

# アスファルト

第32巻 第162号 平成2年1月発行

# 162

## 特集・21世紀の舗装は? —

パートI 梦をかたる	阿部忠行	1
21世紀の舗装によせて	阿部頼政	2
我ときて遊べや夢のある雀		
21世紀の課題		
-街づくりにおける環境デザインと街路空間について-	石田勝大	3
開かれる21世紀	板垣和芳	4
思いつくまま	太田健二	5
あの道 この道 すばらしい道	金子智一	6
くるま社会の切札 自動運転	川島義昭	7
歴史の道と未来の舗装	菊川滋	8
夢をかたる	小坂寛巳	9
21世紀の舗装に思う	小島逸平	10
足に優しい道路を	新宅永灯至	11
維持修繕技術への期待	千葉博敏	12
こんな舗装はいかがですか	林広敏	13
道路屋の初夢	原富男	14
夢、大集合	藤波督	15
組み立て舗装への夢	山下弘美	16
もしもこんな道路ができたとしたら	吉岡靖夫	17
パートII		
舗装技術の現状と展望	飯島尚	18
海外における技術開発の動向	陶山武彦	26
パートIII		
感性を求める舗装のゆくへ	松田宏	32

## 第60回アスファルトゼミナール開催のご案内

〈アスファルト舗装技術研究グループ・第3回報告〉

「第6回アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議(2/2)」

セッションIII：舗装維持修繕管理	姫野賢治	39
〈工事事務所長シリーズ・その39〉	藤田仁	40
はじめての長崎	三宅篤	56
〈用語の解説〉		
歴青路面処理	小島逸平	59
ガラス転移点	高橋正明	61
「アスファルト」誌論文投稿要領について	編集委員会	63
〈統計資料〉石油アスファルト需給統計資料		67

# ASPHALT

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

# 第60回 アスファルトゼミナール開催のご案内

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 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中部支部、愛知県舗装技術研究会、

社団法人 名古屋建設業協会舗装部会、中部舗装工業会、愛知合材販売協同組合

4. 開催日時 平成2年2月16日(金) 10:00~16:20

5. 開催場所 愛知県中小企業センター講堂(案内図参照) 名古屋市中村区名駅4-4-39 ☎052-561-4121

6. 内 容 裏面「プログラム」参照

7. 申込方法 平成2年1月31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 アズミ係

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7 和孝第10ビル

☎03-502-3956

9. 参 加 費 4,000円

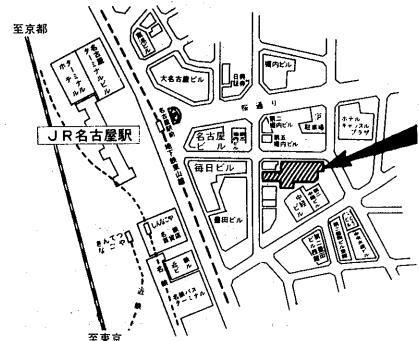
10. 参加人数 600名 (締切日以前でも定員になり次第締め切らせていただきます。)

11. その他の  
①払い込み済みの参加費は、不参加の場合でも払い戻しいたしません。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致します。

②宿泊のあっ旋は、勝手ながら致しませんので、各自にてお願いします。

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



愛知県中小企業センター

キリトリ線

## 第60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2年2月16日(金) 10:00~16:20

開催場所 愛知県中小企業センター講堂

名古屋市中村区名駅4-4-39 ☎ 052-561-4121

1. 挨拶 10:00~10:10

社団法人 日本アスファルト協会会長 坂本 整士  
愛知県土木部長 下田 修司  
名古屋市土木局長 河本 究一

2. 講演にあたって 10:10~10:35

建設省中部地方建設局長 藤井 治芳

3. 平成2年度道路整備予算案と中部圏の道路整備計画について 10:35~11:15

建設省道路局高速国道課長 橋本 鋼太郎

4. 國際石油情勢とアスファルト 11:15~12:15

財団法人 日本エネルギー経済研究所総合研究部  
第4研究室主任研究員 菅野 光公  
(昼食休憩 12:15~13:15)

5. アスファルト乳剤 13:15~14:15

～その変遷と今後の展望～  
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  
(休憩 14:15~14:20)

6. 道路景観整備における舗装のあり方について 14:20~15:20

建設省道路局企画課道路環境対策室長 井上 靖武

7. アスファルト舗装再生利用工法の現状と課題 15:20~16:20

国土庁計画・調整局調整課長 河野 宏  
(講師は都合で変更することがあります)

## 21世紀の舗装によせて

阿部忠行

東京都土木技術研究所技術部主任研究員

21世紀の中頃、すなわち約50年後の世界、自分がこれまで生きてきた時間とほぼ同じ時間が経過した後に道路や舗装がどうなっているのかが今回与えられた課題である。小学生になるかならないかの時代に見た少年雑誌のペン画やグラビヤの世界が今眼前にあることからすると想像の域を越えているように思える事柄でも以外と実現してしまうものである。しかし、これを舗装の世界に限ってみた場合、どう考えてもさして変化がないのではないかというのが第一感である。過去を振り返ってみても1940年代に開発されたCBR設計法、さらに1960年代のAASHOの設計手法の域を殆ど出ていない現状からも画期的な転換が来るとは考えられない。

一方、街の景観やそれを構成する交通網あるいは交通形態は確実に大きな変革があることは容易に想像出来る。具体的には定かではないが、21世紀の中頃には必要な場所に現在の何倍かの速さで到達しうる交通手段が地下と地上を縦横に動き回っているよう。しかし、此処まで想像を働かせても舗装の将来的の位置付けがいま一つ定かにならない。それよりも、きらめくように発達した交通施設の中で一体どこに舗装があるのか、舗装なんか不必要となるのではないかという不安が先に立ってしまう。

21世紀の舗装は？（夢をかたる）—難しい課題である。

もう一度現実に立ち戻ってみると、舗装へのニ

ーズは確実に変化しており、それに応えるために我々舗装関係者は日夜努力していることは事実である。

都市づくりの基幹をなす道路や舗装においてこれまで安全性や効率性の面にのみ重点が置かれたきらいがあったが、近年は快適性や潤いが強く求められてきている。この傾向は近未来においてもさらに強まるものと思われる。都市を構成する色彩、緑との共存、人と人との触れ合いの場所の提供等の視点から都市施設が見直されよう。その時において舗装の担う面が少なくないはずである。例えば、これから舗装に要求されるニーズとして、「自動車を誘導する」「身体的な弱者を安全に誘導する」「光る舗装による照明」「騒音や振動を吸収する」「駐車場へ誘導する」「地上と地下空間へ開閉自由」「直線性に加えて曲線性の増加」等等修飾語は枚挙に暇がない。このように多様化かつ高度化するニーズに応えるためには半世紀に近い時間が必要であろう。

50年後に目を向けようと努力しても夢は現われてこないが、現在を見つめ直すことによって必然的に将来が見えてくる。やはり“夢”を追うのは漠然と将来を探すよりも現実を見直すことが自分に一番あっていける方法であることに気が付いた。

突然のベルの音と女房の声に起こされた。さあ今日もまた、採用されるかどうか分からぬ「新しい舗装構造設計方法」を考える仕事が待っている。

## 我ときて遊べや夢のある雀

阿 部 賴 政

日本大学理工学部土木工学科教授

最近、学生と飲む機会が少なくなった。時間の余裕がないせいもあるが、一緒に飲んでも面白くなくなってきたためのようである。それは私にとってだけでなく、学生にとっても言えるのであろう。研究室のビール消費量は相変わらずであるから……。学生が私を嫌っているわけではないし、また私が学生を避けているわけでもない。要は波長がだんだん合わなくなってきたらしい。学生に「家で父親と飲むか」と聞くとほとんどの学生が「めったに飲まない」と答える。理由は、「一緒に飲んでも共通の話題がないから」である。たまに仕事を早く切り上げて帰ってきても、息子にさりげなく断られ一人ポツンと酒を飲む父親の姿が眼に浮かぶ。父親の多くは昭和10年代生まれの50才前後、私と同世代である。

思えば損な時代に生れたものである。食べざかりの頃には麦飯とイモで空腹をおさえ、将来食っていくために勉強し、やっと給料をもらえるようになった頃には高度経済成長時代にさしかかって働き続け、気がついてみると必死で守ってきた家庭からは粗大ゴミ扱い、職場では間も無く窓際族、停年……。このまま終わってよいわけがない。

舗装には技術はいらないという声をよく聞く。さもありなん、今は……。何故なら40代、50代に腕のよい技術者が多いから。技術がいらないので

はなく、技術のある人達が陰でカバーしているために、あたかも技術が必要ではないように見えるだけである。日常生活に空気の必要性が忘れられているのと同様である。さて21世紀、多種多様化したニーズへの対応、研究開発をサラリーマン化した今の若い世代だけでやっていけますか？

私達の世代はたしかに家族を犠牲にするほど働きすぎた。しかし、その分、腕はみがいてきたはずである。窓際族になろうと停年になろうとその腕を奪えるものではない。人生80年、まだまだこれからである。

私の21世紀にかける夢は、腕のある技術者の糾合である。企業や役所の束縛から解放され、酒を飲みながら共感をわかちあえる思い出話を語り、将来の夢を語り、そして気に入った仕事に熱中する60才からの青春時代……。舗装界の「シンクタンク」と称したいが外からは「老人クラブ」と呼ばれてもよい。食うための仕事とはおさらばして、遊び心や夢の持てる仕事に限定し、その仕事の利益が少なければ孫の小遣いにあて、利益が大きければ古女房（それまで残っていればだが）と豪華客船で世界一周旅行を楽しむ……。

働き続けた過去が苦しみの連続だったわけではない。むしろ今の若い人達よりも、寸暇を惜しんで遊ぶ楽しさを味わってきたとも言える。あと10年働けば21世紀、第2の青春時代がやってくる。

# 21世紀の課題

## -街づくりにおける環境デザイン と街路空間について-

石田勝大

住宅・都市整備公団首都圏都市開発本部  
事業第一部工事課造園係長

### 1.はじめに

20世紀後半から始まった、安定成長、成熟社会への移行に伴ない、都市のありかたや多様性を基調とするライフスタイルの追求、高齢化社会等、様々な社会的構造の課題が21世紀にも引継がれることになる。

街づくりにおいても、産業構造が変化し、社会のソフト化、情報化が進むなかで、これまで機能性が重視されていた各種の都市設計は、アメニティー空間や、環境デザインに配慮することを期待されるようになつた。

しかしながら都市の外部空間を構成する環境デザインのあり方は、各地で実践されてきてはいるが、自然的環境とハードな都市空間とをいかに共生させるか、建築と街路空間等のオープンスペースとの関わり方、人々の多様なアクティビティをいかに受けとめ快適な空間を創りあげるか、又、実際の計画設計に際し具体的にどの様な材料・資材を選定してトータルな環境を創るのか、と言った様々な課題に対し、充分な議論がなされていないのが実状であると思われる。

ややもすると、高価な材料を用いて部分的に化粧するといった現状から脱して、トータルな環境デザインのコンセプトを立案し、街づくりを推進していくべきだろう。この意味において、21世紀はデザインの時代であると言える。

### 2.環境デザインへの課題

環境デザインの取り組みに際し、基本的理念として、3つのキーワードを提案したい。

#### (1)「自然」にやさしく

都市の膨張、複層化が進む昨今、自然と都市との関わり方一共生一が真に問われる時代がきている。街路空間の整備においても自然に対するインパクトを極力低くする方策が期待されている。

技術的課題の一例として、歩道舗装で一部実践されている、雨水を可能な限り地下に浸透させる各種の透水性舗装の展開があげられよう。都市の中小河川への流入量を減少させ、都市を洪水から守ることは言うまでもないが、地下浸透により、地下水脈（貴重な環境資産）等を保全・活用し、次代に引き継ぐことが重要なテーマであると言える。そのための舗装材の研究、

水文・水理調査等の総合的な技術・開発が望まれている。

#### (2)「人」にやさしく

成熟社会は、いわば、ゆったりとしたふところの深い社会であり、子供から老齢者、社会的弱者に対応した街づくりが望まれる。週休二日制ともあいまって、街路空間は機能的に車が走り、人が歩くだけでなく、日常の様々なレクリエーション空間として位置付けたい。そこでは公園的な機能や、屋内でのあそび等を積極的に持ち込むことにより、地域文化の継承、再発見にもつながるとともに、街路が人々の共有空間としてコミュニティーの拠点にもなりうるだろう。舗装のデザインは屋内空間（インテリア）と屋外（エクステリア）が相互に補完する様、きめ細い配慮が要求される。

#### (3)「地域」にやさしく

都市の変容は著しく、地域の歴史・文化・産業も変化していくことになる。環境デザインはそれ等地域の独自性を絡ませながら、いかに新しい空間へと展開させていくかが課題である。地場産業の堀りおこし、活性化は、地域の豊かさの表現であり、新しい文化の担い手にもなりうる。

事例として、間伐材を利用した木レンガや、レンガブロック・瓦等の焼物、又、採石場で発生し従来は埋立地等に処分していた、いわゆるくず石を再利用した石張ブロック等があり、今後とも地域に密着した舗装材の開発・普及が望まれる。

### 3.おわりに

冒頭に述べた様に21世紀の街づくりがデザインの時代であるとするならば、その担い手はメーカー等による企画・開発と行政サイドの時代を読む洞察力及び推進力等の連携が必要なことは言うまでもないが、その成否は極限すれば、そこに住む人々の意識の向上であり、さらにそれを支援する教育の問題にまで念頭に入れる必要があろう。

街づくりにおける快適な、ふれあいのある環境計画は、私共の職域である造園（ランドスケープ）計画もその一翼を担っており、今後とも日々の業務のなかで前向きにチャレンジしていきたい。

## 開かれる21世紀

板垣和芳

昭和シェル石油株式会社アスファルト室課長代理

今日は西暦2024年の元旦の朝である。私にとって今年は、喜寿を迎える格別にめでたい年明けである。元旦という日は何か不思議なもので、何回迎えても血氣盛んな青春時代を彷彿させてくれるうれしいものである。

私の住む川崎市中原区の超高層アパートの50階ベランダからは、富士山が手に取るように鮮やかに見える。30数年前に私が石油会社でアスファルト業務に携わっていた頃は、空気の澄んだ晴れた冬の日などに富士山が眺めることができたが、当時とは鮮明さが格段と違う。

この理由は、首都圏の半径50km範囲から、工場等の大量排煙施設が他地区に転移したことと、この地区を走る車が電気か水素を燃料にした無公害車に限定されたことに起因している。これらの画期的な処置は、決定までにかなりの糾余曲折があったが、自らを取り巻く環境は自らで守ろうという強い意思により、全国に先駆けて実施されたものである。

私は朝食を済ませてから、妻と2人で初詣に行くことにした。鎌倉の鶴岡八幡宮か都心の浅草寺にするか迷った末に、お線香の香にひかれて後者に決めた。この数十年で我が国は、情報・医学・自動車等の幅広い分野で世界のトップを走る程に高度化され、同時に遅れをとってきた文化面でも世界のトップレベルと各国から評されるまでに飛躍を遂げた。こうした反面、小生の年齢からくるものか、あるいは国民的な傾向なのか、古き良きものに対するノスタルジーが年を追う毎に強まってゆくようである。

最近購入した自動運転装置付きの2人乗りコンパクト電気自動車に乗り込み、手入れのいき届いた広い植込みスペースを持つ超高層アパート群を5分程度通り抜けると、自動車専用道路である第3京浜の川崎インターに入った。片側4車線の道路は上り下りの各線が2段に立体化され、このうち2車線には、私のような高齢者が安全に運転できるような自動運転システムの誘導装置が舗装内部に埋め込まれている。

私は本線に出るとすぐに、右側にある自動運転車

線の1つに入り、自動運転システムの作動スイッチを入れた。こうすることによって、車はブレーキを踏まない限り時速60kmの一定速度と、レーザー装置により一定車間距離を保って安全走行が可能となる。約1km走行すると多摩川に架かる橋に差し掛かったが、河川敷きにはモノレールに似た新交通システム電車が高架橋を土手沿いに走っている。

今世紀の初頭まで増加の一途をたどった車の保有台数は、24時間運行する公共の交通手段の充実と、自動車税の大幅アップが功を奏し、年を追って徐々に減少の傾向にある。このため道路の混雑度は解消され、以前のような交通渋滞は滅多に見られなくなった。今や首都圏には、河川敷や幹線道路等の空間を利用したきめの細かい新交通システムや、大深度地下を利用した超高速リニアモーターカーが縦横無尽に走っており、マイカーに代る利便性を補っている。

私の乗った車は多摩川を渡ると、接続している首都高速に入った。10分足らずで渋谷を通過し、それから10分もすると、今やマンハッタンを凌ぐ商業・情報・金融面で世界の拠点となっている神田・丸の内・日比谷・新橋・虎ノ門地区の大ビジネス街を横手に見ることができた。家を出てから僅か40分、交通渋滞の激しかった過去には2~3時間を要し、目的地に着いた時にはくたくたに疲れ果てていた所を、今日は軽快な足取りで浅草雷門をくぐり抜けていた。

読者の皆様、明けましておめでとうございます。

今年の干支は午、この干支に因んで天驅ける天馬の如く一層の飛躍を望んでおられることと思います。

さて、「21世紀の交通・道路は」について寄稿してみましたか、前述の内容は、今から34年後を想定したフィクションであり、小生がこうあってほしいという期待を込めて書いたものです。日毎に増加する交通事故並びに交通渋滞、年々汚染されていく自然環境の下で、我々はそれらを解決していく英知を持ち合せており、必ずや“開かれる21世紀”を迎えることができると確信してやみません。

## 思いつくまま

太田 健二

日満化学工業株式会社技術部長

### 「概念の変化」

多くのシンクタンクの予測では、今後、日本経済は第2期高度成長期へと進むとの見方を発表している。しかし、その中味は、従来の「物」追求型から、心の豊さ、ゆとり、といった感性を主体とした付加価値の高いものが求められよう。

さて、道路、舗装にあっても、とりあえずホコリがた、なくて、スムーズに走行できればよい、の時代から親しみと潤いのある、足にやさしい道路であり、舗装であることが求められている。まさに、時の経過に伴なう「概念の変化」であろう。

### 「ライフスタイルの変化」

われわれは、さまざまな社会との間にあって、いろいろな接点を持ち生活している。20世紀の今と、そして21世紀へと時代の移り變る近未来の今と、それぞれの今とか、わり合いを持ちながら自分の価値観を軸に対ししている。ふるさと創生とは裏腹に、大都市一極集中化に伴ない都市の24時間化が確実に進んでいる。したがって、我々のライフスタイルも必ずしと変化して行く。加えて、若者の「アーバン・リゾート」指向など、アフター5からアフター9へとライフスタイルは変化し、夜間の自動車交通量は、増加の一途をたどるものと思われる。このような生活様式の変化を考慮すると道路、舗装に対するユーザーの要求がますます高まる。その中で従来型の夜間工事、いや舗装補修工事が社会的に許されるか疑問である。

### 「求められる技術革新」

21世紀に向け道路に対するニーズは、高度化、多様化するものと考えられる。例えば、①安全性の面から交通の分離、②環境保全面から電気自動車化、③情報化面ではナビゲーションシステムの構築、などが求められよう。これらをバックアップする技術について考えてみたい。

### (1) 多くの機能をもったプレハブ舗装版

アスファルトと骨材からなる舗装の他に、合成高分子材料からなる舗装材の二次製品化が進むものと考えられる。特に、歩道舗装へのカラー舗装版、バス停、交差点流入部及び橋面、橋梁箇所については、各種センサーを組入れた舗装版が実用化されよう。歩道部では、盲人誘導装置、体重等のエネルギーを圧電素子を通して音声による信号、周辺情報の案内、誘導が出来よう。車道にあっては、光エネルギー蓄熱素子と圧電素子をエネルギー源とするナビゲーションシステム、信号、寒冷地道路の消雪、凍結防止装置とのリンクも可能となる。車が持つエネルギー…車重、加速度、ライトなどを活用する…そんな機能をもった舗装が実用化されよう。

### (2) 人間のための道づくり

人間のための道づくり、それは歩車分離を前提とした道路構造と、心理的に安全な道路の建設がまずあり、その上で、人間のための「道」はかくありきとなる。

人と道との接点は“土”であり、土の感触、土の色、土の臭い…であろう。そして、裸足で歩ける“みち”。即ち、人間のための道、それは土、いや土の性質を具備した舗装、そんな素材が、技術が、開発・実用化されるものと思われる。

### (3) 最高速度無制限自動車専用道路の出現

価値観の変化の他の極面として、より速く、より速くを求める速達性の追求を目的とした「最高速度無制限専用自動車道」の出現が予想される。そのためには、舗装技術面から、すべり、走行騒音、段差、平坦性、視認性などの技術開発が促進されよう。このような道路の出現により、舗装自体の設計も、メインテナンスフリーとか、リプレースを考慮した構造・方式といった考え方が定着してこよう。

## あの道 この道 すばらしい道

金子智一

社団法人日本歩け歩け協会会長

20世紀は、地球上にアスファルトのすばらしい道路をつくった世紀である、と言っても過言ではない。

第一次世界大戦後ヒットラーが現れて、ドイツの幹線道路を一変させたが、車優先の高速道路は世界の各地につくられ、19世紀とは、まさに雲泥の差がある。

しかし、21世紀中期ごろの道路も、舗装も、現在とは大差はないであろう。あったとしても、19世紀と20世紀ほどの革命的大差に比べたら微々たるもの、に過ぎないであろう、と予測される。現在の舗装は研究し盡されて、技術的にも、素材にしても、すでに頂点に達している、のではなかろうか。

1941年、私はマレーシアの南北を結ぶゴム林の中の、延々と伸びたアスファルト道路のすばらしさに感銘したが、ほぼ半世紀すぎた現在でも、あまり変りがない。唯、日本の道路に比べて厚さは倍もあるうか。見た目には若干、標識が増えただけのように思える。

さて、すばらしい道とは。人間が人間らしく生きるために道であろう。生きるために道具として物を運ぶ車、人を運ぶ車、レジャー用の車。クルマ、くるま、車。無制限に生産されているが、それに比例して道路の伸びは全く微々たるもの、でなきれない。

7、8年前からであったろうか、東京日比谷公園を囲む四周の道路は、車道と人道との間に木々を植えて名札までつけ、石を配し、ゆとりのある道になっている。一人一人が歩きながら考え、樂

しむ道が生活道路としての車道と併設されていることは、すばらしい。同じ構想からであろう。東京の八環道路、世田谷千歳地区の両側も、規模は小さいが、車道と人道の間に高い樹々を植えてある。港区の煉瓦道路と呼ばれる道も、最近、人道を広げ、樹々を植え、煉瓦に工夫をこらしている。ふれあいの道、とも呼んで、直線の道路の左右に交互に樹を植えた出っぱりを作り、車が徐行しなければならないようにした道路が、仙台や大阪に出現し全国に拡がりつつあるが、こうした構想の歩行者優先の楽しい道路が21世紀には増えて欲しいものである。

ヨーロッパでうらやましいと思うのは、生活道路としての高速道路もさることながら、歩く道路が網の目のように張りめぐらされ、標識も多いことである。西ドイツでは1千キロに及ぶ黒い森と呼ばれる自然林の中に土の歩道が続いている。イスの亭々と伸びたモミの林の中の、舗装されていない大地のままの、フィトンチッドの香気の漂う道。舗装は考えないで、もっと原始の道を考え、人間が人間らしくのびのびと自然を楽しみながら歩ける道を、より多くつくることが、21世紀の課題と私は考えている。

生活道路を走る車も、有限の石油が減産し、太陽電池の車か、ブラジルのマジョイカ芋やインドネシアのタピオカ芋などでつくったアルコール車か、水のH<sub>2</sub>Oを容易に分解し、酸素Oと水素Hとを熱源とする新車か、電気車か、いずれにしてもガソリンの依存度のすくない車が21世紀中期には出現しなければならないであろう。

## くるま社会の切札 自動運転

川島義昭

財団法人高速道路技術センター調査役

惑星探査機ポイジャー2号が太陽系第八惑星海王星の近接探査を行い、地球の月に相当する海王星の月やリングなどの存在を発見したことが昨年秋巷の話題となった。13年前の探査機打上げの成果は、その旅の途上に数々の発見や夢を我々に与えてくれたことはまさに驚きというほかない。

昨年読んだ東洋経済新報社発刊の「インテリジェント・日本の創造」に言をかりて21世紀を描いてみると、情報通信、交通運輸、都市環境といった分野が相互に作用しながら目ざましい発展を遂げているであろうし、個々では高度情報通信システム、リニアモーターカー、ヘルネットワーク、超高速艇輸送、インテリジェントシティ、ウォーターフロント、ジオフロント等々が形成されていると考えられる。

この線上に道路が果たすであろう機能を想像してみよう。本来道路は社会資本として整備され、人や物の交通運輸はもとより都市環境の整備や情報移転の機能として文化、経済に多くの利益をもたらしていることは周知の事実である。また、社会経済活動の面のみならず、レジャーなど個人生活の面からも欠かすことのできない存在であり、道路を取りまく環境として多様なニーズに応えられるよう整備されたものとなっていることも予想される。これらの諸条件を満たす基本的なものは特に道路舗装に要求され、それはスムーズに走行できる平坦性やスリップに対する抵抗性など安全快適走行を確保できる路面性状を持つこと、種々

の交通条件のもとで耐久性を保持することであることは今更言及するまでもないことである。

これら多くの機能が要求され、それら機能を満している道路舗装に更に付加価値の高い機能が備わってくるのではないだろうか。その背景にあるものを少しく羅列すると、交通事故の撲滅をめざすことを筆頭に交通渋滞の解消を計ること、定時性走行が確保されること、第2東名名神の場合など最高速度が高まってくればより一層の安全性の向上を計らねばならないこと、ドライバーの運転に伴う精神的肉体的疲労を軽減することなどのほか、舗装に関わることとして車の走行軌跡をシフトさせるなどして走行車輌の運行管理を行い、わだち掘れが集中しないようにすることなどを挙げることができる。

これら多様なニーズに対する付加価値の高い機能とは、走行車輌の自動運転に係る機能を持たすことである。この自動運転は、前に述べたように交通の安全性を飛躍的に高め交通流全体の高速化を可能にし、ドライバーの疲労軽減や快適性を高めると共に交通容量をも増大させるなど計り知れない利点をもつものである。

ここに至るまでには、広範な分野における学者、技術者の協力が必要であることは勿論のことであるが、一方では道路側に必要な設備や機器類、自動車側に必要な搭載機器の技術開発が行われなければならないことも事実であろう。今の科学技術をもってすれば実現できる課題ではないだろうか。

## 歴史の道と未来の舗装

菊川 滋

建設省近畿地方建設局奈良国道工事事務所長

昨年の五月に奈良に来て、この機会に歴史の道を再発見しようと休みの日には頻繁に古い道を探索している。

奈良盆地の東麓を崇神天皇陵などの古墳群をぬって南北に走る古道、山辺の道(やまのべのみち)は、現在でもその道筋をたどることができる。山辺の道は、日本書紀にもその記述がある古道で、大和地方に日本国の原形が誕生した頃から存在した道といわれている。また、推古天皇の時代に遡く中国大陸や朝鮮半島からの使者を迎えるために官道として整備したとされる大路も1300年以上の年月を経てその一部が残っている。

道は本来人が歩くことによって形作られたもので、その歩行空間には、人間の歴史が脈打ち、道の周辺には数多くの生活と文化の遺産が引き継がれている。奈良の古い道すじを目あたりになると、土地があり、人が住み、必要に応じて道が造られ、その道によって生活の営みが変化し、また新しい道が造られるという、人間の営みと道との深いかかわり合いを感じずにはいられない。そして、この人間と道との深いかかわり合いは21世紀になっても不变である。

われわれは道路を「車が通るもの」という固定観念でとらえがちであるが、長い道路の歴史の中でみれば、車社会は僅かここ数十年の間に過ぎず、将来に目を向けても道の上を車が通るなどという時代はほんの一瞬のことなのかもしれない。奈良

国道工事事務所では、昨年8月の「道路を守る月間」に県内の小学生に「未来の道」というテーマで自由に絵を描いてもらったが、興味深いことに半数程度の絵が、空中や地下に自在に張り巡らされたパイプの中や帶の上をいろんな形の乗り物が動いているものであった。既成の概念にこだわらない子どもたちの自由な感覚は意外と未来の姿を正確に予測しているのかもしれない。現在の技術革新のテンポを考えると、21世紀の道路が今の道路とは全く違ったものになっている可能性もあるがち否定はできない。奈良に都があった時代の人々が今の車社会を夢想だにしなかったように、われわれも過去のトレンドだけで道路をとらえていると時代に取り残されてしまう。

これから将来に向けて、人間社会の発展と共に道路の形態が変わっていけば、舗装も当然今までではない。道路が人と物の移動の空間という大きな枠組みだけを残してどんどん進化していくとすれば、舗装は、文字どおりの舗装の意味、「道路の装いの部分」という原点に立ちかえって、その存在を多面的にアピールする以外に存在の道はない。「舗装は路面だけのものではない。沿道までを含めた道路空間の装い全般が舗装の守備範囲だ」として、人や車の通る空間のデザインを舗装で受け持つ用意をしておかないと21世紀の後半には、舗装という言葉そのものが死語になってしまいうような予感がする。

## 夢をかたる

小坂 寛巳

首都高速道路公団第三建設部設計課課長補佐

我国で都市内高速道路が建設され始めてから、すでに30年が経過し、首都高速道路を例にとれば、供用延長は217.4kmに及び、一日の通行台数は100万台の大台を越えている。舗装の打換えを初めとして、維持修繕工事は、年毎に道路の老齢化も進み増大している。高速道路上の工事は、主として比較的交通量の少なくなる夜間、車線規制により実施しているが、夜間においてもかなりの交通量があるため、工事渋滞をできるだけ避けるように工事の時間帯を設定せざるを得ない。また、地域住民の環境に配慮するため、音の出る舗装剝ぎ取り作業などは、21時から23時までの間に終わらせ、引き続いて舗装舗設等の比較的音の出ない作業を行い、翌朝6時には全てを終わらせるようにしており、非常に厳しい作業条件の下で維持修繕を行っている。

あと10年程で21世紀を迎えるが、21世紀中期頃を想定すると、高速道路本体の構造物が寿命に達し、再構築することになるかも知れないけれども、その頃の舗装について夢を述べさせていただく。

舗装は、言うまでもなく構造物を保護するとともに、ドライバーに快適で安全な走行性を提供するものである。21世紀になれば、供用延長もさらに伸び、交通量もより増加しているものと思われる。そうなると、維持修繕業務のシステム化と効率化についても、今まで以上に努力していくなければならない。したがって、21世紀の舗装は、そのような維持修繕上効率的なシステムに対応した

ものが望まれる。すなわち、管理と維持修繕のそれぞれの業務がハイテクを駆使したシステム内で一元的に処理されることを願うしたいである。具体的に言えば、現在、路面撮影車による路面の管理も一部行われているが、路面性状だけではなく、劣化を含めて舗装体の内部欠陥を適切に、しかも迅速に検知できるような装置を開発し、測定データを集中一括処理して、優先順位を定量的に選択しながら維持修繕を行っていくものである。さらに、維持修繕の工事も、現在の路面撮影車のように、高速道路上を走行しながら、例えば超音波のようなものを当てるだけで舗装を蘇生し、内部欠陥を除去して良好な供用性を確保できるようになれば幸いである。おそらく舗装材料そのものにも画期的な進展なくしては無理であるかも知れないが、このような維持管理に対応した舗装体を開発し、トータルシステムを構築していくば、それは21世紀の舗装のふさわしいものとなるであろう。

また、現在都市内高速道路の約8割は高架構造であるが、将来は大規模な地下開発とともに、トンネル構造が次第に増えてくると思われる。その意味でも、前述のような舗装は適切である。さらに、長大なトンネル内にあっては、明色性が要求され、その耐久性も重要であり、都市内トンネルでは、内部空間が非常に制限されるので、道路として欠かせない路面標示、標識、交通情報板など付属施設の機能を合わせもつ舗装の開発が、21世紀には課せられてくるのではないかと思っている。

## 21世紀の舗装に思う

小島 逸平

熊谷道路株式会社技術研究所第一研究部長

20世紀も余すところ12年、新しい時代の21世紀を迎えます。来るべき21世紀において我々が関係する道路舗装にどのような変化が現われ、何を期待するかを求められ、正直なところおどろきを感じました。しかし、“夢でも良いから”というおゆるしを得たので、少々安心して以下のような考えをまとめてみたのでご批判下さい。

21世紀の時代的な変化に対する予測は社会・経済・科学等個々の分野では様々な試みがなされているところであります。これらのうち、私が特に興味をいだく点を列記すると、以下のようないります。

- ①日本の総人口が1億3千万人の時代に突入し、65才以上の人口シアーが16%台に入る。
- ②労働人口は、6500万台に達するが矢張り人口の高齢化が進み働く人の4人に1人が55才以上の状況になる。
- ③全世界のGNPが26兆ドルの時代に入り、日本のシアーは14%程度に達しさらに、1人当りのGNPは対世界比第1位の2万8千ドル台になる。
- ④ライフサイエンスとして染色体操作、人工臓器、老化のメカニズムの解明、自然科学として災害発生の余地、医療保健としてガン治療、人工臓器の開発、情報エレクトロニクスとして大規模ソフトウェアの開発や人間の学習、記憶のメカニズム解明等が実現する。
- ⑤スーパーCATV時代、デジタルネットワーク(ISDN)時代が到来する。

このように、21世紀初期には私達をとりまく社会環境は現在より確実に情報化、国際化が進み同時に高令化が進むことが予想されます。

そこで、これらの変化を前提として“道路舗装の夢”を述べさせていただきますと次のようにになります。

最大の関心事は、年間1500~1800時間、月間120~150時間という労働時間の時代を迎えることから、レジャー誘導型の道路造りをプロモートしたいと考えます。具体的には、大都市近郊に立地される

大型リゾート整備計画に対応して“人のまじわり”が楽しめる道路空間のデザインと道造りのモデルを実現したいと考えます。

次にビックプロジェクトに対する対応として、以下の点を夢見ています。先ず、“ジオフロント計画”では現在地上に設置されている各種のインフラストラクチャを地下に移動し、地下歩行者道路ネットワークなり、大深度地下輸送システム造り等の実現をめざしているので、このような部分での舗装は環境保全舗装、交通誘導舗装、ゼロメンテナンス舗装等の性能が要求されるものと予想されます。この意味から高品質コンクリート床版上にゴム合金等を応用したカーペット舗装システムを具体化したいと思います。

一方、ウォーターフロント計画では人工島等に構築されるテレポート都市が中心的な存在になることから、このような都市の交通網を支える道路は、緑と調和した“安らぎ”と“豊かさ”が重視できるアメリカ性に優れた明色化、カラー化および透水性を有する車道舗装の展開を図りたいと思います。

さらに、リニアモーターカー等が走るハイテクノロジー都市が24時間機能することから、高架橋やトンネル内の舗装は繊維強化型金属を応用した通信装置内臓型の軌道舗装を実現したいと思います。

交通のネットワークでは、太陽エネルギーを動力とした超電導仕様の車が走行するようになると、電気エネルギー・スタンドのようなものが配備されるので透水性セラミック、透明圧電セラミック等を利用した光と音による誘導機能を有した舗装は実現できないものでしょうか。

以上ほんのわずかな分野ではありますが、21世紀の舗装に向けて夢のような事を考えてみましたがないせよ、新しいニーズに対応した舗装技術（ソフト面の開発）とそれらの業務を確実に完成させる施工技術のロボット化（ハード面の開発）を仲間と共に実現化して行きたいものです。

## 足に優しい道路を

新宅 永灯至  
マラソンランナー

### 道路を走る

道路は、土などと違って上からくる力を吸収してくれずに直接足に跳ね返ってくるので足や膝を痛めやすく、特に道路の厚さが厚くなればなるほど、またコンクリートのように固くなればなるほど足や膝に対する負担は増大してきます。

例えば、道路の構造についてはよくわかりませんが、東京の道路などに比べて北海道の道路は厚いらしく堅く感じますし、よく練習を行っている明治神宮外苑などは逆に薄いらしく、走った感覚もトラックに近いように思います。

いずれにしても通常の練習では、底の厚いシューズを履いてなるべくショックを和らげるようになっていますが、レースになると厚いシューズではスピードが出ないためどうしても底の薄いシューズを履くことになるので、やはり薄い舗装の道路があれば足や膝に対する負担も軽くなると思います。

### 走り難い道路

車によるわだちの跡とか道路工事などの修繕による補修の段差なども走り難いので、コースを選んで走るようにしていますが、雨が降るとセンター・ラインなどのラインの入った所やペインティングされた所では、滑り易くなるので気をつかいます。

また、日本ではあまり見掛けませんが、石畳とかブロックで舗装されている道路やアスファルトをまいてその上にパラスをまいたような状態の道路なども走り難いので、足を置くというよりは、フラットにのせて走り過ぎるというように心掛けています。

### 走り易い道路

最近見掛けるようになった堤防の上にある自転車道などは、舗装の厚さもあまり厚くないと見えて走りよいと感じますし、一般的に日本の道路は、外国などに比べて道路舗装の種類も限定され、整備もされているので走り易いといえます。

また、道路の表面が晴れている時は目の細かい方が走り易く、雨のときは、逆に目の荒い方が走り易いですが、全般的には、足をとらえ易い目の荒い方が走り易くなります。

さらに、目標物の設定がし易い都市道路やレースなどで、沿道の観客からの声援も走り易い要素になります。

### 足に優しい道路

運動に対する見直しから、手軽に出来るジョギングをする方たちも増えてきておりますが、ジョギングする人たちを考慮した道路は、現在無いといって良いでしょう。

最近は、歩道などが景観や人との調和といったことでカラフルに道路が整備されるようになってきましたが、走る者を考慮した足に優しいジョギング道路が整備されてもよいのではないかでしょうか。

また、道路も車という交通機関があり、レースだけのために使う我々の都合を言うのはいい難いのですが、21世紀の夢ということで言わせてもらえば、平坦で、滑り難く、適度の堅さ（上からの力を吸収してくれるような）を持ち、薄い構造をした道路が出来ればと願っています。

## 維持修繕技術への期待

千葉 博敏

日本舗道株式会社技術研究所長

### 自動車と道路の関係

舗装について考える場合、先づ、自動車と道路の関係は21世紀中期にはどうなっているかをその前提条件として考えなければならない。

自動車は人類にとって最も便利な乗り物として、今まで約100年間（ガソリン自動車の出現；1885年）にわたり、交通の用に供されてきたが、これは、自動車の持つ、自由性、機能性（メカニック性）、個人的空間性、利便性等、人間の好奇心をくすぐる数々の魅力によるものである。従って、この魅力ある乗り物は21世紀中期頃においても、型や機能が変わるにせよタイヤで道路上を走行するという原則は変わらないものと思われ、同時に、自動車の性能や機能はより一層アップし、又、道路も自動車への情報伝達のためのスペースとして多機能に使用されることになるだろうから、自動車と道路の関係は現在よりはるかに重要で密接なものになってくるにちがいないと想像される。

又、わが国の自動車交通の特長は、他の先進諸国に比べて大型車の混入率が非常に高いことがあげられるが、これは、わが国が未だ社会資本の面において成熟社会になっていないことによるもので、21世紀中期にはわが国も当然成熟社会になり、自動車交通は、物資の移動用は大巾に減少し、もっぱら乗用車を中心とした人の移動が主体になってくるものと思われる。

従って、舗装の破壊状況も現在のような流動わだち掘れというものではなく、劣化によるヒビワレやフレッティング破壊が主体になるものと思われる。

### 道路舗装について

わが国の道路舗装率は、今世紀末までには、おそらく95%から100%に近い数字になるのではないかと予想される。従って、21世紀は、20世紀後半の50年間にストックされた舗装の維持修繕を中心に展開されることになろうが、その維持修繕も単に、舗装に関するものだけでなく、道路の地下空間に様々な情

報伝達機能等の付加価値設備を加えたより広範な改修や修繕が主体になるものと思われる。

次に、舗装用の材料について言えば、碎石、砂、石粉、アスファルト、セメント、石灰等の基本材料のうち、特に、碎石、砂、石粉については、自然環境保全の高まりから、採取が非常に困難になるであろうし、又、アスファルトも石油がエネルギーと使用される比率が大巾に減少するであろうから、現在ほど自由には入手できなくなるものと思われる。従って、21世紀中期の舗装材料は、それまで道路上にストックされた舗装材の殆んどを再生利用することが余儀なくされ、材料の再生利用技術が大巾に進歩すると思われる。又、その一方では、メンテナンスフリーをめざした高機能の新素材が広範囲に使用されるようになっているものと想像される。

次に施工の分野では、格段の進歩が期待できよう。21世紀中期頃には、舗装が新設であれ維持修繕であれ使用される機械や設備は、すべて自動化、ロボット化され、人間が介在する余地は大巾に削減されるものと思われる。即ち、人が関与するのは、機械の輸送、現場へのセットまでで、あとは前以ってプログラミングされた指示に従って機械が自動的に舗装の施工を行ない、且つ、自づから施工したもののが出来形や品質のチェックを自動的に行ないその結果を記録し、全体の施工が完了と同時に報告書としてアウトプットされるようになるであろう。

又、アスファルト合材工場、生コン工場については、景観や騒音問題等から、都市圏から姿を消し、同時に生産ラインも自動化、ロボット化された無人工場になっているかも知れない。

以上、貧弱な想像力で、21世紀中期頃の舗装に関する2、3の項目について予測をしてみたが、いずれにしても、舗装業界や舗装技術者にとっては大変な時代になっており、その時代までの生き残りのための準備を今のうちから始めておくことが必要と思われる。

## こんな舗装はいかがですか

林 広 敏

社団法人日本自動車連盟業務部長

アスファルト舗装については全くズブの素人だが、『夢』を語ってもよいとのことなので、大方の人には一笑に付されるのを覚悟で書かせていただく。

### 光る道路

自動車にとって夜間の走行は昼間より危険性をともなうことは誰しも認めている。原因には種々のこと考えられるが、主因は当然のことながら昼間に比べて道路上及びその周辺が暗いことである。

もし、アスファルトの中に何らかの素材を混ぜることによって、ヘッドライトの光を受けてその光をドライバーに回帰反射させることは出来ないであろうか。これによって道路全体がうっすらと光れば、路上の障害物の発見も容易となって、交通の安全にも役立つと思う。

さらに一步進めて施工面からも工夫を行ない、車の進行可能な方向にのみ光り、対向車線側については全く光らないように出来れば、現在のセンターラインとは別に、道路全体が淡い光の帯となって夜間走行時の誘導に大いに役立つのではないか。

### 色いろ舗装

既に部分的ではあるが、茶色や緑色の舗装を見かけるようになった。でも大部分は相変わらず灰黒色である。赤色とか黄色とか白色とか青色とか、もっとバラエティーに富んだカラー舗装は出来ないものだろうか。

加えて前述のように、夜間ヘッドライトの光を受けていろいろな色に反射するようになれば、ドライブは一層楽しいものとなろう。

路面全体でなくともいい。大きな病院などで床のPタイルにいろいろな色を使ったラインを引き、各種の施設へ誘導している例もある。同様に、道路も予め種類によって色をきめておき、間違い易いような場所にはこのようなカラフルなラインで誘導出来れば、道路案内にも一役買うことになる。

### 凸凹舗装

アスファルト舗装も場所によっては、エンボス状に、あるいは筋状・モザイク模様状に、凹凸をつけた施工がなされてよいのでは、と思う。カラ一化と合わせればさらに効果的になるだろう。

最近都市部での人の多く集まる広場や歩道などでは、カラフルなコンクリートブロックやタイルが敷きつめられ、中には模様までが描かれていて、行きかう人々の心をなごませている。

しかし、日本中の歩道が総てこのようになるとは当分思えないし、まだまだアスファルトの出番はありそうである。例えば、通過交通のための道路ではないが、ポンエルフのような人と車の共存するような街づくりには、このような工夫を凝らしたアスファルト舗装が考えられてもよいのではないだろうか。

また、カーブ地点や急な坂道なども、それぞれ状況に応じた凹凸が造られれば交通の安全にも貢献出来るのでは、と考えている。

## 道路屋の初夢

原 富男

福田道路株式会社技術研究所長

夢というのは面白いものである。時代が変わっても登場する人物はなぜか現在の人であったり、以前に知り合った人がその当時のまま登場したりする。また、はっきり記憶にはとどまっていないのだが、全体的には総天然色ではないが、一部分、特に色に関係する部分（カラー舗装や自然色舗装のような）については色がついていたような気がするのは私だけだろうか。

先日はこの原稿のことが気になっていたせいか、仕事に関する夢を見てしまった。

時代は何年かは判らないが大分先のことである。

私は、ある道路研究所で研究者として道路の設計と材料開発を担当していた。

道路の設計方法は、将来の交通荷重に基づいた構造の検討は勿論であるが、その他に将来の社会情勢、社会環境、自然環境、気象条件の変化、利用者へのサービス等々についてコンピュータを使って予測し、それらに対応した道路を設計していた。また、これらの条件に適合する材料の開発も重要な業務であった。

この頃の道路の状況は、交流ネットワークもほぼ完成し、道路の高規格化も進み、主要な幹線道路では時速150kmで走行できる高速交通システムが採用されていた。

自動車の改良はすさまじいテンポで行われ、自動運転システムの導入や居住性、安全性が改善され、乗り心地の良いものとなっていたが、動力源については、地球を取りまく環境の問題から廃ガス規制がますます厳しくなり、今までのようなガ

ソリンやアルコールをエネルギー源とした燃焼型のエンジンの使用は減少し、電気や化学反応エネルギーを利用した動力が主流を占めるようになってきていた。

この頃の道路では、走行安全性の確保、無公害化が叫ばれ、耐流動、耐摩耗に優れた舗装は勿論のこと、降雪時でも積雪しない無雪道路、降雨時でも水膜ができずハイドロプレーニング現象をおこさない排水性舗装、タイヤの摩擦音やエンジン音を吸収してしまう吸音性舗装、車両の走行によって発生する振動を吸収してしまう吸振性道路等々の研究が進み実用化されていた。また、道路利用者へのサービスの向上が図られ、自動運転システムと連動して交通状況、気象状況、目的地の観光案内等々の情報提供が行なえる情報ネットワークが完備していた。

一方、道路建設においては、以前のように、加熱したアスファルト混合物を運搬し、フィニッシャで敷均し、ローラで転圧するといった非効率的な方法は行なわれず、省力化・高精度化が進んで、プレハブ化された舗装体を現地で敷設する方法や現地に原材料を供給し、1台の機械で連続して目的に応じた舗装を完成させていく、移動式ロードメーカーが使用されていた。

舗設現場ではほとんど作業員は見あたらないが、なぜか、ヘルメット姿に安全靴を履いた私がレーキを手を持って立っていた。幻滅を感じたところで目が覚めた。平成二年吉日の朝であった。

## 夢、大集合

藤 波 誠

日本道路公団技術部道路技術課長

日頃、わだち掘れだ、渋滞だと右往左往しているところへ、"夢を!"の依頼、おおらかな気分で若い人に接するチャンスとばかり、大集合を呼びかけた。21世紀はもうすぐそこ、と急ぐ気分が一方にあるながら、いや21世紀中頃というと60年先、2世代分ある、過去から推して相当の夢が語れるとばかり、思い切り、一緒に跳んでみた。

舗装の有り様を語るには、人と車と道の三者の関係を夢に描く必要がある。まず、人と道。人の道への要望は多様化し、それに応えるには、使い方にあわせて、情報が必要となり、"インテリジェントハイウェイ"の時代となり路面は情報を使えるハードウェアとして複雑な配線路となっているであろう。また物の移動の場であると同時に人の移動空間として、楽しい空間、ランドスケーピングならぬ"ペーブスケーピング"が重要な課題となり、個性ある路面がドライブを楽しませてくれることになっていよう。1年365日、1日24時間を通して均質な移動空間であることが望まれ、夜になると明るくなる自発光の路面、温度とともに変色する路面、冬になると暖くなるなど気象条件を制御する路面など。

そして、全ての情報は運転席のデスプレー装置に標示され、道路空間から標識類はなくなり、自然景観のなかを走ることになろう。

つぎに車と道。相変わらず重交通を支え続けていけるであろうか。直接タッチするのでなく、浮上式

の車、あるいは鏡のような路面の上を高度な制動装置付で動いているであろう。いや、舗装に車からの情報で制動し易い路面に変化する装置がついているかも知れない。路面は車を移動させる空間という役割に加えて、エネルギーを蓄積し、車に補給する役割が大きなウエイトを占めるようになっているだろう。

ソーラーシステムによる蓄熱、路面と地中の温度差による発電、蓄電など、道路空間を使いたいいろいろな蓄熱システムが整備され、夜間照明他諸設備のエネルギー供給も、冬場の雪対策も、万全ということになっているであろう。

夢は限りなく、幾重にも"ブラウン運動"よろしく拡がってゆく。そこには若い人達の喜々とした顔がある。将来は心配ないと安心した。

と同時に、これらの夢を実現するためには、着実に階段を登るアプローチを早く始めなければ申し訳ない気がしてきた。技術革新、そのためには人材。3kなどと呼ばれる世界からの脱出をしておかねば。現場は工場化され、二次製品化して建込みだけというような、省力化、ロボット化による現場美化、安全を図らねばと考えさせられた。

そして、経済性という制約のなかで、画一的な技術を重ねてきた舗装現場を、使う立場の多様化に負けぬように、多様な技術力発揮の場にしなければと考えさせられた。今、すぐに。

"未来とは今である"という言葉が思い出された。楽しく、そして重い、"夢、大集合"であった。

## 組み立て舗装への夢

山下 弘美

日本道路株式会社取締役研究所長

21世紀中期、すなわち60年後の道路舗装（以下舗装とする）についての夢をかたるにあたって、頭をよぎるのは60年前の昭和初期の技術者は、今日の舗装をどのように夢に描いたかということである。

20年先輩にあたるある人を竣工したばかりの名神高速道路にご案内した時、「遂に夢に描いていたことが実現しましたね」と漏らされたのを記憶している。

未来都市の想像図に、空中を、大深度地下を走る自動車、動く歩道、車道そしてインテリジェント化された道路が描かれているのを見たことがある。これらは舗装に対する夢の一部である。また、それほど遠くない舗装へのニーズとも受け取れる。舗装に対するニーズの多様化が叫ばれ始めて久しい。舗装はこれまで交通のみならず各種の都市サービスに欠かせない都市施設として利用されてきたが、より一層の新しい、多様な展開が求められている<sup>1)</sup>。雨に強い街への舗装、美しい街への舗装、歩行の快適性への舗装等である。最近、身体障害者を対象とした舗装の研究がなされている<sup>2)</sup>。

現時点では、視覚障害者を誘導、案内できるシステムが開発されつつある。このシステムを車椅子の誘導にも利用しようとする試みもある。これらは、舗装のインテリジェント化の緒となるであろう。そして、このシステムの展開の仕方によつては、車道の一部で車両の誘導が可能であるかもしれない。少なくとも21世紀中期までに定着して欲しいシステムである。

わが国の急激な高齢化対策の一つとして、舗装工事のロボット化が真剣に考えられている。近い将来、舗装工事のロボット化を実現せざるを得ない状況が来ることが予想される。

舗装工事の特性から、舗設現場だけのロボット化は、高齢化対策としては、有力な手立てとなるが、徹底した省力化までには至らないことも予想される。

補修工事の頻度を少なくするため、舗装の耐久性の向上が求められ、そのための高価な新素材を活用、補修時間を短縮するための工法の開発が急がれている。

これらの対応の一つとして、舗装のプレハブ化が考えられる。現在でも、舗装のプレハブ化には、プレキャストコンクリート版による舗装の打換え工法の例がある。コンクリート版の重量、作業時間が長い等の問題がある。将来のプレハブ化には、新素材による版の軽量化が必要である。そして、プレハブ化は表層だけでなく、基層、路盤場合によっては路床をもその対象に含めるものである。各層には、それぞれの異った機能、例えば融雪、透水性、耐摩性といったような機能を持たせ、舗装の目的に応じて種々の機能を有する層を組み合せて一つの舗装を構築する。種々の機能とは、例えば、表層に関して挙げれば融雪、透水性、すべり抵抗性などである。素材の開発、プレハブ版の製造、運搬、舗装体としての設計法、設置方法などの問題をクリアしなければならないが、舗装の各層の工場生産化により、舗装業者はメーカーに変身するのである。

### 参考文献

- 1) 達下文一：都市道路の指向と試行、道路1989  
- 9
- 2) 森道夫、山内文雄、坂口陸雄：副生フエライトの磁気標識体への応用、舗装 Vol.23, No.10, 1988

## もしもこんな道路ができたとしたら

吉岡 靖夫

社団法人日本自動車タイヤ協会専務理事

今日このように高度に発達した社会が造り上げられるに当たり、人々の移動手段として、また、物資の輸送手段として、クルマは並々ならぬ貢献をしてきた。現代社会にとってクルマは、絶対になくてはならない道具と言っても大袈裟ではないと思う。どこででも見かける空気入りタイヤが初めて出現して以来1世紀以上にもなり、数々の進化をとげ、今日へと至っている訳であるが、圧力容器としての基本的な構造はほぼ同じである。クルマはエンジンにより生み出された出力でタイヤを回転させ、タイヤが路面をつかむことによって、走り、曲がり、止まる。このタイヤと路面間の密接な関係は当面変わることは無いはずである。タイヤに代る移動手段が開発されるとてもまだ遠い未来のことだろう。

この“タイヤがアスファルト路面の上を転がつて進む”という関係が続くとして、それではどうすれば今よりもっと素晴らしい快適で安全な関係を作つて行くことが出来るだろうか。そんなところから21世紀の舗装について私なりの夢を述べてみたいと思う。

タイヤが回転する。その時、路面とタイヤの間には摩擦力が生じる。もし、摩擦力がゼロだったとしたらどうなるだろう。アクセルを踏んでもタイヤは空転し続けるしかない。(よくぬかるみや雪にタイヤをとられて空回りしているところをご覧になったことがあるでしょう。)通常の走行条件のもとでは、そういった状況にはめったに会うことはない。しかし、摩擦力が極めて低くなる時期と場所は実際に存在する。冬の積雪寒冷地である。つるつるに凍りついた路面においては、通常のタイヤで駆動力、制動力を得ることは極めて難しい。そこでタイヤにチェーンを巻いたり、スパイクの打ち込まれたタイヤを路面の表層に食い込ませることによって滑りを防ぐ訳だが、当然のことながらアスファルトは金属によって削り取られ、粉じんが発生する。このことが北国の都市などで大き

な社会問題になっていることはご存じのとおりである。

二つめにタイヤの騒音問題があげられる。主要幹線道路や高速道路には昼夜絶え間なくクルマが流れているが、クルマの走行に伴い発生する騒音や振動も今や深刻化している。我がJATMAにおいても、タイヤの騒音について様々な条件のもとでデータを集め、少しでも改善されるよう努力している最中だがこれも又厄介な問題であることに変わりはない。もしも、路面が鏡のように滑らかで凹凸が全くなく、タイヤも又パターン模様のないつるつるの面だとしたら走行音も随分静かだし、高速道路には防音フェンスなど張らずにすむだろう。しかし、一旦雨が降れば道路は事故車の山となるのはずである。従って、今述べてきた二つの問題が解決出来たとしたら、随分と理想に近い道路環境になると思う。

それではここから先は本当に夢のような話ではあるが、まず路面にセンサーのようなものを取り付ける。そしてそれは刻々と変化する気象や道路条件をキャッチし、最もクルマの走行に都合の良い状態に自動的に保つのである。厳冬期の北国でも路面は凍らず、雨の日はスリップをしない状態に自動的に可変する。積雪地においては消雪が自動的に行われ、寒冷地ではロードヒーティング等で路面凍結を防ぐ。

また、タイヤ騒音の影響が大きい場所ではアスファルトに何か音を吸収してくれるような素材を混ぜて絨毯のような路面にしてしまえば騒音問題も解決出来るかもしれない。クルマやタイヤの技術の進歩と路面自身の技術向上がうまく組み合わされれば、クルマ社会の環境は今よりもさらに良いものになると思う。

少々手前勝手な現実ばなれしたことを述べてしまつたが、21世紀という時代は、クルマ社会にとても夢とロマンに満ちたものであってほしいと念願している。

## 舗装技術の現状と展望

飯 島 尚\*

### 1. まえがき

平成時代の第2年目を迎えることとなった。また21世紀へむけて10年を切ることとなり、まさに新たな地球時代へむけてすべてが躍動しつつあるかに見える。

波瀾と活気と激動にゆれた昭和の時代から文字通り「平成」時代が続くかどうか、今後の我々の英知にかかっているものといえる。

昨年一年の社会の動きをふりかえって見たとき新しい時代へと移行しつつあることがよくわかる。土木に關係しそうな話題を新聞からひろって見ると、産学官の研究体制、民活、知的所有権、土地制度、地価高騰等の社会一般の動きから、外国企業参入、海外建設摩擦、外国人労働者等の海外との問題、フロンガスや酸性雨、炭酸ガスと地球温暖化、砂漠化等の地球環境の問題、サンフランシスコやアルメニヤの大地震、福井県の地すべり等災害発生の問題、土木プロジェクトでいえば第二東名等の高規格幹線道路を始めとして東京湾横断道路、地下弾丸道路、リニヤモータ新幹線、横浜ベイブリッジ等々枚挙にいとまがない。また新工法や新材料でいえば、アスベスト問題や高分子複合材料、景観材料、光ファイバー、セラミック、大規模連続地中壁、高度建設ロボット、バイオテクノロジー、等々多岐にわたっている。

このような社会の動きに呼応して舗装の世界でも種々の技術革新がおこなわれつつあるが、ここではこれらを概括し、国内における技術開発の動向を探ろうとするものである。

### 2. 舗装を取りまく諸情勢

#### 2.1 国際アーバンインフラティックの印象

舗装を取りまく諸情勢について、昨年11月13日～19日にかけて、注目を集めている幕張メッセに於いて開催された「新しい都市社会の基盤と技術、アーバンインフラティック」の例から考えて見たい。この展示会は我が国が21世紀へと向う社会経済情勢の流れの中で、

全国的に都市化が進展し、生活の中味も物から豊かさの築構へと変りつつあることをふまえて行なわれたものである。内容は都市における社会基盤整備を行なっている民間企業と、自治体からの成果を総合的に展示し、よりよい社会基盤作りに寄与する目的を持って開催された。展示は、ウォーターフロント、ジオフロント、モビリティフロント、アメニティフロント、エレクトロフロント、複合フロント、パブリックフロントに分かれ200の企業、団体が出展しているものであった。

まずウォーターフロントでは、首都圏を中心に水辺の環境開発が活発に行なわれているが、人工ビーチや親水公園等々、多数のプロジェクトの中で舗装が重要な役割を果していることがわかる。従来も建築物の外構や公園の中で舗装が重要な役割を果してきたが、さらに水とのかかわりをどう活かすかが求められているように考えられる。

ジオフロントは未来の都市と生活を支える最も重要な空間であり、大深度地下道路や鉄道、あるいは共同溝などが当面の課題である。舗装とのかかわりは比較的少ないようと考えられるが、地下道路の舗装や、地下駐車場の舗装の将来はどうなるのであろうか。

モビリティフロントは、新交通システムを中心とする都市内の交通システムの展示である。これにはガイドウェイバス、磁気駆動車、リニヤモータ新交通システム、リニヤメトロ等々数多くのシステムがある。既に供用されているもの、あるいはこれからるもの等種々であるが、いずれも共通していることは専用の路面上を走行することである。従来のレール方式の形式もないことはないが、大勢はある一定の幅員（道路）の舗装上を走行する形式が多く、mm単位の施工精度を持つ舗装技術が大きな力を發揮するものと考えられる。

アメニティフロントはまさに舗装技術そのものといっても過言ではない。景観材料や機能性舗装、ストリートファニチャー等々都市景観の形成になくてはなら

\*いいじま たかし 建設省土木研究所企画部先端技術開発研究官

ない分野であり、舗装会社や、素材メーカの出展が目につく。「感性の時代」にふさわしい内容であり、舗装技術が国土そのもののアメニティフロントを演出する技術であることが理解できる。

エレクトロフロントは舗装技術と最も離れた分野であると考えられる。しかし展示はなかったものの種々の施工機械や測定機械、あるいは室内試験機器の高度化、自動化はエレクトロニクスを抜きにしては考えられない。

複合フロント、パブリックフロントは各団体や、自治体のプロジェクトの紹介・展示が中心である。いわば、ウォーターフロント、ジオフロント、モビリティーフロント、アメニティフロント、エレクトロフロントの組合せであると理解できる。

いずれにせよ、新しい時代に向って種々な分野が躍動していることが窺けるが、舗装技術もこのように、○○フロントとして再構築を考えるべき時代に来ているのかも知れない。

## 2.2 新聞報道から

舗装に関する社会一般の関心を見るためにここ1年の新聞記事の中から舗装に関する記事がどのようなものが取り上げられているか羅列して見る。主要な出典は三大新聞、日経新聞、日刊工業新聞などであるが、建設一般に比較して舗装の記事は比較的少ない。しかし、スパイクタイヤ、RCCP、機械の開発、ブロックや景観材料の開発、歩道舗装や透水性舗装等が比較的話題になっているようであり、社会一般の舗装への関心のありようがうかがわれる。

### 昭和

63年5月 舗装施工管理技術検定制度の設置案、

6月 65年末にスパイクタイヤ製造中止、

8月 RCCP公開実験、トンネル内に凹凸舗装、  
RCCP試験施工、スパイクタイヤまず減産、  
アスファルトフィニッシャの無人走行、  
雨でもスリップしない透水性舗装材の強化、

12月 スタッドレスタイヤの開発、  
水中で硬化するアスファルトの開発、

### 平成

元年1月 舗装面下の空洞探査技術、

スパイク粉ジン防止法案、

2月 カラーセラミック舗装材の開発、  
RCCPの普及を目指すセメント協会、  
締め固め効果の高い振動ローラ、

3月 RCCP技術基準策定の動き、  
コンクリート舗装の短期施工敷き均し機械

の開発、スパイクタイヤ禁止法案提出か?、  
スパイクタイヤ輸入増加、下水汚泥から路盤用溶融スラグを作る。RCCPを発電所トンネル舗装へ、

- 4月 廃棄物に添加剤を入れ舗装ブロックを作る、  
EPSを軟弱地盤の道路舗装へ、  
河川堤防の親水性を高める歩道舗装、  
粉碎ゴムチップを用いた歩道舗装、  
第3セクターによる残土処理センター計画案(都)、  
建設廃材を圧縮コーティングして舗装ブロックを作る、瓦敷き散歩道、  
5月 ジオテキスタイルを舗装へ、  
球状セラミックによる透水性舗装、  
6月 橋梁目地部で舗装を連続させる技術、  
7月 スパイク法案見送り、RCCP試験施工、  
8月 札幌市のスパイクタイヤ規制の方向、EPS工法を軟弱地盤へ、RCCPの普及活動、舗装分野への新機種導入状況、空洞探査機の開発、  
9月 景観材料、RCCPと生コン出荷、  
10月 ESP道路盛土へ、公団の各種舗装用新材料の導入状況、鋼纖維を空港舗装に、日本道路会議の開催、  
11月 光と音が演出する地下の遊歩道舗装、  
チーン脱着場にRCCP工法を採用、

## 3. 舗装設計

### 3.1 設計条件

舗装設計の外的条件といえば、路床条件と荷重条件が主なものであり、これに従いある強度を有する材料を何層かに積み重ねて1m程度の舗装を設計することとなる。これ以外の外的条件といえば、降雨、降雪、気温等が重要なものであり、舗装の耐久性に大きな影響を及ぼしている。

路床についていえば、我が国の気象条件が高温多湿であり、粘性土の広い分布とあいまって、地盤が軟弱化しやすいことは広く知られている事柄である。

ちなみに、全国平均では、2000mm近い降雨量があり、少ない所でも、例えば四国や中国地方でも1500mm以上であるから、諸外国に比較すると非常に降雨量が多い。先進諸国の中で1500mm以上の降雨量の地域はほとんど限定された地域となっている。

舗装の耐久性が路床土の強度によって左右されることは常識的なことであり、このような降雨量の多さと

軟弱な路床が我国の舗装の供用性に重要な影響を与えていることは十分に肯けるところである。ところで、諸外国の設計法の中には地域係数なる指標を導入しているものがある。すなわち、土質と地下水の相互関係、日照、降雨量などからその舗装の水に対する抵抗性を中心に指標化し、設計に組み込んでいるものである。90年代を迎えて、よりキメ細かい舗装構造設計の確立のために、このような舗装の置かれた種々の条件のうち、特に気象条件や土質条件を含めて現在の構造設計式の評価が行なわれつつある。結論的にいえば現行の CBR、TA 設計法はほぼ妥当なものとなっているが新しい工法や材料を用いる場合には対応が難しいということである。例えば 1 m を越える路床改良や EPS 等の新工法を用いる場合等であり今後の課題となっている。

一方、アメリカでは社会资本、特に道路を中心として維持修繕を効果的に行なうべく SHRP 計画がスタートし、大規模な試験舗装が実施されつつある。気象や路床条件の分析がどの程度進められるかは今後の課題であるとしても、数年後には AASHO 試験をうわまわる成果が期待されているところである。その際には我国の設計法も見直されることになろうが、やはり米国と日本では国情も違うし、特に外的条件が異なることから詳細な分析を今のうちから継続しておく必要があるものといえよう。

例えば厚さの設計に関連して高温であるという気象条件の下で混合物を多層に積み重ねる場合、温度による影響をさらに詳細に研究することなどである。

また、多湿であるという条件と、火山灰質な地盤条件ということに関連して、路床土の自然含水比による CBR 試験や、測定個数、測定時期等は設計手順からいってもこれらの変動要素は考慮された形となっている。しかし降雨量の多少などの舗装の置かれた場所の気象条件などと供用性にはある関連が見られることから、構造設計の基礎となる条件のとり方について更に詳細な検討が望まれる。

このことは、種々に異なる土質において CBR 法や支持力試験より得られた値が長期の供用性にあって、しかも千変万化する現地条件にあって、何を表現しており、実際の舗装の供用性とどのような対応関係にあるのかを検討するということである。このような検討は舗装に関連する各要因を極めてミクロ的に見ていくこうという努力であるが、現状では外的条件と設計の関連性をミクロに分析するような基礎的検討が不足しているように思われる。さらに輪荷重の分析も全国各地で行なわれており、基礎的データが用意されている。特

に、路床への荷重伝達と土との相互作用の分析が必要となっている。いわば土質力学的手法の導入である。このような分析の結果を実際の設計へ応用するに当たっては、地域分類や交通分類からより簡便な一般式にまで熟度を高める必要があり、舗装構造を決定するための諸試験の精度と費用、交通量の推定、施工精度と、それに必要な費用等を総合的にバランスをとったものにするということなのかも知れない。

その他簡易舗装等の設計にあたって、設計 CBR によって舗装厚を決定する方法のほかに、ベンケルマンたわみ量による設計曲線が用意されている。路面のたわみ量が、地盤の強度、舗装厚、累積交通量によって経時的に変化することはよく知られており、さらに温度による影響も大きい。

たわみに関する研究は構造設計との関連で今後も大いに必要となっている。特に維持修繕の工法や時期の判断にあたって、たわみ量に注目した設計法が必要とされているが FWD をはじめ各種の測定器の導入によって技術革新がはかれている。しかし、路床や路盤の層構成の良否、経時的变化等全体的な舗装評価まではまだ行っていないようである。

### 3.2 アスファルト舗装の設計

現在、舗装の設計を進める場合、アスファルト舗装の厚さの設計は交通量と路床の CBR、および各材料の等値換算係数を基に厚さを決め、アスファルトの配合設計はマーシャル試験によっている訳であるが、この設計方法は将来とも変わらないと考えられる。

CBR による厚さの設計およびマーシャル試験が最初にとり入れられたのは昭和36年の要綱であった。その後昭和37年に AASHO 道路試験結果が発表され、等値換算係数の考え方、および供用性と構造設計の結びつきが明らかにされたこと、また当時早期にひび割れが発生する例などがあったことから、42年に改定されることとなった。このときの考え方はひび割れ発生に対する配慮から若干アスファルトが多めになるようになるとになっていたが、構造設計は CBR 法であり、基本的には36年要綱を引き継いだものであった。

同時に42年には交通量区分を従来の A B C 区分に D 区分を加えて 4 区分としている。40年代から50年代にかけての自動車交通の伸びはすさまじいものがあり、また陸上輸送部分におけるトラック輸送への依存が高くなったりもあり、大型車交通量の割合が一段と激しくなった。

このようなことから、わだち掘れの傾向が目立つようになり、またプラントの定置化とあいまって、混合

物の種類が多種多様のままかなり広範囲に使用されていた。

このような問題に対処するため50年10月に暫定的に改定されアスファルトの品質の改善、混合物の選定がキメ細かく行えるようになった。

要綱はその後3カ年の検討を経て、53年6月に改定されているが、路盤の安定処理をさらに進めることができ舗装の耐久性を高める有効な手段であるということから、石灰安定処理の規格化、またスラグ等の導入、およびバインダの改質によって混合物の耐久性を高めるための改質アスファルト、ゴムアスファルト、あるいはセミブローンアスファルトの規格が定められた。

交通量の区分には新たに上交通が加えられ、それまでの設計輪荷重に代えて5t輪荷重による表現に代えている。

その後、特に、改質アスファルトの改善や特殊舗装、特殊材料の進展等、材料技術の進歩を背景として10年ぶりに63年11月に改定されている。また設計式は42年に導入されたCBR-TA設計式をそのまま踏襲している。

よく知られているように、現在の設計式の基本は竹下晴見氏によって考案され、42年の要綱に取り入れられた設計式である。これはAASHOの道路試験の結果と我が国における幾つかの現場での観測結果の比較から得られたものである。その後ほぼ20年以上経過して今日に至っているが、現地の供用性と式の適合性は比較的一致している。

さらに、昨今のコンピュータ技術の発達により複雑な層構造の計算がたちどころに可能となっているが、これらの理論計算結果からも現行設計式は概ね妥当であるとの結論が得られているようである。

しかし、前述のように多種多様の新材料や新工法が開発され、現要綱では取り扱えない分野も広がっていることから、要綱設計式を見直す気運にある。見直しは①現行設計法の妥当性の確認、②路床・路盤および特殊舗装の設計法、③新設計法の可能性の検討の3つの分野について行なわれることとなろう。

### 3.3 普通コンクリート舗装

これまでコンクリート舗装の構造設計は、路盤の支持力係数(K値)、コンクリートの曲げ強度から推定される疲労耐力と、交通荷重の大きさとその頻度および温度条件等から求める疲労荷重の繰返しとを比較し、設計期間内に十分な疲労抵抗を有しているかを判定することにより、版厚を決定してきた。

各地のコンクリート舗装の供用性と設計法の対応か

ら考えて、現行設計法は将来とも基本的には変わらないと考えられる。しかし、後述するようにRCCP舗装が盛んに行われていることから、これとの関連で、①目地構造、②鉄網等の補強等の見直しがなされることになるかも知れない。さらに、普通コンクリート版とSFRCやRCCP、あるいはアスファルト舗装等との複合的な使い方が検討されている。伝統的にはコンクリート舗装にはアスファルト舗装でオーバレイを実施しているが、これも複合舗装といえるものである。

しかし、近年のスパイクタイヤの普及と車量の大型化による摩耗や流動に対してアスファルトのオーバレイでは耐久性が確保しにくいことから、コンクリート舗装が見直されるようになってきている。このことから、コンクリート舗装による薄層オーバレイが各地で行われている。この際耐摩耗性、ひびわれ安定性、付着性等が課題となるが現状では特に問題はないようである。

### 3.4 RCCP

最近転圧コンクリート舗装(RCCP)に対する関心が高く、試験施工が各地で行われ、前述のように新聞報道もくりかえし行われているところである。

RCCPはスランプがゼロの超硬練りコンクリートをアスファルト舗装用のフイニッシャ及び振動ローラなどの施工機械を用いて15~30cm程度に舗装する工法で、コンクリートダムの施工方法の1つであるRCD工法やセメント安定処理路盤の施工法に類似したものといえる。

転圧コンクリート舗装は、従来のコンクリート舗装に比べ、アスファルト舗装用機械が使用できるので、施工費が割安になるとともに、施工期間も短縮できるとされ、又、人力も比較的少なくてすむという現場の生産性向上のニーズに応え得るということから、関心が高まったものである。

RCCPは1920年代にアイルランドで施工された例があり、わが国でも北海道の国道36号の弾丸道路(札幌~千歳間)の路盤として昭和28年に施工された例がある。

欧米の施工例では、駐車場、木材集荷場、空港エプロンなど、重量車両が低速走行する箇所で、あまり平坦性が問題とされない箇所の舗装に適用されている。

一方、スペインでは、一般道路にも適用しているが、地方道路の舗装が主体で、幹線道路では、アスファルト混合物によるオーバーレイを前提に実施しているようである。つまり複合化である。

RCCPの構造設計法は従来の設計法に準拠している

が、目地の処理や版の補強が大きく異なったものとなっている。すなわち収縮目地間隔を長くし、またスリップバー等を一切用いない構造とする訳であるが、普通コンクリートの歴史が目地を中心として版の補強の歴史であったことを考えるとアスファルトとの複合化も含めて適材適所の使い方をさらに分析する必要があるものと考えられる。

さらに配合設計についてもコンクリート工学的な手法と、土質工学的な手法に大別できるが、いずれの場合もいまひとつわかりにくい。耐久性の確認や施工法の改善と合わせて今後の課題であると考えられる。

#### 4. 新素材、新材料の活用

##### 4.1 利用状況

路盤を含めてアスファルト舗装の主な材料は骨材、フィラー、アスファルトであり、コンクリート舗装の場合には骨材とセメントである。

この材料は将来とも変わらないであろうが、省資源という観点から人工骨材や低品位骨材の利用、あるいは現地産材料の利用が種々の方法で試みられている。また、昨今の社会情勢の変動から社会資本の高度化、高品質化の一環として舗装の供用性やアメニティを更に高めるということから、それぞれの材料の具備すべき品質を改良していくという努力がなされており、最近では省資源等の動きより高度化の動きの方が重要なようになっているようである。

ちなみに材料としては次のようなものが挙げられよう。勿論すでに実用化されているもの、あるいは室内試験の段階のものなど種々のレベルにある訳であり、従来からの改良に加えて、新たな材料との種々の組合せや改良がなされている。

まず、歴青系バインダとしては従来のストレートアスファルトやセミブローンアスファルト、天然アスファルト、カットバックアスファルト、アスファルト乳剤などがあり、これらに入れるべき改質材には数10種のものが開発研究されている。

ゴム系バインダとしては天然ゴム、再生ゴム、スチレンブタジエンゴム、クロロプレンゴムなどを始め、ブチルゴムやポリブタジエンゴムなど種々のものが利用されている。

熱可塑性、熱硬化性の合成樹脂では、エポキシ樹脂を始めEVA、EEA、あるいは昨今の高分子系材料の発達を背景に種々のものが検討されている。これらの材料と他の材料である骨材やガラス、鉄系材料との複合化を考えるとほとんど無限であるといってよい。

骨材としては、碎石、砂利、砂、スラグ、セラミックなどが大勢をしめている。これらの材料の中でも現在あまり利用されていないか、あるいは品質性状がそのままでは使えないものがあり、改善方法や他の材料との複合化が大いに研究されている。

例えば、セラミック技術を利用して新しい骨材を作り出すこと、骨材表面に化学的、物理的処理を施すことによって新しい機能性材料を作り出すことなどである。フェライト利用の情報伝達舗装や光る舗装、あるいは温度によって色の変る舗装、吸音特性を高めた低騒音舗装等種々の機能性舗装が考えられている。

フィラーとしては、石灰石粉や火成岩石灰、消石灰、フライアッシュなどが利用されているが、この他にセメントやアルミ粉、無機顔料、金属粉などがある。さらにこのような無機質のフィラーのほかにも、有機顔料、石炭粉、コークス粉、ゴム粉末、プラスチック粉末、繊維素材がある。このように骨材、バインダー、フィラーが材料の中心となるが、これらに剥離防止対策や界面活性の改善のために種々の新材料が検討されている。

##### 4.2 材料の評価

これまであまり使用されていなかった新材料や人工骨材料等を新しく使用する場合、あるいは新しく開発した材料を使用する場合、いきなり実際の道路に大規模に施工することはまれである。室内での十分な検討を実施した後、適切な試験舗装に移される。この試験舗装では色々な条件を網羅したものであり、室内試験結果と実際の交通条件下での現象から、いわば理論と現象の結びつきを解明することとなる。

もし、室内試験の結果から現場の供用性を適格に判断しうることができれば、このような試験舗装を一々実施しなくてもよいということになる訳であり、逆にいえば、室内試験は本来現場の供用性を予知するための試験でなくてはならないということであろう。

例えば、室内におけるホイールトラッキング試験の結果から、かなりの精度で現地のわだち掘れを予測することが可能である。

一方、わだち掘れを防ぐ措置の結果として、ひびわれ発生が懸念されるが、これについては混合物に加えられるエネルギーから疲労ひびわれを推定する方法も研究されているものの、それを室内において評価する一般的な試験方法は開発されていない。

世界各地で曲げ試験や引張り試験を中心として疲労試験が行われ、ひびわれ発生に対する許容ひびみと疲労寿命の関係が得られつつある。しかし、これも実際

の供用性との対比からみるとまだ十分なものとはいえないよう見受けられ、試験方法の開発も含めて今後の研究課題といえよう。

特に、基層や安定処理層がはくりを起こし、見かけ上アスファルト層が薄くなっているような場合の縦ひびわれの検討等、種々の破壊形態に対応した材料の検討が望まれよう。

材料の検討のためには通常の配合設計、マーシャル試験、ホイールトラッキング試験、水浸ホイールトラッキング試験、曲げ試験が中心となるが材料の組合せによっては評価が出来にくいものがある。今後の課題としてはこのような新材料に対して力学的な面のみならず複合材料としての物理化学的な検討も必要であろう。

例えば界面物性も付着性、熱的性状などについて材料力学とレオロジーを組合せ、さらに土質力学的な分析手法を加味した検討などである。

その他、ある材料中に一定の類似した形状の粒子が分散しているときの形と数、表面積、等方性、配向性などのいわゆるステレオロジーが問題であり、この面から混合物の特性や、配合設計手法も検討され始めている。

例えば、コンクリートやスチールファイバーコンクリートでは等方性や配向性を中心に、複合材料としての検討がかなりなされている現状であり、将来アスファルトコンクリートについても研究が進められるものと考えられる。

このようなミクロの検討は、特に混合物の表面性状を議論するために重要なファクターとなろう。混合物の表面性状は路面の滑りや摩耗、表面輝度、表面排水、騒音等と密接な関連があり、これまであまり検討がなされていなかった分野である。電子顕微鏡やレーザー、超音波等を利用した測定技術の開発とあいまって、舗装研究の新しい分野にまで発展させていく必要があるようと思われる。

## 5. 先端施工技術

### 5.1 施工機械・プラント

一口に施工と言っても、プラント、運搬方法、敷きならし、転圧、養生など、関連する技術分野のすそ野は広い。

中でも施工に関連して最も重要であると考えられるのが転圧であろう。わだち掘れの防止や舗装の老化防止、あるいは積雪寒冷地の摩耗防止に最も効果的なのが十分な転圧である。

例えばホイールトラッキング試験において、混合物の種類にもよるが、締固め度が1%異なると密粒度アスファルトコンクリートなどではDS=300~400程度も違うことがある。DSが現地のわだち掘れと相関があることから、1%も異なるとかなりの影響があることが予想される。

また、スパイクによる舗装の摩耗問題は積雪寒冷地において大変な問題であり、これに関して種々な対策が試みられている。そして締固め度が1%下がると摩耗量が一冬で平均数mm以上も増加することも知られている。

前述のように、数年後にはスパイクタイヤが禁止されるとしても、ここしばらくは同じような傾向が続くと考えられている。

このように考えると、わだち掘れや摩耗対策のまず第一は十分な転圧と締固め密度の確保であり、その重要性が認識されている。

次の段階として、このような十分な締固め度を確保するのには、どのような施工機械と転圧方法、あるいは品質管理を実施すればよいか、種々な研究が行われている。

また、現地における労働力の不足への対応、生産性の向上の努力等の側面からも敷きならし・転圧の検討は重要であり種々の改善がなされている。最近エレクトロニクスやロボット技術の著しい発展を背景にアスファルトフィニッシャや締め固め機械の自動化システムが研究されている。このためには、光センサ、超音波センサ、R I 計、コンパクションメータ、無線遠隔操作機器等が大いに研究されており、施工機械のインテリジェント化が進められている。

プラントにおける加熱・混合方法の検討も種々な研究がなされている。

現状では、プラントにおける生産能力と稼働率は比較的バランスのとれたものとなっており、装置産業の1つと考えたとき、需要と供給の関係は安定したものとなっていると考えられる。

しかし、都市化社会への移向、労働力不足への対応、道路事業の質的変化を考えると、このようなプラントの状態がどのように推移するか、最適設置の問題、全自動化、無人化運転も含めて種々な研究が必要となっている。

施工技術の発展にとって見逃し得ないものに、各種舗装のプレハブ化が挙げられる。特にコンクリート舗装では既に幾つかのプレハブ工法が開発され、トンネル内舗装や構内舗装等に利用された実績があるが、更

にその他のタイプのものが検討されている。

## 5.2 周辺技術

周辺技術として計測、情報処理技術の導入とエキスパートシステムへの取り組み、舗装構造を評価するための非破壊支持力測定装置の開発（例えばFWD）、あるいは品質管理のための種々の自動化試験機器（例えば自動フリイ分け、自動マーシャル、自動アスファルト品質試験機）の開発が精力的に行われている。いわば舗装に関連するあらゆる機械類が対象になるといつても過言ではない。施工時の安全確保のための照明装置や、安全標識、警報装置、情報伝達機器類の高度化も非常に重要であり、作業環境の改善に欠かすことが出来ないものである。

## 6. 供用性の評価とライフサイクル

### 6.1 供用性

舗装の供用性について、現在のところわだち掘れ、ひび割れ、縦断方向の凹凸などを中心として評価が下される。特殊な場合には滑り摩擦係数を評価に加える。舗装の供用性は走行安定性、快適性を左右することになる訳であるが、供用性のレベルはどの程度必要であるか種々の検討がなされている。

高速道路の100%はもちろんのこと、国道や都道府県道の舗装率はほぼ100%近い数字になり、未舗装の道路はなかなかお目にかかるなくなる。量が充足されれば、当然のことながら次に質が議論されなくてはならない。

例えば、ひび割れ率が30%以上もあるような舗装は整備された状態にあるとは言いがたいし、ましてわだち掘れが30mm以上もあるような道路はむしろ走行上も問題がある。

わだち掘れで困るのは歩道部分や隣接車への水はねである。わだち掘れの深さと降雨強度、そして車両の違いと速度によって歩道や隣接車にどの程度影響が出るのか種々な検討がなされている。

最近では供用性の低い道路ではガソリン消費率が高くなるといわれ、幾つかのデータが示されている。省エネルギーの要請もさることながら、PMS（ペーブメントマネジメントシステム）を議論するに当って供用性とエネルギー消費の関連は最も重要な事項と考えられている。

いずれにせよ、供用性のレベルがどの程度必要であるのか、またどのように供用性が低下していくのか、経時的な変化も含めてさらに詳細な検討が必要である。

このような供用性の時系列的な検討は、次の段階として維持修繕の時期や工法あるいはコストを論じること

につながってゆく。これはいわゆる舗装のマネジメントシステムにつながるものであり、舗装のトータル設計の基本的な考え方であるといえる。

### 6.2 ライフサイクル

舗装は道路が存在するかぎり永遠に続くものであるが、設計は一定の期間を想定して築造される。この際一定期間の後、維持修繕や更新が行なわれる訳であるが、この繰りかえし期間をライフサイクルと呼んでいる。マネジメントシステムの最終的な目標はこのライフサイクルを最も経済的に、かつ効果的に行なうということなのである。

諸外国、特にアメリカ等では数年前からこのような舗装のマネジメントシステムが盛んに研究されており、イニシアルコストとランニングコストおよび外部不経済も加えたトータル設計が可能だとされている。行政的にどの程度反映されているのか詳細は不明であるが、我が国においても効率よく、しかも道路の機能に応じて一定の供用性水準を保つためにはどのようにすればよいのか答えが求められている。

このような研究のためには、わざわざ試験舗装を実施するまでもなく、現場そのものが試験舗装であるという認識から、全国各地において供用性の経時変化の詳細な観測が続けられている。そして、レーザーを利用した表面性状自動計測器、動的たわみ測定器、路面撮影機、等々の自動計測、自動解析、さらにはデータバンク化が図られている。但し、前述した周辺技術の発展によって非接触による舗装の評価技術はかなり高度化しているとはいいうものの、アスファルト混合物の品質性状（例えば、針入度や軟化点、あるいははくり性状）を非接触で測定する技術は開発されていない。さらに、供用性の評価式として従来のPSIに加えて国道でのMCIを始めとして、高速道路での評価式、都市内幹線道路での評価式等が開発、利用されている。

このようなデータの積み上げからライフサイクルに関する有効な解答が得られる訳であるが、同時に舗装設計の新しい側面が発掘されるかも知れない。

前述したように、現在の構造設計式はすべての場合について100%の答えが得られているというものではないようと思える。例えば、CBRが小さい場合について供用性と構造設計式との対応が必ずしも明確ではないことなどである。

このような疑問に対して、多数の実際道路でのデータの集積から何らかの答えが得られるものと考えられる。さらにその際に種々の条件を考慮に入れた理論的な解析や室内試験との対比が行われることとなろう。

## 7. 維持修繕と再生利用

### 7.1 維持修繕

道路ストックの増大と利用者の良好な道路に対する強い要望を背景として、道路の維持修繕を中心とする道路保全の役割は増え重要なものとなっている。一般国道でいえば45000kmのうち97%が舗装済であり、このうちアスファルト系舗装は93%となっている。また都道府県道でいえば、114,000kmの89%は舗装済となっている。さらに市町村道は全道路の85%95万kmであるが、このうちほぼ60%が舗装されている。但し半分は簡易舗装である。

一方このような舗装も過酷な車輻条件によって傷みが激しく、ひびわれ、わだち掘れ、縦断凹凸、コルゲーション、段差、ポリシング、ポットホール等がいたる所に見られる。このような舗装部分では、騒音や、振動、水はね、排水不良等の苦情が寄せられることが多く高度化に向って日夜現地の努力がなされている所である。具体的には前述の路面性状の測定を行ない、構造の評価を行なった後、維持修繕工法、例えばポットホール等の穴うめ工法、切削オーバーレイや打換え工法、あるいはリサイクリング等の工法を決定し、工事を行なっている訳である。

これらに当って、前述のように非接触の測定技術、評価法、さらに全体的なマネジメントシステムの構築が急がれている。

### 7.2 再生処理

維持修繕工事に伴い舗装廃材がかなりの量で発生する。この廃材はこれまで土地造成などに流用して処分されていたが、都市圏域の拡大と、公害等への配慮から処分地を探すのが困難となりつつある。所によっては数10km以上の距離を運搬しなければならない例も出てきている。しかも今後廃材そのものの発生量が増大することから、その処理方法は舗装技術における重要な課題である。

巷間、このような在来舗装の再生処理する技術を総称してリサイクリングといつており、省エネルギー、省資源という側面から強調されることが多い。しかし、どちらかというと処分地の不足がまず第1の制約であるようにも思える。これに関して新聞報道にもあるような残土処理センターの開発と活用が望まれるところである。

リサイクリングには塊状の廃材をプラントにおいて一定の粒径以内に破碎し、加熱混合する方法と、路上において路盤を含めて細かく破碎した後にセメントやアスファルト乳剤等を添加混合する方法、さらに表基層のみを加熱切削して補足材として新規混合物を加えて混合し、現位置に敷均し、転圧するサーフェイスリサイクリング工法、に大別できる。

プラントにおいて一定の粒径以内に破碎する方法には直接加熱する方法、スチームを用いる方法、温水を使用する方法等の熱を利用するもの、およびクラッシャーを用いて物理的に破碎する方法に区分できる。

また路上のリサイクリングでは熱を利用して破碎する方法とリッピング作用による物理的な破碎のみによるものに区分できる。また加える材料もセメントや乳剤以外のものも研究されている。

一方、サーフェイスリサイクリングは施工速度が早く、幹線道路では幅広く利用されている技術となっている。

このように、リサイクリングには種々な方式が考えられ、機械そのもののバリエーションをも含めると数十種類の組合せが多能となる。

現在、このような3つの方法による再生材料の品質性状、等値換算係数、施工方法、舗設後の供用性などについて技術指針が整備されている。今後は3つの方法の違い、あるいは共通点を分析し、広い意味で一つの指針にまとめることが要求されるようになるかも知れない。

## 8. あとがき

技術開発の現状について新聞報道や日本道路会議論文集を参考にまとめて見た。社会情勢の変動とともにさうソフト化と多様化の波は舗装技術の分野にも与んでおり、種々の技術開発が行なわれている現状である。今までともすると受身の姿勢が強かった舗装技術であるが、今後は攻勢に転じ、発信者の立場に立つ必要にせまられているものと考えられる。なお、文中の問題点や今後の方向に関する事項は私個人の独断と偏見に満ちたものであり、舗装技術全体を網羅するものでないことは勿論である。何らかの参考になれば幸いであり、感謝とともに筆をおく。

## 海外における技術開発の動向

陶山武彦\*

### まえがき

この報文は、現在手元に集まっている海外の各国の報告書などを基に現在の海外における技術開発の動向について纏めたものであります。報告書などの資料が先進各国のすべてを網羅していないので、十分な報告ができない点について折角の機会を与えて頂いたのに申し訳ないと考えております。この点についてはご容赦下さい。なお、アメリカのSHRPについては、建設省土木研究所が日本の代表になっておられるのでその詳細は別途とし、関連する研究開発についてNCPの報告などに基づいております。

全般の傾向としては、舗装設計、舗装材料（表層、路盤材の検討、改質および今まで使用されていなかった材料を含む）、施工、維持補修、舗装マネジメントシステムなどの他に、排水、安全（施工中の安全を含む）、環境問題（騒音、大気汚染など）を含んだ広い範囲の開発に取り組んでいることが特徴であると考えられます。

また、開発途上国の技術援助を行うために、自国の問題解決のみならず、どの様に途上国に対する援助が出来るかについて検討している姿勢が見られます。

報告は一応国別に纏めましたが、他国との共同作業もあるので、一部重複する点があります。

### 1. デンマーク

デンマーク道路研究所(The Danish Road Institute)は、1982年に設立された国立道路研究所(The National Road Laboratory)と1964年に設立された道路データ研究所(The Road Data Laboratory)が1988年に合併されて出来たもので、主として

舗装の維持、橋梁の維持

材料

安全と環境

交通管理

### 情報システム

についての研究開発を行っている。現在の主な研究テーマは次の様である。

#### 1.1 SHRPとの関わりあい

デンマークを含む北欧諸国は、SHRPの中特にLTPP(Long Term Pavement Performance)-実施計画1986-2006年-のなかのGeneral Pavement Study(GPS)の測定に関与し、将来この結果を北欧諸国に適用する目的で毎年交代で代表者をSHRPに送り込んでいる。GSPの目的は現存の道路ネットワークの中から選ばれた舗装モデルを用いて舗装供用性の予測モデルを作ることにある。現在16の舗装区間が北欧の中に設定され、測定を続けている。将来、測定データはアメリカのSHRPに役立つとともに、北欧諸国の実情に合致したモデルの解析に役立つと期待されている。

#### 1.2 道路支持力に対する水の影響

過去の観察結果から、道路排水が舗装に与える影響が大きいので、1982年から道路支持力に対する水の影響に関して研究開発を行っている。道路の支持力に対する測定はFWDによって行ってきたが、現場の測定結果では道路支持力と水の飽和に関する関係は必ずしも明らかではないので、現在は室内でのシミュレーションも平行して行っている。これによって、舗装の支持力に対する水の影響を明らかにしたいと考えている。

#### 1.3 舗装マネジメントシステム

道路予算の減少にともない、より効果的な予算の配分とより効率的な維持補修を目的として、舗装マネジメントシステムの開発に取り組んできた。

システムは2つに大別され、BELMANと呼ばれる総合システムは単純化されたVEJMANと呼ばれる各測定に使用されるものを統合したもので、既に15年程度研究・改良を続けている。

#### 1.4 小さな町の安全と環境問題

各地に点在する300以上ある小さな町の交通安全につ

\*すやま たけひこ グリーン・コンサルタント(株)取締役業務第一部長

いて1981年以来検討を続け環境の改善、安全の確保に努めてきた。町の状況によって走行速度を定めたり、騒音を含めて環境の改善を勧告してきた。今後も継続して検討される予定である。

### 1.5 環境問題

騒音に対しては盛土、バリヤーによる対策を検討し、大気汚染については1988年から研究を開始した。

### 1.6 交通量調査法

1988年より新しいコンピュータシステム MASTRA を使用し始め現在改良中である。

### 1.7 情報システム

1987年より開始し、事故データの収集と報告時間の短縮を計り、道路利用者への情報を与えるための情報センターの設置を行った。この情報は北欧諸国およびヨーロッパ大陸との接続を計画している。

## 2. スイス

スイスの道路に関する研究開発の特徴は、単に国の機関のみならず、大学、コンサルタント、施工業者その他の関係機関が共同で行っていることであろう。

現在行われている研究開発の主な項目は次のとおりである。

企画、入札、施工などの手法の経済的効率化  
計画の効率化

材料の研究

土質（岩を含む）の分類

施工法

維持

交通管理

安全および事故対策

この中で、連邦工科大学 (Federal Polytechnic) の主要研究課題は次の二つである。

### 2.1 実物大試験による道路材料の挙動の研究

直径32mのテストトラックで軸重10~12トンの車輪を時速80km/hで走行させる装置で1978年以来材料の疲労試験を行っている。第3回のシリーズでは表層アスファルト材と共に粒状路盤材（碎石および砂利）の比較試験を行っており、現在の結論は次の様である。

- (1) 300mmの碎石層は400mmの砂利層に匹敵する
- (2) 2層のアスファルト層は1層のほぼ4倍の共用性を持つ
- (3) 表面処理は有効である

### 2.2 ポリマー改質アスファルト

スイスではポリマー改質アスファルトの利用は次第

に一般化しているが、その性状の確認のために48,000m<sup>2</sup>に及ぶ試験施行を1988年8月から9月にかけて実施した。14の試験施工区間にはアスファルトを除き全て同一の材料と、同一の配合が用いられ、設計アスファルト量5.3%，空隙率4.7%の混合物は120トンプラントで混合され、敷均し、締固めも同一の機械組合せが用いられた。敷き均し幅は10m(3.5m×2車線+路肩2.5)で施工速度は毎分1mであった。

施工後のコアサンプルからアスファルト量は5.35±0.18%，空隙率は3.3~6%，安定度は10.3~16.0kN、フローは33~42(1/10mm)であった。コアサンプルはその他圧縮試験、静的動的クリープ試験、拘束収縮、疲労および剪断試験に供された。施工直後の測定の他に、4年後、8年後の測定が予定されている。

保有自動車台数の伸びが大きい昨今、将来にむけての研究開発の項目としては、

道路システムのマネジメントと維持

材料のリサイクリング

エネルギー節約

既存道路網の利用

環境のより良い保護

などが上げられており、各機関のより高度な協力が必要とされよう。

## 3. アメリカ

現在アメリカにおける研究開発の一番大きな話題はSHRPである。1987年に正式の発足して以来日本を含めた各国の協力を得て、研究は着実に進んでいる。ここでは FHWA の NCP (Nationally Coordinated Program) の1988年進捗状況報告に示される内容によって一部 SHRP とも関連する研究開発について紹介する。

FHWA の報告の中で特にアスファルト舗装に関連深いものは以下の様である。

### C.2 アスファルト舗装の評価

E.1 アスファルトおよびアスファルト混合物

E.5 国道の維持

E.8 施工管理とマネジメント

### 3.1 アスファルト舗装の評価

アスファルト舗装の評価の計画分野は新設および補修のための経済的 (cost effective) な設計手法、供用性予測モデルの開発を行うことにある。

アスファルト舗装はアメリカにおける主要な舗装であり、コンクリート舗装のオーバーレイにも用いられ、

そのために多くの開発がなされてきたが、車両数の増加、軸重の増加、タイヤ空気圧の増加、アスファルトバイインダーの性状の変化などによってまだ解明すべき点が多く残っている。

1960年代の AASHO 道路試験は非常に有用ではあったが、現在の交通状態に合致しない点もある。SHRP にこの点で大いに期待し、協力をして行く。

SHRP のアスファルト舗装での項目は次の 3 点である。

#### アスファルトの性状 (Asphalt properties)

#### 長期供用性 (Long Term Pavement Performance)

#### 維持の経済性 (Maintenance Cost Effectiveness)

これに対し、この計画分野では次の点を実施する。

##### C.2.a アスファルト舗装の供用性(SHRP と関連)

##### C.2.b 設計と排水

##### C.2.c 補修方法

##### 3.1.1 アスファルト舗装の供用性(SHRP と関連)

目的は各種の舗装寿命の推定手法、残存寿命推定手法の開発で、これによって最適維持補修政策の決定を行う事が出来、また供用モデルを作る事で破損の予測が可能となる。

SHRP 関連の項目の他、別途 FHWA、NCHRP および HPR の研究による国道、試験施工や道路マネジメントシステムによるデータを集収・解析する。

##### 3.1.2 設計と排水

ここでは、排水の基本設計法、経済的な排水設計法、将来の予測が可能な設計法を目的としている。得られた SHRP、FHWA および HPR のデータをコンピュータに入力する事によって効率の高い設計手法を得ようとしている。これによって、舗装の寿命を延長し、破損の予測が出来る事を狙っている。すなわち、各排水法の機能を数量化することで、たとえば AASHO 道路試験で 4 月に最もわだち掘れが大きかった理由を解明するなど、舗装寿命延命に役立つ事を期待している。

##### 3.1.3 補修方法

目的はアスファルト、コンクリート舗装の経済的なオーバーレイ設計法の確立であり、トータルライフサイクルコスト分析による、最適補修法の選択の武器とする事である。したがって、防水層、補強層、加熱、常温リサイクリングなどは含まれるが、「 $3/4"$ 以下のオーバーレイや表面処理は含まれない。

##### 3.2 アスファルトおよびアスファルト混合物

##### 3.2.1 アスファルトの性状

アスファルトの性状で最も注目されるのは化学的性

質と、物理的性質と共にそれがどの様にアスファルト舗装の供用性に影響するかである。

アスファルトの性状は過去100年以上も舗装に使用されているながら、化学的性状については未知の部分が多い。特に1970年代に製造法や原油の変化が起ったと共に交通量が予測出来ない程増大した事によって、問題が提起された。

SHRP はこの問題を特に重要と考えており、供用性と化学的、物理的性状の関係がつかめれば、仕様を変更する事で、実情と対応出来ると考えている。

##### 3.2.2 試験および測定結果に基づいた供用性

ここでは、舗装の供用性との相関が得られる様な試験法を見出す事、特にアスファルトの化学的、物理的性状とアスファルト／骨材の混合物の物理性状の関係を求める事を目的としている。

##### 3.2.3 舗装供用性の研究

SHRP は配合設計に用いる供用性に基づいた仕様の開発を目指している。またアスファルト／アスファルト／骨材の関係に用いる事の出来るモデルの開発と評価には 3.2.1 アスファルトの性状の研究結果を適用する。

##### 3.2.4 SHRP との共同研究

上記の研究結果を SHRP と共同で用い、統計的にも正しい実験的設計および解析法を見出す。骨材、アスファルト、改質材の適切なラブラーを作る。最後に、ライフサイクルコスト／信頼性解析により経済的な相関関係を得る。

##### 3.2.5 人工アスファルトの評価

アメリカ北部において第 2 次の人工アスファルト (Sulphex binder) を試験施工する。この人工アスファルトは硫黄 70%、有機「プラスティサイザー」30%からなるものである。アスファルトの改質には、この他石灰やゴム粒を添加することが行われているが、この Sulphex は第 1 次のものよりも低温でのクラックの発生が少ないことが室内試験で立証されているとの事である。従って試験施工は北部アメリカで行われる。

##### 3.3 国道の維持

現状では 4 百万マイル以上の国道と地方道とでは道路予算の 1/3 を維持に使用している。すなわち 1985 年には国道で 18 億ドルの維持費が使用されたにもかかわらず過去 15 年間に毎年 8.75% 近くが破損の増加を続けている。この計画では問題解決のため次の様な研究開発を行っている。

##### 3.3.1 維持効果の評価のための測定

維持効果がどの様であるかを評価するため、

- (1) 現在使用している測定器の検討
- (2) 新しい測定器の開発

を行って、舗装の各種の条件を測定して維持効果を確認する。

### 3.3.2 舗装維持効果

上記測定結果によって各種の舗装の維持手法の効果について検討を加え、どの様な条件であればどの様なであるかを区別けする。これには相当な時間がかかるが、収集されたデータベースによって効果的な手法が選定できよう。またこの結果は他の研究項目である LTPP を補助することになる。

アスファルト舗装の場合、チップシール、薄層オーバーレイ(3/4"以下)、スラリーシール及びクラックシールが如何に舗装の予防的維持に役立つかを検討する。

検討のためには、

- (1) 詳細な実験計画の立案
- (2) 舗装維持効果の研究
- (3) 維持処理の効果
- (4) 維持処理の効果の評価法の研修

を計画している。

### 3.3.3 局部的な表層の補修及びクラックシールのための材料と機械器具の改良

舗装の維持補修を行うのに具合の悪いことは、ポップホールが維持補修のやりににくい悪天候の時に発生し或いは軸重の大きな交通量が多い場所に発生することである。このため、どんな天候下でも維持補修をすることのできる生産性の高い材料と、それを施工するための機械器具の開発が必要である。計画としては、

- (1) 使用可能な材料
- (2) 使用可能な機械器具
- (3) 短期の室内および現場試験
- (4) 機械のプロトタイプの開発
- (5) 長期現場試験

が実施されることになっている。

材料としては、維持費の中に占める材料費は平均20%程度であるから、今まで高くて使用できないとされていたものも、試用して見る価値がある。また機械器具についても既存のものを改良し、車道外からの施工や、大きな生産性を得る様に努める。

### 3.3.4 維持技術の改良

舗装面だけでなく道路用地内の全ての構造物を含んだ維持の技術を改良する。橋梁、カルバートをはじめ、植栽、芝刈そして道路のエコロジーを含んだ広範囲の

維持技術の改良である。

### 3.3.5 作業員と自動車の安全システムの改良

交通に開放しながら行う維持工事における作業員と歩行する自動車の安全確保のためのシステムの改良計画である。このために、

- (1) 現状の標識類及びその設置法の検討
- (2) 新しい交通規制ガイドラインの作成
- (3) 新しい交通規制法の開発
- (4) 新しい仕様の作成

が計画されている。

### 3.3.6 維持マネジメント

今まで以上に多くの人員、車輌が維持のために使用されなければならない現状では、正しいマネジメントが必要である。このためには使用する人員、材料、予算などの把握を充分行うことが基本となる。この検討のために、

- (1) 維持マネジメントシステム
- (2) 機械器具マネジメントシステム
- (3) 作業員の教育訓練

が計画されている。

### 3.3.7 情報システムの検討

舗装の維持には広範囲の人々が関与しているので、維持技術の移転などについて効果的な情報システムの確立を目指すものである。このために、

- (1) 現状の情報とその伝達方法の評価
  - (2) プロジェクト間の協力
- の2項目を計画している。

### 3.4 施工管理とマネジメント

現状から判断すると、発注者は品質管理の結果を施工業者にフィードバックすべきであるし、施工前に使用材料をよく検査すべきである。また、品質管理がいかに舗装や構造物の寿命に関連しているかを知る必要がある。(これは、米国では発注者が品質管理を行うためである。)

このために、次の項目が計画され実施されている。

#### 3.4.1 器具と測定法の開発

品質管理のために更に迅速正確な測定を行う測定器具の開発を目指すもので、このために、

- (1) 路盤、路床材の現場における透水性の測定
- (2) コンクリート舗装のコンクリート硬化度の測定(スリップフォームペーパの後のコンクリートの硬化を連続的に測定するため)
- (3) 締固め中のアスファルト層の密度と温度の測定

- (4) フレッシュなコンクリートのセメント及び水量の測定
- (5) 舗設中のコンクリートの平坦性の測定
- (6) その他

が計画されている。

#### 3.4.2 供用性に関連した仕様の開発

舗装の供用性に関連づけた品質管理用仕様の開発を目指し、このために

- (1) アスファルトコンクリート用仕様の作成
- (2) コンクリート用仕様の作成
- (3) その他の舗装材の仕様の作成

が計画されている。

#### 3.4.3 施工マネジメントサポートの開発

発注者の施工マネジメントをサポートする各種のデータや情報の開発を目指すものである。このために、

- (1) 骨材粒度試験の経済性分析
- (2) 施工マネジメントの代替案
- (3) 品質保証のための改良された統計手法
- (4) サンプリング及び試験計画のコストエフェクティブネス

の検討が計画されている。

### 4. 西ドイツ

西ドイツにおける道路関連の研究開発は、1951年に設立された連邦道路研究所(Federal Highway Research Institute)が連邦運輸省の中心となって他の研究機関と共に進めている。設備として実物大舗装促進試験装置、構造物圧縮および引張り試験装置、照明試験装置、衝突実験装置などがある。研究結果によって、各種の基準などが決定される。

最近の研究開発の必要な課題としては次の様なものがある。

#### 4.1 環境問題

環境保護：1985年に制定されたE Cの環境保護基準に添って、官民のプロジェクトは検討される必要がある。

修景問題に対しては1930年代の最初のアウトバーン建設時から取り組んで来た。新設時には道路線形の決定時において十分検討される必要がある。

騒音問題：既に遮音壁および盛土は夫々700kmおよび400kmが設置されており、都市内では約250,000m<sup>3</sup>の二重窓の設置を行っている。舗装については低騒音舗装として、空隙

の大きいアスファルト舗装を15の試験区間で試験施工し、耐久性、冬期の維持法などを観測中である。現状での騒音の低下は2-4 db (A) 程度である。

#### 4.2 道路の維持

合理的な舗装マネジメントシステムが維持の為に開発中であり、優先度の決定に従い維持工事が実施される。舗装維持の為に必要な項目は乗り心地、安全および舗装機能の維持などである。橋梁については殆どが30年以上経ったもので今後の維持費の増大を如何に防ぐかが問題である。

#### 4.3 自動車専用道路の近代化に伴う問題

建設以来30年以上経ったものが多く、その近代化(車線数増加)が必要である。この為交通に開放しながら安全に車線数を増加する工事を行う為の手法を検討する必要がある。現状では車線幅を狭め、3+2, 5+2, 5+3 mとして施工している。

#### 4.4 リサイクリング

エネルギー節約、資源保護の目的から、リサイクリングを更に研究する必要がある。スラグの利用、鉱物発掘による残材の利用の他フライアッシュの利用化を進めている。アスファルト廃材は年間1千万トンが利用可能であり、その表層、基層への適用が試験中である。廃材の分別収集の為には機械の開発も必要である。

#### 4.5 道路の安全

道路の安全は積極的、消極的の両面からの配慮が必要で、道路線形の選定、盛土、側溝、法面勾配、植栽などやガードレールの設置など検討項目が多い。

交通事故件数は減少の方向にあるが、事故の解析は救助活動も含め多くの分野の協力が必要である。

道路情報に関する検討が必要であり、1986年にシステムは一応完成しているがさらにコンピュータシステムの設置や情報板の設置などが必要で、多くの検討の余地がある。

#### あとがき

以上、北欧の代表として、デンマーク、ヨーロッパ大陸からスイス、SHRPに関連してアメリカの主としてFHWAの、そして最初に自動車専用道路をつくった西ドイツについて、現在行なわれている技術開発の動向について御紹介した。

各国共、現在の問題を解決するために非常に広い範囲にわたって多くの研究開発を続けており、またそのために多くの時間をかけて、地道に進めている様に思

われる。NCP の活動はその中でも特に広範囲にわたり  
壮大な計画の下に研究を進めている。

この様な研究開発はとても一国で完成できるもので  
はなく、SHRP の様に積極的に他国の協力を求めてい  
るものもあるが、他の研究開発についても他国のそれ  
と情報交換をもっと行うことによって、更に効果的に

成果が得られることになると考えられる。

この様な意味からも、日本の道路技術者が更に積極  
的に各国の技術者と情報を交換して行く様な姿勢を持  
つことが、世界の道路のために必要であろうと思われ  
る。

#### — 参考文献 —

- 1) Annual Report 1988, The Danish Road Institute
- 2) PIARC Roads No269 III 1989  
Roads of Switzerland
- 3) PIARC Roads No266 III 1988  
Roads of the Federal Republic of Germany,  
Developing countries and PIARC
- 4) LCPD December 1986
- 5) Annual Progress Report Executive Summary  
Fiscal Year 1988 FHWA
- 6) NCP of Highway RD & T Highway Maintenance Oct 1'89
- 7) NCP of Highway RD & T Construction Control and Management Oct 1'87
- 8) NCP of Highway RD & T Asphalt and Aaphalt Mixture Oct 1'87
- 9) NCP of Highway RD & T Evaluation of Flexible Pavements Oct 1'87

## 日本のアスファルト事情 1989年版

B5・48ページ・実費頒価￥700（送料実費）

当面するアスファルト事情を  
わかりやすく解説した資料です。  
広くご利用いただけるよう編  
纂致しました。

ハガキにてお申込み下さい。

申込先 社団法人 日本アスファルト協会

105 東京都港区虎ノ門2丁目6番7号  
和孝第10ビル

目 次

★需 要	★課 題	
用 途	★参考資料	臨時石油アスファルト需給等対策会議
需要の推移	品質規格	道路予算
★供 給	試 験 法	世界の原油確認埋蔵量
生 産	品質管理	原油輸入量の推移
流 通	アスファルト舗装の特長	原油価格
施 策		石油需給計画

## 感性を求める舗装のゆくへ

松田 宏\*

### 1. 舗装に対するニーズが変わる

4~5年前には『どこへ行っても道路が舗装されていますね。』とか『舗装する道が少なくなって来て仕事に困りませんか。』等いらぬ心配までしてくれる人が結構いましたが、最近では『街中の舗装がきれいになりましたね。』とか『歩くのが楽しくなるような歩道が増えましたね。』といわれるようになりました。

そんな時、きれいだと楽しく歩けると感じた場所や具体的な感想を聞き返すようにしています。

すると『色がカラフルで明るく感じる』『美しい模様になっていて変化がある』『自然石が敷いてあって豪華に感じた』『木や石があつて公園みたい』等、多種多様な感想を話してくれます。

多くの人が歩道を歩くだけでなく何か別の価値を感じたり、求めていることがわかります。

特に舗装に機能性だけでなく明るさとか、美しさを求めたり、ゆっくり散歩出来るのが良い、子供を連れて楽しく歩きたい、恋人と歩きたい、場所によっては遊び心がほしい、アート性もほしい等、多様なニーズが増えて来ることでしょう。

舗装のニーズが機能性や経済性からデザインやアメニティを求めるようになると人工的なデザインだけでは満足しなくなっています。

場所によっては自然そのものが創り出すデザインの方が好みたり、美しい場合もあります。

なんの変哲もないアスファルト舗装でも夏の強い日射しで葉影が描く濃淡のデザインにびっくりしたり、秋の色づいた落葉が描くカラフルな絵模様に息を飲むような美しさを感じる場合があります。(写真-1)舗装の上に舞い落ちる葉を汚い物、邪魔な物と感じるか、美しい自然の贈り物と感じるかはその人の感性の違いによって異なるのです。

千利休は茶会に客人を迎える前の晩になると庭を掃き清めます、翌朝は落ち葉を掃かず、そのままにして

おきます。

一方、古田織部は同じように庭を掃きますが、松の枯葉だけは残しておきます。

千利休は自然を大切に考え、古田織部は自然に少し手を加え、自然を造形することを大切にしました。同じ茶人でも自然を演出する考え方は違っておりそこに個性が發揮されています。

舗装が美しくなってきたり、ゆとりのある歩道が増えてきたことは好ましいことですが、どこもかしこも同じようになってしまっては舗装の個性が無くなってしまいます。

舗装する場所や使用目的によって求められるニーズが多様化してくると舗装の方も多様化せざるを得なくなっています。

そこに舗装の個性化が出てきます。材料や工法に限りがあるとすれば個性化を発揮するにはデザインやアイディアが重要なキーポイントになるでしょう。

ゆとりの心があればユーモアや遊び心の仕掛けを含んだ舗装が多くなってきます。

こうした舗装に対するニーズが変化しつつあるのに舗装の仕事に携わっている関係者が感性を求める舗装づくりに対して何か邪道で本道ではないと感じている



写真-1 落葉で彩られた久屋大通り公園

\*まつだ ひろし 日本道路㈱ 営業企画部部長

としたら、やがて時代の変化に取り残されることになるでしょう。

## 2. アメニティを考えてみる

“アメニティ”という言葉をよく耳にしますが出来れば外来語を使わずに日本語を使いたいのですが、どうも一言で表す日本語が見つからないのです。

アメニティは普通、『快適さ』とか『快適な環境』と訳されています。

アメニティはヨーロッパで生まれた考で、環境の質を改善しようとする運動と密接なかかわり合いを持ってきました。

アメニティを考える手がかりとして、アメニティという言葉を生み出し、今なお日常用語として生活の中に広く使っている国、イギリスに目を向けてみると、イギリスには自分たちの生活環境をよりよいものにしてゆこうという各地の地域住民の集りがあります。

ローカル・アメニティ・ソサエティと呼ばれる組織です。

これらの団体は自分たちの町のアメニティにかかわることは全て自分たちに無縁ではないという姿勢で幅広い活躍を続けています。

ですから、こうした組織の活動内容の広がりを見ていくことによってアメニティとは何であるか、ある程度理解出来るのではないかと考えています。

このようにヨーロッパ社会では、環境をアメニティの思想でとらえ、一体のものとして総合的にとらえてきたので、わが国よりも早い時期から、広範囲にわたって環境破壊に厳しく対決してきました。

公害対策はもちろんのこと、広告物の規制、樹木の保存、海岸線の保存、文化財・歴史的環境の保存と再生、など、各方面に目配りをして、適確な対策が時機を逃さずとられてきました。

デイヴィッド・L・スミスというイギリスのプランナーが書いた『アメニティと都市計画』によりますと“アメニティには快適さ、喜ばしさと同義語でラテン語のアモエニタス (Amoenitas) <快適な>から派生し、さらにアマーレ (Amare) <愛する>という語源にまでさかのぼることが出来る。』とあります。

つまり、アメニティは愛すること、というわけです。そしてアメニティという言葉は“公衆衛生”“快適さ”“保存”的複合概念を表していて、イギリス初期の都市計画の難題に挑む旗印になったとあります。

このようにアメニティが都市計画の基本概念になっ

ていったことがわかります。

アメニティ思想の存在の有無が、一国の環境の現状を決定づけたと思います。

イギリスの代表的な都市計画家であるウイリアム・ホールド郷はアメニティについては、あえて定義すればとして次のように述べています。

『アメニティとは単に一つの特質をいうのではなく、複数の総合的な価値のカタログである。それは芸術家が目にし、建築家がデザインする美、歴史が生出した快い親しみのある風景をふくみ、ある状況のもとでは効用、すなわち、しかるべきもの（例えば住居、あたたかさ、光、きれいな空気、家の中のサービスなど）が、しかるべき場所にあること、すなわち全体として快適な環境をいう。』

このようにアメニティをはっきり定義づけすることは難しいことだと思いますが、『しかるべきものが、しかるべきところにある』という表現が、感覚的には最もぴったりしています。

確かに『快適な環境』というのは、しかるべきものがしかるべきところに配置されていなければ成立しないからです。

結局、アメニティとは、豊かな社会において生活の質を向上させるために、環境の配置を改善しようとする考えです。

これは確かに重要なことで、特に日本人のように公共的アメニティのセンスが少ない国民は、もっとこの考えを重視してほしいものです。

わが国でアメニティの思想が注目されるようになった背景は、1970年代の後半から人々の環境をとらえる目が拡大したと言われています。

すなわち、公害から自然破壊へ、さらに歴史的環境の破壊へと人々の環境破壊への関心が時代とともに拡大してきたのです。

しかし、アメニティ思想はかなり早い時期からわが国に入ってきたと思います。

関東大震災の復興事業も相当アメニティを意識しています。特に橋や道路などの分野で、環境にマッチしたものが多くあります。

事実、大正時代にアメニティを紹介した都市計画の文献があり、当時の計画担当者はアメニティを考えていたと思います。

その後、アメニティという言葉はいつの間にかしづんでしまいました。

イギリスでは1967年に“ジビック・アメニティズ法”

というアメニティを冠した法律が制定されましたが、日本ではアメニティを冠した法律はありません。しかし、1984年度から環境庁が実施した“快適環境整備事業”はアメニティ・タウン計画と呼ばれて注目されています。

指定された数十の自治体では活発な住民運動とあいまって全国的にかなりアメニティを浸透させたと思います。

昭和51年のことだと思いますが、国際的機関である経済協力開発機構（OECD）の環境委員会が『日本は公害については、ある程度克服したように思うが、文化的環境、自然環境における静けさ、美しさのようなアメニティを高める努力は不十分である』というように指摘しています。

こうした背景を考えると今の日本は豊かになってきましたので、物事を余裕をもって考えることが出来る状態になってきたので、アメニティの考えは広く求められるようになると思います。

### 3. アメニティを感じる場所

アメニティという言葉から何を思い浮かべますかと聞けば多くの人は、水・緑・美しい町並みを挙げます。なかでも“緑”を挙げる人が多く、町づくりイコール“緑豊かな町”といった感じがします。

あなたはどんな町にすみたいですか、という間にたいては『空気のよいところ』『青空の見えるところ』『緑の多くところ』がベストスリーです。

ところがご主人が地方に転勤になって行くとき、奥さんはついていかず、ご主人は単身赴任になってしまいます。

これが現実なのです。空が青く、緑の多いというのは理想であって、現実にはいろいろな事情があって住むことが出来ないのです。

現実と理想がうまく噛合ったところに真のアメニティのある町があるのでしょう。

新宿副都心や筑波学園地域が好きで住みたいと思う人もいれば、あの高層ビル群がのしかかってくるような気がしてどうしても好きになれないという人もいます。

観光者が外国の町を訪れて、まず目につくのは町並みとか建物、公園、などのすばらしさですが、ところが、そこに住むとなると別のことになります、例えば子供の学校問題、近所づきあい、日常生活のもうろろの習慣など、無形のものが負担に感じて

きます。

このように“観光者の目”的視点が強すぎると“居住者の目”的視点が欠けてしまいます。

いずれにしても、どの視点から、どのレベルでアメニティを考えるにせよ、適切な自然環境のよさが確保されていない限り、アメニティを高めることは出来ないと思います。

### 4. アメニティを感じる道路

アメニティを感じる道路を考える前に、アメニティを感じない道路を逆に考えてみました。

一般的な道路でいえば、歩車道が分離してつくられていないため、車にとっても人にとっても、通行に危険性を感じる道路、歩道があっても狭かったり、ガードレールで仕切られている道路、下水溝の蓋の上を歩かざるを得ないような道路、雨が降れば走る車から泥しぶきをかけられる道路、電柱などで通行の邪魔となっている道路、ゴミ袋が放置されている道路、不法駐車の車で歩きにくい道路、樹木などがなくて陽射しが強く当たる道路、などなど多くの例をあげることができます。

このように不快を感じる道路が結構日常生活の中にあるのですが、人々は我慢をしているというよりもむしろ諦めているのではないかと思います。

こうした不快要因を一つ一つ除去することで、少なくとも楽しさ、優しさ、美しさ、潤い、親しみを感じる道路が増えていくことになると思います。

舗装が行き届いている道路は、人や車にとって使いやすいことは当然ですが、昭和30年代までは、舗装のされていない泥んこ道は、あちこち見られたものでした。

40年代、公道の完全舗装化政策が国や地方団体によって大幅に進められ、今日のようになったのです。

最近では道路の樹木育成のため、灌水や舗装下の土壤保護を目的として、降雨時に雨水が舗装路面下に浸透できる透水性舗装が多くなっています。

また、歩道の敷石の中に銘版をはめ込んだり、マンホールの蓋をカラーデザイン化するところも多くなっています。

歩道そのものをデザイン化することは、外国では古くから行われています。

ただこうした試みが、人や車の通行等のために、たゞつくれば良い、使えれば良いというものではなく、人々に親しまれ、愛されるものにつくり、町や社会に貢献するものであってほしいものです。

そのためには、道路をより快適なものにつくる、つまり親しみや潤い、やすらぎを与える、人間味のある、アメニティに富んだ質の高い道路づくりが基本的に必要です。

今や、道路にアメニティを持たせるということは町づくりに欠くことの出来ない要素になっています。

## 5. 遊び心を感じる舗装

アメニティを感じる舗装の中で、私が最も興味をそそるのは遊び心を感じる舗装です。

私がこの一年間に見聞きした舗装の中から遊び心を感じた場所を紹介したいと思います。

ここで紹介するのは短い説明文とカラー写真ですがこの雑誌はモノクロ印刷ですので、その実感をお伝え出来ないのが残念です。

### 5.1 大理石のモザイク舗装

イタリヤのヴェネチアにあるサンマルコ寺院を訪れた時に見た大理石のモザイク舗装はすばらしく、まさに息を飲む美しさに圧倒されました。(写真-2~4)

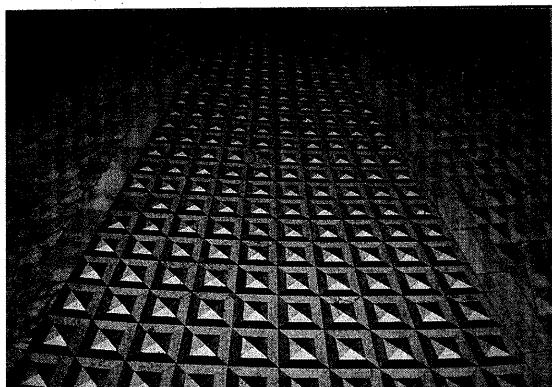


写真-2 サンマルコ寺院内の回廊（モザイク舗装）



写真-3 サンマルコ寺院内の回廊（モザイク舗装）

パリのリボリ通りも大理石のモザイク舗装が多く見られます。(写真-5)

また、ヴェネチアの市内でも、いたる所にお店を案内するサインが全てモザイク舗装でした。(写真-6) 大理石のモザイク舗装は遊び心を感じるよりも、その完成度から芸術性を感じるほどでした。

日本でも大理石のモザイク舗装がありますが、最近



写真-4 サンマルコ寺院内の回廊（モザイク舗装）



写真-5 パリ市内リボリ通り（モザイク舗装）



写真-6 ヴェネチア市内（モザイク舗装）

ではイタリヤから技術者と職人を招いて施工した仙台市郊外のニュータウン・パークシティ南吉成の大石モザイクが本格的でグレードが高く、芸術性があると思います。

### 5.2 デザインが楽しい舗装

博覧会が各地で開催されていますが、その会場を彩るペイント塗装の舗装には、楽しいデザインがいくつ見られました。

横浜博覧会のメインストリートに描かれたピカソの絵のようなデザインはとてもカラフルで美しいものでした。(写真-7)



写真-7 横浜博覧会メインストリート (ペイント塗装)

同じ横浜博覧会ですが、宇宙を大きなスケールで描いた広場は宇宙船に乗って、宇宙を旅行している気分になります。(写真-8)



写真-8 横浜博覧会広場 (ペイント塗装)

また、青空に雲が漂う絵が描かれている広場があり

ましたが、ここでは鳥になって青空を飛んでいるような錯覚を覚えるようでした。(写真-9)



写真-9 横浜博覧会広場 (ペイント塗装)

### 5.3 足跡がある舗装

ドイツのミュンヘン市内で、デパートに入ろうとした時、その出入口に人の足跡を形どった金属版が埋めこんでありました。(写真-10)



写真-10 ミュンヘン市内のデパート出入口 (足跡)

名古屋のデザイン博覧会では、いろいろな動物の足跡がついた広場がありました。

実際に動物がいなくとも、そこに動物の気配を感じさせる演出が、その広場をより広く感じさせていました。(写真-11)

箱根の彫刻の森美術館では、人の足跡が歩道の真中を一直線に描かれています。

ここで面白いのは、この歩道が行着くところがコンクリートの壁になっているのですが、その壁に歩道が続いているかのように、"だまし絵"が描かれているのです。(写真-12)

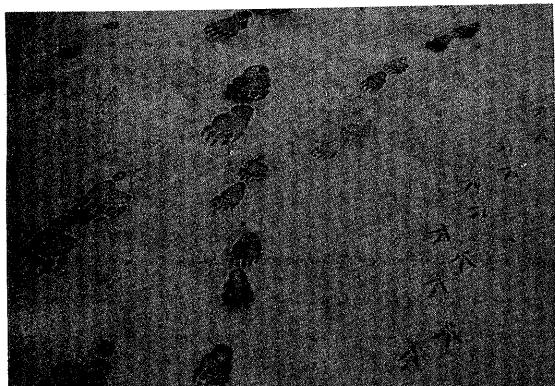


写真-11 名古屋デザイン博覧会広場（足跡）

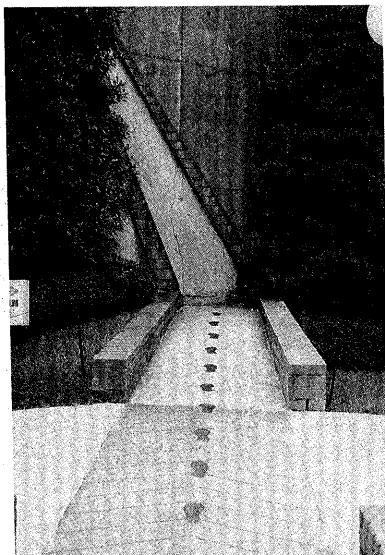


写真-12 箱根彫刻の森美術館歩道と壁画(だまし絵)

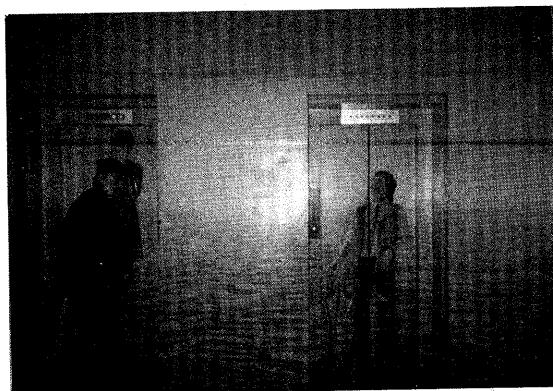


写真-14 フロム・デ・アルのエレベーター出入口（だまし絵）

#### 5.4 だまし絵のある風景

だまし絵のある舗装というのは、あまり見かけませんが、だまし絵のある壁面は多くあります。

やはり代表的なのは、あのパリのポンピドゥ・センター前の道路に面したビルでしょう。

ファビオ・リッチが描いた『美しい嘘の窓』と名づけられただけの雰囲気があたりに漂っています。(写真-13)

写真の右半分に写っている窓は、本物のように描いてある絵ですが、この窓の下を通る人々は、ほとんど絵だということに気がついていないようでした。



写真-13 パリ市内のビル壁面に描かれただまし絵

パリのフロム・デ・アルの建物ではエレベーターの出入口のドアに、いろいろな人物が描かれており、ちょっと、びっくりするような仕掛けでした。(写真-14)

パリ市内で建築中の現場に出会いましたが、その現場を覆うシートや塀にも、だまし絵が描かれています。リヨン市内でも見かけたので、恐らく各地でおこなわれているのではないかと思います。(写真-15)

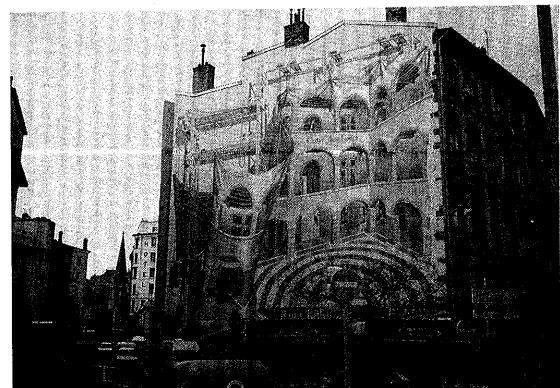


写真-15 リヨン市内のビル改修現場のシート（だまし絵）

## 5.5 意外性を感じる舗装

名古屋市内の久屋大通りを歩いていましたら、御影石で加工した方位がデザインされていました。

そこにはメキシコ、ロスアンジェルス、南京などの世界の都市名が書かれ、その方向が示されていたので、意外に思いました。(写真-16)

後になって、その理由を聞いたら、名古屋市との姉妹都市でした。

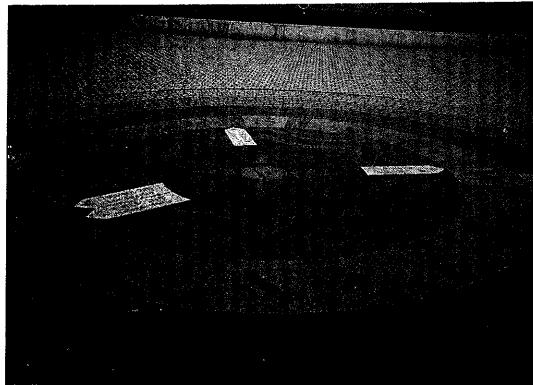


写真-16 名古屋市の久屋大通り（方位）

同じ久屋大通りでしたが、あのハリウッドの映画スターであるクラーク・ゲーブルのサインと足形・手形の銘版がうめ込まれていました。(写真-17)

意外性というか、不気味さを感じたのは、横浜博覧会の桜木町出入口に設置された異様なデコレーションでした。(写真-18)

このデコレーションはカナダのバンクーバーで開催された交通博覧会で紹介されていましたが、今回の作品は地上に逆さまになった風景でしたので、その意外性に、あっけにとられました。



写真-17 名古屋市の久屋大通り（銘版）

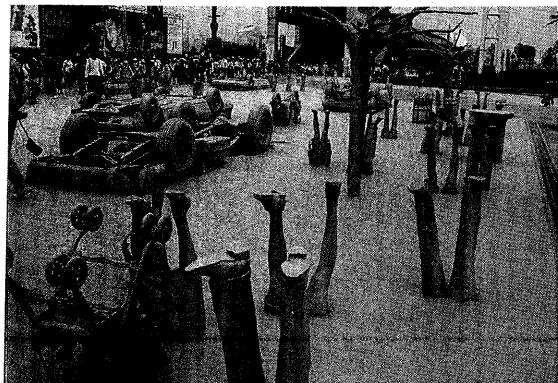


写真-18 横浜博覧会桜木町出入口（デコレーション）

### 正 誤 表

アスファルト誌161号「多孔質骨材」のP29の1行目「軽質油成分である飽和分を優先的に吸油する<sup>4)</sup>。」は、P28右側の9行目「成分は微細な空隙に吸油するため、アスファルト中の」の下に入ります。

## 「第6回・アスファルト舗装の構造設計に関する 国際会議(2/2)」

“The 6th International Conference on Structural Design of Asphalt Pavements”

今回は、本誌159号および161号の続きとして、標記国際会議に発表された論文のうち、セッションIII：Pavement Management and Rehabilitation（舗装のマネジメントと修繕）に関するものを、日本道路㈱の藤田さんにとりまとめて頂いた。今回でこの国際会議に関する報告は一応終了となる。もう2年半も前に開かれた国際会議ではあるが、論文の数も大変に多いし、舗装工学に関しては国際的に最も評価の高い会議の一つでもあるので、グループの中では実力の高い3の方々に時間をかけてじっくりと料理をして頂いた。前回に続き、今回も大変な力作である。

ところで、この国際会議は1962年にミシガン大学で第1回目が開かれたのであるが、会議の名称にも「構造設計に関する」という表現が用いられてきたように、舗装に関する当時の最大の関心事は設計方法に関するものであった。ところが、今回の報告にも見られるように、最近は設計のみならず施工や舗装の評価などに重点を置いた論文も多く見られるようになった。このため、本会議の運営母体が中心となって新たにイギリスに国際アスファルト舗装学会(International Society

for Asphalt Pavementsを組織するとともに、会議の名称も“International Conference on Asphalt Pavements : Design, Construction and Performance”と改めて、この学会の主催により次回（第7回）は1992年8月17日～21日にイギリス・ノッティンガムのロイヤルセンターで開かれることになった。会議の第1回案内と論文募集要項は、今春発表されることになっている。

さて、本研究グループも、舗装工学の学問的な体系化を目指した活動を開始して1年半が経ち、この間の活動を通じて非常に興味深い研究成果が蓄積されてきた。「アスファルト舗装工学を目指して」という副題を付して、いよいよ次回の163号より独自の研究成果を逐次報告させて頂ける運びとなった。次号では、その第1回として、

・ブレンドによるアスファルトの製造

・アスファルトの劣化

という2つのテーマについてまとめさせて頂く予定でいる。お楽しみに。

(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

\* \* 野村 健一郎 大成道路㈱技術研究所開発研究室  
榎戸 靖暢 日本道路公団建設第一部建設第一課  
大久保 高秀 首都高速道路公団工務部工務企画課  
田中 輝栄 東京都土木技術研究所舗装研究室  
中村 州章 日本道路公団技術部道路技術課  
野村 敏明 日灘化学工業㈱技術研究所  
八谷 好高 運輸省港湾技術研究所滑走路研究室  
南沢 輝雄 ㈱バスコ道路技術センター情報技術部

\* \* 田中 輝栄 東京都土木技術研究所舗装研究室  
小沼 貞雄 ㈱バスコ道路技術センター情報技術部  
金井 利浩 鹿島道路㈱技術研究所  
神谷 恵三 日本道路公団試験所舗装試験室  
龟田 昭一 新東京国際空港公団工務部舗装課  
鈴木 秀輔 大成道路㈱技術研究所開発研究室  
田中 耕作 鹿島道路㈱技術部  
峰岸 順一 東京都土木技術研究所舗装研究室  
村山 雅人 東亜道路工業㈱技術研究所

\* \* 吉村 啓之 前田道路㈱技術研究所  
伊藤 邦彦 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  
竹井 利公 熊谷道路㈱技術研究所  
横山 稔 昭和シェル石油㈱アスファルト室

\* \* 久下 晴巳 日本道路㈱技術研究所  
伊藤 達也 日灘化学工業㈱技術研究所  
笠原 彰彦 日本鋪道㈱技術研究所第二研究室  
高橋 義一 常盤工業㈱技術研究所  
谷口 豊明 大林道路㈱技術研究所施工研究室

\* \* 藤田 仁 日本道路㈱技術研究所  
泉 秀俊 日本鋪道㈱技術部技術第二課  
小林 孝行 昭和シェル石油㈱中央研究所  
富田 弘樹 日本鋪道㈱経営企画部企画課  
増山 幸衛 世紀東急工業㈱技術部技術開発課  
吉村 啓之 前田道路㈱技術研究所

## セッションIII：舗装維持修繕管理

藤田 仁\*

### 1. まえがき

道路整備が進み、舗装ストックが増大するに伴い、道路事業費に占める維持修繕費用の割合が大きくなる。わが国においても舗装率を伸ばすとともに、これまで蓄積してきた舗装の維持修繕を効率的に行なうことが重要な課題となってきている。諸外国においても事情は全く同じであるが、道路整備水準が高い分だけ維持修繕に対する取り組みは早く、HaasとHudsonの著書“Pavement Management Systems”に代表されるようにシステムとして確立する試みが多くの機関で行われている。

本セッションでは26編の論文が報告されており、その内容は非常に多岐にわたっているため一概にまとめることは難しいが敢えて分類すると、

- ①舗装管理システムに関連するもの……………12編
  - ②オーバーレイ設計法に関連するもの……………14編
- と分類することができる。さらに①は、  
 ①-1. 舗装管理システムの内容および経済性を述べているもの……………8編  
 ①-2. 舗装管理システムの実行に関するもの…6編（うち2編は両方の内容を含んでいる）。

に分けられ、②は、

- ②-1. オーバーレイ設計法を述べているもの…7編
  - ②-2. オーバーレイ設計に関わる問題について述べているもの……………7編
- と分類できる。

本文は、この26論文を取りまとめたものであり、以下に上記の分類に従って述べることとする。

### 2. 舗装管理システム

ここで対象とするシステムは厳格にいえば舗装管理システムのサブシステムである舗装維持管理システムである。舗装維持管理システムの基本的な流れを図1に示す。管理システムの目的は、「限られた予算を最

も効率的に使用して舗装の維持修繕を行い、舗装利用者のために安全、快適、かつ経済的な舗装を提供することである。<sup>27)</sup>

今回、この舗装管理システムについて述べている12編の論文も、概ね図1に示す流れの全体あるいはその一部について報告しているものである。

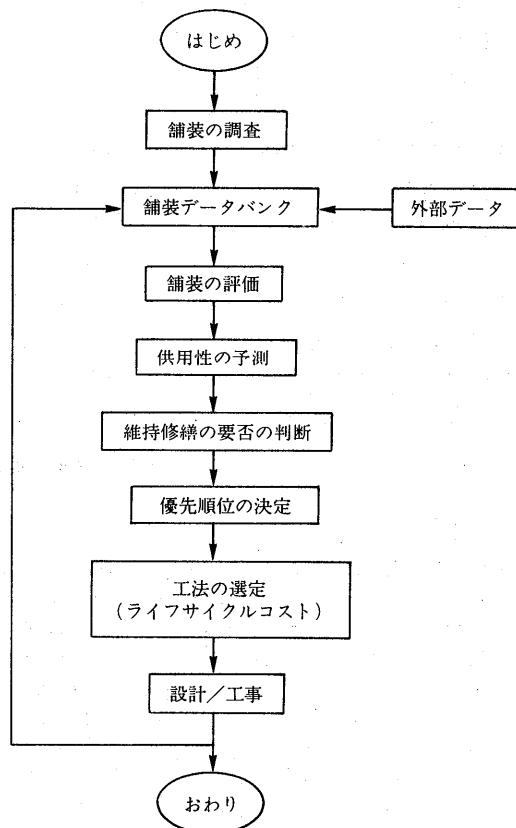


図1 舗装維持管理システムの基本的な流れ<sup>27)</sup>

- #### 2.1 舗装管理システムの内容および経済性について
- 8論文がこれに該当し、うち5編がアメリカから、他3編はヨーロッパ（デンマーク、フランス、オラン

\*ふじた ひとし 日本道路㈱第二研究室研究員

ダ) から報告されている。その内容をさらに分類すると表-1に示すように3つに分けられる。

- ①システムの内容を中心に述べたもの……………2編
- ②舗装の状態やその評価を中心に述べたもの……3編
- ③ライフサイクルコスト解析を中心に述べたもの3編  
以下にこの3分類の内容を簡単に取りまとめて述べる。

表-1 舗装管理システムの内容、経済性に関する論文

内 容	番 号	著 者	国名・機関など
舗装管理システムの内容を中心としたもの	1	Fwa/Sinha	アメリカ・インディアナ
	11	Hudsonら	アメリカ・ペンシルバニア
舗装の状態やその評価を中心に述べたもの	6	Ullidts ら	デンマーク
	12	Chabrol ら	フランス
	26	Koning/Molenaar	オランダ
ライフサイクルコスト解析を中心としたもの	5	Uddin ら	アメリカ・ペンシルバニア
	18	Rada/Witczak	アメリカ・メリーランド
	25	Sherwood ら	アメリカ・FHWA

### (1) 舗装管理システムの内容について

Fwa ら<sup>11)</sup>は、その論文中、日常的な舗装のメンテナンス効果を定量的に表現し、メンテナンスの効果度を検討しようとしている。供用性の把握は PSI によっているが、その経済的な変化を PSI-ESAL loss として以下の式ならびに図-2に示すような形で表現することを提唱している。すなわち図-2中の斜線で示されるように経時変化に伴う PSI の低下を交通量で積算したものを供用性の指標としている。

$$n \text{ 時点での PSI-ESAL loss} = \int_{t=0}^n (\text{PSI loss})_t d(\text{ESAL})$$

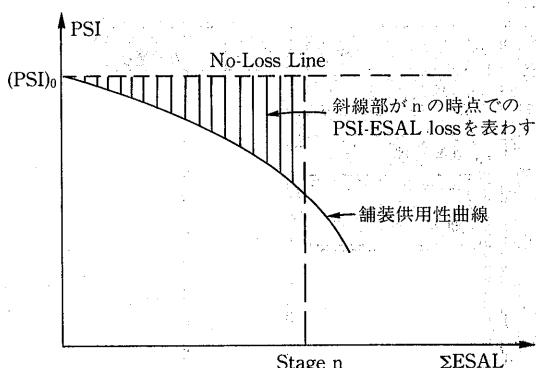


図-2 PSI-ESAL lossの概念図1)

さらに本論文では、日常的な維持における単位費用あたりの舗装の損傷 (PSI-ESAL loss) を表す指標と

して、維持効果指数Mを提唱している。これは図-3に示すように、異なる工区での供用性の曲線とその際の維持費用から以下の式に示されるようにMを決定するものである。

$$M_{1,2} = \frac{K_1}{S_2 - S_1} \text{ or } M_{1,2} = \frac{D_1 - D_2}{S_2 - S_1}$$

$$M = -\lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta D}{\Delta S} \text{ or } M = \frac{dD}{dS}$$

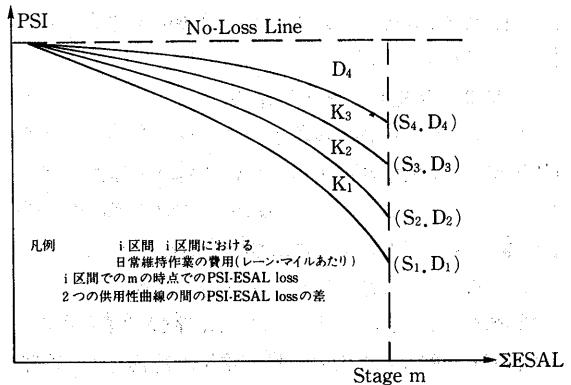


図-3 日常維持作業による供用性の差

この結果、Mの値が大きいことは効果的な維持作業であることを示している。著者は、この指標Mについてインディアナ州各地で調査を行い、地域的なパラメータとして凍結融解や路床の支持力などについて検討を加え、以下の関係を求めている。

$$M = 41.536 + 0.0264 (X_6) - 1.049 (X_2) - 4.615 (X_3)$$

$$M = -36.165 + 9.589 (X_{12}) - 0.296 (X_2)$$

$X_2$ ：舗装の供用年数  $X_6$ ：凍結指数（度）F-day

$X_3$ ：舗装の構造指数  $X_{12}$ ：工の支持力値

なおインディアナでは、舗装の平坦性を PCA Roadmeter によって測定しており、PSI と平坦性の間の関係式として次の式を求めている。

$$\text{PSI} = 8.72 - 1.96633 \times \log (\text{RN})$$

(相関係数 = 0.7)

RN：1マイルあたりのRoadmeterのカウント

この手法を今後使用していく際の当面の課題として舗装の破壊のタイプや維持作業のタイプについて調査していく必要があると述べている。

Hudson ら<sup>11)</sup>は、その論文の中で舗装性状データを舗装維持管理の入力データに変換するためのコンピュータシステムについてその概要を述べている。舗装性状についてのデータはそのままでは管理システムに入力することはできないため、予め精度の検証、データベース化などの作業を行っておく必要がある。本システ

ムは MAPCOM (Methods for Analyzing Pavement Condition Data) と呼ばれ、そのシステムのフローは図-4に示すとおりである。たとえば乗り心地の評価は、プロフィルメータやラフネスマータなどによる測定値を用い、構造的支持力の評価はダイナフレクト、ロードレーター、FWD などが使用できる。

本システムにより、舗装の供用性を①安全性②サービス性能③構造的支持力④路面性状という4つの側面から総合的に評価するためのデータ解析ができるようになったと述べている。

#### (2) 舗装の状態およびその評価

ヨーロッパから3編報告されており、デンマークの Ullidtz ら<sup>6)</sup>は供用性モデルについて検討を加え、コンピュータシミュレーションの結果、時間と供用性の関係は図-5に示すように AASHO Road Test によるものに比べ、より直線に近いと言及している。

Chabrol ら<sup>12)</sup>は、フランスの COFIROUTE(フランス政府から680kmにわたる有料道路網の建設と維持管理を委ねられた企業)が採用している方法を述べている。それによれば、舗装の破損の指標として、低下指数 D.

I. (Degradation Index) を求め、次にバーミスター理論によりモデル化された舗装モデルについて ALIZE III というコンピュータプログラムで応力計算を実施し、累積交通量と載荷可能な荷重から舗装の危険率 R を求めている。D.I.は以下の式で求める

$$D.I. = (0.1 R_t + 0.1 N_{ft} + 0.2 L_{ft} + 0.3 f_{ai} + 0.3 R_{si}) \times 100$$

ここで  $R_t$  : わだち部のパッチング面積

$N_{ft}$  : 横断クラックの数

$L_{ft}$  : 縦断クラックの総延長

$f_{ai}$  : アリゲータクラックの面積

$R_{si}$  : わだち部の補修面積 (路盤等)

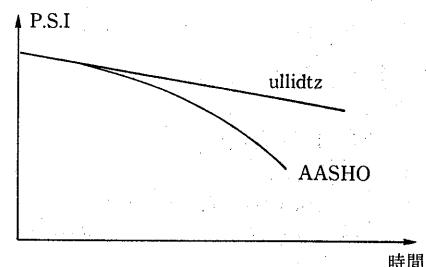


図-5 Ullidtz ら<sup>6)</sup>と AASHO の供用性曲線<sup>28)</sup>

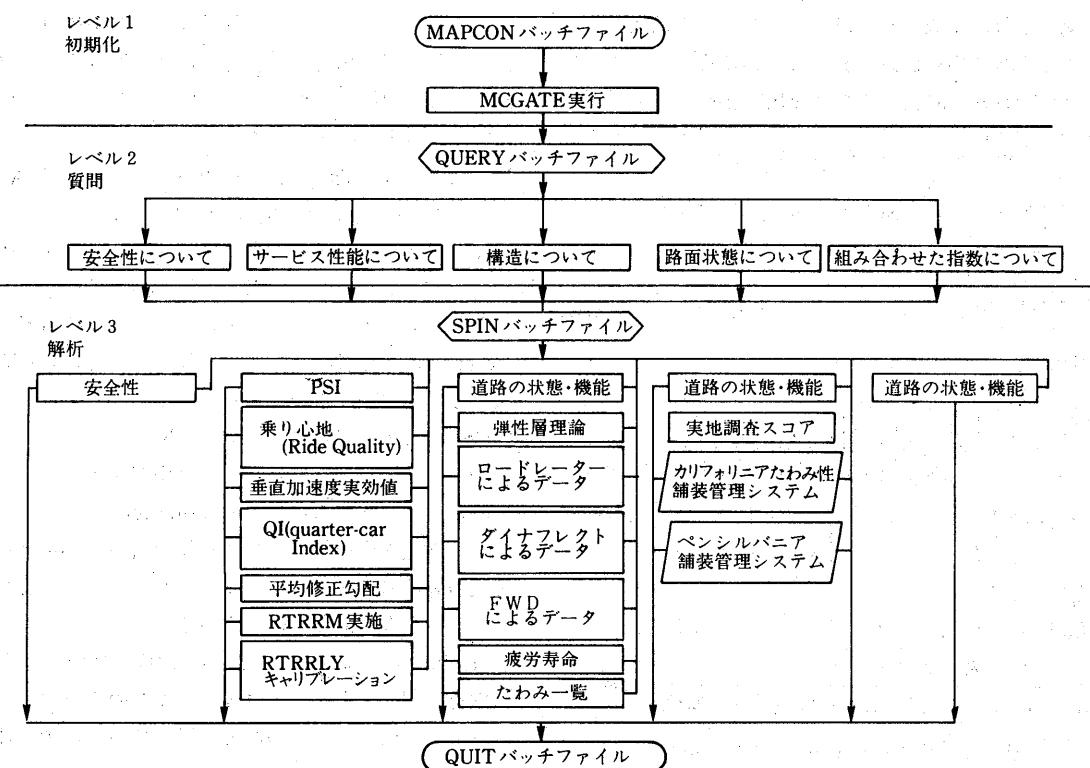


図-4 MAPCON システムのフローチャート<sup>11)</sup>

COFIRROUTE の道路網での試験区間では図-6に示すように D.I. と R の間には満足できる関係を見いだすことができたと報告している。

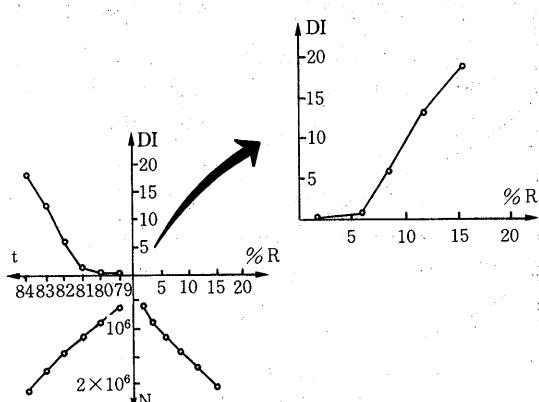


図-6 D.I.とRの関係<sup>12)</sup>

オランダの Koning ら<sup>26)</sup>の報告では、維持計画の立案にあたり、わだち掘れ、クラックなどをチェックシートにより視察調査し、残存寿命の評価を行っている。舗装の状態は以下に示す式で表される。

$$P = 1 - (t/T)^a$$

t : 前回の大規模な補修からの期間

T : 大規模な補修から P が 0 に到るまでの期間

a : 破壊の種類による係数(表-2)

表-2 破壊の種類と係数 a<sup>26)</sup>

破壊の種類	a
わだち堀れ(アスファルト舗装)	0.63
わだち堀れ(コンクリート・ブロック舗装)	0.25
ひびわれ	3.3
ラベリング	3.5

### (3) ライフサイクルコスト解析

ライフサイクルコスト解析については、表-1に示すようにアメリカから3編の報告がある。ライフサイクルコストで考慮されるものは、図-7<sup>25)</sup>に示されるように維持修繕コストとユーザーコストであり、各機関ともこれらの費用の算出にあたって各種のモデル、計算式を示している。

Uddin ら<sup>5)</sup>は、各修繕工法について予測寿命を示しており、それは表-3に示すとおりである。

Rada ら<sup>18)</sup>は LCCP (Life Cycle Cost Program) と呼ばれるプログラムを用いているが、実際に計算を行った結果として、図-8に示す8通りの方法について表-4に示すようなトータルコストを得ている。この結果ではトータルコストではNo.1の方法が最も経済的

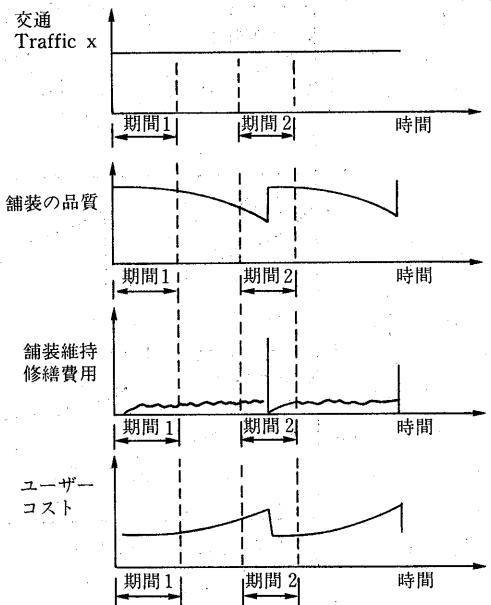


図-7 ライフサイクルコストの概念<sup>25)</sup>

表-3 修繕工法の種類と予測寿命<sup>5)</sup>

アスファルト舗装		コンクリート舗装上のアスファルトオーバーレイ			
修繕工法	予測寿命(年)	修繕工法	予測寿命(年)		
	軽交通		重交通		
1. クラックシール	3-5	2-3	1. クラックシール	4-6	3
2. パッチング	4-6	3-4	2. パッチング	4-5	3
3. シールコード	4-5	2-3	3. シールコード	4-5	2-3
4. レペリングならびにシールコード	5-7	2-4	4. レペリング	6-7	4
5. 切削、打換え	7-9	5-7	5. 切削、打換え	6-9	5-7
6. 薄層オーバーレイ	5-8	3-6	6. 薄層オーバーレイ	5-8	3-5
7. オーバーレイ	9-12	7-10	7. オーバーレイ	9-12	6-9
			8. 目地補修	5-8	4-5
			9. サブシーリング	9-10	5-6

と判断される。ライフサイクルコスト解析においては、表-4に示すようにユーザーコストが全コストの80~90%を占むことから、このユーザーコストをどのように見積もるかが効率的な維持修繕計画を立案するうえで最も重要な課題となろう。

### 2.2 舗装管理システムの実行

舗装管理システムを実際に適用した例を示した論文としては、表-5に示す6編がある。このうち2編<sup>18)26)</sup>は2.1と重複するものである。また3編<sup>7)8)9)</sup>は同じ著者によるものであり、実施機関による経緯の差を知ることができる。ここでは、この中から比較的システムが簡易で興味深い実例として Ogura ら<sup>4)</sup>による「ナジエリアにおける舗装維持管理システムの開発」を中心に述べることとする。

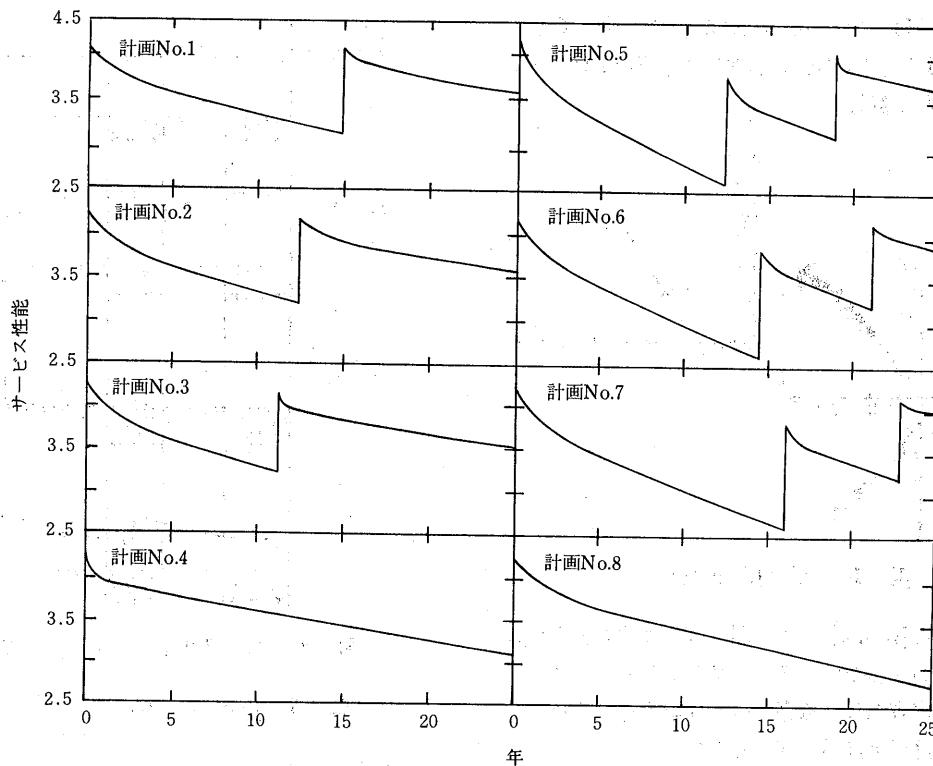


図-8 各計画の供用性曲線

表-4 ライフサイクルコスト試算結果<sup>18)</sup> 現在価値コスト(\$/lane-mile)

コスト	計画No.1	2	3	4	5	6	7	8
初期建設	162523	162276	174531	173735	140100	154666	143076	170512
小計	162523	162276	174531	173735	140100	154666	143076	170512
日常維持	5125	5026	4257	4576	9050	7216	8418	5572
小計	167648	167302	178788	178311	149150	161882	151494	176084
大規模補修								
レベリング	4173	4628	4829	—	10079	9292	8736	—
オーバーレイ	24957	27674	28875	—	48775	44931	42220	—
交通規制	1032	1140	1188	—	2084	1925	1814	—
小計	197810	200744	213680	178311	210088	210830	204264	176084
残存価値	-18824	-16301	-15114	-4388	-22040	-23462	-24474	1421
小計	178986	184443	198566	173923	188048	194568	179790	177505
ユーザーコスト								
ランニングコスト	693356	697955	707155	958791	1047741	1136997	1211709	1289186
追加	1077	1068	1064	—	1965	1979	1990	—
	873419	883466	906785	1132714	1237754	1333544	1393489	1466691

表-5 舗装管理システムの実行に関する論文

番号	著者	国名・機関など
4	Ogura/Iriakuwa	ナイジェリア
7	Carmichael/Seed	アメリカ・テキサス
8	Carmichaelら	アメリカ・ロードアイランド
9	Carmichaelら	アメリカ・インディアナ
18	Rada/Witczak	アメリカ・メリーランド
26	koning/Molenaar	オランダ

本システムのフローチャートを図-9に示す。優先順位を決定するための舗装データは舗装路面状態を表すPSD (Pavement Surface Distress)と平坦性の指標Q I (Quarter-car Indez)である。舗装路面の状態を表す指標であるPSDは次の4種の破壊を対象としている。

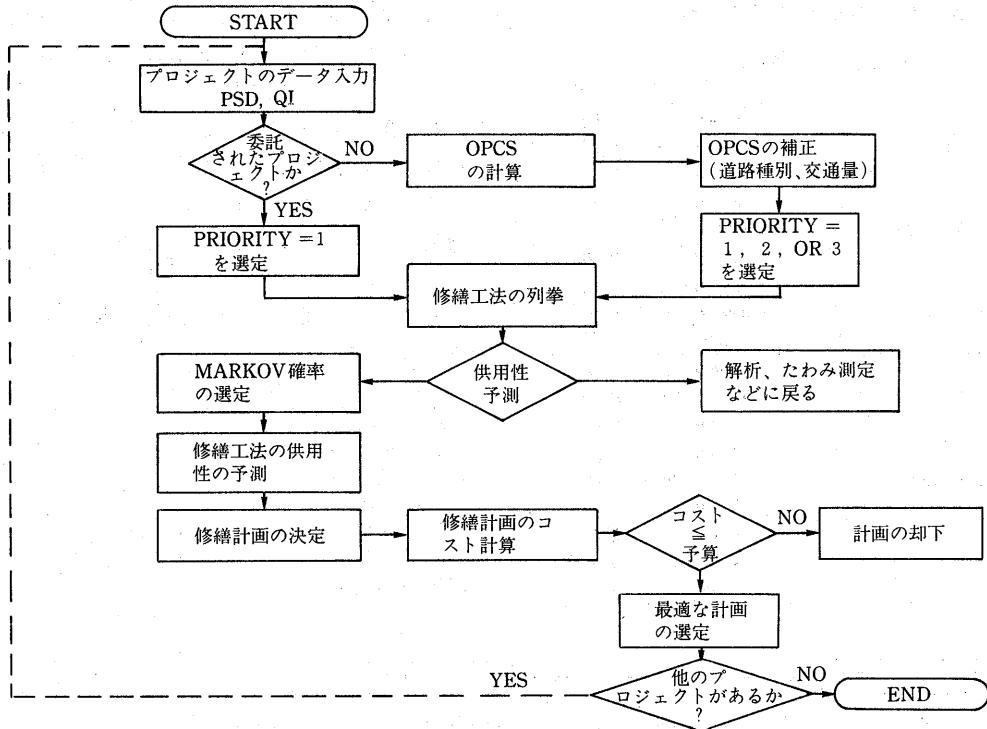


図-9 補装維持管理システムのフローチャート<sup>4)</sup>

- 1) 路面の変形（わだち掘れ）
- 2) 路面の破損（ラベリング、ブリーディング）
- 3) ひびわれ（アリゲーター、縦断、横断）
- 4) 破壊（ポットホール、パッチング、路盤の破壊）

PSDは次式で計算される。

$$PSD = 100 - \sum_{i=1}^n D_i$$

$\sum D_i$  : 破壊の総量,  $i$  は破壊の種類

次に舗装の平坦性の指標であるQ Iは、路面のプロファイルによって発生する垂直加速度の実効値(RMSVA)から求められ、一般に使用されるMaysmeterの代わりに使用すると述べている。Maysmeterはタイヤ、スプリング、ショックアブソーバーなどの機械的影響を受けやすい点を指摘しているが、Q IとMC(Maysmeterの読みのカウント)との間には図-10に示すような関係があり、これによりMaysmeterを用いた場合でもQ Iに変換することができる。

PSDとQ IからOPCS(Overall Pavement Condition Score)と呼ばれる、舗装の状態を示す点数が決定される。その手法は図-11に示すとおりであり、さらに路線の種別、交通量に応じて補正係数が表-6に示すように決められている。図-11に示すステップで求

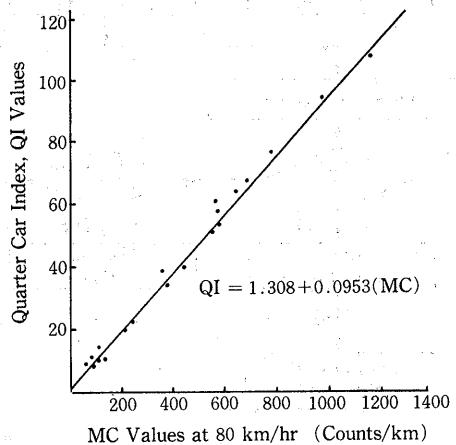


図-10 QIとMCの関係<sup>4)</sup>

められたOPCSに補正係数を乗じ、その結果得られたOPCSの値により、以下のように優先度を決定する。

$OPCS \leq 50$	優先度 = 1
$50 < OPCS \leq 60$	優先度 = 2
$60 < OPCS$	優先度 = 3

表-7は、7箇所のプロジェクトで優先度を算出した結果を示している。

表-6 路線の種類と補正係数<sup>4)</sup>

路線	レベル	日平均交通量(ADT)	
		台数	補正計数
国の幹線道路	重	>10,000	1.00
	中	5,000-10,000	0.95
	軽	<5,000	0.85
州の主要幹線道路	重	>8,000	0.85
	中	3,000-8,000	0.80
	軽	<3,000	0.70
州の補助幹線道路	重	>6,000	0.80
	中	2,000-6,000	0.70
	軽	<2,000	0.65
地方の主要幹線道路	重	>4,000	0.70
	中	2,000-4,000	0.65
	軽	<2,000	0.60
地方の補助幹線道路	重	>2,000	0.65
	中	1,000-2,000	0.60
	軽	<1,000	0.50
地方道路	重	>1,500	0.60
	中	200-1,500	0.50
	軽	<200	0.40

このように優先度を決定した後、各種の維持修繕工法について、供用性の予測を行う。表-7におけるNo.4のプロジェクトの例を以下に述べる。

表-8に示す6種の維持修繕に対して供用性の予測を行う。供用性の予測はMinistry of Worksの技術者へのアンケートを基に表-9に示すような7ランクの舗装が将来どのランクになるかを確率として表すこと

表-8 修繕工法一覧<sup>4)</sup>

修繕工法	修繕工法の内容	建設費 N/m <sup>2</sup>
No.		
0	日常維持作業	-
1	10cmアスファルトコンクリート打換え	17.5
2	3.8cmアスファルトコンクリートオーバーレイ	6.65
3	2.54cmアスファルトコンクリートオーバーレイ	4.38
4	排水性の改良およびシールゴート	2.31
5	1.094cmチップシール	1.68

\* N1.0(1 naira) = \$1.30(U.S.dollar)

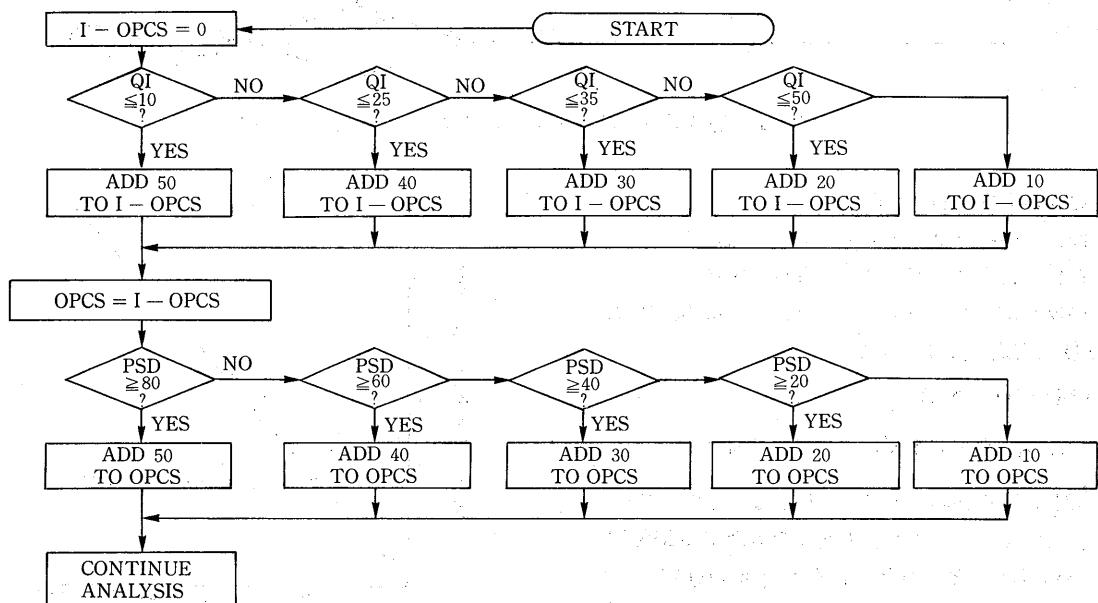


図-11 OPCSの計算

表-7 入力データと優先度<sup>4)</sup>

プロジェクト番号	延長(km)	平均PSD	平均Rating	QI	補正OPCS	路線	交通量ADT	補正係数	優先度OPCS
1 FKA-237-584	119.5	72.0	40	20.2	40	80 国の幹線道路	5,200	0.95	76 3
2 FKA-239-346	144.5	80.3	50	12.6	40	90 同上	4,500	0.85	76.5 3
3 FKA-460-352	51.5	74.3	40	15.5	40	80 同上	3,800	0.85	68 3
4 FKA-351-537	59.5	55.0	30	27.2	30	60 同上	3,200	0.85	51 2
5 FSO-537-472	36.5	58.8	30	29.8	30	60 州の主要幹線道路	4,880	0.80	48 1
6 FLO-349-348	59.5	73.1	40	15.5	40	80 同上	2,800	0.70	56 2
7 FSO-549-345	150.0	58.4	30	33.0	30	60 州の補助幹線道路	1,850	0.65	39 1

表-9 舗装の状態とOPCSの範囲<sup>4)</sup>

舗装の状態	OPCSの範囲
1	90-100
2	80-89
3	70-79
4	60-69
5	50-59
6	40-49
7	< 40

により行われる（この場合それは $7 \times 7$ の行列として表され、それをMarkov Matrixと呼んでいる）。

表-8に示す各工法に対し、供用性の予測を行った結果が図-12である。

次に、維持修繕をどのように行うかを計画し、その場合の費用を算出する。図-13に示す5種の計画を考

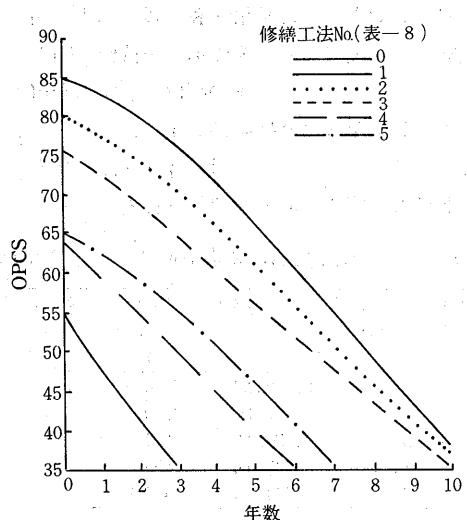


図-12 各修繕工法のOPCSの変化<sup>4)</sup>

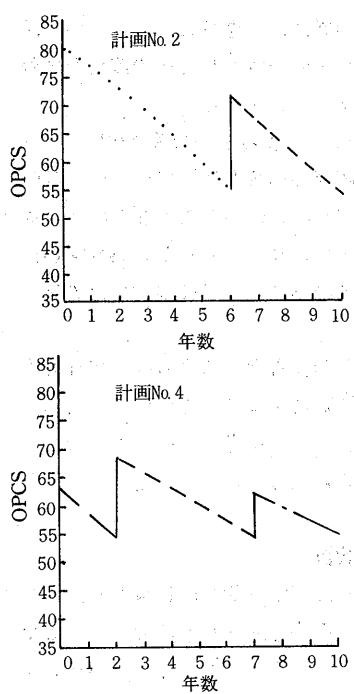
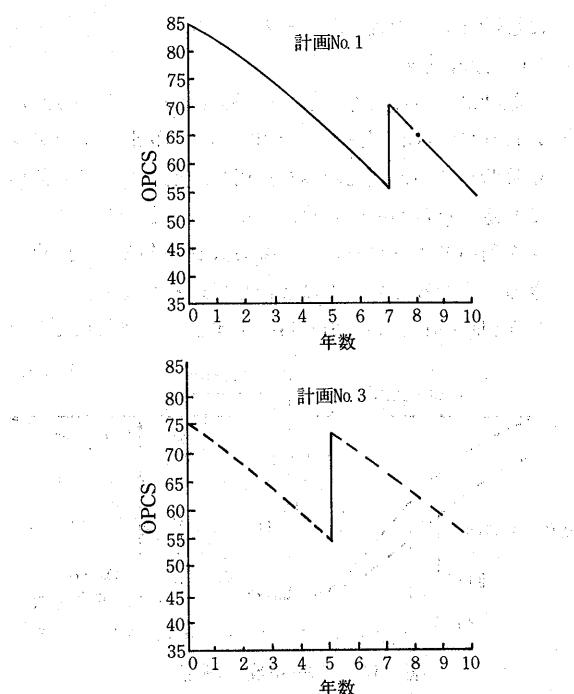


図-13 立案した修繕計画<sup>4)</sup>

え、その費用計算を行った結果を表-10に示す。図-13の計画No.1は、最初、表-8に示す維持修繕No.1の10cmのアスファルトコンクリートの打換えを行い、OPCSが55に低下する7年後に維持修繕No.4のシールコートを行うことを意味している。5種の計画を比較すると計画No.4が最も経済的であると判断される。

表-10 プロジェクトNo.4における各計画のコスト算出結果<sup>4)</sup>

計画 No.	適用した修繕工法 (表-8のNo.)	予測コスト (N)	平均コスト km/year (N)	順位
1	1, 4	8,870,287	7454.0	5
2	2, 3	5,937,411	4989.4	4
3	3, 3	4,720,830	3967.0	2
4	4, 3, 5	4,707,083	3955.5	1
5	5, 3, 5	5,300,513	4454.2	3

以上がナイジェリアの舗装維持管理システムの概要である。本手法ではユーザーコストなどのトータルライフサイクルコストの概念は考慮されてはいないが、簡易な舗装管理システムの一例としてその流れを理解する上でも有用な論文と考えられる。

その他、Carmichaelらによる3編の論文<sup>7)8)9)</sup>はそれぞれ管理システムの開発の経緯を述べているが、各州のデータベースのレベルに差があることなどにより異なったシステムとなっており、この点から興味深い内容と考えられるがその詳細については本文では省略したい。

本会議で報告された舗装管理システムはいずれもそのまま我が国に適用することはできないが、今後我が国における舗装管理システムを考えていく上で大いに参考になるものと考えられる。

### 3. オーバーレイの設計

オーバーレイの設計に関する論文は14編あり、うち7編は設計法の概念、手法を述べたものである。また、他の7編はリフレクションクラックなどオーバーレイ

設計に関わる問題を取り上げたものである。

以下にその内容をオーバーレイの設計法と設計に関わる問題の2つに分けて述べることとする。

#### 3.1 オーバーレイ設計法

オーバーレイは、修繕工法として最も代表的な工法であり、その設計法は経験的な手法と弾性理論などに基づく理論的な手法に大別できる。過去の各国の設計手法は経験的な手法が主であったが、近年のコンピュータの発達とともに次第に理論的な手法を用いる方向に移行しつつある。

今回、オーバーレイ設計法の概念、手法を述べた論文は表-11に示す7編であるが、本表に示すように経験的な手法のみによるものはMedinaら<sup>13)</sup>の1編のみであり、他の報告は理論的な手法あるいは経験的な手法と理論的な手法を併用している。

以下に、これらの設計手法について設計基準ならびに設計モデルの観点からまとめてみる。

##### (1) 設計基準

設計に用いる入力としては各設計法ともたわみが用いられているが、表-11に示すようにMedinaら<sup>13)</sup>のみが載荷点での最大たわみを採用し、他のものは2箇所で測定したたわみや、たわみをベースとしたパラメータを用いてオーバーレイの疲労設計基準などに照合できるよう補正たわみに変換している。

Andersonら<sup>3)</sup>は、図-14に示すように載荷点でのた

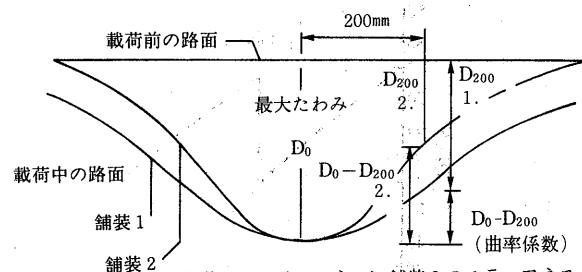


図-14 曲率係数の測定<sup>3)</sup>

表-11 オーバーレイの設計法に関する論文

番号	著者	国名・機関など	たわみ測定法	入力たわみ	設計法
3	Anderson/Kosky	アメリカ・ピクトリア	ベンケルマンビーム	$D_0, D_{200}$	経験／理論
10	Muculloughら	アメリカ・ペンシルバニア	_____	_____	理論
13	Medina/Motta	ブラジル	ベンケルマンビーム	$D_0$	経験
14	Broms	スウェーデン	FWD	$D_0, D_{450}$	理論
21	Kckwick	南アフリカ	HVS	たわみベース*	理論
22	Horak	南アフリカ	HVS, RSD, MDD	たわみベース*	理論
23	Wisemanら	イスラエル	NDT	たわみベース*	経験／理論

\*たわみベースとはたわみをベースとしたパラメータを用いることを示す

HVS: Heavy Vehicle Simulator RSD: Road Surface Deflectometer MDD: Multi Depth Deflectometer

わみと走行方向200mmの地点で発生するたわみを測定し、その差を曲率係数(Curvature Function)として設計に用いている。Andersonらはその論文の中で各種の路線について測定したたわみとその供用状態について示し、通常の最大たわみは必ずしも良い指標とはならないと述べている。

Horak<sup>22)</sup>は各種のたわみをベースとしたパラメータを紹介し、粒状路盤の舗装について測定した例を示している。それらを表-12、図-15に示す。

Broms<sup>14)</sup>は、FWDを用いており、Wisemanら<sup>23)</sup>は種類は特定しないがNDT法を用いるとしている。

McCulloughら<sup>10)</sup>は、その論文の中でたわみをどのように使うかは明確に示してはいなかった。

疲労ひびわれ基準として、Andersonら<sup>3)</sup>ならびにMcCulloughら<sup>10)</sup>は、室内データからの疲労式を、現場データが使用できるように補正している。彼らは、弾性理論あるいはチャートを用いてひずみを計算し、オーバーレイ舗装の寿命を見積もっている。

Andersonら<sup>3)</sup>の手法は、図-16に示すように、交通量に応じた設計曲率係数を求め、測定した曲率係数との関係から図-17を用いて必要オーバーレイ厚を求めるものである。

表-12 たわみをベースとしたパラメータ一覧<sup>22)</sup>

パラメータ	計算式	測定機器
1. Maximum deflection	$\delta_0$	Bankelman beam Lacroix deflectograph
2. Radius of curvature	$R = \frac{r^2}{2\delta_0(\delta_0/\delta_r - 1)}$ $r = 127\text{mm}$	Curvaturemeter
3. Spreadability	$S = \frac{((\delta_0 + \delta_1 + \delta_2 + \delta_3)/5)100}{\delta_0}$ $\delta_1 \sim \delta_3 \text{ Spaced } 305\text{mm}$	Dynaflect
4. Area	$A = 6[1+2(\delta_1/\delta_0)+2+(\delta_2/\delta_0)+\delta_3/\delta_0]$	Falling weight deflectometer (FWD)
5. Shape factors	$F_1 = (\delta_0 - \delta_2)/\delta_1$ $F_2 = (\delta_1 - \delta_3)/\delta_2$	FWD
6. Surface curvature index	$S.C.I. = \delta_0 - \delta_r$ Where $r = 305\text{mm}$ or $r = 500\text{mm}$	Bankelman beam Road rater FWD
7. Base curvature index	$B.C.I. = \delta_{010} - \delta_{015}$	Road rater
8. Base damage index	$B.C.I. = \delta_{005} - \delta_{010}$	Road rater
9. Deflection ratio	$Q_r = \delta_r/\delta_0$ Where $\delta_r \sim \delta_0/2$	FWD
10. Bending index	$B.I. = \delta/r$ Where $a = \text{Deflection basin}$	Bankelman beam
11. Slope of deflection	$S.D. = \tan^{-1}(\delta_0 - \delta_r)/r$ $Wherer = 610\text{mm}$	Bankelman beam

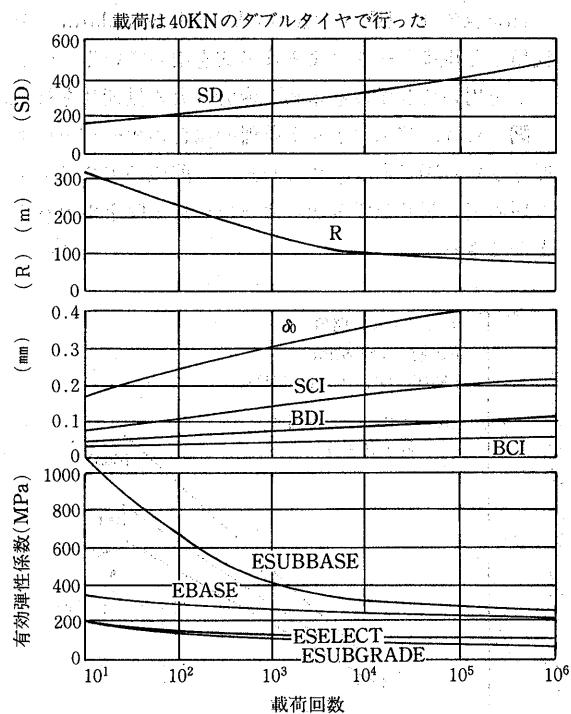


図-15 たわみをベースとしたパラメータ測定結果<sup>22)</sup>  
(粒状路盤)

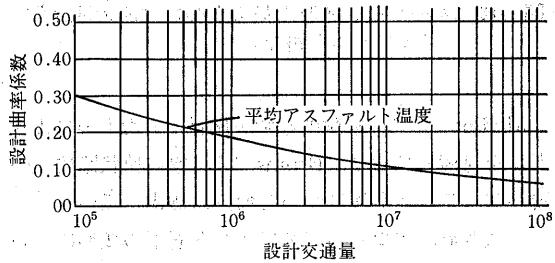


図-16 設計曲率係数と設計交通量<sup>3)</sup>

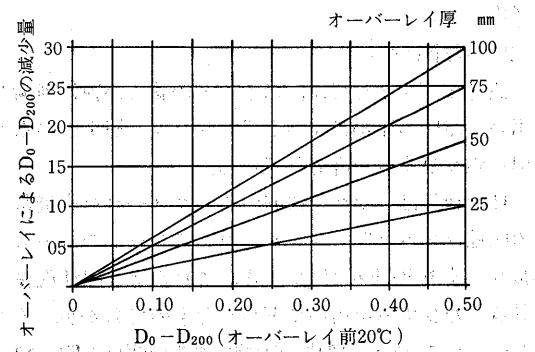


図-17 アスファルトオーバーレイによる  
 $D_0 - D_{200}$ の減少量<sup>3)</sup>

Horak<sup>22</sup>は、HVS (Heavy Vehicle Simulator) を使用した現場データによる疲労式を用いている。チャートを用いてひずみを求め、疲労寿命の見積りを行う。

図-18は、アスファルト路盤の場合のオーバーレイ厚を求める図であり、オーバーレイ前後のアスファルト層の引っ張りひずみからオーバーレイ厚を求めることができる。

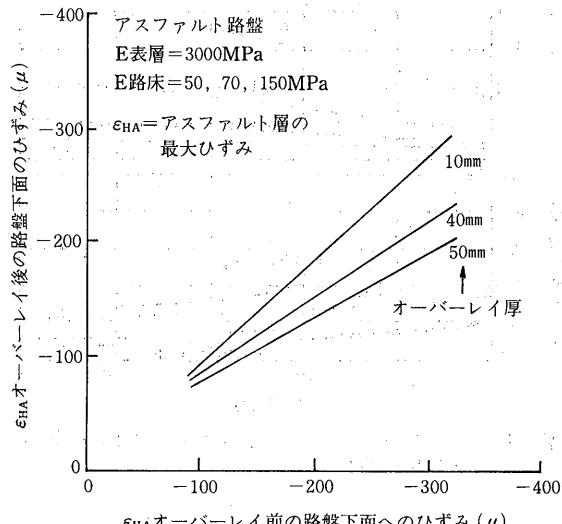


図-18 オーバーレイ厚と最大引張ひずみの関係<sup>22)</sup>  
(アスファルト路盤)

Medina ら<sup>13</sup>は、経験的な疲労関係からたわみにより寿命を見積っており、Broms<sup>14</sup>は、厚い粒状路盤上の薄いアスファルト層について疲労は無視している。

永久変形、すなわちアスファルト層下の変形についてはすべての著者が考慮しているが、ラテライト質土を扱った Medina ら<sup>13</sup>のみが路床の垂直圧縮ひずみを設計に入れておらず、彼らは粒状路盤内で生じる変形を考慮している。

## (2) 設計モデル

設計モデルとしては、ほとんどの論文が弾性理論を用い、路床の圧縮ひずみとアスファルト層下面の水平引っ張りひずみを計算している。

Horak<sup>22</sup>は、たわみに基づくパラメータを直接路床の圧縮ひずみとアスファルトコンクリートの水平引っ張りひずみと関係づけている。これらは、弾性理論で計算したひずみを用いて開発したものであるが、その一例として、SCIと路床の圧縮ひずみの関係を図-19に示す。

著者は統計的な処理により、最大許容ひずみを計算

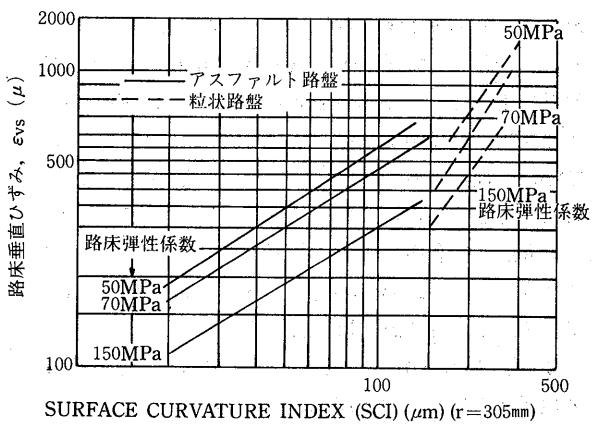


図-19 SCIと路床の垂直圧縮ひずみの関係<sup>22)</sup>

しており、それを用いてオーバーレイ厚を求めている。

Anderson ら<sup>3</sup>は、たわみに基づくパラメータ（曲率係数）と舗装のひずみの関係を弾性理論で求め、路床の圧縮ひずみも設計に含めている。曲率係数とアスファルトの引っ張りひずみの関係も求めているが、舗装厚に応じた温度補正を図-20に示すようになっているために、温度の影響をキャンセルでき、ひずみと交通量の関係はアスファルト混交物のステイフネスのみにより変化することとなる。

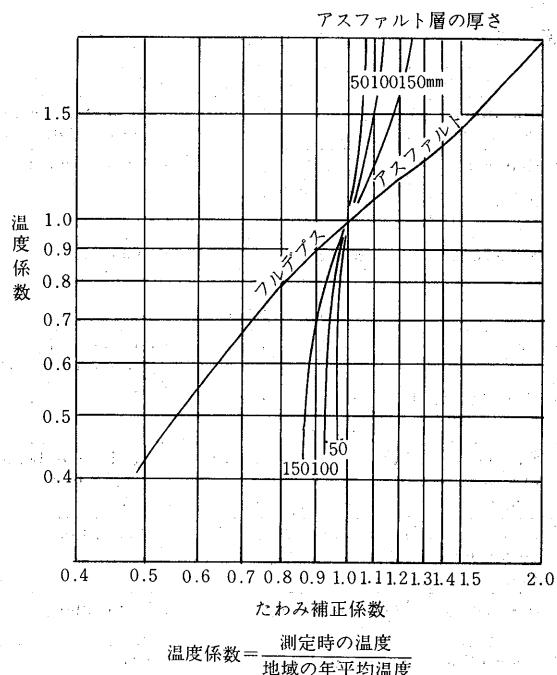


図-20 たわみの温度補正<sup>3)</sup>

Broms<sup>14</sup>もたわみの解析に弾性理論を用いているが、路床の圧縮ひずみの算出にはウデマルクの方法(Odemar-

k's equivalent layer method) を用いている。

また、FWDたわみのD<sub>0</sub>とD<sub>450</sub>を用いて、スウェーデンの薄いアスファルト舗装下の粒状材のタイプの差を求めており、限界路床圧縮ひずみの破壊基準はAASHO Road Testから開発している。

残存寿命についてはほとんどの設計法が考慮しており、それらは既設舗装の支持特性を測定し、将来の支持力の必要性を求め、その差をオーバーレイ厚と関連づけるものである。

この他、Wisemanら<sup>23)</sup>は、コンピュータを用いたエキスパートシステムを提案しており、本方法は簡単に空港舗装のたわみ性舗装に利用することができるとしている。

### 3.2 オーバーレイ設計法に関する問題

7編の論文のうち、4編がリフレクションクラック問題を取り上げており、また3編がオーバーレイの構造設計上の問題を取り上げている。これらを表-13にまとめて示す。

表-13 オーバーレイ設計上の問題に関する論文

内 容	番号	著 者	国 名
リフレクションクラック問題を述べているもの	15	Jayawickrama/Lytton	アメリカ
	16	Button/Lytton	アメリカ
	17	Josephら	カナダ
	20	Halimら	カナダ
構造設計上の問題を述べているもの	2	Coelho/Queiroz	ブラジル
	19	Shahinら	アメリカ
	24	Brownら	イギリス

以下にリフレクションクラック問題と構造設計上の問題の2つについて、各論文の内容を紹介する。

#### (1) リフレクションクラック問題

この4編の論文は、それぞれ異なった視点からクラック問題を扱っており、この点から興味深い、これらの解析モデルの概略を表-14にまとめて示す。

Jayawickramaら<sup>15)</sup>は、図-21に示すように交通荷重による作用を曲げとせん断という2種について計算している。この際、パラメータとしてクラックの長さ(c)と既設およびオーバーレイの舗装厚(h)を用いてc/hという無次元化したものを用い、また応力も無次元化して表している。計算は有限要素法を用いている。図-22は計算の結果であり、骨材のかみ合せの程度をパラメータとしている。また、温度応力につ

表-14 リフレクションクラック解析モデル

番号	モデルの種類	使用している理論	要因	評価データ
15	理論的 経験的	破壊機構の理論 弾性基礎上の梁 有限要素法	交通 温度	テキサスの40箇所の たわみ性舗装データ
16	理論的 経験的	破壊機構の理論 弾性層理論 (Shell,FHWA,VESYS)	交通 温度	室内データ テキサス・ニューメキシコの現場データ
17	理論的 経験的	破壊機構の理論 blunt crack band理論	ほとんどの 温度	室内データ
20	理論的	弾性層理論 Relative rigidity	施工時の 荷重	室内モデルのデータ

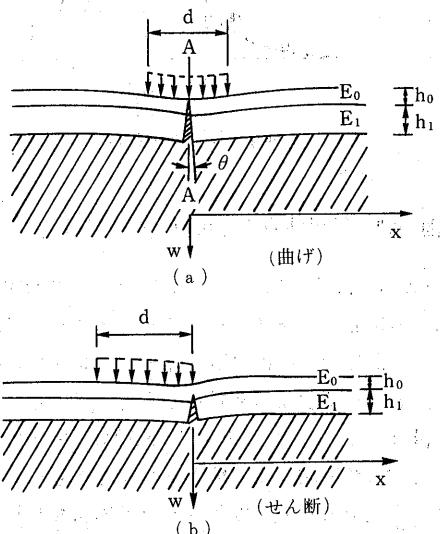


図-21 車輪の位置とクラックの関係<sup>15)</sup>

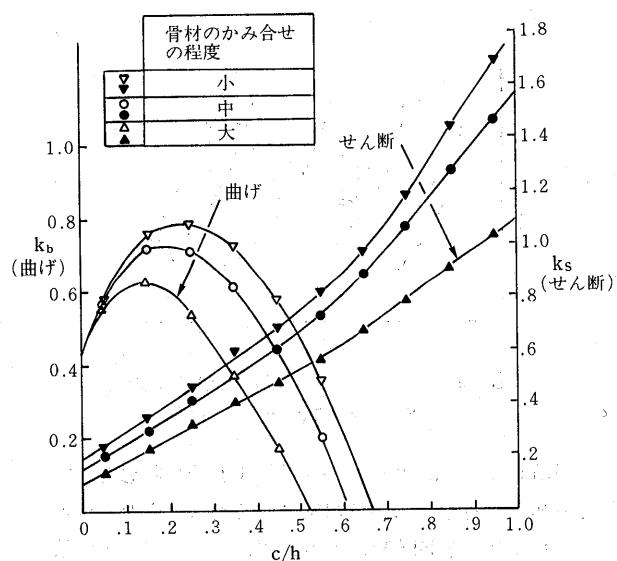


図-22 曲げおよびせん断応力計算結果<sup>15)</sup>

いても同様に  $c/h$  をパラメータとして計算している。著者らは横断ひびわれのダメージの程度から図-23に示すように、適用できる交通を求める方法を提案している。

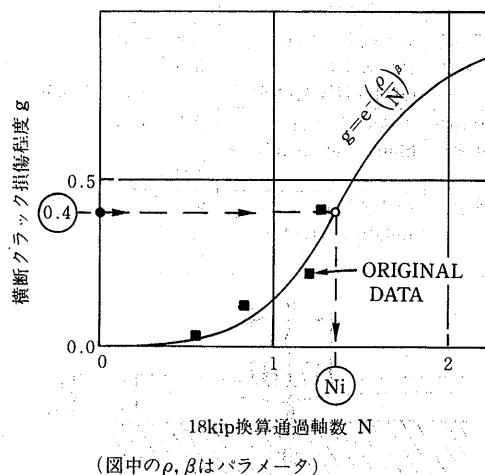


図-23 供用性曲線を用いたNiの決定<sup>15)</sup>

Button ら<sup>16)</sup>は、リフレクションクラックの抑制に使用する土木用布、ファイバー、グリッドについて評価している。評価は、室内試験、オーバーレイの追跡調査、コンピュータによる解析などを行っている。

Joseph ら<sup>17)</sup>は、ジオグリッド、SAMI、中間層などについて有限要素法による解析を行うとともに低温でのクラック幅を繰り返し変化させた室内試験を行っている。その結果、図-24に示すようにオーバーレイ後の供用性を予測するチャートが利用できることを述べている。

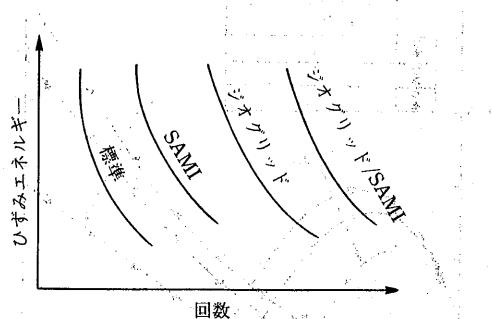


図-24 オーバーレイ後の供用性予測のための設計チャート<sup>17)</sup>

Halim ら<sup>20)</sup>は、オーバーレイ施工直後の状態と、供用後暫く経過したものとを対象にして両者の応力、ひずみ、変位などを BISAR で計算、比較している。その結果として、リフレクションクラックの抑制方法として

転圧方法を検討する必要性をあげ、その1つとして図-25に示す AMIR (Asphalt Multi-Integrated Roller) を推奨している。

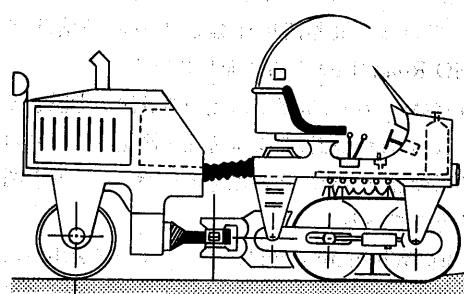


図-25 AMIR<sup>20)</sup>

## (2) オーバーレイ構造設計上の問題

Coelho ら<sup>21)</sup>は、1977年以来、これまでにオーバーレイを施した区間のいくつかを追跡調査し、そのデータベースをもとに平坦性、ひびわれ、わだち掘れ、ベンケルマンビームたわみについて、オーバーレイ後の予測式を求めそれを紹介している。たとえば平坦性 (Q.I.) については図-26に示すような関係を求めるとともに、交通量、構造指数、経過年数などをパラメータとして平坦性予測を行っている。わだち掘れについては、わだちが非常に小さく予測式は求められなかつたが、クラック、ベンケルマンビームたわみについては平坦性と同様に予測式を求めている。これらの予測モデルは、将来、舗装管理システムにおいて最適化を図る場合に利用できると述べている。

### オーバーレイ直後の平坦性

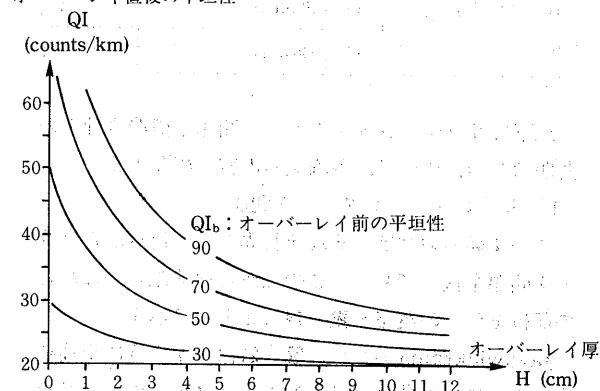


図-26 オーバーレイ直後の平坦性(QI)の予測<sup>21)</sup>

Shahin ら<sup>19)</sup>は、空港舗装を対象とし既設舗装とオーバーレイの間に交通荷重による滑りが生じた場合の解析を BISAR を用いて行い、舗装体の応力ひずみの分布の変化を調べ(図-27)，同時に補修方法の検討を行っ

ている。滑りの生じたオーバーレイの補修は、接着の良いオーバーレイへ打換えれば有効であるが、さらにオーバーレイを重ねることは効果が少ないと述べている。

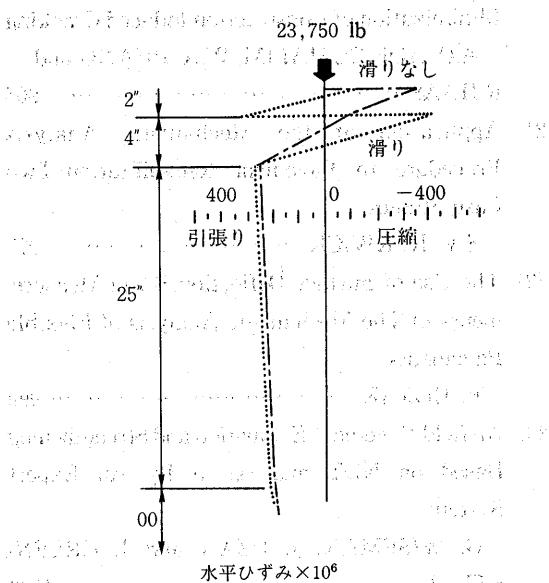


図-27 DC-9 タイヤ直下の水平ひずみ<sup>19)</sup>

Brown ら<sup>24)</sup>は、FWD を用いた場合の線形弾性理論の説明と、解析システムである PADAL (Pavement Deflection Analysis) を紹介し、実際の解析例を示している。解析により求められる弾性スティフネスは舗装評価システムにおける重要なパラメータであり、舗装の残存寿命の計算、補修作業の設計に大きく寄与するものであると述べている。

#### 4. あとがき

「第6回国際構造会議、セッションIII「舗装維持修繕管理」に報告された26編の論文を、特に舗装管理システムとオーバーレイの設計に分けてみてきた。このいずれもコンピュータの発達を基礎とし、近年、特に進歩の著しい分野である。全体的にみると国や研究者によって、その内容に差が見られるが、多くの著者が今後改良を加えることによりさらに発展して行くだろうと述べている。

舗装の維持修繕については、道路の種類や地域、交通条件などにより、その破壊形態も大きく異なり、たとえばわだち掘れにしてみても諸外国では路床および舗装を構成する各層の圧密沈下を指すことが多いが、わが国においては摩耗ならびにアスファルト混合物の流動に起因するものが大部分である。したがって、わが国のシステム（特に供用性予測など）は、必ずと異なるものとなるはずである。しかしながら、効果的な維持管理を行う上では、データバンクの充実、舗装評価手法ならびに供用性予測モデルの確立が急務であることは言うまでもないであろう。

なお、本文の内容が各論文のエッセンスの紹介に留まったことは、論文数の多さ、論文によって詳細な記述が欠如していたという点もあるが、その多くは筆者の力不足によるものであることをおわび申し上げたい。もし、興味を持たれた方は是非原文を読まれることをお奨めしたい。

最後に、本文をまとめるにあたり、資料の提供ならびに御指導いただいた北海道大学姫野助教授にお礼申し上げます。

#### 参考文献

- (1~26は、第6回国際構造会議発表論文)
  - 1) A Measurement of Routine Maintenance Effect On Flexible Pavements  
TIEN-FANG FWA and KUMARES C. SINHA ..... 727
  - 2) Experimental Models For the Performance of Asphalt Concrete Overlays  
PAULO S.M. COELHO and CESAR A.V. QUEIROZ ..... 742
  - 3) Advances in Asphalt Overlay Design Procedures  
D.T. ANDERSON and C.K. KOSKY ..... 748
  - 4) Development of a Pavement Maintenance Management System For Nigeria
- T.M. OGURA and N.D. IRIAKUMA ..... 762
- 5) A Methodology For Life-Cycle Cost Analysis Of Pavements Using Microcomputer  
WAHEED UDDIN, R. FRANK CARMICHAEL III and W. RONALD HUDSON ..... 773
- 6) The Analytical-Empirical Method Used in a Pavement Management System  
P. ÜLLIDTZ, P. SIMONSEN and G. LENTZ ..... 795
- 7) Municipal Flexible Pavement Design and Life-Cycle Cost Analysis System  
R. FRANK CARMICHAEL III and STEPHEN B. SEEDS ..... 807

- 8) Implementing Pavement Management In the Rhode Island DOT  
R.F. CARMICHAEL III, D.S. HALBACH, ...  
W. R. HUDSON and H.L. BISHOP ..... 823
- 9) Implementing Pavement management At The Indiana Department of Highways  
R.F. CARMICHAEL III, W.R. HUDSON and K.J. KERCHE ..... 834
- 10) Design and Evaluation of Resurfacing Alternatives For Pavement Rehabilitation  
B. FRANK MCCULLOUGH, W. UDDIN and J.P. ZANIEWSKI ..... 859
- 11) A Computer System For Converting Pavement Condition Data To Inputs For Pavement Management  
STUART W. HUDSON, W. RONALD HUDSON and JOHN P. ZANIEWSKI ..... 874
- 12) Road Mechanics in Highway Management  
J. CHARBROL, D. DURAN, J.P. MARCHANT and F. PRUDHOMME ..... 887
- 13) Design Of Asphalt Pavements Using Lateritic Soils in Brazil  
JACQUES MEDINA and LAURA M.G. MOTTA ..... 898
- 14) Strengthening of Thin Asphalt Pavements  
HENRIK BROMS ..... 904
- 15) Methodology For Predicting Asphalt Concrete Overlay Life Against Reflection Cracking  
R.W. JAYAWICKRAMA and R.L. LYTTON ..... 912
- 16) Evaluation of Fabrics, Fibers and Grids in Overlays  
JOE W. BUTTON and ROBERT L. LYTTON ..... 925
- 17) Low-Temperature Reflection Cracking Through Asphalt Overlays  
PONNIAH JOSEPH, RALPH HAAS, WILLIAM A. PHANG and L. ROTHENBURG ..... 935
- 18) Project Level PMS Life Cycle Cost Model for Flexible Pavements  
G.R. RADA and M.W. WITCZAK ..... 946
- 19) Analysis of Asphalt Concrete Layer Slippage and its Effect on Pavement Performance and Rehabilitation Design  
M.Y. SHAHIN, K. KIRCHNER and E. BLACKMON ..... 958
- 20) Realizing Structural Design Objectives Through Minimization of Construction Induced Cracking  
A.O. ADB EL HALIM, W.A. PHANG and R.HAAS ..... 965
- 21) Application of the Mechanistic Analysis Procedure to Pavement Rehabilitation-Two Case Studies  
S.V. KEWKICK ..... 979
- 22) The Use of Surface Deflection Basin Measurements In The Mechanistic Analysis of Flexible Pavements  
E. HORAK ..... 990
- 23) Airfield Pavement Evaluation and Strengthening Based on NDT and Aided By An Expert System  
G. WISEMAN, J. UZAN and J. GREENSTEIN ..... 1002
- 24) Structural Evaluation and Overlay Design : Analysis and Implementation  
STEPHEN F. BROWN, W.S. TAM and JANET M. BRUNTON ..... 1013
- 25) Marginal Maintenance and Rehabilitation Costs  
JAMES SHERWOOD, WILLIAM KENIS and CHARLES LIU ..... 1029
- 26) Pavement Management System for Municipalities With Emphasis on Planning and Cost Models  
P.C. KONING and A.A.A. MOLENAAR ..... 1041
- 27) (社)日本道路建設業協会, 第4回道路技術シンポジウム「舗装のリハビリティーション」
- 28) Molenaar, A.A.A : Theme III Lecture, Part I - Pavement Maintenance, 6th ICSDAP vol. II
- 29) Liljedahl, B : Theme III Lecture, Part II - Pavement Rehabilitation, 6th ICSDAP vol. II
- 30) Marchand, J.P. and Ros, H : Theme III Workshop, Report - Pavement Management Systems, 6th ICSDAP vol. II
- 31) Queizoz, C. and Carmichael, F. : Theme III Workshop, Report - Pavement Management System Implementation, 6th ICSDAP vol. II

- 32) Roberts, R.L. and Acott, M. : Theme III Workshop, Report-Overlay Design Methods, 6th ICSDAP vol.II
- 33) Viljoen, A.W. and Strauss, P.J. : Theme III Workshop, Report-Overlay Design Concepts,
- 6th ICSDAP vol.II
- 34) Haas, R.G. : Theme III Chairman's Summary-Pavement Management and Rehabilitation, 6th ICSDAP vol.II

### フルデブス・アスファルト舗装設計施工指針（案）

B5版 42ページ 実費頒価 800円（送料は実費）・申込先（社）日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7

路床の上のすべての層にアスファルト混合物を用いたフルデブス・アスファルト舗装は、昭和40年代半ばから積極的な試みとして市街地道路を中心にシックリフト工法により施工され、実施例は数十例に及んでいます。

フルデブス舗装は、舗装厚が薄く、工種が单一化されることから、工期が非常に制約される箇所等に適用して有効であるが、またアスファルト舗装の修繕に伴って発生する舗装廃材の利用方法の一つとして、フルデブス舗装の路盤への再生加熱アスファルト混合物の利用が考えられ、省資源の観点から今後普及する可能性も大きい。

本指針（案）を、フルデブス舗装の設計施工に従事する関係者必読の書としておすすめします。

### 目次

#### 1. 総 説

1-1 フルデブス・アスファルト舗装の定義

1-2 適用範囲

#### 2. 構造の設計

2-1 舗装の構造

2-2 設計の方法

2-3 排水

#### 3. 材 料

3-1 概説

3-2 澄青材料

3-3 骨材

3-4 アスファルト混合物

4. 路床および路盤

4-1 概説

4-2 路床

4-3 路盤

5. 表層および基層

6. 品質管理および検査

6-1 概説

6-2 出来形および品質の管理

6-3 検査

7. 記録

# はじめての長崎

三宅 篤

建設省九州地方建設局  
長崎工事事務所長

## 1. はじめに

石油公団への出向を終え、平成元年4月、現職を拝命した。

石油公団は、かつて橋湾で石油のタンカー備蓄を行っており、また昨年4月には上五島に洋上石油備蓄基地を完成させているため、少しあは長崎に縁があるようであるが、私は、長崎を含め九州で勤務するのは初めてである。

長崎でしばらく生活してみると、従来長崎について抱いていたイメージが現実と異なっていたり、新たな認識をすることも多かった。

本稿では、このような長崎の印象や当方事務所業務の現況等について述べることとする。

## 2. 長崎の現状と印象

長崎県は、わが国の西端に位置している。しかし最果ての地ではないように思われる。ソウルは大阪と、上海は東京とほぼ等距離にあり、江戸時代には文字通り世界に対する日本の窓口、第二次大戦までは上海との定期航路の一端である等大陸との重要な結節点であった。現在でも、このような地理的条件のため、空からも海からも、近隣諸国の人々が多く長崎を訪れている。つい最近も大量の偽装難民が漂着する等、ある意味で長崎は、海外との大きな接点ではないかと考えられる。また、飛行機であれば1時間程度で韓国へ行くことができ、船でも、高速艇に乗れば、4時間で済州島まで行くことができる。観光を経済の大きな柱としている長崎県では、平成元年4月に環太村湾のリゾート構想が国の承認を得ており、リゾートの開発が盛んであるが、最果ての地ではないがゆえに、これらのリゾートは日本国内の他のリゾートだけではなく、韓国や中国のリゾートとも競わなければならぬ。特に韓国は、観光開発も盛んで、日本より基盤整備の速度も早く、強敵のようである。

次に、県土を概括して見ると、長崎県は、半島振興対策実施地域として指定されている北松浦、西彼杵、

島原等の半島や、五島、壱岐、対馬等の離島からなり、陸地面積は大きくないが、県土の広がりは、九州本土のそれに匹敵する程の大きさである。また、ほぼ全県がリアス式の急峻な地形をしており、地形の厳しさ、県土の広がりという点で、人、物、情報の交流において、大きなハンディキャップを負った県だといえる。ちなみに、長崎県の海岸線の長さは北海道に次いで2位、北方領土を除けば1位、島の多さ、漁港の数は1位である。

自然についていえば、日本で最初に国立公園に指定された雲仙、西海国立公園等多くの自然公園を擁するだけでなく、長崎市の中心から車で30分程度で、水の清らかな泳げる海にいける等、身近に美しい自然が残されている。離島の海は更に美しく、昨年の夏に家族で行った五島の海は、海水が淡水であったとすれば、そのまま飲むのに何のためらいもない程きれいであった。

長崎の海は、魚も豊富である。五島へは、東京から飛行機で釣り人がやって来るそうである。しかし離島まで行かなくても近場で十分満足すべき釣りが楽しめる。例えば、当事務所は長崎市東部に位置し、石油のタンカー備蓄が行われた橋湾を望む丘の中腹にあり、ふもとの海岸の漁港では夏には防波堤からキス、小アジ等が連れ、岸から1km程沖に出れば、30cm級のアジや、40cm級のマダイも釣れる。ちなみに、小学校1年生の我が息子は、橋湾口付近で38cmのマダイを釣った実績を持っている。

橋湾から西へひと山越えると長崎市の中心である。

長崎の街は、長崎港の湾奥部付近から浦上川沿いに南北に長く延びる谷間と中島川沿いに東に短く延びる谷間を中心とし、これらを囲む山々の中腹あるいは山頂近くまで住宅等の建物が広がっており、また、周辺の山間部や山頂近くの比較的傾斜の緩やかな土地においては、飛地的に団地開発が行われている。

最近大規模に再発された一部の団地を除けば、多くの人々が、車を横付けすることもできず、また、階段

を通らなければたどり着けない家に住んでいる。従って、長崎においては車の保有率が非常に低く、また自転車に乗れる人の割合が他地域に比べて低いようである。

しかし、モータリゼーションの波は長崎にも確実に押し寄せてきており少ない道路に車が殺到するため、長崎駅前国道206号の交通量は九州で最大である。また、車の利用に不便な斜面の家々では、若者が車の持てる家に出ていき居住者の老齢化が進みつつあり、将来社会問題化する恐れもあるとのことである。交通問題とともに、斜面街区の活性化も長崎の大きな課題である。

長崎は広島とともに原爆により大きな被害を受けたが、意外であったのは、広島は原爆によりほぼ全市域が破壊されたのに対し、長崎においては一部地域は壊滅的破壊から逃れていたということである。これは、広島の街が大きな1つの谷に広がっていたため、全域が熱線と爆風を直接受けたのに対し、長崎では、街が大きく2つの谷に発達していたために、一方の谷の中心に落とされた原爆の破壊力は谷を隔てる山に遮られ、もう一方の谷に大きな被害を与えなかった。そのため、多くの文化遺産が救われたのである。

長崎県の現状を以上のように概観すると、地域を活性化するとともに、豊かで、うるおいのある地域づくりのためには、県内外各地を連絡する幹線道路の整備が非常に重要であると考えられるが、その際、美しく豊かな自然、長期にわたる南蛮貿易の歴史と文化遺産、リアス式海岸湾奥の谷間及び山腹を被うように発達した特異な街並、これらを守り、活かす配慮も必要だと考えられる。

### 3. 景観に配慮した歩道舗装

当事務所では、今年度工事として、国道34号の終点に当たる長崎県庁と長崎市役所間約770mの歩道舗装をカラーブロックにより打替を行った。この区間は市の中心的な地域にあり、また、本年夏には長崎市において旅博覧会が開催される予定にもなっているため、そのデザインには意を尽くしたところである。この舗装の良さについては何らかの形で市民にPRしたいと考えていたところであるが、工事途中の段階から記者の目に止まり、優良デザインとして新聞に取り上げられたので、その考え方を紹介したい。

県庁、市役所間は、出島から、メガネ橋の中島川右

岸に沿って谷の上流に延びる地域で、現在は、官庁街と業務地域が一体となっている地域である。この地域では、建物はほとんどがビルにてて替っており、白、灰色、を主体とした中に、一部、ベージュやレンガ色の建物やベージュの歩道橋等暖色系の建物が混在している。そのため、ブロックの色、組み合わせを決める上で次のような条件を設定した。

- (1) 歩道は、この地域の景観を構成する一要素ではあるが、主役ではなく、地域の基盤的な施設であるため、目立たず、控え目で清潔な感じを与えるものとする。
- (2) 背景に有る色を使うとともに、鮮やかな色、原色は避ける。
- (3) 組み合わせによる模様は、目がちらつく程の細かいもの、形が目立つ大きいものは避け、適度な大きさのパターンとし、その繰り返しにより、快いリズムが感じられるものとする。
- (4) この地域は官庁、業務地域として、一つの同質のイメージを持った地域であると考えられるため、全線にわたり同じデザインとする。
- (5) 多くの色を用いない。

以上の条件に合わせ、白、灰色、ベージュのブロックを組み合わせたデザインを採用した。

### 4. 高規格幹線道路

九州横断自動車道は、日本道路公団において事業中の武雄北方、大村間 $L=39.1km$ が平成元年1月26日に供用される予定であり、整備計画区间全てが完成となる。既定の基本計画区间である長崎市～長崎多良見間にについても早期に整備計画に移行すべく鋭意調査を進めている。一方、西九州自動車道は平成元年8月に佐世保市～武雄市間の基本計画及び整備計画が決定されるとともに、残りの区間の概略ルートが発表された。このうち、日本道路公団において事業中であった武雄佐世保道路 $L=22.1km$ は平成元年11月に全線供用された。これらの供用により、長崎県は本格的に高速交通体系に組み込まれることとなる。当事務所においても武雄佐世保道路の延伸部となる佐世保道路 $L=8.3km$ の整備を進めている。

### 5. 日見バイパス

一般国道34号は長崎市及びその周辺地域での東西方向の幹線道路となっている。しかしながら、長崎市周

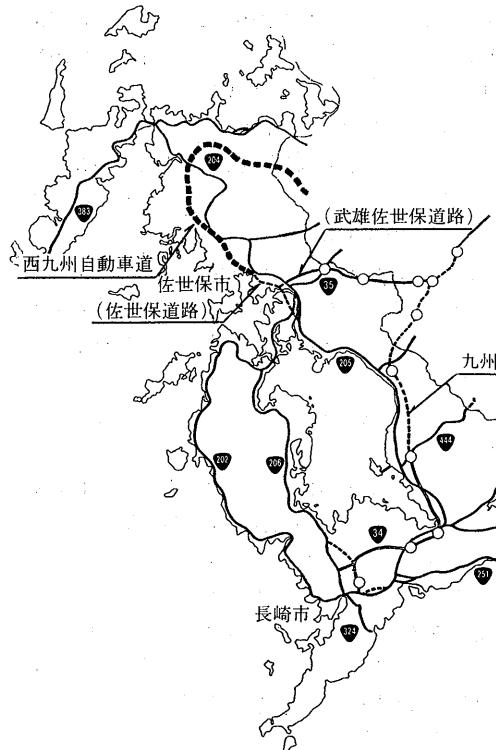


図-1 長崎県内の高規格幹線道路網

辺は慢性的な交通混雑を呈している。このため、長崎バイパス（有料）との分岐・合流点である市布交差点を立体化し、渋滞の解消を図るボトルネック解消事業及び長崎市田中町～馬町間の4車線化を図る日見バイパスL=7.1kmを事業中である。日見バイパスについては平成元年4月に市街地側の現道拡幅部8工区L=1.1kmが完成した。その整備にあたっては、電線類を地中化するキャブ事業を導入しあわせて路面電車の架線も中央懸架方式にするなど、観光都市長崎の景観形成に配慮したものとなっている。

#### 6. 長崎地域幹線道路網計画

九州横断自動車道の大村武雄北芳間が平成元年1月に供用されると、横断道に係る県内残事業は昭和45年に基本計画が決定されてい

る長崎市域の約10kmのみとなる。この区間についても地元から早急な整備が強く求められている。しかし、高速道路をより市街地近くへと導入することは、長崎の道路事情を考えるといたずらに交通渋滞を増加させるおそれがあるため、都市域の関連幹線道路の同時又は先行的整備が必要と考えられる。このため、都市計画決定済みの長崎外環状線の整備のほか、外環状線と市中心部間の道路、長崎港の湾口部を短絡する道路等について検討を進めている。

#### 7. おわりに

長崎県においても、人々がゆとりや豊さを感じるには程遠い住宅、社会資本の状況であり、特に道路事業に対する地域の期待は非常に大きい。

地域の期待に応えるべく、予算の効率的の執行に努めているところであるが、着実に道路整備を進めるためには、与えられた予算の効率的の執行だけでなく、必要な予算を確保することが重要である。

日米貿易協議の場で、日本政府はもっと道路整備等の事業を行うべきだと米国から指摘されている。このようなことを外国から言われることは非常に残念であるが、もっともな指摘だと考えた日本人は少なくなかったのではないだろうか。多くの人々が声をあげ、このような意見をぜひ予算に反映させたいものである。

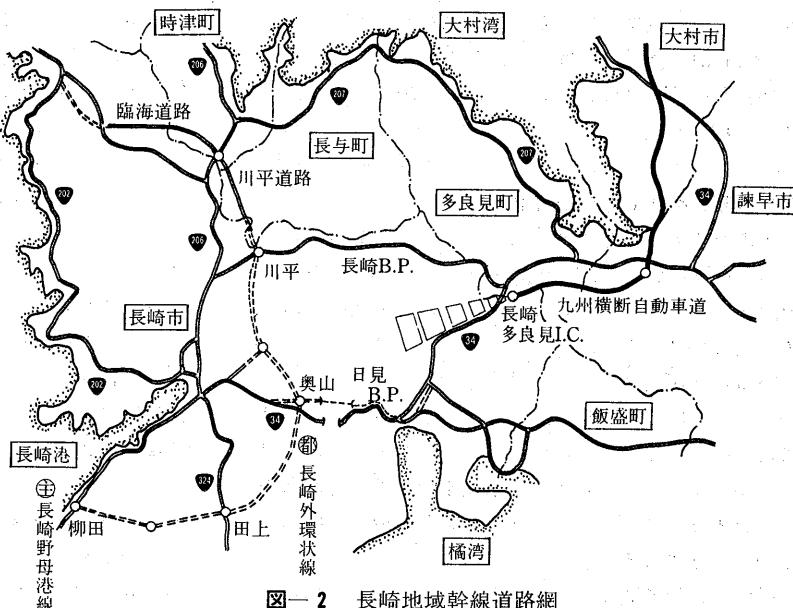


図-2 長崎地域幹線道路網

**歴青路面処理**

歴青材料を用いた通常3cm以下の表層と路盤から構成される舗装のことを歴青路面処理といいます。この舗装の設計や施工は『砂利道の歴青路面処理指針(昭和59年版)』(日本アスファルト協会)を参考に実施しているのが一般的であります。ここでは、対象とする道路の選択要因として①~④を挙げ、逆に設計段階で⑤~⑧のような要因が判明した場合には歴青路面処理を暫定的に施工する場合を除き、他の要綱類による舗装工法を奨めています。

- ①交通量がおおむね300台／日・2方向以下であり特に大型車交通量が、40台／日・2方向未満である。
  - ②車道幅員がおおむね4m未満である。
  - ③将来オーバーレイによる段階施工が可能な道路である。
  - ④供用開始後適切な維持管理ができる。
  - ⑤近い将来開発計画などがあり、交通量の増大が見込まれる。
  - ⑥人家連担部で将来の掘削が難しい場合や、暫定的に実施する本工法に相当の費用を要し、手戻りが大きいと予測される。
  - ⑦肉眼で観察しても路面のたわみが大きく、地質が非常に悪いと見なされる。
  - ⑧地形などにより経済的な排水処理ができにくい。
- 指針における設計の概要を示すと次のとおりであります。

舗装の構造設計は現地の視察評価と簡単な測定、調査を基に先ず①大型車交通量、②在来砂利層厚、③路床土の性質、の3項目の評価を行います。

**1) 大型車交通量**

大型車交通量の評価は、表-1に示す区分に従って評点を定めます。

**表-1 大型車交通量評価**

大型車交通量、台／1日・2方向	評 点
0	+3
1以上～10未満(昼間1時間当たり0～1台)	0
10以上～40未満(〃 2～4台)	-3

**2) 在来砂利層厚**

在来砂利厚評価は、施工区間の約100mごとに1箇所の割合で砂利層厚を実測し表-2に示す区分により評点を定めます。

**表-2 在来砂利層厚の評価**

在来砂利層厚 cm	評 点
25以上	+2
10以上～25未満	0
10未満	-2

**3) 路床土の性質**

路床土の性質評価は、表-3に従って、まず粒子の大きさから(A)砂質土(B)粘土質土に大別し、(B)は含水状態によってさらに2分し、それぞれ評点を定めます。

**表-3 路床土の性質の評価**

	土の分類	含水状態	評点
良	(A) 砂質土	—	+1
普通	(B) 粘土質土	含水量が比較的少ない	0
不良		含水量が多い	-1

**4) 総合評価点とグループ分け**

総合評価点は、次式を用いて求め、グループ分けは表-4により行います。

総合評価点=①大型車交通量の評点+②在来砂利層厚の評点+③路床土の性質の評点

**表-4 総合評価点の分類**

分類	グループI	グループII	グループIII
総合評価点	3以上	2～-1	-2以下

**5) 設計断面の決定**

次いで表-4の分類に基づき図-1に示すグループ別標準設計例を参考にし、経済的な断面を求めます。なお、総合評価点にかかわらず、大型車交通量が10～40未満(台／日・2方向)の場合には、グループIIIの断面構成にすることを奨めています。

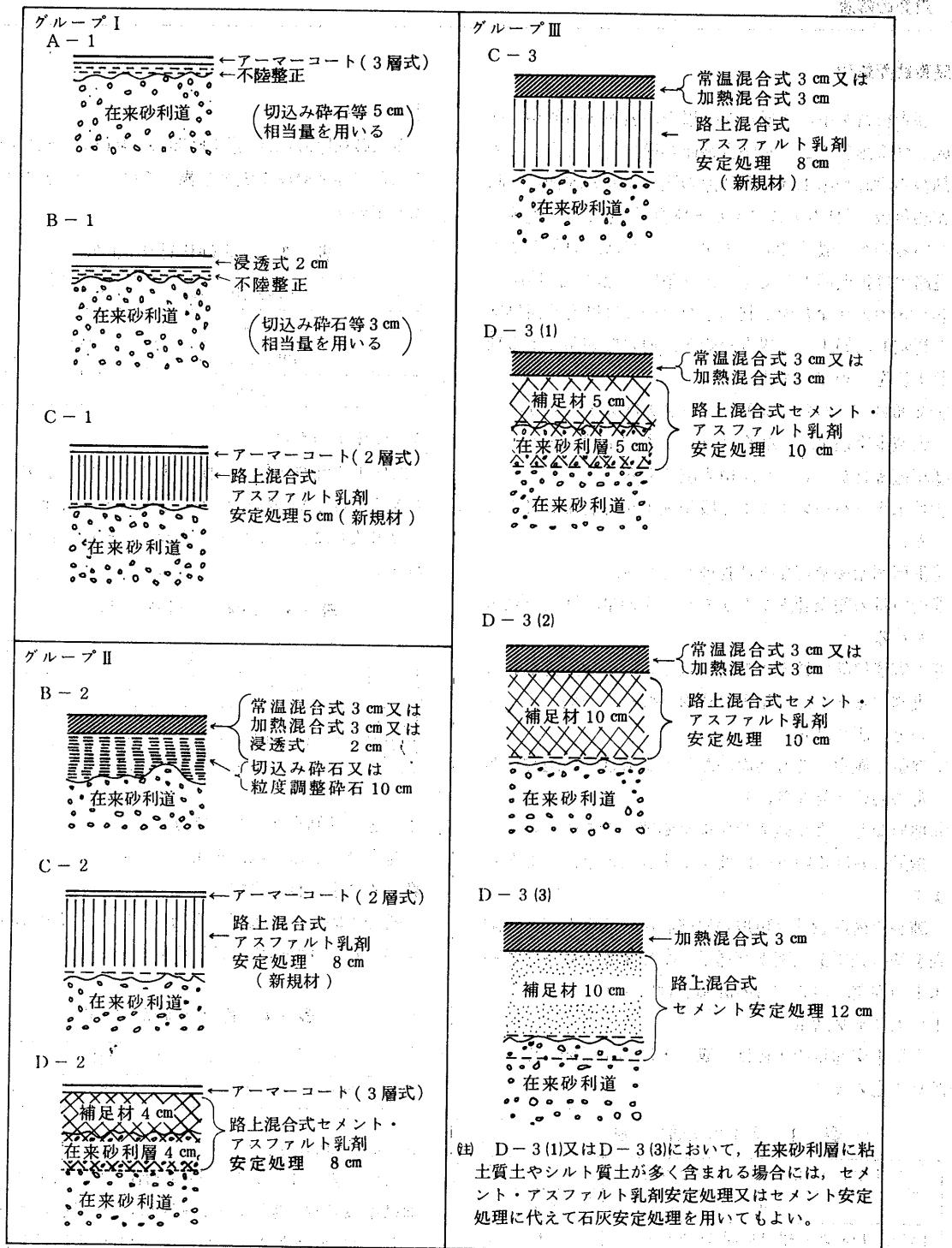


図-1 標準設計例 (社)日本アスファルト協会)

(小島逸平 熊谷道路技術研究所)

## 用語の解説

### ガラス転移点 (Glass Transition Temperature)

二次転移点 (Second Order Transition)ともよばれる。高分子物質を加熱した場合に、ガラス状のかたい状態からゴム状に変わる現象をいう。この温度において、比容(比体積)、膨張係数、比熱などの物理定数が変化する。アスファルトは非結晶質の高分子物質とみなされているが、やはり上述したようなガラス転移現象を示す。この温度以下ではアスファルトはガラス状、すなわち完全弾性体であって、スチフェス値は載荷時間の大小によらず一定、最大(よくいわれるよう約 $25,000\text{kg/cm}^2$ )となる。これはアスファルト中の分子のミクロな運動が緩慢になり、凍結状態になるためにおこる現象と解釈される。またガラス転移点より高い温度では縮合芳香族環分子、鎖状分子の熱運動が激しくなっていく。いわゆるアスファルトの粘弹性状が發揮される領域である。特にブローンアスファルトではかなりゴム弾性を示す。さらに温度が上昇すると、はっきりした融点(第一次転移点)を示すことなく、液状の領域(粘性領域)へ移行することは周知の通りである。ガラス転移点の測定方法はいろいろあるが、温

度を変えて比容を測定するのが一般的である。原理としては、試料アスファルトを入れて密閉したアルミニウム容器にガラス毛細管を接続し、一定速度で昇温または降温させていて、毛細管中の染色アルコールの変位を読みとてやればよい。昇、降温速度については、毎分 $2^\circ\text{C}$ 以下であれば測定精度にさしつかえないといわれる。図-1は舗装用石油アスファルトについてこのような測定を行なった代表例である。<sup>3)</sup>体膨張係数が変化する点、図中の屈折点での温度が、ガラス転移点( $T_g$ )である。昇温と降温の場合とで $T_g$ は異なるが、ふつう降温(冷却)のときの方が低い $T_g$ を示すことが多い。また当然のことながら、体膨張係数は $T_g$ をこえた高い温度域で、より大きい値を示すようになる。

各種アスファルトのガラス転移点について、廣瀬と和田が行った研究結果<sup>2)</sup>を表-1に示す。アスファルテンの量が少なくなるにつれて、ガラス転移点は低下している。 $T_g$ 前後の体膨張係数の差(傾きの差)は大きいものになることがわかる。アスファルテンは温度変化にきわめて鈍感な粉末であり、したがってアスファルテン100%またはこれに近いものの $T_g$ は測定不可能である。通常のブローンアスファルトはアスファルテン量が50%を越えることはまずないので、市販の工業用、舗装用アスファルトはガラス転移点は $0^\circ\text{C}$ 以下であると考えておいて差支えないであろう。

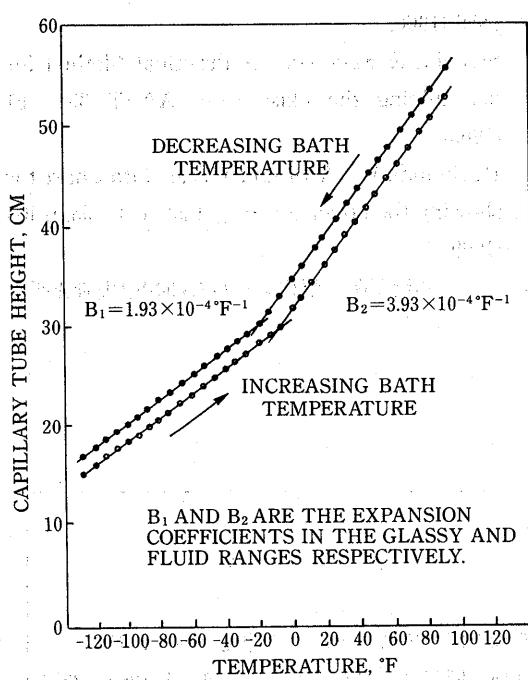


図-1 温度変化にともなうアスファルトの体膨張(代表例)<sup>3)</sup>

表-1 各種アスファルトの密度/ガラス転移点/体膨張係数

試 料	アスファルテン wt %	密 度 (20°C) g/cm³	ガラス 転移点 $T_g$ °C	体膨張係数 ( $10^{-4}/^\circ\text{C}$ )		
				$T_g$ 以下	$T_g$ 以上	差
A	アスファルテン	100	1.079	検出不能		
B	A:I = 3:1	75	1.053	"		
C		61.9	1.039	2	3.7	5.8
D	ブローン	58.6	1.034	0	3.8	6.0
E	アスファルト	57.1	1.030	-2	4.0	6.3
F		52.5	1.027	-6.5	3.9	6.6
G		50.8	1.026	-7.5	3.9	6.8
H	ストレート アスファルト	28.6	1.014	-22.5	3.7	6.9
I	マルテン (オイル分)	0	1.004	-37.5	3.4	7.6
						4.2

備考: 幹瀬、和田<sup>2)</sup>の作表(1960)を加工

表-2はSchmidtとSantucciが行った研究結果<sup>3)</sup>の集約であり、1966年当時の米国の舗装用アスファルト52種類について行なった膨大な調査結果である。T<sub>g</sub>については昇温／降温での平均値を採用している。これはおよそ-15°Cから-37°Cに分布しており(Schmidt氏によれば、原油が変れば同一針入度級であってもT<sub>g</sub>はこの位の巾で変動するとしている)、それらT<sub>g</sub>の平均値は-27°Cという低いものである。平均値 $\bar{x}$ における粘度をHeukelomのBTDチャート<sup>4)</sup>(本誌No.149、用語の解説参照)にあてはめて、その他の性状を求めるとき、およそ針入度90、軟化点47°C、フラーク脆化点-18°Cとなる。このフラーク脆化点と、ガラス転移点-27°Cとを単純に比較すると、ガラス転移点はフラーク脆化点よりもかなり低いものになるようである。

表-2 米国の道路用アスファルト52種類のガラス転移点／粘度

	ガラス転移点 T <sub>g</sub> °C	粘 度	
		poises @ 60°C	cSt @ 135°C
最大値 X <sub>max</sub>	-14.8	9570	745
最小値 X <sub>min</sub>	-36.7	546	160
平均値 $\bar{x}$	-26.9	2023	372
標準偏差 σ <sub>n-1</sub>	5.0	1698	137

備考：Schmidt, Santucci<sup>3)</sup>の作表(1966)から計算

Williams, Landel および Ferry の研究によると次式のような関係が成立するとしている。<sup>1),3)</sup>

$$\log \frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{C_1(T_2 - T_g)}{C_2 + T_2 - T_g} - \frac{C_1(T_1 - T_g)}{C_2 + T_1 - T_g}$$

ここで T<sub>g</sub> : ガラス転移点

η<sub>1</sub> : 温度T<sub>1</sub>における粘度

η<sub>2</sub> : 温度T<sub>2</sub>における粘度 (T<sub>2</sub> > T<sub>1</sub>)

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : 定数 (華氏温度でC<sub>1</sub> = 17.44,

$$C_2 = 92.88)$$

すなわち温度2点における粘度がわかれば、ガラス転移点を求めることができるという。ただし表-2の原データをこの式に入れて計算してもT<sub>g</sub>の実測値に近づけることは難しく、C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>を広い範囲で変動させる必要がある。係数の更なる見直しが必要であろう。

ガラス転移点が実際の利用面でどのような影響を与えるかについては、まだはっきりとしていない。ガラス転移点においては舗装用アスファルトは極限まで硬いものになっており、この温度以下では舗装は限度以上のひずみがかかるばたやすく破壊してしまうであろう。しかし実際に舗装が遭遇する最低温度は、用いられているアスファルトのガラス転移点(熱硬化によってオリジナルのT<sub>g</sub>よりも多少高くなっているとしても)よりもはるかに高いものであって、両者の間にはあまりに差があるようである。したがってガラス転移点と舗装のひび割れ、き裂を直接結びつけることは難しいと思われる。

#### 参考文献

- 1) Williams, Landel & Ferry : The Temperature Dependence of Relaxation ... J. Am. Chem. Soc. 77 p.3701 (1955)
- 2) Hirose & Wada : Glass Transition Phenomena and Rheological ..., J. Physical Soc. 15, 10 p. 1886 (1960)
- 3) Schmidt & Santucci : A Practical Method for determining the glass ..., AAPT 35, p.61 (1966)
- 4) Heukelom, W : A Bitumen Test Data Chart for showing the effect of ..., J. Inst. Petr. 55, p.404 (1969)

(高橋正明 昭和シェル石油(株)中央研究所)

#### 正誤表

アスファルト誌161号 P79 図-3の訂正

誤

タテ軸：回収アスファルトの針入度 (1/10mm) (25°C)

ヨコ軸：回収アスファルトの伸度 (cm) (15°C)

正

タテ軸：回収アスファルトの伸度 (cm) (15°C)

ヨコ軸：回収アスファルトの針入度 (1/10mm) (25°C)

お知らせ

### 「アスファルト」誌論文投稿要領について

社団法人 日本アスファルト協会  
編集委員会

拝啓 時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。

日頃は、「アスファルト」誌をご愛読いただきありがとうございます。

さて、弊協会編集委員会では、「アスファルト」誌の内容充実に努めて参りましたが、この度、広く皆様からの論文を受付ることになり、「アスファルト」誌論文投稿要領を作成いたしました。

「アスファルト」誌に投稿される論文は、学術研究論文だけでなくアスファルトの利用に関する論文でも結構ですので、「アスファルト」誌論文投稿要領をお読みの上どしどしご投稿いただきますようお願い申し上げます。

なお、「アスファルト」誌論文投稿要領並びに「アスファルト」誌執筆要領をご必要な方は、下記あてにご請求下されば、ご送付申し上げます。

敬具

記

請求先： 東京都港区虎ノ門2-6-7 和孝第10ビル

社団法人 日本アスファルト協会 事務局

TEL: 03-502-3956 FAX: 03-502-3376

## アスファルト誌論文投稿要領

### 1. 論文の内容

アスファルト誌に掲載される論文は、舗装、防水、電気的絶縁等の目的でアスファルトを利用するに連関する和文で記された論文とする。学術研究論文のみならず、実用面でアスファルトの利用に寄与する論文も含む。

原則として未発表の論文に限る。ただし、既発表論文であっても新たな知見が加味され再構成されたもの、いくつかの論文を統合して価値を高めたもの、審査を受けたことのないもの、読者の限定された刊行物にのみ発表されたもの等は、アスファルト誌編集委員会（以下、本委員会）の判断によりこれを掲載することができる。

### 2. 投稿資格

投稿資格は特に設けない。なお、著者名は原則として個人名とする。また、連名者は3名まで、したがって著者の合計は4名以内とする。

### 3. 査読

論文は、本委員会で査読を行い、アスファルト誌への掲載の可否を決定する。本委員会は、必要に応じて著者に内容を照会したは内容の修正を求めることがある。個々の論文ごとの査読者名および査読内容は公表しない。原稿に関する内容照会または修正依頼に対して30日以内に回答がない場合はその原稿は撤回されたものとみなす。

### 4. 論文の構成

論文は、論文題目、著者名、概要、キーワードおよび本文からなるものとする。アスファルト誌における論文1編の刷り上がりは10ページ以内（1ページ約2,000字相当）とする。

#### 4.1 論文題目：

なるべく簡潔なものとし、和文および英文で記す。

#### 4.2 著者名：

和文および英文で記す。英文の名前は、first name（名）、family name（姓）の順とする。また、著者全員の勤務先、役職、学位等および連絡先を付記する。

#### 4.3 概要：

研究の目的、方法、成果、考察等を300字以内で簡潔に記したものとする。

#### 4.4 キーワード：

論文の内容を的確に表現するキーワードを著者が3～5語付与する。ただし、本委員会において、これを追加、削除または変更することができる。なお、商品名はキーワードにできない。

#### 4.5 本文：

できるだけ簡潔かつ的確に表現された文章口語体を用いる。目的、方法、結果、考察、結論などの構成を明確にし、研究の重点がどこにあるのかを示す。単位は原則としてS I 単位系を用いるものとし、従来単位系を用いる場合はカッコ書きでS I 単位系を付記する。章、節、項の見出し数字、式番号、図表番号等の付け方、図表の作成方法、参考文献の記述方法等の細則は本委員会が別途定める「アスファルト誌執筆要領」に従う。

### 5. 投稿の手順

#### 5.1 投稿先：

論文は、「〒105 港区虎ノ門2-6-7 和孝第10ビル6F (社) 日本アスファルト協会 編集委員会」宛に提出する。

#### 5.2 用紙等：

原稿は、A4版の白紙を縦方向に使用しワープロを用いて横書きに取りまとめるものとする。第1ページ目には論文題目、著者名、概要およびキーワードを記し、本文は第2ページ目からとする。本文は、用紙の上下左の余白を各約30mm、右余白を約70mmとして、1ページ44行、1行24字で印刷する。表紙を第1ページとして用紙右上に順にページ番号を付す。表、図および写真はそれを番号順にそろえてまとめて1つの別冊とする。本文でこれらを参照する場合は当該箇所の右余白にそれらの番号を付記するものとする。

手書きによりアスファルト協会所定の原稿用紙等を用いる場合も上の規程に準ずるものとする。

#### 5.3 提出部数等：

原稿の正本は手元に残し、その写し（写真が含まれる場合は、焼き増しを行う）4部を本委員会宛に提出する。原稿は返却しない。原稿の受付年月日は本委員会に到着した日とし、著者に通知する。

#### 5.4 校正：

アスファルト誌に掲載することが決定した論文は、本委員会が事務的に編集作業を行なう。原稿が刷り上がった時点で本委員会は著者に校正刷を送付するので指定期間内に校正の上、返送をする。なお、校正時には印刷の誤り以外の大幅な変更はできない。

#### 5.5 別刷：

別刷は有料とし、著者校正時に必要部数を記した申込書を校正刷とともに本委員会に返送する。

### 6. 著作権

アスファルト誌に掲載された論文の著作権は著者に属し、その編集著作権は社団法人日本アスファルト協会に属するものとする。

## アスファルト誌論文作成例

FWDによる舗装のたわみ測定システムの開発に関する研究

4.1\*

Development of a Pavement Deflection Measurements System  
using the Falling Weight Deflectometer

北海太郎 Taro HOKKAI \*

北陸次郎 Jiro HOKURIKU \*\*

東海三郎 Saburo TOKAI \*\*\*

東南四郎 Siro TOUNAN \*\*\*\*

4.2\*

\* アスファルト大学助教授 工博 工学部土木工学科  
(〒△△△ ○○市○○区○○町○-○-○)

\*\* 歴青科学大学教授 工博 建設系

(〒△△△ ○○市○○区○○町○-○-○)

\*\*\* 歴史道路(株) 工事本部部長

(〒△△△ ○○市○○区○○町○-○-○)

\*\*\*\* 土瀬工業(株) 電気部

(〒△△△ ○○市○○区○○町○-○-○)

### 概要

本論文は、複重錘型のFWD (Falling Weight Deflectometer) を用いた、舗装の新しいたわみ測定システムを開発し、その特性や、実舗装におけるたわみの測定結果に基づき……………

4.3\*

………などがわかった。

### キーワード

4.4\*

アスファルト舗装、複重錘型FWD、非破壊試験、PMS

### 1. 緒言

道路や空港の滑走路などに用いられるアスファルト舗装の破損には様々な形態があるが、いくつかの観点からこれらを分類することができる。かつてHubbard<sup>1)</sup>が物理的な現象としての破損を発生形態別に……………

以下 4.5\*

(44行／ページ)

………P S I (A A S H O, 米国州道路技術者協会)<sup>6)</sup>, R C I (カナダ道路協会)<sup>7)</sup>, P S I (道路維持修繕要綱)<sup>8)</sup> などが、また、維持管理水準に基づくものとして、M C I ……………

(24字／行)

<石油アスファルト需給統計資料> その1

石油アスファルト需給実績（総括表）

(単位:千t)

項目 年 度	供 給					需 要					
	期初在庫	生 産	対前年 度 比	輸 入	合 計	内 需	対前年 度 比	輸 出	小 計	期末在庫	合 計
52 年 度	256	4,790	(115.3)	0	5,046	4,765	(116.2)	0	4,765	287	5,052
53 年 度	287	5,229	(109.2)	0	5,516	5,218	(109.5)	0	5,218	297	5,515
54 年 度	297	5,064	( 96.8)	1	5,362	5,138	( 98.5)	2	5,140	236	5,376
55 年 度	236	4,720	( 93.2)	1	4,957	4,703	( 91.5)	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	4,574	(100.3)	18	4,592	213	4,805
58年度上期	213	2,392	(111.1)	0	2,605	2,357	(110.7)	3	2,360	241	2,601
58年度下期	241	2,555	(103.6)	0	2,796	2,564	(103.8)	1	2,565	226	2,791
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	2,338	( 92.9)	0	2,338	294	2,632
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	5,034	( 96.4)	0	5,034	215	5,249
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	3,134	(116.2)	0	3,134	235	3,369
61 年 度	215	5,744	(114.2)	0	5,959	5,702	(113.3)	0	5,702	235	5,937
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	(101.5)	0	3,181	274	3,455
62 年 度	235	5,892	(102.6)	9	6,136	5,862	(102.8)	0	5,862	274	6,136
63. 7月	302	478	(107.2)	0	780	474	(101.7)	0	474	306	780
8月	306	502	(102.9)	0	808	494	(112.0)	0	494	310	804
9月	310	458	( 92.0)	0	768	475	( 94.8)	0	475	287	762
7～9月	302	1,438	(100.5)	0	1,740	1,443	(102.5)	0	1,443	287	1,730
63年度上期	274	2,754	(100.3)	3	3,031	2,735	(102.0)	0	2,735	287	3,022
10月	287	545	(108.6)	0	832	562	(108.7)	0	562	269	831
11月	269	583	(105.6)	0	852	567	( 97.3)	0	567	287	854
12月	287	550	(102.4)	0	837	580	(102.5)	0	580	262	842
10～12月	287	1,678	(105.4)	0	1,965	1,708	(102.5)	0	1,708	262	1,970
1. 1月	262	365	( 85.7)	0	627	340	( 91.4)	0	340	284	624
2月	284	453	( 94.2)	0	737	438	( 93.0)	0	438	300	738
3月	300	654	(100.9)	0	954	734	(109.4)	0	734	219	953
1～3月	262	1,472	( 94.7)	0	1,734	1,512	( 99.9)	0	1,512	219	1,731
63年度下期	287	3,150	(100.1)	0	3,437	3,220	(101.2)	0	3,220	219	3,439
63 年 度	274	5,904	(100.2)	0	6,178	5,954	(101.6)	0	5,954	219	6,174
1. 4月	219	583	(115.0)	0	802	493	( 98.8)	0	493	309	802
5月	309	385	( 97.7)	0	694	350	( 95.6)	0	350	343	693
6月	343	396	( 95.2)	0	739	403	( 94.2)	0	403	331	734
4～6月	219	1,364	(103.6)	0	1,583	1,246	( 96.4)	0	1,246	331	1,577
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

(注) (1) 通産省エネルギー月報 元年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。

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	内 需 量				対 前 年 度 比							
	ストレート・アスファルト			合 計	ストレート・アスファルト			合 計				
	道路用	工業用	計		道路用	工業用	計					
52 年 度	4,242	235	4,477	—	288	4,765	116.9	112.4	116.6	—	109.1	116.1
53 年 度	4,638	267	4,905	—	313	5,218	109.3	113.6	109.6	—	108.7	109.5
54 年 度	4,620	175	4,795	—	343	5,138	99.6	65.5	97.8	—	109.6	98.5
55 年 度	4,233	183	4,416	—	287	4,703	91.6	104.6	92.1	—	91.5	91.5
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	184	4,127	187	260	4,574	96.6	91.1	96.3	467.5	94.2	100.3
58年度上期	1,917	83	2,000	236	121	2,357	104.3	86.5	103.4	524.4	98.4	110.7
58年度下期	2,033	94	2,127	304	133	2,564	96.6	106.8	97.0	214.1	98.5	103.8
58 年 度	3,950	177	4,127	540	254	4,921	100.2	96.2	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	1,767	72	1,839	388	112	2,338	92.3	91.1	92.2	96.3	94.1	92.9
60年度下期	1,974	67	2,041	522	133	2,696	94.7	80.7	94.2	129.5	98.5	99.7
60 年 度	3,741	139	3,881	910	245	5,034	93.5	85.8	93.2	112.9	96.5	96.4
61年度上期	1,825	66	1,891	565	112	2,568	103.3	91.7	102.8	145.6	100.0	109.8
61年度下期	2,160	175	2,335	673	125	3,134	109.4	261.2	114.4	128.9	94.0	116.2
61 年 度	3,985	241	4,226	1,238	237	5,702	106.5	173.4	108.9	136.0	96.7	113.3
62年度上期	1,949	100	2,048	518	114	2,681	106.8	151.5	108.3	91.7	101.8	104.4
62年度下期	2,304	261	2,565	475	141	3,181	106.7	149.1	109.9	70.6	112.8	101.5
62 年 度	4,253	360	4,613	995	255	5,862	106.7	149.4	109.2	80.4	107.6	102.8
63. 7月	360	9	369	86	19	474	103.7	32.1	98.7	117.8	105.6	101.7
8月	333	40	373	101	20	494	105.0	166.7	109.4	124.7	105.3	112.0
9月	336	29	365	89	21	475	89.8	223.1	94.3	96.7	95.5	94.8
7～9月	1,029	78	1,107	276	60	1,443	99.1	120.0	100.4	112.2	101.7	102.5
63年度上期	1,988	166	2,154	464	117	2,735	102.0	166.0	105.2	89.5	102.6	102.0
10月	402	71	473	65	24	562	97.8	546.2	111.6	97.0	92.3	108.7
11月	432	29	461	80	26	567	98.9	65.9	95.8	102.6	108.3	97.3
12月	439	27	466	91	23	580	103.8	81.8	102.2	103.4	104.5	102.5
10～12月	1,274	126	1,400	235	73	1,708	100.2	141.1	102.8	101.7	100.0	102.5
1. 1月	177	51	228	91	20	340	83.9	96.3	86.4	107.1	99.9	91.4
2月	267	65	332	84	22	438	90.2	106.6	93.0	93.3	91.7	93.0
3月	601	13	614	94	26	734	114.5	23.2	105.7	138.2	118.2	109.4
1～3月	1,045	130	1,175	269	68	1,512	101.3	76.0	97.7	110.7	100.0	99.9
63年度下期	2,319	256	2,575	504	141	3,220	100.7	98.1	100.4	106.1	100.0	101.2
63 年 度	4,307	422	4,729	967	258	5,954	101.3	117.2	102.5	97.2	101.2	101.6
1. 4月	388	9	397	77	19	493	101.8	36.0	97.8	102.7	105.6	98.8
5月	275	6	281	52	17	350	97.9	60.0	96.6	91.2	94.4	95.6
6月	310	9	319	64	20	403	104.0	17.0	90.9	114.3	95.2	94.2
4～6月	973	24	997	193	56	1,246	101.5	27.3	95.2	102.7	98.2	96.4
7月	380	47	427	71	19	517	105.3	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

(注) (1) 通産省エネルギー月報 元年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、ブロード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-(ブロードアスファルト+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。

## アスファルト統計史

B5版・187ページ・実費価格 ¥3,000(送料実費)

申込先 (社)日本アスファルト協会  
〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7  
和孝第10ビル

我が国において、アスファルトが利用されてきたのは紀元前にまでさかのぼることが出来ます。

当時の利用目的は、防水・接着剤等に用いられていたようですが、今日では、道路用を始めとして工業用・燃焼用と色々な用途に用いられるようになり、需要量も増大してまいりました。

当協会の調査委員会において、我が国のアスファルト統計について資料の収集・整理に努めて参りましたが、ここに「アスファルト統計史」を30周年記念として出版することになりました。

アスファルトに関する統計としては、我が国唯一の資料であり、内容的にもきめ細かく取りまとめられており、関係者必携の書としておすすめします。

### 目次

#### I. 生産量

1. アスファルト年別生産量

2. アスファルト品種別月別生産量

3. 石油アスファルト月別生産量

4. 石油アスファルト品種別月別生産量

#### II. 内需量(販売)

1. アスファルト販売量

2. アスファルト品種別月別販売量

3. 石油アスファルト月別内需量

4. 石油アスファルト品種別月別内需量

#### III. 輸出入

1. アスファルト年別輸入・輸出量

2. アスファルト月別輸入・輸出量

#### IV. 在庫量

1. 石油アスファルト年別在庫量

2. 石油アスファルト月別在庫量

3. 石油アスファルト品種別月別在庫量

#### V. 販売量

1. 石油アスファルト品種別針入度販売量

2. 石油アスファルト品種別荷姿別販売量

3. 石油アスファルト地域別月別販売量

## 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
<b>(メーカー)</b>		
出光興産株式会社	(100) 千代田区丸の内3-1-1	03 (213) 3134
エッソ石油株式会社	(107) 港区赤坂5-3-3	03 (585) 9438
鹿島石油株式会社	(102) 千代田区紀尾井町3-6	03 (265) 0411
キグナス石油株式会社	(104) 中央区京橋2-9-2	03 (535) 7811
九州石油株式会社	(100) 千代田区内幸町2-1-1	03 (502) 3651
共同石油株式会社	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03 (224) 6298
極東石油工業株式会社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (270) 0841
興亜石油株式会社	(100) 千代田区大手町2-6-2	03 (241) 8631
コスモ石油株式会社	(105) 港区芝浦1-1-1	03 (798) 3200
三共油化工業株式会社	(100) 千代田区丸の内1-4-2	03 (284) 1911
昭和シェル石油株式会社	(100) 千代田区霞が関3-2-5	03 (503) 4076
昭和四日市石油株式会社	(510) 四日市市塩浜町1	0593 (45) 2111
西部石油株式会社	(100) 千代田区丸の内1-2-1	03 (215) 3081
ゼネラル石油株式会社	(105) 港区西新橋2-8-6	03 (595) 8300
東燃株式会社	(100) 千代田区一ツ橋1-1-1	03 (286) 5111
東北石油株式会社	(985) 仙台市港5-1-1	022 (363) 1111
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) 8311
日本鉱業株式会社	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03 (505) 8530
日本石油株式会社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (502) 1111
日本石油精製株式会社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (502) 1111
富士興産株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-3	03 (580) 3571
富士石油株式会社	(100) 千代田区大手町1-2-3	03 (211) 6531
三菱石油株式会社	(105) 港区虎ノ門1-2-4	03 (595) 7663
モービル石油株式会社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (244) 4691
<b>(ディーラー)</b>		
<b>● 北海道</b>		
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) 3906
葛井石油株式会社	(060) 札幌市中央区南4条西11-1292-4011	011 (518) 2771
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) 2361
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) 1561
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) 2895
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) 7587
レキセイ商事株式会社	(060) 札幌市中央区北4条西3	011 (231) 4501
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) 3976

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話	
<b>● 東 北</b>			
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) 3293共	石
カメイ株式会社	(980) 仙台市青葉区国分町3-1-18	022(264) 6111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) 9203共	石
コスマスアスファルト(仙台支店)	(980) 仙台市青葉区中央3-3-3	022(266) 1101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) 5951三	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) 2770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) 7561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) 1151三	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) 4866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) 1011日	石
宮城石油販売株式会社	(980) 仙台市宮城野区榴ヶ丘2-3-12	022(257) 1231三	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) 1491三	石
<b>● 関 東</b>			
朝日産業株式会社	(103) 中央区日本橋茅場町2-7-9	03(669) 7878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(553) 3001昭和シェル	
伊藤忠燃料株式会社	(107) 港区赤坂2-17-22	03(584) 8555共	石
梅本石油株式会社	(162) 新宿区揚場町2-24	03(269) 7541コスモ	
株式会社 木畑商会	(104) 中央区八丁堀4-2-2	03(552) 3191共	石
コスマスアスファルト株式会社	(104) 中央区八丁堀3-3-5	03(551) 8011コスモ	
国光商事株式会社	(164) 中野区東中野1-7-1	03(363) 8231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(551) 7131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(254) 9291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(294) 3961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(578) 9521出光	
大洋商運株式会社	(103) 中央区日本橋本町3-2-13	03(245) 1621三	石
竹中産業株式会社	(101) 千代田区鍛冶町1-5-5	03(251) 0185昭和シェル	
中央石油株式会社	(160) 新宿区新宿2-6-5	03(356) 8061モービル	
株式会社 トーアス	(160) 新宿区西新宿2-7-1	03(342) 6391共	石
東京レキセイ株式会社	(150) 渋谷区恵比寿西1-9-12	03(496) 8691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(591) 3401富士興	
東光商事株式会社	(104) 中央区京橋1-5-12	03(274) 2751三	石
東新瀝青株式会社	(103) 中央区日本橋2-13-10	03(273) 3551日石	
東洋国際石油株式会社	(104) 中央区八丁堀3-3-5	03(552) 8151コスモ	
東和産業株式会社	(174) 板橋区坂下3-29-11	03(968) 3101三共油化	
中西瀝青株式会社	(103) 中央区八重洲1-2-1	03(272) 3471日石	
株式会社 南部商会	(100) 千代田区丸の内3-4-2	03(213) 5871日石	
日東商事株式会社	(170) 豊島区巣鴨4-22-23	03(915) 7151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(551) 6101昭和シェル	
パシフィック石油商事株式会社	(103) 中央区日本橋蛎殻町1-17-2	03(661) 4951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(580) 5211富士興	
富士鉱油株式会社	(105) 港区新橋4-26-5	03(432) 2891コスモ	
富士石油販売株式会社	(103) 中央区日本橋2-13-12	03(274) 2061共	石
富士油業株式会社東京支店	(106) 港区西麻布1-8-7	03(478) 3501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
丸紅エネルギー株式会社	(101) 千代田区神田錦町3-7-1	03 (293) 4111モービル
三井物産石油株式会社	(101) 千代田区神田駿河台4-3	03 (293) 7111極東石
三菱商事株式会社	(100) 千代田区丸の内2-6-3	03 (210) 6277三石
ユニ石油株式会社	(101) 千代田区神田東糸屋町30	03 (256) 3441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) 1421三石
菱油販売株式会社	(160) 新宿区西新宿1-20-2	03 (345) 8205三石
菱洋通商株式会社	(104) 中央区銀座6-7-18	03 (571) 5921三石
瀧青販売株式会社	(103) 中央区日本橋2-16-3	03 (271) 7691出光
<b>● 中部</b>		
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) 1111コスモ
株式会社 澤田商行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (361) 7151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) 2588昭和シェル
三徳商事株式会社 名古屋支店	(453) 名古屋市中村区則武1-10-6	052 (452) 2781昭和シェル
株式会社 三油商會	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	052 (231) 7721コスモ
静岡鉱油株式会社	(424) 清水市袖師町1575	0543 (66) 1195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) 3514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) 1565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) 1721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) 3585共石
富安産業株式会社	(939) 富山市若竹町2-121	0764 (29) 2298昭和シェル
中西瀧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) 5011日石
松村物産株式会社	(920) 金沢市広岡2-1-27	0762 (21) 6121三石
丸福石油産業株式会社	(933) 高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2860昭和シェル
三谷商事株式会社	(910) 福井市豊島1-3-1	0776 (20) 3134モービル
<b>● 近畿</b>		
赤馬アスファルト工業株式会社	(531) 大阪市大淀区中津3-10-4	06 (374) 2271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) 2810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) 0031出光
木曾通産株式会社 大阪支店	(550) 大阪市西区九条南4-11-12	06 (581) 7216コスモ
共和産業株式会社	(700) 岡山市富田町2-10-4	0862 (33) 1500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) 2731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) 6262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) 1551昭和シェル
株式会社シェル石油大阪発売所	(552) 大阪市港区南市岡1-11-11	06 (584) 0681昭和シェル
昭和瀧青工業株式会社	(670) 姫路市北条口3-51	0792 (77) 5001共石
信和興業株式会社	(700) 岡山市西古松363-4	0862 (41) 3691三石
正興産業株式会社	(650) 神戸市中央区海岸通り6	078 (322) 3301三石
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) 0350富士興
千代田瀧青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-8-8	06 (358) 5531三石
株式会社ナカムラ	(670) 姫路市国府寺町72	0792 (85) 2551共石
中西瀧青株式会社 大阪営業所	(530) 大阪市北区西天満3-11-17	06 (316) 0312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) 5856富士興
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) 5195富士興
富士商株式会社	(756) 小野田市稻荷町6539	08368 (3) 3210昭和シェル

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話
平和石油株式会社	(530) 大阪市北区中之島3-6-32	06 (443) 2771 昭和シェル
株式会社 松宮物産	(522) 彦根市幸町32	0749 (23) 1608 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) 8073 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) 0555 共石
株式会社 菱芳礦産	(671-11) 姫路市広畠区西夢前台7-140	0792 (39) 1344 共石
<b>● 四国・九州</b>		
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) 3877 共石
今別府産業株式会社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4111 共石
株式会社 カンダ	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111 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) 4868 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) 7436 コスモ
サシヨウ株式会社	(815) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7615 富士興
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131 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) 1645 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) 6881 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) 4838 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) 1001 三石
烟磁油株式会社	(804) 北九州市戸畠区牧山新町1-40	093 (871) 3625 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) 7255 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) 7561 昭和シェル

編集顧問

多田宏行  
松野三朗

編集委員

委員長：舛田誠二	副委員長：真柴和昌		
阿部忠行	今井武志	白神健児	姫野賢治
荒井孝雄	金田一夫	田井文夫	藤井治芳
安崎裕	菅野善郎	戸田透	
飯島尚	河野宏	二宮嘉朗	
磯部政雄	小島逸平	野村敏明	

アスファルト 第162号

平成2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 03-502-3956

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 03-571-0997 (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 03-582-1938 (代)

ASPHALT

Vol.32 No. 162 JANUARY 1990

Published by THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION