ感謝している。

その後、機器分析が進歩し、組成分析で分離したアスファルトの各成分の平均化学構造を検討したが、中東系のアスファルトではそれ程大きな差異はないが、大慶のような中国アスファルトではかなり違いがあった。一般に原油は海成のものが多く、中国原油は珍しく陸成原油である。大慶アスファルトや一昨年菅原先生にお伴した新疆のカラマイアスファルトについてみると、全般的に平均分子量が高めであるにもかかわらず比重は1以下であり、組成的にも重質成分のアスファルテンが極めて少なく、レジンが多かった。しかし構造解析を行ってみると、縮合環系のナフテン環部分が芳香環部分より大きく、かつアルキル側鎖が多く、したがって分子容が大きいことがわかった。このため平均分子量が高めでも、 n -ヘプタンに対する溶解性が大きいのでアスファルテン量が少ないこと、また比重が小さいことが推測された。このような特殊なアスファルトについて、化学構造の違いがその性質にどのように影響するか更に検討するのも興味がある。

さて、アスファルトの研究は舗装用や防水工用に重点をおいていたが、昭和42年頃に溶剤脱瀝装置から副生するPDA, SDAアスファルテンの有効利用についても検討を始め、これらの化学組成、化学構造等を考慮して合成ギルソナイト、炭素繊維、粒状活性炭、イオン交換体、製鉄用コークバインダーなどの製造について研究を行った。その頃功刀泰碩先生（現東大名誉教授）の重質油研究会で勉強させていただいたことは楽しい思い出である。

長年にわたって黒ものを対象に研究を続けてきたが、中味がよくわからないだけに始めの頃は戸惑いが多かったが、研究が進むにつれ多くの面白い性質が見出され、次々と研究課題が出てきて非常に興味を覚えてきた。

ステップ バイ ステップ

井 上 武 美

いのうえ たけみ
日本舗道技術部技術3課
長。昭和40年早稲田大学理
工学部土木工学科卒。
勤務先：〒104 中央区京橋
1-19-11。
☎03-3563-6733



「昔は言々」を口にするとか何がそこで停る事、自転車操業の対応等から、今迄を振り返る程の現況や年齢で無い事は承知している。舗装の世界に飛び込んで25年が経ち、リフレッシュ休暇を迎えるようになった。

字義通り新たな出発として既往を整理し、これらをベースに「さて」という処を記させて戴く。

技術研究所に在籍し、工事の品管、施工、各種試験舗装の計画、調査、解析等に従事した。高度経済成長の時期にほぼ合致していた。各々がこの時代の要請を荷った課題という事にも恵まれ、各種各様の舗装の材料、構造、施工、評価等のテーマに係わった、各々に十分対応しなければと、その都度、俄か勉強で切り抜けてきたように思う。その合間に基礎知識や実験も含め補充し、これらを自分なりに纏めてきたのが、スタートのほぼ10年であった。舗装の基本のあれこれに真面目に取り組んだ勉強の時代で、「舗装とは」が何とか解ったような時期にもなっていると想い出す。

それから色気と助平根性を出し、材料（水砕、砂の硬さ）路盤（耐水性）、アスコン（締め固め難易度、半たわみ性）、コンクリート（養生効果、摩耗特性）、構造（簡易法、最適設計）、評価（環境外力、破損時の T_{A0} ）等プラクティカルな面から舗装の特性把握に取り組んだ。考えには、実態を説明する評価手法や現象の相違を説明する指標値の意味と限界、そして検討等が中心で、解らないことが少しでも判れば、それが喜びとなると感じて興味を旺盛にして取り組めた次の約10年の時期であったと覚えている。振り返ると一歩突っ込んだ基本の欠如と腰の据わらない事とが研究とならなかった全てと総括している。この間、数回の海外出張で特殊材料、工法等の調査や課題解決や適用の各種委員会に参加させても戴いた。

その後、研究開発部門の人材育成と確保の観点から、既往の理解に追いまくられる丈でなく、全体システムで把えた場合の欠落事項や既往の活用策を捜し出す取り組みから、最近の新工法等で話題の多い Pervious アスコン、RCCP、Composite 等に行きついた。また、技

術力を発揮し得る信頼性設計を舗装にもと考え、舗装評価の在り方から入り、FWD とその逆解析に最適化手法の活用による舗装診断を、舗装構造モデルと現行設計法との対応に室内レザリエントモデラスの適用等を行なった。併せて別の最適化手法による PMMS の検討もスタートした。研究体制の充実と講義担当の大学の協力もあって取組むことが出来た。また、各々の結果を踏まえての試験工事への移行も出来た時でもあり実際業務に活かし得た事で愉しかったものの、以降の展開につれ、各種問題を惹起する事にもなった。種々の改良検討を経てほぼ定着の現況に、種々の感情がない混ぜになり乍らもホッとしている心境です。

ここ数年は研究所を離れ、既往分も含めた技術開発の集積分の活用に取り組み乍ら或種のコンサル的な動きに変わってきている。会社全体で作りあげてきた技術力がそれなりの受益とならない僻を感じない様、提案技術の是非やその制約を討議出来る方向を模索し、これに必要な連携体制や関連事項の習得をと考えて。

たかが舗装、されど舗装を、舗装があつて初めて道路等の機能が満たされ、その管理における評価には多様化、高度化と併せ信頼度の導入があればとの考えを持ってである。例えば舗装をどうリフレッシュ出来るか、どう創造するかを、人～車～道路～環境の環で観た必要な機能を摘出し、実態、経済性、地域性等の制約から尚残るものを提案する方向が、これが厳しさを増している現業へ活用される方向を、また、3 K の産業構造解消が狙えたら……と考えている。

感覚的な言い廻し乍ら、これがリフレッシュを迎えて「さて」という処に纏まりそうです。

入社した時に聞き、歌った「一つとせ、人も知ってくる馬鹿もいる」の数え歌も今は昔、一寸懐かしくも、又、よくここまできたなと思ひ、それは何故か、歌詞にある「〇〇の一つ覚え」の答え以外に多々あった事を拾い出し乍ら、ジャンプを期してステップ・バイ・ステップ

井 町 弘 光

いまち ひろみつ
J S R シェルエラストマー㈱
研究開発室長。昭和36年東
京都立大学工学部土木工学
科卒。
勤務先：〒314-02 茨城県鹿
島郡神栖町東和田34。
☎0299-96-6881



私のアスファルト30年

私のアスファルトとの出会いは、シェル石油に入社した昭和36年に始まったが、当時東京丸の内の一角に立ち並んでいた古風な赤煉瓦造りの建物の地下に、小さな試験室があった。試験室と言うより厨房と言った感じで、ガスこんろにかけた鍋でアスファルトを溶かしたり、骨材と混ぜたりと、さながら調理人であった。当時の主な仕事は、ユーザーさんに自社のアスファルトを正しく使用していただくため品質について理解を得ることで、必要なデータを準備しながら工事事務所やプラントを訪問することが多かった。と言うのは、昭和36年発行の舗装要綱で、アスファルト採取原油の多様化や、製造方法の違いによるアスファルトの性質の差を理解しやすいよう、低温伸度でA、B、Cの3種類に分類されていたが、この分類が品質の優劣を表すものと受け取られているケースも多かったためである。当時の舗装用アスファルトの使用量は現在の1/10程度で、何処の舗装に自社のアスファルトが使われたか明確だったので、施工後数ヵ月あるいは数年後、近くを車で通った時など車を止めて、路面の状況を観察し自分達の品質に関する考え方が妥当であったことに安堵したこともあった。現在はアスファルトの使用量も増えプラントで複数メーカーのアスファルトが使われ、あるいは合材として販売されるため、何処に自社のアスファルトが使われているかは必ずしも明確でなく、従って舗装材料メーカーとしてアスファルトの品質管理の面では十分配慮しても、「道路舗装」と言う最終製品にたいする関心が薄らいでいるのは残念である。

この試験室もその後横浜に移転したが、横浜時代の失敗に試験機器錆発生事件がある。事件と言うには大げさであるが、真新しい試験機がある日、錆だらけになっているのに気づき、最初は試験室が横浜港の近くにあるため、潮風の影響かと考えたが、当時骨材回収の遠心分離抽出器の溶剤に一般に四塩化炭素を使用しており、その取扱不備によるものと思い当たり、慌てて対策を講じた。その数ヵ月後に四塩化炭素の有害性

が新聞で報じられたが、錆という警鐘で早めの対応ができたのは幸いであった。現在どこの職場でも安全衛生に対する意識の向上、対策を行っているが、溶剤の安全性については、年々評価が厳しくなっており、その取扱に当たっては十分な配慮が必要である。

その後、多少なりとも研究的な仕事に着手したのは、昭和43年に中央研究所が設立されてからで、舗装関係では高針入度指数の改質アスファルトへの取り組みが続いた。

最近話題の地球温暖化現象と関係があるかどうか判らないが、今年の夏も異常高温が続き、交通渋滞箇所のアスファルト舗装のわだち掘れが目立ったが、日本アスファルト協会で昭和52年建設省より研究委託を受けて発足した、「重交通道路の舗装用アスファルトの研究」は舗装の耐流動性という面からではあるが、アスファルト品質と舗装の実用性能の関係を明らかにし、数多くの試験舗装と追跡調査で実証できたことは意義深く、私も検討委員会のメンバーとして大変勉強になった。特にアスファルトメーカーとしての立場からも、品質への取り組みの重要性を再認識する機会となった。改質アスファルトの品質については、原料油の選択、配合、製造条件、製品貯蔵および運送等のメーカーサイドの問題だけでなく、プラントでの貯蔵、混合および施工管理等ユーザーサイドと一体となった品質管理が要求される。

現在は、熱可塑性ゴム(SBS、SIS)の製造会社で研究開発を担当しているが、舗装用改質アスファルトへの熱可塑性ゴムの利用も年々増加している。しかし、アスファルトへの溶解性、相溶性、貯蔵安定性等検討課題も多く、今までの既存のポリマーをアスファルトに利用すると言う受け身の立場から、アスファルトに主体を置いたグレード開発の検討を進めている。今後も舗装分野に微力ながら、多少でも貢献できればと願っております。

白と黒の狭間で

加 形 護

かがた まもる
鹿島道路技術部技術課長
代理。昭和47年千葉工業大
学土木工学科卒。
勤務先：〒102 千代田区麴
町5-3-1。
☎03-3238-1681



出逢いの第一歩

那須の沼原湿原に在る天端標高1240mの巨大な水瓶——沼原調整池——今夏もここを訪れ、水際に一人佇んだ。深い霧と間断無く続く小波の音の舞台では、時の観念は頭から消えてゆく。忽ちにして、強者共と一緒に汗を流し、喜び、飲んで騒いだあの当時へと戻ってゆく。

勾配1：2.5、最大長180mの斜面に疎み、恐る恐る踏み出した「舗装」への第一歩は、我が「アスファルトフェーシング」との出逢いでもあった。

卒業研究で見掛けた「膨張コンクリート舗装」の論文に憧れての入社。それが、初恋の様に淡くはかなく消えた処から私の「舗装」は始まった。

アッチアッチしながらだったホットエレベータからの骨材掻き出し、賭けで覚えた温度・粒度管理、腰まで痺れたボッシュタンバによるニーディング仕上げ、何度も駆昇り駆降りた斜面、AP 2基からAF 8台への合材分配、針の穴も許されないブリストリング処理、夜明けと共に開始した真空透気試験、バランスを取りながらのスクイザによるマスチック塗布 etc.無我夢中ではあったが、「舗装屋」としての基本を叩き込まれた、そして思い出の多いアスファルトフェーシング工事であった。

その後

リーコンクリートによるサンドイッチ工法の建設省工事などを経て、昭和48年秋から技術研究所勤務となった。そこでは、土質安定処理などの他、他社に先駆けた全浸透型半剛（たわみ）性舗装の開発に情熱を燃やした。空隙の径と量を考慮した母体アスコンの配合、手作り試験器具を交えて、稠度、ブリージング、凝結時間、強度、耐久性などを確認したセメントミルク試験、そして複合舗装材としての載荷応答試験、最適なものを求め技研泊りとなった事もあった。そして昭和50年、秋月のもとでの試験舗装に漕ぎ着けた。

再び

昭和51年、本店技術部へ転勤となり、アスファルトフェーシングなどの水工アスファルトにも再び拘わるようになった。

以来、設計・施工計画・積算・配合設計・施工・技術指導・維持管理……手掛けたダム・調整池の数は両手の指より多くなった。10年以上も付合っているダムも多い。

アスファルトフェーシングの場合、老化防止等を目的として、鏡の様な餅肌にアスファルトマスチック等による薄化粧を施す。時代の流れで、化粧法にもカラフルな新しいのが現われたが、やはり化粧の乗りからも黒には黒が似合うようである。その黒に、この頃引渡し以前に、小じわ、赤ざれあるいは色褪せが見られることがある。強ち施工のせいばかりとは云えないような気もする。材質の確認も更に続けたい。

毎年、追跡調査に出掛ける。老けていないか、どこか傷でも付いていないか……。その表情から、施工時そしてそれ以降の試練が偲ばれる。

いつまでも、美しく丈夫でいるように、最近では新しい化粧法、形成・整形外科的手法などのフルスケールでの研究・検証にも多くを費やしている。

そして今

これまで擦違いの多かった白い恋人に、数年前に再会した。幾分、容姿は異なっていたが……。転圧コンクリート舗装（RCCP）である。

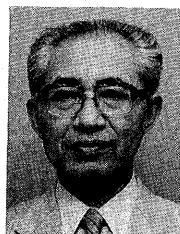
配合設計、施工法、FWDや載荷試験による構造評価の他、最近、ひびわれコントロール、CTBやアスコンとのドッキング（コンポジット舗装）などの検討も進めている。頑丈な腕白坊主を育てるように……。

私の「舗装」は、白と黒の狭間で、多くの方々に導かれ支えられて在る。心から有難く思っている。

舗装遍歴雑感

北村 幸治

きたむら こうじ
中外エンジニアリング(株) 技
術部長。昭和23年北海道大
学付属土木専門部卒業。
勤務先：〒151 東京都渋谷
区富ヶ谷1-16-4。
☎03-3437-4409 (分室)



公務員のとき、コンクリート橋、マスコンクリート、コンクリート舗装、アスファルト舗装の耐摩耗性舗装・軟弱地盤・セメント安定処理・滑り止め舗装・グースアスファルトなど。会社員となって、斜面舗装の不透水性アスコン・透水性アスコン、高速道路の舗装、空港舗装、特殊舗装などに出合った。

当時の土木試験所の横道英雄所長、桂沢ダムの堂垣内尚弘所長、札幌開発建設部の高橋敏五郎部長、開発局本局の上戸斌司部長等々、上司、同僚に恵まれ、勝手なことを自由にやらせて戴いた役人生活の20年であった。北海道大学の板倉忠三教授、菅原照雄教授からも数々の御教示を戴いた。業者の現場経験者から多くの知見を教わった。

会社では当時の工藤忠夫専務、佐藤正八常務などの権威者に恵まれ、土木研究所の松野三朗氏、南雲貞夫氏、飯島尚氏などからもいろいろと御指導を戴いた。シェル石油の太田記夫氏、牛尾俊介氏などにも何かと御援助を仰いだ22年である。

何と数々の良い先達、上司、同僚に恵まれたことであったか。ことの冥利に深く感謝申し上げている次第である。

試験所で試験研究のみに携わっていると、考え方がどうしても観念的になってくる。現場に出て初めて物事の本質が見え、またいろいろな疑問も湧いてきた。

ボリビアでコンクリート舗装の路盤として砂のセメント安定処理を行なった。収縮クラックについて現地コンサルタントからクレームがついた。しかし日本の資料からはそれを理論的に説明するものを見付けられず、やっと欧州の本からそれを見出すことができた。

常識化していることであっても、明確にそれを説明できる基礎的なものは、きっちりと解明して置く地道な研究も欲しいものと思った。

コンクリートは硬化収縮し、温度、湿度によっても膨張収縮する。コンクリート舗装の目地は生き物の様に挙動し、膨張目地は縮小し、収縮目地は開いて行く。ビルビル空港のコンクリート舗装に於て、まざまざと

その実態を見せつけられた。

中国の瀋陽～鞍山間の道路工事でアスファルト舗装の収縮クラックの発生を目の当りにすることができた。アスファルト舗装も低温下に於ては弾性的に挙動する。しかしアスファルト混合物の熱的な物性値について、私にとっては寡聞であり残念である。

コンクリート、アスファルトなど何れにしても、荷重を支持する構造物としては、弾性的に取扱わざるを得ないであろうと思っている。

少し温度などの環境条件の面から舗装構造の実態を把握してみたいものと考えている。

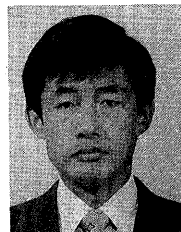
今日我が国の建設業者に要請されていることは、総ての作業のロボット化、省力化である。如何に人力のさく減策を講じ得るかが企業の命運を分つ状況にある。構築物は主目的さえ達成できればその効用は十分であるはずであるが、そのロボット化、省力化による仕上誤差に対しては、発注者・受注者間の相互理解がなければならない。職人芸を求める時代は遠くなり、譲れぬ主目的と譲れるものとを仕訳して、成果品の判定について考え直さなければならない時代になってきており、国際社会への対応としても、大いにロボット化育成の方向に進まなければならないものと思う。

天然資源である降水の徹底利用は、それを河口等へ直接流入させずに上流域に遊水させる治水の研究開発と、流出係数を上げている地表面滲透性促進対策であろう。従来は水田が遊水池の効能を発揮していた。しかし近來の著しい都市化に伴う構築物の増加は、流出係数を著しく上げて下水道施設の容量拡大を招いている。少くも重交通でない舗装面の透水化促進開発は早急に進めるべきことではなからうか。

たて前を言うのは容易である。通りもいい。しかし口舌の徒とゆう誇りは免れない。本音を言うことは難かしい。いろいろと周囲に差障りがあるからである。特に根回し社会の日本では村八分になりかねない。しかし齢い60を過ぎたら少しは勝手なこともいってみたい。いやがらせの年齢である。

久 下 晴 巳

くげ はるみ
日本道路舗装技術研究所副主
任研究員。昭和51年京都大
学工学部土木工学科卒。
勤務先：〒146 東京都大田
区多摩川2-11-20。
☎03-3759-4872



アスファルトとの出会いから 舗装の研究へ

1. アスファルトとの出会い

私とアスファルトとの出会いは小学校6年生の時であった。自宅から私の通っていた小学校へ行くには国道を1本横断しなければならなかったが、その国道の舗装が夏場になるとフラッシュして、あたかも、とりもちの上を歩くような具合で、すこぶる歩き難かった。

その理由を父親に聞くと、その舗装はタールというものから作られているとのことであったが、これが私とアスファルトとの最初の出会である。

また、その当時より、私の将来の夢はエンジニアになることであったが、これは、私の父親が国鉄の橋梁技術者であったことに起因していると思われる。

2. 振動土圧の研究

エンジニアになりたいという夢は消えることなく、将来の進路を決める時に、エンジニアにすべきか医者にすべきか悩んだ時期はあったが、大学では土木工学を専攻した。工学の中でも土木を専攻したのは、やはり父親の影響であったように思う。

卒業研究は、防災研究所の柴田徹先生が私と同郷であった縁で、先生の研究室で、地震時に擁壁に作用する振動土圧の研究をすることになった。出来栄には自信はないが、正味5ヵ月間真剣に取り組んだのはいい思い出になった。

3. 舗装の研究

就職は、道路会社を選んだ。これは、将来何をやるかを考えた時に、白いカンバスに線を描くように、道のない所に道を造りたいと思ったからであった。ただ、当時私は道路の線形的设计も道路会社がやるものと思っていたのだから、大分認識が誤っていた。そして私は道路会社に入社し、技術研究所に配属された。

その後、私は一時期転勤したことはあるが、ほとんど技術研究所で研究業務を行ってきた。私が携ってきた主な業務内容を列挙すると次のとおりである。

- (1) 海外主要国の舗装構造設計法に関する調査研究
- (2) 鋼繊維補強コンクリートに関する調査研究

(3) 特殊粉体材料の成形法に関する研究

(4) 舗装の補修材料に関する研究

私が研究所に配属されて最初に担当したテーマは、海外主要国の舗装構造設計法に関する調査研究であり、私の初仕事は主要国のうちでもアメリカの4機関(AASHTO, AI, その他)とイギリスの設計法を英文和訳することであった。舗装の「ほ」の字も知らない身で外国の文献を読むのはかなりしんどい作業であったが、海外主要国の中で日本の設計法がどのような位置付けにあるのかを知れたのは、その後の私の研究活動の上でも大きな意味があった。

その後私はいくつかの研究テーマを担当し、上記の(2)と(4)のテーマでは何回かの現場施工も経験したが、主に基礎研究を行ってきた。

これらの業務以外に、数年前より、道路協会、アスファルト協会、土質工学会等のいくつかの社外委員会に参加させてもらっており、特に土質工学会の「土と基礎」編集委員会では、土の専門家が書いた文章を舗装に携っている者が査読するというので非常に苦労したが今になってはいい思い出である。

4. 国際化、高齢化の時代に向けて

私は現在、アスファルト協会の技術研究会グループに参加し、官学民の若手研究者とアスファルト舗装について勉強させてもらっている。この会は、単に、勉強ができるというだけでなく、色々な立場の人と友達になれ、また、官学民の研究者が抱えている問題点についてディスカッションできるという意味で、私にとって非常に有難い存在である。ただ、今後は日本に限らず世界の研究者との交流がさらに必要になるものと思われ、媒体としての言葉の勉強は今後共必要であると感じている。

また、私もほぼ人生の折り返し点に立ち、今後の高齢化社会の時代に向けて、高齢者や生活弱者が歩き易く、また歩くことによって活力を得られるような道づくりを行いたいと思う今日此の頃である。

舗装と生産技術

高野 漠

この ひろし
日本舗道株式会社取締役技術開発
部長。昭和30年信州大学工
学部機械工学科卒。
勤務先：〒104 東京都中央
区京橋1丁目19-11。
☎03-3563-6733



1955年、大学の機械工学科を卒業すると同時に、舗装工事会社へ入社し、当時、日本に3台しかないというパーパーグリーン社製アスファルトフィニッシャーを運転する機会を与えられ、その後同機と5年間行動を共にしましたが、現場で機械を運転しながら、舗装を作る工程と、製造業が生産ラインを構成し物を作る工程の考え方に大きな相違があることが気がかりでした。それは、製造業の場合、先に市場が要求する製品があってそれを作るための生産技術を開発するのが一般的であるのに対し、舗装の場合、先に施工方法（機械）があって、それに合わせて材料がえられ、舗装の性能及び品質が決まり、所要の舗装を作るための生産技術（手段）の開発を、あまり重視していないように見受けられたということです。例を上げると、入社早々、粒径の大きいアスコンの上に薄層のアスファルトモルタルを敷きならし、同時に転圧するワービットと呼ばれる工法を経験しました。重交通に適した舗装であると思われ、施工技術を勉強する必要があると考えている間に、施工能力が小さく手数がかかるという欠点が改善されないまま姿を消してしまいました。舗装のわだち掘れが大きな問題となっている今日、あの工法の施工技術が改善され、あの舗装構造が活用されていたら、わだち掘れ対策に役立っているのではないかと、当時を知る者として残念に思うと同時に、やはり先に品質があって、それに合った生産技術が確立されることにより技術の進歩があることを痛感しています。

1963年、米国で、アスファルト舗装の施工技術の研修を受ける機会を与えられ、アイオワ州西端のスー市に近い舗装工事現場で、アスファルトフィニッシャーの使い方を勉強していたときのこと、舗装の経験30年という技術者から次のような話を聞きました。「お前は舗装機械の勉強をしているそうだが、日本へ帰ったら、Warrenite Bitulithic というワーレン社の特許工法を施工するに適したペーパを開発しなさい。この工法は、できるだけ大きい粒径の粗骨材を多量に使用し、粗骨材間の空隙を最少にすべく或程度のアスファルトモ

ルタルを加えるもので、大変施工がむずかしい。しかし、これからの道路は荷重がどんどん大きくなるので、この舗装はますます重要になる。」とのこと。この舗装構造と施工機械の開発に大変魅力を感じたので、帰国後、上司に新しいペーパの開発を検討したいと相談すると、それは、馬車の鉄輪に適した舗装であってすでに過去のものである。ゴムタイヤの時代になった今、平坦で乗り心地のよい舗装を作るために、アスファルトフィニッシャーで施工しやすい混合物をえらぶ傾向にあるので、路面の平坦性の向上に重点をおいて施工機械の改良、開発を実施しなければならないとのこと、そのときは、そんなものかなと思いつつ何か心のすみにひっかかるものがありました。現在タイヤの接地圧が $10\text{kg}/\text{cm}^2$ をこえるであろうという状況下において、バインダーの改質など種々対応がなされ、大粒径の舗装も見のがすことができないものであるとすれば、当時の助言にしたがっておれば、重交通に対処する舗装の開発に役立っているのではないかと、生産手段、施工機械の開発の必要を再認識している次第です。

1990年、舗装の高度化と人手不足に対応するため、建設省が中心となり、官民が協力し、舗装の自動化技術の開発が推進されるなど、舗装の技術は新しい展開が見られ、技術開発、新技術の導入が活発に行われています。

今後の研究は、改質されたアスファルトを活用しようとすれば施工法、機械の改良が同時に必要になるなどの例に見られるように、舗装の高度化は、生産技術と機械化施工の高度化があって実現するものであることから、これからの道路に必要な構造を有する舗装を作るための、生産技術の改善を重視しつつ方向を決める必要があると思われ、その実現のために、機械、電気等の技術者の活躍と、必要な資金や労力が投入されることを大いに期待し、前述の例に見られるような、よい工法があっても適切な施工手段がないために普及しない、という事態が発生しないよう、施工機械、施工技術の改良、開発に努力したいと思います。

振り向けばそこに……………

古 財 武 久

こざい たけひさ
大成道路㈱工事部技術室課
長。昭和42年日本大学農業
工学科卒。
勤務先：〒104 中央区京橋
3-13-1。
☎03-3561-7755



学生時代のことである。そこは、実習先のある研究所である。庭には、5 m²程度の広さの池があり、鯉が数十匹泳いでいた。どうも池の色が、今まで見慣れたものと異なり、黒々としている。なんだろうと思って近寄り、池の淵を触ってみると軟らかい。エッ！これが、道路に舗装されているものと同じものなのか。どうして、水を貯めることが出来るのだろうか。どうすれば、このようなものが出来るのだろうか。など不思議に思っていた。

道路会社に就職し、技術研究所に配属されアスファルトとともに生活することになった。

アスファルトは暖めると軟らかくなり、更に熱すると水のようになり、骨材と混ぜ易くなる。アスファルトと骨材を混合したものは、温度の高いうちに締め固められると、優れた材料になる。その材料は、骨材の種類と配合、及びアスファルトの種類と含有量を変化させる事によって、目的に応じた混合物になる。例えば、水の浸透を防ぐための速水用混合物として利用したり、表面の水を排除するために透水性混合物として利用されたりしている。と言うことを、数年かけて学んだ。

やがて一つのテーマを与えられた。アスファルトの改質である。当時は、高度成長期であり急速な交通量の増加、車両の大型化など道路を取り巻く環境は、過酷になっていた。このため、主に都市内道路の交差点付近を中心としたアスファルト舗装が、流動によるわだち掘れで目立ってくるようになっていた。この対策として、アスファルト混合物の粒度、骨材の最大粒径、アスファルト量など各種の対応が考えられるが、アスファルトの粘性抵抗を改質することと、その改質を容易に、かつ簡便にする方法を検討する事にした。

その結果、アスファルトプラントのミキサー内に直接投入し、アスファルトを改質し混合物が製造できる粉末状の樹脂を開発するに至った。それは、骨材の表面にアスファルトが被覆された後、混合温度で熔融する樹脂を添加し、混合物中に分散させ、その界面に偏

在付着させて改質する方法である。現在、耐流動性用に用いている他、各種アスファルト混合物の改質材としても利用されている。

アスファルトにどっぷりと浸かり、舗装に関する調査研究や常温施工用混合物等の材料開発に明け暮れている頃、一寸外へ出て遊んでこいと上司から言われた。

そこが、アスファルト舗装技術研究グループであった。月2回の勉強会は大変きつく、凄いところへ出て来たものだ、初めは思っていた。HRR, TRR, AAPTの中から、クラックとわだち掘れに関する論文を勉強したのが初期の頃である。以後、アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議の論文など、舗装の設計法や維持管理システムについて、外国文献を中心に検討した事は、非常に勉強になった。ものの見方が変わったのである。視野も広がったような気がする。これらは、阿部先生をはじめグループの方々のおかげと感謝している。

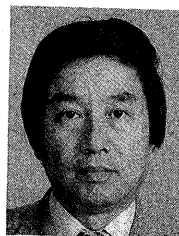
一方、本業の方では、アスファルト舗装とその混合物の再生に取り組んでいた。再生における問題点の一つは、アスファルトの老化ではないかと思う。老化は加熱によって生じるのは勿論のこと、日光や風雨等の気象条件により、更に促進される。しかも、それは空げき率など混合物の性状の他、舗装された箇所の供用条件によっても異なってくる。道路の路肩では老化の進行が著しいが、車両走行位置では、それ程進まない。このようなものを、いかに均一に回復させ、いかに再生させるかが一つのポイントであろう。施工機械や添加材料などからの検討も必要と思うが、老化防止の方向からの研究も重要ではなからうか。水の中に埋没したアースダム等の表面に舗装された箇所は、老化がほとんど進まなかったという例もある。

アスファルト舗装技術研究グループにおける10年間の歩みを終え、早2年が過ぎ去ろうとしている。馴染みのアスファルトとの生活から離れ、今は工事部門の立場から、舗装技術を見直している。

舗装との係わり，人と出会い

小島 逸 平

こじま いっぺい
熊谷道路舗装技術研究所。第一研究部長。昭和41年東京理科大学理学部2部化学科卒。
勤務先：〒300-24 茨城県筑波郡谷和原村小絹216-1。
☎0297-52-4751



語り1；

高専（化学）を出て最初の就職先が建設省土木研究所化学研究室であります。研究室の名前が示す通り，“土木の中の化学”を探ることが業務の中にあったように記憶しています。

先ず命ぜられた仕事は“ダム用セメントに関する研究”であり，水和熱が小さい高炉セメントをダム用セメントとして利用するために，セメントそのものの品質の安定化を図ることでありました。次いで，土の化学的安定処理に関する研究があり，石灰－石こう系の飽和溶液の中で粘土鉱物がどのように生成して行くかという事を調べた記憶があります。しかし成果としては，土壌中の有機物腐植酸の定量試験方法をまとめた程度にとどまりました。

さらに，舗装への係わりのきっかけとなる“試験道路によるアスファルトの性状変化に関する研究”では幕張試験舗装に使用された国産アスファルトや輸入アスファルトの組成分析による変化を調べ，劣化の検討を行いました。

この5年間は駒込時代であり，阪上信次，近藤紀，大場正男の各室長さんのご指導が印象に残ります。

語り2；

昭和44年に舗装研究室に配置換えとなり，私の千葉時代が始まることになります。

最初のテーマは“試験道路における試験調査”ということで，上層路盤工法に関する大日試験舗装の施工時からの調査であった。CBR試験，平板載荷試験，ベンケルマンビームによるたわみ量測定，土圧計，沈下計やひずみゲージによる測定等々膨大なデータに囲まれました。しかしこの試験舗装が翌年実施された下層路盤工法に関する横戸試験舗装と合わせて，我が国における材料・工法による等値換算係数の推定に関する有用な試験舗装となった事を考えると貴重な経験をした事になります。

さらには橋面舗装に関する試験調査として，新材料，

新工法による舗装の薄層化のための材料選定や試験舗装の調査を行い，その基礎的なデータをもとに，日本道路協会で発足した，“本四連絡橋橋面舗装特別委員会”との共同研究，中でも鋼板と舗装を一体化させた供試体による疲労試験は，橋面舗装の局部変形の影響を探るスタートになったと考えております。

また，アスファルト舗装のはく離防止対策の研究の一環として室内試験方法として水浸ホイールトラッキング試験をまとめた事もこの時代の経験であります。試験装置や試験条件を変化させて実験中に，現場と同じようなはく離現象を再現できた時は大きな感動を覚えたものであります。

ここでは，松野三朗室長，南雲貞男主任研究員，河野宏研究員，建設省の各地方建設局および会社関係の諸氏から“理論と実践”を教わりました。

語り3；

昭和53年から土木研究所がつくばに移り，私の茨城時代が始まります。

ここでは，アスファルト舗装の摩耗量の予測式の検討，建設廃棄物の有効利用に関する研究の一環として，リサイクリング舗装工法の検討等にたずさわって再生の限界のようなものを探っていました。

また，重交通道路舗装用アスファルト AC-100の開発研究は“ポアズ”に熱中しました。

この“つくば”時代は，南雲室長，飯島尚室長，蒔田実室長，多田宏行委員長等にご指導いただきました。

語り4；

昭和59年からは会社員です。民間の研究所，特に新たに設立された所では，研究的な事より先ず人造りがスタートの仕事でありました。少しずつではありますが，研究員が育ち，新工法，新技術（名付けてKM〇〇工法です）を探ることに努力しております。もちろん，南雲と一緒にです。

舗 装 雑 感

小 林 耕 平

こばやし こうへい
日産化学工業株式会社技術
一課課長。昭和44年東京理
科大学工学部工業化学科修
士課程修了。
勤務先：〒102 東京都千代
田区九段北4-3-29。
☎03-3265-1513



1. 始めて舗装を見た

子供の頃都内に住んでいたが、当時はまだ周囲は畑と雑木林が多く家の前は砂利道で、道路は子供達にとって格好の遊び場であった。この道がある日舗装された。握り拳大の石が並べられ、ローラーが締め、タールが散かれた。今となれば懐しい「失業対策事業」による簡易舗装で、これが舗装との係わりであった。其の後車が多くなり子供は遊びの広場を失ったように思われる。

2. 会社へ入りたての頃

約15年近い舗装とのブランク(?)の後、舗装材料メーカーに入ることになった。始め配属されたのは中央研究所(試験室と当時の社長は呼んでいた)であった。何しろアスファルト製造販売の会社なので、その汚いこと床から机から何故か天井まで黒いアスファルトが飛び散っていた。先ず先輩には「壁や机に寄り掛かるな」「手をつくな」と言われた。体が汚れることを防ぐ為の温かい配慮であった。実験室での経験が深い浅いかは作業服の汚れを見れば一目瞭然であった。勿論新人は要領が悪くすぐ汚れるからである。ここで与えられたテーマは「APPの利用」であった。APPとはアタクチックポリプロピレンと言う舌を噛みそうな名前の、ポリプロ(PP)の副産物である。これがPPの増産と共に大量に発生した。ただ廃棄するにはもったいないと言うので道路への利用が考えられたのである。APPは当初アスファルトに混ぜれば軟化点が上昇し改質効果が高く、原料は安いと誠に結構な話であったが実際に実験すると、アスに溶けずらい、接着性は劣る、収縮する等と欠点が多く、改質アスへの利用は断念した。APPは白色(多少は黄色い)であることに着目しカラー舗装という発案で某大手化学会社の構内に試験舗装を行ったが、やはり収縮が出てAPPの利用は結局断念せざるをえず、まことに残念であった。

3. 今舗装に思うこと

CBRからの構造設計から表面処理工事、材料開発など、いつのまにかアスファルト舗装に深く関わってしまっていたが、この頃次のようなことを感じている。

一つは新しい材料を開発した時に一番困ることがその評価に時間がかかり過ぎることである。室内でマッシュルとかホイールで混合物の性状は他と比較できても、実際の耐久性は試験舗装を行って供用性をみなければならない為である。欧米の例でも結局試験舗装を行って耐久性を見てから実用化しているようで世界的な傾向として仕方がないのであろうか。

二つめは「はざま」の技術の確立である。「はざま」とは例えば橋面舗装での防水や接着層また目地などのさほど目立たないが案外重要で知られていない構造物間の境界を処理する技術である。小規模で細細としていた為一般的には関心が薄い、「はざま」の技術にもっと光があたることを願っている。

三つ目は舗装に対するニーズの変化である。世の中が豊かになり「ゆとり」「うるおい」を求めるようになり、更に地球環境保護が叫ばれている。人間エゴからエコロジーへの変化である。そして機能性舗装として人に、車に、自然に優しい水を透す舗装が登場した。舗装にニューウェーブが起こるのか、今後が楽しみである。

4. 未来の舗装は

夢の中で未来の東京を眺めている。メガロポリス東京、1000mにも及ぶ超超高層ビルが緑と水の自然の中に効果的に配置されている。そして道路は幾何学的模様を作ってビル(一つの都市)を結んでいる。未来の車はどんなものか近づいて良く見た。運転席と思いきものは無く流石に進んでいる。更に下を見たらなんとタイヤが無い。そして、未来の舗装となると!?

随 想

金 野 諒 二

こんの りょうじ
㈱ブリヂストン技術顧問。
昭和23年横浜工業専門学校
化学工業科（現横浜国立大
学工学部応用化学科）卒。
勤務先：〒104 東京都中央
区京橋1-10-1。
☎03-3563-6935



私が、アスファルトと係わり合いを持つ様になったのは、昭和37年春、SBR ラテックスの用途開発を命ぜられ、その一部の仕事として、土木建築用を目的としたSBR ラテックスによるセメントモルタルの改質、及びアスファルトの改質であった。昭和38年には、セメント用SBR ラテックスを上市する事が出来、その一部は半剛性舗装用となった。アスファルト改質用は、ブレミックスを対象に僅かながら使用される様になり、これが、私のアスファルトとの出会いであった。その頃、名神高速道路建設の見学があり、町中の舗装工事しか見た事の無かった私には、大型機械が縦横に走り廻る光景に、只々、驚くばかりであった。

其の後、昭和42年新しい実験棟を完成した北海道大学工学部菅原研究室へ、道路材料の研究に派遣され、本格的な道路との付き合いが始まった。ここでの生活は、道路工事が、私のそれ迄育った世界と余りにも違う領域で、且つこれに用いられる材料が、学問的には化学と舗装工学とが相接する領域の中で、大きな役割りを演じている事から、私の眼に非常に新鮮に映った。この時、一緒に仕事をした人達の多くは、現在第一線で活躍しておられる。

昭和43年、IISRP（国際合成ゴム生産者協会）より研究資金の供与を受け、高橋国一郎氏を委員長として、建設省、日本道路公団、大学、舗装業界及び学識経験者等の多数の方々参加を得て、ゴムアスファルト研究会が発足し、ここでの成果が、現在のゴムアスファルトの技術的基盤となり、現在に至っている。

爾来、約1/4世紀を経た現在、深い関わり合いを持った舗装材料の開発を振り返って見ると、改質アスファルト、半剛性舗装、更にカラー舗装、樹脂舗装そして最近では、排水性舗装等が順次登場し市販される様になった。しかし、材料的にも大きな変化は認められない現状である。又、施工の分野では、加熱混合、敷均し、転圧等、プロセスとしては、部分的に機械化乃至は自動化されているものの、舗装のシステムとして見ると、基本的に大きな変革は認められない。

この様な状況は、その根本的理由としては、舗装業界が公共投資をベースとした、現行基準枠内での仕事であるため、他の業界の様に世界の景気動向及び技術革新に直接左右される事の少ない、極めて穏やかな雰囲気の中で育まれた環境にあるからと云えよう。

道路材料の開発で問題となるのは、その評価、即ち室内試験、試験施工、追跡調査等に時間が掛かる事で、少なくとも5年以上の才月を必要とする。現在の様に、世界中の動きが、その日の内に我々の眼に、耳に届いてしまう時代ともなると、評価が終っていき使用おうとする時には、時代遅れの材料となってしまう。

私達の育った時代は、10年が一つの節目であったが、今は2～3年で一サイクルの世の中だとも云われている。となると、従来から行われていた評価方法によるのではなく、新しい見地に立って時間的要素と現場との対応をする事が必要である。

私達の生活面では、衛星放送により世界の情報が最短距離で届く時代ともなった。それ丈、私達の判断を速やかにしないと、世界の進歩に乗り遅れる。

かつて、道路は平坦で且つ安全に速やかに車輛が走行出来ることを目標にしてきた。そのため、私達は一生懸命、わだちばれ、すりへり等を起こさない材料を求め続けてきた。しかし、最近では、これに加えて、排水性舗装の出現により、私達の材料、施工方法を含めた開粒度アスコンに対する従来の概念は一掃された。舗装の分野でも、少しずつ変わって来ている事を示しているが、もう少し材料に対する判断を速めないで世の中の動きとギャップが出来るのではないだろうか。

つらつら考えるに、アスファルト舗装こそ材料の要素（化学的組成や物性）に支配されているものはない。

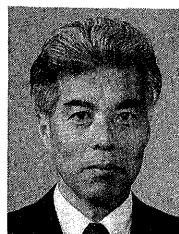
アスファルトは、人間の歴史に長く係わり合いを持ち、その性質は、他の材料に認められない素晴らしい特性を持っている。限られた資源を大切に使うためにも、その特性をより改善して使用することは、我々、人類に課せられた大きな研究課題であると信じている。

今年も又、飛躍の年となる様頑張りたい。

私とアスファルト

白 神 健 児

しらが けんじ
三菱石油㈱研究本部石油製品研究所主席研究員。昭和37年岡山大学理学部化学科卒。
勤務先：〒210 川崎市川崎区扇町4-1。
☎044-344-3149



§はじめに

私が初めてアスファルトに出会ったのは、会社に入社した昭和37年の6月、新入社員教育が終わって研究部（当時）に配属された時ですから、早いものでもう29年が過ぎようとしている。最近はず日のこともよく思い出せないが、この頃のことは今でもよく覚えている。

初めての仕事は触媒ブローンアスファルトの開発の手伝であった。最適な触媒の探索やブローイング原料の研究のため多数の試作実験を行った。本テーマはやがて製油所のブローン装置でのテストオペレーションに進み、触媒で配管が詰るなどの予せぬトラブルにも見舞われたが、無事国内で初めて工場製造に成功した。本製品は高性能アスファルトルーフィング製造用の原料として、年間数万トンの生産規模に達したのだから、今日思うとエポックメイキングなことで、この開発に係われたことは幸せなことであったといえる。

当時（昭和40年頃）の作業環境はどれも似たようなものであったろうが、相当に劣悪であった。京浜工業地帯は大気汚染が激しく、その中央部に位置する我が研究部は度々亜硫酸ガスに悩まされた。またクーラーが無いので夏期は非常に暑く、実験用の氷の塊をかじりながらマーシャルのハンマーを打ったものである。

しかしこの時期石油製品の需要増加に伴う販売部門強化の要請があり、私も昭和43年8月本社へ転出し、アスファルトの研究との縁が切れた。そして広島支店、次いで大分営業所へ転勤し、潤滑油の販売を担当することになる。

§ふたたび

昭和52年3月末の大分営業所の廃止に伴い、再び研究所へ勤務するようになった。そして上司の配慮で以前の経験の生かせるカラー舗装材の研究開発を担当することになった。カラー舗装材は石油樹脂を主原料にした熱可塑性バインダーで、ストレートアスファルトと同じように加熱混合式で施工するものである。またこ

れをベースにした乳剤の開発も行った。この新しい材料を下げて、北海道から九州まで各地の舗装会社を応訪したのは今では楽しい思い出である。

そして昭和56年再びアスファルトの研究を担当することになった。第二次石油ショック後、原油事情が変化し色々な原油が輸入されるようになったので、それらの原油からのアスファルトの製造や、当時普及のきざしのあった舗装廃材のリサイクリング用再生添加剤の開発、ルーフィング用ブローンアスファルトの品質改善などの研究を行った。

またこの頃から本協会の委員会に参加する機会を与えられたが、本協会の活動は他の石油会社の方々だけでなく、建設省はじめ土木研、大学、舗装会社等異業種の方々とも接触でき、色々な意味で非常に参考になった。今後ともこの活動には積極的に参加したいと考えている。

§これから

私のこれまでの会社生活を振り返ってみると、その大半の期間でアスファルトに関係している。今や黒いアスファルトが体に染み込んでいる気がする。

最近、アスファルトは木材に似ているのではないかという気がしている。木材は同じ樹種でも節の入り方が違っている等全く同じ材は無いともいわれている。アスファルトはそれほどではないがやはり天然物というべきで、原油によって微妙な違いがある。しかし未だその違いを完全に認識することは出来ていない。技術進歩の著しい今日、アスファルトの素性についても、もっともっとクリヤーにする必要がある。これは石油会社の研究員の責務であろう。

私のもう一つの希望は舗装・ルーフィングに次ぐ第三のアスファルトの大きな用途を開発することである。これは大変難しいことであるが、社会の新しいニーズに目を凝らして、粘り強く努力して行きたい。化石燃料ならぬ化石人間にならないよう、現状よりたとえ一歩でも向上したいものである。

アスファルト舗装雑感

陶山武彦

すやま たけひこ
グリーン・コンサルタント(株)
取締役業務第1部長。昭和
30年京都大学工学部土木工
学科卒業。
勤務先：〒104 東京都中央
区京橋1-19-11。
☎03-3563-6791



考えてみるとアスファルトもセメントと同様最初から舗装用を目的として作られた材料ではなく偶然の産物を基にして改良して作られて来たものであるから、要求される性状が場所によって異なれば、ある程度の不具合さがあるのはある意味では当然のことであるかもしれない。また時代の要求によって原油の中の必要成分を取り出すと residue であるアスファルトの性状が変化するのも同然のことと云えるかもしれない。したがって舗装用材料としてのアスファルトは今後も過去そうであったように要求に応じた改質が必要になりそれに関連する技術が開発される必要があろう。

そもそも私がこのようなことを考える様になった原因は昭和29年秋公務員上級職の面接日の前日に受験した民間舗装会社の試験に合格した事にあり、今ではこれが人生かと考えさせられるが、このためにアスファルトとお付き合い出来たことを幸いに思っている。

昭和30年入社当時最大のプラントが2000ヤードであったし人力によるアスファルト合材の混合や、松村式5トンプラントでワービットを施工したのも現在では懐かしい思い出となっている。

近代的なプラントとしては昭和36年名神第1期工事でのバーバークリーンの100トンプラントが印象に深いが、昭和44年には大阪万博前に同じ道路公団池田宝塚工区の舗装を施工させて頂いたことも良い思い出である。

しかし、最も印象に残るのは何と言ってもインドネシアの中部ジャワで計108kmの道路改良工事を35トンプラントを使ってアスファルトで舗装させて頂いたことである。いまだに1工事としてこの延長記録は破られていないであろうと自負している。

私自身は特にアスファルトそのものについて試験室で研究をした経験はないが、自分で施工する混合物については自分で配合設定をし、現場ではアスファルトの匂をかぎ、混合物の煙の色を見、混合物を握ってアスファルト量を調べ、敷きならした層を手で触って締固め温度を判断する経験が現場での品質管理に大きく

役立ったことを若い技術者に是非伝えたいものである。現場では、ややもすると決められた試験を決められた回数だけ行って数値さえ出れば品質管理を行っている
と錯覚しているのではなかろうか。品質管理は良いものを作ろうとする技術者の一つ的手段に過ぎないわけで、基本には「良いものを作る」心が常になければならないと思う。

現在 SHRP ではアスファルトそのものの化学的物性的性状についての研究も行われており、10月末にはロンドンで中間報告会が開催されたし、ほぼ2年後にその研究結果が発表されることになろうが、この30年ほどの間に国内で使用したアスファルトは随分変わってきたという感じが強い。第1次オイルショック後イギリスの誇るホットロールドアスファルトにある程度広い範囲で不具合が生じ、材料・配合について検討したという記事を読み、アスファルトの変化が世界的なものであることを感じたことを覚えている。

現在では、使用者がアスファルトを選ぶことは困難であり、製造者も原油を選ぶことが困難であろうから、交通量がなお増大を続けている今日、良好な性状の混合物を確保するためには今までとは違った要求が起こってくることは避けられないと考えられるし、その対策や技術開発が必要になってくるであろう。

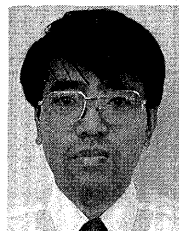
また最近は舗装の施工が完了すると直ちに日当たり数万台の交通が通過するようになったが（集中工事などは正にその例である）、交通開放後次第に交通量が増加する路線に比較して舗装の寿命が短いように思えてならない。昔から云われていたことではあるがまだこの問題についての実験報告あるいは論文を寡聞にして読ませて頂いたことはないが、是非将来取り上げられるべき一つの研究課題であろう。

アスファルトは舗装材料の主流として多くの人に親しまれてきたし、過去にそうであった様に今後も起こる問題が解決されて、21世紀になっても変わらずに舗装材料の主流であってほしいと考えるのは私一人だけの願いではあるまい。

舗 装 と 私

田 井 文 夫

たい ふみお
日本道路舗装技術部。昭和47
年名古屋工業大学土木工学
科卒。
勤務先：〒146 大田区多摩
川2-11-20
☎03-3759-4852



民間における舗装の研究・技術開発活動は、技術ポテンシャルアップに関するもの、新材料・新工法の開発、保有技術の改良などとこれらの活動を通じた人材の育成ということになろう。活動内容は基礎、応用、開発、期間的には短期、長期に区分されよう。これら区分によれば、昭和47年に日本道路㈱に入社後約13年間（東京工業大学の渡辺隆教授にお世話になった約3年を含む）の研究業務は、比較的長期な基礎、応用研究の範中のものが多かった。すなわち、アスファルト混合物の疲労、構造設計、流動によるわだち掘れ、温度ひびわれなどである。

入社して最初の1年半ぐらいは、舗装のことなど何も知らず、試験の時にしか大学に通わなかった人間が役立つわけがなく、約3ヵ月ごとに異なる研究テーマ、難易度が低く研究結果のまとめやすいテーマにつき、試験技術、データ整理の方法などと研究の仕方のごく基本的なことの習得に努めた。

初めて実施計画を立て研究したのは、各種アスファルト混合物の疲労性状の評価法についてであった。研究は冒険ではない、暗中模索は研究ではない、見通しを立てるためのトライアル、考えたことの実証のための実験といつもいわれたものである。既往の研究の文献調査から始めた。各研究者が用いている試験装置のタイプと制御方式、温度、周波数などの試験条件、疲労寿命の定義、試験にとりあげた要因と疲労寿命に及ぼす影響度合、各研究者の見解が一致している点とそうでない点、どこまで明らかにされているかなどについてである。TRR、NCHRP、AAPT、ミシガン大学の国際会議の論文などを調べたわけであるが、これら調査結果にもとづき実施計画を立てること自体が実に一仕事であった。また疲労という切り口からレオロジー、舗装の力学的な挙動、理論的な設計法へと間口を広げていくチャンスとなった。

さて、疲労試験であるが、信頼性があり検討に耐えられるデータを取るにはどうするかから始めた。棒状供試体に可能な限りダイヤルゲージを並べ、たわみ形

状から弾性体として取り扱えるか、載荷部のゆるみ対策、同じ試験条件で供試体を20回ぐらい試験し、必要最小供試体数を調べたことなどである。この頃、まわりから人も疲れる疲労試験とよくいわれ、当方、そのとおりですと東洋的神秘の微笑もサービスして答えた。

研究結果を要約すると、同じタイプの混合物であれば、スティフネスをパラメータとしてひずみと疲労寿命の関係を整理すると、混合物要因や外的な要因が変化しても疲労寿命はスティフネスの変化でほぼ説明できるというものであった。この研究では、舗装材料としての評価が中心で、舗装構造としての評価まで十分に行えなかったのが、力不足でもあり、心残りでもあった。

次に従事したのは舗装の構造設計法についてであった。国内外の技術基準類に示されている構造設計法について背景、路床条件、交通条件、材料条件、厚さの決定法などを調べた。AASHO 道路試験結果が各国に与えた影響、国によってCBR 評価時の含水条件が異なること、路盤の支持力を一定としその上の層厚を交通条件によって変化させる設計法、交通条件等によって路床の安定処理を取入れている設計法など各国の設計法を一応把握できたのは、技術者として1つのベースを形成する上で役立った。

民間で構造設計の力が特に問われるのは、特殊な荷重が載荷される場合などである。これらに対し、過去の実施例を参考にしたり、技術経験を拡張するための理論的な検討あるいは弾性計算を用いて対処している。

経験的な設計法から経験と力学的・理論的アプローチを融合させた設計法への展開を考えた場合、舗装材料の評価、外的な条件の設計法への取入れ方法など個々の舗装技術を総合化させていく必要があろう。また地道なデータの蓄積がさらに要求されよう。これらの延長線上のひとつにメンテナンスフリー舗装の設計法やそれに用いる材料が具備すべき品質レベルが見えてこよう。

21世紀まであと9年。

谷 口 豊 明

たにぐち とよあき
大林道路舗装技術研究所
MSCE。昭和53年日本大学
理工学部土木工学科卒。
勤務先：〒336 埼玉県浦和
市沼影2-12-36。
☎048-863-7787



過去・現在・未来

10年前（過去）

昭和55年11月、私が入社したのは今から10年前である。舗装とのかかわりが始まったのはさらにその数年前に遡る。阿部先生のご指導で卒業研究をすることになった。多層構造理論でアスファルト舗装要綱による設計断面の妥当性をチェックするというのがテーマであったように思うが、それ以上のことはあまり思い出せないでいる。要するに何も理解していなかったのだと思う。従って、書き上げたレポートも「何だか訳のわからないもの」として以後研究室の語り草になっているようである。この頃何故かアメリカへ行きたいと思うようになり、気がつくとイリノイ大で舗装を専攻していた。マーシャル試験、60℃粘度試験、FWD、大型回転式の舗装シミュレータを目の当たりにしたのもこの頃である。しかし、好きな映画に夢中になり過ぎたこともあり、何度か赤点の脅威にさらされたが、その都度何人かの先生が私の学力を真剣に心配し、救済して下さった。Thompson, Darter, Carpenter, Barenberg, Dempsey, Shahin の各先生にはこの意味で大変なお世話になったし、今でも彼等の名を報文の中に見つけると懐かしい気がする反面、もう少し真面目に勉強していれば良かったとつくづく反省する次第である。何とか無事日本に帰ってきてしばらく後、阿部先生に連れられてアスファルト協会の舗装研究グループに参加させて頂いた。学生時代の惨たんたる状況から考えると、これが舗装のかかわりの本格的なスタートだったと思う。

長所と短所（現在）

物事には必ず長所と短所があると思う。人間もそうである。また、長所より短所に目が向きがちなのも事実である。舗装を例にとると、材料・工法の長所・短所の量あるいは質的バランスは様々であるが、どうしてもこれを総合的な評価で良いものが優れるという見方をする人が多いように思う。舗装技術をメニュー（定食）化するのも大切であるが、客の注文に応じ

た一品料理も、嗜好を満足する点で長所を最大限に活かすことに通ずる存在感があると思う。混合物の配合（処方）を Recipe と呼ぶのもこの一品料理の発想のような気がしてならない。

しかし、この“混ぜ物”がなかなかやっかいな代物である。最近、アスファルト混合物に廃タイヤを粉碎したゴム粒子を混合した特殊な“混ぜ物”について研究している。ところが、これの骨材粒度、アスファルト量、ゴム粒子の粒度などの Recipe がいわゆる通常のものとは異なるというだけで、混合物としての素姓がはっきりせず、パニックを起しそうな有様なのである。とはいえ、素材の持ち味を活かしてどのような一品料理をつくるかは私自身の今後の楽しみでもある。

維持修繕時代（未来）

ドイツ（旧西ドイツ）の舗装率は既に99%に達している。ヨーロッパではこの他にも高い舗装率を達成している国々がある。わが国はまだ70%程度であるから、これらの国々の舗装業界がどうなっているのかは興味深い所であり、国情は異なっても、民間における舗装の研究活動のあり方を探る上で参考になるものも多いのではないと思う。SAMI やスプリットマスタックアスファルトなどは個人的に興味を惹かれるものである。わが国でもリサイクリングや改質アスファルトなど維持修繕に関する技術は多種多様にあるが、既設舗装の評価・診断から材料・工法の選定さらにはその経済性の評価までを含めたトータルなシステムとしての維持修繕技術が必要になる時代がいずれ訪れるであろうし、その時のためには個々の材料・工法の長所を最大限に活かすシステムに関する研究が必要ではないかと思う。

私と舗装とのかかわりはやっと10年を過ぎたばかりである。今後の10年20年を考えると、反省材料をこれ以上増やさないためにも、書き残した卒業研究レポートをできるだけ早く提出するつもりで………が今の心境である。

舗 装 と 私

丹 治 和 裕

たんじ かずひろ
㈱パスコ道路技術センター情報技術部長。昭和49年東京理科大学理学部数学科卒。
勤務先：〒227 横浜市緑区青葉台2-6-17。
☎045-982-1431



1. 舗装との出会い

私は、昭和49年に㈱パスコに入社しました。大学で確率論を研究テーマとしていた関係もあり、入社してからもコンピュータの利用をベースとした崩壊現象等のモデル解析や環境アセスメントの一環としての大気汚染シミュレーションモデルの開発等に従事していました。

このような私が舗装と係りを持つようになりましたのは、昭和52年頃からです。きっかけは、地方建設局の方から路面性状の予測ができないだろうかとの話があり、統計的手法で対処できるだろうとの上司の判断で私が担当することになったことからです。舗装については門外漢の私は、その日からアスファルト舗装要綱や道路維持修繕要綱さらには道路用語辞典との首っ引きの毎日が始まりました。T_A、CBR、材料、交通量等を説明変数とした予測モデルにチャレンジしたのですが、適合率の高いモデルが得られず悪戦苦闘したことが昨日のように思い出されます。

この経験から

- ①一見簡単に見えた舗装技術に如何に複雑な問題が内在しているか
 - ②解析に使用するデータの信頼性が如何に大切であるか
 - ③舗装の分野にいろいろな統計手法が応用できそうである
- という認識を持つようになりました。

舗装との出会いが強烈であったことから、何とかして舗装という「化け物」を料理してみたいという気持ちに駆られ、路面性状調査を主業務としていたセクションへ異動するとともに、本格的に舗装と取り組むことになりました。

2. PMSをめざして

舗装と本格的につきあい始めてから、予測式の開発、評価式の検討、データバンクの開発等の仕事をさせて頂いてまいりました。これらの仕事を通じて建設省はじめ各機関の舗装の専門家の方々と、さらには、当協会のアスファルト舗装技術研究グループに加えて戴き、大学あるいは民間の方々とお付き合いさせて頂くことができたことは、この上なく幸せなことでした。

現在舗装の分野では、PMS（舗装管理システム）あるいはPMMS（舗装維持管理システム）の確立が大きなテーマの一つとなっております。このテーマは私が今まで係ってきたものの集大成との認識を自分勝手に持っておりますので、この紙面をお借りしてPMMSの確立に向けての課題と考えていることを列記したいと思います。

①点検・調査の適正化

- ・巡回点検の明確化及びシステム化
- ・路面性状調査の適正化
- ・たわみ測定技術の確立

②評価・予測方法の体系化

- ・構造評価の確立
- ・利用者・住民サイドの評価の確立
- ・舗装寿命予測の確立

③優先順位・工法選定方法の体系化

- ・ライフサイクルコストの算定手法の確立

④維持修繕計画支援システムの確立

- ・長期修繕計画等のシミュレーションシステムの確立

⑤舗装維持管理データベースの確立

- ・PMMS用のデータベースの構築

⑥運用体制の確立

独断と偏見で列記しましたが、これらの課題に対処するには官学民のより一層の協力体制が必要ではないかと考えます。

これからの世の中は「女老外（ジョロウガイ）」の時代だと言われております。女性、老人、外国人を縮めたものですが、この言葉の意味するところは、「美しさ、安心、安全、わかりやすさ」がこれからの時代の代表的な価値観としてクローズアップされてくるということだと思います。当然のことながら、舗装にもこの価値観が入り込んでくるでしょうから、舗装の料理の仕方、味付も変わってくるものと思われます。私の能力の及ぶ範疇かどうか分かりませんが、気持だけは持っているつもりです。これからもご指導ご鞭撻をお願いいたします。

永遠の課題・供用性評価

南 雲 貞 夫

なぐも さだお
熊谷道路橋常務取締役技術
研究所長。昭和31年東京大
学土木工学科卒業。
勤務先：〒300-24 茨城県
筑波郡谷和原村小絹216-1。
☎0297-52-4751



1988年に始まった SHRP の途中成果らしいものを見聞する時期になった。アスファルトに関する SHRP のテーマは舗装供用性をベースにした規格作りであり、従来のアスファルトの規格に対する、供用性を反映していないという以前からの批判、指摘に対し、その回答がようやく得られるのかと思う。

建設省土木研究所の舗装研究室が赤羽にあった頃は研究業務といえば専ら室内の材料試験だったと記憶する。昭和35年に千葉に移転してからは大型の試験機が増え、現道上の試験舗装もいくつか始められた。昭和54年の筑波移転に際しては施設設備が著しく進展し、とりわけ無人運転の荷重車を備えた舗装走行試験場の建設は画期的であった。まず室内のシミュレーション装置として、スパイクラベリング試験機、回転ドラム型摩耗試験機、水浸ホイールトラッキング試験機、鋼床版舗装の疲労試験機などがあり、次いでより現道に近く、しかもコントロール可能な舗装走行試験場があって、さらに全国的な規模で現道上の試験舗装と供用中の一般道路舗装の観測が行われた。このように、室内の単なる材料試験と現道の供用性との間を有機的に連結する施設とシステムが、理論面は別にして筑波移転を契機に一応整えられたわけである。

官民の研究所は本質的には変るところがないと思う。しかし、最大の相違のひとつは、民では上述のような室内と供用との間隙を埋める現道も含む施設が一部の大企業を除けば皆無だということである。たまたま、さる特殊バインダーに関心をもち色々な評価試験を経て現道への採用の機会に恵まれた。しかし、予想に反し短時日に温度クラックなどを生じ、供用に耐えられなくなった。幸い道路管理者側の絶大な御理解を得て貴重なデータをうることができたが、このような事例はそう度々許されるべきものではない。バインダーの評価システムの有無あるいはノウハウも絡む個別の間

題かも知れないが、少なくとも標準的な在来試験法の範囲では適確な評価はきわめて困難である。そこで、現道の条件にできる限り近いシミュレーション施設が解決の近道を与えてくれるはずだと安易に考えてしまうが、そのような施設の存在は非現実的とも言ってよく、従前同様、現道への採用の機会をうかがいながらバインダーの供用性評価という解明困難な永遠の課題に取り組まなければならないのが現状であろう。

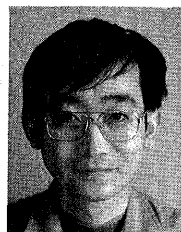
社会の多様なニーズは舗装材料と改質バインダーの多様性を産み、その開発を進展させた。改質バインダーの開発と選択に際して重要な供用性評価は研究課題というにはあまりに大きく、むしろ、絶えず念頭において知識の吸収につとめなければならない目標である。そして、改質バインダーと深い関わりをもつ排水性アスコンの耐久性向上を最近のムードに同調するように、まず当面の最重点課題として取上げなければならない。

次の課題は何かという課題の把握、選定が研究活動の一環であるなら触れておかなければならない。潜在ニーズの発掘、顕在ニーズの収集などを外部の情報に依存する以前に企業内数百の技術者の知恵を結集することをまず考慮したい。それは一種の提案制度であり、個々の職員のアイデア、ヒントが常時提供されストックされる。これらアイデア等はすべて開発委員会にはかられ、評価と選択が行われる。まだ十分軌道に乗った制度ではないが、個々のアイデアはいずれも興味深く、重要なヒントが隠されていることがうかがわれる。

これらアイデアから新技術へと結実するテーマを見出すのは至難であるが、新技術の開発をねらいながらあらゆる時代の状況に対応するため、また企業の宿命として業界の先行集団との差をできる限り縮小するための努力を微力ながら継続していかなければならない。

野々田 充

ののだ みつる
日本道路協技術開発部開発
第一課係長。昭和51年新潟
大学農学部農業工学科卒。
勤務先：〒146 東京都大田
区多摩川2-11-20。
☎03-3759-4854



舗装研究への夢を語ろう

1. あの頃の私は、

もう、あれから何年たっただろう。私はやっと会社へ就職し、特殊アスファルトの研究をしていた。新兵さんとマーシャル供試体を製作しながら、「あーあ、いやになっちゃう。世界では、人が月へ行く時代に、アスコンをタンパで突固め、俺はいったい何をやっているんだろう。」とそんな感慨を持って、漠然とすごしていた。また、その供試体を横からつぶし、わけのわからない安定度やフロー値の値を、何枚ものグラフに書き、得意げに理屈をこねまわしている先輩を横目で見ながら、「どういう頭の構造をしているんだ！横からつぶして何んの意味があるのか？」と、いらだっていた。科学的合理性や論理的整合性の善し悪しよりも、「経験だよ、データがない、実績がない、現実的でない。」という言葉に翻弄されていた。

ほんとうに、あれから何年たっただろう。今の自分は、今の新人達から何んとも見られているのだろうか？それなりにわずかな経験を積んだ分、自分にも多くの垢がついたのだろう。さすがにマーシャル試験にかりすることはなくなったが、いまでも心の奥にしこりが残っている。そして、少し先輩になった私は、彼ら新人達に何を話せるのだろう。

2. 夢を語ろう

我々の業界は、3K、5Kといわれ、若者に人気のない世界といわれる。しかし、先輩達の話には、若者と違い多くの夢を持って語る人に合うことも少なくない。いったいどちらが老人でどちらが若者かもわからない。単なる生理的な年齢が、人生の年齢を示すものではないのだろう。

このアスファルト誌の読者や筆者達（技術者）にとって、夢とは何んだろう。舗装技術者・アスファルト技術者にとっての“夢”は何んだろう。言葉に出すと消えてしまうような漠然としたイメージかもしれない。

3. 研究・開発の必要性

企業の寿命は、30年といわれている。これら世の中の変化を読み取り、企業体質の改善・補強をしていかなければ、その存続すらむずかしい。

このごろ新聞をにぎわしている米の輸入・自由化問題を聞いていると、土木業界のことではないかと危惧する。声高にいわれる海外との自由化問題の影で、本当に重大な影響を及ぼす国内の自由化問題が動いている点からも、農業問題と似た体質を感じる。

これらの中で人や企業が生き残っていくには、新技術の開発しかないのではないかと？そして、いかなる変化にも対応しうる体力をつけ、半歩先を進まなければ、夢も語れなくなってしまうだろう。

4. 先端的とは

研究の進歩が技術の革新をよび起し、結果として新素材・新商品が生れてくる。エレクトロニクスやバイオの世界では、3年経った文献は使えないという。急激な進歩がすすんでいる。

各企業が、この変化にいかに対応するか懸命な努力が払われている。しかし、単にエレクトロニクスやバイオを行なっている企業が先端ではない。現実の企業にとっては、手がけている内容・技術・商品が先端でないことには、意味はないのである。そこで“先端”についての判断は、むずかしいものになってくる。

我々の土木業界においてさえも、時代の変遷・価値の多様化によって商品も変わる。たまにヒット商品が出ても、鵜の目鷹の目で同業者が追随し、一方では、生活権を盾に新技術を排除する風土もある。

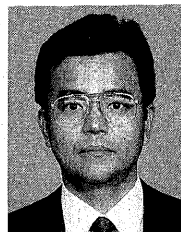
全く何を研究・開発テーマとするかは、むずかしい問題である。

5. 終わりに

いまだ自分の経歴や実績をふり返るほどの齢でもなく、力もない。そのため、いまだ迷い、言葉なく立ち止ってしまう。しかし、みなさんも大きな“夢”を語りましょう。夢こそ未来への原動力です。

野村 健一郎

のむら けんいちろう
大成道路舗装技術研究所。昭和49年日本大学生産工学部卒業。
勤務先：〒337 浦和市大崎264
☎048-878-1236



アスファルトの特性の実感

私が初めてアスファルトに触れたのは、大学4年の初秋に、研究室の片隅に置いてあった18リットル缶に入ったものをいたすらしした時である。缶の中の黒い物質を見て、コールタールかな?と思い、缶に貼ってあるラベルを見ると、ストレートアスファルト〇/〇(80/100と思うが覚えていない)と印字されていた。「これがアスファルトか、どれ触ってみるか」と指でつついてみた。この時の感触は、今でも指先に残っている。ゆっくり圧すとジワーともぐり、固いような、軟らかいような何とも妙な感触で数mmへこんだ。圧すのをやめて指を離すと、凹部に指紋が残っていた。翌日、中を覗くと、指紋がわずかに残りへこみが消失していた。

この時、授業での「歴青物等の結晶化しない物質は、温度領域によっては固体状でも、液体としての性質を持っている」の話を思いだし、常温下でアスファルトが液体であることを実感したことを記憶している。

その後入社してからアスファルトの性状試験、アスファルト混合物の性状試験、およびアスファルト舗装のフィールド調査等を行うこととなった。

今になって思えば、これらの経験を通して肌でアスファルト単体、および混合物の特性を、おぼろげながらではあるが感じる事ができたような気がする。

皆様にとっては、既知のものばかりで恐縮とは思いますが、自分で手を汚すことで実感できたものの中から、特に印象的なものをいくつか述べさせていただく。

○感温性を実感したもの

①引火点試験などでアスファルトを加熱すると、最終的には水のようにシャボシャボになるまで粘度が低下する。また、逆に脆化点試験等で温度を下げると、ガラス状の脆い状態になる。

②試験温度を変化させて曲げ試験を実施すると、曲げ応力が変化し最大値が存在する。また、曲げ応力が最大を示す温度(脆化点)付近を境に、曲げ歪みが大きく変化する。

○速度依存性を実感したもの

①定ひずみ速度で曲げ試験をおこなう際に、載荷速

度を変化させた場合、温度と曲げ性状の関係(脆化点)が、載荷速度が速くなると高温域に、遅くなると低温域にシフトする。

○応力緩和性状を実感したもの

①アスファルト混合物の熱膨張係数を測定すると、数十マイクロとセメントコンクリートより大きな値が得られるにもかかわらず、アスファルト舗装では目地を必要としない。

②温度応力の測定実験等の際に、供試体を設置した時点で歪みが生じ応力が発生することがあるが、放置すると応力が消失する。

○老化性状を実感したもの

①屋外に暴露したアスファルト混合物または舗設後のアスファルト舗装から、アスファルトを回収し性状および組成を確認すると、経時的な変化が認められる。

②老化の進行は、舗装表面付近で最も進行するが、表層のみならず基層以下の深部にまで達する。

以上に示すような基礎的な経験を基に、これまではアスファルトの改質、再生用添加剤の組成と再生効果、補修用アスファルト混合物の耐久性の向上、老化性状の評価手法等、主としてアスファルトをベースとした舗装材料に関する業務に従事してきた。

今後も、これまで同様に舗装材料に関する業務に従事していきたいと考えているが、舗装材料に要求される性能等を知るためにも、舗装の評価等他の分野に関し、一層勉強する必要があるものと考えている。

最後になるが、舗装材料中心で歩んできた自分に、弾性理論に基づく構造設計やPMSの知識等、様々なものを学ぶ機会を与えていただいたアスファルト舗装技術研究グループ(前グループ長：日本大学阿部頼政教授、現グループ長：北海道大学姫野賢治助教授)の存在を忘れることができない。今後も、このグループに多くの若い方々が参加されることを希望し、結びとさせていただきます。

舗装技術における 複合化について

野村 敏 明

のむら としあき
日産化学工業㈱技術研究所
主任研究員。昭和52年室蘭
工業大学大学院工学研究科
修士課程修了。
勤務先：〒329-04 栃木県
下都賀郡国分寺町柴272。
☎0285-44-7111



私が舗装に携わってからちょうど10年たった。この間、結婚、二児の父親、二度の転勤とそれなりの生活変化があり、また体力の低下とともにまわりの人から年寄り扱いされるようになった。一方、仕事面では年齢的、立場的に中堅扱いされる場合もあることから、今以上に舗装分野における技術の習得に努力をしなければならないと肝に命じているところである。

さて、ここで私の経歴を簡単に述べてみる。大学時代は化学工学を専攻してガスクロ、水銀ポロシメータ、比表面積計などの化学機器を使用し、メスピベットやメトラー直示天秤を用いて0.1mgまで計量するといった、今から思い出してもまさに化学的な実験を行っていた。大学を出てからは、某機械メーカーで機械設計・製図に数年携わり56年に現在の会社に入り以後アスファルトに関する研究業務に従事している。したがって、大学時代からの経歴は化学工学、機械工学、土木工学と移り変わり、それに伴い日頃取り扱う単位もmgからkgあるいはtonとなった。そのため近頃は、自分でも何が専攻で得意なのかよくわからなくなっている。

わが社は舗装材料メーカーということもあって、土木系と化学系の人間が混在している。そして、私がはじめてアスファルトに関する試験を行った時、そこでも土木的感覚と化学的感覚が混在した試験方法が多いことに違和感や戸惑いを感じたものであった。道路舗装技術は経験工学であって、経験と実績がものをいうといわれることがあるが、理論的に説明できるところは理論で、また土木と化学の分離と調和に対してけじめをつけることが必要と思った。しかし、現在ではまったくといってよいほどそのような疑問を感じなくなっており、その意味では私も舗装にどっぷりと浸ってきたと感じている。

また常日頃感じていることに、舗装分野においては機械化がまだまだ遅れているというのがある。たとえば、施工機械に合わせて材料を開発または材料特性を変更するとか、施工機械の開発が少ないため新しい工

法が生まれにくいとか、機械の自動化やロボット化が遅れている、といったことがあげられる。舗装は土木の中でも勢力(?)が小さいこと、小さな施工業者が多いこと、技術開発をしてもメリットが少ないこと、などの理由から機械開発も思うように進まないのだろうが、舗装における機械化はもっと積極的に推進すべき課題であるといえる。

あと9年で21世紀に入るが、今後の建設業界は、「高齢化」「成熟化」「多様化」「高度化」「国際化」「情報化」などがキーワードとなり、それに対応した技術開発が必要といわれている。舗装に限った技術開発についても同様であり、高齢化・高度化に対応した施工機械の自動化やロボット化、多様化に対応した新しい材料・工法の開発、情報化に対応したエレクトロニクスを駆使したシステム化・合理化などが一段と要望され進展させる必要がある。そして、それらのためには、土木、化学、機械といった個々の専門分野にこだわることなくこれらの組み合わせ、あるいはこれら以外の専門分野との組み合わせによる新しい複合化技術が特に必要と思われる。

私がアスファルト協会と接触を持つようになったのは、舗装技術研究グループの一員に入れさせてもらったからである。それまで、栃木の片田舎で改質アスファルトやアスファルト乳剤などの材料研究しか携わっていなかった者にとって、研究グループを通じて多くの機関のいろいろな分野の人々と接することができるようになったことは、非常に大きな特典を与えられたと感謝している。

また、途中3年ほど北海道支店に勤務して、現場の技術を少しは知ることができたこと、路面性状調査に基づく舗装の維持管理システムの開発を通じて総合的評価の重要性を感じたこと、などもよい経験であった。

以上のような経験を生かして、今後の舗装技術の発展に少しでも貢献できるように努力しようと思う。

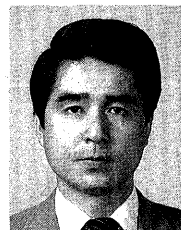
そしてこれから

羽山 高義

はやま たかよし
日本舗道技術部。昭和48
年信州大学工学部合成化学
科卒。

勤務先：〒104 東京都中央
区京橋1-19-11。

☎03-3563-6733



《入 社》

内定していたある大手食品メーカーを断って舗装の業界に入った。それほど会社だったかと言われれば、返す言葉もない。しかし、いまだかつてこの世界に入ったことを悔やんだことはない。

無論、この業界にも課題はある。若者の建設業離れや業界の前近代的体質が云々されている今日、これらの問題解決は、仕事を愛する者に課せられた大きな使命であろう。

《専 門》

あなたの専門は何ですかと問われた時、はっきり言って返答に困ってしまう。18年間も舗装の技術に関わっていて、これではまずいと思っている。

私は幸せなことに、入社以来、優れた先輩に恵まれてきた。こうした先輩は例外なく核となる専門、それも複数を持っている。そして、専門外のことで適切に対処できる。かつての上司の言葉を借りれば、こういう人を「 π 型人間」と呼ぶらしい。

すなわち、縦を深さ横を広さとするれば、ある分野について深い造詣を持った人を「I型」、加えて広く何でもこなせる人を「T型」、さらに専門を複数身に着けた人を「 π 型」という。

残念ながら、私はどれにも該当していない。しかし悲観はしていない。程度問題を無視すれば、どこかにあてはまる。浅く広くを取り柄とするのを「-（ハイフォン）型」とすれば、「I型」から「T型」「 π 型」を目指す手もある。

《出 張》

そんな訳で、人に誇れる専門もなく、言うなれば将棋の「歩」として生きてきた。しかし「歩」でも「ト金」になれるし、「王将」を倒せる夢もある。

「歩」は、色々な仕事をさせてもらえるし、色々なところに行かせてもらえる。

今までのところ、出張等で、国内41都道府県、海外8か国に行くことができた。振り出しの技術研究所では主として安定処理に携わり、試験施工や土質調査に

行く機会も少なくはなかった。しかし、サーフェスリサイクリング工法専任として本社配属となってから、出張の回数は激増した。平均2泊3日程度で本社/現場の行き来を繰り返し、全国各地をめぐり歩いた。今になってみると、この時の経験は自己の成長にとって大変為になった。

ひとたび出張すれば、本社の専門家として扱われ、私より知識も経験も豊かな人に判断を求められる。夕食の時酒を飲めば、現場の本音がチラチラと出てくる。優柔不断の態度を示したり誠意のない応対をすると、もはや信頼関係の芽生える余地はなくなる。

《技 術》

私は、短期間ではあるが現場代理人として工事に従事したこともある。だが、本質的には純技術の育ちであり、本当のところ現業の人の鋭い勘に一目を置いている。日夜第一線で頑張っている彼らの前では、身掛け倒しの技術はたちまち化けの皮が剥がされてしまう。

技術とは、理論の積み重ねではない。良いものを、より早くより安全に、そして経済的に提供する手段である。仕事を出す人も、仕事をもらう人も、皆んなが喜べる技術でないと伸びて行かない。私は、何時もこのことを肝に銘じておきたい。

《これから》

浅いとはいえ、これまでに色々なことをさせてもらった。土も、アスファルトも、少しばかりコンリートも。研究開発のハードばかりでなく、技術管理や技術庶務といったことにも手を染めてきた。しかし、私のやってきたことは、まだ幾つかの「点」に過ぎない。

私は「歩」であるから、これからどうなるかは分からない。しかし、舗装の仕事が好きである。案外、努力の報われる世界でもある。僅かではあるが自分のオリジナルを残すこともできた。笑われて出願した技術が特許になったりもした。この仕事を続けるかぎり、こうした「点」を足掛かりに、自分の幅を少しずつ広げて行きたい。そして深みも。

何れにせよ「歩」は一步一步進む。

転身（化学から土木へ）

原 富 男

はら とみお
福田道路(株)技術研究所 所長。昭和43年新潟大学工学部応用化学科卒。
勤務先：〒950-11 新潟県西蒲原郡黒埼町山田字砂川原。

☎025-266-7867



§ 1 舗装との出逢い

学生時代就職活動を始めるまで、舗装に関する仕事に従事するとは思ってもよらなかった。

「そろそろ就職先でも探そうか」ぐらいの軽い気持ちで教務室の求人票をめくっていた。当然のことながら、ほとんどが化学分野の求人である。中には機械系や電気系といった分野も含まれていたが、だいたい化学の必要性の判る分野であった。その中に1枚、まったく毛色の違った土木の分野からの求人が混っていたのである。主な職務内容の欄にアスファルト舗装に関する調査研究と書いてある。

なぜ土木で化学の卒業生が必要なのか見当もつかなかったが「きっと何か訳が有って募集しているのだろう」と以前から持ち合わせていた野次馬根性が頭を持ち上げて応募することにしたのである。会社を訪問し、面接の時にはじめて化学の卒業生が欲しい訳を説明してくれた。当時は道路の舗装率も低く舗装事業の伸びは大きく期待できるが、北陸では摩耗という問題から徐々にアスファルト混合物の改良だ改質だといって、ゴムや化学物質の使用が検討されていた。

「土木技術者にとってカメノコは見ただけで拒絶反応がおこりジンマシンがでてしまうので、今後舗装材料の研究開発を行っていくためには、どうしても化学に馴染める人が必要である」というのが理由であった。

よく「欲」がられる時に行くのが一番幸せ」といわれるが、それならまったく違った分野で生きるのも面白いじゃないか。という訳で今の会社に就職したのが舗装との最初の出逢いである。

§2 舗装のイロハを知る

期待と不安で入社して最初に勤務したのが新潟市内にあるアスファルトプラントの試験室であった。主な業務はアスファルトプラントでの品質管理と耐磨耗性混合物の研究であった。

プラントでの品質管理といっても初めてアスファルトに触れ混合物を造るのである。なにも判らずに舗装要綱を片手に配合設計を行ない、諸先輩達に教わりな

がら合材出荷と品質管理を行った。日常管理の中で最初につかつた問題はアスファルト量管理であった。プラントの計量値と抽出アスファルト量がなかなか一致しないのである。プラントの計量器のチェックを行ったり、ソックスレーや遠心分離機を使って抽出を行ない、焼却法で確認をしたり、虚紙のバラツキを調べたり、試料のサンプリングによる誤差を調べたり、あっという間に2～3ヶ月が過ぎてしまった。結論的には抽出試験は誤差の発生する要因が多いので、管理で使うには慎重に行なわないと混合物の代表値とはならないということであった。むしろ製造過程での計量管理の方が精度が良く思われた。(当時は印字記録は行なわれていない)

管理業務のあいまに耐摩耗混合物の研究を始めたのもこの頃である。当時の新潟地方は簡易舗装の仕事がほとんどで、その構造は35mmの密粒度アスコンの上に摩耗層として15mmのアスファルトモルタルを設けたワービット舗装であった。この摩耗層用の混合物の研究に取組んだのである。当時新潟県下に1台しかないラベリング試験機を使い、真夏でも防寒服を着て冷蔵庫の中で実験を行っていた。

又、時間を作っては、当時稲毛にあった建設省土木研究所舗装研究室および駒込にあった化学研究室で勉強させて頂いたことが今日の基礎となっていることは言うまでもない。

実験室内で舗装材料の研究を進めていても、その材料が実際に施工され、舗装体として評価を得るものでなければ意味がない。目的にあった舗装を作るには、材料の研究と同時に施工及び施工管理の把握も研究を進めるうえで重要なポイントとなる。

こんな考えから、次のステップとして舗装現場の施工と施工管理を勉強する機会を得た。主に高速道路での施工および施工管理を行ないながら、施工側から見た材料への要望、施工上の問題点等について勉強した。

以上のような経験が現在の研究活動の基礎となっているものと考えてる。

藤 田 仁

ふじた ひとし
日本道路協会技術部調査課。
昭和54年名古屋大学工学部
土木工学科卒。
勤務先：〒146 大田区多摩
川2-11-20。
☎03-3759-4852



言 わ た の 造 若

私が舗装を生業とするようになったのは、極めて安易なきっかけによるものであった。大学4年の秋、就職担当のS教授に相談に伺った時、教授は私に「全国区と地方区のどちらがよいか。」と問い、私は「全国区がよい。」と答えた。以下「君は高いところは平気か。」「暗いところに長時間いることができるか。」「長時間泳げるか。」と質問は続いた。これらに対する私の答えは当然「ノー」であり、その結果私の手元に渡された数十の会社案内の中にはいくつかの道路会社が含まれることとなった。その中で現在の会社を選んだのは端的に言えば会社案内が立派であったという、誠にお恥ずかしい理由によるものであった。学生時代、道路工学については植下先生の講義を受けたが、いい加減な学生であり、今から思えば本当にもったいないことをしたと反省している。

こうして日本道路協会に入社し、今年部署が変わるまで約11年間を技術研究所で過ごした。十年一昔、昨今では5年、いや3年一昔と言われるように、今から思えば入社当時と現在では確かに隔世の感さえある。そのころコンピュータは紙テープで動かしていたし、ワープロもなく報告書の清書で丸一日を費やしたことさえあった。ある意味では余裕があり、悠長であったとも言える。余裕といえば、入社したての私に与えられた仕事の一つに洋文献を和訳することがあった。もちろんテクニカルタームなど知るわけもなく、教育の為とは言え、非効率なことと言わざるを得ない。たとえばオーバーレイの文献の spring deflection など素直に「春期のたわみ」と訳せば良いものを何か意味があるのではと辞書をひっくり返して「そりたわみ」と訳すなど、真っ赤になって返却されてきたことを思い出す。これらの経験が後々役にたったことは言うまでもなく、今から思えば余裕のあった時期であったとうらやましくさえ思う。

本題に戻り、私のこれまでの研究であるが、入社して初めて携わったテーマは土質安定処理であった。土質安定処理の中でも特に石灰安定処理について、土中

粘土鉱物と添加剤の化学的反応を調べるもので基礎研究の位置づけであった。示差熱分析機やX線回折、IRといった機器を使用して研究を行った。石灰と土の反応性に影響する因子として土中粘土鉱物の種類とその結晶度が影響することや、複合して添加する材料として触媒的な役割を期待するならば溶解度が高いものが望ましく、また粘土鉱物の陽イオン交換性とも関連がある事などポゾラン反応のメカニズムにできるだけ迫ろうと試みたものであった。ASCEの文献などいくつか読んだことを思い出す。このように研究の第一歩が土を対象としたものであったことは、今から思えば、その後アスファルトを対象とした研究を行ううえでのベースとして有用であったと考えている。その後の研究テーマは、改質アスファルト、路上表層再生工法、熱硬化性アスファルトなど主としてアスファルト系材料についてのものであった。しかしながら、これらのほとんどが現場適用のための材料評価とカタログデータの収集であり、それはそれで意義があったと思うがこれらは日本道路会議などで発表したりしていることもあり、あえてここで特筆すべきものでもないように思われる。本特集の主旨に反するようで申し訳ないが、ある意味では、企業内研究の限界であるとも言えるのではないだろうか。

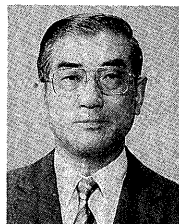
技術研究所に所属しながら、高速道路の試験主任として1年半ほど北海道で過ごした。自分が配合設計した混合物で道路ができあがるというのは、やはり魅力のあることであった。開通時の喜びもひとしおであった。自分の手がけた、あるいは関係した舗装の耐久性は非常に気がかりなものである。研究者というよりもむしろ技術者として、メンテナンスフリーへの挑戦というテーマを今後も持ち続けていきたいと考えている。

今の私が本当に技術者と呼んでもらえるかは、全く自信のないところであるが、企業に勤務するものとしては、たとえば各社が自信のある舗装技術を持ち寄ってのコンペといったものが行われなかと期待するものである。

舗装技術の魅力とPR

蒔 田 實

まきた みのる
日産化学工業㈱常務取締役
技術研究所長。昭和34年東
京都立大学理学部化学科卒。
勤務先：〒329-04 栃木県
下都賀郡国分寺町柴272。
☎0285-44-7111



舗装も3Kといわれ、若い人に嫌われているといわれている。舗装は本当に3Kなるが故に嫌われているのであろうか。嫌われているというよりも、将来進むべき分野として若い人の対象にされていないというのが真実で、その理由は3K以外にあるのではないかと考えられる。

戦後の荒廃した国土を再建し、経済大国といわれるまでに我が国を発展させてきた背景として、舗装事業の果たしてきた役割は大きい。舗装事業は、昭和29年に始まる第一次道路整備5ヶ年計画を創成期とすれば、その後の発展期を経て第十次道路整備5ヶ年計画を実施している現在は、成熟期を迎えているといえよう。一般に、事業の創成期および発展期には技術開発は盛んだが、成熟期には技術は安定し、これ以上の開発は必ずしも必要とされていないと考えられる。舗装事業は成熟期にあると考えられているだけに、技術はすでに完成し、もはやこれ以上の開発の余地はないと一般に考えられているのではないであろうか。

若い技術者の多くは、自分なりの力の発揮できる生きがいのある分野を求めているはずである。しかし、若い技術者に、舗装は技術的にも成熟してしまっていて、若い力を発揮する余地のない分野と考えられるとすれば、将来の進むべき分野として対象とされないのは当然である。

10年以上も前になるが、建設省土木研究所に在任中、新規採用者の研修での採用者の一人が、「行政職を希望したのに、研究所の研究職に配属されて不満です。というのは、ダムにしろ、橋梁にしろ、土木技術の主要な課題のほとんどは先輩達がすでに完成してしまっていて、私達がこれからの人生をかけるような課題は残されていません。」といていたことがある。私は、当時土木構造物の防錆防食の研究をしていたので、橋梁を例にとりて次のように答えたと記憶している。「確かに、本州四国連絡橋などの長大橋にいたるまで橋梁の

構造設計技術は、耐風性、耐震性といった近年の高度技術を含め、先輩達の研究で長足の進歩を遂げている。だからといって、今までの研究で橋梁工学がすでに完成しているとは思えない。何故かといえば、橋梁の設計寿命は50～100年で、このような長期の供用期間中には必ず塗装の塗り替えをしなければならない。構造力学的には極めて合理性の高い今の橋梁の構造は、腐食し易いと同時に塗り替え作業が極めて困難な構造となっている。設計寿命を50～100年として設計するのであれば、維持管理の点でも合理性のある構造であるべきである。真にあるべき構造とはどのようなものか、真の橋梁工学の確立はまさにこれからだと思う。」

この話を聞いて、この新人は何となく釈然としない様子だったが、一ヶ月ほどして「新たな気持ちで、研究に取り組もうと思います。」と元氣良く決心のほどを聞かせてくれた。

舗装事業はまさに成熟期にあるが、舗装技術は、今、新たな転機を迎えている。舗装のマネジメント・システムの開発をはじめ、排水性舗装など交通安全対策上有効な新しい舗装の開発、補修工事の頻度の少ないより耐久性の優れた舗装の開発、労働力不足を補う自動化施工システムの開発、さらには、都市づくり、町づくりに寄与する景観舗装の開発など、多様化、高度化する社会ニーズにいかに対応していくか、従来とは異なった、新しい観点からの新しい技術課題が山積している。

舗装技術の新たな展開には、若い技術者のフレッシュな力が期待される。にもかかわらず、若い技術者の舗装にたいする関心が薄いということは、舗装技術の現状、すなわち、舗装が魅力ある分野であることが、広く理解されていないということではないであろうか。若い技術者にたいする舗装技術の魅力の積極的なPRを期待する。

増山 幸衛

ますやま ゆきえい
世紀東急工業株式会社 昭和60年長岡技術科学大学大学院工学研究課修士課程修了。

勤務先：〒105 港区芝公園2-9-3。

☎03-3434-3248 (ダイヤルイン)



私の専門は？

入社試験での人事担当者と私の会話です。

担当「コンピュータは使えますか？」

私「ベーシックでならプログラムを組めます。」

担当「ソフト開発の仕事をしたいですか？」

私「コンピュータを道具として使うなら良いのですが、仕事としてソフトを組みたくはないです。」

入社して最初に与えられたテーマが、横断形状測定機のソフトの開発。

学生時代の専門が海洋拡散。いくつか提案されている式の妥当性を検討するため、模型実験で得られたデータを用い、自分でプログラムを組んでの解析。卒業したなら、コンピュータとは縁を切りたいと考えていた自分の目論見はもののみごとに覆され、毎日残業残業の生活。しかしながらこういう仕事が根っから嫌なわけではない。何だかんだと楽しみながら気がついたら入社して1年。その間2ヶ月程現場に出してもらったものの、高速道路での工事で、私の担当は規制と出来形の計測。直接舗装には携わず、最初の現場は終了。そしてまたソフト開発。

現場を知っていた方が本人の為になるだろうとの親心？から福島営業所への転勤。これで少しは舗装の仕事に携わることができるだろうと考えていたのが……

営業所での生活。最初の仕事は工場の外構工事。そして私の仕事は、駐車場の路床土のセメント安定処理から始まって路盤まで作ってさあ舗装、という時になって次の現場。こんな調子で私の現場生活は、農地改良工事、セメントコンリート舗装、高速道路の側溝の補修と、どちらかといえばアスファルト舗装は2次的なもの。本社に戻される直前にやっとという感じで何本かのアスファルト舗装の工事。

本社に戻ってから、技術部・技術開発課に配属されたが、これもあまりアスファルトを直接には用いず、どちらかというと機械を含んでの開発。

そんなこんなで過ごしている時、突然上司が帰社するなり一言。「アスファルト舗装の開放時間を早める機械を造るぞ」。アスファルト舗装の強制冷却工法につい

ては以前から検討していたものの、実機を製作するなどというのは寝耳に水。同僚と2人着手。基本構想の確認と基礎実験に2週間、部品調達に1ヶ月、機械の組み立てに2週間、上司の一言から試作機の完成までしめて2ヶ月！。

因果なものである。学生時代の専門が海洋拡散。今回のテーマが熱の拡散。物は違えど基本式は同じ。学生時代偏微分の式を見るたびに気分が悪くなったこの私が、なぜまたしても鳴門巻(θ)に悩まされなくてはならないのか？ そんなことを考えながらも、結局私のテーマ(強制冷却作業の、オペレート支援システムの開発)として、当分縁が切れそうにない。

そして私の現在のもう一つのテーマは、舗装の自動化である。これは(財)先端建設技術センターの扱っているテーマの一つであるが、委員会に所属している私の上司が出席できない場合が多かったため、代理で私が行っているうち、テーマとなってしまったものである。

舗装業者である以上、もっと舗装技術について勉強をしたいと思っている。とりわけアスファルト舗装は学術的にもまだまだ広がる余地があるので興味をそえられる。しかしながら現状はむしろ、機械的な、またはコンピュータに係わる仕事が多くなってきているし、技術開発を行なう以上、今後その傾向は益々強まると考えられる。

ただ、私は現状に不満なわけではない。むしろ自分の立場を感謝している。委員会や勉強会を通して、機械関係の人、技術関係の人と幅広く意見交換の場をもてるとし、それだけ自分の世界が広がってきていると思う。

「あなたの専門は何ですか?」「私の専門は全てです。機械関係、施工関係、試験関係、舗装に関すること全てです。」今後実体験を通してこう言えるようになりたい。

夢は大きい方がいい。しかし今はとにかく自分の目の前のテーマをこなすだけ。実現できるでしょうか?

松 野 三 朗

まつの さぶろう
佐藤道路㈱。常務取締役技
術研究所長。工博。昭和28年
金沢大学土木工学科卒。
勤務先：〒101 千代田区岩
本町1-6-3。
☎03-3862-1300



私のスライドアルバム

目から鱗が落ちるといことは人生の中でもそれほど多くあることではない。故豊島修さんのスライドアルバムを見せていただいたのが、その少ない機会の一つであった。豊島さんは海岸の離岸堤がご専門で、建設省の海岸課長から、土木研究所の赤羽支所長をされた。当時私は企画課にいた関係で専門分野の違いをこえて、親しくお付き合いをいただいた。たまたま見せていただいた、支所長室の中型のキャビネット一杯に入ったスライド群は圧巻であった。若いときから出張で全国の海岸を見て廻られる度に、克明にスライドを撮り、マメに整理しておられた。次の機会に同じ海岸を廻られる時には以前に撮ったスライドを事前に見て行かれる。“この海岸のここには5年前に松の木があったでしょう。どうなったのですか”という質問に役所の方は異動で人が変わっていて答えられない。地元の村長さんが答えるのだが“どうしてそんなことを知っておられるのですか”と逆に不思議そうに質問されたそうである。スライドを見せていただいた時、土研に既に20年近くいながら、これまでどうしてこのようなことをやらなかったかが悔やまれた。

それまでは、写真といえば外国に行ったときに撮るくらいなもので特に興味がなかった。しかし考えてみれば、立場上いろいろ面白い舗装技術や舗装の破損現象に立ち会って来たのだから、もしそれらをスライドアルバムにしておけば、かなり貴重な資料、財産とでも云えるものとなったに違いない。20数年前に鴻巣バイパスのアスファルト舗装にひびわれが入ったというので、竹下春見さんと見に行ったことがあったが、今から思うと“わだち割れ”の走りであったような気がする。しかしもはや証拠は何もない。貴重な経験をわざと捨てていたようなものである。それでも目から鱗が落ちた以上、残りの人生で少しでも納得のいく、自分なりのスライドアルバムを作って見ようと決めた。

以来15年あまり、私のスライドアルバムも約8000枚を数えるまでになり、年々500枚以上が増えていく。写真の方は、自分のイメージのものがとにかく写っておればよい、という主義で通している。以前はいわゆるバカチョンカメラで撮っていたが、最近では中高年のバカチョンといわれるAFカメラを愛用している。100キロ以上の高速で走る車から1/1000秒以上でわりと鮮明

な道路の写真が撮れることや、マクロレンズで路面の接写が容易になったことなど、素人には有り難い世の中になったものである。

数多くのスライドの中にはいろいろなものが含まれているので、舗装の写真として人前に出せるものは1割にも満たない。舗装の写真といっても、材料から、試験、施工、破損、補修などいろいろな分野がある。アメリカのポルトランドセメント協会（PCA）が頒布しているスライドアルバムは、これらの全ての分野にわたっているが、個人の力では到底そこまではできない。私の場合には主に破損形態を中心にしている。今でも暇があれば、目星をつけておいた近所の破損した舗装の写真を撮りに出かける。表面からの破損の状況を撮ったものが多く、その原因までも分かるものが少ないのは残念であるが、しかし10数年も舗装の破損状況を撮り続ければ、それなりに一つのストーリーが出来上がってくる。破損の形態としての分類には役立つデータが含まれているものと確信している。

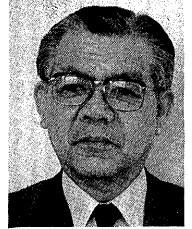
中には多分他の人にはない、幾つかの私の宝というようなスライドもある。65年前に施工された舗装、Dクラックなど。現在は主としてわだち割れに興味が集まっている。いささか先入観に捕らわれ過ぎかもしれないと反省はしているが、その時々には自分の興味のあるものが主になるのは止むを得ない。アスファルト混合物の典型的な剝離、鋼床版舗装のひびわれ状況など、以前には多くのシャッターチャンスのあったものが、スライドを撮り始めてからはなかなかチャンスに巡り合わないというような場合もある。また昨年オレゴン州で見たアメリカの透水性舗装などは、知識の不足から詳細に撮ることをしなかった。折角のシャッターチャンスを逃した苦い話の方が多い。

要するに舗装はまだ経験による部分が多く、技術の結論である破損現象を子細に観測記録することが、私はPMSの手始めと考えている。派手ではないが、有用ではある、と信じてスライドを撮ってきた。それが直接役に立つかどうかは別として、若い研究者の方々に、物の見方の一つを示すものとして受け取っていただければ幸いである。

一技術者と品質管理

山下 弘 美

やました ひろみ
日本道路協取締役技術部長
兼技術研究所長。昭和33年
日本大学大学院工学研究科
修士課程修了。
勤務先：〒146 東京都大田
区多摩川2丁目11番20号。
☎03-3759-4811



出会い

舗装との出会いは、谷藤正三先生の紹介で建設省土木研究所道路研究室の井上静三さんをお尋ねした時である。それは「歴青剤による砂利道の安定処理」の実験のお手伝いをし、井上さんの指導のもとに卒業論文を書くためである。昭和30年5月であった。その翌年、松野三朗さんが同研究室に着任され、同テーマを担当されることになった松野さんの指導をうけることになり、舗装から離れられなくなった。当時の同研究室には、岩間滋さん、田中淳七郎さんなど後の舗装界をリードした錚々たる先輩達が在席されており、全く幸運な場所での舗装との出会いであった。

創 設

谷藤さんから日本道路協で研究所をつくる。井上君が行くが、君も手伝ってはどうかというお誘いがあったのは、昭和32年の夏であった。日本道路協の技術研究所が発足したのは、昭和33年7月であった。職員は井上所長以下11名で、その中5名は土木研究所から井上所長と一緒に移った職員であった。

昭和33年は請負方式による舗装工事が定着し、施工管理も業者が行う体制が整いつつあった時期であった。

調査と品質管理

発足時の時代背景もあり、創設時から工事のための事前調査と品質管理のための試験で忙しい日々が続き、小さいが活気にみちた研究所であった。現場の要請により土質調査、配合設計などをこなしていくうちに現場にも品質管理の意味が徐々にではあるが理解されるようになった。このような経緯から生まれたのが、後にアスファルト舗装要綱に採用されたアスファルト混合物の骨材配合比決定法であり、ソックスレー抽出法であった。骨材配合比決定法は、第一線の工事職員からの強い要請で開発された技術であった。

現場対応の試験業務の合間をぬって、Foamed Asphalt による砂利道路の安定処理の研究がなされた。

土研での歴青剤による安定処理の流れの研究課題であった。条件さえ整えば関東ロームの安定処理も可能となった。この技術は後に拡がりをみせ、アスファルト舗装要綱にも採用され、現在も当社の得意とする技術の一つになっている。名神高速道路の工事が始まった。それまでに修得した品質管理技術の集大成を目ざして所長と一部の職員を残し、大部分の職員が施工管理部隊としてその現場に乗り込んだ。現場には、土研で御指導を仰いだ田中さんが中心的な存在として活躍されていた。この現場ではセメント安定処理のセメント量管理の合理化をめざして、滴定法によるセメントの定量法を提案した。高橋敏五郎さん、田中さんの指導を得て、この定量法でセメント量の管理を行うことが許され、管理の合理化を進めることができた。この試験法は後にセメントコンクリート舗装要綱に採用され、全国的に普及した。以上は、我が国の舗装工事に品質管理が導入され、定着するまでの舗装業者の一技術者の対応の流れに絞って紙幅をつめたが、いずれの場合も実戦で感じた不便さ、非合理性の解消のための行動であった。

これから

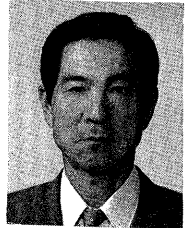
現在の品質管理体制は、ほぼ昭和30年代に形成された。舗装をとりまく環境、舗装工事の形態も変わりつつあることから、現在の品質管理体制では実状にそぐわなくなりつつある。これを解決するには昭和30年代がそうであったように技術者自身が現場に身をさらし正確な生データを得ることから始めなくてはならない。机上で解決の鍵をつかむことは困難であろう。

近い将来、舗装工事にも情報化施工が導入されるであろう。それまでに、我々はどんな準備が必要であるかを早急に考える必要がある。舗装業者にとっては、新材料、新工法の開発にも増して、品質保証を確実にするための品質管理の研究は重要であると思っている。舗装工事の自動化さらに情報化施工への円滑な移行のため準備の一端を担うことができれば幸いと思っている。

舗装技術ひとすじ

山之口 浩

やまのくち ひろし
日本舗道技術部長技術士
(建設部門)。昭和34年熊本
大学工学部土木工学科卒
勤務先：〒104 東京都中央
区京橋1-19-11。
☎03-3563-6733



キャッチボールの球

これまでをふりかえるとき、思い出すことがある。入社2年目の春、当時廻っていた関西地区の現場から呼び戻されて、今度は、所属の本社と研究所を行ったり来たりさせられた。今でいう技術開発（当時こんな言葉はなかった）のための試験と研究を、“やれ”という本社と“出来ない”“やっても無意味だ”という研究所の間であたかもキャッチボールのボールのように往復した。勿論経験皆無の新人には自分の意志など通しようもなかった。そんな中で直属上司であった中島業務一課長（現日鋪建設社長）には、「やるのはお前だ、研究所の意見は字引に書いてあることだと思って聞け」「むしろ思いつきを大事にして、どんどん進めろ」と励まされた。その言葉は何よりストレス解消になったし、又その後の私の道すじをきめることにもなったと思われる。「思いつき」にこだわったり¹⁾、調査研究等舗装技術ひとすじに、この分野に関わっていくことになったのもこの時のことがきっかけになっているといえよう。

選ばれし我ら日鋪名神特工隊

キャッチボール時代を1年程過ごして、昭和37年から本格的に始まった名神高速道路京都一高槻間舗装工事（略称P₃工区）に従事した。本邦初のハイウェイを建設するということで心躍った。当時何かにつけて仲間達と現場事務所の歌（当時事務主任西村一男氏作詞作曲）を歌った。

一、東は伏見 西は高槻
天王山麓 淀の河原
夢の道路の 完成に

選ばれし我ら 日鋪名神特工隊（特殊工事部隊）

二、遠く妻子と 別れ来て
朝に夕べに 星を頂き
夢みる道は 高速道路

選ばれし我ら 日鋪名神特工隊

独身の我々は、妻子のところを彼女とよみかえて声を張りあげたものである。この頃は、雨が降ると朝から仕事は休みとなったが、トタン板に落ちる雨音を思い出して今でも雨の朝は仲々起き上れない。そして仕事の方（試験室担当）でもよくやった。つまり「思いついた事を進める」を大いに実践した。この時の成果の一つは、共通

仕様書で一律に規定されていたアスファルト合材の混合温度を変えて貰ったことである²⁾。アスファルトの粘度－温度関係を示唆してくれたのは当時シェル石油㈱アスファルト部長であったC・D・ハリス氏（現当社海外技術顧問）であったが、これをヒントに悩まされ続けていた混合物の剥離現象の問題を解決した³⁾。

研究所の時代のこと

名神高速工事の二つ目の現場（関ヶ原，P₉工区）従事の途中から技術研究所転属となった。かつてのキャッチボールの球を今度は仲間として迎えてくれた。先輩や後輩に恵まれ、その後本社技術部へ移るまでの9年間何でも思いつくままに多くの試験や調査研究をやった。現場の経験も持って、舗装技術がわかりかけてきた時なのでよく勉強もした。暫くして結婚したが、仲間達と家に帰って何時から始めるか（勿論勉強を）ということを経たりしたものである。トルコ風呂式剥離試験⁴⁾をはじめ多くの独創的(?)な試験法も考案したが、何よりも名神高速道路の追跡調査⁵⁾や首都高速道路の現況調査⁶⁾等、我国で最初の舗装調査を手がけたことが自慢でもあり、且、現場と理論を対比することが出来たことで何よりの勉強になった。

これからに向けて

若い日の時間的なゆとりや、自由な立場の中で、進取の氣に富んだ師の薫陶をうけて、小さな思いつきを更に現実的に組立てていこうとした事が今日の自分自身の基盤にもなっていると思う。厳しい時代に向けて、これからの若い人にも自分の職歴（キャリア）は自ら設計していくことが益々重要になっていくだろう。

注1) 忘れられぬこと、「思いつき」のあれこれ、道路建設，1989.4

2) 田中淳七郎，名神高速道路のアスファルト舗装について，別冊アスファルトNo.6，1963.11

3) 関勇三郎ほか，マーシャル試験によるアスコン合材の水浸安定度に関する実験，道路建設，1963.6

4) 山之口浩，アスコン合材の耐水性試験の検討，第9回日本道路会議論文集，昭44.

5) 金谷重亮ほか，名神高速道路舗装調査(1)(2)(3)舗装 Vol 3，No.4,7,8，1968.

6) 西野祐次郎ほか，高架橋の舗装現況調査と補修の考え方，道路，1971.8

研 究 雑 感

吉 兼 亨

よしかね とおる
大有建設(株)取締役技術本部
長兼中央研究所長。技術士
(建設部門)。昭和29年名古屋
工業大学(短)土木工学科
卒。勤務先：〒454 名古屋
市中川区十番町6-12。
☎052-653-4665



舗装の再生に首を突っ込むようになった契機は、1971年(昭和46年)にカリフォルニア州サンフェルナンドで起きた地震で被害を受けたハイウェイのジャンクションの復旧工事を見たことである。現場附近は丘陵地帯で人家もなく、廃棄物の捨場の確保も、緑化などの環境保全対策も施し易い谷間が広大な地域に点在していて、まず捨てることに誰もが疑いを抱かない状況下にありながら、解体したコンクリート構造物や、舗装の廃棄物を、現場プラントで破砕し、再生路盤材やリーコンクリートの骨材として舗装の復旧工事に用いていたことに大きなショックを受けた。大きなジャンクション近くの直下型地震であったため、構造物はもとより舗装も大きな被害を受けたもので、廃棄物の量も数万トンにも達していた。ともかくも、資源、環境の面で何も困らないところで、このような再生が行われていることに心を奪われた。何かという要綱だ、指針だ、標準仕様だという思考とは別の世界がそこにあった。これこそ自然に調和した建設工事であろうと痛感し再生への道を歩むこととなった。

その直後、第1次オイルショックに見舞われた時にはサンフェルナンドのショックが再び激震のように蘇ってきた。それを機にアスファルトプラントの省エネ化を図るべく、再び米国を訪れたところドライヤードラムミキシング方式により、省エネ、省資源混合物や再生アスファルト混合物が用いられていて、その対応の速さに目を見張るものがあった。省エネ、未利用資源の活用1例を挙げると、最大粒径2mm、0.075 μ 通過分25%位の砂質土に、5mm程度の豆砂利をわずか20%程加えたのみでアスファルト量4%の加熱安定処理混合物が作られていた。混合温度は120℃程度、水分を1%程度残しているのがミソとのことで、乾式サイクロンのみで粉じん問題もなく、黒々とした混合物で締固め性も良かったのを憶えている。これこそローカルマテリアルの活用の良い例と云えよう。

勿論、今のところわが国ではこのような混合物を作

る必然性はあまりなく、それに比べれば全く比較にならない程よい材料が容易に入手できるので、舗装材料についても贅沢を云っておれる幸せな国である。しかし、わが国でも骨材資源の枯渇は卑近な問題となってきたので、未利用資源の活用や、再生利用の技術の開発はもとより、それらが利用され易い環境作りも考えて行かねばならないことと思う。

話が少し外れたが、ドラムミキシングの面白さに惹かれ、省エネと再生とを目標に昭和48年頃からミニプラントを建てて実験を始め、関連技術として連続式のアスファルトプラントとしては初の自動連続重量制御システムの開発を図るとともに、定置式の連続プラントには不可欠のホットストレージサイロにおける劣化防止技術も開発し、国内はもとより海外特許まで得た。ドラムミキシングプラントで新材の混合も行う草分けだっただけに、ドライヤ内でのアスファルトの劣化と、混合物中の残留水分に対する質問をよく受けた。開発の段階でも、計量及粒度管理と併せてこの点は重視して開発し混合直後の試験でも、バッチプラントに比して何ら遜色がないどころか、針入度の低下率はむしろ小さいことを確認していたが、ドライヤ内での混合状態、水分、針入度の変化が知りたく、実プラントの製造中にドライヤとバーナを停止し、消防服に身を固めた研究員数名がドライヤの中に飛び込みサンプルを密封容器に入れて持ち出してくる離れ業は、未だにそのデータを説明する度にその時の苦勞が思いやられる。

その後、ドラムミキシングプラントの粒度管理用として設備していた大型のコールドスクリーンに代わる、自動粒度管理装置を開発設置したことにより、計量及温度管理までを含めた、アスファルトプラントの全自動配合管理システムを完成した。この間15年に亘るが、加熱水蒸気を利用した加熱アスファルト貯蔵装置に第一号の、更に自動粒度管理装置にも再び建設技術評価制度による大臣評価を得たことは研究開発に携わった一同の大きな励みともなっている。

舗装文献との戦い

吉村 啓之

よしむら ひろゆき
前田道路舗装技術研究所第一
研究室主任。昭和54年千葉
大学理学部地学科卒。
勤務先：〒243-04 神奈川県
海老名市杉久保279。
☎0462-38-2233



早いもので、舗装業界に足を踏み入れて11年が経過した。いつも前だけを見て歩くことを心がけているのだが、この紙面をお借りして、ちょっとだけ後ろを振り返り向いてみることにする。

昭和54年に入社すると同時に、技術研究所に配属され、舗装との格闘が始まった。そのころ、当時の所長から「広く深く学べ、何にでも首をつっ込み手を汚せ、すべてのことをマスターできるようにせよ」というアドバイスをいただいた。所長の言葉には経験からくる重みを感じられ、思わずうなづいてしまった記憶がある。

入社2年後にこの言葉に近いことを実践することになるとは夢にも思わなかった。私に次のような課題が与えられた。舗装関係の雑誌、論文集のインデックス作りをやれというものだが、自分の業務以外の空いた時間にやるという条件がついているのである。あまりの無理難題で面食らったが、取りあえずやってみることにした。作業の内容は、論文にインデックスをつけ、インデックスごとに分類された台帳に論文名などを記入するというものである。すなわち、あるテーマの文献を探すときはインデックスのリストから検索するインデックスを選び、そのインデックスに相当する台帳のページを見れば、文献をもれなくリストアップできるというわけである。最初は論文のタイトルから判断してインデックスをつければよいと簡単に考えていたが、タイトルが本文の内容を的確に表わしているとは限らず、中にはタイトルから中身を全く類推できない論文があることに気づき、目の前が真っ暗になった。結局、論文全体を読まなければならないことになった。しかし、舗装に関する知識の欠如している者が舗装のプロの書いた論文を読んで理解できるはずがない。そこで、わからないところは先輩、上司に聞いて疑問点を解消して勉強を続けていき、おおよっぱな知識を吸収しながら、インデックス作りに精を出していった。研究所には過去に先輩が作った台帳があったので、私はそれを引き継いだことになるが、ある程度作業が進

むと、余裕が出てきたため、すでにインデックスがつけられた論文まで手を延ばして再分類してしまった。この作業は約3年程続き、昭和35年前後から昭和59年までに発行された舗装に関する文献を一通り読むことができた。これは私にとって大きな財産になった。その間、研究業務の一環として、いろいろな試験も汗水たらして体得し、期間は短かったが、現場での実務も経験させていただいた。経験していないところを文献による知識でカバーすることによって、所長のいわれた幅広く、片寄りのない舗装の知識を一応得たのではないかと自分なりに評価している。

しかし、このころから台帳に記入していく方式では、キーワードの修正、細分化がむずかしいなどの問題点が目につきはじめ、パソコンを利用したデータベースで検索することを検討し、実行に移した。しかし、これも与えられた業務以外の時間を見つけて行うという制約がついたため、なかなかはかどらない。しかも、研究所での本業の方が忙しくなってきたため、空いた時間も少ししかとれず、いまだに完成していない。作業は現在も引続き行っており、さすがにデータの入力だけは若い研究所員に頼んでいるが、キーワードの設定は、まだ私が行っている。だれもが使える検索システムの開発をめざしているが、一人で作業を進めると、私だけのデータベースになってしまうので、それを回避する方法を模索しているところである。

最近になって、アスファルト協会の舗装技術研究グループで海外文献のデータベースの開発が行われた。このデータベースのキーワードは体系的につけられているので、取り入れたいと考えているのだが、慣れ親しんだキーワードを捨てるには大きな決断が必要で、今まで使ってきた他の所員にも迷惑をかけることになり、どうしたらよいか悩んでいる。また、現在のシステムではタイトルなどの収録データをディスプレイに表示し、プリンタに印字するだけなので、本文を全部光ディスクに収めて、瞬時に必要なページを検索できるシステムの構築案をあたためているところである。

アスファルト舗装工学を目指して(3)

かつて外国の調査団に「信じられないくらいにひどい」と言わしめたわが国の道路も、現在ではその延長は110万kmにも及び、全道路交通量の70%近くを受け持っている都道府県道以上の道路ではその過半に舗装が施されるに至っている。未だに整備、舗装が行われていない道路の改良と併せて、これらの社会基盤を有効利用する方策の確立が急務であることは論をまたない。世界的に見ても、FWD (Falling Weight Deflectometer) による既設舗装の支持力の評価方法およびこれを用いた維持修繕方法の確立や、既設舗装の機能的な評価方法およびこれに基づいた PMS (Pavement Management Systems) などの管理、運用面への関心が高まりつつある。

当アスファルト舗装技術研究グループでは、このような背景をふまえて日本道路㈱の藤田さんをリーダーとする班が舗装の維持修繕を主な研究テーマとしており、舗装のオーバーレイの設計方法について研究を重ねてきた。その成果がまとまったので、今回ここに報告をしていただく運びとなった。主要な各国のオーバーレイ設計方法を詳細に検討して紹介していただくと

同時に、具体的な例題を用いて詳しいフローと、各国の設計方法を比較した結果をまとめていただいた。内容が豊富で作業量も膨大なため、6人のメンバーが分担して執筆をした。あとがきで「新鮮味がなくて残念である」と謙遜されているが、たいへん立派な価値の高い資料だと思う。

新年を迎え、研究グループの活動も発足以来2年半が経過した。ややもすると中だるみをしかねないところであるが、全メンバーともますます志気盛んで、立派な研究成果が次々にまとめられていく。その活力は驚くばかりである。これほど若く活動的な舗装研究グループの存在は極めて貴重であると思われる。発足当初はお初対面であるせいもあって何かよそよそしさが感じられたものであるが、紅一点女性メンバーも加わり、また研究活動のあとの寄り道もなかなか活発なようで、近ごろはとてもお互いにとっても良い雰囲気で打ち解けあっている様子である。

本年もよろしくお願い致します。

(姫野賢治)

アスファルト舗装技術研究グループ名簿

* 姫 野 賢 治	北海道大学工学部土木工学科	*グループ長	* 班 長
石 井 広 明	世紀東急工業㈱技術研究所	竹 井 利 公	熊谷道路㈱技術研究所
泉 秀 俊	日本舗道㈱技術部技術第二課	田 中 耕 作	鹿島道路㈱技術部
伊 藤 邦 彦	大成道路㈱技術研究所開発研究室	田 中 輝 栄	東京都建設局道路管理部保全課
伊 藤 達 也	日瀝化学工業㈱技術研究所	** 谷 口 豊 明	大林道路㈱技術研究所施工研究室
梅 野 修 一	運輸省港湾技術研究所滑走路研究室	富 田 弘 樹	日本舗道㈱経営企画部企画課
榎 戸 靖 暢	日本道路公団建設第一部建設第一課	野 村 健一郎	大成道路㈱技術研究所開発研究室
岡 藤 博 国	世紀東急工業㈱技術部技術開発課	野 村 敏 明	日瀝化学工業㈱技術研究所
笠 原 彰 彦	日本舗道㈱技術研究所第二研究室	八 谷 好 高	運輸省港湾技術研究所滑走路研究室
金 井 利 浩	鹿島道路㈱技術研究所	** 藤 田 仁	日本道路㈱技術本部技術部調査課
神 谷 恵 三	日本道路公団試験所舗装試験室	増 山 幸 衛	世紀東急工業㈱技術部技術開発課
菅 野 伸 一	常盤工業㈱技術研究所	** 南 沢 輝 雄	㈱バスコ道路技術センター情報技術部
久 下 晴 巳	日本道路㈱技術本部技術研究所	** 峰 岸 順 一	東京都土木技術研究所舗装研究室
小 笠 幸 雄	大林道路㈱技術部技術課	村 山 雅 人	東亜道路工業㈱技術研究所
小 林 孝 行	昭和シェル石油㈱中央研究所	湯 川 ひとみ	鹿島道路㈱技術研究所
佐々木 巖	建設省土木研究所地質化学部化学研究室	横 山 稔	昭和シェル石油㈱アスファルト室
鈴 木 秀 輔	大成道路㈱技術研究所開発研究室	** 吉 村 啓 之	前田道路㈱技術研究所第一研究室

各国のオーバーレイ設計法

藤田 仁*・小林 孝行**・増山 幸衛***

泉 秀俊****・富田 弘樹*****・吉村 啓之*****

1. はじめに

日本における道路の整備水準は欧米の諸外国に比べ未だ低いレベルにあり、今後更なる社会資本ストックの増加が望まれている。このような背景の下で昭和62年には14000kmの高規格幹線道路網計画が打ち出されるなど、今後かなりのハイペースで道路の新設が見込まれている。一方、このような状況の中で、これまでに整備されてきた舗装の中には寿命期間を経過しつつあるもの、あるいは寿命期間の尽きたと判断されるものも増加してきており、これらを効率的に維持・修繕していくことが大きな課題となってきた。

アスファルト舗装技術研究グループの中で当班は、この維持・修繕を担当し、活動を続けている。その最初のテーマとして各国のオーバーレイ設計法を取上げ調査を行った。オーバーレイ工法は維持修繕工法の中でも、支持力不足を補い供用年数を増す、あるいは路面性状を改良し供用性を増すという点で各国においても代表的な修繕工法の一つとなっている。本文はあわせて6つの国あるいは機関のオーバーレイ設計法の概要を述べるとともに若干の仮定を設け、各設計法によるオーバーレイ厚の比較検討を試みた結果を報告するものである。

2. 各国・機関のオーバーレイ設計法の概要

今回、調査を行ったオーバーレイ設計法は以下のとおりである。

- ① AI
- ② AASHTO
- ③ カリフォルニア
- ④ カナダ
- ⑤ イギリス

⑥ シェル研究所

以下にこれらの設計法の概要を設計法ごとに述べる。なお、今回調査の対象としたのはアスファルトコンクリート上のアスファルトコンクリートによるオーバーレイのみである。

2.1 米国アスファルト協会 (AI) のオーバーレイ設計法

2.1.1 概 要

AIのオーバーレイ設計法には、たわみによる方法と有効舗装厚による方法の2通りの方法がある¹⁾。どちらの設計法を採用するかは、技術者の経験と測定装置の有無によるとしている。なお、AIのオーバーレイの設計法では、乗心地の改善等を目的とした薄いオーバーレイは対象外となっており、舗装の構造強化を目的とした厚さ25mm以上のオーバーレイを対象としている。

2.1.2 たわみによる方法

この設計法は、

- 1) 与えられた舗装材料のもとで、たわみが大きくなるほど舗装の寿命は短くなる。
- 2) 許容たわみは、オーバーレイ後に通過することが予想される交通量によって決まる。
- 3) オーバーレイはたわみを減少させ、また十分な厚さがあればたわみは許容レベルまで減少させることができる。

という考え方が基本となっており、許容たわみと交通量の関係及びオーバーレイ厚とたわみの減少率の関係からオーバーレイ厚を求めている。

たわみによる設計法のフローを図-1に示す。

2.1.2.1 既設舗装の評価

既存舗装を評価するために、事前に目視調査等を行い、構造評価をすべき区間を設定する。構造評価には、

*ふじた ひとし 日本道路協技術部調査課

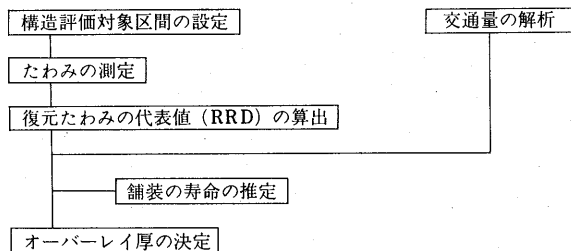
***ますやま ゆきえい 世紀東急工業協技術部

*****とみた ひろき 日本舗道協経営企画部企画課

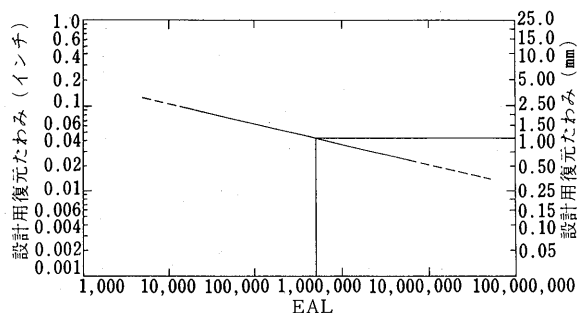
**こばやし たかゆき 昭和シェル石油協中央研究所

****いずみ ひでとし 日本舗道協技術部技術第二課

*****よしむら ひろゆき 前田道路協技術研究所



図－１ たわみによる方法のフロー



図－２ 設計用復元たわみとEALの関係図

ペンケルマンビームによる復元たわみ法を採用している。測定時の荷重は8.2 tで、車輪の通過部を最低10点、または1 km当り12点測定する。測定した復元たわみに、温度補正と季節補正を施すことにより、復元たわみの代表値 (RRD) を決定する。

2.1.2.2 交通量の解析

交通荷重は、8.2 t 単軸荷重通過数 (EAL) に換算する。設計 EAL を決定するには、車両数、トラック係数及び表－１に示す成長係数が必要となる。

2.1.2.3 舗装寿命の推定

測定した区間の道路がオーバーレイを必要となるまでの時間の推定は以下の方法で行なう。

- 1) 図－２に示す設計用復元たわみとEALの関係図を利用して、EAL 残存値 (EALr) を求める。

- 2) 測定区間の当該年度における8.2 t 単軸通過数 (EALd) を求め、EALr を EALd で除して成長率を求める。

- 3) 交通成長率を百分率で推定する。

- 4) 表－１の成長係数に対応する欄から設計寿命を求める。この値がオーバーレイを必要とする年数の推定値となる。

〔計算例〕

RRD=1.08mm (0.042インチ)

当該年度の EAL の合計値 (EALd)=68,200

交通成長率=4%

とすると図－２から EALr=500,000

表－１ 成長係数

設計期間 年	年間の成長率(r)							
	増加なし	2	④	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

成長係数 = $\frac{(1+r)^n - 1}{r}$ 、ここに $r = \frac{\text{成長率}}{100}$ で0ではない。成長率が0の場合は、成長係数 = 設計寿命

成長係数=EALr/EALd=7.33

表-1よりオーバーレイまでの推定年数は6.5年となる。

2.1.2.4 オーバーレイ厚の決定

オーバーレイ厚を決定するには、RRDを図-3のオーバーレイ厚設計チャートにおとし、設計EALに対する曲線まで垂線をのばす。交点から水平線をのばし垂直軸との交点がオーバーレイの必要厚となる。

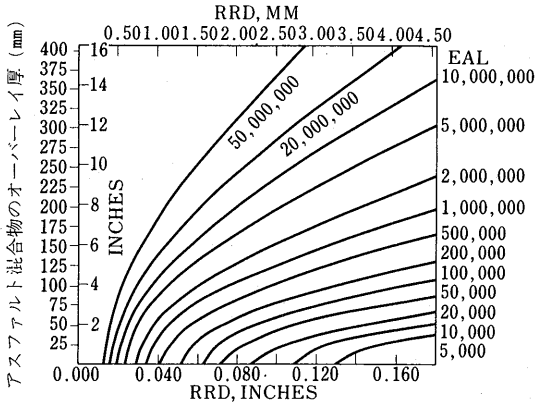


図-3 たわみ測定値から設計用たわみ量まで舗装のたわみを減少させるのに必要なアスファルト混合物のオーバーレイ厚を求めるチャート

2.1.3 有効舗装厚による方法

有効舗装厚による方法は、舗装がその寿命の一部を使うごとに次第に薄くなるという考え方が基本になっている。有効舗装厚による設計法のフローを図-4に示す。

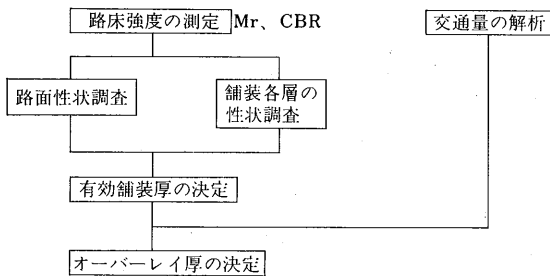


図-4 有効舗装厚による方法のフロー

2.1.3.1 路床強度の測定

路床の強度を求めるために、各土質ごとにランダムサンプリングにより採取位置を選ぶ。設計に用いる路床強度はMr(レジリエントモジュラス)で表す。Mrは試験から直接求めるか、またはCBR、R値の試験値から次の関係式によって近似的に求める。

$$Mr \text{ (MPa)} = 10.3CBR, \text{ または } = 8.0 + 3.8R$$

2.1.3.2 既存舗装の有効厚

既存舗装の有効厚 T_e を求めるには2種類の方法がある。

(1) 第1法

この方法は路面性状の評価値に基づいて、舗装構造全体に対して換算係数を用いるとともに、各種の舗装材料をアスファルト混合物の等値厚に変換するための等値係数を用いる方法である。舗装全体に対する換算係数(C)はPSIを利用して図-5から求める。また、各種の舗装材料の等値係数(E)は、表-2から求める。図-5の2本の線は、オーバーレイ後に舗装がどのような供用性を示すかの差を表している。(A線: PSIの変化率がオーバーレイ後に小さくなる場合。B線: PSIの変化率がオーバーレイ前後ではほぼ同じ場合。)

既存舗装の各層の有効厚 T_e は、各層の実際の厚さをTとすると $T_e = T \times C \times E$ となる。舗装全体の有効厚 T_e は全ての層の有効厚の合計である。

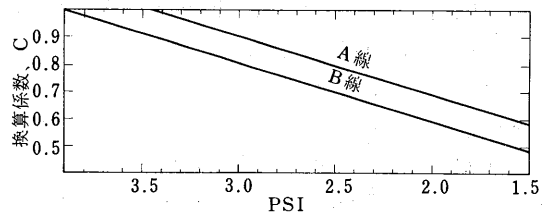


図-5 換算係数C

表-2 アスファルト混合物の等値厚に変換するための等値係数

材 料	等値係数(E)
アスファルト混合物	1.00
乳剤安定処理路盤タイプ I	0.95
II	0.83
III	0.57

(2) 第2法

この方法は舗装の各層に対しアスファルト混合物の等値厚に直接変換するための換算係数を用いるものである。表-3から各層の換算係数Cを求める。各層の有効厚 T_e は $T_e = T \times C$ であり、舗装全体の有効厚 T_e は全ての層の有効厚の合計である。

2.1.3.3 オーバーレイ厚の計算

オーバーレイ厚の設計では次式を利用する。

$$T_o = T_n - T_e$$

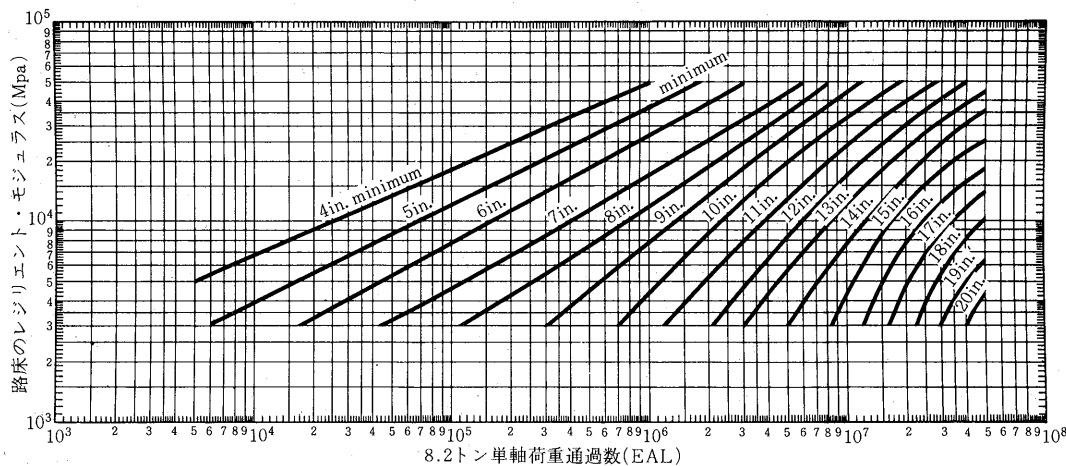
T_o = オーバーレイの厚さ

T_n = オーバーレイ後の推定交通量 (EAL) 及び路床強度 (Mr) に必要な新しい舗装の厚さ (図-6から求める)

T_e = 既存舗装の有効厚

表－3 既設舗装の各層厚を有効厚T_eに換算するための係数（アスファルト舗装に関するものを抜粋）

材料の分類	材料の性状	換算係数
I	a) すべての場合における自然地盤の路床 b) 改良した路床—主にレキ質からなり、シルトと粘土を多少含んでもよいがPIは10以下 c) PIが10以上のプラスティックな土を石灰安定処理した路床	0.0
II	粒状路盤または下層路盤	0.1—0.2
III	セメント安定処理または石灰・フライアッシュ安定処理路盤	0.2—0.3
IV	a) 乳剤またはカットバックアスファルトの表層及び路盤で、かなりのラベリングあるいは骨材分離がある。また、わだち部にかなりの変形がみとめられ、安定度が不足している。 b) コンクリート舗装をオーバーレイ前に最大寸法0.6m以下の小片に砕石しているもの。路盤がある場合は上限値を、スラブが路床上にある場合は下限値を適用する。 c) セメント安定処理あるいは石灰・フライアッシュ安定処理路盤で、表層上に表われるリフレクションクラックでわかるように一定の模様のクラックが発達しているもの。ひびわれが狭く、緊密な場合は上限値を、ひびわれが広く、ポンピングか不安定性がみられる場合は下限値を適用する。	0.3—0.5
V	a) かなりのひびわれ、ひびわれ模様があるアスファルト表層と路盤 b) 乳剤またはカットバックアスファルト表層及び路盤で、細いひびわれがあり、ラベリングか骨材の分離がみられ、わだち部に少し変形があるが安定しているもの。	0.5—0.7
VI	a) アスファルト表層及び路盤で細いひびわれが多少あり、断続するひびわれ模様があり、わだち部にわずかに変形があるが、安定しているもの。 b) 乳剤またはカットバックアスファルト表層及び路盤で安定しており、ひびわれが概して認められずリージングがなく、わだち部にほとんど変形がないもの。	0.7—0.9
VII	a) アスファルト混合物でひびわれは概して認められず、わだち部にほとんど変形がないもの。 b) コンクリート路盤で、アスファルト表層の下にあり、安定してポンピングがなく、リフレクションクラックがほとんどないもの。	0.9—1.0



図－6 フルデプス・アスファルト混合物設計チャート

2.2 AASHTO の設計法²⁾

2.2.1 概 要

AASHTO の設計法は、AASHTO 道路試験の結果に基づいた設計法に、その実施以降得られた経験を取り入れて1972年に「舗装構造設計に対する AASHTO 中間指針」として発行され、その後1981年には剛性舗装の部分が、1986年には次の点が修正され現在に至っている。①土の支持係数をレジリエント係数で示している。②各層の材料に対し層係数を、CBR や R 値とともに、レジリエント係数でも示している。③環境条件を考慮し、含水比と温度に関する環境係数を導入してい

る。④信頼性（舗装の設計寿命期間内にその機能が満足に果たされる確率）の概念を導入している。⑤ステージコンストラクション（計画的な改築）の考えを導入している。

2.2.2 オーバーレイの設計における基本的な考え

オーバーレイによる修繕方法についての基本的な考えは次に示す通りである。

①オーバーレイの一般論は全ての舗装構造のオーバーレイに適用される。その為、剛性舗装とたわみ性舗装を構造的耐荷力の式（1）で示しているが、剛性舗装では SC=有効版厚、たわみ性舗装では SC=構造指

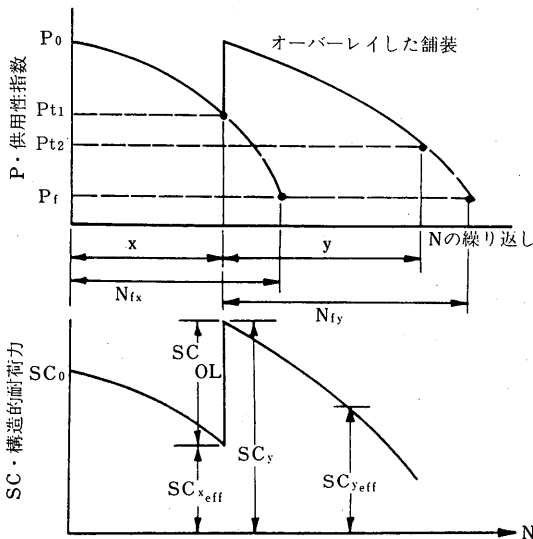
数として使用される。

$$SC_{OL}^n = SC_y^n - F_{RL} (SC_{xeff})^n \dots\dots\dots (1)$$

SC_y : 既設の路床の状態オーバーレイ後の交通を供用しえるのに必要な全構造的耐荷力。

SC_{xeff} : オーバーレイ直前の既設舗装の有効構造的耐荷力で、この時点での破損状況を反映したもの。

②この方法論は、図-7に示されるような供用性指数と交通履歴の考えに基づいている。③ライフサイクルコストの概念を導入する場合に有効である。



- P₀ : 新設舗装あるいはオーバーレイ舗装が施工された時点の初期の供用性指数。
- P_{t1} : オーバーレイの施工直前の既設舗装の最終供用性指数。
- P_{t2} : オーバーレイ後に交通供用を再開した後のオーバーレイ舗装の最終供用性指数。
- P_f : いずれのタイプでも完全に破損した舗装での絶対的な破壊の供用性指数。
- (このとき、P_{t1}とP_{t2}は、必ずしも等しくする必要はない)。
- x : 最初の舗装がオーバーレイを必要とする時点までに作用した実際の等価荷重の繰返し数。
- y : x以降のオーバーレイ期間内の将来の等価荷重の繰返し数。
- N_{fx} : 最初の舗装が破損 (P_f=2.0) に至るのに必要な累積数。
- N_{fy} : オーバーレイの舗装が破損 (P_f=2.0) に至るのに必要な累積数。
- C : 全般的な舗装の状況を示すコンディション係数。

図-7 供用性指数、耐荷力と交通の関係

④既設舗装の破損状況 (SN_{xeff}) と同時にオーバーレイ後に生じるであろう破損も考慮している。(F_{RL}) ⑤現場の路床特性の確認と、現場での耐荷能力を決めるのに必要な各材料特性の評価において、非破壊試験方法を認めている。

2.2.3 オーバーレイの設計に必要な入力変数の決定

オーバーレイの設計において必要とされる入力変数は次のような検討を行なって決定される。(図-8)

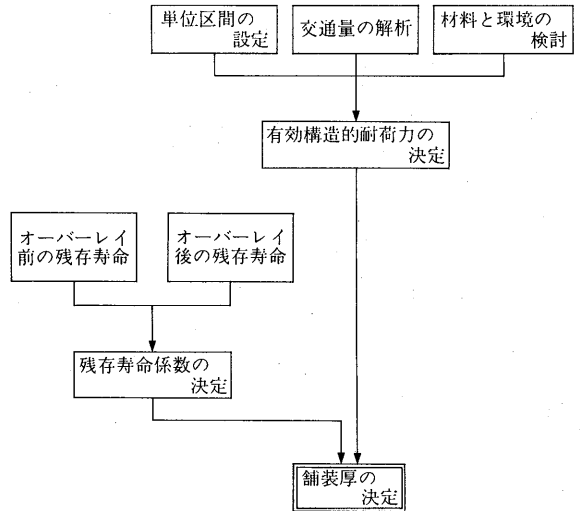


図-8 オーバーレイ厚決定の手順

(1) 解析で対象とする単位区間の設定

修繕区間を、均一な舗装断面、路床支持力、建設の履歴、そして舗装の状態とが統計的にほぼ均質と見なせる区間に分割し、それを一つの解析区間とする。

(2) 交通解析

このステップの目的は、舗装が最初に交通に供用された時点からオーバーレイ後に再修繕が必要とされる時点まで (オーバーレイ設計時に、何年後に再びオーバーレイを行なうことを想定するか) の、8.2ton 等価単軸荷重下での累積繰返し数を予想することである。

(3) 材料と環境の検討

修繕における各層材料の設計に用いられる値は弾性係数であり、次の3つに分類される。1) 既設舗装における各層の弾性係数。2) 既設舗装における路床の弾性係数。3) オーバーレイ層の弾性係数 (再生材の使用も含む)

これら3つの材料の弾性係数を求めるために、対象区間における現場での非破壊試験を行なうが、路床土の弾性係数については、①コンピュータを用いて、たわみ形状から各層の弾性係数を求める方法。②最大たわみ量からノモグラフを用いて直接、弾性係数を求める方法。がある。しかし②の方法では、各層の弾性係数を特定できないため、①の方法を用いるのが望ましい。

またこれらの非破壊試験による調査は、環境条件の季節的变化 (特に路床) の影響を受けるため、弾性係

数の季節による変動を考慮して経験的な修正を行わなければならないが、これを省くには、舗装が最も弱い状態にある時に調査を実施すれば良い。

(4) 有効構造的耐荷力の解析

残存寿命の概念から、一般にオーバーレイにおける有効構造的耐荷力は(1)式で示されるが、たわみ性舗装においては、 $SC=SN$ 、 $n=1.0$ として考えて良い。従って、オーバーレイの厚さを求める場合には、有効構造的耐荷力ではなく、式(2)の様に示される層構造指数 SN_{OL} として計算することができる。

$$SN_{OL} = SN_y - (F_{RL} \times SN_{xeff}) \dots\dots\dots (2)$$

SN_{OL} : アスファルトオーバーレイに必要な層構造指数

SN_y : オーバーレイ後に再修繕が必要とされる時点までの将来交通、路床条件に対して必要とされる舗装の層構造指数で、(1)～(3)のステップによって得られた値をノモグラフに用いることによって求められる。

F_{RL} : 残存寿命係数

SN_{xeff} : オーバーレイ直前の既設舗装の有効層構造指数で、非破壊試験を用い、たわみ形状からコンピュータによる解析を行って決定する方法と、同じく非破壊試験を用いて、最大たわみ値を求め、グラフから決定する方法とがある。

(5) オーバーレイ後の将来の構造的耐荷力の解析

オーバーレイ終了後、次のオーバーレイを行うと想定した期間までに必要とされる舗装の強度について、累積8.2ton等価単軸荷重を供用させたと想定し、舗装の全構造的耐荷力(層構造指数)を決定する。

(6) 残存寿命係数の決定 (F_{RL})

残存寿命係数は、オーバーレイ前の既設舗装の残存寿命とオーバーレイした舗装の残存寿命とから、各因子の関係図を用いて求める事ができる。

1) オーバーレイ前の既設舗装の残存寿命 (R_x)

オーバーレイ前の既設舗装の残存寿命の推定には、次の5つの方法が用いられている。

- ①非破壊試験(NDT)のアプローチ ②交通のアプローチ ③時間のアプローチ ④供用性指数のアプローチ ⑤状況観察のアプローチ。

これらのアプローチは、理論的には等しいものであるが、各々が同じ値を与えることは稀である。現在の技術ではこの5つの評価方法のどれが優れているかの

提言はできない。しかし、非破壊試験によるたわみ解析を使用した手法が、既設舗装の構造的耐荷力をより定量的に評価する手法であり、従って他の方法よりも通常は重きが置かれている。

非破壊試験のアプローチでは、初期の構造的耐荷力(SC_0 又は SN_0)がわかれば SC_{xeff} (SN_{xeff})を使用して、舗装のコンデション係数(C_x)を式(4)から求めることができる。この C_x を図-9に用いることによって、 R_x が推定される。

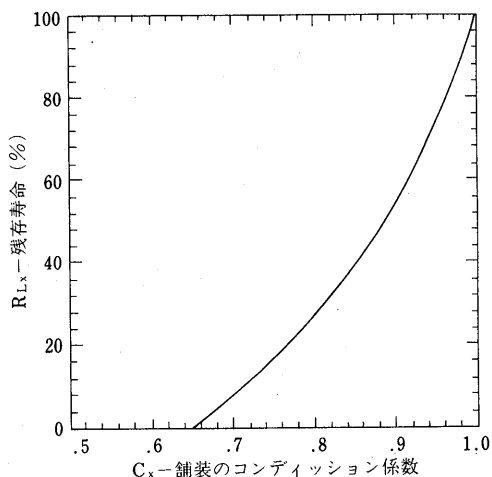


図-9 舗装のコンデション係数から予測する残存寿命の決定

2) オーバーレイした舗装の残存寿命 (R_y)

オーバーレイした舗装の残存寿命を決定するのに必要なデータは、オーバーレイ前の既設舗装の残存寿命の推定とほぼ同じ条件となる。従って、そのデータをそのまま使用する事ができる。

3) 残存寿命係数の決定

1), 2)のステップで求めた R_x , R_y を用いて図-10から残存寿命係数(F_{RL})の決定を行う。

2.2.4 オーバーレイ厚の求め方

前述の手順によって得られた入力変数を次の(3)

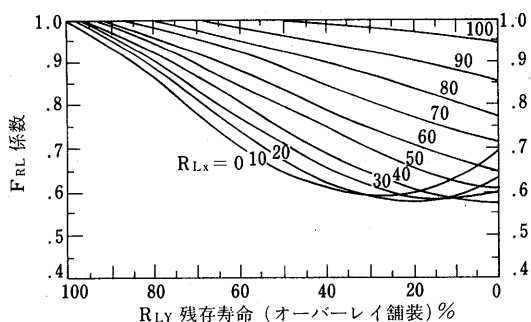


図-10 既設及びオーバーレイ舗装の残存寿命を関数とした残存寿命係数

式に用いることにより、オーバーレイの所要厚 h_{01} が決定される。

$$h_{01} = SN_{01}/a_{01} = (SN_y - F_{RL} SN_{xeff})/a_{01} \dots\dots (3)$$

ここで a_{01} はオーバーレイに使用する材料の等値換算係数で、例えば密粒度アスファルト混合物の場合は、
図-11に示す弾性係数との関係から求められる。

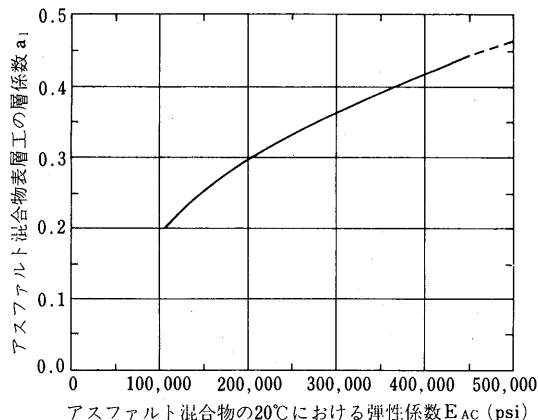


図-11 密粒度アスファルト混合物の層係数を弾性係数（レジリエント係数）に基づいて推定するためのチャート

2.3 カリフォルニアの設計法

1951年、カリフォルニアでアスコン表層の疲労破壊と舗装の表面たわみ量との関係を把握する目的で、広範囲にわたる全国主要舗装道路のたわみ量調査が開始された。この調査をもとに、特別な交通条件下での様々な舗装厚さに対する最大許容たわみ量の基準が提案され、オーバーレイ設計法の基礎が確立した。一方、疲労破壊と舗装たわみ量との関係が、切取供試体による室内疲労試験から検討され、荷重のくり返し回数と破壊に至るまでのひずみの変化の関係に基づき、すでに提案されている許容たわみ基準の改善を行い、任意の交通量に対しても許容たわみ基準を与えている現在の設計法の基本が完成した。

このようにして、オーバーレイの設計法は現場データと室内試験データの蓄積から生まれたものであり、1960年オーバーレイが行われるようになって以来、設計法は利用されてきた。しかも、その設計原理は変わることなく受け継がれ、変化する交通状況に対して柔軟に修正されてきている。1970年に HRB に設計法が発表され、更に修正が加えられて1978年カリフォルニアテスト 356-D が確立し現在に至っている³⁾。

2.3.1 設計法の概要

カリフォルニアの設計法を一言でのべると「交通により疲労した舗装のたわみ量を設計交通量に対して許

容できる最大許容たわみ基準まで減少させる厚さをオーバーレイ厚とする」のである。そのため、既設舗装の支持強度を評価する舗装の表面たわみ量は、ベンケルマンビームによる測定値で表される。通常はカリフォルニア式移動たわみ測定機によって迅速かつ長い区間にわたって測定され、ベンケルマンビームたわみ量に修正されて設計に用いられる。他にダイナフレクトやロードレータ（モデル400）などがあるが、全てベンケルマンビームたわみ量に換算できるようにノモグラフが作られており、舗装が示す表面たわみ量が舗装の支持強度を的確に表現するたわみ性舗装の場合に、既設舗装構造と設計交通量から求まる最大許容たわみ基準および既設舗装の表面たわみ量とから、オーバーレイの設計チャートを用いて直接アスコンオーバーレイ厚を求めている。具体的な設計方法は図-12に示す通りである。

2.3.2 設計条件

(1) 交通指数 TI

交通条件は交通指数 TI で表わす。交通指数 TI とは、舗装の設計期間中における2.268 t 換算輪荷重の1方向での累積通過輪数 EWL の関数として経験的に次式で示される。

$$TI = 6.7 \times \left(\frac{EWL}{10^6} \right)^{0.119}$$

通常、交通指数は0.5単位で丸めて示す。

EWL は一般にトラックのみに注目して算出されるが、この場合バスもトラックに含めており、表-4に示すような EWL 定数がトラックの車種別に決められている。この EWL 定数に設計初年度の各々両方向日トラック交通量と交通量の年増加率を乗ずることによって、車種別の年間一方当りの EWL が求められる。

このようにして得た車種別の年間一方当りの EWL を全車別について計算し合計すれば設計路線の年間一方当りの EWL が求まる。一般に、設計期間は20年をとることが多く、年増加率は10年間の伸び率が用いられる。

一方当りで計算された EWL は車線ごとに分配する

表-4 複輪商用車の EWL 定数

車のタイプ	日トラック交通量あたりの年間設計 EWL	
	州際道路	市街路・地方道
2 軸のトラック	300	200
3 軸 "	920	690
4 軸 "	1320	1070
5 軸 "	4080	1700
6 軸 "	2860	1050

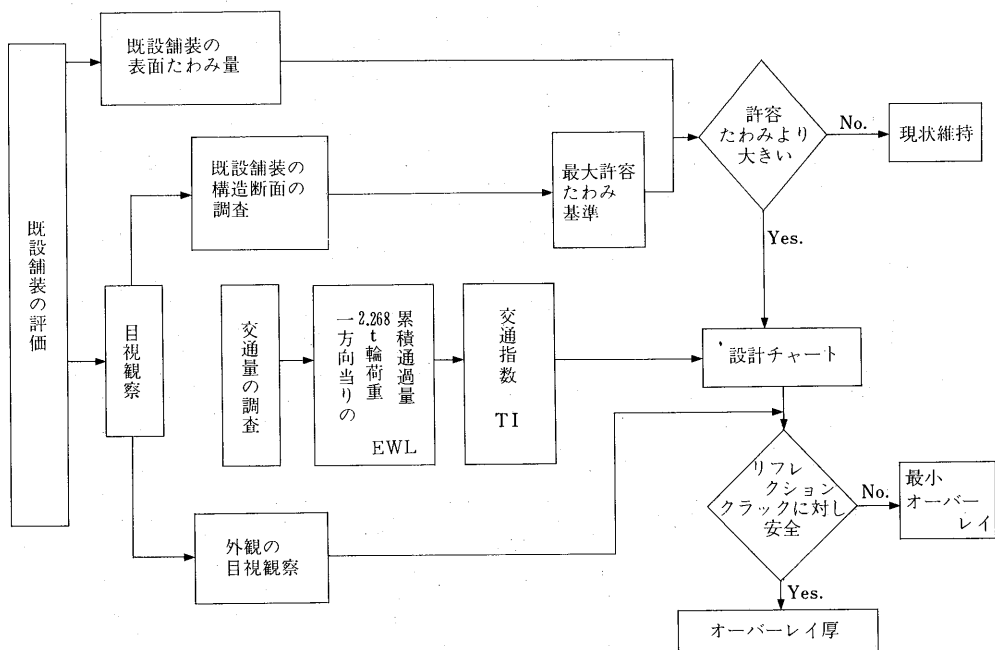


図-12 設計の手順

必要がある。表-5は両方向で車線数が2, 4, 6, 8の場合の交通量車線分配率である。この値は最小値であり、特別な状況では増加させなければならない。

例えば両方向で8車線である場合、内側2車線の設計交通量は0.8EWL, 外側2車線では0.2EWLを用いるものである。

表-5 多車線道路の車線分配率

両方向の車線数	EWLの車線分配率(%)			
	第1車線	第2車線	第3車線	第4車線
2	100	--	--	--
4	100	100	--	--
6	20	80	80	--
8	20	20	80	80

第1車線はセンターラインに隣接するもの、あるいは運転者の左側の中央車線をいう。

(2) 既設舗装の表面たわみ量の決定

既設舗装の表面たわみ量は WASHO Test に準ずる方法で、8200kg軸荷重下でのベンケルマンビーム復元たわみ量で示す。測点はセンターラインに沿って7.6m間隔にとり、連続した3つの測点のうち2つは0 WP, 1つは1 WP で測定する。対象区間を代表するたわみ量は、全測定データの80%がその値を下回り、残りの20%が上回るような値を採用する。表面たわみの測定は、ベンケルマンビームによる測定では効率が悪いいため一般にはカリフォルニア式移動たわみ測定機が使用される。1日のうちに約1500~2000の測点を処理する

能力があり、距離にして約10kmに相当する。

(3) オーバーレイの適用の検討

既設舗装の表層厚さと交通指数 TI とから図-13を用いて許容たわみ量を求める。ここで(2)で得た既設舗装の表面たわみ量(80%たわみ量と呼ぶ)と許容たわみ量を比較して表-6に従ってオーバーレイの検討を行なう。

表-6 オーバーレイの適用範囲

80%たわみ ≤ 許容たわみ	オーバーレイの必要はないが安全性のために薄いオーバーレイをすることがある。
80%たわみ > 許容たわみ	オーバーレイで補強する

2.3.3 オーバーレイ厚の決定

80%たわみが許容たわみ量より大きい場合にのみオーバーレイでの補強の必要がある。

80%たわみと予測交通量 TI とを用い図-14の設計チャートからオーバーレイ厚を決定する。得られた値は0.5単位で切り上げオーバーレイ厚とする。

一般にはチャートより求まるオーバーレイ厚で十分である。しかし、オーバーレイ後に発生するリフレクション・クラックを防ぐ必要がある場合次のような方法で処理する。

- ① 未処理の路盤上にある既設アスコン舗装厚の少なくとも半分の厚さをオーバーレイ厚とする。

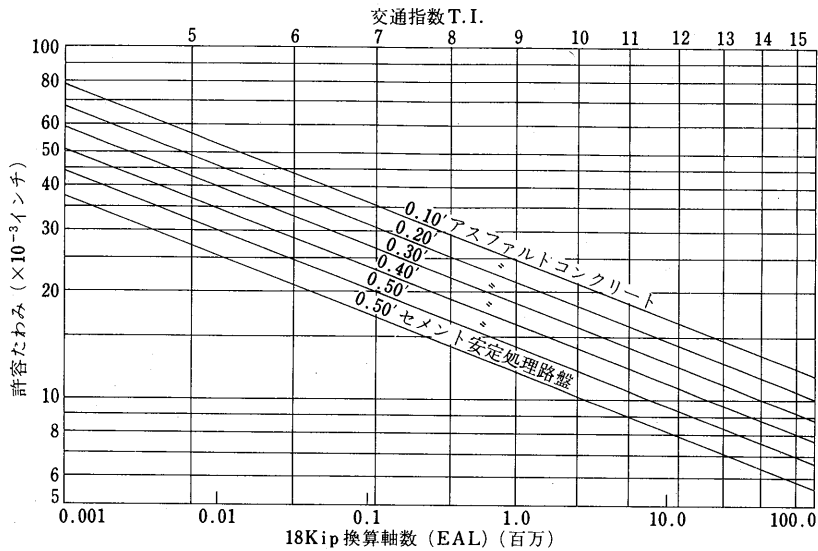


図-13 許容たわみチャート

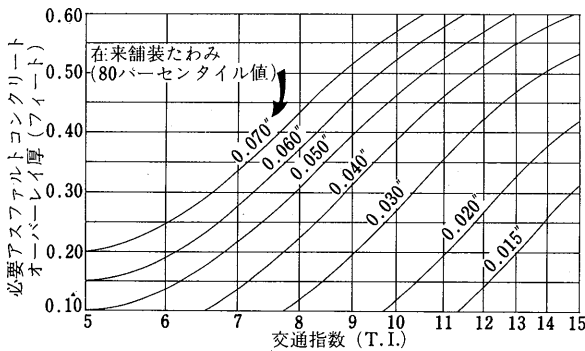


図-14 設計チャート

- ② PCC 舗装, CTB 上のアスコン舗装では最小厚 0.30ft (9.1cm) を適用する。(これより薄いオーバーレイ厚ではよい乗心地性は示すが, リフレクション・クラックを発生する恐れがある。)

上記①, ②は未だ理論的なうらづけはなされてなく, 経験的に決められているだけである。

2.4 カナダにおけるオーバーレイの設計⁴⁾

2.4.1 設計方法の概要

カナダにおけるオーバーレイは, 1) 乗心地等の供用性の改善, あるいは, 2) 舗装構造の強化のいずれかに基づいて行なわれている。しかし, 1) 乗心地等の供用性の改善目的のオーバーレイに関する適切なガイドラインはなく, ほとんどが各ハイウェイの管理局の経験に基づいているため, 以下では 2) 舗装構造の強化についてのみふれることとする。

参考舗装*のベンケルマンビームによる春季の最大たわみを求め, これをもとに設計最大たわみを決定

し, これらより追加粒状路盤厚を求め, 換算係数により舗装厚を決定する。

(参考舗装*: 環境条件が類似した同じタイプの路床土上に施工された延長300m以上あるアスファルト舗装で, 最低3年間を経ており, 建設当初の舗装表面を保持している舗装)

オーバーレイは通常一層または二層 (一層は30~40mm) で行なわれるが, 過去に補修が行なわれたような痛みのひどい道路のオーバーレイは, 三層あるいは厚めの二層となる。

2.4.2 設計方法

(1) 既設舗装の分類

路床土の種類や舗装の状態, 舗装厚, 交通量等により, どの参考舗装に分類されるかを決め, 春季の最大たわみを求める。

(2) 設計たわみ量

図-15または図-16を用いて, 設計交通量 (ESAL) に対する春季最大たわみを求める。

(3) オーバーレイ厚の決定

1) 追加路盤厚

図-17の横軸に (1) で設定したたわみ量を取り, これと (2) で求めた最大たわみ量の曲線との交点の縦軸が追加路盤厚となる。

2) 舗装厚の決定

1) で求めた追加路盤厚と表-7に示す換算係数より舗装厚を決定する。

ハイウェイでのオーバーレイのアスコンの最小厚さは次のように決められている。

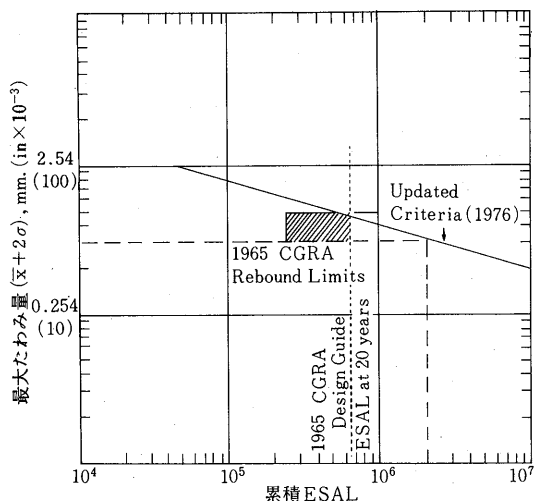


図-15 累積ESALに対する最大たわみ量

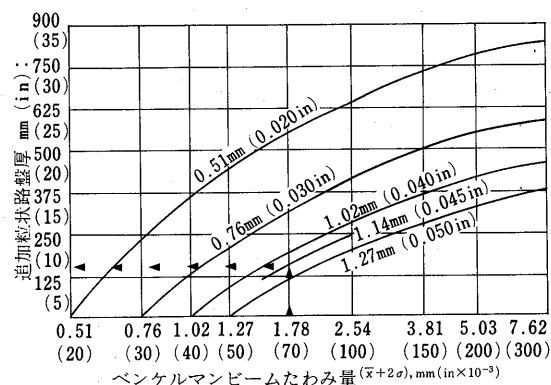


図-17 既設舗装のたわみ量を設計たわみ量にまで減ずるに必要な追加粒状路盤厚

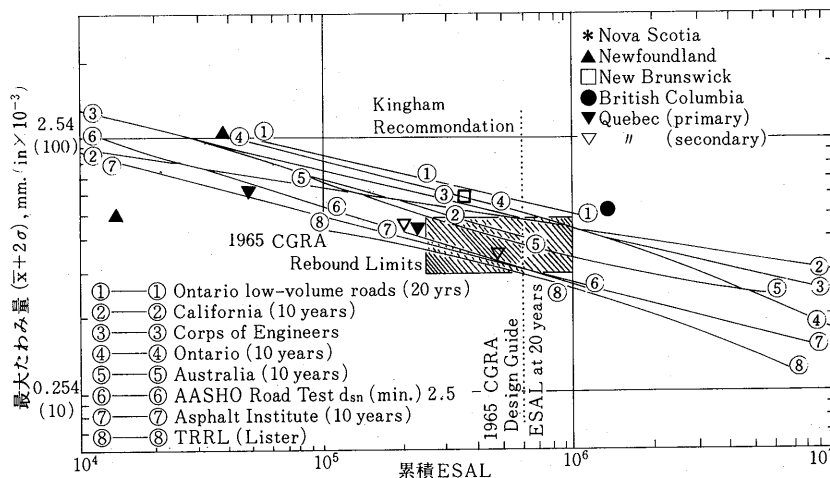


図-16 累積ESALに対する最大たわみ量

- 交通量の少ないハイウェイやオーバーレイの設計期間が5年以下でよいハイウェイでは、40mm (1.5 in)
- 中程度までの交通量のハイウェイでは、75mm (3 in)
- 主要なハイウェイやフリーウェイでは、125mm (5 in)

(4) 設計例

- 既設舗装の最大たわみ量 $(\bar{x} + 2\sigma) = 1.37\text{mm} (0.054\text{in})$
- 設計期間15年間の $\text{ESAL} = 2 \times 10^6$

と設定する。

まず、図-15より、設計最大たわみ量は $0.76\text{mm} (0.030\text{in})$ となる。

次に、図-17の横軸 $1.37\text{mm} (0.054\text{in})$ と $0.76\text{mm} (0.030\text{in})$ の曲線との交点の縦軸より追加路盤厚は $200\text{mm} (8\text{in})$ と求められる。

最後に、表-7の換算係数を用いてオーバーレイの舗装厚を決める。例えば、British Columbiaの場合、オーバーレイがアスコン層だけならば、 $100\text{mm} (4\text{in})$ がオーバーレイ厚となる。

2.4.3 設計オーバーレイ厚のチェック

たわみ法によるオーバーレイの設計に対して、設計厚が妥当であるかどうかのチェックを行なう方法がある。

(4)の例について検討してみる。

既設舗装は図-18に示すような構造で、供用後12年経過しておりオーバーレイが必要となっている。設計

表-7 各州における換算係数

州	換算係数
British Columbia	1 mm アスファルトコンクリート = 2 mm 粒状路盤 (min.) = 2.5 mm 砂質粒状下層路盤
Alberta	1 mm アスファルトコンクリート = 2.25 mm 切込碎石 = 1.75 mm ソイルセメント = 1.25 mm アスファルト処理粒状路盤
Saskatchewan Manitoba	変数として考慮しており、使用していない 1 mm アスファルトコンクリート = 2 mm 粒状路盤 = 1.5 mm サンドアスファルトあるいはソイルセメント = 2 mm 石灰処理土
Ontario	1 mm アスファルトコンクリート = 1 mm 安定処理路盤 (アスファルトまたはセメント) = 2 mm 粒状 'A' 路盤 = 3 mm 粒状 (B, C, D) 下層路盤
Quebec	1 mm フルデプスアスファルトコンクリート = 2.7 mm 粒状 'A' 路盤 (試案) 1 mm アスファルトコンクリート = 2 mm 碎石路盤 = 2.5 mm 粒状路盤、下層路盤 = 5 mm 砂下層路盤 = 1.25 mm ソイルセメント (150mm 以下) = 2 mm ソイルセメント (150mm 以上) = 3.3 mm 石灰安定処理土 = 1.8 mm アスファルト安定処理路盤
Newfoundland	1 mm アスファルトコンクリート = 2.5 mm 粒調碎石 = 2.5 mm 粒調砂利 = 2 mm ソイルセメント = 3 mm 粒状下層路盤 = 4 mm 砂質粒状材
New Brunswick	1 mm アスファルトコンクリート = 2 mm 碎石 = 2 mm ソイルセメント (150mm 以上) = 2 mm (あるいはそれ以下) アスファルト安定処理路盤 = 3 mm 粒状下層路盤

最大たわみ量、設計 ESAL は、2-4 と同様に 0.76mm (0.030in), 2×10^6 とする。

まず、既設舗装のアスコン厚 115mm (4.5in) と粒状路盤厚 215mm (8.5in) より図-19~21 を用いて供用期間中の予想 ESAL と路床の CBR の関係は表-8 のように

表-8 供用期間中の予想 ESAL と路床の CBR の関係

表層(アスコン) 115mm (4.5in)

上層路盤 140mm (5.5in)

下層路盤 75mm (3in)

路 床

路 床 CBR	供用期間中の 予想 ESAL
2.5	1.1×10^4
10	1×10^6
20	9×10^6

図-18 仮定断面

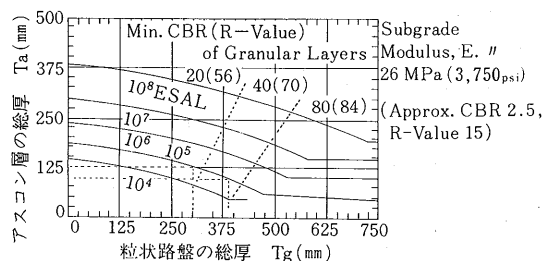


図-19 サスカチワン州厚さ設計チャート (CBR = 2.5)

求まる。

この既設舗装のこれまでの ESAL は調査結果より 1×10^6 であったので、表-8 と対比すると路床の CBR は 10 であることが求まる。

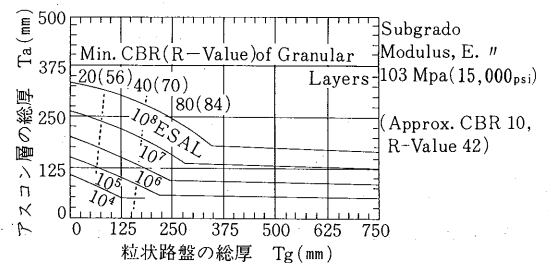


図-20 サスカチワン州厚さ設計チャート (CBR = 10)

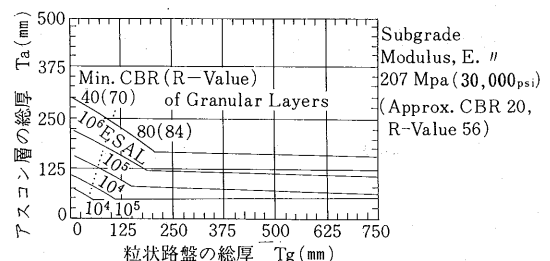


図-21 サスカチワン州厚さ設計チャート (CBR = 20)

次に、図-20の横軸に既設舗装の粒状路盤厚215mm(8 in)をとり、これと設計 ESAL の 2×10^6 の曲線の交点より、縦軸の必要舗装厚140mm(5.5in)が求まる。この値と既設舗装のアスコン厚115mm(4.5in)との差、つまり25mm(1 in)が最小オーバーレイ厚となる。

最後に、最大オーバーレイ厚を求める。既設舗装が完全に破壊して粒状路盤材として機能していたとすると、この舗装構造は330mm(約13in)の粒状路盤材だけである。図-20より、設計 ESAL の 2×10^6 に対する舗装厚は、115mm(4.5in)となり、これが最大オーバーレイ厚となる。

以上よりオーバーレイ厚の範囲は、25mm(1 in)~115mm(4.5in)となり、さきに求めた100mm(4.5in)は妥当な値である。

2.5 イギリスのオーバーレイ設計法⁵⁾

2.5.1 概要

イギリスの現在の設計法は、1978年に発表された TRRL LR833によるもので、1973年の LR571を改定したものである。設計法は既設舗装のたわみと交通量からオーバーレイ厚さを決定するもので、理論法と経験法に大別すれば、経験法に分類される。設計曲線は各試験舗装上のオーバーレイの施工前後のたわみの測定データを解析して得られたもので、路盤の種類ごとにまとめられた設計チャートとして用意されている。また、設計法の特徴として、設計寿命に達する確率0.5と0.9に対する設計チャートが与えられていることがあげられる。

2.5.2 たわみの測定

設計にはベンケルマンビームによるたわみを用いるが、デフレクトグラフを用いてもよい。この場合、デフレクトグラフのたわみは補正図(図-22)を用いてベンケルマンビームのたわみに換算しなければならない。TRRL では、標準たわみを「表層下4 cmにおける20℃のたわみ」として定義している。したがって、実測したたわみは路面温度によって異なるため、温度補正する必要がある。たわみの温度補正は用意された補正図(図-23)を用いて行なうことができ、温度補正図はアスファルト混合物の種類と厚さによって6枚用意されている。

2.5.3 交通量

交通量は無積載時重量が1.5 t以上の貨物、バスの交通量を8.2 t軸車両台数に換算して評価する。設計期間中の累積交通量は、設計期間、交通量の増加率、商業車の日交通量(一方向)を基にしたノモグラフ(図-

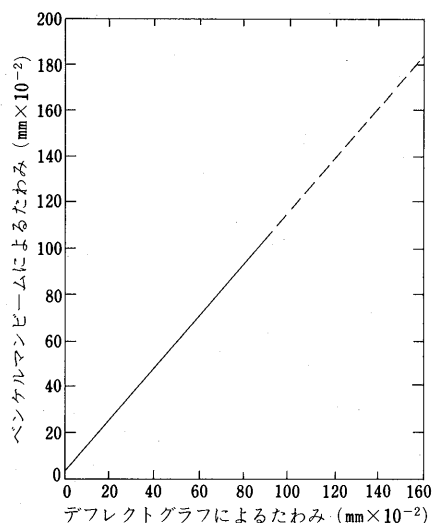


図-22 ベンケルマンビームとデフレクトグラフによるたわみの関係図

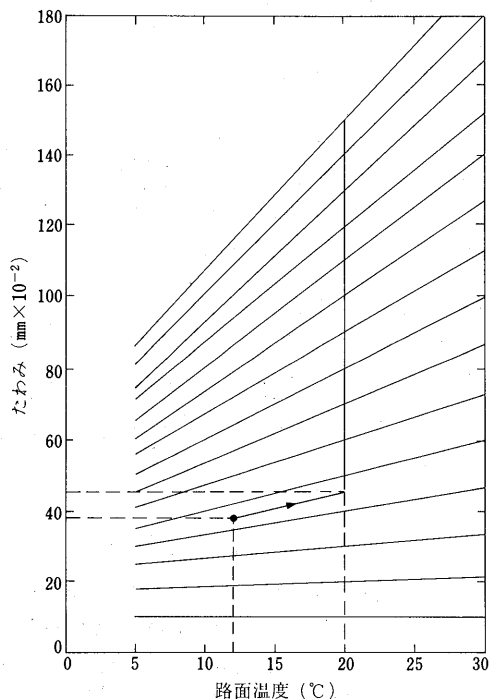


図-23 たわみと舗装体温度の関係(ダンスビュメン材料が75mm以下のビュメン材料が135~195 mmの場合)

24) から求める。

2.5.4 設計たわみ

たわみを測定した既設舗装がクリティカル(critical)な状態であるかどうかは、累積交通量と路盤の種類がわかれば、標準たわみと舗装の寿命の関係図(図-25)

によって推定することができる。設計たわみは通常、測定値の85パーセンタイル値を用いるようになっている。

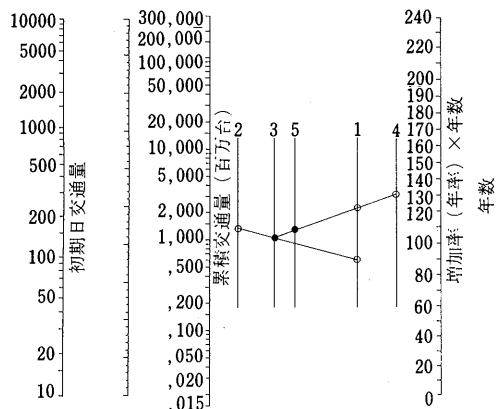


図-24 左側レーンの累積一方交通量の予測のためのノモグラフ

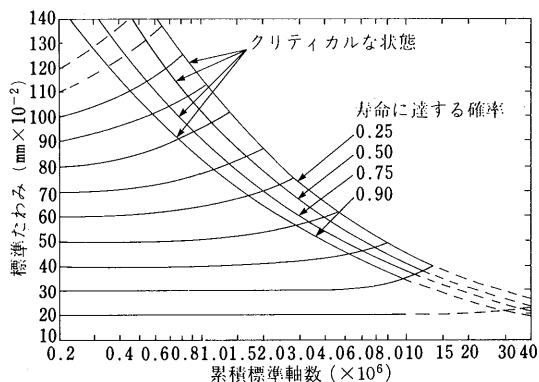


図-25 標準たわみと舗装の寿命の関係図（天然の結合力を呈する粒状路盤）

2.5.5 設計チャート

設計チャートは路盤の種類ごとに用意され、各々が設計寿命に達する確率0.5と0.9に対して作成されている。（図-26）路盤の種類は granular road base, non-cementing granular road base, bituminous road base, cement-bound road base の4種類である。なお、オーバーレイの最小厚さは4 cmとなっている。また、設計チャートの適用は表層用混合物がロールドアスファルトに限定されているため、他の混合物を使用する場合は厚さ係数で補正しなければならない。

オーバーレイ厚の決定方法は、

- (1) 路盤の種類、確率に適合するチャートを選定する。
- (2) 設計たわみを求める。
- (3) 累積交通量を推定する。

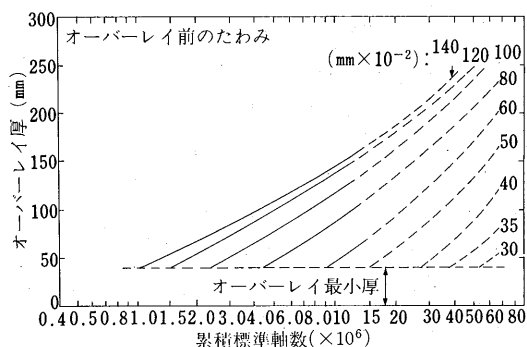


図-26 非結合粒状路盤材の舗装用のオーバーレイ設計チャート（確率0.5）

(4) 交通量とたわみに合致する点を設計チャート上にプロットする。

(5) 上記の交点から横軸に対して平行移動して縦軸との交点を読み取る。この点が求めるオーバーレイ厚になる。

2.6 シェル研究所のオーバーレイ設計法⁶⁾

2.6.1 概説

SHELL のオーバーレイ設計法は、舗装構造の特性値と気候そして交通量等の条件から、設計曲線図表を用いてオーバーレイ厚を決定する設計法である。設計は、ワークシートに基づいて容易に行なうことができる。

設計の対象とされる舗装構造は、図-27で示すような3層構造のアスファルト材料であり、ほとんどの舗装構造はこれにあてはめることができる。この構造に交通荷重が作用すると、路床表面とアスファルト層下面に応力が発生する。路床表面に発生する圧縮歪が許容値を越えると、路床に永久変形が起こる。またアスファルト層下面に発生する引っ張り歪が許容値を越えると、アスファルト層にひび割れが生じて破壊が進行する。本設計法はこれらの歪を基準として使い、舗装に関する条件が基準を満足するようにオーバーレイ厚を決定していくものである。

2.6.2 設計条件

設計に先立って、舗装構造の特性値と気候そして交通量等の設計条件の特性化を行なう必要がある。

2.6.2.1 舗装の評価

舗装構造は、アスファルト層のアスファルト混合物特性値 (Mix-Code) とアスコン等値換算厚 (h_{eff}) として路床の弾性係数 (E_3) の三つの値で特性化する。また、設計に先立って対象地域の年平均気温 ($w\text{-MAAT}$) も決定する必要がある。

(1) Mix-Code

アスファルト混合物特性値である Mix-code とは、

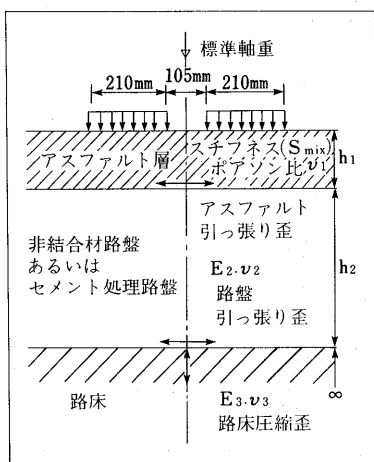


図-27 舗装構造

アスファルト混合物の性質で最も重要な混合物のスチフネス (S) と疲労特性 (F) の2つで混合物種類を特性化したものである。Mix-Codeは次のように示される。

$$S_1 - F_1 - \text{pen}$$

ここで、 S_1 : 密粒上層路盤型の混合物で平均的なスチフネス特性を示すもの。

S_2 : 開粒度混合物でアスファルト量の比較的小さいもの。

F_1 : 平均的な上層路盤混合物。

F_2 : 空隙率が大い上層路盤混合物。

また、pen は、針入度を表わしており通常 pen50 と pen100 の2種類の等級で分類される。pen50 とはストアス40/60などを代表し、pen100 とはストアス80/100などを代表するものである。

(2) h_{leff} と E_3

アスコン等値換算厚 h_{leff} と路床の弾性係数 E_3 は、FWD (Falling Weight Deflectometer) を用いての調査結果と既設舗装のコアサンプリングの結果から得ることができる。FWD とは、舗装に振動荷重を与えることによって舗装のたわみ値を得る装置であり、外見は図-28で紹介しているとおりである。FWD とコアサンプリングにより得たデータを、BISAR (BITUMEN STRESS ANALYSIS IN ROADS) により解析し、 h_{leff} と E_3 の値を得ることができる。BISAR とは、多層弾性理論に基づいた舗装構造解析プログラムのことである。

2.6.2.2 気 候

対象地域の気候を特性化するために、年平均気温 (w-MAAT) が使用される。w-MAAT は、用意されたワ



図-28 FWD

ークシートとチャートから簡単に読みとる事ができる。

2.6.2.3 交通量

交通量は、標準軸荷重80KN の車両の通過回数であらわす。他の軸荷重の車両を標準軸荷重に換算するには、用意されているチャートが利用できる。また、標準軸荷重の通過回数は、舗装の寿命としても使用される。

2.6.3 オーバーレイの設計

オーバーレイ厚の設計は、設計曲線図表とワークシートQを使用して容易に行なうことができる。ワークシートQの例は表-9に示している。設計の手順はワークシートに従っておこない、必要なデータは適切な設計曲線図表を選択し利用することにより得ることができる。設計曲線図表の例は図-29に示しているが、この他にも色々な種類の図表が用意されている。

2.6.3.1 設計に用いる変数

設計はワークシートQに従ってすすめることができる。まず、(1) ~ (6) の欄を以下のようにうめる。ワークシートQは、表-9に示している。

- (1) 舗装区間 舗装する区間名を記入する。
- (2) w-MAAT 年平均気温、w-MAAT を記入する。
- (3) Mix-code 既設舗装の Mix-code を記入する。
- (4) N_{A1} 供用消費した寿命を表わす。すでに通過した交通量を過去の交通量調査から推定し、標準軸荷重の通過回数を単位として、寿命として記入する。
- (5) 設計年数 設計年数を記入する。

表-9 ワークシートQの記入例

オーバーレイの設計 (ワークシートQ)				
設計に用いる変数				
(1) 舗装区間				
(2) ワークシートB: w-MAAT °C	15			
(3) 既設舗装のMix-code	S1-F2-100			
(4) 消費した寿命 : NA_1	1.5×10^6			
(5) 設計年数	10年	20年	年	年
(6) ワークシートA: 必要な寿命 $N=NA_2$	3×10^6	7×10^6		
舗装の特性				
(7) アスコン等置換算厚: h_{leff}	180mm			
(8) 路床の弾性係数 : E_3	$4 \times 10^7 \text{ N/m}^2$			
(9) 非結合材路盤厚 : h_2	200mm			
(10) 新設時の設計寿命 : ND_1	2×10^6			
(11) 残存寿命 : NR	0.5×10^6			
(12) オーバーレイ適用判定	10年 yes	20年 yes		
路床の歪基準に基づくオーバーレイの設計				
(13) 設計寿命 : ND_2	3×10^6	7×10^6		
(14) ND_2 に必要なアスコン厚: h_1	200	230		
(15) オーバーレイ厚 : h_0	20	50		
アスファルトの歪基準に基づくオーバーレイの設計				
(17) アスファルトの歪基準に基づいた 新設時の設計寿命 : ND_1	2.5×10^6			
(18) 残存寿命 : NR	10^6			
(19) 設計寿命 : ND_2	7.5×10^6	1.8×10^7		
(20) ND_2 に必要なアスコン厚: h_1	220	250		
(21) オーバーレイ厚 : h_0	40	70		

備考: (11), (18) $NR = ND_1 - NA_1$ (15), (21) $h_0 = h_1 - h_{leff}$ (20) もし $NR=0$ なら
 (13) $ND_2 = NA_2$ (19) $ND_2 = \frac{ND_1 \times NA_2}{NR}$ $ND_2 = NA_2$

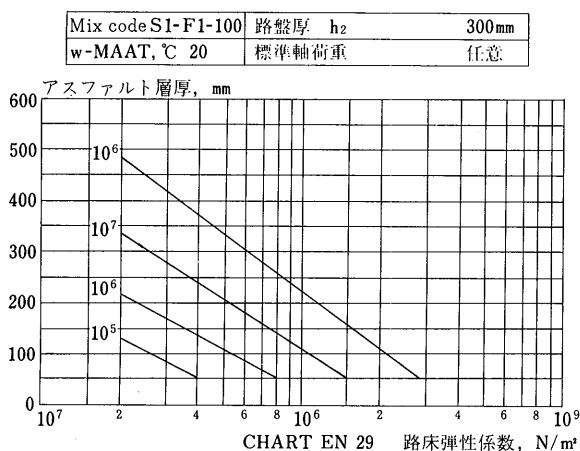


図-29 設計曲線図表例 (EN型)

(6) $N=NA_2$ 将来必要な寿命を通過軸数単位で記入する。

2.6.3.2 舗装の特性

舗装の特性値は、(7)～(12)に次のようにまとめられる。

- (7) h_{leff} 既設舗装のアスファルトコンクリート層の等置換算厚を記入する。
- (8) E_3 路床の弾性係数を記入する。
- (9) h_2 非結合材路盤厚を記入する。新設設計時のデータ、あるいはコアサンプリングにより決定する。
- (10) ND_1 新設設計時の設計寿命を表わす。
w-MAAT, Mix CODE, E_3 の条件にあった設計曲線図表を利用して設計寿命を読み取り記入する。
条件にあったチャートがないときは、複数の設計曲線を合成し内挿して条件にあった設計曲線図表を

作成して N_{D1} を導出する。

- (11) N_R 既設舗装の残存寿命を $N_R = N_{D1} - N_{A1}$ により算出し、記入する。

(12) オーバーレイ適用判定

将来必要とされる寿命 (6) と残存寿命 (11) を比較してオーバーレイの適用を検討する。オーバーレイの適用が決定したら以下の方法にしたがってオーバーレイ厚を設計する。

2.6.3.3 路床の歪基準に基づくオーバーレイの設計
路床の歪基準に基づく設計は、(13) ~ (15) に従って行なう。ただし、既設舗装の設計が路床の歪基準に基づいていない事が明かであればこの過程は省略できる。

- (13) N_{D2} オーバーレイ後の設計寿命を表わす。オーバーレイ後の設計寿命 N_{D2} と将来必要な寿命 N_{A2} は等しいとして N_{A2} を記入する。

- (14) h_1 オーバーレイ後の設計寿命に必要なアスコン厚を表わす。w-MATT, Mix CODE, E_3 の条件にあった設計曲線図表を利用して N_{D2} に対応する値を読み取り記入する。条件にあったチャートがないときは、複数の設計曲線を合成し内挿して条件にあった設計曲線図表を作成して h_1 を導出する。

- (15) h_o オーバーレイの必要な厚さを表わす。 h_o は次式で算出する。

$$h_o = h_1 - h_{leff}$$

2.6.3.4 アスファルトの歪基準に基づくオーバーレイの設計

既設のアスファルト層の疲労を考慮した設計である。設計に疲労を加味するために、既設舗装の残余寿命比率 $(1 - N_{A1}/N_{D1})$ は設計後の残余寿命比率 (N_{A2}/N_{D2}) と変わらないという仮定を用いている。アスファルトの歪基準に基づく設計は (17) ~ (21) にしたがって行なう。

- (17) N_{D1} アスファルトの歪基準に基づいた新設時の設計寿命を表わす。w-MATT, Mix CODE, E_3 の条件にあった設計曲線図表を利用して読

み取り記入する。

- (18) N_R 残存寿命を表わし、次式で算出する。

$$N_R = N_{D1} - N_{A1}$$

- (19) N_{D2} オーバーレイ後の設計寿命を表わす。残存寿命比率が過去と将来で変わらないという仮定より導出される式より、 N_{D2} を算出する。

$$N_{D2} = N_{D1} \times N_{A2} / N_R$$

- (20) h_1 オーバーレイ後の設計寿命に必要なアスコン厚を表わす。w-MATT, Mix CODE, E_3 の条件にあった設計曲線図表を利用して N_{D2} に対応する値を読み取り記入する。

- (21) h_o オーバーレイの必要な厚さを表わす。 h_o は次式で算出する。

$$h_o = h_1 - h_{leff}$$

2.6.3.5 オーバーレイ厚の決定

路床の歪基準に基づいて設計したオーバーレイ厚 (15) と、アスファルトの歪基準に基づいて設計したオーバーレイ厚 (21) を比較して、安全であると思われる方を採用する。

2.6.4 設計例

以下の特性値を持つ舗装にオーバーレイを適用する場合の設計例を示す。

既設舗装の特性値: w-MAAT 15°C

h_2 200mm

h_1 180mm

E_3 $4 \times 10^7 \text{ N/m}^2$

Mix-Code S1-F2-100

ワークシート Q は表-9 のようになる。表-9 より、それぞれの設計寿命にたいする必要オーバーレイ厚は以下のようになることがわかる。

設計年数 オーバーレイ厚

10年 40mm

20年 70mm

3. 各オーバーレイ設計法の比較

国が標準とする設計法はその国の地域性、および経済性を反映したものである。たとえば、凍上対策や使用材料の品質などはその国の地域性の上に成り立っていると考えられる。同時に、設計に用いる交通条件や設計年数も補修のサイクルとコストといった経済性の

要因を含んでいると考えられる。

したがって、一概に各設計法の比較といっても本来ならばその国で使用される材料の規格・基準や設計年数とコストの関係、地域性といった要因を十分に理解した上での比較が必要であろう。しかし、残念ながら各設計法に影響すると思われる要因すべての検討することは非常に困難である。そこで、以下では、各設計法の骨子を抜き出して比較を行ない、各設計法の特徴を明確にするとともに、できるだけ比較可能な条件を設定し、各オーバーレイ設計法によるその仮定に基づいた設計オーバーレイ厚の比較を行ない、併せてわが国の設計法（維持修繕要綱）との比較を試みるのみにとどめた。

3.1 各設計法の特徴

設計法の骨子として考えられるものには、オーバーレイを実施する際の事由、設計に用いる各条件とその評価法、および設計手順などがある。ここではこれまで紹介してきた設計法を要約する意味も兼ねて、個々の項目についてまとめて、設計法の特徴を明確にするものである。

3.1.1 各設計法の設計手法

オーバーレイの設計法はその手法で分類すると大きく以下の4つに分けることができると考えられる。

- (1) 既設舗装のたわみ量を測定して、経験的に求められた設計図表からアスコンオーバーレイ厚を決定する方法。
- (2) 既設舗装のたわみ量を測定して、理論的な解析手法（主に弾性層理論）から作成した設計図表を用いてアスコンオーバーレイ厚を決定する方法。
- (3) 新設舗装として必要なアコン等値厚さと既設舗装の実質有効アスコン等値厚（残存アスコン等値厚）の差をオーバーレイ厚とする方法
- (4) 目視観察（既設舗装のひびわれ率など）から判断して、経験的に厚さを決める方法。

今回調査した国および機関を上記分類にしたがって分けると表-10に示す通りである。

表-11は設計手法の概略を示したものである。設計により算出されるオーバーレイ厚は、直接アスコン厚を決定するのがほとんどである。しかし、カナダは砂利を用いたときの厚さを算出しているので、結果をアスコン厚に換算しなければならない。

オーバーレイ厚設計の後、その設計が十分であるかどうかの検証を行なうものは少ない。一般に施工上必要な最小厚さやリフレクションクラック防止のための

表-10 オーバーレイ設計手法の分類

(1)	既設舗装のたわみ量を測定して、経験的に求められた設計図表からアスコンオーバーレイ厚を決定する方法	道路維持修繕要綱 カリフォルニア イギリス カナダ AI
(2)	既設舗装のたわみ量を測定して、理論的な解析手法（主に弾性理論）から作成した設計図表を用いてアスコンオーバーレイ厚を決定する方法	AASHTO シェル研究所
(3)	既設舗装として必要なアスコン厚 T_A と既設舗装の実質有効アスコン厚（残存 T_A ） T_E との差をオーバーレイ厚とする方法	AI 道路維持修繕要綱
(4)	目視観察（既設舗装のひび割れ率など）から判断して、経験的に厚さを決める方法	

最小厚さの規定があるだけである。シェル研究所では、オーバーレイ施工後のわだち掘れ量を予測し、その変形量によって検証を行っていることが一つの特徴となっている。

3.1.2 オーバーレイ厚設計の方針およびその事由

各設計法の設計方針および事由は設計法の標準化に伴う背景的な面を含んでいると考えられるため、設計法の基本的な姿勢、さらにはオーバーレイを含めた維持・修繕の概念を知る上で重要な問題と考えられる。

表-12は設計の方針と事由について示したものである。

各国・機関とも設計方針は、舗装の破壊を補修する目的で行う傾向は薄く、むしろ予防的に行なっている場合が多い。特にカナダ、AASHTOでは、維持修繕を新設舗装からその後の維持・修繕までを含めた舗装の総合的管理システムの一部として体系づけており、舗装にかかるトータルコストの観点を重視している。

設計の事由としては、既設舗装の表面たわみ量が大きすぎるなど、構造的耐荷力が不足した状態による場合が一般的である。

3.1.3 交通条件の評価法

交通条件は要素としてその国の経済的な面を含んでおり、各国で規定する設計荷重や対象とする車両には違いがある。さらに、交通条件は厚さの設計にあたって直接影響するものであるため、交通条件の評価法を検討することは重要と考えられる。

表-13は、各設計法で用いる交通条件を比較したものである。いずれも新設舗装の構造を設計に用いる設計交通条件をそのまま使用している。設計荷重は8.2t軸荷重を採用しているものがほとんどであるがカリフ

表-11 オーバーレイ設計手法の概略

国 名		オーバーレイ厚算出方法	算出結果	備 考
AI	有効舗装厚法	新設として必要な T_n と既設舗装の有効厚 T_e の差 $T_n - T_e$	アスコン厚	舗装の有効厚を求める方法は2通りある。 1. PSIを利用する方法 2. 舗装の各層に対して、換算係数を用いる方法
	たわみ法	交通条件EALd、復元たわみRRDを用い、設計曲線から求める。	々	——
AASHTO		たわみ試験より、路床土の M_R 及び各層の弾性係数を求める。 この数値を用いて、オーバーレイに必要な層構造指数を求める。 $SN_{OL} = SN_y - (F_{RL} \times SN_{xeff})$ この SN_{OL} よりオーバーレイ厚は $DoL = SN_{OL} / a_i$ で算出	々	解析区間は、路床からアスファルト層まで全て同じ状態の区間を一区間とする。路床土の M_R は春季測定したものとして補正をする。 理論式とAASHTO試験の結果から得られた図表を用いて算出する。
カリフォルニア		交通指数TI、最大たわみ量 d を用い、設計曲線から求める。	々	——
カナダ		交通条件ESALより求まる設計たわみ量、春季復元たわみ量 d を用い設計曲線から求める。	砂利厚 (アスコン換算0.5)	一般にたわみ量が0.050~0.030inchの間になるよう設計する。場合によっては、これよりゆるい設計たわみ量の時もある。
イギリス		交通条件、最大たわみ量 d を用い、設計曲線から求める。	アスコン厚	たわみ量によるオーバーレイ断面の均一区間の選定は行なわない。一般に周囲の状況、オーバーレイ断面の均一性を考えて、オーバーレイ断面を指定してから区間割りをする。
シェル研究所		交通条件、既設舗装の評価条件を用い、設計曲線から必要アスコン厚 h を得る。 オーバーレイ厚は、 $h - h_{eff}$ で算出	々	算出はワークシートQと、適当な図表を設けて計算する。 オーバーレイ後に生じる永久変形を予測し、許容できるかどうかを検討する。
道路維持修繕要綱	TA法	在来舗装をアスコン等値換算厚 TA_0 で評価し、次に設計CBRと将来の大型車交通量からアスコン等値換算厚 TA を求める。 $t = TA - TA_0$	々	大型車交通量、 TA_0 、 TA は表より求める。 t の最大厚は15cm程度としそれ以上の場合には他の工法を考える。
	たわみ法	ベンゲルマンビームによる測定たわみ量 d からたわみ量 D を求め、表からオーバーレイ厚を決定する。	々	舗装体の部分的な平均温度による温度補正を行なう。

表-12 設計の方針とその事由

国 名 地		設 計 の 方 針	設 計 の 事 由	備 考
AI	有効舗装厚法	できるだけ条件にみあったオーバーレイを設計する。	既設舗装の T_e (アスコン等値厚)が、現在、または将来において不足している。	——
	たわみ法	大きいたわみ量を減少させるためにオーバーレイする。	現在、または将来において表面たわみ量が大きすぎる。	——
AASHTO		舗装を総合的に管理するシステムの一環としてオーバーレイが位置づけられている。	構造的耐荷力が所定の値以下となった場合。	PSIが規定以下の値に達した時の累積交通量から限界の構造的耐荷力を求める事ができる。
カリフォルニア		大きいたわみ量を減少させるためにオーバーレイする。	既設舗装の表面のたわみ量が許容できるたわみ量より大きい。	許容される最大のたわみ量は交通条件、既設舗装の表層厚さから決定する。
カナダ		舗装を総合的に管理するシステムの一環として、オーバーレイが位置づけられている。	表面たわみ量が許容されるたわみ量より大きい。	——
イギリス		破壊の程度が軽い早期にオーバーレイを行ない、供用年数を伸ばしていく。	既設舗装の表面たわみ量が許容たわみ量より大きい。	既設舗装の路盤材料と交通量によって許容たわみ量を決定する。
シェル研究所		全世界的な利用を目的とした地域性の枠を越えた適用範囲の広い設計法。舗装の寿命を的確に予測する。	既設舗装の残存寿命を検討してオーバーレイの適用を考える。	残存寿命は、当初予定していた寿命と、現在まで消化した寿命との差である。一般に図より求める。

表-13 交通条件

国 名	設計荷重	交通量の評価方法	設計交通量	備 考
AI	8.2t軸荷重	8.2t軸荷重の車両交通量。	設計期間内に予想される8.2t軸荷重の累積通過軸数。	初年度の設計車線の交通量に、設計期間中の交通量の成長係数を乗じて設計交通量を求める。
AASHTO	8.2t軸荷重	全交通量を8.2t軸荷重に換算して、その通過台数で示す。	設計期間内の8.2t軸荷重の換算累加通過軸数。	初年度の交通量に対し、年間増加量を予測し、設計の基準とする。この時車線数、方向別に係数を用いて対象とする車線の設計交通量を求める。
カリフォルニア	2.268t輪荷重	2.268t輪荷重の車両交通量で示す。	20年間の累積2.268t輪荷重交通量EWLより求まるT Iで示す。	$TI = 6.7 \left(\frac{EWL}{10^6} \right)^{0.119}$
カナダ	8.2t軸荷重	8.2t軸荷重の交通台数。	設計期間内の8.2t軸荷重の累積通過軸数。	1車線当たりの日交通量1000台以上で10%のバス・トラックを含む交通量を対象とする。
イギリス	8.2t軸荷重	無積載時重量1.5t以上の貨物、バスの交通を8.2t軸車両台数に換算する。	8.2t換算軸荷重の累積通過軸数。	設計期間、交通量の増加率、日交通量からノモグラフを用いて設計交通量を求めてもよい。
シェル研究所	8.2t軸荷重	全交通量を8.2t荷重に換算軸として、その通過台数で示す。	8.2t軸荷重累積通過軸数。	
要 綱	5t輪荷重	全交通量を5t輪荷重に換算して、その通過台数で示す。	10年間の5t輪荷重換算輪数。	5年後の大型車の1日1方向あたりの交通量を推定し、交通量区分を求めてもよい。

表-14 既設舗装の評価法

国 名	既設舗装評価方法	設 計 条 件	備 考
AI	有効舗装厚 法 ①PSIと舗装材料の観察 ②舗装構成各層の破損状況観察	交通条件及びMrより決まるTn 破壊状況から決まるTe	必要Tnは新設舗装の設計方法により決定する
	たわみ法	RRD=(X+2S)f・C	f:21℃温度換算係数 C:危険な時期のたわみ測定値を1とした場合の季節係数
AASHTO	既設舗装の路床、路盤、アスファルト層の層特性NDTによるたわみ測定:レジリエント係数の決定	交通条件、気象条件及び各層のレジリエント係数から層構造指数を求め、それを用いてオーバーレイ厚を求める	春期の測定値を基準として経験的な補正を行なう NDT法は、コンピュータを用いるものと図表を用いた手計算によるものがある
カリフォルニア	WASHO法による最大たわみ量	全測定値の80%が下回り残りの20%が上回るような80%のたわみ量	デフレクトメーターにより測定して、ベンケルマンビームたわみに換算して用いるのが一般的
カナダ	CGR A方式春期復元たわみ量	$d=m+2q$	春期測定値を1とし、他の季節測定値への換算をする
イギリス	イギリス式最大たわみ量	全測定値の95%以上が含まれる最大たわみ量	温度補正(20℃換算)をする
Shell	混合物特性の測定 既設舗装の構造調査 FWDによる表面たわみ(たわみ比Qr, 最大たわみdo)	混合物特性値S-F-open 年平均気温 w-MAAT 路盤厚 h ₂ FWD測定による路床弾性係数 E ₃ アスコン換算表層厚 herr	FWDは最大たわみdoと路離rの位置でのたわみdrを測定しQr=dr/doとdoを報告する

オルニアの5000ポンド(2.268t)輪荷重は若干軽く、日本の5t輪荷重はやや重い設計荷重である。

3.1.4 既設舗装の評価法

各オーバーレイ設計法の基本原理は既設舗装の支持強度の不足分をオーバーレイによって補おうとするものである。したがって、設計を行う際には、既設舗装の残存強度を適切に評価することが非常に重要な問題

と考えられる。

既設舗装の評価法にはいくつかの種類があるが、いずれも既設舗装を破壊することなしに評価を行えるものである。表-14に既設舗装の評価法を示す。

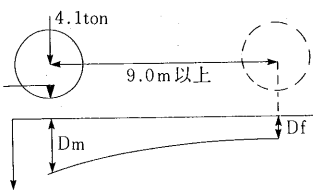
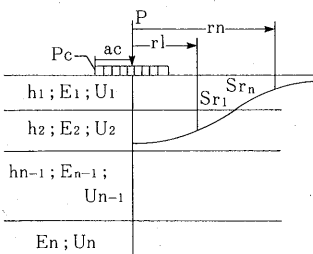
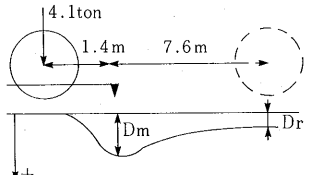
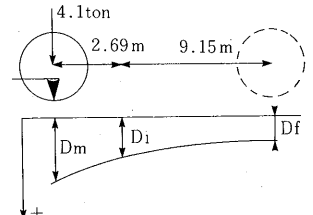
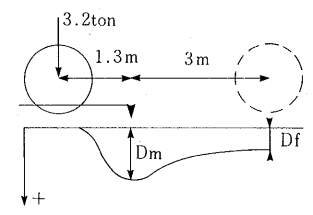
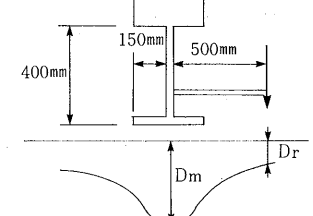
現在の設計法では、たわみ量により評価するものが多いが、最近の傾向としてはAASHTOがFWDに代表されるNDT(非破壊試験)を採用するなど、理論的

設計法に移行していくことが考えられる。

つぎに表-15はたわみ量の測定方法について比較したものである。

たわみ量測定方法の基本はベンケルマンビームによるたわみ量測定であるが、一般に荷重条件として設計荷重をそのまま使用する例が多い中でイギリスは設計

表-15 たわみ量測定法

国 名	たわみ量・測定方法	報 告	荷重車の条件	備 考
A I		$D = D_m - D_r$	タイヤの大きさ 10.00×20.12プライ 空気圧 5.6kg/cm ² (552kpa) 8.2t軸荷重	温度補正 季節補正
AASHTO		すべての動的たわみ 測定方法	NDT装置	動荷重P、載荷板半径a。 及び載荷板の等布荷重P。 は既知である アスファルト層の弾性係数 は70°F(約21℃)に換算し ている
カリフォルニア		$D = \frac{D_m + (D_m - D_r)}{2}$	11.00×22.5-12ply 70psi(空気圧) 8.2t軸荷重 Creep Speed	たわみ量は最大たわみと復 元たわみ量の平均値を用い る通常はディフレクトメー ターを用いて測定される
カナダ		$(D_m - D_r) - (D_r - D_r) \leq 0.025\text{mm}$ のとき $D = (D_m - D_r)$ $(D_m - D_r) - (D_r - D_r) > 0.025\text{mm}$ のとき $D = (D_m - D_r) + 2.91(D_r - D_r)$	5.6kg/cm ² (空気圧) 8.2t軸荷重 Creep Speed	アーム先端にかかる荷重の 影響を修正できる 温度70°F(21.1℃)補正
イギリス		$D = \frac{D_m + (D_m - D_f)}{2}$	6350kg軸荷重 7.50×20or8.25×20 のジグザグパターン のタイヤ 590ku/m ² (空気圧) Creep Speed	たわみ量は最大たわみと復 元たわみの平均値を用いる
シェール		$Q_r = D_r / D_m$ Drを報告する	150kg	落下荷重の振動周期 0.028sec

荷重と異なる荷重条件を採用している。

測定たわみ量には大きく分けて、最大たわみ、復元たわみ、残留たわみの3種があるが、一般には復元たわみ量が用いられているようである。イギリス、カリフォルニアでは最大たわみ量と復元たわみ量の平均値を設計条件としている。

たわみ量の測定条件として次の2種が記述されている。一つは舗装の支持力が最小となる融解期に測定するもので、カナダがこれに該当し、AASHTOも舗装の評価を春季に行うことを原則としている。もう一つは、時期に関する厳しい制限はないが、測定時の舗装体温度が20℃（あるいは21℃）の時のたわみ量に修正するものでAI、AASHTO、カナダ、イギリスがこれに該当する。なお、カリフォルニアについては補正について記述した資料がなく不明である。

シェル研究所の方法は、ペンケルマンビームではなくFWDによる落下衝撃荷重下でのたわみ量を測定しており、AASHTOもこれを代表的な測定方法としている。

3.2 アスコン等値換算を用いる設計法のオーバーレイ厚の比較

アスコン等値換算厚で既設舗装を評価しているのは、AIおよびわが国の維持修繕要綱がある。設計の手順については同じであるが既設舗装の評価に用いる等値換算係数のとり方に若干の違いがある。ここで、図-30に示す断面について換算係数を最大、平均、最小に取った場合のオーバーレイ厚の変化を比較してみた。

表-16は、図-30の断面について換算係数を変化させたときのアスコン等値合計厚を示したものである。ただし、表層についてはひびわれ率による目安があるので、適切に換算係数が得られると判断し、要綱では水準3、すなわち換算係数0.5とし、AIについても同じく0.5を用いた。そして、観察の行えない路盤層以下の部分について換算係数を変化させている。本断面をB

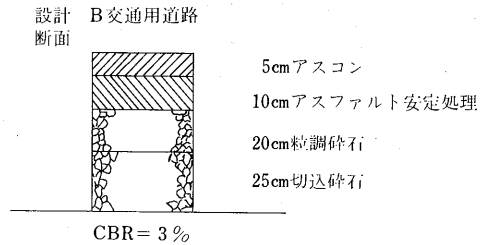


図-30 比較に用いた断面

交通に供用させるものとし、設計年数10年とした時のCBR=3%の路床上に必要なアスコン等値合計厚を求め、オーバーレイ厚を試算すると表-17のとおりである。求めたオーバーレイ厚を図-31に示す。図からわかるように、換算係数のとり方いかんでかなりの厚さの差が生じている。AIと要綱の間の差についてはAIの

表-17 オーバーレイ厚算出結果

国、機関	維持修繕要綱			AI		
	最小	平均	最大	最小	平均	最大
交通条件	B交通 1×10 ⁶ (5ton)			2.2×10 ⁶		
路床CBR%	3%			(30.9Mpa)		
必要アスコン厚	26			28.5		
アスコン等値厚	14.3	19.1	23.8	12.0	16.3	20.5
オーバーレイ厚	12.0	7.0	2.5	16.5	12.5	8.0

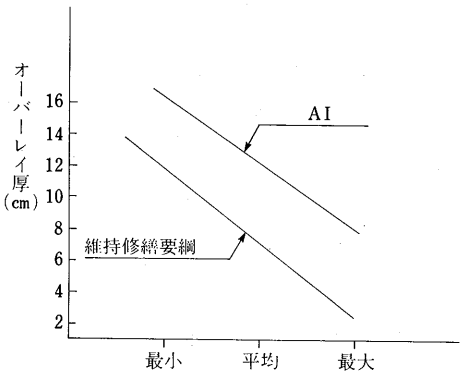


図-31 オーバーレイ厚算出結果

表-16 アスコン等値厚の計算

国、機関	維持修繕要綱						AI					
	最小		平均		最大		最小		平均		最大	
材 料	換算係数	TA	換算係数	TA	換算係数	TA	換算係数	TA	換算係数	TA	換算係数	TA
5cmアスコン	0.5	2.5	0.5	2.5	0.5	2.5	0.5	2.5	0.5	2.5	0.5	2.5
10cmアス安定	0.4	4.0	0.6	6.0	0.8	8.0	0.5	5.0	0.7	7.0	0.9	9.0
20cm粒調	0.2	4.0	0.28	5.6	0.35	7.0	0.1	2.0	0.15	3.0	0.2	4.0
25cm切込	0.15	3.8	0.2	5.0	0.25	6.3	0.1	2.5	0.15	3.8	0.2	5.0
アスコン等値合計厚	14.3		19.1		23.8		12.0		16.3		20.5	

方が厚くなっているが、これは、交通条件と路床条件によって決定されるそもその舗装厚の差であると考えられる。このように、設計者つまり既設舗装の評価者により個人的な誤差が入りやすく、本方法は設計に用いる際に十分な注意が必要と考えられる。

3.3 たわみ量を用いる設計法のオーバーレイ厚の比較

たわみ量を設計に用いる方法について比較を行なうためには、設計に用いる交通条件や既設舗装のたわみ量の評価法に違いがあるため、仮定条件を設けて各設計法の設計条件に見合うように換算しなくてはならない。

(1) 比較のための設定条件

① 設計交通量

交通量の評価方法が各機関により、設計荷重、軸荷重換算係数などで異なるため、一概に同一条件に設定しにくい。そこで、設計交通量をわが国の要綱で採用しているA、B、C交通道路で設計年数を10年とした場合を想定した。

A、B、C交通道路で10年間の交通量は5t輪荷重の累積通過数でそれぞれ15万、100万、700万回に相当する。各国の交通量に換算する場合は、各国で使用している軸荷重換算係数を用いてこの5t輪荷重を各国の設計荷重に換算し設計荷重の累積通過軸数あるいは累積通過軸数を求めた。

表-18は設定した交通量を各国の交通条件に換算した結果である。表中の換算係数は5t輪荷重が1回通過した場合各国の評価では設計荷重が何回通過したことになるかを示す数値である。

(2) 既設舗装の表面たわみ量の評価

舗装断面は各交通量に対しそれぞれ図-32に示すように想定した。各設計法で用いるたわみ量は各々の国で採用している方法で測定したものに依っているため、オーバーレイ厚を求めるには、各国の測定法によるた

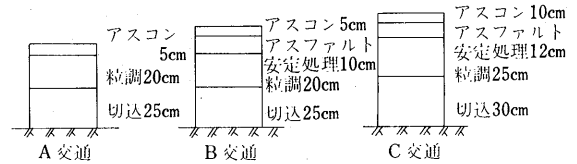


図-32 比較に用いた断面

わみ量が必要である。しかし、測定法の違いによるたわみ量の相関性が明かでないため、ここでは単純にたわみ量が荷重に比例するという仮定の下で各国の測定法でのたわみ量に換算する方法を用いた。D.Croneyは、その著書の中で「荷重とたわみ量との間には比例関係があると仮定して換算すれば、たわみ量の近似的な比較が可能である」と述べている⁷⁾。今回はこの仮定に依って、わが国の方法で融解期に測定したたわみ量(20℃たわみ量に補正)を各国の測定法の荷重条件にあわせて換算した。

たとえば、5t輪荷重でのたわみ量と8.2t軸荷重でのたわみは、図-33に示す換算スケールで示される。

なお、シェル研究所、AASHTOの設計法では、たわみの測定法が他の国の方法と異なるため比較の対象から除いた。

(3) オーバーレイ厚の設計

以上の考えに基づき、5t輪荷重下でのたわみ量0.5~2.5mmに対応するオーバーレイ厚を求めた。その

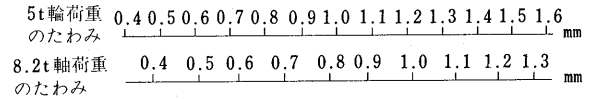


図-33 たわみ量換算スケール

結果を表-19に示す。設計オーバーレイ厚として直接アスコン厚を算出せず、砂利換算厚で算出されるカナダについては、砂利の等値換算係数を0.5としてオーバーレイ厚を求めた。なお、設計に用いる条件として交通条件より決まる設計たわみ量を用いる設計法につい

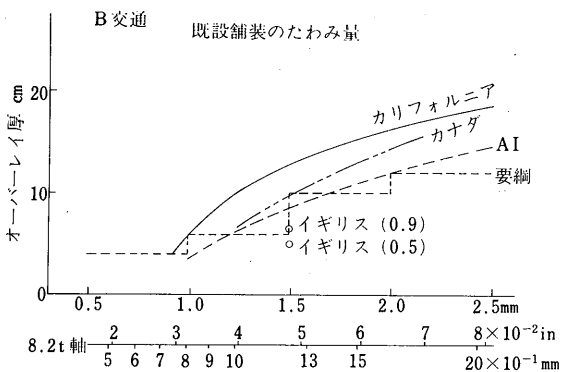
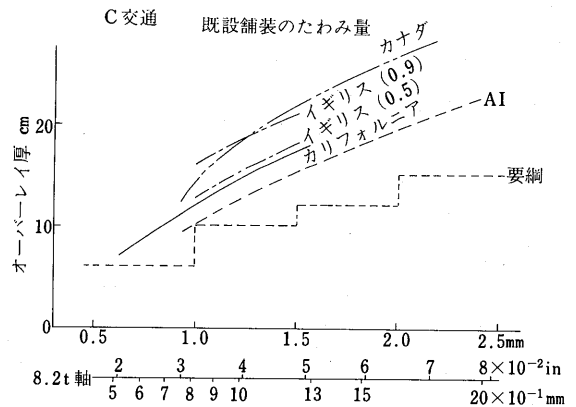
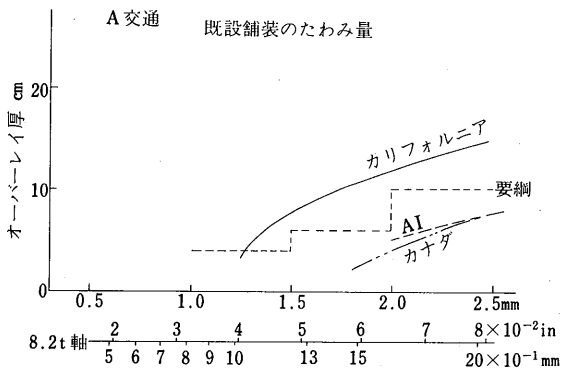
表-18 交通条件の換算

国 名	5t輪荷重を1とした時の換算係数		設 計 交 通 量					
			A 交通・10年		B 交通・10年		C 交通・10年	
	設計荷重	換算係数	累積交通量 ($\times 10^6$)	設計交通量	累積交通量 ($\times 10^6$)	設計交通量	累積交通量 ($\times 10^6$)	設計交通量
A I	8.2t軸	2.21	0.33		2.2		15	
カリフォルニア	2.268t輪	27.67	4.15	TI=8.6	28	TI=10.6	194	TI=13.4
カナダ	8.2t軸	3.00	0.45		3.0		21	
イギリス	8.2t軸	2.32	0.35		2.32		16.2	
要 綱	10t軸	1.00	0.15		1.0		7.0	

表-19 オーバーレイ厚算出結果

国名および機関	条件	設計た わみ量 (mm)	オーバーレイ厚 (cm)				
			5t輪荷重下のたわみ量 (mm)				
			0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
AI	3.3×10^6					5.0	7.5
	2.2×10^6			3.5	8.5	12.0	14.5
	1.5×10^7			10.0	15.0	19.0	22.5
カリフォルニア	TI=8.6	0.6			7.8	11.9	
	TI=10.6	0.45		5.6	12.8	16.1	
	TI=13.4	0.3		11.7	17.4		
カナダ	0.45×10^6	1.3				3.8	7.6
	3.0×10^6	0.76			9.7	14.3	
	21×10^6	0.5		14.2	21.8	26.7	
イギリス	0.35×10^6	1.0					
	2.32×10^6	0.6			5.0 6.5		
	16.2×10^6	0.3		12.5 16.0	18.0 21.0		
要 綱	A 交通			4.0	6.0	10.0	10.0
	B 交通			6.0	10.0	12.0	12.0
	C 交通		4.0	10.0	12.0	15.0	

注)イギリスの上段の数値は破壊確立0.5の場合、下段の数値は破壊確立0.9の場合



とにまとめて図-34～図-36に示す。

図-34に示すA交通道路では、カリフォルニアが若干厚いオーバーレイ厚を示し、AI、カナダがほぼ同じ厚さでやや小さな厚さとなっている。要綱は、ほぼ中間に位置しており、AIで設計した厚さが要綱で設計した厚さの下限値にほぼ相当している。なお、イギリスはオーバーレイの適用範囲内に含まれないのでオーバーレイ厚は与えられていない。

図-35に示すB交通道路ではイギリスもオーバーレイの適用範囲にある。図-34と比べてみるとA交通では要綱よりも薄いオーバーレイ厚を与えていたカナダがB交通道路では要綱よりも厚いオーバーレイ厚とな

ては設計たわみ量も示した。

(4) 設計オーバーレイ厚の比較

表-19に示したオーバーレイ厚算出結果を交通量ご

っている。AI、要綱の関係では良く似た厚さを与えているが、B交通ではAIで設計した厚さが要綱のほぼ中央値に相当している。

図-36に示すC交通の場合には、イギリス、カナダ、カリフォルニア、AIのいずれもがかなり厚いオーバーレイ厚となり、要綱とは差がみられる。このようにわが国の維持修繕要綱のオーバーレイ厚は、重交通になるにつれ、各国に比べオーバーレイ厚が小さいことが分かる。

4. おわりに

以上、述べてきたように今回の調査では、各国・機関ともオーバーレイを維持補修の体系の中に明確に位置づけており、その設計法も完備されているものであった。また、最近では、オーバーレイだけを切り離さず、舗装構造設計と維持補修を1つの流れで考え、ある一定期間内の舗装にかかるトータルコストを最小にしようとする舗装マネジメントシステムの概念が強く現れるようになってきている。しかし、このシステムもオーバーレイ設計と同様に、その背景には各国の経済性、地域性などの要因がさまざまな形でからんで

いるため、一朝一夕には完成を見ない複雑な面が多分に含まれていると考えられる。

今回は維持・修繕の中で大きなウェイトを占めるオーバーレイだけを取り扱ってきたが、今後は舗装をトータルに考えた舗装のマネジメントシステムの研究調査も必要と考えられる。

今回調査した国・機関が英語圏のみにとどまったのは、メンバーの非力によるものであり、また、オーバーレイ厚の比較を行った際の仮定、あるいは前提条件などにはいろいろご批判もあろうかと思われるが、単なる設計法の紹介にとどめたくないための窮余の一策とご容赦いただきたい。また、オーバーレイの設計法については、かつてのアスファルト舗装技術研究グループ報告として昭和57年にまとめられているが、9)その後ほぼ9年経過したものの各国の設計法はほぼ変化がないのが実情である。したがって、前回のレポートに比べての新規性がほとんどないことも残念なことと考えている。

最後に本文をまとめるにあたり、ご指導いただいた北海道大学姫野助教授に感謝の意を表します。

— 参考文献 —

- 1) The Asphalt Institute, "Asphalt Overlays for Highway and Street Rehabilitation" MS-17, 1987
- 2) AASHTO, "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1986", 1986
- 3) California Test-356, "Methods of test to Determine Overlays Requirements by Pavement Deflection Measurements"
- 4) RTAC (Roads & Transportation Association of Canada), "Pavement Management Guide"
- 5) C.K.Kennedy and N.W.Lister, "Prediction of Pavement Performance and the Design of Overlays" TRRL.LR833
- 6) Shell International Petroleum Co., Ltd., "Shell Pavement Design Manual" 1978
- 7) D.Crone, "The Design and Performance of Road Pavements : Chapter21" 1977
- 8) 社)日本道路協会 "道路維持修繕要綱" 昭53
- 9) 井上, 栃木, 福手 "オーバーレイの設計法 (1) ~ (3)" アスファルトNo.130~132 昭和57

☆

☆

☆

☆

☆

☆

越 前 の 峠 道

中 村 俊 行
建設省近畿地方建設局
福井工事事務所長

1. 越前の三つの玄関

国道365号は、武生市から「越前の母なる川」九頭竜川の左最大支川である日野川の左岸を南下する。JRの北陸線を右手に見ながら南に走り、北陸自動車道の高架橋をくぐると南条町から今庄町に入る。今庄インターをすぎて日野川を二度渡ると今庄の市街である。ここから右手に主要地方道今庄敦賀線が分岐している。この道を行くと JR の南今庄駅を経て「新道」の集落である。ここからさらに道は分かれ、右方向に国鉄の廃線敷である県道をたどると「山中峠」に達する。

今庄敦賀線はここで左に折れ、「二ツ屋」をすぎると車両の通行は出来なくなる。徒歩で沢沿いの細道を辿り、言奈（いな）地蔵をすぎれば石畳のつづら折れの道となり、「木ノ芽峠」に達する。

さて国道に戻ろう。365号は大門で日野川の源流といわれ伝説で有名な「夜叉ヶ池」、広野ダム方面への道と分かれて山間部へとはいる。ちょうど分水嶺への登り

口が板取の里である。旧道の細い坂道の両側にかやぶきも残る民家が静かに並んでいる。ここから国道はその上り勾配を大きくし、いくつかのヘアピンカーブを過ぎると「栃ノ木峠」に至る。その名の通り峠付近には栃の木が群生しており、県の天然記念物に指定されている樹高25m、周囲7mの栃の木が目を引く。

この山中、木ノ芽、栃ノ木の3つの峠が古代より畿内と越前を結んでおり、それぞれに歴史を刻んでいるのである。

北陸は古く越（こし）とよばれ、後の若越両国に該当する地域には若狭、高志、三国、角鹿（つぬが）の国造制諸国が存在した。大化改新時、越が越国となり、そして持統朝のころ越前、越中、越後の三国に分かれた。718年能登国が、823年には加賀国が置かれ越前国

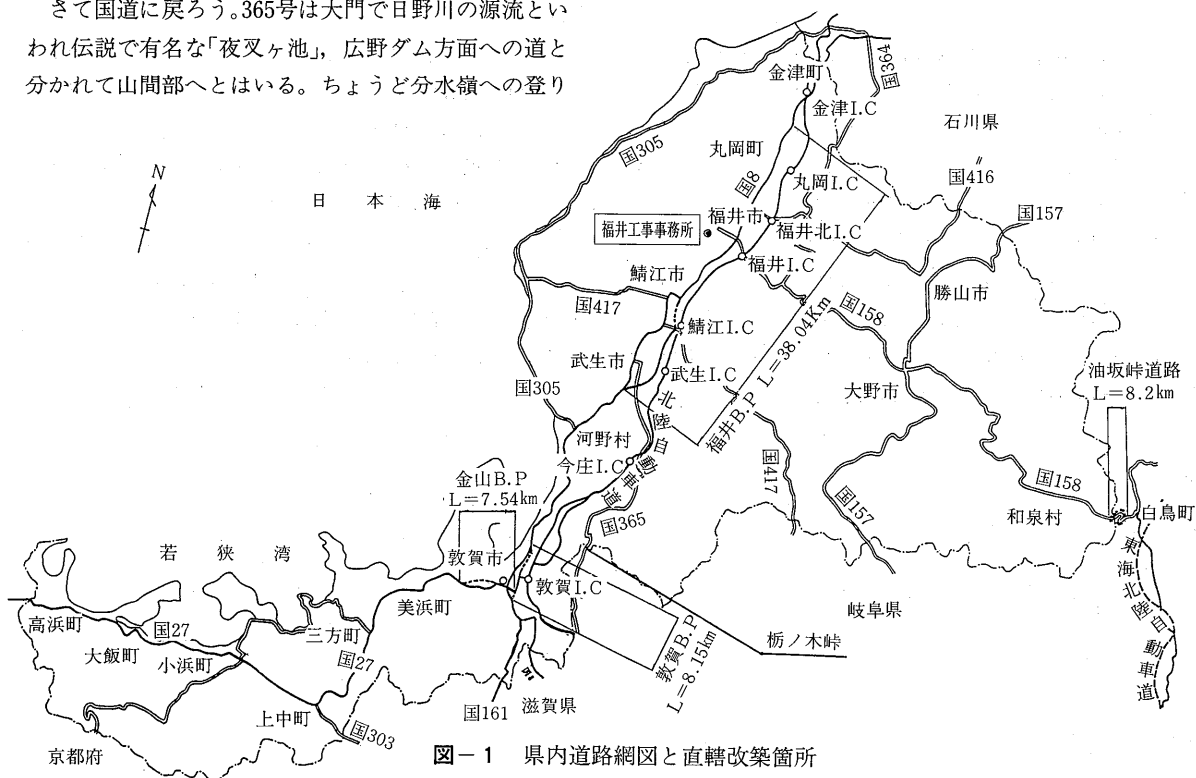


図-1 県内道路網図と直轄改築箇所

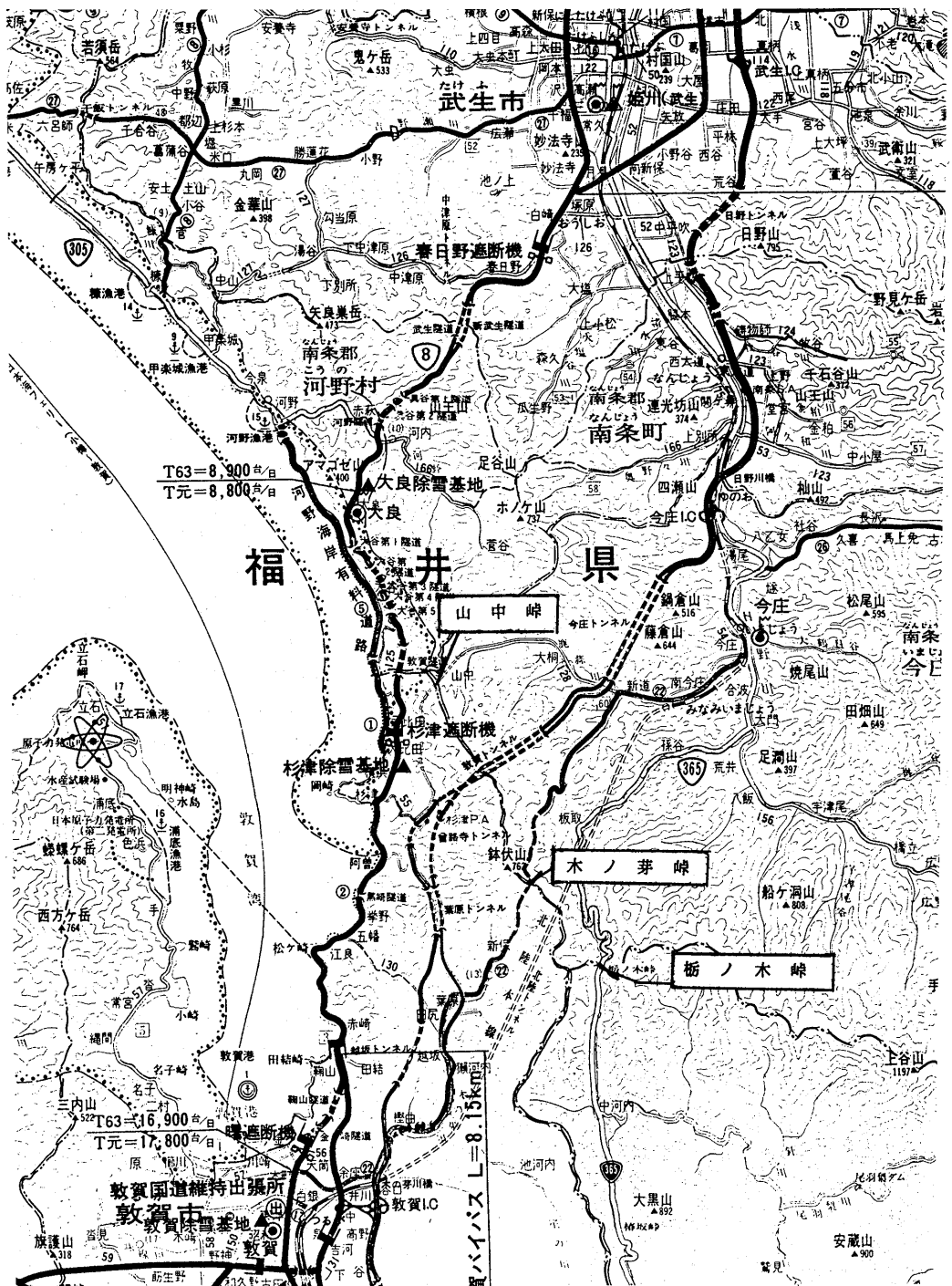


図-2 三峠位置図

は縮小された。奈良時代以前の越前と畿内との交通は、峠道が急峻なこともあり海運の占める割合も大きかった。この時代東大寺等の大荘園が越前の平野部の各地

に開田され、収穫物は九頭竜川を利用して三国湊から敦賀港に陸揚げされ、琵琶湖、宇治川、木津川を利用して平城京に輸送されたと言われている。

2. 山中峠

平安初期(830)以前の北陸官道である。敦賀から敦賀湾ぞいに赤崎、五幡(いつはた)、阿曾、杉津と北上し元比田から鉢伏山の鞍部である山中峠を越えて今庄に達する。山中峠より今庄までの地域一帯の山は、古来「かえる山」といわれており、京へ帰ると帰る山の掛け詞になっている。

多くの歌人がこの「かえる」を歌っている。

*かえるみの 道行かむ日は 五幡の

坂に袖ふれ われをし思はば 大伴家持

*行きめぐり 誰も都に帰る山

いつはたときく 程の遙けさ 紫式部

*かりかねの 帰る道にやまようらむ

越の山中 かすみへだてて 西行

3. 木ノ芽峠

この峠越が山中峠に代わって北陸官道に成ったのは平安時代の初期と言われている。その後1200年間、敦賀より湖西を通り京に通じていたので西近江路といわれ、多くの人がここを行き来した。

この木ノ芽峠の標高は628m、一方山中峠はおおよそ400mである。なぜ230mも高い所に新しい峠を開いたのであろうか。2つの利点があったと言われている。一つは地形を利しての都への防御としたことであり、もう一点はこの峠から敦賀湊まではいきの下りであ

り、山中峠越えの五幡越のように幾つもの峠がなかったということである。

996年、紫式部が父の藤原為時の越前国府(今の武生市)への赴任に同行してこの峠を越えている。「紫式部日記」によると、一行は、まず逢坂関を越えて大津に出ている。ここから琵琶湖を船で縦断して北端の塩津に上陸し、塩津山を越えて角鹿(敦賀)に一泊した。ここでは一の宮(今の気比神宮)にお参りして、最大の難所である木ノ芽峠越えの安全を祈っている。木ノ芽峠では盗賊らしいあやしい人影を見たように書かれており、官道とはいえ当時の峠の厳しさがうかがえる。

余談になるが、紫式部は越前国府に一年弱滞任しているが、常に都を懐かしがり、特に越前の冬の厳しさを嘆いている。

現在の木ノ芽峠には西光寺丸、木ノ芽城、観音丸、鉢伏城などの城跡がそのまま残っている。これらはこの峠をめぐる多くの戦いの歴史を刻んでいるが、特に大きな戦いとしては、元亀元年(1570)朝倉と信長の戦い(朝倉軍の勝ち)、天正元年(1573)朝倉滅亡、天正3年信長の越前一向一揆平定等がある。

また峠には「峠の茶屋」として有名な前川家が500余年にわたって残っている。平貞盛を祖先とする前川家は戦国大名として各地に転戦していたが、26代義次に至ってここに定住している。代々の越前藩主から仕官を勧められたが、それを辞退し、茶屋番や山回り役を勤めたといわれている。

4. 栃の木峠

標高537m、この峠は西近江路に対して湖東に通じることから東近江路と言われ木ノ本、関ヶ原を経て中山道に通じ、また長浜を経て草津で東海道の合流し、都に入った。古くから木ノ芽峠と並んで、軍事的要衝であったが天正6年(1578)、朝倉滅亡後信長により北の庄(今の福井市)に封せられた柴田勝家により安土、京都方面への近道として改修された。

改修した峠道は、道幅三間、縁(ふち)三尺ずつ、両側の側溝三尺ずつ、土揚六尺ずつ、都合道路敷は七間であり、これ以来栃ノ木峠は旅人の往来で大変にぎわったと言われている。

この改修から5年たった天正11年2月末、まだ道を埋める雪をはらって柴田勝家は、信長亡き後の天下を巡って対立する秀吉に対して挙兵した。自ら改修した

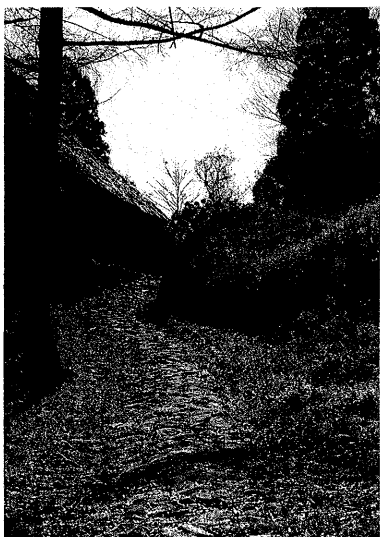
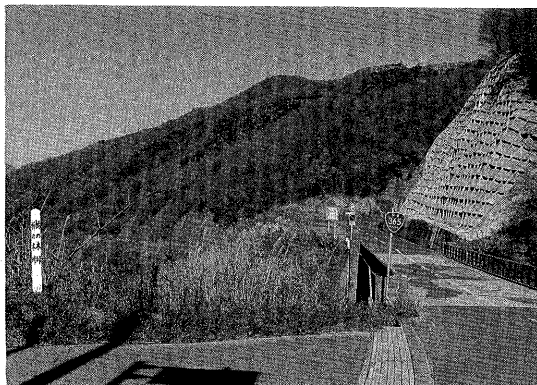


写真-1 木ノ芽峠の石畳の道と峠の茶屋



写真－2 栃ノ木峠国道365号福井・滋賀県境

まだ雪深い栃ノ木峠を越えて北近江に出た勝家は、琵琶湖北岸の賤ヶ岳において秀吉軍に敗れる。そして今度はこの峠を、秀吉が勝家を追って北上した。勝家は、北ノ庄に於てお市の方を共に自害し、お市の3人の娘は、勝家のはからいにより秀吉の元に送られ助けられた話は有名である。

ここでもう一つ柴田勝家の人柄を表す逸話が有名である。この賤ヶ岳の敗因の一つとして、前田利家の唐突な退却が勝家軍総崩れを引き起こしたことにあると言われている。そして利家は初めから秀吉に内通していたのだ、との説もある。勝家は北の庄へ戻る途中、先に逃げていた利家に府中城で会ったが、この退却を責めることなく、日頃の厚情の礼を言い、今後は利家の親しい仲である秀吉に頼られるがよいと言って北ノ庄へ去ったと言われている。なお利家は翌日府中に入

った秀吉に従い、北ノ庄攻めに向かっている。

5. 現在の峠越え

越前への入口とも言べき三峠についてその歴史と、それにまつわる話を書いてみた。歴史が変わり、時代が移ってもこの地域の地形の厳しさと、交通の要衝としての役割は少しも変わらない。その上明治以降はこの地域が福井県を南北に分けることとなり、鉄道、自動車道路という新しい交通路の開発が行われた。

明治29年開通した国鉄北陸線は、山中峠越えで敦賀に至っていた。しかし昭和38年、木ノ芽峠の付近を当時日本最長の北陸トンネルが開通し、これによって旧廃線敷は山中峠越えの自動車道として使われるようになっていく。

栃ノ木峠については、先に書いたように現在は国道365号の福井、滋賀県境である。昭和52年に開通した北陸自動車道は、ちょうど山中と木ノ芽の両峠の間付近を敦賀トンネルにより一気に通過している。なおこのトンネルより敦賀インターの間15kmは、上下線がかなり大きくセパレートしており、地形の厳しさとルート選定の苦労をうかがうことができる。

国道8号は、この峠道を避けて武生市より日本海沿いの河野村に出るルートを取っている。そして敦賀湾沿いの元比田からは、山中峠越えの旧官道に沿いつ離れつつながら海岸沿いを敦賀に通じている。

鉄道、自動車道路の開通により、峠越えの苦労は昔話となったが、歴史における道路、とりわけ峠道の持つ意味や役割は大いに興味深いものである。

☆

☆

☆

☆

☆

☆

コンクリートの配合

舗装用のコンクリートを製造する場合には、先ず各材料（通常はセメント、細骨材及び粗骨材）の割合を決める必要があります、このことをコンクリートの配合といいます。

コンクリートの配合を決める場合は、所要の品質（所要の強度を持ち、耐久性、すりへり抵抗が大きいことに代表される性状のこと）を有し、同時に施工性に適したワーカビリティが得られるように決めることが重要であります。

配合には、示方配合（示方書によって定められた配合）と現場配合（示方配合のコンクリートになるように現場において、細骨材と粗骨材の粒度及び表面水の影響で調整を行った配合）がありますが、コンクリート標準示方書では、単位量（コンクリート 1 m³ 製造する時に必要な材料の量）によって配合を表すことにしています。

1) 配合設計の手順

配合設計に先立ち、使用材料は基準試験によってセメントと骨材の比重、骨材の粒度、含水量、単位容積質量等を求めます。

①配合強度の計算

コンクリートの配合設計を行う場合に目標とする配合強度 σ_{br} はコンクリート版の設計基準曲げ強度 σ_{bk} （一般には 45 kgf/cm²、特例で L・A 交通で 40 kgf/cm²）を P 倍に割り増したものとします。セメントコンクリート舗装要綱では P は、JIS A 5308 のレデーミックスコンクリートを除き 1.15 の値をとることにしています。これは、コンクリートの品質の均一化を図るために曲げ強度の試験値 (X_3) が設計基準強度 σ_{bk} を 1/5 以上の確率で下まわらないこと、及び 0.8 σ_{bk} を 1/30 以上の確率で下まわらないという 2 つの条件を満足するように過去の実績からくる変動係数 16 % を見込めば十分であるということから、これに対応した値にしています。（表－1 参照）

表－1 割り増し係数 P の値

変動係数(%)	7.5	10.0	12.5	15.0	16.0	備 考
増割し係数 P	1.06	1.09	1.12	1.14	1.15	コンクリート舗装要綱の条件で決める場合
	1.15	1.21	1.36	—	—	JIS-A 5308 の条件で決める場合

一方、JIS A 5308 レデーミックスコンクリートに規定されているコンクリートの曲げ強度は、3 回の試験結果の平均値が購入者が指定した呼び強度以上であること、及びどの回の試験結果も呼び強度の 85 % 以上でなければならないという 2 つの条件から決められているが、この 2 つの条件を満足する割り増し係数 P の値は表－1 の JIS の値であります。これによれば、レデーミックスコンクリート工場における品質の変動係数が 10 % 未満であれば、設計基準曲げ強度の値を呼び強度として用い、JIS 規定の割り増し係数を用いていれば舗装用コンクリートで P = 1.15 を用いている配合強度とほぼ近似した値になるといえます。曲げ強度試験は JIS A 1106 に準じておこないます。

②水セメント比の選定

水セメント比は、所要の強度と耐久性を考慮して決める必要があります、舗装用コンクリートでは気象条件が厳しく凍結融解がくり返されるような環境条件では 45 % 以下、凍結融解がときどき起こる場合は 50 % 以下の範囲で決めます。

③粗骨材の最大寸法、スランプの決定

粗骨材の最大寸法は 40 mm 以下、スランプは 2.5 cm（ただし、振動台式コンシステンシー試験装置を用いる場合は沈下度は 30 秒）、空気量は 4.0 % を標準としているのでこれらを考慮して決めます。スランプ試験は JIS A 1101、空気量試験は JIS A 1128 に準じて行います。

④単位水量、単位セメント量

舗装用コンクリートは、体質変化が小さくすりへ

り抵抗の大きい性能が要求されるので、舗設作業ができる範囲で、できるだけコンシステンシーの小さいものである必要があります。このため単位水量は骨材の粒度、形状、単位粗骨材容積、混和剤の種類、コンクリートの温度、運搬時間等を考慮して試験によって決めます。

単位セメント量は単位水量と水セメント比から求めるが、舗装用には280～350kgの範囲で決めます。

⑤単位粗骨材容積

単位粗骨材容積は所要のワーカビリティならびにフィンッシャビリティが得られる範囲内で単位量が最小となるように決めます。通常は表-2の配合表を参考に決めます。

混和材料を使用する場合は、既往の資料等を参考にその単位量を決めます。

⑥試験練り

計算によって求めた各単位量をもとに、可傾式ミキ

サ等を用いて試験練りを行いスランプ、空気量を測定し、所定の値になるように表-2の〔注2〕～〔注5〕を参考に調整しながら示方配合を決めます。特にコンクリートの運搬距離、運搬方法、舗装時期、時間等によって生じるスランプロスとエアロスを含めて示方配合を決めることが重要であります。

⑦現場配合

示方配合を現場の条件（主として骨材の表乾状態等）を考慮して現場配合を決めます。この場合は、表面乾燥飽和状態による配合をプラントの使用骨材の表面水量による補正、混和剤の使用による水量の補正、粗骨材・細骨材の粒度別（5mm以下、5～20mm、20～40mm）の補正によって現場配合を決めることが重要であります。

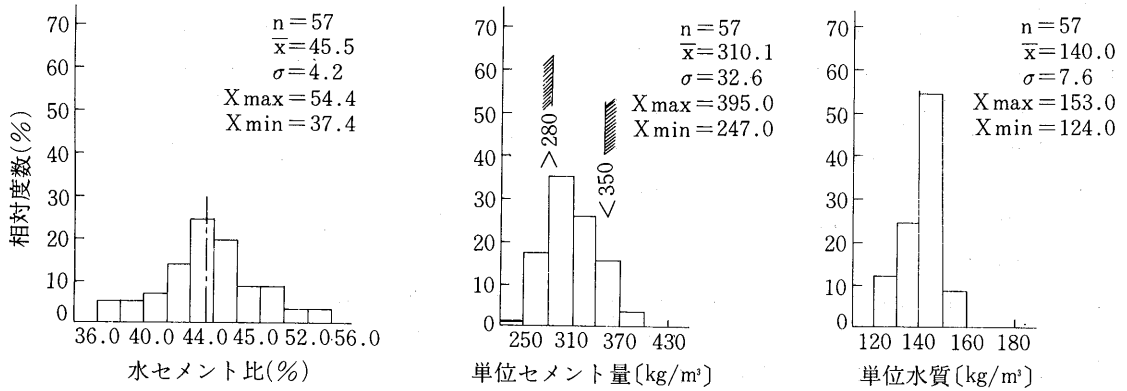
日本セメント協会で行った共同試験による各単位量の例を示すと図-1のようになります。

〔小島逸平 熊谷道路(株)技術研究所〕

表-2 配合参考表(セメントコンクリート舗装要綱)

この表の値は、粗粒率2.80(川砂)の粗骨材を用いた沈下度30秒(スランプ約2.5cm)のAEコンクリート(良質の減水剤を用いて空気量4%の場合)で、ミキサから排出直後のものに適用する。				
粗骨材の最大寸法	砂利コンクリート		碎石コンクリート	
	単位粗骨材容積	単位水量kg	単位粗骨材容積	単位水量kg
40	0.76	115	0.73	130
30		120		136
25(20)		125		140
上記と条件の異なる場合の補正				
条件の変化	単位粗骨材容積			単位水量
細骨材の粗粒率増減に対して	単位粗骨材容積＝(上記単位粗骨材容積)×(1.37－0.133粗粒率)			補正しない
沈下度10秒の増減に対して	補正しない			±2.5kg
空気量1%の増減に対して				±2.5%
〔注1〕 砂利に碎石が混入している場合の単位水量及び単位粗骨材容積は、上記表の値が直線的に変化するものとして求める。				
〔注2〕 単位水量と沈下度の関係はlog(沈下度)－単位水量が直線的関係にあるため、沈下度10秒に相当する単位水量の変化は、沈下度30秒程度の場合は2.5kg、沈下度50秒程度の場合は1.5kg、沈下度80秒程度の場合は1kgである。				
〔注3〕 スランプ6.5cmの場合の単位水量は上記表の値より8kg増加する。				
〔注4〕 単位水量とスランプとの関係は、スランプ1cmに相当する単位水量の変化は、スランプ8cm程度の場合は1.5kg、スランプ5cm程度の場合は2kg、スランプ2.5cm程度の場合は4kg、スランプ1cm程度の場合は7kgである。				
〔注5〕 粗骨材の粗粒率の増減に伴う単位粗骨材容積の補正は、細骨材の粗粒率が2.2～3.3の範囲にある場合に適用される式を示した。				

(1) $\sigma_{b2B}=52\text{kgf/cm}^2$ の配合分布 (粗骨材の最大寸法40mm, スランブ2.5cmの場合)



(2) $\sigma_{b2B}=52\text{kgf/cm}^2$ の配合分布 (粗骨材の最大寸法40mm, スランブ8.0cmの場合)

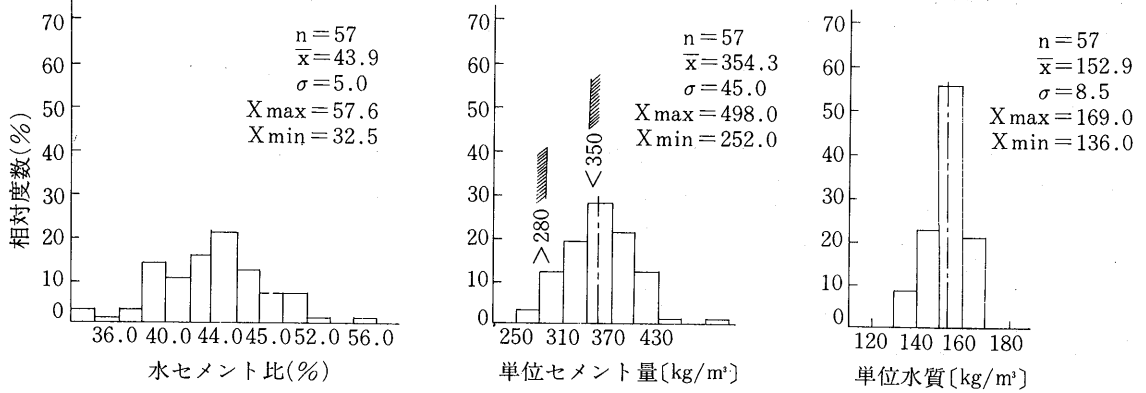


図-1 品質実態の例 (セメント協会)

☆

☆

☆

☆

☆

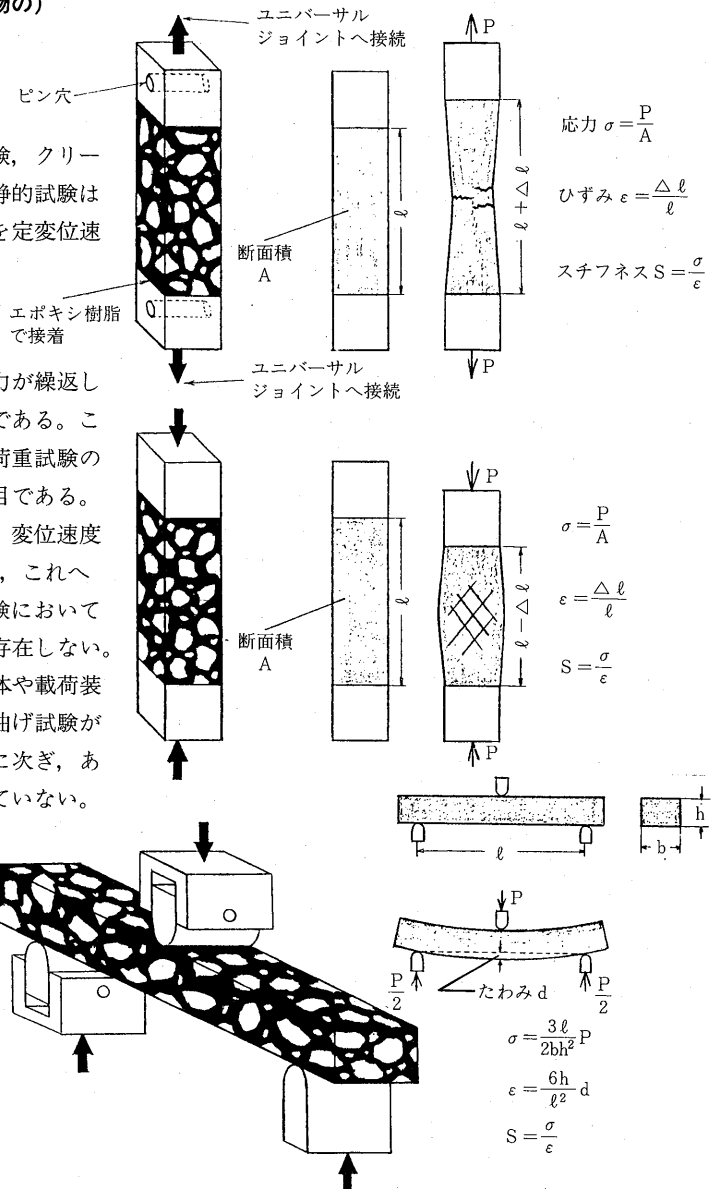
☆

引張／圧縮／曲げ試験（アスファルト混合物の）

アスファルト混合物の機械的性質（または力学的性質）を測定する手段としては、その外力のかかり方から静的試験、衝撃試験、クリープ試験、疲労試験の４種類に大別される。静的試験は一般に供試体に変形する速度を一定（これを定変位速度、定歪速度あるいは歪制御などという）にして、供試体が破壊するまで一定方向に力を加えていく試験のことをさす。一回荷重試験と呼ばれることも多いが、これは外力が繰返してかかる疲労試験に対応して使われる言葉である。ここで述べる引張／圧縮／曲げ試験は、一回荷重試験の中の特に静的試験における代表的な試験項目である。アスファルト混合物の力学的性質は、温度、変位速度（载荷時間）によって著しく変化することが、これへの研究を難しくさせ、引張／圧縮／曲げ試験においては完成された方法（公的試験規格）はまだ存在しない。したがってさまざまな形状、大きさの供試体や载荷装置がこれまでに用いられている。このうち曲げ試験が最も広く実施されており、圧縮試験がこれに次ぎ、あつかいの面倒な引張試験はあまり実施されていない。共通原則としては、室内で転圧あるいは現場で締固められた混合物を、水を冷却・潤滑剤として、カッターあるいはコア採取機等で一定の形状に切断成型して、载荷試験機（普通、圧縮試験機とよばれるもの）により、一定温度の空中あるいは液浴中で試験を実施するものである。以下実例によって引張／圧縮／曲げの３試験を説明する¹⁾。あわせて図－１を参照されたい。

引張試験

応力、歪を正しく求めるためには供試体の断面形状が供試体全長にわたって一樣（断面積一定）であることが必要である。供試体の一例として $3 \times 3 \times 10$ cm の直方体があげられる。この両端をステンレス鋼製の治具（ $3 \times 3 \times 3$ cm、ピン穴つき）にエポキシ樹脂で接着する。引張試験は特にこの両端部に応力が集中していわゆる界面剝離を生じやすいので、ユニバーサルジョイントの構造にして供試体を正確に長さ方向に引張ってやる注意が必要である。厳密に云うと供試体は



図－１ アスファルト混合物の引張／圧縮／曲げ試験

引張られる過程で断面積はだんだん小さくなるのであるが、これを無視して図－１にも示されるように初期の断面積を用いて計算される場合が多い。求められる値は（破断時の）応力 σ 、歪 ϵ および両者の比であるスチフネス S である。この場合、温度 T 、変位速度（歪速度；あるいは破断にいたるまでの時間 t でもよい）もあわせて報告されなければならない。この試験は低温で高速の場合は実施が非常に難しくなる。

圧縮試験

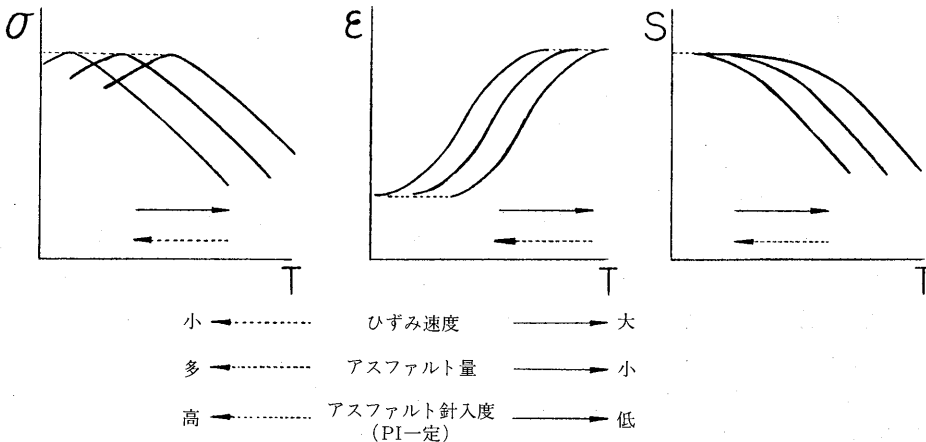
供試体寸法は一例として引張試験の場合と同じく、 $3 \times 3 \times 10 \text{ cm}$ のものである。供試体の横方向へのすべりを防ぐためステンレス鋼治具（ $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}$ 、ピン穴不要）にエポキシ樹脂で接着し、この治具をしっかりと固定して圧縮する。この試験は低温、高速で行なう場合に、短時間で大きな応力が発生し、しばしば試験機の能力以上の荷重がかかるので注意が必要である。したがって供試体寸法をあまり大きくせず、温度は常温から高温域で実施することが好ましい。

曲げ試験

一例として供試体寸法は長さ23cm、高さ3cm、幅4cmで、これを支持間隔20cmで中央部を載荷するいわゆる3点曲げ試験がある。この試験は弾性解により供試体下面中央部における長さ方向の応力と歪をもとめる。したがって曲げ応力、曲げ歪は厳密には（曲げ破断時の）引張応力、引張歪である。曲げ試験は、高温で行う場合、供試体がアスコンであってもセットした時点でたわみ始めることがあり、クリープがどんどん進行するので変位速度を遅くすることはむしろ好ましくない。したがって常温以下の低温々度域で、比較的速い速度で曲げてやることが重要である。

なお載荷部分の機構が複雑な場合、これら金属部分の変形が供試体の変形に加算されて記録されてしまうことがある。そこで使用する荷重範囲ではほとんど変形しないような金属製模擬供試体（金属グミー）を別途用意し、これで予じめ載荷実験を行なっておいて金属載荷部分の変形曲線を求めておくことも必要であろう。

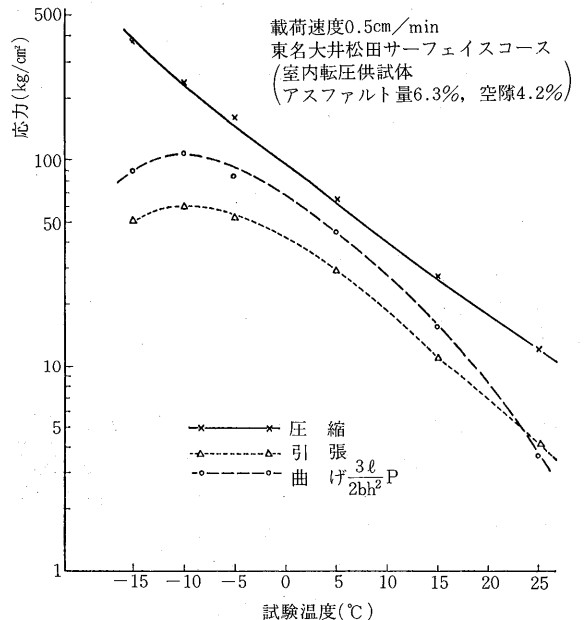
応力, 歪, スチフネス



図—3 同一混合物における σ , ϵ , S と温度 T の一般関係

試験結果の一例を図—2に示す¹⁾。曲げ応力、引張応力はピークを示すが、圧密破壊である圧縮試験ではその応力は必ずしも極大点を示さないようである。なお主として低温域でアスファルト単体を引張った実験例では、さまざまなアスファルトの強度（応力）がいずれも $7 \sim 16 \text{ kg/cm}^2$ の範囲で、ある温度でピークを有することが確認されている。そしてこのピーク温度を境にして低温側は脆性破壊、高温側が延性破壊であると報告されている²⁾。アスファルト混合物の場合、強度はさらに大きく、引張で約 60 kg/cm^2 、曲げで約 120 kg/cm^2 ほどの値が最大値として示されるようである¹⁾。

よく知られている応力 σ 、歪 ϵ 、スチフネス S と温度での一般的関係を図—3に示す³⁾。 $\sigma-T$ はピークをも



図—2 破壊時応力と温度との関係（一例）¹⁾

つ山形の曲線で、高温から低温に移行するにつれ、流動的破壊から脆性的破壊へと破壊のモードが変化するこのピーク時温度を菅原は脆化点 (Transition Point) と名づけている。 $\epsilon-T$ はゆるやかなS字型のカーブであらわされ、上限は $2 \sim 5 \times 10^{-2}$ ³⁾、下限で $1 \sim 2 \times 10^{-3}$ ³⁾あるいは $6 \sim 7 \times 10^{-4}$ ⁴⁾が報告されている。 $S-T$ は右下りの片流れ曲線で示され、低温・高速域ではば一定値に収束するようであるが、その値は別の文献から $2 \sim 4 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ と推定される⁵⁾。これら $\sigma-T$ 、 $\epsilon-T$ 、 $S-T$ 曲線は歪速度、アスファルト量、アスファルト針入度 (PI一定) の大小によって温度軸に対して整然と平行移動する。ただし針入度を一定にして

PIをさまざまに変化させたアスファルトを使用した場合には図-4のような関係がみられる⁴⁾。PIの高いアスファルトほど脆化点は低温域に位置し (すなわち延性破壊の温度域が広い)、高温域での応力は大きく、逆に歪は小さい。すなわち同一針入度ならばPIの高いアスファルトほど実用上のメリットが大きいことを示している。また図-4の関係も歪速度や、アスファルト針入度によって左右に平行移動することはもちろんであって、歪速度を10倍 (载荷時間で約1/10) にすると温度約5℃分だけ高温域へ平行移動し、PI一定で針入度を1グレード (約20) 低下させても同じような傾向を示すと報告している⁴⁾。

(高橋正明 昭和シェル石油(株) 中央研究所)

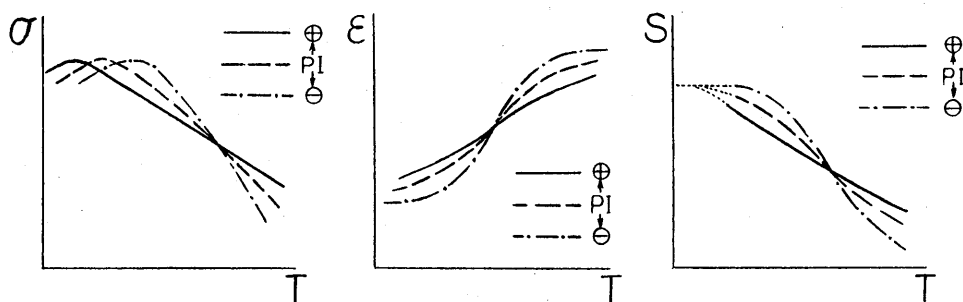


図-4 PIの変化が σ , ϵ , S に与える影響 (同一針入度、同一混合物、定歪速度)

参考文献

- 1) 高橋, インストロン万能試験機とその利用, アスファルト誌, No.83, P14~16 (1972)
- 2) Murayama et al, Low temperature brittleness of asphalts, Bull of Japan Petro. Inst.1-61 P63 (1959)
- 3) 菅原, 工藤, 有福; 土木材料III (アスファルト) P104, その他多数 (1974)
- 4) 高橋, 島川, 牛尾, アスファルトのPI値が混合物の力学性状に与える影響, 第12回日本道路会議論文集, P241~242 (1975)
- 5) van der Poel, Building Materials (edited by Reiner) P395 (1954)

☆

☆

☆

☆

☆

☆

<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	内 需 量						対 前 年 度 比					
	ストレート・アスファルト			燃焼用 アスフ アルト	ブローン アスフ アルト	合 計	ストレート・アスファルト			燃焼用 アスフ アルト	ブローン アスフ アルト	合 計
	道路用	工業用	計				道路用	工業用	計			
53 年 度	4,639	264	4,903	—	314	5,217	109.4	112.3	109.5	—	109.0	109.5
54 年 度	4,617	177	4,794	—	343	5,137	99.5	67.0	97.8	—	109.2	98.5
55 年 度	4,233	183	4,416	—	287	4,703	91.7	103.4	92.1	—	91.5	91.6
56 年 度	4,082	202	4,284	4	274	4,562	96.4	110.4	97.0	—	95.5	97.0
57 年 度	3,943	185	4,128	187	260	4,575	96.6	91.6	96.4	467.5	94.2	100.3
58 年 度	3,950	177	4,127	540	254	4,921	100.2	95.7	100.0	288.8	98.4	107.6
59年度上期	1,915	79	1,994	403	119	2,516	99.9	95.2	99.7	170.8	101.7	106.7
59年度下期	2,084	83	2,167	403	135	2,705	102.5	88.3	101.9	132.6	101.5	105.5
59 年 度	3,999	162	4,161	806	254	5,221	101.2	91.5	100.8	149.3	100.0	106.1
60年度上期	1,766	72	1,838	389	112	2,339	92.2	91.1	92.2	96.5	94.1	93.0
60年度下期	1,973	67	2,040	522	134	2,696	94.7	80.7	94.1	129.5	99.3	99.7
60 年 度	3,739	139	3,878	911	246	5,035	93.5	85.8	93.2	113.0	96.9	96.4
61年度上期	1,825	66	1,891	565	112	2,568	103.3	91.7	102.9	145.2	100.0	109.8
61年度下期	2,155	175	2,330	673	125	3,128	109.2	261.2	114.2	128.9	93.3	116.0
61 年 度	3,980	241	4,221	1,238	237	5,696	106.4	173.4	108.8	135.9	96.3	113.1
62年度上期	1,949	98	2,047	520	114	2,681	106.8	148.5	108.2	92.0	101.8	104.4
62年度下期	2,304	261	2,565	475	141	3,181	106.9	149.1	110.1	70.6	112.8	101.7
62 年 度	4,253	359	4,612	995	255	5,862	106.9	149.0	109.3	80.4	107.6	102.9
63年度上期	1,987	166	2,153	464	117	2,734	101.9	169.4	105.2	89.2	102.6	102.0
63年度下期	2,319	255	2,574	504	141	3,219	100.7	98.1	100.4	106.1	100.0	101.2
63 年 度	4,306	421	4,727	968	258	5,953	101.2	117.3	102.5	97.3	101.2	101.6
1. 7 月	380	47	427	71	19	517	105.6	587.5	115.7	82.6	100.0	109.1
8 月	338	47	385	79	19	483	101.5	117.5	103.2	78.2	95.0	97.8
9 月	352	33	385	81	21	487	104.8	113.8	105.5	91.0	100.0	102.5
7～9 月	1,070	127	1,197	231	59	1,487	104.0	162.8	108.1	83.7	98.3	103.0
元年度上期	2,043	151	2,194	424	115	2,733	102.8	91.0	101.9	91.4	98.3	100.0
10月	420	11	431	85	25	541	104.5	15.5	91.1	130.8	104.2	96.3
11月	427	78	505	83	24	612	98.8	269.0	109.5	103.8	92.3	107.9
12月	440	63	503	87	24	614	100.2	233.3	107.9	95.6	104.3	105.9
10～12月	1,287	152	1,439	255	73	1,767	101.0	120.6	102.8	108.5	100.0	103.5
2. 1 月	189	59	248	84	20	352	106.8	113.5	108.8	92.3	100.0	103.8
2 月	266	51	317	78	21	416	99.6	78.5	95.5	92.9	95.5	94.8
3 月	575	33	608	93	23	724	95.7	253.8	99.0	98.9	88.5	98.8
1～3 月	1,030	143	1,173	255	64	1,492	98.6	110.0	99.8	94.8	94.1	98.7
元年度下期	2,317	295	2,612	510	137	3,259	99.9	115.7	101.4	101.2	97.2	101.2
元 年 度	4,360	446	4,806	934	252	5,992	101.2	105.9	101.6	96.6	97.7	100.7
2. 4 月	417	9	426	79	20	525	107.5	100.0	107.3	102.6	105.3	106.5
5 月	326	58	384	64	20	468	118.5	966.7	136.7	123.1	117.6	133.7
6 月	343	49	392	60	21	473	110.6	544.4	122.9	93.8	105.0	117.4
4～6 月	1,086	116	1,202	203	61	1,466	111.6	483.3	120.6	105.2	108.9	117.7
7 月	390	57	447	66	21	534	102.6	121.3	104.7	93.0	110.5	103.3
8 月	336	49	385	79	19	483	99.4	104.3	100.0	100.0	100.0	100.0

〔注〕(1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報2年8月確報

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

(3) 道路用ストレート・アスファルト＝内需量合計－（ブローンアスファルト＋燃焼用アスファルト＋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。

<石油アスファルト需給統計資料> その2

石油アスファルト内需実績（品種別明細）

（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
53 年 度	287	5,229	(109.2)	0	5,516	5,217	(109.5)	0	5,217	297	5,514
54 年 度	297	5,064	(96.8)	1	5,362	5,137	(98.5)	2	5,139	236	5,375
55 年 度	236	4,720	(93.2)	1	4,957	4,703	(91.6)	21	4,724	240	4,964
56 年 度	240	4,598	(97.4)	0	4,838	4,562	(97.0)	19	4,581	226	4,807
57 年 度	226	4,624	(99.2)	0	4,850	4,575	(100.3)	18	4,593	213	4,806
58 年 度	213	4,947	(108.4)	0	5,160	4,921	(107.6)	4	4,925	226	5,151
59年度上期	226	2,541	(106.4)	0	2,767	2,516	(106.7)	0	2,517	252	2,769
59年度下期	252	2,694	(105.4)	0	2,946	2,705	(105.5)	0	2,705	240	2,945
59 年 度	226	5,235	(105.9)	0	5,461	5,221	(106.1)	0	5,221	240	5,461
60年度上期	240	2,400	(94.5)	0	2,640	2,339	(93.0)	0	2,339	294	2,633
60年度下期	294	2,629	(97.6)	0	2,923	2,696	(99.7)	0	2,696	215	2,911
60 年 度	240	5,029	(96.1)	0	5,269	5,035	(96.4)	0	5,035	215	5,250
61年度上期	215	2,656	(110.7)	0	3,130	2,568	(109.8)	0	2,568	291	2,859
61年度下期	291	3,089	(117.5)	0	3,380	3,128	(116.0)	0	3,128	235	3,363
61 年 度	215	5,744	(114.2)	0	5,959	5,696	(113.1)	0	5,696	235	5,931
62年度上期	235	2,745	(103.4)	7	2,987	2,681	(104.4)	0	2,681	312	2,993
62年度下期	312	3,146	(101.8)	2	3,460	3,181	(101.7)	0	3,181	274	3,455
62 年 度	235	5,892	(102.6)	9	6,136	5,862	(102.9)	0	5,862	274	6,136
63年度上期	274	2,754	(100.3)	3	3,031	2,734	(102.0)	0	2,734	287	3,021
63年度下期	287	3,150	(100.1)	0	3,437	3,219	(101.2)	0	3,219	219	3,438
63 年 度	274	5,904	(100.2)	0	6,178	5,953	(101.6)	0	5,953	219	6,172
1. 7 月	331	517	(108.2)	0	848	517	(109.1)	0	517	330	847
8 月	330	497	(99.0)	0	827	483	(97.8)	0	483	342	825
9 月	342	518	(113.1)	0	860	487	(102.5)	0	487	372	859
7～9月	331	1,532	(106.5)	0	1,863	1,487	(103.0)	0	1,487	372	1,859
元年度上期	219	2,895	(105.1)	0	3,114	2,733	(100.0)	0	2,733	372	3,105
10月	372	518	(95.0)	0	890	541	(96.3)	0	541	349	890
11月	349	621	(106.5)	0	970	612	(107.9)	0	612	357	969
12月	357	574	(104.4)	0	931	614	(105.9)	0	614	317	931
10～12月	372	1,714	(102.1)	0	2,086	1,767	(103.5)	0	1,767	317	2,084
2. 1 月	317	368	(100.8)	0	685	352	(103.8)	0	352	332	684
2 月	332	408	(90.1)	0	740	416	(94.8)	0	416	322	738
3 月	322	681	(104.1)	0	1,003	724	(98.8)	3	727	276	1,003
1～3月	317	1,457	(99.0)	0	1,774	1,492	(98.7)	3	1,495	276	1,771
元年度下期	372	3,170	(100.6)	0	3,542	3,259	(101.2)	3	3,262	276	3,538
元 年 度	219	6,066	(102.7)	0	6,285	5,992	(100.7)	3	5,995	276	6,271
2. 4 月	276	581	(99.7)	0	857	525	(106.5)	0	525	330	855
5 月	330	429	(111.4)	0	759	468	(133.7)	0	468	287	755
6 月	287	457	(115.4)	0	744	473	(117.4)	0	473	267	740
4～6月	276	1,467	(107.6)	0	1,743	1,466	(117.7)	0	1,466	267	1,733
7 月	267	538	(104.1)	0	805	534	(103.3)	0	534	271	805
8 月	271	548	(110.3)	0	819	483	(100.0)	0	483	335	818

〔注〕(1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報2年8月確報

(2) 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

(五十音順)

社 名	住 所	電 話
〔メーカー〕		
出 光 興 産 株 式 会 社	(100) 千代田区丸の内3-1-1	03 (3213) 3 1 3 4
エ ッ ソ 石 油 株 式 会 社	(107) 港区赤坂5-3-3	03 (3585) 9 4 3 8
鹿 島 石 油 株 式 会 社	(102) 千代田区紀尾井町3-6	03 (3265) 0 4 1 1
キ グ ナ ス 石 油 株 式 会 社	(104) 中央区京橋2-9-2	03 (3535) 7 8 1 1
キ グ ナ ス 石 油 精 製 株 式 会 社	(210) 川崎市川崎区浮島町3-1	044 (266) 8 3 1 1
九 州 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区内幸町2-1-1	03 (3502) 3 6 5 1
共 同 石 油 株 式 会 社	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03 (3224) 6 2 9 8
極 東 石 油 工 業 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (3270) 0 8 4 1
興 亜 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町2-6-2	03 (3241) 8 6 3 1
コ ス モ 石 油 株 式 会 社	(105) 港区芝浦1-1-1	03 (3798) 3 2 0 0
三 共 油 化 工 業 株 式 会 社	(100) 千代田区丸の内1-4-2	03 (3284) 1 9 1 1
昭和シェル石油株式会社	(100) 千代田区霞が関3-2-5	03 (3503) 4 0 7 6
昭和四日市石油株式会社	(510) 四日市市塩浜町1	0593 (45) 2 1 1 1
西 部 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区丸の内1-2-1	03 (3215) 3 0 8 1
ゼ ネ ラ ル 石 油 株 式 会 社	(105) 港区西新橋2-8-6	03 (3595) 8 3 0 0
東 燃 株 式 会 社	(100) 千代田区一ツ橋1-1-1	03 (3286) 5 1 1 1
東 北 石 油 株 式 会 社	(985) 仙台市港5-1-1	022 (363) 1 1 1 1
日 本 鉱 業 株 式 会 社	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03 (3505) 8 5 3 0
日 本 石 油 株 式 会 社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (3502) 1 1 1 1
日 本 石 油 精 製 株 式 会 社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (3502) 1 1 1 1
富 士 興 産 株 式 会 社	(100) 千代田区永田町2-4-3	03 (3580) 3 5 7 1
富 士 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町1-2-3	03 (3211) 6 5 3 1
三 菱 石 油 株 式 会 社	(105) 港区虎ノ門1-2-4	03 (3595) 7 4 1 3
モ ー ビ ル 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (3244) 4 6 9 1

〔ディーラー〕

● 北 海 道

コスモアスファルト(株)札幌支店	(060) 札幌市中央区大通り西10-4	011 (281) 3 9 0 6 コ ス モ
蔦 井 石 油 株 式 会 社	(060) 札幌市中央区南4条西11-1292-4	011 (518) 2 7 7 1 コ ス モ
株式会社 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
東光商事株式会社札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7	011 (241) 1 5 6 1 三 石
中西瀝青株式会社札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (231) 2 8 9 5 日 石
株式会社 南部商会札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011 (231) 7 5 8 7 日 石
レキセイ商事株式会社	(060) 札幌市中央区北4条西3	011 (231) 4 5 0 1 出 光
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 コ ス モ

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
● 東 北		
有限会社 男 鹿 興 業 社	(010-05) 男鹿市船川港船川字埋立地1-18-2	0185 (23) 3 2 9 3 共 石
カ メ イ 株 式 会 社	(980) 仙台市青葉区国分町 3-1-18	022 (264) 6 1 1 1 日 石
株式会社 木畑商会仙台営業所	(980) 仙台市青葉区中央 2-1-17	022 (222) 9 2 0 3 共 石
コスモアスファルト(株)仙台支店	(980) 仙台市青葉区中央 3-3-3	022 (266) 1 1 0 1 コ ス モ
正興産業株式会社 仙台営業所	(980) 仙台市青葉区国分町 3-3-3	022 (263) 5 9 5 1 三 石
竹中産業株式会社 新潟営業所	(950) 新潟市東大通 1-4-2	025 (246) 2 7 7 0 昭和シェル
株式会社 トーアス仙台営業所	(980) 仙台市青葉区大町 1-1-10	022 (262) 7 5 6 1 共 石
常盤商事株式会社 仙台支店	(980) 仙台市青葉区上杉 1-8-19	022 (224) 1 1 5 1 三 石
中西瀝青株式会社 仙台営業所	(980) 仙台市青葉区中央 2-1-30	022 (223) 4 8 6 6 日 石
株式会社 南部商会仙台出張所	(980) 仙台市青葉区中央 2-1-17	022 (223) 1 0 1 1 日 石
ミヤセキ 株 式 会 社	(980) 仙台市宮城野区榴岡 2-3-12	022 (257) 1 2 3 1 三 石
菱油販売株式会社 仙台支店	(980) 仙台市青葉区国分町 3-1-1	022 (225) 1 4 9 1 三 石
● 関 東		
朝 日 産 業 株 式 会 社	(103) 中央区日本橋茅場町 2-7-9	03 (3669) 7 8 7 8 コ ス モ
アスファルト産業株式会社	(104) 中央区八丁堀 4-11-2	03 (3553) 3 0 0 1 昭和シェル
伊 藤 忠 商 事 株 式 会 社	(107) 港区北青山 2-5-1	03 (3497) 6 6 6 0 九 石
伊 藤 忠 燃 料 株 式 会 社	(107) 港区赤坂 2-17-22	03 (3584) 8 5 5 5 共 石
梅 本 石 油 株 式 会 社	(162) 新宿区揚場町 2-24	03 (3269) 7 5 4 1 コ ス モ
株式会社 木 畑 商 会	(104) 中央区八丁堀 4-2-2	03 (3552) 3 1 9 1 共 石
コスモアスファルト株式会社	(104) 中央区八丁堀 3-3-5	03 (3551) 8 0 1 1 コ ス モ
国 光 商 事 株 式 会 社	(164) 中野区東中野 1-7-1	03 (3363) 8 2 3 1 出 光
株式会社 澤田商行関東支店	(104) 中央区入船町 1-7-2	03 (3551) 7 1 3 1 コ ス モ
三徳商事株式会社 東京支店	(101) 千代田区神田紺屋町11	03 (3254) 9 2 9 1 昭和シェル
新日本商事株式会社	(101) 千代田区神田錦町 2-5	03 (3294) 3 9 6 1 昭和シェル
住商石油アスファルト株式会社	(105) 港区浜松町 2-3-31	03 (3578) 9 5 2 1 出 光
大 洋 商 運 株 式 会 社	(103) 中央区八重洲 1-8-5	03 (3245) 1 6 2 1 三 石
竹 中 産 業 株 式 会 社	(101) 千代田区鍛冶町 1-5-5	03 (3251) 0 1 8 5 昭和シェル
中 央 石 油 株 式 会 社	(160) 新宿区新宿 2-6-5	03 (3356) 8 0 6 1 モービル
株式会社 トーアス	(160) 新宿区西新宿 2-7-1	03 (3342) 6 3 9 1 共 石
東京レキセイ株式会社	(150) 渋谷区恵比寿西 1-9-12	03 (3496) 8 6 9 1 富 士 興
東京富士興産販売株式会社	(105) 港区虎ノ門 1-13-4	03 (3591) 3 4 0 1 富 士 興
東 光 商 事 株 式 会 社	(104) 中央区京橋 1-5-12	03 (3274) 2 7 5 1 三 石
東 新 瀝 青 株 式 会 社	(103) 中央区日本橋 2-13-10	03 (3273) 3 5 5 1 日 石
東洋国際石油株式会社	(104) 中央区八丁堀 3-3-5	03 (3552) 8 1 5 1 コ ス モ
東 和 産 業 株 式 会 社	(174) 板橋区坂下 3-29-11	03 (3968) 3 1 0 1 三共油化
中 西 瀝 青 株 式 会 社	(103) 中央区八重洲 1-2-1	03 (3272) 3 4 7 1 日 石
株式会社 南 部 商 会	(100) 千代田区丸の内 3-4-2	03 (3213) 5 8 7 1 日 石
日 石 丸 紅 株 式 会 社	(104) 中央区築地 5-4-14	03 (3541) 4 0 1 5 日 石
日 東 商 事 株 式 会 社	(170) 豊島区巢鴨 4-22-23	03 (3915) 7 1 5 1 昭和シェル
日東石油販売株式会社	(104) 中央区新川 2-3-11	03 (3551) 6 1 0 1 昭和シェル
パシフィック石油商事株式会社	(103) 中央区日本橋蛸殻町 1-17-2	03 (3661) 4 9 5 1 モービル
富士興産アスファルト株式会社	(100) 千代田区永田町 2-4-3	03 (3580) 5 2 1 1 富 士 興
富 士 鉱 油 株 式 会 社	(105) 港区新橋 4-26-5	03 (3432) 2 8 9 1 コ ス モ

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
富士石油販売株式会社	(103) 中央区日本橋2-13-12	03 (3274) 2 0 6 1 共 石
富士油業株式会社東京支店	(106) 港区西麻布1-8-7	03 (3478) 3 5 0 1 富 士 興
丸紅エネルギー株式会社	(101) 千代田区神田錦町3-7-1	03 (3293) 4 1 1 1 モービル
三井石油株式会社	(101) 千代田区神田駿河台4-3	03 (3293) 7 1 1 1 極 東 石
三菱商事石油株式会社	(100) 千代田区丸の内2-6-2	03 (3210) 9 7 0 2 三 石
ユニ石油株式会社	(101) 千代田区神田東紺屋町30	03 (3256) 3 4 4 1 昭和シェル
菱東商事株式会社	(101) 千代田区神田和泉町1-13-1	03 (5687) 1 4 2 1 三 石
菱油販売株式会社	(160) 新宿区西新宿1-20-2	03 (3345) 8 2 0 5 三 石
瀝青販売株式会社	(103) 中央区日本橋2-16-3	03 (3271) 7 6 9 1 出 光
● 中 部		
コスモアスファルト(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 コ ス モ
株式会社 澤 田 商 行	(454) 名古屋市市中川区富川町1-1	052 (361) 7 1 5 1 コ ス モ
三徳商事株式会社静岡支店	(420) 静岡市紺屋町11-12	0542 (55) 2 5 8 8 昭和シェル
三徳商事株式会社 名古屋支店	(453) 名古屋市市中川区則武1-10-6	052 (452) 2 7 8 1 昭和シェル
株式会社 三 油 商 会	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	052 (231) 7 7 2 1 コ ス モ
静岡鉱油株式会社	(424) 清水市袖師町1575	0543 (66) 1 1 9 5 モービル
新東亜交易株式会社名古屋支店	(450) 名古屋市中村区名駅3-28-12	052 (561) 3 5 1 4 富 士 興
竹中産業株式会社 福井営業所	(910) 福井市大手2-4-26	0766 (22) 1 5 6 5 昭和シェル
株式会社 田 中 石 油 店	(910) 福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1 7 2 1 昭和シェル
株式会社トーアス名古屋営業所	(450) 名古屋市中村区名駅4-2-12	052 (581) 3 5 8 5 共 石
富安産業株式会社	(939) 富山市若竹町2-121	0764 (29) 2 2 9 8 昭和シェル
中西瀝青株式会社名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5 0 1 1 日 石
松村物産株式会社	(920) 金沢市広岡2-1-27	0762 (21) 6 1 2 1 三 石
丸福石油産業株式会社	(933) 高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2 8 6 0 昭和シェル
三谷商事株式会社	(910) 福井市豊島1-3-1	0776 (20) 3 1 3 4 モービル
● 近 畿		
赤馬アスファルト工業株式会社	(531) 大阪市北区中津3-10-4	06 (374) 2 2 7 1 モービル
飯野産業株式会社 神戸営業所	(650) 神戸市中央区海岸通り8	078 (333) 2 8 1 0 共 石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市北区中津1-11-11	06 (372) 0 0 3 1 出 光
木曾通産株式会社大阪支店	(530) 大阪市北区西天満3-4-5	06 (364) 7 2 1 2 コ ス モ
共和産業株式会社	(700) 岡山市富田町2-10-4	0862 (33) 1 5 0 0 共 石
コスモアスファルト(株)大阪支店	(550) 大阪市西区西本町2-5-28	06 (538) 2 7 3 1 コ ス モ
コスモアスファルト(株)広島支店	(730) 広島市田中町5-9	0822 (44) 6 2 6 2 コ ス モ
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 昭和シェル
昭和瀝青工業株式会社	(670) 姫路市北条口3-51	0792 (77) 5 0 0 1 共 石
信和興業株式会社	(700) 岡山市西古松363-4	0862 (41) 3 6 9 1 三 石
スーパーストロングインターナショナル(株)	(532) 大阪市淀川区西中島2-11-30	06 (303) 5 5 1 0 昭和シェル
正興産業株式会社	(650) 神戸市中央区海岸通り6	078 (322) 3 3 0 1 三 石
中国富士アスファルト株式会社	(711) 倉敷市児島味野浜の宮4051-12	0864 (73) 0 3 5 0 富 士 興
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
株式会社 ナ カ ム ラ	(670) 姫路市国府寺町72	0792 (85) 2 5 5 1 共 石
中西瀝青株式会社 大阪営業所	(530) 大阪市北区西天満3-11-17	06 (316) 0 3 1 2 日 石
平井商事株式会社	(542) 大阪市中央区東心斎橋筋1-3-11	06 (252) 5 8 5 6 富 士 興

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀 2-3-19	06 (441) 5 1 9 5 富 士 興
富 士 商 株 式 会 社	(756) 小野田市稲荷町6539	08368 (3) 3 2 1 0 昭和シェル
平 和 石 油 株 式 会 社	(530) 大阪市北区中之島 3-6-32	06 (443) 2 7 7 1 昭和シェル
株式会社 松 宮 物 産	(522) 彦根市幸町32	0749 (23) 1 6 0 8 昭和シェル
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 コ ス モ
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
株式会社 菱 芳 礦 産	(671-11) 姫路市広畑区西夢前台 7-140	0792 (39) 1 3 4 4 共 石

● 四国・九州

伊藤忠燃料株式会社 九州支社	(812) 福岡市博多区博多駅前 3-2-8	092 (471) 3 8 5 1 共 石
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
大分九石販売株式会社	(870) 大分市中央町 1-1-3	0975 (34) 0 4 6 8 九 石
株式会社 カ ン グ	(892) 鹿児島市住吉町 1-3	0992 (24) 5 1 1 1 昭和シェル
株式会社 九 菱	(805) 北九州市八幡東区山王 1-17-11	093 (661) 4 8 6 8 三 石
コスモアスファルト(株)九州支店	(810) 福岡市中央区鳥飼 1-3-52	092 (771) 7 4 3 6 コ ス モ
サ ン ヨ ウ 株 式 会 社	(815) 福岡市南区玉川町 4-30	092 (541) 7 6 1 5 富 士 興
三 協 商 事 株 式 会 社	(770) 徳島市万代町 5-8	0886 (53) 5 1 3 1 富 士 興
株式会社 トーアス高松営業所	(760) 高松市亀井町 8-11	0878 (37) 1 6 4 5 共 石
中西瀝青株式会社 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
株式会社 南部商会福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神 3-4-8	092 (721) 4 8 3 8 日 石
西 岡 商 事 株 式 会 社	(764) 仲多度郡多度津町家中 3-1	0877 (33) 1 0 0 1 三 石
畑 砒 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 コ ス モ
平和石油株式会社高松支店	(760) 高松市番町 5-6-26	0878 (31) 7 2 5 5 昭和シェル
丸 菱 株 式 会 社	(812) 福岡市博多区博多駅前 4-3-22	092 (431) 7 5 6 1 昭和シェル

編集顧問

多 田 宏 行
松 野 三 朗

編集委員

委 員 長 : 河 野 宏	副 委 員 長 : 真 柴 和 昌
阿 部 忠 行	今 井 武 志
荒 井 孝 雄	菅 野 善 朗
安 崎 裕	栗 谷 川 裕 造
飯 島 尚	小 島 逸 平
磯 部 政 雄	白 神 健 児
	田 井 文 夫
	鶴 窪 広 洋
	戸 田 透
	二 宮 嘉 朗
	野 村 敏 明
	姫 野 賢 治
	藤 井 治 芳

アスファルト 第166号

平成 3 年 1 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 03-3502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 廣業社

〒104 東京都中央区銀座 8-2-9 TEL 03-3571-0997(代)

印刷所 アサヒビジネス株式会社

〒107 東京都港区赤坂 1-9-13 TEL 03-5563-0123(代)

ASPHALT

Vol.34 No. 166 JANUARY 1991

Published by THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION