

# アスファルト

第28巻 第144号 昭和60年8月発行

# 144

## 特集・アスファルト舗装技術の高度化に向けて

特集にあたって	多田 宏行	2
わが国の構造設計法に対する基本的考察	阿部 順政	3
舗装における新材料	飯島 尚	23
アスファルト舗装の施工管理の実態と今後の展望	山下 弘美	37
供用中の調査		
～路面評価システムと新しい路面性状測定手法の開発～	深沢 淳志	48
一般国道の維持修繕について	成田 保三	55
神奈川県における道路の維持補修	金野 正利・岩下 奉夫	63

会長就任のご挨拶 鹿島 實 1

〈工事報告〉

### アスファルトフェーシングにおける表面保護層の補修例

～山梨県藤木調整池表面保護層補修工事報告～ 武井 賢司・加形 譲 69

〈工事々務所長シリーズ・その25〉

鹿児島国道工事々務所の最近の話題 肥田 木修 77

〈用語の解説〉

B P N • P S V 小島 逸平 79

薄膜加熱試験・回転式薄膜加熱試験 井町 弘光 81

〈時事解説〉昭和60～64年度石油アスファルト需要見通しについて 82

〈統計資料〉石油アスファルト需給統計資料 86

協会だより 88

## ASPHALT

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



## 会長就任のご挨拶

(社)日本アスファルト協会

会長 鹿島 實

去る5月27日、昭和60年通常総会後の臨時理事会において玉河会長の後を受けまして、図らずも私が当協会の会長に選任されました。

アスファルト業界の多難な時期に、かかる重責を担うことになりましたが、当協会の一層の発展のために微力を尽くす所存でございますので、何分よろしくお願い申し上げます。

当協会は、申すまでもなくアスファルトを生産、販売いたしておる石油精製、元売会社全社及びアスファルトディーラーの有志によって構成されているアスファルトの供給者団体でありまして、アスファルトの品質の確保・改善、使用技術の向上等を図る目的で、昭和32年に設立されたものであります。最近ではアスファルトの当面する技術的課題の中で重交通舗装用セミプローンアスファルトの開発、フルデプス舗装技術の開発など長年懸案の問題の解決に努め、さらには斯界で極めて高い評価を賜っております「アスファルト」誌の内容の一層の充実を計るなど、おかげさまで会員の皆様の絶えざるご尽力と関係各位の温かいご支援のもとに、設立後四分の一世紀余りを経過いたしましたが、順調に発展いたして参っております。

アスファルトの内需量（燃焼用は除く）は、59年度442万トンで、53年度の522万トンをピークに近年漸減いたしておりますが、需要（燃焼用は除く）の90%を占める道路舗装用アスファルトは、本年度は6年振りに政府の道路予算が増額となり、その結果、内需量（燃焼用は除く）も資源エネルギー庁の見通しによりますと、昨年度の約2%増の450万トンと明るい見通しが得られております。

一方、アスファルトの供給につきましては、業界としては銳意安定供給に努めておりますものの、近年ご高承のように、中間留分の需要増、重油（とくにC重油）の需要減に対処して重質油留分の分解などが進んでおり、供給もややタイト気味に推移いたしておりますが、依然としてアスファ

ルトが石油製品の中でも不採算銘柄となっており、一部には残念ながらアスファルトに対する生産意欲の減退が見られます。しかし、アスファルト合材生産量7000万トン／年の中、アスファルトの占める割合はわずか5～6%にすぎませんが、アスファルトは良く骨材同志のバインダーとなり、道路となっては良くクッションの役割を果し、その上アスファルト道路工事期間の比較的短いことや車の乗心地の良さなどの多くの利点を考えますと、アスファルトは今後とも道路舗装の主流であり、またブローンアスファルトが建材・防水工事用として極めて有用な工業材料であることも論を待ちませんので、業界では、その品質向上・改善には一層の努力を払ってゆかねばならぬと考えております。

また、アスファルト道路のわだち掘れ、ひび割れ、摩耗現象の解決ならびにアスファルト舗装の再生技術の確立などは今後とも当協会が中心となって、関係官庁、研究機関、学・協会との連携のもとに推進してゆかねばならぬ問題であります。

会員各位におかれましては、業界をとりまく厳しい環境のもとで、日夜その経営に苦心されておられることと存じますが、アスファルトの持つ材料としての重要性と、これに関連する多くの問題を他との連携プレーで解決してゆかねばならぬ当協会の使命を再認識されまして、斯界発展のため一層のご努力とご協力をお願い申し上げる次第であります。

また、アスファルトの需要家、関係各位におかれましては、アスファルトの舗装材料、工業材料としての有用性をご認識賜り、アスファルト業界の実情を充分ご理解下さいまして、当協会ならびにアスファルト業界の発展のため、より一層の温かいご支援を賜りますようお願い申し上げましてご挨拶いたします。

(日本石油株式会社 常務取締役 工学博士)

## 特集にあたって

多田 宏行

(社)日本アスファルト協会顧問

わが国のアスファルト舗装の設計および施工は、一般にその技術的基準をアスファルト舗装要綱（日本道路協会）に拠っている。要綱は、舗装技術の向上に歩調を合せて数次の改訂を繰返しつつ、それぞれの時代の指導書としての役割を果して来た。

ところで、現在の要綱が昭和53年6月に刊行以来、既にかなりの年月が経過したために、その間の道路交通事情の変化、新材料あるいは新工法の開発等に伴った課題の整理・検討が求められつつある。すなわち、時代の推移に対応する舗装技術の高度化へ向けて、その内容の一層の充実が望まれる。

この特集は、このような背景のもとに企画されたが、各論については後にそれぞれの専門家による詳細な論述にゆずることとして、ここでは当面の課題の2、3についてふれることにより、特集の序論としたい。

まづ、構造設計について考察してみよう。わが国のアスファルト舗装の現行の構造設計法を要約すると、路床土の設計CBRと交通量の区分に応じて、舗装合計厚Hと加熱アスファルト混合物換算厚 $T_A$ とでもって舗装厚を規定している。

この手法の基本すなわち舗装の構成に各層の等値換算の概念が導入されたのは、昭和42年に改訂発行された要綱においてであって、以後は根本的な変更のないまま今日に至っているのである。

これは、1962年に公表されたアメリカのAASHO道路試験の成果に、わが国の経験を加えて構造設計法を大きく改良した画期的なものであった。

しかしながら当時から20年近くも経た現在では、交通の質および量のみならず道路をとりまく環境も大幅に変化しているうえ、この間に集積されたデータも多大となつたので、これらをふまえた見直しが必要な時期を迎えていると思われる。わが国の舗装技術にとって、極めて重要な問題であるだけに、広く活潑な論議がなされることを期待して止まない。

つぎに最近の舗装用新材料について注目したい。自動車交通に供用されるアスファルト舗装に発生するひびわれ、わだち掘れ、摩耗などの破損現象に対しては、数々

の対策が試みられているが、なかでも材料の改善による対応、いわば新材料の選択も問題解決への有力な手段として関心が集められている。

これを混合物のバインダーを例にとって見る。重交通道路における舗装の塑性流動に対しては、通常のストレートアスファルトをもってしては対応困難とする考えが一般化しつつあるようで、このため種々の改質アスファルトが開発され、その使用実績も増大している。

これらの材料の中には、品質規格が必ずしも整理されていないものや、施工性に改良の余地なしとしないものもある様であるが、今後はこれらの新材料が互いに競い合うことにより、それぞれの評価が定まってゆくことであろう。バインダーといわず、骨材といわず、有用と思われる材料は、現場において積極的に採り入れられ、適切な検討が加えられることを望みたい。

ところで、アスファルト混合物の品質をかなりの範囲まで自動制御できるプラントが普及し、また舗設現場では種々の工種に適合した高性能の施工機械が容易に調達可能となってきたため、舗装工事における施工技術は成熟期に達した感がある。

このような情況において、わが国の道路事情に照して特に改良が急がれる施工技術の一つは、舗装のパッチングからリサイクリングまでを含む補修工法であろう。

今や舗装のストックも龐大となり、そのリプレースの波が押し寄せて来つつあるとき、補修工事中の交通障害や沿道環境の問題を最少限にとどめる工夫が、従来にも増して強く要請される。このために、耐久性と施工性に富む材料と機動性の高い施工機械による新工法の開発に一層の努力を傾けなければならない。

また、適時適切な維持修繕を実施すること、換言すれば合理的な修繕の時期と内容を決定するためには、路面性状を的確に把握する必要があるが、その測定手法とデータ処理の技術は最近著しく進歩してきた。

これらの利用によって、大量のデータの収集・解析を前提とした路面評価システムの一層の充実が図られる筈であるが、この評価システムが、計画的かつ合理的な路面の維持管理に十分に活用されることこそが肝要であろう。

## わが国の構造設計法に対する基本的考察

阿 部 賴 政 \*

## 1. まえがき

昭和42年、アスファルト舗装要綱<sup>1)</sup>の改訂版発行にあたって、わが国の構造設計法は飛躍的な発展を遂げた。すなわち、海外の模倣にすぎなかった従来の設計法に代り、AASHO道路試験のデータを主にしたとは言え、わが国の実績も取り入れた独自の設計法を生みだしたからである。当時は、わが国の舗装延長が急速な伸びを始めた初期にあたり、この設計法の誕生はまさに時宣を得たものであった。以後、根本的な変更がないまま現在に至っており、この設計法に拠る舗装延長は12万kmという膨大な量に達している。

しかし、交通量の増大、社会情勢の変化は設計法に関する各種の問題を浮きぼりにし、昭和42年当時とは異なった観点から設計法を見直す必要のあることが認識され始めている。

本稿は、わが国の設計法につき、その成立過程と根柢、そしていくつかの問題点をとりあげ、あらためて基本的な考察を行なおうとするものである。

## 2. 構造設計法の変遷

アスファルト舗装の構造設計法は、1901年に発表されたマサチューセッツ公式により、初めて科学的な方向に歩み出したと言われている。1945年、Highway Research Boardの「たわみ性舗装委員会」でベンケルマンを中心としたレポート<sup>2)</sup>には、このマサチューセッツ公式を土台にして発展したダウンズ公式、スペングラー公式など22種類の舗装厚設計法が既存のものとして報告されている。

マサチューセッツ公式とは、「碎石舗装における鉛直方向の応力は、 $45^\circ$  の角度をもってひろがり、深さの 2 倍の 2 乗に相当する面積に分布する」とするもので、舗装厚は次の公式によって計算される。

t : 舗裝厚 (cm)

P : 輪荷重 (kg)

$q$  : 路床の支持力 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ),  $q$  は土質によって  
4 ~ 20 の値をとる。

(1)式を変形すると、 $P = (2t)^2 q$  となる。すなわち、輪荷重  $P$  は、深さ  $t$  の 2 倍の 2 乗 ( $(2t)^2$ ) に相当する面積と単位面積当りの路床の支持力  $q$  との積であらわされることになる。さらに言い換えれば、図-1において、輪荷重は、舗装により分散されて軽減され路床に伝達さ

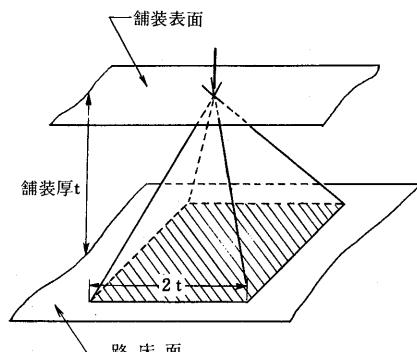


図-1 マサチューセツ公式

れるということである。いわゆる舗装の“荷重分散効果”的概念がすでにこの公式に盛り込まれていたと言えよう。また、舗装厚を決定する因子が、輪荷重と路床の支持力であることは、今日の設計基準と全く相違はない。

昭和25年に刊行されたわが国最初の「アスファルト舗装要綱」は、この時期の影響を多分に受けたものであり、マサチューセッツ公式とともに次のようなグレイ(Gray)公式を示して参考に供している。すなわち、図-2において、輪荷重Pは45°の角度をもって下層に均等に分散され、路床反力の総和と等しいと仮定すれば

$$P = \pi r^2 S = \pi (t + e)^2 S$$

$$\therefore t = 0.564 \sqrt{P/S} - e \quad \dots\dots\dots(2)$$

ここに、 $t$ ：舗装厚 (cm)

\*あべ よりまさ 日本大学理工学部助教授

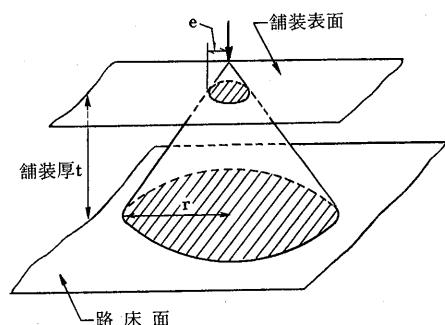


図-2 グレイ公式

$e$  : タイヤ接触面の等価半径 (cm)

$\pi r^2$  : 荷重分布面の面積 (cm<sup>2</sup>)

S : 路床反力強度 (kg/cm<sup>2</sup>)

以上のような公式は、いくつかの仮定を含むにしろきわめて論理的で説得力がある。したがって、現代の舗装技術者にもこの考え方方は生きており、後の弾性論による設計法へと発展していく。

しかしながら、実用的な観点からするとマサチューセッツ系の公式は次のような根本的欠陥があった。

- ① 輪荷重は大小様々で繰り返しがあるのにその概念が入っていない。すなわちPの代表値が決定できない。
- ② 路床の支持力Sが不明である。

このため、それ以後の研究は路床土の支持力評価に重点が置かれるようになり、平板載荷試験、三軸圧縮試験などの土質試験をもとにした設計法が次々と発表された。

現在までの舗装設計法の変遷を5つの時期に分けるとすれば、この時代の設計法を第一期とみることができよう。

一方、カリフォルニア州の道路技術者であるO.J. Porterは、1928年頃、路床土の支持力を相対的に比較できるCBR (California Bearing Ratio)という尺度を考案し、その後10数年の調査結果をもとに舗装厚設計曲線を発表した。この研究は、当時(第二次大戦開始直後)の米軍技術部隊(Corps of Engineers)に認められ、飛行場の舗装設計に広く採用されることとなった。これを契機として、CBR設計法は世界各国から注目され、その実績とあいまって道路舗装の設計における主役の座を獲得するに至った。第二期である。

CBR設計法は、前に述べた土質試験の延長上に分類されるものであるが、このように普及するようになった原因は簡便な試験法を開発したことと、供用中の舗装を詳細に調査したバックデータが豊富であったことがあげられる。すなわち、室内試験から現場試験への転換が

ここで見られるわけである。

わが国では昭和35年のアスファルト舗装要綱にこの設計法が取り入れられた。そして、現在でも総厚規定のHとして残っていることは周知のとおりである。

CBR設計法はこのように一時代を築く画期的な進歩であったが、次のような問題はまだ解決されていなかった。

- ① 輪荷重の破壊作用の数量化
- ② 表層および路盤材料の価値

すなわち、交通量(あるいは輪荷重)によって異なるいくつかの設計曲線を与えたが、その根拠は必ずしも明確ではなかったし、舗装厚は総厚だけを決定するものであり、表層や路盤の質は評価されていなかったわけである。終戦後、交通量の急激な伸びと輪荷重の増大は舗装の破壊を促進し、設計法はまた抜本的な改善を迫られるようになった。

1940年代後半、アメリカではバス・トラックなどの大型車保有台数が1000万台に達しようとしていた。加えて、輪荷重が増大の一途をたどり、舗装の破壊が著しく進行中であるとの認識が深まっていた。1946年、AASHOの道路輸送委員会の勧告を契機として、大規模な道路試験の計画が数多くの委員会によって検討され、1955年施工命令が下った。いわゆるAASHO道路試験である。

一般に科学の発達は理論が先行し、実験はその確認手段としての役割を果たすのが普通である。理学、工学の中で特に理論的な研究の困難な土木工学においても、この図式にあてはまる場合が多く、さらに経験工学と言われる舗装の設計においても理論的な考察を中心としたマサチューセッツ公式の発展としてCBR設計法が誕生した。しかし、AASHO道路試験の研究方法はこの常識的なパターンを完全に打破するものであった。すなわち、舗装の破壊に影響する因子をできるだけ多く抽出し(この辺に理論があると言えば言えるが……)、これらを組合せて作成したモデルの実験結果を統計的に処理して設計法を生み出そうとしたものである。また、舗装の破壊程度も物理的な尺度ではなく、運転者の主觀を数量化して判定している。

1962年、1000ページに及ぶ報告書が発表された。これは世界各国に空前の影響を与えた、以後10数年間、あらゆる舗装技術者の研究対象となった。第三期である。

わが国でも、高橋<sup>3)</sup>が中心となって報告書の概要を紹介し、これをもとにした竹下らの一連の研究成果<sup>4)</sup>は、昭和42年版アスファルト舗装要綱におけるTA法の導入という形で実を結んだ。以後、この設計法は現在に至る

までそのまま生き続けている。

AASHO 道路試験に関する検討がほぼ一段落した1970年頃、舗装構造を理論的に解析しようとする動きが活発化し始めた。いわゆる多層弾性論である。これは、研究者、技術者が潜在的に持っている理論に対する憧憬とともに、次のような事情があったためであろう。

- (1) AASHO 道路試験などの膨大な実験を行なってさえ、舗装設計に関する一部の問題を解決したにすぎない。すべての因子を実験によって検討することは不可能なので、適当な理論を導入し設計法を普遍化する必要がある。
- (2) 電子計算機の急速な発達により、弾性論の数値計算が比較的容易になった。

1963年、シェルが多層弾性論による設計法を発表し<sup>5)</sup>、Asphalt Institute の設計法<sup>6)</sup>も多層弾性論にその基盤を置くように改訂された。これと前後して開発されたいくつかの電子計算機用プログラムは、弾性論そのものを知らない技術者にも舗装体の応力やひずみの計算を可能にし、多層弾性論が新らしい構造設計法の主役の座を占めるようになった。第四期である。しかし、多層弾性論も万能ではなく、自然にさらされた舗装の特徴をすべて理論に取り入れることは不可能に近いため、目下、現実とのギャップを調整中という段階にある。

以上のような技術的流れとは別に、1970年代後半から経済性を特に重視した構造設計法が検討され始めた。第五期の時代と言えよう。「荒廃するアメリカ」<sup>7)</sup>で知られるところ、日本も含めて先進国は道路投資額が実質的に年々減少してきたため、限られた予算をいかに効率よく使うかの研究がさかんに行なわれるようになった。「舗装管理システム」は、この要望に添うものであり、構造設計にも「長期的な展望にたった経済性」という新らしい尺度が導入されるようになった。すなわち、現在では、舗装管理システム、多層弾性論そしてこれらを運用する電子計算機が中心となって構造設計の世界は動いている。

わが国の構造設計においてもすでに第四期、第五期の時代を迎つつあるが、これらを舗装技術向上の糧として正しく受け入れる意味でも現行設計法の再検討は最も重要な課題であろう。また、それには構造設計の基本となる理論的考え方、そして現行設計法の根拠となったAASHO 道路試験をまず考察しておくことが必要と思われる。

### 3. 構造設計の基本的考え方

多層弾性論が舗装の構造解析に利用されるようになったのは Burmister<sup>8)</sup>にその端を発する。彼は2層問題について理論解を求めるとき同時に、表面変位について実用に便利な図表を発表した。これをきっかけとして、2層問題、3層問題に対する応力、ひずみ、変位の図表、数表が次々と発表され、最近では電子計算機用のプログラムも容易に入手できるようになった。本章では、この多層弾性論を利用して舗装の構造設計に対する基本的な考え方を一覧する。

舗装の構造設計において基本となっている概念は、図-3のように、交通荷重が舗装によって広く分散され、十分に小さくなつてから路床に到達するという模式図であろう。この場合、舗装の義務は次の2点に要約される。

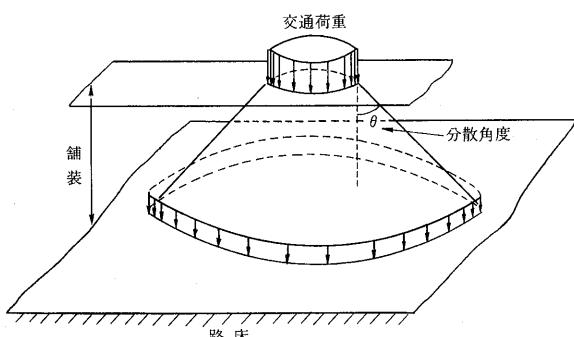


図-3 構造設計の基本的概念

(1) 路床の支持力とバランスするまで応力を軽減しなければならない。

(2) 舗装を構成する各層は、それぞれが分担する応力によって破壊してはならない。

マサチューセット公式や、グレイ公式は図の分散角度を45°と仮定していたわけである。

ここで、多層弾性論プログラム BISAR<sup>9)</sup>を使用して具体的な計算を行ない、この基本的概念の持つ意味を簡単に考察してみよう。計算条件は以下のとおりである。

- ① 輪荷重は5t、接地半径17cmの円形に等分布するものとする。
- ② 第一層（舗装）、第二層（路床）ともポアソン比は0.35とする。
- ③ 第一層のヤング率  $E_1$  (kg/cm<sup>2</sup>) は、25000, 5000, 1000の3種類とする。（それぞれ、アスファルト混合物、良質の碎石、山砂を想定し、25:5:1の大きさに簡略化したもの）

④ 第二層(半無限)のヤング率  $E_s$  ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )は、1000, 200とする。(それぞれ、比較的強い路床、弱い路床を想定したもの)

まず図-4の断面において、荷重の中心位置で深さZ方向の任意の位置における垂直応力を図-5に、路床面でx方向の任意の位置における垂直応力を図-6に示す。図-5で明らかのように、垂直応力は第一層のヤング率にかかわらず深さとともに急激に減少するが、路床面

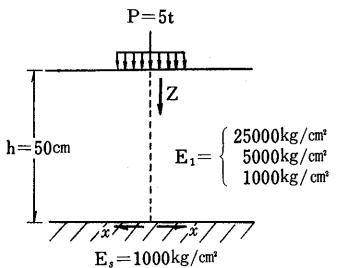


図-4 計算の対象とした断面

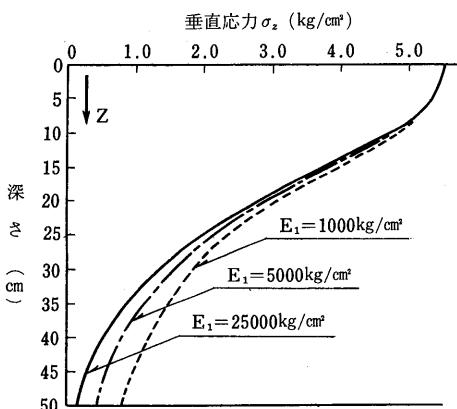


図-5 荷重直下各位置の垂直応力

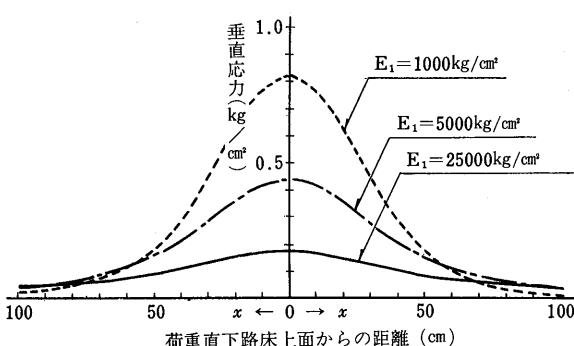


図-6 路床上面における垂直応力

(深さ50cm)に近づくにつれてヤング率による差が顕著になってくる。この差を路床面でみたのが図-6である。第一層のヤング率が小さい場合、荷重直下の応力はきわめて大きいが荷重直下から離れるにしたがって応力は急速に小さくなる。いわば応力が局部的に集中しており、この層は荷重分散効果が小さいと言える。路床の傷みやすいことは言うまでもない。一方、第一層のヤング率が大きい場合は、荷重直下の応力が小さく、直下から離れても応力はあまり変化しない。つまり広い範囲に荷重が分散されているわけである。

以上の結果は路床のヤング率が  $1000 \text{ kg}/\text{cm}^2$  の場合である。路床のヤング率がさらにその5分の1の  $200 \text{ kg}/\text{cm}^2$  になると、分散の傾向は変わらないが路床面上の応力はそれぞれ2分の1程度になる。すなわち、弱い路床では応力を分担する割合が小さくなり、その分、舗装の分担する応力が大きくなる。

多層弾性論では応力が隅々まで伝播することになっているので荷重分散の角度という概念はないが、グレイ公式などとの比較のため近似法によって上記の例の分散角度を推定してみよう。その手順と方法は以下のとおりである。

- ① 荷重直下の路床面に作用する垂直応力  $\sigma_{z \max}$  の2分の1を平均応力  $\sigma$  ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) とする。
- ② 路床面で応力が分散された面積を  $A$  ( $\text{cm}^2$ ) とし、 $\sigma = 5000 \text{ (kg)}$  とおいて  $A$  を求める。
- ③  $A$  を半径  $r$  (cm) の円の面積と仮定し、 $r$  を求める。
- ④  $\tan \theta = (r - 17)/50$  とし、分散角度  $\theta$  を求める。

以上のようにして求めた  $\theta$  の値を表-1に示す。  $\theta$  は第一層と第二層のヤング率の比によって決定すること、比の値が大きくなるほど  $\theta$  の値も大きくなる（荷重分散

表-1 荷重分散角度

$E_1 (\text{kg}/\text{cm}^2)$	1000	5000	25000
$E_s (\text{kg}/\text{cm}^2)$			
200	54°	67°	77°
1000	42°	54°	67°

効果が大きい) ことなどが読みとれよう。マサチューセッツ公式、グレイ公式では  $\theta$  を  $45^\circ$  としていた。この値はヤング率の比が  $1:1$  (一様地盤,  $42^\circ$ ) と  $5:1$  ( $54^\circ$ ) の場合の間にあること、当時は砂利道が主であったこと、 $45^\circ$  という角度は計算がしやすいことなどを考慮すると、ほぼ妥当な数値だったようである。

さて、今度は路床面の応力に着目して舗装の厚さを検

討してみよう。図-7において、同一路床上にヤング率の異なる3種類の舗装を想定する。(a)はヤング率 $E_1 = 25000 \text{ kg/cm}^2$ の材料を使用した厚さ25cmの舗装で、5tの荷重を作用させたとき路床上面に $0.59 \text{ kg/cm}^2$ の垂直応力が生じる。いま、(b)の舗装で厚さを種々に変えて路床上面の垂直応力を計算し(図-8)，応力が $0.59 \text{ kg/cm}^2$ になる厚さを求めると43cmとなる。同様に、(c)では61cmが得られる。

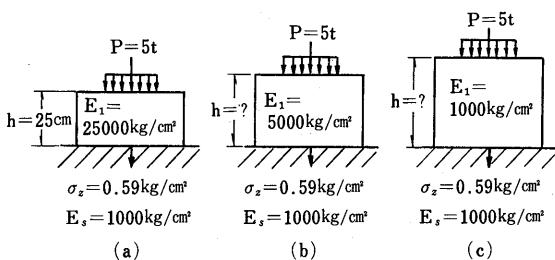


図-7 計算の対象とした断面

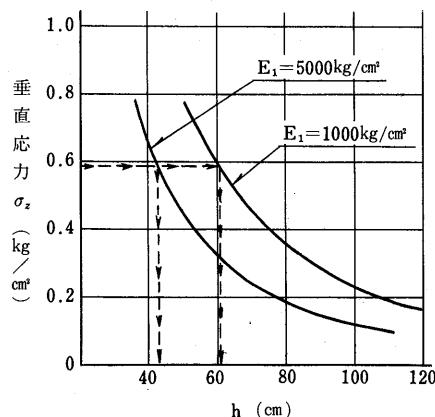


図-8 舗装厚 $h$ の求め方( $E_s = 1000 \text{ kg/cm}^2$ )

以上をまとめると、路床上面に作用する垂直応力を基準にとった場合、ヤング率 $E_1 = 25000 \text{ kg/cm}^2$ の材料25cmに相当する舗装厚は、 $5000 \text{ kg/cm}^2$ の材料で43cm、 $1000 \text{ kg/cm}^2$ の材料で61cmということである。

路床の支持力が変ると舗装厚も異なってくる。これまでの例は路床のヤング率を $1000 \text{ kg/cm}^2$ として舗装厚の計算を行なってきたが、これを $200 \text{ kg/cm}^2$ として求めた場合も含めて表-2に示す。

このように、路床面の応力は路床の支持力と舗装材料の種類、厚さによって変動するが、CBR設計曲線はこ

表-2 舗装厚 $h$ の計算結果

$E_1 (\text{kg/cm}^2)$	25000	5000	1000
$E_s (\text{kg/cm}^2)$	200	25	45
	1000	25	43

(単位：cm)

のうち路床の支持力と厚さのみに着目したものであったと言えよう。粒状路盤を主に考えていた当時としては以上の2因子を決定すればそれで十分だったわけである。そして、層を構成する材料の価値を明らかにしたのがAASHO道路試験であった。

これまで、路床上面に作用する垂直応力を考察してきたが、次に舗装表面の変位(たわみ)を基準にとって同様に検討してみよう。図-7(a)の表面変位は路床のヤング率を $200 \text{ kg/cm}^2$ としたとき $1.19 \text{ mm}$ と計算される。この値をとる(b), (c)の舗装厚を求めれば、それぞれ51cm, 300cm以上が得られ、垂直応力の場合とはかなり異なった値となる(表-3)。このように多層弾性論による設計法においては何を基準にするか(舗装破壊の原因を何とみるか)によって設計厚も変わってくる。一般に、表面変位、路床上面に作用する垂直応力(あるいは垂直ひずみ)、アスファルト層下面に生じる引張応力(あるいは引張ひずみ)などが基準として採用されている。

表-3 表面変位から求めた舗装厚 $h$ (cm)

$E_1 (\text{kg/cm}^2)$	25000	5000	1000
$E_s (\text{kg/cm}^2)$	200	51	300 以上
	1000	133	—

(単位：cm)

次に、図-9(a), (b)のような舗装をモデルとして考える。(a), (b)の相違は、上層と下層のヤング率が逆転していることだけである。この両者について、荷重直下深さ方向の各位置における垂直応力を図-10に示す。(a),

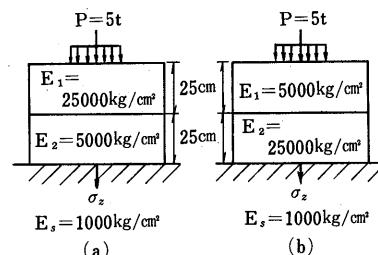


図-9 計算の対象とした断面

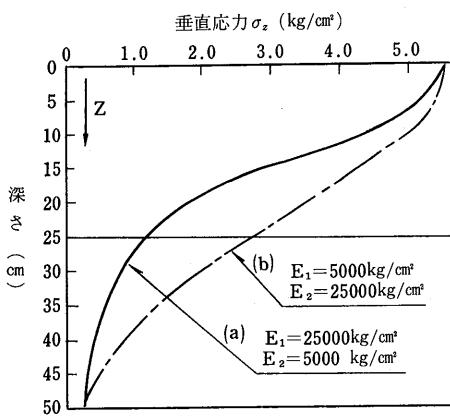


図-10 荷重直下各位置の垂直応力

(b)いずれの場合にも路床上面に作用する応力は等しい。したがって、路床の安全のみを考えるのであれば(a), (b)に差はないと言えよう。しかし、舗装内部の応力は、全般的に(b)の場合がかなり大きい。これは、(b)の舗装自体が破壊しやすいということであり、前に述べた舗装の義務の第2項「舗装を構成する各層は、それぞれが分担する応力によって破壊してはならない」に抵触する可能性が高くなる。一般的な舗装は、路床の上に山砂利、碎石、アスファルト混合物と順に質の高いものを積み重ねる構造となっているが、この理由の一端は図-10から明らかであろう。

舗装体内部の応力に関してはもう一つ重要な問題が残っている。これまで、垂直応力だけで考察してきたが、図-9(a)の場合のように上層の剛性が高い場合はその下面（この例では深さ25cmの位置）に水平方向の引張応力が生じる。アスファルト混合物の引張強度は圧縮強度の10分の1程度であるため、ここに生じる引張応力はクラック発生の主因と考えられている。要綱の表層+基層の最小厚規定は、この引張応力に対処したとみることもできよう。

最後に、多層弾性論による構造設計の一般的手法を紹介する。図-11の舗装構造において、各層のヤング率とポアソン比、層厚が既知であれば、これまで述べてきたような方法によって表層下面の引張応力  $\sigma_t$ 、路床上面の垂直応力  $\sigma_z$  が計算される。この  $\sigma_t$  (または  $\sigma_z$ ) が作用したとき何回で表層 ( $\sigma_z$  では路床) が破損するかを示す  $\sigma_t$  と  $N$  ( $\sigma_z$  と  $N$  も同様) の関係は数多くの実験式が発表されており、図-12のように両対数紙上で一般に直線となる。任意の  $\sigma_t$  に対する  $N$  は簡単に求めることができ、これが所期の目的に合致しなければ舗装厚を変更して再

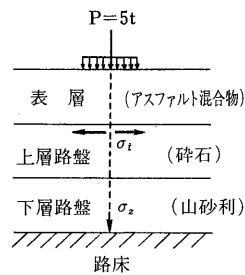


図-11 多層弾性論のモデル断面

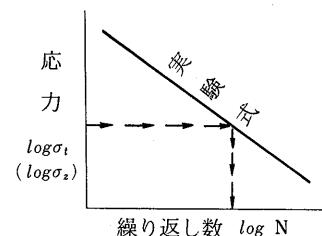


図-12 破壊までの繰り返し数Nの求め方

計算すればよい。

以上のように、多層弾性論による設計法の原理は単純で、舗装技術者の描いているイメージをそのまま具体的に計算するだけに理解も容易である。しかし、これまで既知としてきたヤング率の決定や実験式の取り扱い方、現場との整合性などにまだ未解決の問題があり、研究が継続されている。

#### 4. AASHO 道路試験

AASHO 道路試験で実施されたアスファルト舗装に関する試験は次のとおりである。

試験-1 舗装構成因子の組合せ試験

試験-2 路肩舗装の試験

試験-4 上層路盤の試験

試験-5 舗装の季節的強度変化に関する試験

試験-6 表面処理の試験

以上のうち、わが国の設計法に大きな影響を与えたものは「舗装構成因子に関する組合せ試験」と「上層路盤の試験」の結果である。すなわち、前者は輪荷重の換算則（交通荷重の破壊作用は輪荷重の4乗に比例する）と設計曲線（T<sub>A</sub>式）、後者は等値換算係数の根拠となった。なお、試験-1～6に供された試験区間の総数は468という膨大なものであった。このうち、試験-1、試験-4の試験条件をまとめて表-4に示す。

表-4 AASHTO道路試験の舗装構造

ループ	車線	軸荷重 (t)	舗装厚(cm)					
			試験-1			試験-4		
			表層 路盤	上層 路盤	下層 路盤	路盤材料	表層 路盤	上層 路盤
2	1	S 0.9	2.5 5.1	0 7.5	0	—	—	—
	2	S 2.7	7.6	15	10	—	—	—
3	1	S 5.5	5.1 7.6	0 7.5	0 10	碎砂石 アスファルト安定	7.6	5 36
	2	T 10.9	10.1	15	20	セメント安定	—	0
4	1	S 8.2	7.6 10.1	0 7.5	10 30	碎砂石 セメント安定	7.6	5 40
	2	T 14.5	12.7	15	30	セメント安定	—	10
5	1	S 10.2	7.6 10.1	7.5 15	10 20	砂利 アスファルト安定	7.6	7.5 46
	2	T 18.2	12.7	23	30	セメント安定	—	10
6	1	S 13.6	10.1 12.7	7.5 15	20 30	碎砂石 アスファルト安定	10.1	7.5 48
	2	T 21.8	15.2	23	40	セメント安定	—	10

\* Sは単軸、Tはタンデム軸を示す。

### (1) サービス指数

試験舗装区間の供用性評価には、いわゆるサービス指数が採用された。これは、AASHTO道路試験に先だって開発された舗装の評価法で、利用者の快適な走行性を提供することが舗装の役割であるという考え方を基盤としている。その作成にあたっては、まずHRBの要請によって選ばれた道路利用者の代表、すなわち道路行政、維持補修、建設資材供給業、運送業、道路教育、自動車製造業などに従事しているメンバーに依頼し、指定区間（アスファルト舗装74区間）の乗心地を表-5のような5点法で採点してもらった。そして、各区間ごとに点数を平均しそれをその区間の「測定時サービス性能評価（P S R）とした。一方、舗装の破壊に関係する物理的な尺度であるひびわれ、パッキング、凹凸などをそれぞれの区間で測定し、P S Rとの相関関係を調べた。

表-5 舗装の供用性の評価

P S R	評価
5 ~ 4	秀（非常に良好）
4 ~ 3	優（良好）
3 ~ 2	良（普通）
2 ~ 1	可（悪い）
1 ~ 0	不可（非常に悪い）

図-13～15は、（凹凸度の分散）、（わだち深さ）<sup>2</sup>、（ひびわれ度とパッキング度の平方根）とP S Rの関係をプロットしたものである<sup>3)</sup>。図から明らかなように、P S Rは凹凸度とはかなり高い相関があるが、わだちやひびわれとはあまり関係がありそうに思えない。しかし、AA

SHOでは、これらを回帰分析して得られた次の式を採用して舗装の評価を行なった。

$$\text{PSI} = 5.03 - 1.91 \log (1 + \bar{SV}) - 0.01 \sqrt{C+P} - 0.21 \overline{RD}^2 \quad \dots \dots \dots (3)$$

ここに PSI : サービス指数

SV : 凹凸度の分散の平均値

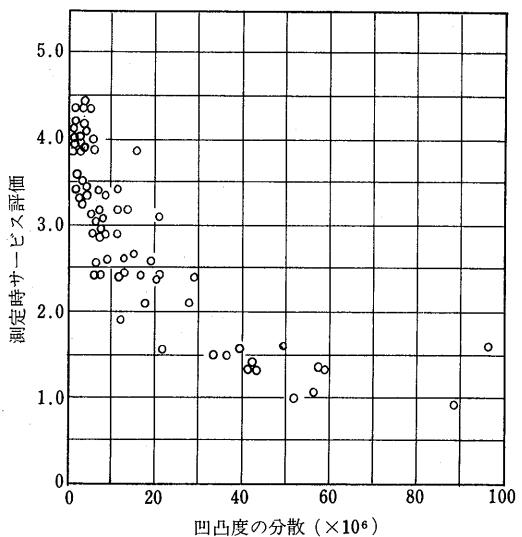
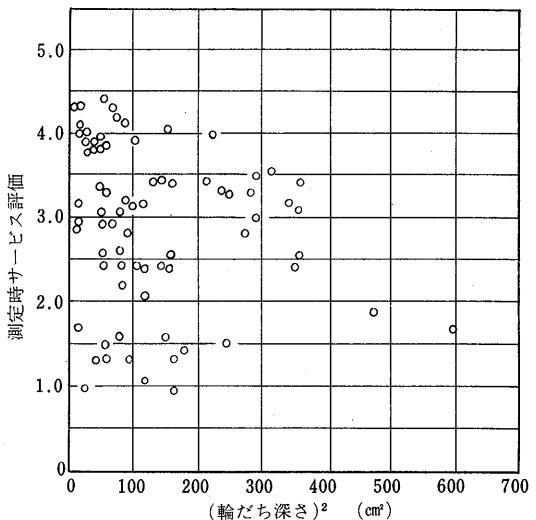
C : 舗装面のひびわれ度

(m/1000 m<sup>2</sup>)

P : 舗装面のパッキング度

(m/1000 m<sup>2</sup>)

RD : わだち掘れ深さ (cm)

図-13 測定時サービス評価と凹凸度の分散<sup>3)</sup>図-14 測定時サービス評価と(輪だち深さ)<sup>2</sup><sup>3)</sup>

## (2) 等値換算係数

試験-4では、表層、上層路盤、下層路盤の厚さ、載荷軸重を変え、上層路盤材料である碎石、砂利、セメント安定処理、アスファルト安定処理の試験を行なっている。結果の一例を図-16に示す。図において、輪荷重5t(横軸)に着目すると、表層厚7.6cm、下層路盤厚10cmのとき、上層路盤にアスファルト安定処理を約18cm使用すれば、サービス指標が2.5に低下するまでに5t輪荷重を約110万個通すことができると解釈できる。セメント安定処理では25cm、碎石では40cmと同様に読みとれる。

すなわち、運転者に同一のサービス性を与えるようとするときは、アスファルト安定処理18cmに相当するセメント安定処理は25cm、碎石は40cmであることを意味している。言い換えれば、それぞれの層1cm当りの相対的価値は1/18:1/25:1/40となる。この比率は、軸重、表層厚、下層路盤厚などの影響により必ずしも一定ではないが、AASHTOではこれらをまとめて表-6の数値を示している。

わが国で使用している等値換算係数がこの延長上にあることは言うまでもない。

## (3) 輸装厚指数

CBR設計法は、輸装の総厚を重視したいわば量的な表現であったのに対し、AASHTO道路試験は相対強度係数に見られるおり各層の質的価値をとり入れて輸装厚を表現した。すなわち、次の式で示される輸装厚指数Dである。

$$D = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \dots \dots (4)$$

ここで、 $a_1$ :表層の相対強度係数

$a_2$ :上層路盤の相対強度係数

$a_3$ :下層路盤の相対強度係数

$D_1$ :表層の厚さ(インチ)

$D_2$ :上層路盤の厚さ(インチ)

$D_3$ :下層路盤の厚さ(インチ)

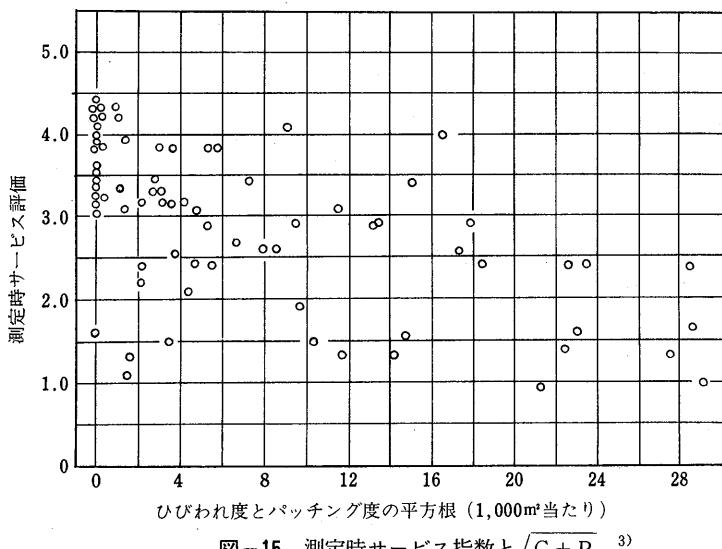


図-15 測定期間とサービス指標と $\sqrt{C+P}$

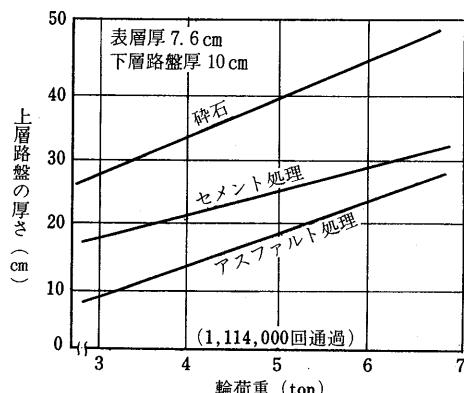


図-16 上層路盤の価値の比較

表-6 等値換算係数の比較

	構成材料	AASHTO道路試験		アスファルト 輸装要綱 $a_n$ 値
		相対強度係数	$a_n$ 換算値	
表層	路上混合(安定度小)	0.08	0.455	—
	プラント混合(安定度大)	0.176*	1	1
	サンドアスファルト	0.160	0.909	—
上層路盤	砂利混じり砂利	0.028**	0.159	—
	碎石	0.055*	0.313	0.35
	セメント安定処理 46kg/cm <sup>2</sup> 以上	0.092**	0.523	—
	28~46kg/cm <sup>2</sup>	0.080	0.455	0.55
	28kg/cm <sup>2</sup> 以下	0.060	0.341	—
	アスファルト安定処理 粗粒度(砂利使用)	0.136**	0.773	0.80
	サンドアスファルト	0.120	0.682	—
	石灰処理	0.060~0.120	0.341~0.682	0.45
	下層路盤	砂利混じり砂利	0.043**	0.244
	砂または砂質粘土	0.020~0.040	0.114~0.227	) 0.20~0.25

注) \* AASHTO道路試験により決定された値。

\*\* AASHTO道路試験の資料より推定された値。

加熱アスファルト混合物の相対強度係数を1とし、舗装各層の厚さをcm単位で表現すると次式（アスファルト舗装要綱記載）が得られる。

$$T_A = a_1 T_1 + a_2 T_2 + \dots + a_n T_n \quad \dots \dots \dots (5)$$

ここに、 $T_A$ ：舗装を全部表層基層用加熱アスファルト混合物で設計したときの必要厚さ(cm)

$a_1, a_2, \dots, a_n$ ：舗装を構成する各材料の等値換算係数

$T_1, T_2, \dots, T_n$ ：舗装を構成する各層の厚さ(cm)

サービス指数が2.5に低下するまでに通すことのできる輪数と舗装厚との関係は図-17のようになる。なお、この図は、AASHOの報告書で軸重とDで示された図から輪荷重と $T_A$ との関係にプロットしなおして作成したものである。このように、荷重の大きさ、繰返し数と舗装の厚さ、破壊を明確に数量化できたことはAASHO道路試験の最大の成果であり、以後、世界各国の設計法に大きな影響を与えることになった。

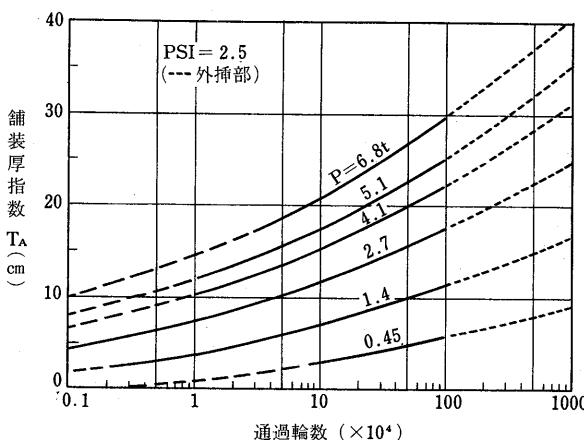


図-17  $T_A$  と通過輪数の関係 (PSI = 2.5)

#### (4) わが国の設計法の成立

AASHO道路試験が公表された後、わが国では竹下<sup>4)</sup>が図-17に着目し、輪荷重が100万輪通過したときの舗装厚指数Dと輪荷重の大きさが両対数紙上で直線関係にある（図-18）ことから次の式を導いた。

$$D = 1.67 P^{0.619} \quad \dots \dots \dots (6)$$

これはAASHO道路試験の路床土(CBR=2.9)にしか適用できない式であるが、竹下はわが国の道路でCBR設計法に拠ったもののうち、成功例と失敗例を図-19のように直線で分け、輪荷重が異なった場合でもDとCBRの関係はこの直線に平行であると仮定して次の関係を導いた。

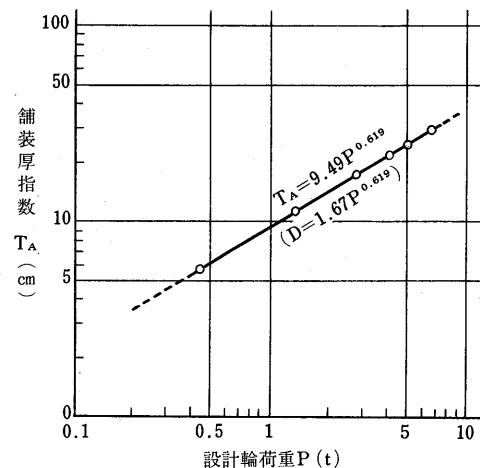


図-18 設計輪荷重と $T_A$ の関係 (PSI = 2.5)

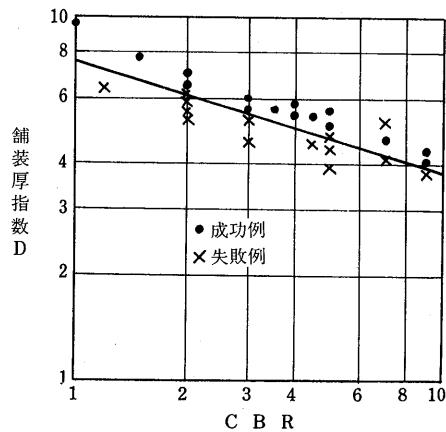


図-19 舗装厚指数DとCBRの関係<sup>4)</sup>  
(CBR法のC曲線に拠った舗装)

$$D = \frac{2.2 P^{0.64}}{CBR^{0.3}} \quad \dots \dots \dots (7)$$

(6)式から(7)式を導く過程でPの指数が0.619から0.64に変わったのは数学的におかしいが、実用的にはほとんど差がない。

Dと $T_A$ の間には次の関係式が成立する。

$$T_A = 5.68 D \quad \dots \dots \dots (8)$$

したがって、(7)式のDを $T_A$ に書きなおすと

$$T_A = \frac{12.5 P^{0.64}}{CBR^{0.3}} \quad \dots \dots \dots (9)$$

となる。昭和42年版の要綱に採用された式である。昭和53年版の発行にあたって、この設計輪荷重Pは、設計期間中の5t換算輪数Nに書き改められた。すなわち、PとNの間に、

$$N = \left(\frac{P}{5}\right)^4 \cdot 10^6 \quad \dots \dots \dots \quad (10)$$

という関係を代入すると次式が得られる。

$$T_A = \frac{3.84 N^{0.16}}{C_B R^{0.3}} \quad \dots \dots \dots (11)$$

舗装合計厚Hについては、やはり竹下がC B R設計曲線を両対数紙上で直線回帰した次の式が最初使われた。

$$H = \frac{58.5 P^{0.4}}{C B R^{0.6}} \quad \dots \dots \dots (12)$$

53年版の要綱では、これを  $T_A$  の場合と同様に N で書き改めた。

$$H = \frac{28.0 N^{0.1}}{CBR^{0.6}} \quad \dots \dots \dots (13)$$

なお、要綱の本文では、交通荷重を設計輪荷重Pや5t換算輪数Nで表わさず、大型車交通量（日／台・一方方向）でL, A, B, C, Dと交通量区分を行なっている。これは、大型車交通量と設計輪荷重を実測した図-20の関係を根拠としている。交通量区分、P, Nの対応を表-7に示す。

$T_A$  や  $H$  についても(9)～(13)式と表-7の値で計算した目標値(表-8)を示し、設計者が簡単に利用できるような形にしてある。

表-7 交通量区分の代表値

交通量区分	大型車交通量 (台／日・一方向)	5t 換算輪数 (×10 <sup>4</sup> )	設計輪荷重 (t)
L	100未満	3	(2)
A	100以上250未満	15	3
B	250以上1000未満	100	5
C	1000以上3000未満	700	8
D	3000以上	3500	12

注) ( ) は 5t 換算輪数より逆算した値

表-8  $T_A$  と合計厚の目標値

設計CBR	目標とする値 cm									
	L 交通		A 交通		B 交通		C 交通		D 交通	
	T <sub>A</sub>	合計厚								
2	17	52	21	61	29	74	39	90	51	105
3	15	41	19	48	26	58	35	70	45	83
4	14	35	18	41	24	49	32	59	41	70
6	12	27	16	32	21	38	28	47	37	55
8	11	23	14	27	19	32	26	39	34	46
12	—	—	13	21	17	26	23	31	30	36
20 以上	—	—	—	—	—	—	20	23	26	27

## 5. わが国の設計法に関する諸問題

A A S H O 道路試験結果を軸として、わが国の現行設計法が確立されて以来20年近く経過した。この間の自動車保有台数と貨物自動車輸送トンキロ数の推移を図-21に示す。現行設計法が検討された昭和40年当時に比較すると、現在では、車両数、輸送量ともほぼ4倍の大きさとなっている。これに対して舗装延長も伸びているとは言え、車両が幹線道路に集中していることは周知のとおりであり、現在の舗装が当時に比べるときわめて苛酷な環境にさらされていることは否めない。また、図の傾向から明らかなように今後もますます車両数、輸送量とも

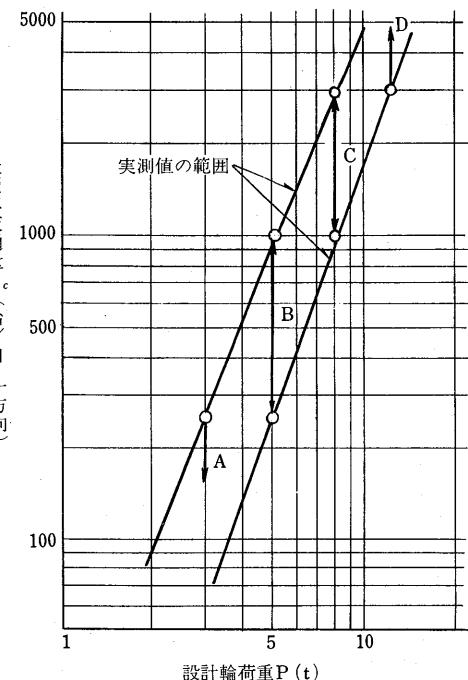


図-20 交通量区分の根拠

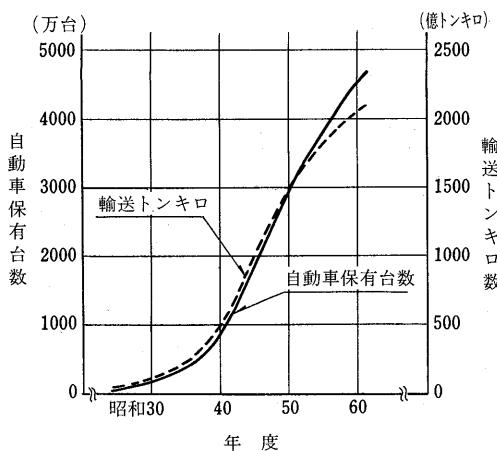


図-21 わが国の道路交通の推移

増加の一途をたどることが予想される。量は質を変えるのだとえにあるとおり、交通事情の変化は、現行設計法が対処しきれない問題を少なからず生みだしている。すなわち、設計法の根本的な見直しが必要な時期にきていくと考えられる。

20年前、諸先輩が国内の乏しいデータとAASHTO道路試験結果を頼りに作成した現行設計法は、当時としては画期的なものであり、また今日までの舗装を高いレベルにおく役割を果してきた。しかし、この諸先輩に対する敬意とは別に、設計法の現時点から見た問題点を分析し、将来の改訂に備えることは、我々後輩に与えられた義務であろう。以下は、筆者の個人的な見解であるが、現行設計法の根拠とその妥当性を種々の角度から再検討してみたい。

#### (1) 舗装総厚Hについて

現在、わが国の設計法では、舗装総厚Hとアスファルト混合物換算厚 $T_A$ で舗装厚を規定している。前章までに考察してきたとおり、HはCBR設計曲線をそのまま式化したもので、 $T_A$ はAASHTO道路試験をわが国独自の手法で解析した結果得られたものであった。ところでCBR設計曲線とAASHTO道路試験には全く関連性はない。したがって、Hと $T_A$ も全く別々の根拠から得られた舗装厚である。このような両者を共存させておく設計法は他にあまり例がなく、神仏混交を許したわが国の特殊な体質が影響しているのであろうか。当時、竹下は「 $T_A$ だけでも舗装の設計ができるが、いまだちにCBRによる合計厚という概念を捨て去るのは時期尚早と思われる」と述べている。<sup>10)</sup> CBR設計法に頼ってきた昭和40年頃としては、全く根拠の異なった新しい $T_A$ 法の

採用にあたって若干の危惧を抑えきれなかったためであろう。以来20年経過し、『時期尚早』の時期は過ぎた。Hの削除を考慮すべき段階に達していると言える。

現在でもHを重視する技術者は少なくない。その主な理由は次のとおりである。

① 舗装厚をあまり薄くすると、舗装体が輪荷重を分散しきれず、路床に過大な負担がかかる。

② わが国の路床は軟弱なものが多いため、それを保護する意味でもある程度の総厚を確保する必要がある。

以上、表現は異なるがいずれも路床に対する悪影響を懸念しているわけである。しかし、その根拠は観念的であり、具体的な証明はほとんどない。と言っても、このような技術者の直感は真実を含んでいる場合が多く、大切にしたいところであるが、一方、Hの規定はフルデプス舗装や、各種安定処理工法の採用を制限している。すなわち、Hは舗装の安全性に寄与している可能性のある反面、舗装技術の発達を阻害しているわけである。このプラスとマイナス、いずれを重視するかによってHの処置が決定されよう。

筆者は、個人的にはHを削除した方がよいと考えている。その理由は以下のとおりである。

① Hは、表層厚5~10cmで、路盤を粒状材料で構築した時代の研究成果である。 $T_A$ による設計法によっても路盤が粒状材の場合は一般にHの規定をクリアする。すなわち、 $T_A$ 法は等値換算係数という形でCBR設計曲線を内部に包括してしまったとみることができる。

(解説例) 舗装構造を図-22のように3層とし、表層厚は舗装要綱規定の最小厚(L、A交通で5cm、B交通10cm、C交通15cm、D交通20cm)とする。上層路盤に粒度調整碎石( $a_n = 0.35$ )、下層路盤にクラッシャラン( $a_n = 0.25$ )を使うこととし、次のようにしてこれら2層の厚さおよび総厚を求める。

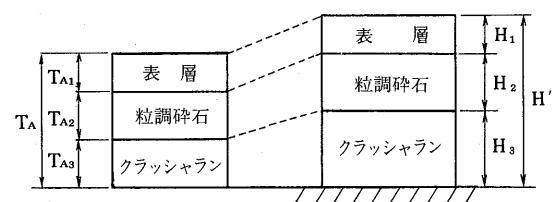


図-22 合計厚Hの検討に使用したモデル

- ① 交通量区分と設計 C B R に対応した  $T_A$  から、表層厚  $T_{A1}$  をひき、差  $T_A - T_{A1}$  を 2 等分して、上層路盤、下層路盤に割り当てる。
- ② 上層路盤厚  $H_2$ 、下層路盤厚  $H_3$  はそれぞれ次式により計算できる。
- $$H_2 = 1/2 (T_A - T_{A1}) / 0.35 \quad \dots\dots\dots (14)$$
- $$H_3 = 1/2 (T_A - T_{A1}) / 0.25 \quad \dots\dots\dots (15)$$
- ③ この舗装の総厚  $H'$  は次式のとおりである。
- $$H' = H_1 + H_2 + H_3 \quad \dots\dots\dots (16)$$
- 以上のようにして求めた  $H'$  と要綱規定の  $H$  よび  $4/5 H$  を図-23(a)~(e) に比較して示した。 $H'$  は、 $4/5 H$  を下まわることはない。すなわち、図-22 に類した断面では  $H$  の規定はあまり意味がない。

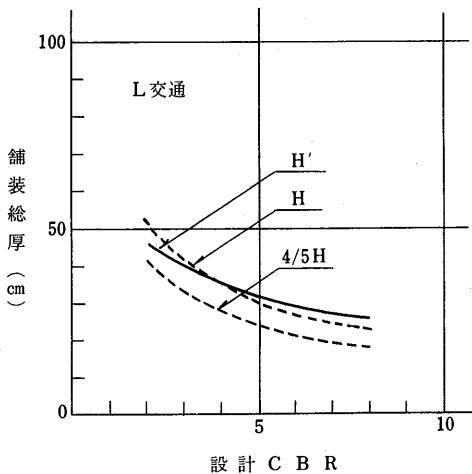


図-23(a)  $H'$  と  $H$  の比較 (L 交通)

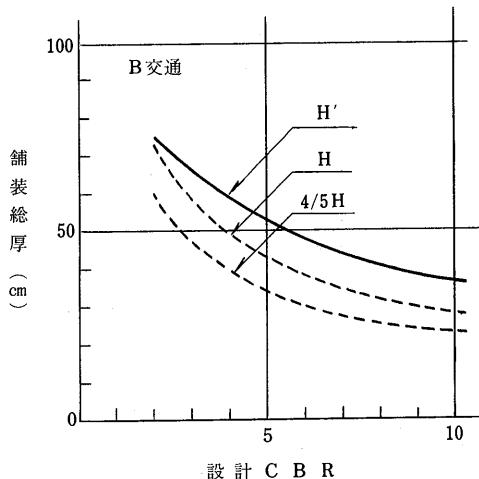


図-23(c)  $H'$  と  $H$  の比較 (B 交通)

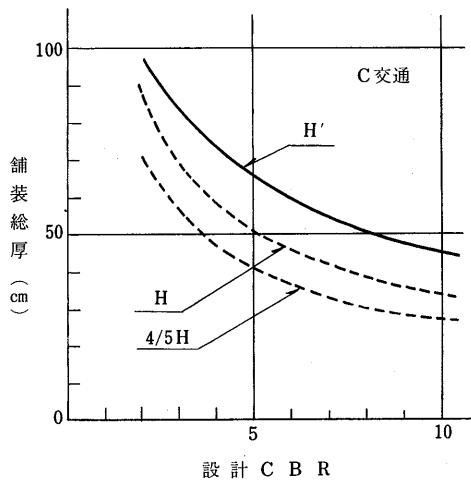


図-23(d)  $H'$  と  $H$  の比較 (C 交通)

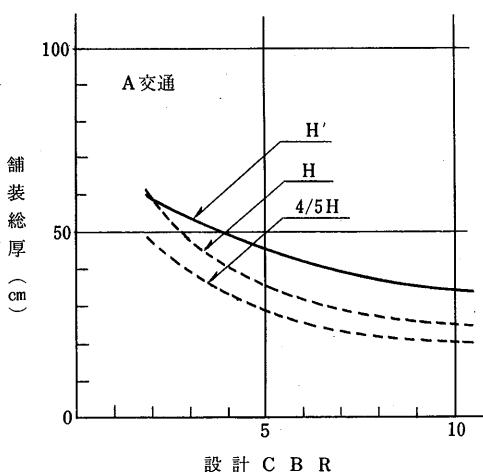


図-23(b)  $H'$  と  $H$  の比較 (A 交通)

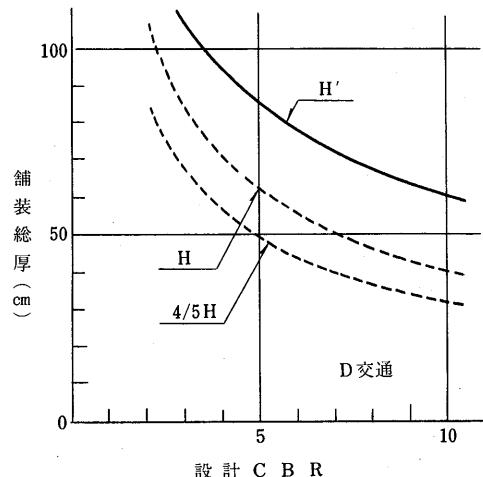


図-23(e)  $H'$  と  $H$  の比較 (D 交通)

② 表層厚が10cmを超える場合や、安定処理材料を使用する場合の構造設計は、組織的な実験に基づいたAASHTOの研究成果を信頼すべきであろう。実績の乏しいCBR法でこれらを制限することはむしろ合理性に欠ける。

③ AASHTO道路試験によれば、路床土が比較的弱かったにもかかわらず、わだち掘れに対する路床土の寄与率はわずか9%であった。これは、我々が頭の中で考えるほど路床土は弱くないことを意味しているものと思われる。

#### (2) $T_A$ の基本式について

$T_A$  を計算する基本式<sup>[1]</sup>は、前に述べたとおり次の3項目を根拠としている。

- ① 交通荷重の破壊作用は輪荷重の4乗に比例する。
- ② PSIが2.5に達したときを寿命とする。
- ③ 輪荷重が異なった場合でもDとCBRの関係は図-19の線と平行である（仮定）。

まず、①の交通荷重の破壊作用が輪荷重のほぼ4乗に比例するというAASHTOなどの実験結果は、海外でも設計に利用されている場合が多い。しかし、この法則が確認されたのは、輪荷重が7tまでである。また、②を使って導いた舗装厚指数と輪荷重の関係（図-18）も輪荷重は7tまでである。わが国では、これを外挿して設計輪荷重8t(C交通), 12t(D交通)の $T_A$ を得ている。一見すると、さほど問題にならない程度の外挿に思えるが、4乗則を適用してC交通, D交通を5t換算輪数になおすと、それぞれ約700万輪、3500万輪と舗装要綱に記載されている数字になる。AASHTOで行なわれた載荷輪数は約100万回までであった。すなわち、わが国では100万回の実験結果から3500万回の場合を推定することになる。4乗則という根拠があるにせよ、これは何らかの方法でその妥当性を確認する必要があろう。今後の研究課題である。

③の根拠は図-19だけである。欠陥のあったとされる舗装(×印)がいかなる欠陥であったのか、また舗装構造や使用材料、さらには交通量の詳細も不明である。構造設計の最も基本となる式を裏づけるデータとしてはまことに不十分であると言わざるをえない。

ところで、輪荷重が異なった場合でも図の直線の勾配が一定であるという仮定は妥当であったろうか。これは路床の支持力に対する考え方の根本にかかわる問題であり、何らかの方法で確認する必要があろう。

#### (3) 5t換算輪数と交通量区分

要綱では、10年間の5t換算輪数による表示の基本式

<sup>[1]</sup>は付録に示し、本文では5年後の大型車交通量(台/日)で交通量を区分するとともに、この交通量区分と設計CBRから $T_A$ , Hの目標値が読みとれるように配慮してある。交通量区分、5t換算輪数、設計輪荷重の関係は表-7のとおりであり、これは図-20の実測結果を根拠としていることは前に述べた。ここで注意すべき点は、交通量区分と5t換算輪数(設計輪荷重も同様)の関係が、ある巾を持っているということである。すなわち図-20において $N=100$ 万( $P=5$ t)で縦軸を切り、2直線との交点を読むと大型車交通量250台～1000台が得られる。これは表-7の関係である。

一方、設計にあたって大型車交通量500台という値が与えられればこれはB交通に属することは表-7から明らかにため、 $N=100$ 万輪で $T_A$ , Hを計算する(あるいは目標値の表の数値を読みとる)のが普通であろう。いま、図-24のように500台で線を引き2直線との交点を求める、 $P=3.9$ t( $N=37$ 万), 6.4t( $N=270$ 万)が得られる。すなわち、大型車が500台/日通るということは、設計期間(10年)の5t換算輪数にして37万輪～270万輪となることを意味しているわけである。これをB交通( $N=100$ 万)で設計したとすれば、その舗装の寿命は、4年～27年の間にあることになる。

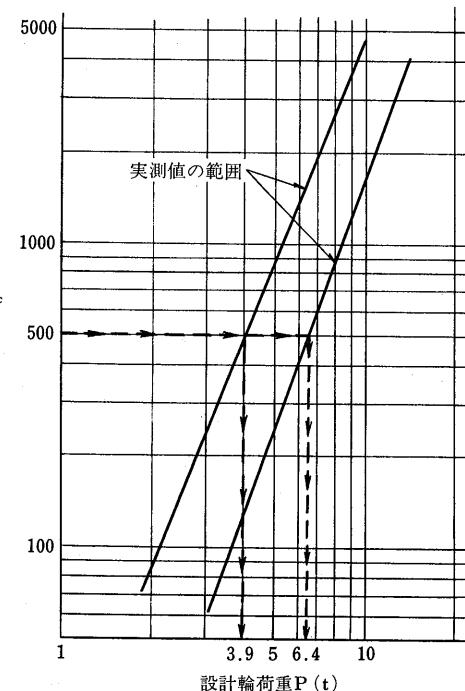


図-24 大型車交通量500台と設計輪荷重の関係

さらに範囲を広げて図-25で考察してみよう。大型車交通量 250~1000 台/日は、設計輪荷重でみれば 3t~8t (N では 15 万~700 万輪) に相当する。これを B 交通 ( $P = 5t$ ,  $N = 100$  万輪) で設計したとすれば、250 台/日の交通量では 60 年以上持つ場合や、1000 台/日の交通量では 2 年未満で破壊してしまう場合もありうることになる。

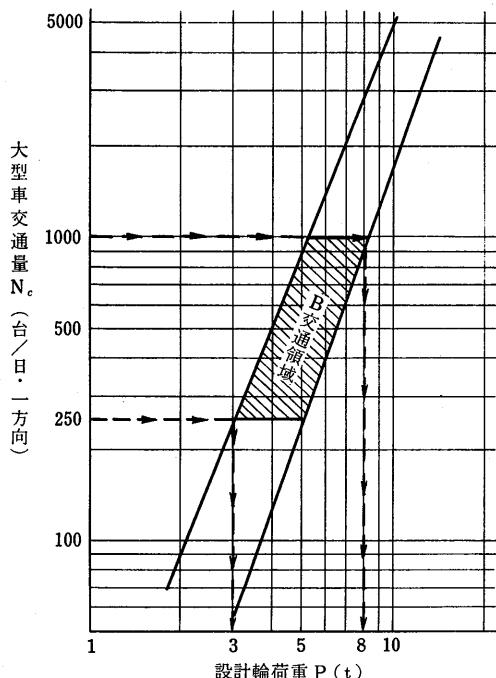


図-25 B 交通領域と設計輪荷重の関係

以上の例をみても明らかなように、5t 換算輪数と交通量区分の間には大きな格差がある。要綱が、交通量区分を定めて輪荷重の取扱いを簡略化したことは、設計法の普及という面で重要な意味があった。しかし、反面このような誤差を残したことも否めない。大型車交通量と 5t 換算輪数の関係だけからみても、設計寿命 10 年間というのは単なる目安であって、5 年後に破壊しようと 20 年間無事であろうと不思議はないからである。

しかしながら、現実の設計において輪荷重を予測することは困難であろうし、図-25 の精度を高めることも無理であろうと思われる。そこで、代替案であるが、L, A, B, C, D の交通量区分を廃止し、大型車交通量  $N_c$  (台/日) を用いた設計公式を採用してはどうであろうか。すなわち、図-26においてデータの範囲を示す 2 本の直線の中間に位置する直線の式を求めるところとなる。

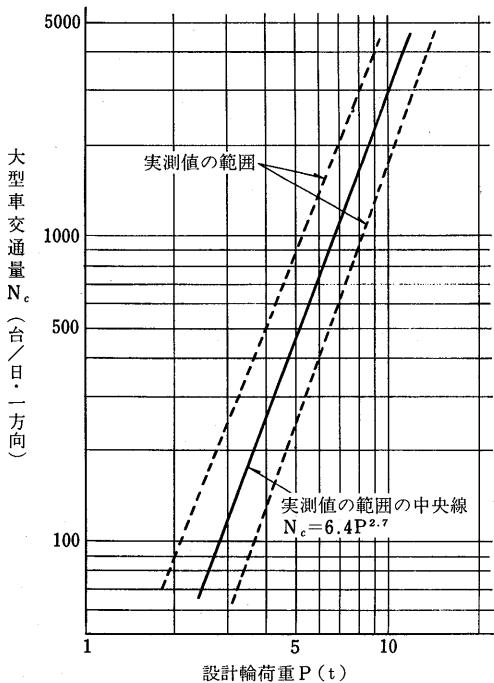


図-26 大型車交通量と設計輪荷重の関係

$$N_c = 6.4 P^{2.7} \quad \dots \dots \dots (17)$$

これを  $T_A$  と  $H$  の基本式に代入すると

$$T_A = \frac{8.0 N_c^{0.24}}{CBR^{0.3}} \quad \dots \dots \dots (18)$$

$$H = \frac{44 N_c^{0.15}}{CBR^{0.6}} \quad \dots \dots \dots (19)$$

が得られる。 $T_A$  と  $H$  はこの両式を使って求めればよい。従来のように目標値の表(表-8)からすぐ数値が読める簡便さは失なわれるが、この程度の計算は電卓の発達した現在では 1 分間の手間であろう。

#### (4) 寿命について

アスファルト舗装の寿命は、わが国では俗に 10 年とされている。これは、修繕が必要となる ( $PSI = 2.5$ ) 時期を 10 年後にしており、その間に所定の交通荷重が通せるように舗装厚を設計しているためと思われる。AASHTO 道路試験ではサービス指数が 2.5 をオーバーレイ、1.5 を打換え(破壊)の時期と見なしているが、その後、オーバーレイすればさらにかなりの交通荷重を通せるということは、まだ旧舗装体にいくらかの価値が残っていることを意味しており、寿命がついたとは思えない。本節ではこの残存価値について考察することにする。

AASHTO 道路試験では、実験の都合上、 $PSI = 2.5$  になってしまふまま荷重を通し、 $PSI = 1.5$  になった時

点でオーバーレイを施した。この実験結果をまとめて表-9, 10に示す。このうち、アスファルト舗装のループ5、車線1のデータを具体的な例にとり残存価値を推定してみよう。

ループ5では、図-27のような舗装構成で、5.1tの輪荷重が25.7万輪通過したときにPSIが1.5になった。この舗装のTAは次のようにして求められる。

$$T_A = 10.1 + 15.7 \times 0.31 + 19.5 \times 0.24 = 19.8 \text{ (cm)} \cdots (20)$$

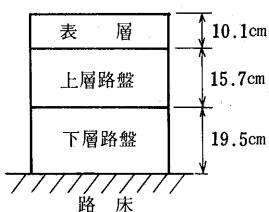


図-27 ループ5の舗装構成

この舗装に7.6cmのオーバーレイを施したところ(図-28)、PSIは3.49に復活し、それが2.85に低下するまでに76.5万輪の5.1t輪荷重を通過させることができた。以上が表-9の数値に示された意味である。この経過を模式的に図-29に示す。

試験ではPSIが2.85になったときに載荷を中止しているが、それが続けられて、図-29のように直線的に

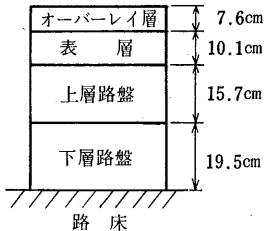


図-28 オーバーレイ後の舗装構成

表-9 新設舗装とオーバーレイ後の供用性(アスファルト舗装)

ループ 車線	舗装厚 TA(cm)	P S I		P = 1.5 になる までの輪荷重通 過数 ( $\times 10^4$ )	オーバー レイ厚 (cm)	P S I		荷重通過数 ( $\times 10^4$ )
		初期	終期			初期	終期	
2/1	9.0	3.9	1.5	45.2	5.1	2.60	2.43	63.0
3/1	14.4	3.8	1.5	31.4	8.6	3.16	2.97	61.3
3/2	15.6	4.0	1.5	37.7	7.9	3.40	3.05	45.8
4/1	17.4	4.2	1.5	38.1	7.9	3.50	2.80	64.2
4/2	18.1	4.2	1.5	36.0	7.9	3.48	3.09	76.8
5/1	19.8	4.4	1.5	25.7	7.6	3.49	2.85	76.5
5/2	19.8	4.3	1.5	30.2	7.6	3.32	2.74	61.0
6/1	23.4	4.2	1.5	30.5	7.6	3.26	2.66	78.5
6/2	23.3	4.2	1.5	47.7	7.9	3.45	3.25	58.9

表-10 新設舗装とオーバーレイ後の供用性(コンクリート舗装)

ループ 車線	版厚 (cm)	P S I		P = 1.5 になる までの輪荷重通 過数 ( $\times 10^4$ )	オーバー レイ厚 (cm)	P S I		輪荷重通過 数( $\times 10^4$ )
		初期	終期			初期	終期	
2/2	6.4	4.8	1.5	52.7	5.1	1.9	2.2	20.8
3/1	12.7	4.7	1.5	73.4	7.6	3.2	3.2	37.9
4/1	12.7	4.7	1.5	37.4	7.6	3.2	2.5	35.4
4/2	12.7	4.5	1.5	41.3	7.6	3.3	1.8	70.0
4/2	16.5	4.8	1.5	78.0	7.6	3.1	2.5	33.3
5/1	16.5	4.5	1.5	37.0	7.6	3.0	1.9	56.2
5/2	16.5	5.0	1.5	44.7	7.6	2.6	1.8	21.1
6/1	20.3	4.6	1.5	73.5	7.6	2.9	2.7	3.9
6/2	20.3	4.5	1.5	54.9	7.6	3.0	2.1	18.4

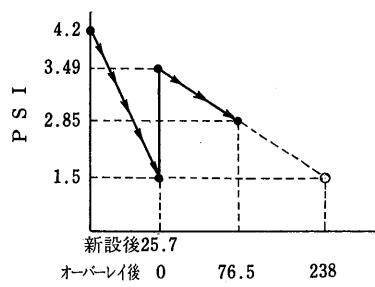


図-29 PSIの変化を示す模式図

PSIが減少し1.5に達したと仮定すればそのときの輪荷重通過数はオーバーレイ後238万回となる。

この238万回は、オーバーレイした層7.6cmだけで達成したはずはない。PSIが1.5に低下して破壊したと考えられた最初の層に価値が残っていたからである。この残存価値がどの程度になるか、別の角度から検討してみよう。

わが国では、設計法の根拠となったこともあり、 $PSI = 2.5$ における輪荷重と舗装厚指数の図(図-17)が広く知られているが、AASHOでは、 $PSI = 1.5$ における同様の関係も示している。図-30である。この図において、5.1t輪荷重を238万回通すことのできる舗装厚指数を求める $T_A = 26.1\text{ cm}$ となる。すなわち、オーバーレイされた図-28の舗装は、 $T_A = 26.1\text{ cm}$ の新設された舗装と同等の価値を有していたことになる。したがって、図-27の舗装の残存価値Sを層厚の相対的な減少という尺度で表わせば次のように計算できる。

$$S = (26.1 - 7.6) / 19.8 = 0.93$$

残存価値は93%であり、舗装としての価値はわずか7%だけ失ったにすぎないことになる。

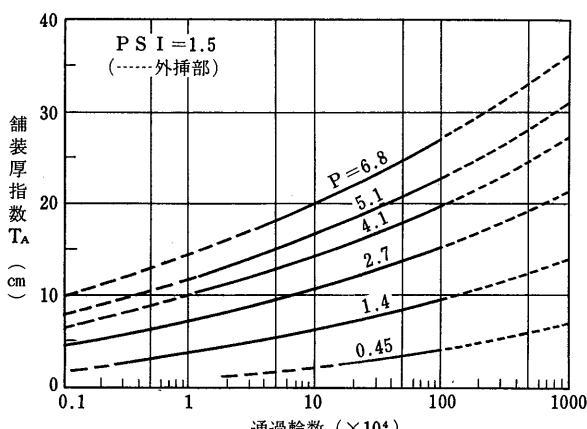


図-30  $T_A$ と通過輪数の関係( $PSI = 1.5$ )

以上のような計算を他のループ、車線に対しても行なった結果、表-11のような値が得られた。極端な場合のループ2を除くと平均値として88%が得られる。すなわち、アスファルト舗装は損傷がかなりひどくなった状態でも90%近くの価値は残っていると言える。

表-11 アスファルト舗装とコンクリート舗装の残存価値

ループ 車線	アスファルト舗装		コンクリート舗装	
	$T_A$ (cm)	残存価値	版厚(cm)	残存価値
2/1	(9.0)	(0.13)	(6.4)	—
2/2	—	—	—	—
3/1	14.4	0.82	(12.7)	—
3/2	15.6	0.69	—	—
4/1	17.4	0.79	12.7	0.70
4/2	18.1	0.88	12.7	0.66
			16.5	0.62
5/1	19.8	0.93	16.5	0.76
5/2	19.8	0.88	16.5	0.59
6/1	23.4	1.00	20.3	0.60
6/2	23.3	1.00	20.3	0.58
平均	19.0	0.88	16.5	0.64

なお、表-11には、参考までにコンクリート舗装の残存価値も示したがこの計算方法は、新設のコンクリート舗装が $PSI = 1.5$ までに通した輪数から図-30を利用してアスファルト舗装の $T_A$ に換算し、これを新設のアスファルト舗装とみなして上記の手順を踏んだものである。コンクリート舗装の残存価値は平均で64%となり、アスファルト舗装のそれに比べるとかなり低い。

残存価値を別の面から考えてみよう。いま、わが国はアスファルト舗装の設計寿命を10年としている。これは5t換算輪数で言えば、3万(L), 15万(A), 100万(B), 700万(C), 3500万(D)の輪数を10年間に通せるように舗装厚を設計してきたということである。では、設計寿命を2倍の20年にしたらどうか。舗装厚は当然、輪数が2倍の6万(L), 30万(A), 200万(B), 1400万(C), 7000万(D)に対応した値となる。この20年に対応した $T_A$ を(11)式を用いて計算し、表-12に示した。また、表-13には設計寿命を10年とした場合との差を示した。D交通、CBR2のとき差が6cmとなるだけで他は1~5cmの範囲にある。この程度で寿命が10年伸びるということは信じられない感じもあるがさらに考察を進めてみよう。表-13の値をそれぞれ対応する表-8で割ると表-14が得られる。これは、現在の舗装をさらに10年伸ばす

表-12 設計寿命20年とした時の $T_A$ 

設 計 C B R	$T_{A20}$ の値 (cm)				
	L 交通	A 交通	B 交通	C 交通	D 交通
2	19	24	32	44	57
3	17	21	29	39	50
4	15	20	26	36	46
6	14	17	23	32	41
8	12	16	21	29	38
12	—	14	19	26	33
20以上	—	—	—	22	29

表-13 設計寿命を20年に伸ばすための増分

設 設 C B R	$T_{A20} - T_A$ の値				
	L 交通	A 交通	B 交通	C 交通	D 交通
2	2	3	3	5	6
3	2	2	3	4	5
4	1	2	2	4	5
6	2	1	2	4	4
8	1	2	2	3	4
12	—	1	2	3	3
20以上	—	—	—	2	3

表-14 増分の $T_A$ (10年)に対する比

設 設 C B R	$T_A / T_{A20} - T_A$ の値				
	L 交通	A 交通	B 交通	C 交通	D 交通
2	0.12	0.14	0.10	0.13	0.12
3	0.13	0.11	0.12	0.11	0.11
4	0.07	0.11	0.08	0.13	0.12
6	0.17	0.06	0.10	0.14	0.11
8	0.09	0.14	0.11	0.12	0.12
12	—	0.08	0.12	0.13	0.10
20以上	—	—	—	0.10	0.12
平均 $\bar{x} = 0.12$					

ために必要な舗装厚 $T_A$ の増分 $\alpha$ ではほぼ12%と判断できる。これは数式から導いた方がはるかに単純である。いま、20年に対応する舗装厚を $T_{A20}$ とすれば、(11)式より

$$T_{A20} = \frac{3.84 (2N)^{0.16}}{CBR^{0.3}} = \frac{4.29 N^{0.16}}{CBR^{0.3}} \quad \dots \dots \dots (21)$$

$$\alpha = \frac{T_{A20} - T_A}{T_A} = 0.117 \quad \dots \dots \dots (22)$$

となり、 $\alpha = 12\%$ が得られる。

図-31は、10年の寿命と想定されている舗装I(厚さ $T_{A10}$ )と20年の舗装II(厚さ $T_{A20}$ )について、 $T_A$ に換算したそれぞれの価値の変化をモデル化して示したもの

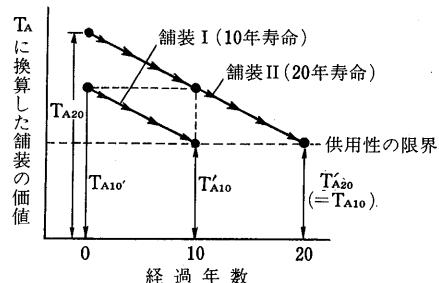


図-31 舗装の価値の変化を示す模式図

である。まず舗装Iについてみると、これは10年後に供用性の限界値( $PSI = 2.5$ )に達するはずである。ただし、この時点で残っている価値( $T_{A10}'$ )の大きさは不明である。一方、舗装IIは20年後にこの状態に達するわけであるが、10年後には、それからさらに10年保つだけの価値( $T_{A10}$ に相当する価値)を有しているはずである。すなわち、図で、 $(T_{A20} - T_{A10})/10$ が $T_{A20}$ の変化を示す直線(仮定)の勾配であり、 $T_{A20}' (= T_{A10}')$ の値は次のようにして求められる。

$$T_{A20}' = T_{A20} - \frac{T_{A20} - T_{A10}}{10} \times 20 \\ = 2 T_{A10} - T_{A20} \quad \dots \dots \dots (23)$$

これを舗装Iで考えると、初期に $T_{A10}$ あった価値だ10年後に $(2 T_{A10} - T_{A20})$ に下がったことになる。残存価値Sを当初の価値に対する比で表わすと、

$$S = \frac{2 T_{A10} - T_{A20}}{T_{A10}} = 2 - \frac{T_{A20}}{T_{A10}} = 0.88 \quad \dots \dots \dots (24)$$

すなわち残存価値は88%となる。

以上の推定方法において根拠としたのは、(11)式だけである。すなわち、わが国の設計法には、そもそも(11)式を採用した時点から残存価値が90%を切ったら修繕するという概念を入れていたことになる。

わが国の設計法は図-17( $PSI = 2.5$ )を根拠としているが、図-30( $PSI = 1.5$ )を使用しても同様の手順で $PSI = 1.5$ を基準とした $T_A$ が以下のように求められる。

図-30で $N = 10^6$ のときの輪荷重と $T_A$ の関係を両対数紙上にプロットすると、図-32のように直線となり(相関係数0.99)、次式が得られる。

$$T_A = 7.52 P^{0.689} \quad \dots \dots \dots (25)$$

ここに、図-19の関係を代入すると

$$T_A = \frac{10.1 P^{0.689}}{CBR^{0.3}} \quad \dots \dots \dots (26)$$

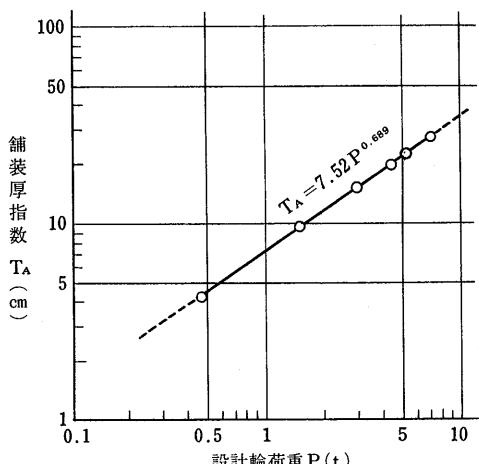


図-32 設計輪荷重と  $T_A$  の関係 ( $PSI = 1.5$ )

となる。さらに  $P$  を  $N$  に書きなおせば、次式が得られる。

$$T_A = \frac{2.83 N^{0.173}}{CBR^{0.3}} \quad \dots \dots \dots (27)$$

これは、所定の輪荷重が 100 万回通過したとき  $PSI$  が 1.5 になるような  $T_A$  を与えるもので、(11) 式に比べると 10% 程度薄い舗装厚となる。

この式をもとに、図-31の考え方と同様にして残存価値  $S$  を求めると 87% が得られる。

以上の解析結果をまとめると次のようになる。

- ① 基本式 ( $PSI = 2.5$ ) からの推定……残存価値 88%
  - ② 基本式 ( $PSI = 1.5$ ) からの推定……残存価値 87%
  - ③ オーバーレイ実測値からの推定……残存価値 88%
- これらの推定方法には、まだ厳密につめなければならぬ部分も多いが、10年後の残存価値はほぼ 90% とみてよさそうである。しかし、 $PSI$  が 2.5 や 1.5 になったということは、車の運転にかなり問題が生じているということを意味し、車両の走行性からみた価値は低い。すなわち、これまで求めてきた残存価値はいわば舗装体の構造的価値であり、供用的価値とは別に考えるべきものであろう。

従来、舗装の寿命は両者を混同して議論されることが多かった。これを区別してとらえれば、舗装の寿命に対する合理的な体系を作成できる可能性が高い。

#### (5) 舗装の破壊形態について

AASHTO 道路試験終了後、すでに 20 年経過した。この間の社会環境や交通事情の変化、舗装技術の発達により、当時あまり重視されなかった問題を我々は今あらためて考えざるをえなくなってきた。その一つに、舗装の

破壊形態の問題がある。

現在、わが国の幹線道路で話題となる舗装の破損は、寒冷地の摩耗と温暖地のわだち掘れに代表される。AASHTO 道路試験の行なわれたイリノイ州の現場は、冬季の平均気温 3°C、平均凍結深約 70cm の寒冷地であるが、当時はまだスパイクタイヤによる摩耗の問題はなかった。一方、わだち掘れは、舗装を構成する各層の圧密が主因で、表層 32%，上層路盤 14%，下層路盤 45%，路床 9% と報告されている。わが国のわだち掘れは言うまでもなく表層の流動に起因している。

わが国では季節によって破壊が集中することはあまりないが、AASHTO 道路試験では表-15 に示すように破壊の 80% が春季に集中している。これは、凍結融解の影響があったことを意味するものと思われる。試験舗装区間のうち、平均凍結深を超える舗装厚を有していたのはわずか数% であった。凍結融解を受けた下層路盤、路床は不等沈下を起しやすい。AASHTO 道路試験で凹凸度の分散が比較的重要視されたのはこのためであったと考えられないだろか、検討を要する。

いずれにしろ、AASHTO 道路試験で見られた破損と現在のわが国の破損では、その原因や形態にかなりの差が生じている。したがって、何らかの方法を構じて両者のずれを調整する必要がある。なお、わが国のわだち掘れ（流動）や摩耗は、前節述べた供用的価値の損失に分類できるものであり、構造的価値の損失とは別に考え

表-15 舗装破壊の季節変動<sup>3)</sup>

季節	軸荷重通過数 ( $\times 10^4$ )	破壊した区間ごとの割合 (%)
秋	29.1	5
1958年 10月, 11月	0.9	3
1959年 9月, 10月, 11月	10.9	1
1960年 9月, 10月, 11月	17.3	1
冬	23.1	9
1958~59年 12月, 1月	6.4	4
1959~60年 12月, 1月, 2月	16.7	5
春	27.4	80
1959年 3月, 4月, 5月	5.9	57
1960年 3月, 4月, 5月	21.5	23
夏	31.8	6
1959年 6月, 7月, 8月	10.9	3
1960年 6月, 7月, 8月	20.9	3
合計	111.4	100

注1) サービス指数が 1.5 に落ちた時に破壊したと考えた。

のも一つの解決方法であろう。

#### (6) サービス指数について

わが国の構造設計は AASHTO 道路試験より導びかれたものであるから、基本的にはサービス指数が 2.5 になった時点を補修の時期と考えていることになる。また、サービス指数の計算は(3)式を使うべきであろう。しかし、道路維持修繕要綱<sup>11)</sup>では、次式をもって維持修繕の判断をするように指示されている。

$$PSI\text{ (日本)} = 4.53 - 0.518 \log \sigma - 0.371 \sqrt{C} - 0.174 D^2 \dots \quad (27)$$

ここに、 $\sigma$  : 縦断方向の凹凸の標準偏差 (mm)

C : ひびわれ率 (%)

D : わだち掘れ深さの平均 (cm)

サービス指数の名称も PSI であり、それがクラックわだち掘れ、凹凸から計算されることも AASHTO と同様である。しかしその内容はかなり異なっている。

図-33は、東京都内の重交通街路における測定結果<sup>12)</sup>をもとに、PSI(AASHTO)とPSI(日本)の対応関係をみたものであるが相関は低く、いずれの指標を使うかによってオーバーレイの時期は大巾に変ってくる。わが国が独自の式を作成した理由は明らかにされていないが、後に発表された MCI(Maintenance Control Index)<sup>13)</sup>も PSI(AASHTO) と相関が低く、PSI(日本)と相関が高い ( $r = 0.90$ )。これは、AASHTO の修繕基準がわが国の実情に合致しなくなったことを意味するのであろうか。もし、そうだとすれば、設計法の根拠と修繕の基準に矛盾が生じることになる。重要な問題なので、それの哲学を明らかにする必要があろう。

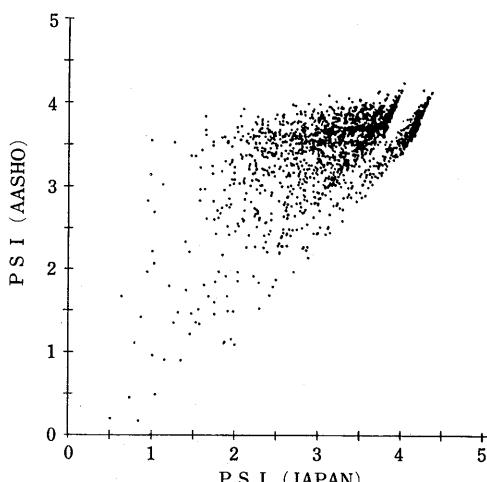


図-33 AASHTO と日本の PSI の相関

一方、PSI や MCI を構成する因子はいずれもクラック、わだち掘れ、縦断方向の凹凸であるが、このうち縦断方向の凹凸が原因で修繕を行なった例はあまり聞いたことがない。クラック、わだち掘れに対する比率からみて、もし極端に施工例が少ないとすれば供用性評価にこの因子を入れておく意味はなくなる。

図-34は、やはり重交通街路の実測値を整理して(25)式の  $0.518 \log \sigma$  を度数分布で示したものであるが<sup>12)</sup>、0.2 ~ 0.3 に 90% 以上のデータが入っている。ということは、縦断方向の凹凸はほとんど定数として処理できる因子であると判断できる。この例のように舗装厚が極端に厚くなると凹凸はもう問題にならないのか、あるいは施工技術と機械の発達が知らず知らずのうちにこの凹凸の問題を解決してしまったのか、その辺は不明である。

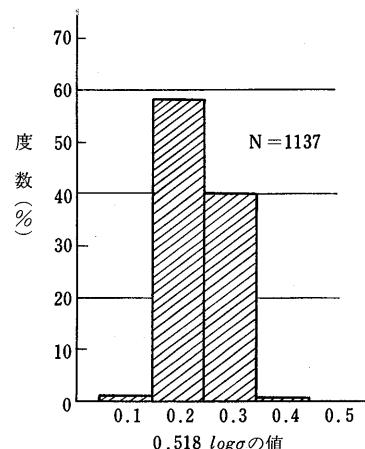


図-34  $\sigma$  の影響

AASHTO の PSI は前にも述べたとおり凹凸と最も相関が高かった (図-13)。もしもその凹凸が現在のわが国でさほど問題にならないとすれば、設計法の根拠そのものをあらためて考えなおす必要があろう。

ここで挙げた重交通街路の例だけではなく、環境によって舗装に要求される性状は種々ある。地域によって、あるいは路線によってそれぞれのサービス指数を開発してはどうだろうか。

#### (7) 今後の方向について

これまで、わが国の構造設計法に関するいくつかの問題を指摘するとともに種々の角度から考察を加えてきた。結論すれば、構造設計法を根本的に再検討する時期にきたということである。そこで、最後に、今後の方向につき簡単に言及したい。

AASHO道路試験は、当時の金で100億円という莫大な費用をつぎこんで実施された。その結果を踏まえて作成された設計法を改訂するにはそれを凌駕する根拠が必要となる。しかし、現在のわが国の社会情勢から判断すると、この種の実験に多額の予算を確保することはなかなか困難であろうと思われる。実験的な手段をとれない場合、普通は理論に頼るわけであるが、最も有力と思われる多層弹性論も、経験を重視するわが国の舗装技術を説得できるほど完全なものではない。

ここで視点を変え、次のように考えてみたらどうであろうか。昭和42年以来、アスファルト舗装要綱に拠って設計施工された舗装延長は12万kmに及ぶが、これを設計法改訂の試験舗装と見るのである。通常の試験舗装と異なり詳しいデータがそろっているとは思えないが、それでも1%あれば1200kmとなり、同一断面の区間延長を平均200mとして約6000個のデータが得られる。AASHO道路試験におけるアスファルト舗装の区間数は468個であったから、その10倍以上であり、改訂の根拠とし

ては十分であろう。その上、これはわが国の実情に即したものであり、さらに高度なわが国独自の設計法が生まれ出される可能性が高い。近い将来、このような気運が高まることを期待して締めくくりとする。

## 6. あとがき

アスファルト舗装要綱によれば、舗装に関する知識がほとんどなくとも機械的に設計ができる。これは、設計法の普及と標準化に大いに貢献してきたわけであるが、反面、自由な発想と研究心を堕落させてきた感もある。これまで述べてきたとおり、構造設計法にはまだ研究すべき点も多い。研究者、技術者の一人一人が基本にもどって設計法のあり方を考える時期にきていると思う。

本稿を執筆するにあたり、セメント技術協会発行「AASHO道路試験」<sup>3)</sup>を大いに参考にさせてもらった。この本をまとめられた諸先輩のはほとんどは当時30代であったと思う。貴重な資料を残して下さったこれらの方々にあらためて敬意を表したい。

## 参考文献

- 1) 『アスファルト舗装要綱』, 1950, 1960, 1967, 1978 日本道路協会
- 2) Benkelman. A. C, "Report of Committee on Flexible Pavement Design", Proc. HRB, Vol. 25, pp 8~18, 1945
- 3) 高橋国一郎他, 「AASHO道路試験」, 日本セメント技術協会, 1968
- 4) Takesita. H, "Consideration on the Structural Number", Proc. 2nd Int. Conf. on the Structural Design of Asphalt Pavements, pp 407~412, 1967
- 5) "Shell Design Charts for Flexible Pavements", Shell International Petroleum Company Limited, 1963
- 6) "Thickness Design—Full Depth Asphalt Pavement Structures for Highways and Streets", The Asphalt Institute, Manual Series No. 1 (MS-1), Eighth Edition, College Park, Maryland, 1970
- 7) Choate. P and Walter. S, 岡野行秀監修, 『荒廃するアメリカ』開発問題研究所 1982
- 8) Burmister. D. M, "The Theory of Stresses and Displacement in Layered Systems and Applications to the Design of Airport Runways", Proc. HRB, Vol. 23, pp 126~148, 1943
- 9) "BISAR", 昭和シェル石油㈱, 東京都土木技術研究所所属
- 10) 竹下春見, 『アスファルト舗装の構造設計に関する考え方』, 舗装1~2, 1966
- 11) 『道路維持修繕要綱』, 日本道路協会, 1978
- 12) 阿部(頼), 達下, 阿部(忠), 『アスファルト舗装供用性評価式に関する一考察』, 第37回土木学会年次学術講演会, 1982
- 13) 建設省第34回研究会, 『舗装の維持修繕の計画に関する調査研究』, 建設省道路局国道一課, 土木研究所, 1981

## 舗装における新材料

飯 島 尚\*

### 1. まえがき

道路舗装は、自動車による繰返し荷重と気象作用によって次第にその供用性能を減じ、ひび割れ、わだち掘れ、摩耗などの種々の破損現象を呈する。舗装の設計に当たっては車両重量を5t輪荷重に換算してその累積数を基として設計するが、D交通などでは繰返し数が3,000万回以上に達する。これらの繰返し数によってひとたび破損が起こると、車両の安全快適な走行が阻害されるばかりでなく、わだち掘れ部からの水しぶきが歩行者にかかることにもなる。

また、このような路面を正常な状態に管理するためには、維持管理のコストも膨大なものとなる。したがって舗装構造の設計と材料の選択に当たっては長期にわたる耐久性と維持管理の容易さがいかに確保できるかがポイントとなり、種々の気象条件、供用条件に対応した材料と工法の開発が当面の研究課題となっている。アスファルト舗装用の材料には骨材、スラグ、フィラー、アスファルト、再生添加剤、高分子材料、路面標示材料などがあり、さらにコンクリート舗装用材料には鋼材、セメント、混和材、目地材などがある。またこの他、リサイクリングを含めて各種の維持修繕用の材料が用いられている。このように種々の材料が用いられている訳であるが、最近の材料開発に関する技術の進歩は著しいものがあり、例えば高分子材料、鋼材、鉱物、繊維などを分子レベルで複合加工するハイブリッド材料、あるいはセラミックやアモルファス鋼のように従来の素材に特殊加工をして新材料とするなど、実に種々なものがある。いずれ将来はこれらの新材料も舗装材料として検討されることもあるをが、どのような材料であれ、舗装材料の選定に当たっては、このような舗装の破損が極力起らないようにならかじめ室内での評価が十分になされることは必要であり、しかもより経済的であることも重要な点である。

いずれにせよ、このように材料は種々なもののが開発され使用されている訳であるが、選択の基準は舗装材料と

して必要な特性が十分に満足できるかどうかにかかっている。ここで、舗装の破損現象とその対応について簡単に述べてみたい。

### 2. 破損現象と対応

#### 2-1. 流動対策

アスファルト混合物の流動が原因で破損する割合が増大している。交通の渋滞、車線規制などのほかに比較的軟質アスファルトの使用や配合設計上にも問題があるが、通常の材料では対応が困難であるとして種々の改質アスファルトが開発されている。改質アスファルトにはセミブローンアスファルト、ゴム入りアスファルト、樹脂入りアスファルトなどがある。セミブローンアスファルトは60°C粘度が高く、また、ゴム入りアスファルト、樹脂入りアスファルトは高粘度であると同時に、高いタフネス・テナシティを示すことが特徴である。現状では、これらの材料の適材適所の使い分け、あるいは品質規格が必ずしも整理されているとはいいがたいが、これらの材料を用いた混合物を含めてアスファルト混合物の耐流動性は主としてホイールトラッキング試験による動的安定度によって評価される。

#### 2-2. ひび割れ対策

アスファルト舗装、コンクリート舗装を問わず、ひび割れは最も顕著な破損現象であり、最近のアスファルト量の低減傾向、高粘度アスファルトの使用は、ひびわれの生じやすい状況となっている。アスファルト舗装のひび割れの発生機構はきわめて複雑であり、現状では室内での評価が困難な状況にある。これに関して単純あるいは繰返し曲げ試験などを中心に研究が続けられており、ひずみとひび割れの現象論的な関係が整理されつつあるが、何故ひずみを受けるとひび割れが入るのかという物理論的な研究は今後の大きな課題となっている。また、最近では重交通道路における縦ひびわれが目立ってきており、走行条件やアスファルトの劣化あるいは温度分布

\*いいじま たかし (財) 国土開発技術研究センター研究第2部長

と応力状態に関する研究が行なわれつつある。

### 2-3. 摩耗対策

積雪寒冷地では摩耗対策としてすりへり量の小さい硬堅な骨材を用いてF/Aの高い、比較的細粒の混合物、あるいは不連続粒度の採用などによって対応を図っている。しかし、スパイクタイヤやタイヤチェーンなどの激しい摩損作用に対して混合物の改良のみでは限界があり、本質的な改善とはなっていないといえる。スパイクタイヤによる摩損に対しては主として骨材の性質が支配的であるといわれており、骨材に関する研究がさらに望まれている。同時に室内での摩耗の簡便な試験法の開発も必要であろう。

### 2-4. 剥離防止対策

主として水の作用でアスファルト混合物の骨材表面からアスファルト破膜がはがれる現象を剥離というが、剥離による支持力の低下から舗装が破損することが多い。

この対策としてポルトランドセメントや消石灰をフィラーとして用いると効果があり、静的剥離あるいは水浸マーシャルや水浸ホィールトラッキング試験により室内での評価が可能である。なお、最近では、種々のカップリング材を用いてアスファルトと骨材の界面の物理化学的特性を改善しようとする研究も行なわれている。

### 2-5. その他の対策

舗装に必要な特性としてすべり対策や明色化などが考えられる。特にすべりは安全性から考えて極めて重要であり骨材の選択と評価が重要である。ここではこのような対策に用いられている材料を始め、一般的に用いられている材料を概括し、さらに新材料の開発の方向や開発例についてふれて見たい。

## 3. 碎石および砂利

### 3-1 骨材の需給

昭和59年度の骨材の需給量は約8億トンであり、砂利類と碎石類の比率はほぼ等しく、それぞれ約4億トンである。碎石の需給量は昭和40年度以降急激な伸びを示し、昭和48年度にピークとなり、51年まで漸減傾向を示し、以降需給は回復したものの55年以降ほぼ横ばいである。砂利類は、昭和54年度にピークを示し、以後微減傾向を示しているおり、特に河川砂利類の採取量が急激に減少し、48年度以降は約1億トンに推移している。これに反し、山、陸、海の砂利類の供給量が増加している。河川砂利類の構成比の比較的大きい地域は中部、北陸、近畿であり、山は関東地方が多く、陸の構成比の大きい地域は北海道、東北である。中国、四国、九州地方では海砂

の占める割合が大きい。粗・細骨材の構成比は採取場所により異なり、河川および陸で約2:1、山では逆に1:2である。海はほとんどが海砂である。

### 3-2 品質規格ならびに試験法

砂利類は天然産物であり、比重、吸水率、あるいは耐久性など人工的に改善できない要素が多いこと、および人工骨材を含め碎石に比較し良質のものが多かったこともあり、使用目的に応じてセメントコンクリート舗装要綱、あるいはアスファルト舗装要綱により品質管理がなされている。一方、碎石類はJIS規格が設けられ、道路用碎石(JISA 5001)、コンクリート用碎石(JISA 5004, 5005)に品質が規定されている。さらに利用に際してはRC示方書、セメコン要綱、アス要綱に準じている。

JIS規格、アス要綱などを要約すれば、骨材は次のような性質をもつものでなければならない。

- i) 耐久性、耐摩耗性に対して優れた石質であること。
  - ii) 舗装用骨材として適当な粒度をもっていること。
  - iii) 細長く、薄っぺらな石片の有害量を含まないこと。
  - iv) 強硬、均等質であり、軟らかい、または崩れやすい石片の有害量を含まないこと。
  - v) 清浄であり、ごみ、どろ、有機物の有害量を含まないこと。
  - vi) アスファルト混合物とした際、アスファルトとの付着性に優れ、加熱による粒子破壊を起こさないことなどである。
- ところで、最近、骨材の品質が問題になることが多い。舗装では事例はないが、コンクリート構造物が、塩害やアルカリ骨材反応によって破壊する例が報告され、社会的問題にもなっている。骨材の使用に当って品質に関する物理化学的研究、長期の安定性、耐久性の研究が急がれる。

## 4. フィラー

JIS A 5008(舗装用石灰石粉)では歴青舗装に用いる石灰石の石粉について、ごみ、どろ、有機物、微粒子の団粒などの有害量を含まないと規定され、さらに粒度、水分、比重が規定されている。

アス要綱では石粉と規定され、石灰岩石粉または火成岩類を粉碎したものとしている。特に火成岩類を粉碎したものを石粉として用いるときは、粒度、水分以外の規定が設けられる。

舗装用フィラーとして石灰石粉以外の材料、例えばアス要綱にあげている剥離防止用としての消石灰、あるいはセメントをはじめ、フライアッシュなど各種産業より

廃出される微粉末などを用いた例も多いが、フィラーというと世界各国とも石灰石粉を指している。特に最近ではエネルギー源として石炭の利用が多くなっており、フライアッシュの研究が盛んに行われているが、マーシャル安定度の確保に若干の工夫がいるなどの指摘がなされている。

## 5. 明色骨材、着色骨材及び着色舗装

明色骨材には天然産として、石灰石、けい石などがあるが明色効果が弱く、品質および量、あるいは産地的にも限度があり、主として人工骨材として製造される骨材が主なものである。明色骨材として生産されている人工骨材には、シノパールなどがある。シノパールの特長は次のとおりである。白色系の岩石を溶融すると、硬度、白色度、光の反射率を増加する。光の反射性を増し、路面の輝度を均一化し、再帰反射を増加させるため、骨材表面に0.2～0.5mmの多数の孔を保有させたものがシノパールである。

一般的な人工明色骨材の物性の特徴を挙げると次のとおりである。

- a) 比重が小さい。
- b) 多孔質であるが比較的吸水量は小さい。
- c) 単位容積質量が小さい。
- d) 化学的安定性が確保されている。
- e) ガラスに近い硬度を有し堅硬である。
- f) アスファルトとの親和性はやや劣る。

一般的に明色舗装の明色効果は骨材を被覆しているアスファルトの剥離、あるいは摩耗が進行するに従い境加する。

着色舗装の着色方法には有色骨材を用いる方法と、バインダーを着色する方法がある。アスファルトを着色することは無理であり、一般的に明るい色彩のカラー舗装には樹脂系のバインダーを結合材として用いる。

着色骨材や着色舗装が注目されたのは、昭和45年日本万国博覧会会場にカラー舗装を用いたときである。最近では歩道舗装、街路舗装、公園内舗装の多様化にともない、種々な着色舗装が用いられつつある。今後これらの舗装の耐久性、長期の色彩の安定性、環境との調和などについての研究が必要となっている。

## 6. 高炉スラグ

鉄鋼生産に伴いスラグが生成されるが、その生成量は鉄鋼生産1トン当たり高炉から銑鉄を製造する際に高炉スラグが約300kg、転炉から粗鋼を生産する際に製鋼ス

ラグが約130kg、合計約430kgとなり、電気炉スラグを含めて年間約4,000万トンにのぼっている。

高炉は高さ100mを超す巨大な堅型炉で、炉頂から鉄鉱石、コークス、石灰石等の原料を挿入し、下部の羽口から熱風を吹きこんでコークスを燃焼させ、発生した一酸化炭素ガス(CO)によって鉄鉱石を加熱還元溶解する。

高炉で使用される原料は主原料と副原料とに分けられる。主原料には鉄鉱石および鉄鉱石を焼成した焼成鉱(燒結鉱、ペレット)とがあり、副原料には還元材および熱源として作用するコークスとフランクス(スラグ形成材)としての石灰石、ドロマイドなどがある。

1,500°C以上の高温の溶融状態で取り出された高炉スラグはまず冷却処理されるが、冷却方法によって次のように異なった物性をもつスラグとなる。

- (a) スラグをヤードまたはピットに流して空冷または散水によって徐冷却すると、硬質且密な結晶質となり、熔岩状の塊となる。これを徐冷スラグという。
- (b) 高温の溶融スラグの加圧水などを噴射するなどして急冷すると、ガラス質の砂状のものになる。このスラグを急冷スラグ(または水碎スラグ)という。
- (c) 水の代わりに空気で冷却したものを風碎スラグという。

高炉徐冷スラグを破碎し粒度調整した路盤用高炉スラグは、古くから製鉄所構内をはじめ数多く使用されており、スラグの用途のうち最も使用実績が多く、高炉スラグのうち約半分近く、年間1,200万トンが使用されている。路盤用高炉スラグの種類として、アスファルト舗装要綱およびJIS A 5015道路用スラグはCS, MS, HMSの3種に分けている。

これらの路盤用高炉スラグの幾つかの特徴について述べると次のようである。

### 6-1 潜在水硬性

高温の溶融スラグを急冷するとガラス質の水碎スラグとなり、これを粉碎すればそのまま高炉セメントの原料となるように、スラグは冷却の方法によって潜在水硬性を有する。徐冷スラグも大部分は結晶質であるが、一部ガラス質が存在する。このガラス質部分や添加された水碎スラグによって水硬性をもった粒調スラグがHMSで、JIS A 5015によって14日強度で12kgf/cm<sup>2</sup>以上の一軸圧縮強さが規定されている。このようにスラグには水硬性が期待できるので、アスファルト舗装要綱でもHMS 25については、歴青安定処理やセメント安定処理と同様に等値換算係数として0.55を採用している。

## 6-2 環境問題

路盤用高炉スラグは古くから道路用路盤材として使用されているが、ことに40年代に入って盛んに使用されるようになり、昭和46年には年間1,000万トンが利用されていた。このように使用が増えるに伴い、スラグ碎石を用いた路盤から黄濁色の温泉臭のする水が流出し、これが付近の水田、井戸、養魚池などに入り、環境上の問題を生じたことがあった。

このため黄濁水を出さない材料製造法の確立を鋭意研究した結果、エージングによって硫黄分の安定化を計り、その結果を呈色判定試験によって確認する方法を確立した。この試験法はアスファルト舗装要綱およびJISに採用されるに至った。

その他スラグ碎石内を通過した水はアルカリ性となり、pH 9~11を呈するが、我が国の土壤はほとんど酸性であり、これらの土壤がカルシウム分を吸着中和する作用を有することもあって、急速にpHも低下し、ほとんど問題になることはない。しかし、用心のために道路の近傍に養魚池や飲料に使っている井戸がある場合は、その使用を避けた方がよい。

## 6-3 高炉スラグ路盤設計施工指針

前述のように高炉スラグはアスファルト舗装要綱にも取り入れられ利用されているところであるが、高炉スラグを路盤に用いる場合の設計施工指針がまとめられている。これは最初に昭和00年に刊行されたものが、その後の実績をふまえて昭和00年に改訂されたものである。最近では路盤の支持力を変めることが舗装全体の耐久性を確保する上で有利であることから、使用量が増えている現状である。

しかし、生産地が限定されること、生産量に限りがあることなどから他の材料と組み合せて使用する例も研究されている。後述する転炉スラグと組合せた複合材料などはその例である。

## 6-4 コンクリート用骨材

水で急冷された水碎スラグはガラス質であるが、多孔質の粒子やひび割れのある粒子および針状のものを含み、そのままでは脆弱であり、粒度上からも問題がある。この水碎スラグをクラッシャで適度の破碎加工を行い、所定の粒度と併せて粒形の改善を行ったものが水碎砂である。水碎砂を混合したコンクサートは、混合割合によると、強度の低下も認められず良好な性状を示すことから利用可能性が高い。

昭和52年6月、コンクリート用高炉スラグ粗骨材としてJIS A 5011が制定された。その後この規格は土木学

会および建築学会等の基準等に採り入れられ、現在かなりの量のコンクリート用高炉スラグ粗骨材が使用されている。

水碎スラグはほとんど100%ガラス質であり、アルカリ刺激剤のもとで水硬性を発揮する。したがって水碎スラグを乾燥粉碎すればそのままセメントとして用いられる。通常、普通ポルトランドセメント55~60%に対して水碎スラグを45~40%混合したものを、高炉セメント(B種)として使用されている。

この高炉セメントは普通ポルトランドセメントに比べて初期強度が若干低いが、性能的にはほとんど遜色がない、また、最近ではコンクリート構造物の塩害やアルカリ骨材反応による損耗に対してスラグを利用することが有利とされることからこのセメントの利用が研究されつつある。

## 7. 製鋼スラグ

製鋼スラグは高炉で生成した銑鉄を転炉で鋼にする際に生成する転炉スラグと、スクラップ等を電気炉で鋼に生成するスラグがある。この外にフェロアロイ(合金鉄)を製造する際に生成するフェロアロイスラグ(例えばニッケルスラグ)があるが、電気炉製鋼スラグとは異なるものである。

転炉では主原料の溶融銑鉄、くず鉄、および副原料の生石灰(CaO)などに高圧の純酸素を吹き込み、酸化反応によって炭素(C)、けい素(Si)、リン(P)および鉄(Fe)の一部などを酸化させる。これらの酸化物はCaOと結合してスラグを形成する。転炉スラグが通常の天然碎石より重くて硬質なのは、製鋼過程で鉄の一部が酸化されてスラグに入るためである。電気炉では転炉と異なりアーチ熱を熱源として、主原料のスクラップ等を副原料の生石灰とともに溶融精錬して鋼とする。また精錬過程で酸化スラグと還元スラグが生成される。

製鋼スラグの現在の利用状況は、土地造成や埋立用に使用されている状況で、必ずしも有效地に利用されているとは言い難い。これは製鋼スラグがその生成過程で石灰石分の一部が遊離石灰として、不安定な状態でスラグ中に残存し、この遊離石灰が水と反応してスラグが膨張崩壊するためである。このようなことから、昭和54年度から建設省土木研究所、(財)土木研究センター、および鉄鋼スラグ協会の3者で製鋼スラグを道路用材として利用するための共同研究が進められた。

## 7-1 製鋼スラグのアスファルト混合物への利用

昭和54年からアスファルト混合物への利用につい

て研究を始めたが、その主眼は、①エージングによる骨材の膨張安定性とその判定法をどうするのか、②製鋼スラグを用いたアスファルト混合物が普通碎石を用いた混合物とどのように違うのか、という点に置かれた。

図-1～図-4は研究成果の例であるが、図-1は膨張安定性に関する評価であり、まず初期膨張量の異なるスラグ材料A, B, Cのエージング期間と水浸膨張比(80°C水浸)の関係が実線であり、同じ材料を用いたアスファルト混合物を同様に80°C水浸状態で水浸させひびわれ発生の評価を行なったものが○, △, ×である。ここで○がアスファルト混合物として問題がないものであった。また、図-2～図-4は充分にエージングを行なった材料(図ではスラグを工場別にSk, Sf, Sy, Sd, 天然石をTとし、粗骨材と細骨材の組合せを数種類に変えたもの。例えばS+Sは(粗)スラグ+(細)スラグ、

T+Tは(粗)天然+(細)スラグの意味である)のDS, はく離、摩耗の評価である。これによればDSはT+Tに比較して配合によっては同等かそれ以上の値となり、はく離はT+Tに比較して低い水準におさえることができる。さらに摩耗量についてもすべての組合せについてT+Tより少ないという実験結果であった。

これらの結果から骨材の膨張安定性については3ヵ月以上エージングした材料について、80°Cにおける水浸膨張率が2%以下になるようなものについては、アスファルト混合物の骨材として用いて特に問題はなく、ある面ではわだち掘れや冬期の耐摩耗性において優れた特性を示すことが分かった。

これらの結果をまとめて、『製鋼スラグを用いたアスファルト舗装の設計施工指針』が57年10月に刊行されている。

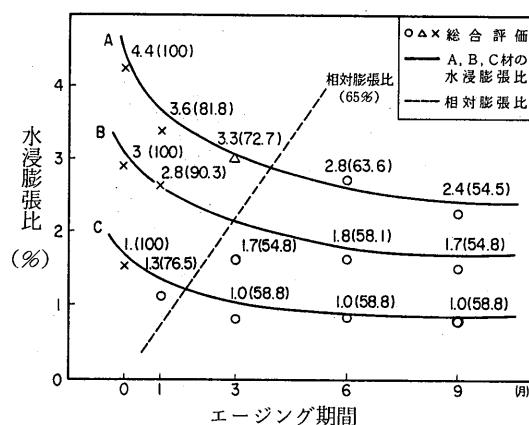


図-1 全体評価と水浸膨張比(80°C)の関係

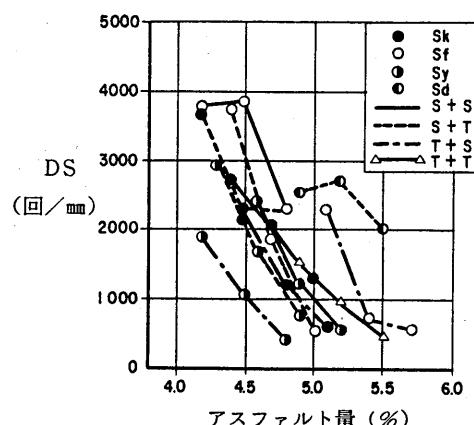


図-2 製鋼スラグアスコンのDS

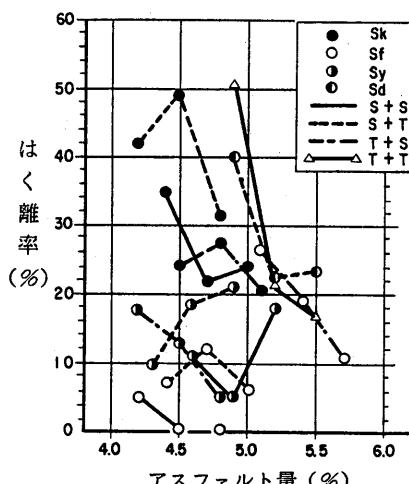


図-3 製鋼スラグアスコンのはく離率

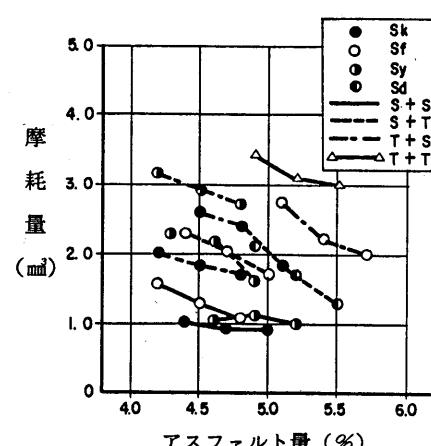


図-4 製鋼スラグアスコンの摩耗量

## 7-2 製鋼スラグの路盤材への利用

前述のアスファルト混合物への利用についての研究に引き続き、昭和56年度より路盤材としての利用についても研究を進めてきた。研究はアスファルト混合物への利用に関する研究と同様、路盤に用いた場合の膨張の評価、等値換算係数の評価が中心であり、図-5～7、表-1～3は研究成果の例である。図-5は表-1に示すような材料を用いて表-2のような組合せによる材料を用いて路盤を作り、路盤の膨張量（元の路盤厚と一定期間経過後の路盤厚の比で表わす）と材料の組合せの関係を整理したものである。これによれば一定期間エージングを行なった材料を用いた場合路盤の膨張比は小さいことがわかる。また路盤が膨張するとアスファルト表面にひびわれが発生するがこれを評価したものが図-6であり路盤膨張比が概ね2.5%以下であればひびわれも比較的少ない。

図-7は一定期間後、膨張がほぼ完了した時点で路盤を開削して支持力係数K<sub>30</sub>値の変化を見たものである。路盤の膨張比が大きくなると支持力は小さくなり、施工時の支持力を概ね80%の範囲で確保するためには路盤の膨張比が2.5%以下とする必要があることがわかる。

また表-3は実際の道路（主として工場内）を開削し、等値換算係数を推定したものである。

推定の方法はひびわれ、わだち等の表面性状からMCIを求め、MCIと構造設計式との対応から等値換算係数 $\alpha_n$ を求める方法、及び路盤のたわみ量からBISARを用いて変形係数Eを求め、Eと $\alpha$ の関係から等値換算係数 $\alpha'_n$ を求める方法の2通りの方法によって推定した。その結果HMS相当品は0.55、MS相当品は0.35、CS相当品は0.25の値が得られた。

これらの研究成果によって6カ月以上エージングした転炉スラグを用いた路盤は充分に支持力が期待でき、かつ等値換算係数も高炉スラグと同等に評価できることからこれらをとりまとめて「製鋼スラグ路盤設計施工指針」が近々刊行される予定である。

## 8. アスファルト

### 8-1 アスファルトの種類

アスファルトは、JIS K 2207(1980)によれば、ストレートアスファルト、ブローンアスファルト、防水工事用アスファルトの3種類に大別されている。現主、我が国のアスファルトの大半が舗装工事に用いられている。

表-3 品種別の等値換算係数推定結果

表-1 使用材料一覧表

材料名	記号	エージング期間
転炉スラグ	A	0～1カ月
"	B <sub>1</sub>	3～4カ月
"	B <sub>2</sub>	"
"	C <sub>1</sub>	6カ月以上
"	C <sub>2</sub>	"
高炉スラグ	D	"
電気炉スラグ	E	"
天然碎石	T	—

表-2 舗設材料の配合表

配合No.	1.	2.	3.	4.
転炉スラグ(LD)	100%	75%	50%	25%
高炉スラグ(BF)	0	25%	50%	75%

表示例

B1-2：表-1のB<sub>1</sub>材（転炉スラグ）75%とD材（高炉スラグ）25%の配合を示す。

品種	配合	粒度	修正CBR (%)	一軸強さ(kg/cm) 14日	等 値 换 算 係 数		
					推定法	推定結果	標準材の推定
HMS 相 當 品	HMS 30%	25～0	138	12.2	$\alpha'_n$	1.0	HMS-25: 1.0
	LD 50%	(HMS規格)			$\alpha_n$	1.0	
	GS 20%				$\alpha'_n$	0.91	
	HMS 70%	25～0	145	12.3	$\alpha_n$	0.48	
	LD 30%	(HMS規格)			$\alpha'_n$	0.52	M S-25: 0.35
	LD 100%	25～0	100	—	$\alpha_n$	0.45	
	MS 60%	25～0	205	17.8	$\alpha'_n$	0.40	
	LD 40%	(MS規格)			$\alpha_n$	0.31	
MS 相 當 品	LD 100%	25～0	147	—	$\alpha'_n$	0.71	HMS-25: —
	(MS規格)				$\alpha_n$	—	
	MS 50%	40～0	150	12.8	$\alpha'_n$	0.41	
	LD 50%	(MS規格)			$\alpha_n$	—	
	EF 100%	40～0	—	—	$\alpha'_n$	0.52	M -25: 0.35
					$\alpha_n$	0.26	
	LD 100%	40～0	170	—	$\alpha'_n$	0.62	
					$\alpha_n$	0.65	
CS 相 當 品	LD 80%	40～0	121	—	$\alpha'_n$	0.45	MS-25: 0.35
	BF 20%				$\alpha_n$	0.15	
	LD 100%	30～0	125	—	$\alpha'_n$	0.52	
					$\alpha_n$	—	
	LD 50%	30～0	106	—	$\alpha'_n$	0.52	0.25
	CS 40%				$\alpha_n$	0.60	
	GS 10%				$\alpha'_n$	0.30	
	LD 90%	30～0	142	—	$\alpha'_n$	0.99	
	GS 10%				$\alpha_n$	—	
	LD 100%	30～0	60	—	$\alpha'_n$	0.49	
					$\alpha_n$	0.92	
	LD 30%				$\alpha'_n$	0.49	
	BF 35%				$\alpha_n$	—	
	GS 35%				$\alpha'_n$	—	
					$\alpha_n$	—	

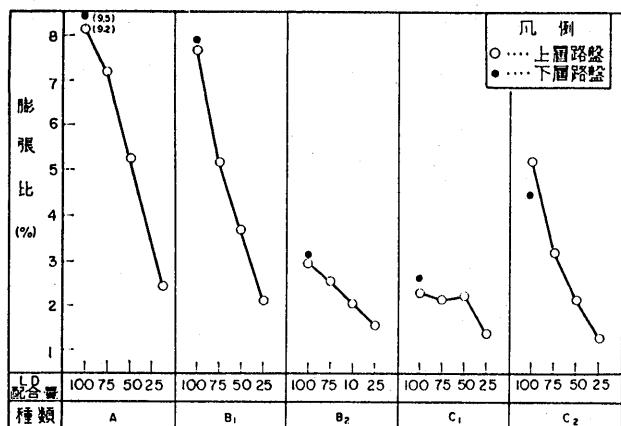


図-5 転炉スラグ配合比膨張比

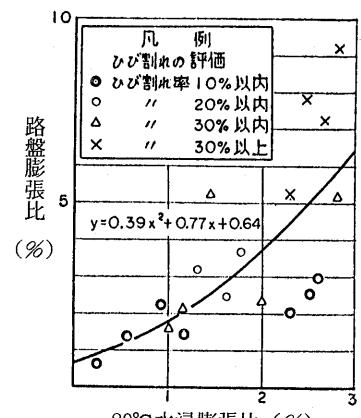


図-6 路盤膨張比と80°C水浸膨張比の関係

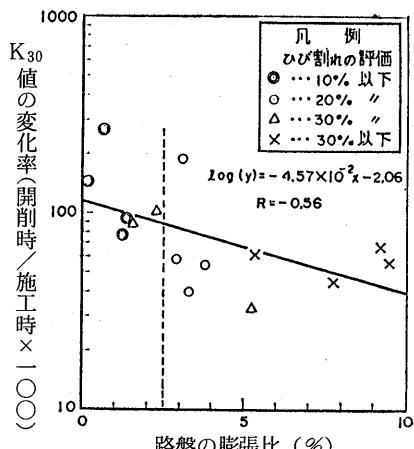


図-7 路盤膨張比とK<sub>30</sub>値の伸び率

舗装に用いられているアスファルトはストレートアスファルトが主体で加熱溶融して用いるが、作業性を配慮し、アスファルト乳剤、カットバックアスファルトなどのいわゆる液体アスファルトとして常温で用いる場合も多い。また、アスファルト舗装の供用性、耐久性の向上をめざしてアスファルトを改質し、セミブローンアスファルト、ゴム入りアスファルト、樹脂入りアスファルトなどの改質アスファルトとして用いる場合がある。

#### 8-2 アスファルトの製造と供給

ストレートアスファルトの製造はまず、原油を加熱器で加熱し、常圧蒸留塔の下部に送り込む。原油中の低沸点留分が各留分に分離され、塔底に残る重質の残渣油は再び加熱器を経て減圧蒸留塔に送られる。圧力10~18mm Hg、温度350~400°Cで減圧蒸留を行うと、最後の沸点の高い減圧残渣油が得られる。これがストレートアスフ

アルトである。ストレートアスファルトの性質を感温性的の改良の観点から、軟化点あるいは粘度の高いアスファルトに改質する方法としてセミブローニング法がある。常圧または減圧常留装置から得られる軟らかいアスファルトに比較的の低温(200~320°C)で長時間空気を吹き込んでアスファルトの組成を変化させる方法である。

アスファルト乳剤の製造は、まず原料のアスファルトと乳化液を適温に加熱したあと、それぞれ所要の流量に調節したバルブを経て乳化機に同時に送り込まれる。アスファルトと乳化液の混合物は高速回転するローターの遠心力で壁面にたたきつけられ、次にローターと壁面の間隙(0.08~1.00mm)を通過するときせん断作用を受けて、アスファルトをできるだけ微細な粒子にさせて乳化液の中に分散乳化させるものである。

カットバックアスファルトは、所要のコンシスティンシーを得るために、加熱溶融したアスファルトの中に石油系溶剤を入れて、機械的にかく拌して作られる。製造方式には、バッチ方式と連続方式がある。溶剤は、無害で適当な揮発性をもち、アスファルトに対する溶解力が大きいことなどの条件が必要である。一般に、ナフサ、灯油、軽油、重油などが使用されている。これらのアスファルト及び乳剤等はそれぞれ品質規格が定められている。

品質規格値には、種々の試験方法によって測定された値が用いられており、針入度、粘度、軟化点、伸度、等々の値が定められている。

#### 8-3 セミブローンアスファルトAC-100

セミブローンアスファルトAC-100を用いた試験舗装が52年から実施されている。第1次から第3次に至るまでの試験舗装の実績は表-4のとおりであり、その成果の概要を以下に示す。

表-4 各試験舗装の概要

試験舗装区分	施工年度	箇所数	工区数	施工面積 (m <sup>2</sup> )
第1次(AC-80, 140)	52	9	37	41,538
第2次(AC-140)	53	14	53	46,255
第3次(AC-100)	56	11	11	32,171

### (1) 第1次試験舗装

建設省を中心として東京都および神奈川県の協力を得て、表-4の規模の試験舗装を行った。セミブローンアスファルトの60°C粘度は14,000±4,000 poiseと8,000+2,000 poiseとし、前者をAC-140、後者をAC-80と称した。混合物の種類は、表層に密粒度アスファルトコンクリートを、基層には粗粒度ギャップアスファルトコンクリートと粗粒度ギャップアスファルトコンクリートを使用した。アスファルト量はOAC(最適アスファルト量)がほとんどで、一部にマーシャル試験結果の共通範囲の下限値とOAC±0.3%を用いた。

試験舗装の結果から、セミブローンアスファルトは耐流動性に効果のあることがわかった。しかしながら、いくつかの個所でひびわれが発生した。これらについて解析検討したところ、すべて原アスファルトの60°C粘度が非常に高く、中には $122 \times 10^3$  poiseと極端に高い値であったことが判明した。また一般に、薄膜加熱試験(TFOT)後と原アスファルトの60°C粘度の比(粘度比)が大きい場合にひび割れ発生が顕著であった。このことから、粘度のみならず粘度比を規定する必要にせられた。

### (2) 第2次試験舗装

第1次試験舗装の結果を参考にして粘度比を6.0以下と定めるとともに、セミブローンアスファルトの60°C粘度の品質を厳守することに十分配慮して、第2次試験舗装を実施した。セミブローンアスファルトや混合物の種

類は、第1次試験舗装と同様であった。第2次試験舗装では、耐流動性とともにひび割れ防止についても満足する結果が得られた。しかし、①粘度比が6.0以下にあっても、5.0以上の場合にはひび割れの発生が見られた、②60°C粘度が15,000 poiseを超える箇所でひび割れが発生した、③60°C粘度が7,000 poiseを下回る箇所では流動が見られた、などの理由から、60°C粘度をAC-140( $14,000 \pm 4,000$  poise)より下げ、粘度比を下げればひび割れ発生を防げることがわかった。

なお、セミブローンアスファルトを2層以上に用いた箇所では、わだち掘れ、ひび割れの両方に好成績であったことから、適用する層厚の最小厚の設定も必要であろうとの判断を得た。

### (3) 第3次試験舗装

第2次試験舗装の結果から、60°C粘度を $10,000 \pm 2,000$  poise(AC-100)に設定し、かつ粘度比を5.0以下とした。混合物の種類は密粒度アスファルトコンクリートでアスファルト量はOACとし、表層と基層の二層にセミブローンアスファルトを用いることを原則とした。また、第3次試験舗装にあたっては、セミブローンアスファルトを用いる場合の“施工基準”を作成し、これを用いて設計施工を行った。表-5に第1、第2、第3次試験舗装に用いられたセミブローンアスファルトの品質について示す。

### (4) 第4次試験舗装の供用性

#### ① Nとわだち掘れ量

交差点部と単路部におけるNとわだち掘れ量の関係は図-8に示したとおりである。図中には第3次試験舗装結果の回帰線を記入した。また、ストレートアスファルトとの比較のために、第29回建設省技術研究会(建技)の調査結果を点線で記入した。

これらの結果から次のようなことがわかった。

単路部、交差点部とも建技に比べて同一の交通量に対

表-5 セミブローンアスファルトの品質

種類	第1次試験		第2次試験		第3次試験	
	AC-140	AC-80	AC-140	AC-100	AC-140	AC-100
粘度(60°C poise)	14,000±4,000	8,000±2,000	14,000±4,000	10,000±2,000	—	—
粘度比(60°C 加熱後/加熱前)	—	—	6.0以下	5.0以下	—	—
動粘度(180°C cSt)	200以下	200以下	200以下	200以下	—	—
薄膜加熱重量変化(%)	0.6以下	0.6以下	0.6以下	0.6以下	—	—
針入度(25°C, 100g, 5秒)	40以上	40以上	40以上	40以上	—	—
三塩化エタン可溶分(%)	99.0以上	99.0以上	99.0以上	99.0以上	—	—
引火点(°C)	260以上	260以上	260以上	260以上	—	—
比重(25/25°C)	1,000以上	1,000以上	1,000以上	1,000以上	—	—

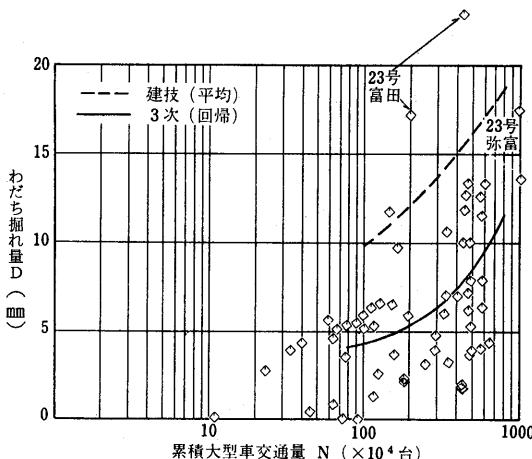


図-8 Nとわだち掘れ量の関係(交差点部)

するわだち掘れ量は小さく、おむね半分の水準にあるといえる。このことからセミプローンアスファルトの耐流動性が確認されたものといえる。

### ② Nとひび割れ率

Nとひび割れ率の関係は図-9に示すとおりであった。図中の×印は単路部の、□印は交差点部の結果である。図から明らかなように、ひび割れの発生は少なく、60°C 粘度や粘度比等のアスファルトの規格およびその管理を厳格に行うことによって、ひび割れに対する懸念も解消できることと思われる。また、交差点部と単路部を比較すると、交差点部の方がややひび割れの発生が早いようである。

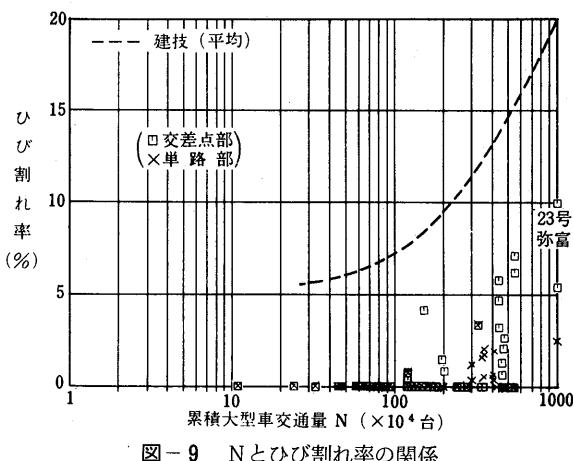


図-9 Nとひび割れ率の関係

### ③ アスファルトの性状と供用性

原アスファルトの60°C粘度とひび割れ率、わだち掘れ量の関係は図-10に示すとおりである。図中にプロットした点は、累積大型車交通量  $300 \times 10^4$  台におけるわだ

ち掘れ量とひび割れ率である。なお、 $N = 300 \times 10^4$  台および推定した  $N = 1,000 \times 10^4$  台におけるわだち掘れ量、ひび割れ率の限界線を記入してある。

アスファルトの性状は、精油所の出荷段階ではすべて  $10,000 \pm 2,000$  poise を満足しており、また、混合物製造所におけるアスファルトタンク内試料でも数箇所  $12,000$  poise をわずかに上回るものもあるが、その他はすべて満足していた。また粘度比もすべて 5.0 以下を満足していた。

このようなアスファルトを使用した結果、全体的にわだち掘れ、ひび割れとも当初予想した掘れ量、ひび割れ率の限界を各々 20mm, 20% とすると、わだち掘れとひび割れの双方を抑制するための望ましい 60°C 粘度の範囲として  $10,000 \pm 2,000$  poise は適正であったことが確認される。

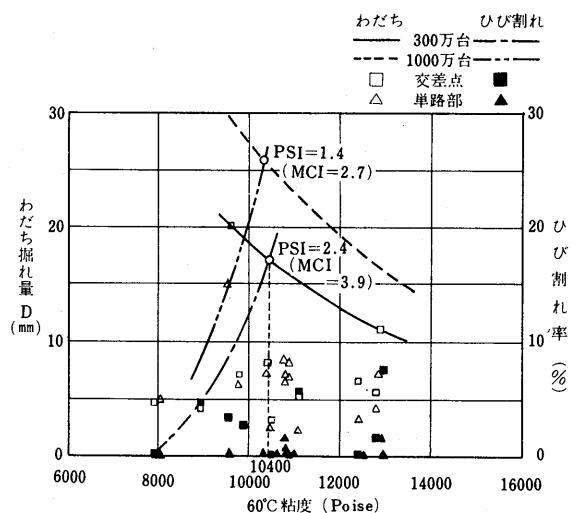


図-10 原アスファルトの60°Cとわだち掘れ量、ひび割れ率の関係

### ④ アスファルト混合物の性状と供用性

混合物の性状のうち動的安定度 (D S) とわだち掘れ量、ひび割れ率の関係を示したもののが図-11である。本図でも  $N = 300 \times 10^4$  台におけるわだち掘れ量、ひび割れ率の限界線を示した。

今回使用した混合物の D S は、概略的に見ると配合設計時で検討される D S の目標値  $1,500 \sim 4,000$  回/mm に対し、実際の配合設計時の D S は  $3,000 \sim 6,000$  回/mm、本施工時では一地点を除き図に示されるように  $3,000 \sim 6,000$  回/mm であった。

図からわかるとおり、本施工時の D S =  $3,000 \sim 9,000$

回/mmに対して、全体的にわだち掘れ、ひび割れとも良好である。第1、2次試験舗装ではDSが4,000~5,000回/mmを超えるとひび割れが急増したのに対し、今回それ以上のDSでもひび割れ発生が少ないのは60°C粘度を下げたこと、粘度比を厳しくしたためと考えられる。

この図についても、わだち掘れ量とひび割れ率の限界を各々20mm、20%とする施工時のDSの範囲は3,000~6,000回/mm程度であり、配合設計時の目標DS値としてはおおむね2,000~6,000回/mm程度が妥当と考えられる。

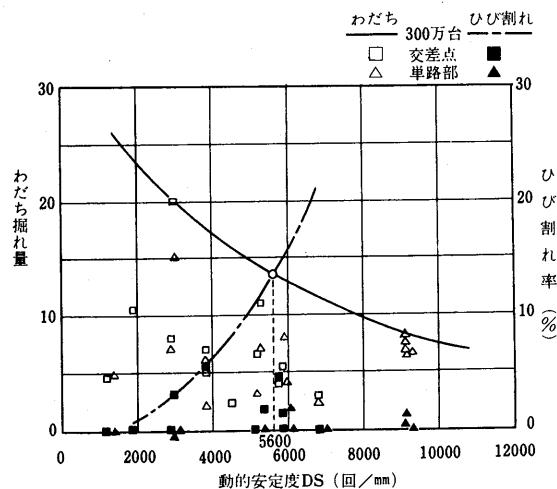


図-11 動的安定度DSとわだち掘れ量、ひび割れ率の関係

##### ⑤ 第3次試験舗装結果のまとめ

1) 第1次、2次試験舗装に使用したAC-140に較べると、同一の交通量に対してわだち掘れ量は若干大きいが、ストレートアスファルト(建技)の結果と比べれば小さく、耐流動効果は大きい。

2) AC-140を用いたことによるひび割れの発生は少なく、60°C粘度や粘度比等を厳密に管理することによりひび割れは防止できる。

3) 平坦性は大型車交通量Nの増加とともに緩やかに変化するが、全体的に良好である。

4) MCI、およびPSIから判断した供用性は全体的に良好である。

5) 第1次、2次試験舗装の結果から、わだち掘れ、ひび割れの双方を考慮して新たにアスファルトの60°C粘度および粘度比をそれぞれ $10,000 \pm 2,000$  poiseおよび5.0以下としたAC-100の品質規定は適正であるといえる。

#### 8-4 ゴム入りアスファルト筑波1号

##### (1) 品質基準

土木研究所では、耐流動・耐摩耗舗装用ゴム入りアスファルトの開発に関する共同研究を実施しているが、これまでに開発した“筑波1号”は、室内試験のバインダーおよび混合物試験結果から耐流動・耐摩耗の供用性の目標を十分達成可能であるとの見通しが得られ、表-6の基準(案)が得られた。

筑波1号は、室内のマーシャル試験、ホイールトラッキング試験およびラベリング試験結果では、ストレートアスファルトに比べ優れた耐流動、耐摩耗性を示す反面、ストアスにゴムを4~10重量% (固形分換算) 含有させることから、高温粘度が高くなる傾向にある。

このことは、加熱混合、転圧などの施工時に支障を起こす可能性を含んでいるので、転圧性状についても、筑波1号を実用化する上で、その性状を確認する必要が生じた。

そこで、土木研究所舗装走行実験場において、筑波1号の転圧実験を実施した。この結果、転圧性状についても筑波1号は、転圧時の温度を高くする、転圧回数を増加することなどでストアスと同等の締固め度が得られることが確認された。

##### (2) 転圧実験と混合物の確認

転圧実験の条件は表-7に示すとおりであった。なお、

表-6 使用バインダーの性状

試験項目 \ バインダー種類	ストレートアスファルト E-60~80	筑波1号 50~5(H) 140-1	筑波1号 品質基準 (案)
針入度 (25°C)	73	68	50~100
軟化点 °C	47.5	65.0	57以上
伸度 (7°C) cm	6	100+	50以上
蒸発後の針入度比 (163°C 5H) %	107	106	110以下
薄膜加熱後の針入度 (180°C 2.5 H)	—	62	—
薄膜加熱後の針入度変化率 %	—	91	65以上
薄膜加熱後の軟化点 (180°C 2.5 H) °C	—	63.5	—
引火点 °C	340	350	—
比重 (25°C/25°C)	1.030	1.027	—
三塩化エタン可溶分%	99.8	95.70	—
タフネス kg·cm	49	124	100以上
テナシティ kg·cm	10	85	50以上
60°C 粘度 Poise	2140	13690	10000以上
200°C 粘度 cSt	—	172	300以下
薄膜加熱後の60°C粘度 (183°C 2.5 H) Poise	—	16170	—
フーラスゼイ化点 °C	—	-10	-10以下

表-7 転圧実験条件

転圧条件		A (143M-9C)	B (170M-10C)	C (170M-15C)	D (170V-10C)	E (150V-12C)	
ペインダー種類		ストレートアスファルト		筑波I号(50-5(H) 140-1)			
混合物種類	上層	密粒(20)	密粒(13)	密粒(20)	密粒(20)	密粒(13)	
	下層	密 粒 (20) (筑 波 I 号)				密粒(20)	
混合温度 (°C)		155	190			170	
締固め温度 (°C)		143	170			150	
転圧機械	初 転 圧	マカダムローラ(10t) 2往復	マカダムローラ(10t) 3往復	マカダムローラ(10t) 4往復	振動ローラ(7t) (2往復:振動なし (1往復:振動あり)	振動ローラ(7t) (2往復:振動なし (1往復:振動あり)	
	2次転圧	タイヤローラ(13.5t) 5往復	タイヤローラ(13.5t) 5往復	タイヤローラ(13.5t) 7往復	タイヤローラ(13.5t) 5往復	タイヤローラ(13.5t) 7往復	
	仕上げ転圧	マカダムローラ(13.5t) 2往復	マカダムローラ(10t) 2往復	マカダムローラ(10t) 4往復	振動ローラ(7t) 2往復:振動なし	振動ローラ(7t) 2往復:振動なし	

一区間の大きさは 2.5 m × 10m であり表層 5 cm, 基層 5 cm, 粒調路盤 10cm であった。試験後供試体を切り出し種々の評価を行なっている。ここではホイルトラッキング試験とラベリング試験の結果について記す。

表層混合物の切取り供試体のホイルトラッキング試験結果を図-12に示す。この結果から、転圧条件と動的安定度(以下、DS という)の関係は次のとおりである。

ストアスの DS は 639~663 回/mm の範囲、これに対して、筑波1号は 1097~2078 回/mm の範囲にあり、ストアスよりも約 1.7 ~ 3.2 倍高い耐流動性を示している。

また、表層混合物の切取り供試体のラベリング試験結果を図-13に示す。この結果から、転圧条件と摩耗量の関係は次のとおりである。ストアスの摩耗量が 2.15~2.18 cm<sup>3</sup> の範囲であるのに対して、筑波1号は 0.76~1.68 cm<sup>3</sup> の範囲にあり、ストアスより約 1.3~3 倍耐摩耗に優れていることがわかる。

これら の転圧実験結果から、耐流動、耐摩耗舗装用として開発した筑波1号は、混合および転圧温度は高くなるもののストアスと同様既存の施工機械で施工できることがわかった。また、転圧後の舗装混合物を切取って、混合物試験を行った結果、混合物性状は、開発目標を十分達成できるものであることを確認した。

筑波1号の実道路での供用性の確認を行ない実用化を図っていくために、60年度に全国的な試験舗装を実施しているところである。

## 9. 特殊高分子材料

### 9-1 高分子材料

高分子材料を添加した改質アスファルトは、用いる高分子材料の種類によって、次のように分類される。

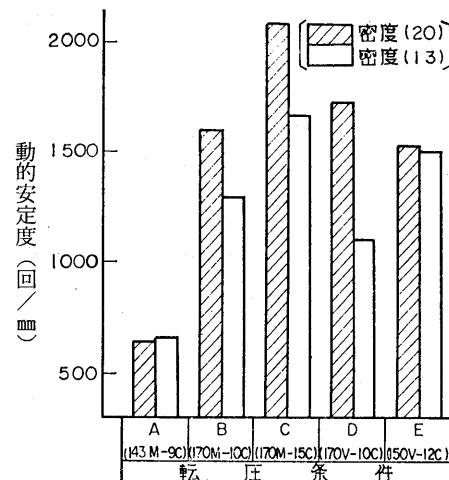


図-12 転圧条件と動的安定度の関係

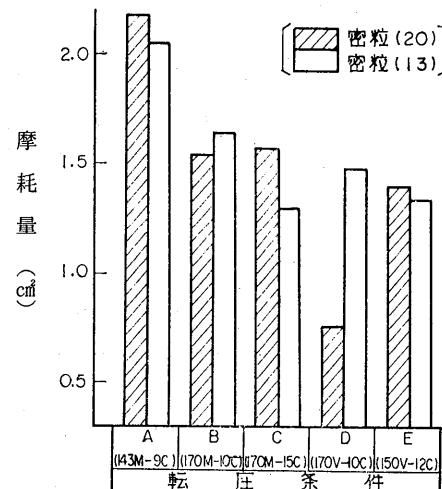


図-13 転圧条件と摩耗量の関係

- a) ゴム入りアスファルト
- b) 熱可塑性樹脂入りアスファルト
- c) ゴム・樹脂入りアスファルト
- d) 熱硬化性樹脂入りアスファルト

また、これらの改質アスファルトを得るのに、高分子材料を添加する方式によって、次のようにも分類される。

- i) プラントミックスタイプ ラテックス方式  
溶液方式  
粉末方式

#### ii) プレミックスタイプ

プラントミックスタイプは、アスファルト混合物を製造する際に、プラントにおいてアスファルトに高分子材料を添加するもので、高分子材料はラテックス、溶液あるいは粉末状で添加される、プレミックスタイプは、製造業者が工場でアスファルトに高分子材料を添加したもので、特殊アスファルトとして、種々の商品名で販売されている。

アスファルトの性質を改善するために用いられる高分子材料としては、表-8に示すものが知られている。な

表-8 アスファルトの改質材

種類		名 称
熱可塑性エラストマー	天然ゴム (NR)	
	ステレン+ブタジエン共重合物 (SBR)	
	ポリクロロブレン (CR)	
	アクリロントリル-ブタジエン共重合物 (NBR)	
	イソブチレン-イソブレン共重合物 (IIR)	
	ポリブタジエン (BR)	
	ポリイソブレン (IR)	
	多硫化重合物 (T)	
	エチレン-プロピレン三元重合物 (EPT)	
	アルフィンゴム (AR) (タレンニアタジエン共重合物とイソブチレン-ブタジエン共重合物の2 Type)	
マ	ポリイソブタレン	
	ステレン-イソブレン-ブロックコポリマー (SIS)	
	ステレン-ブタジエン-ブロックコポリマー (SBS)	
	ポリエチレン	
	ポリプロピレン	
	ポリウレタン	
	シリコンエラストマー	
	エチレン-酢酸ビニル共重合物 (EVA)	
	エチレン-エチルアクリレート共重合物 (EEA)	
	ステレン-イソブレン共重合物 (SIR)	
合成樹脂	熱可塑性	石油樹脂 クロマン-インデン樹脂 ポリブテン樹脂 無水マレイン酸樹脂
	熱硬化性	不飽和ポリエステル樹脂 エポキシ樹脂
天然樹脂		ロジン

お、ゴムと熱可塑性樹脂とは明確に区分することが困難であるため、表-8の熱可塑性エラストマーとして示されたものの中には、上記分類でいう、いわゆるゴムと熱可塑性樹脂の両方が含まれている。

添加する高分子材料の種類および添加量によって、アスファルトの性質の改善効果が大幅に異なる。一口に高分子材料添加による改質アスファルトといっても、種々の性質のものがあり、改質アスファルトを用いる目的に応じて適正なものを選定する必要がある。

#### 9-2 すべり止め舗装用材料

交通事故防止対策として、交差点、急勾配の坂、あるいは急カーブなどスリップ事故を起こしやすい場所で、すべり止め舗装がされている。路面のすべり抵抗性を高めるために、舗装混合物の粒度を変えたり、舗装にグレーピングが施される場合もあるが、このほか舗装表面にエポキシ樹脂を骨材とともに塗布する方法（ニート工法と呼ばれている）がとられている。

すべり止め舗装に用いられるエポキシ樹脂には、次の種類のものがある。

- a) タール変性エポキシ樹脂
- b) アスファルト変性エポキシ樹脂
- c) その他変性エポキシ樹脂

すべり止め舗装に用いるエポキシ樹脂は、舗装によく付着するとともに、すべり止め用の硬質骨材を十分に把握できる性質が必要とされる。硬いエポキシ樹脂では、舗装面から剥離しやすくするため、樹脂に可撓性を付与するため種々の変性がなされている。

なお近年、すべり止め舗装用エポキシ樹脂の品質規格が提案され、また、冬期施工用として、エポキシ樹脂に代わってアクリル系樹脂が用いられるようになっている。

#### 9-3 カラー舗装用材料

前述したように、通学路、バスレーンなどの車道、歩道、駐車場、運動場等において、交通安全対策上、美觀上あるいはその他の機能上の必要性から、近年、各種のカラー舗装がされている。通常のアスファルトコンクリートに、弁柄などの顔料を混ぜたり、白色の骨材を用いたりして、褐色あるいは白っぽい舗装をする方法もあるが、種々の色彩を自由に選択できるカラー舗装に用いるバインダー材料としては、およそ次の種類のものがある。

- a) ペイントタイプ エマルジョン型  
アスファルト舗装面用  
溶剤型  
コンクリート舗装面用
- アクリル系樹脂  
ビニル系樹脂  
エポキシ系樹脂  
アクリル系樹脂  
ビニル系樹脂

b) ニート 骨材散 布タイプ	無溶剤型	エポキシ系樹脂 アクリル系樹脂 ポリエスター樹脂 ポリウレタン樹脂
c) 溶着 タイプ	加熱施工	石油樹脂 ロジン、クマロン インデン樹脂、エ ステルガムなど
d) モルタル タイプ	加熱施工—石油樹脂(同上) 常温施工—エポキシ樹脂	
e) 浸透 タイプ	エマルジョン型 セメントミル クに混合	ゴムラテックス アクリル系 ビニル系
f) 特殊混合 物タイプ	常温施工	ウレタン樹脂系 ゴムまたはウレタ ンのチップを混合 する

カラー舗装用バインダー材料として現在用いられているものには、上記のとおり多種類のものがあるが、アスファルト舗装面か、コンクリート舗装面か、あるいは歩道橋のように鋼板面かによって適正なものを選択する必要がある。また、材料によって耐久性、施工性、および色彩の選択の自由度も異なるため、用途に応じた選択が必要とされる。

#### 9-4 コンクリート舗装用養生材

コンクリート舗装において、コンクリートの打設後の養生を行うために、打設面にシートを敷いて適宜散水して、コンクリートの水分蒸発を防ぐ方法がとられている。シート材料として、一般に次の繊維シート(不織布)が用いられている。

- a) ヤシ繊維一接着
- b) ポリエステル
  - 接着
  - スパンボンド
  - ニードルパンチング
- c) ポリプロピレン
  - 接着
  - 溶着
  - スパンボンド
  - ニードルパンチング
- d) 塩化ビニール溶着
- e) 塩化ビニリデン溶着
- f) 雑合繊維溶着

これらはいずれも不織布あるいは繊維マットと呼ばれるもので、適当な間隙を持っていて、散水によって水を含浸し、比較的長時間水を保持する機能をもっている。

#### 9-5 コンクリート舗装用目地材料

コンクリート舗装には、膨張目地、収縮目地、あるいは構造物等への取付け部分に目地材料が用いられている。目地材料は、目地板と注入目地材に分類され、目地板には次の種類のものがある。

#### a) 木材

- b) ゴムスポンジ・樹脂発泡体
- c) 歴青繊維(不織布等に歴青材を含浸させたもの)
- d) 歴青質(歴青材を石粉等で固型化したもの)

木材は、厚さの復元率が不十分などの欠点はあるものの、曲がりにくいなど取扱いが容易であるため、従来から最も信頼性が高いものとして多く用いられてきた。しかしながら、木材は近年かなり高価であることと、無節のものは入手しにくいなどのため、その他の材料も用いられている。

歴青質のものは、目地幅の挙動によるはみ出しが多い欠点があるが、目地幅の変化の少ない、舗装版の縦自由縁部などの個所には十分使用できる。ゴムスポンジ・樹脂発泡体および歴青繊維は、曲がりやすく取扱いにくく点に難点があるが、その他の点では、むしろ優れた特性をもっている。

注入目地材には次の種類のものがある。

- a) 加熱注入式
  - アスファルト注入目地材
  - ゴム入りアスファルト注入目地材
  - エラストマー入りタール注入目地材\*)

\*) : { 低弾性質  
高弾性質 }

- b) 常温注入式
  - 1成分型
    - アスファルト注入目地材
    - ゴム入りアスファルト注入目地材\*)
    - \* : { 乳剤タイプ  
マスチックタイプ }
  - 2成分型

- タール入りエラストマー系注入目地材
  - ポリ塩化ビニル+エポキシ樹脂系
  - ポリサルファイド系
  - ポリウレタン系
- エラストマー系注入目地材
  - ポリサルファイド系
  - ポリウレタン系
  - シリコーン系

コンクリート舗装用注入目地材としては、セメント要綱に品質規格が定められ、加熱注入型の注入目地材を用いることとされている。しかし、空港舗装など特に耐油性が必要とされる場合には、常温注入式の2成分型の注入目地材が用いられている。このほか、注入目地材に代わって成型目地材(クロロプロレンゴムの中空状の成形品)が用いられることがあるが、我が国においては試験的に用いられており、必ずしも実用化の段階には至っていない。

#### 9-6 橋梁床版用防水材

舗装面からの雨水の浸透によって、鋼床版の場合には床版が腐食したり、コンクリート床版の場合には鉄筋が腐食するなど、床版が著しく劣化することが知られてい

る。このような雨水の浸透による影響をできるだけ少なくするために、グースアスファルトが用いられることが多いが、その他のアスファルト混合物の場合には床版面に防水層を設ける必要がある。床版面に用いる防水材料としては、次のような種類のものがある。

a) 塗布型

{ ゴム入り歴青材(アスファルト、タール)  
合成ゴム(溶剤型またはエマルジョン型)  
エポキシ樹脂  
ウレタン樹脂

b) シート型

{ 歴青含浸不織布  
金属箔入りアスファルトシート  
合成ゴムシート

これらの防水材は、床版に対して不透性を確保するばかりでなく、床版と舗装との間にあって、両者を十分に接着できる接着強度が必要とされる。従来、我が国においては、防水層のために床版上の舗装がずれるなどの事例があったため、防水層を設けない場合もあった。しか

し、近年、床版の保護のためには防水層を設けることの必要性が指摘されており、舗装および床版との付着性に優れた防水材料およびその接着材料を選択するとともに、十分な接着性が得られる施工方法を探ることが重要である。

### あとがき

舗装用材料として一般的に用いられている材料、及び最近の開発事例について概括して見た。この他にも種々の材料があり例えば再生工法に用いられる再生添加剤、路面標示材料、維持修繕用の各種材料等があるが今回は紙面の都合で省略した。まえがきにも述べたが、すべての材料がよりよい舗装の設計施工のために資するものでなければならぬが、一方で技術革新ということから積極的に使っていくことも必要である。両者のかねあいがむづかしいところである。

### ☆1985年改訂版発行のお知らせ☆

皆様からご好評をいただいている下記出版物は、毎年改訂発行しております。

ただいま発売中です。

日本アスファルト協会・発行

### 『アスファルト・ポケットブック』1985年版

ポケットブック版・表紙ビニール製・本文72ページ・実費領価 1部 600円(送料実費は申込者負担)  
ハガキにてお申込み下さい。

### 主な内容

- 石油アスファルトの生産実績
- 石油アスファルトの需要推移
- 石油アスファルトの需要見通し
- 石油アスファルトの製造及び流通
- 石油アスファルトの生産場所及び油槽所
- 石油アスファルトの製造原油
- 石油アスファルトの品質規格
- 石油アスファルトの用途
- 石油アスファルトの価格
- 道路投資額と石油アスファルト需要
- 昭和59年度の道路予算
- 道路の現況
- 道路整備5カ年計画
- 参考資料
- 石油供給計画
- 主要諸国の道路事情
- データーシート
- 住所録
- 会員名簿
- 関連官庁・関連団体

## アスファルト舗装の施工管理の実態と今後の展望

山 下 弘 美\*

### 1. はじめに

施工は、所定の材料を用いて設計の意図を現場の条件を克服しながら、一定の精度で経済的に具体化する行為であり、施工管理はその行為がある一定の許容範囲内の精度で設計の意図が具体化するように施工を管理することに目的があり、設計と施工の橋渡しの役目をもつていて。昭和30年頃までの舗装工事は、経験と勘だけで施工し、施工と施工管理の区別がなかった。それでも当時としては、満足のいく舗装ができていた。

わが国の経済の高度成長時代には、舗装工事も大量生産のため、大々的な機械施工がなされるようになり、短時間に大量の工事量をこなすには経験と勘だけでは困難となり、施工管理が行われるようになり、大量生産時代にふさわしい施工が行われた。しかし、最近は財政難から道路事業も伸びなやみ、工事量が減少し、工事規模も小さくなり、しかも舗装への要求もきめ細く厳しくなっている。大量生産時代の施工、施工管理の体制だけでは十分な対応が困難となり、生産性の保証も難しくなっている。何らかの意図的な新しい展開が望まれるところである。ここでは施工と施工管理を、施工管理に力点を置きながら現状を眺め、さらに新しい展開のための糸口を模索してみたい。

### 2. 最近の施工管理の実態

一般に施工管理といえば、品質管理、出来形管理、それに工程管理を加えたものの総称として考えられている。品質、出来形、工程の三つの要素はいずれも施工に係わる重要な要素で、それぞれ関連のある要素であるが、ここでは品質と出来形を中心とする最近の施工管理の実態をアスファルト舗装工事の施工と絡めた形で述べることにする。

#### 2-1 最近の施工管理の概況

現在、アスファルト舗装に関する諸条件がほぼ整理され、一般的な舗装工事における施工技術は、一定の成熟

期を終え、新しい段階の入口にさしかかっているように思われる。

材料に関しては、これらの諸基準に適合した材料が全国どこでも入手でき、混合物の製造については、品質をかなりの範囲まで自動制御できるプラントが全国的に普及し、またこのようなプラントで製造された混合物の購入も容易であり、舗設現場においては種々の工種、現場の情況に適合した施工機械の調達が可能である。

この点で、中規模以上の一般的な舗装工事では、標準的な手順を踏んでおれば、一定の品質レベルの舗装が完成するのである。すなわち、全国的な規模で施工技術の標準化がなされているのである。

しかし、最近ではこのような情況にも変化が見られるようになっている。すなわち、道路予算の横這いが続く情況下では、中規模以上の工事量が減少し、小規模以下の工事量が増大し、維持修繕工事量の増大と相俟って、小規模工事以下の工事規模が小さくなりつつある。

このような工事での施工管理は当然の事ながら、小規模工事に対応したものであるが、小規模工事以下の工事が平均的な工事規模になった今日、施工管理手法のより合理化への検討が望まれる。

#### 2-2 路床、路盤の施工管理の実態

##### (1) 路床

路床はその上に築造する舗装構造の基礎であり、アスファルト舗装要綱（以下、要綱）に示されている標準的な施工法を順守し、均一な支持力と基準高を確保するように施工されている。

高速道路を除いた国道等の場合、路床土の粒度、含水量など土性に関する品質は管理項目としてはとりあげられているが、管理基準は示されていない。路床の施工管理は品質として締固め度、路床支持力を面的にチェックするブルーフローリング、出来形として基準高、幅が実施されている。管理手法的には高速道路工事におけるRI密度計の導入（4-2参照）を除いて、従来からの手

\* やました ひろみ 日本道路株式会社技術研究所長

法を用いているのが現状である。

自然地盤を路床とする国道等では設計CBRが2未満の軟弱な路床に遭遇する場合があり、要綱では盛土工法、置換工法、安定処理工法、サンドイッチ工法の適用を示している。従来、置換工法を適用する場合が多かったが、近年、安定処理工法の適用が増加している。これは、この工法が土運搬を必要とせず環境保全面で優れ、省資源的であるという社会的要請に合致していることや、厚層で安定処理できるスタビライザの開発および厚層締固め技術の進歩によるものである。地方官庁等では、施工実績の蓄積とともに、現在、管理基準を示すに至っている。

表-1はその一例であるが、これら基準を満たすため施工では路床土と安定処理添加材料との均一な混合、混合した層の十分な締固め、安定処理厚の確保が重要となる。

施工機械は厚層で安定処理でき混合性に優れたディープスタビライザを使用する場合が多い。

スタビライザの負荷を軽減し混合性を高めるために軽石、有機質土の除去と、安定処理添加材料の添加量や混合深さの均一性確保のために不陸整正を行っている。

添加量は使用量と散布面積のチェック（たとえば1m<sup>2</sup>シートによる重量の確認）で管理し、使用数量で検査している。

混合性は、処理土の色合が同一かどうかなどによって判断し、処理深さは厚さ測定によって検査している。

締固めには処理層厚が通常30～50cmと厚いことから、処理層下部にも締固め効果の及ぶローラ機種を選ぶことが重要で、対象土によって異なるが、振動ローラ、タイヤローラの使用例が多い。またセメント安定処理ではセメントの硬化時間の関係から2時間程度で仕上げ完了となるようにしている。

安定処理工法は、対象とする土の種類や施工箇所の条件が多様であることから全国的に各地で適用できる基準を定めることはむずかしいと考えられるが、今後、路床安定処理の管理限界と合格判定値の検討をいっそう進めいくことが望まれる。

## (2) 路盤

路盤は工法として下層にクラッシャーランなど、上層に粒度調整碎石および加熱混合による歴青安定処理を用いる場合がほとんどである。これら工法は技術標準が確立されており、施工管理は要綱に準拠して行われているのが現状である。

施工法としては、粒状材料の振動ローラによる厚層締固め、歴青安定処理のシックリフト工法などが試みられている。粒状材料の一層当たりの仕上げ厚の見直しやシッ

表-1 路床安定処理工法の品質および出来形管理基準の一例<sup>1)</sup>(岡山県)

### 品質管理

工種 種別	重要度	試験(測定)項目	管 理 基 準					
			試験(測定)項目	様式	試験基準	品質規格	管理方法	処理
路床改 良 試 験	I	設計CBR試験	JIS A 1211	17	1,000 m <sup>2</sup> に1回	特記に指定された値以上とする	試験値は1回3コの平均とする	
	I	固化剤量			1日1回	固化剤量±1.2% $\bar{X}_{10}=-0.8$ , $\bar{X}_6=-0.8$ , $\bar{X}_3=-0.7$ 以上	固化剤使用量を照査する	
	I	現場密度の測定	JIS A 1214 又はアスファルト舗装要綱(付4-2)	26	500 m <sup>2</sup> に1回	最大乾燥密度90%以上 $\bar{X}_{10}=95$ , $\bar{X}_6=95.5$ , $\bar{X}_3=96.5$	試験値は指定値に対して偏差を求める	
	I	配合設計	アスファルト舗装要綱(4-3-4)		1工事1回	アスファルト舗装要綱による		

### 出来形管理

工種	測定項目		規格値 (mm)	施工管理基準	管理方法	処置	摘要 (基準高測定位置)
	項目	細目					
路床改良安定処理 (セメント、石灰)	基準高		±40	同上	同上		
	巾		-50				
	厚さ		-50				

クリフト工法による路盤の管理基準は今後の検討課題といえよう。

### 2-3 表層・基層の施工管理の実態

#### (1) アスファルト混合物の製造

近年、アスファルトプラントは、地域的な合材量の定着化とプラントの公害問題とから、定置化が促進されている。また、一時にくらべて、プラントの総台数は漸減し、総能力は漸増する、いわゆるプラントの集約化と大型化が進んでいる。このような傾向を助長したものとして、公害規制の強化があげられる。すなわち、これによりプラント設置場所の限定と公害対策に対する設備費の増加を生み、イニシャルコストとランニングコストを上昇させ、小規模プラントでは採算があわなくなってきた。

また、プラント運用面においては、生産合材の他社への販売比率が50%以上と高くなり、都市周辺プラントは勿論のこと、地方都市においても、この傾向が強くなっている。したがって、従来の工事用プラントの概念から、いわゆる工場としてのプラントの性能、機能が要求されることが多くなりつつある。すなわち、原材料の入荷から合材の生産、出荷までの流れをコンピュータによるトータルシステム化されたプラントも増えつつある。

さて、プラントに搬入される諸材料の管理であるが、アスファルトの品質確認は、通常メーカーの品質証明書によって行い、骨材は、配合設計に直接反映する粒度分布、比重、吸水量は使用者自ら原則として確認試験を行うが、それ以外の品質特性については隨時確認試験を行う程度で、場合によってはメーカーのデータで判断する。アスファルトプラントが定置化し、搬入されるアスファルトや骨材等のメーカーがプラント毎にほぼ一定し、品質の変動範囲が一定してきていることが、その理由に上げられるが、小規模のプラントでは、試験設備や試験員の不足にも一因があるようである。

一方、アスファルト混合物のプラントにおける品質面での管理はどうであろうか。ホットビンの粒度管理やソックスレー抽出試験及びふるい分け試験はプラントでの出荷時の管理として従来通り行われており、頻度にも変化が見られない。しかも、出荷合材の種類が多様化し、1日当りの出荷合材が5種類以上になることも多く、その結果、試験回数が著しく増大している。

近年、骨材やアスファルトの計量値を記録し、配合を管理、保証する目的で印字記録装置が備えられているプラントもあり、北海道開発局などでは、特別な場合を除きソックスレー抽出試験は行わず、この印字記録とホッ

トビンでの2.5 mmおよび0.074 mmフルイ通過量とでアスファルト混合物の品質を管理し、さらにこれを検査データとしても採用して管理・検査の省略化を計っている。現在の要綱においても、印字記録を品質管理に用いる方法が記述されているが、装置があまり普及していないためか、北海道を除く地域ではソックスレー抽出試験を必ず実施することになっており、印字記録を備えたプラントでも社内的なものとしてのみの利用しかなされていないのが実情のようである。

また、アスファルト混合物内にゴムや樹脂等の添加剤をプラントにて混入することが多くなっており、しかも、これらの添加量はソックスレー抽出試験等で確認できないことが多い。このような場合には添加時の確認が必要であり、印字記録がその有効な方法といえよう。なお、再生骨材を用いるプラントでは、その添加量確認のために印字記録装置の設置が指導されている。

以上、述べてきたように、アスファルトプラントの自動化・効率化が進み多品種の混合物が連続的に生産され、しかも、搬入される材料の変動範囲も小さく、一定してきているにもかかわらず、品質管理面での効率化はほとんどなされておらず、かえって試験回数が増加しているのが現状である。前記のように、工事規模に応じた品質管理試験項目や頻度面についての見直しが是非とも必要な時期に来ていると思われる。また、小規模工事では、試験結果をフィードバックして管理に反映させることが難しく、試験の迅速化が望まれるところである。例えば、ソックスレー抽出試験にあっては、超音波等を用いた抽出時間の短縮<sup>2), 3)</sup>、また骨材の粒度試験にあってはフルイ目を決めた一点管理法などが上げられる<sup>2)</sup>。

次に、舗設するアスファルト混合物が購入品である場合について、その品質管理の現況を述べることにする。通常、購入者は、購入したアスファルト混合物の品質を製造業者の配合設計書や品質管理報告書によって確認する。すなわち、品質管理に直接関与しない（できない）ことが多い。したがって購入者は混合物の種類や温度等の必要性能を事前に製造業者と十分打合せを行い、必要に応じて発注者と共に立合いで試験練りを実施する。さらに現場に到着した混合物については、敷きならし、転圧の過程で目視観察を行い、その混合物が適正なものかどうかを確認し、もし異常があれば、製造プラントにフィードバックして改善を求めるとしている。この際の管理体制は販売者と購入者の契約内容によって異なるが、販売者が舗設完了までの一切の管理を行う場合も少なからずあるが、プラント・ヤードからの出荷時まで

の管理を実施するのが一般的である。舗設した混合物に対してクレームが発生した場合、その原因が混合物にあるのか、施工にあるのか、またはそれ以外のところにあるのかについて不明のまま終ることがまま見られる。

売る側、買う側の責任の所在を明確化するとともに、両者の良心的な自主的管理を切に望むものである。

### (2) アスファルト混合物の運搬

アスファルト混合物の運搬に関しては、運搬する混合物の温度管理に留意しているのは、従来と変る所はないが、後述の路上表層再生工法（リペーブ、リミックス）にあっては、新規混合物の厚さは 1.5 ~ 2.5 cm（リミックスの場合は換算厚）程度と少ないためダンプトラック 1 台当りの混合物の敷きならし時間が通常の 2 倍以上となる。そこで、冬期施工と同様の保温処置を講ずると共に、フィニッシャのホッパーにもシートを掛けて保温するなどの処置も実施している。

### (3) 舗設

舗設現場における最初のチェックポイントは混合物の温度である。敷きならし厚の管理は通常シックネスゲージを用いて行うが、敷きならし厚さは大規模工事では試験施工、中小規模の工事では、本施工の初期段階で、試行しながら決めるのが普通である。敷きならし時の平坦性を確保するための管理は要綱の 5—5—5 敷きならしに準じて行っているが、敷きならし厚の自動調整装置は表層には使わず、基層の敷きならし厚の管理にのみ使用することが多い。その場合、表層の敷きならし厚さは、シックネスゲージにより管理するのが実状である。

最近、自動調整装置の基準線にレーザー光線を用いる方法があるが、レーザー光線の特性から平坦な箇所、例えば飛行場などでの舗設には有効である。

転圧には、マカダムローラ、タイヤローラの組合せが最も多い。転圧中は温度管理とローラの運行管理が主体である。舗設後の管理としては、出来形管理と品質管理があるが、いずれも検査にも深く関係することから、要綱に準じて実施されている。これらの内、特に締固め度の算出に際しては基準密度を必要とするが、この決め方が一定していないようである。一般には、出荷 1 ~ 2 日目の午前、午後に各 3 本、計 12 本のマーシャル供試体を作製し、その平均値をもって基準密度としているが、夜間工事などで出荷が午後だけの場合には 2 日分の計 6 本の平均で良いのか、4 日分の 12 本の平均とするのか不明であり、また打換え工事で、工事期間が長びくときに最初の 2 日間だけの平均密度で良いのかなど、不明な点が多く、各発注者の判断に依って決めているようである。

工事形態に応じた基準密度の決め方を細かく規定する必要があろう。

また、コアを用いたソックスレー抽出試験後の骨材粒度やアスファルト量の調査についても、その試験場所が出荷プラントで良しとしているところや、第三者の試験機関にて有償で試験してもらっているところがあり、さらには管理データを検査データに代用させるところなどまちまちである。第三者機関の試験では、結果が遅く検査に間に合わないことが多く、また近くにない場合など不都合なことが多い。

工事規模や形態に応じた統一された方式の確立を望むとともに、印字記録のデータを検査にも生かすなど、プラント設備への投資効果の向上、品質管理の省力化に向けて、今後検討が進められるよう期待するものである。

## 3. 舗装廃材の再生利用に関する施工管理の現況

舗装廃材の再生利用技術はめざましい進展を続けていく段階にあり、その管理方法も流動的なものを含んでいるが、現時点では昭和 59 年に刊行された「舗装廃材再生利用技術指針（案）」に準じて管理を行っているのが実態である。

アスファルトコンクリート再生骨材配合率は先記したように指針案に従いプラントの印字記録によって管理しており、品質に関しては舗装廃材なるが故に、この指針に再生骨材の最大比重試験や含有アスファルトの回収試験などの新しい試験法が導入されたが、いずれの試験法も日常の管理手法としてはなじみにくい問題があり、実際の管理においても管理手法の簡略化を模索しながら管理を進めているのが実情のようである。

以上のようなプラント再生工法による場合と同様の問題を路上再生工法の場合も持っているが、路上表層再生工法について簡単に触ることにする。

路上表層再生工法の成否をわけるものの 1 つとして、路面ヒーターの加熱問題がある。すなわち、既設アスファルト混合物中のアスファルトの老化、かきほぐし底面部での付着、かきほぐし材の温度に関連して締固めにくさ、施工直後の初期わだち等である。現在、これらの面での現場調査や理論解析が行われているところであり、望ましい加熱システムの早期確立を期待したい。

加熱に関連した問題として転圧問題がある。すなわち、かきほぐし材の温度は現場調査の結果によると初転圧時で 110 °C を下まわっている場合があり、また、密度不足によると思われる早期破損の発生が見られている。締固め密度は舗装の供用性と直接関わりのある要因であり、

舗装の基本でもあるので施工時期、施工規模等を考えた転圧機械の編成（振動ローラなど）についての検討が一層望まれる。

その他の施工管理上の問題として、温度管理（検出）、かきほぐし深さの管理、新規混合物の厚さ（リミックスでは添加剤も含めた添加量）の管理などがある。いずれも、施工中に管理し、即刻施工に反映しなければならない項目であり、即時性のある簡便かつ正確な管理手法の開発が必要であろう。

#### 4. 施工管理の展望

##### 4-1 施工管理手法の展開

過去20年余のわが国の施工管理の経緯の中で、その里程碑となった昭和38年、46年、48年の日本道路会議での施工管理に関する特定課題の結論、昭和56年の同会議での舗装廃材の利用に関する特定課題の結論の一部、ならびにこれらの結論を参考としてその時々の課題に対処しながら改訂されてきた要綱、そして昨年刊行された「舗装廃材再生利用技術指針（案）」などから推測して、今後の施工管理の展開には、次の4つの方向が考えられる。

- ① 新しい材料、新しい工法に関連して生まれる管理手法
- ② 既存の管理手法（試験方法、測定方法）の迅速化、簡略化そして省力化を目指した展開
- ③ 管理手法あるいは検査への非破壊試験方法の導入
- ④ 即時性のある管理手法の開発

昭和53年版要綱に初めて採用された試験方法にアスファルトの60°C粘度、ゴム入りアスファルトのタフネス・テナシティの測定試験、アスファルト混合物の圧密、流動を評価するホイールトラッキング試験がある。これらは当時問題となっていた流動対策として開発された改質アスファルトの規格値あるいは標準的性状値の測定法として、あるいは耐流動混合物の評価方法として導入されたものである。

また、舗装廃材再生利用技術指針（案）で初めて品質管理試験としてアブソン法によるアスファルト回収試験（ASTM D 1856）、アスファルトコンクリート再生骨材の品質試験の一つとして最大比重試験（ASTM D 2041）が採用された。これらの試験方法は、わが国でもアスファルト舗装の追跡調査などに用いられていた試験であったが、再生工法という今までになかった新しい工法に関連して管理試験として新たに導入された試験方法である。今後もこの種の施工管理手法が開発あるいは導入されることであろう。

現在、施工管理に用いられている試験方法あるいは測定方法の大部分は、土質試験、材料試験あるいは配合設計のための試験方法で、JISなどで標準化されたものであり、アスファルト舗装の品質管理あるいは検査のために開発されたものではない。

したがって、いずれの試験方法もデータを出すのに一定の時間を要し、施工の流れに対する即時性に乏しい体質を持っている。多くの場合、これらの試験で得た品質管理のためのデータは、翌日施工の参考データか、幾日か後に行われる検査用データとして用いられ、品質の変化に対する即時の対応情報として利用できないのが現状である。

そこで、既存の試験方法をある一定の精度を保ちながら、迅速化あるいは簡略化しようとする試みが続けられており、これらの試みをさらに省力化にも結びつけようとしている。比較的、時間の要するアスファルト抽出試験<sup>3), 4)</sup>、アブソン法によるアスファルト回収試験<sup>4), 5)</sup>の迅速化、さらに針入度試験の簡略化を狙った研究が行なわれているのはその例である<sup>4), 6)</sup>。

施工を完了した構造物の管理のための部分的な破壊はその作業にかなりの時間、労力を要するので、もし非破壊試験が導入されるならば、管理の省力化、ならびに迅速化が可能である。また非破壊試験は、一般に破壊試験に比べてその測定が簡便なので、簡略化にも役立つ。この範中にあるのは、R I（ラジオアイソトープ）計器による密度管理および昭和53年版要綱で採用された機械と締固め回数（タコグラフ）による密度管理などである。R I計器による締固め密度管理は測定時間も短いので、即時性のある管理手法の範中にある。R I計器による密度管理については、わが国では日本道路公団で土工事の締固め密度管理に活用し、その成果をあげている。さらにアスファルト表層、基層の締固め管理にも試験的に用いられている。

即時性のある管理手法の典型的なものは、出来形管理における各項目の測定である。基準高、厚さ、幅、平坦性とも舗設しながら測定を行い、その結果を舗設作業に即時に反映させることができ、施工の流れからの遅れはない。

品質管理試験に関しては、先にも述べたように即時性のある評価は難しいが、昭和53年版要綱で採用されたアスファルトプラントの自動計量装置に付いている自記録計による測定結果を利用する場合は、測定結果を混合物の生産管理に即時に反映することが可能である。少なくともアスファルトの温度、量、骨材重量さらに粒度の

うち細粒部分に関しては、即時性のある管理が可能である。

舗設現場における品質管理では、アスファルト混合物の温度に関しては、その測定結果を敷きならし、締固め作業に反映することができるが、締固め密度に関しては、締固め回数と外観により管理しているのが現状である。表面型、散乱方式のR I 計器による密度測定は1カ所の測定時間が5分以下であるので、厳密な意味での即時管理ではないが、より即時管理に近い形で密度管理が可能である。しかし、この方法では局部的な密度情報で全体を推測しながら締固め作業を進めなくてはならない問題を残している。

もし、締固め密度を連続的に測定し、即時に解析結果を表示することが出来るシステムを開発すればこの問題は解決することが出来る。このシステムは米国において舗装工事で試験的に用いられ、一応の成果を得たという報告<sup>15)</sup>があり、このシステムの舗装工事への適用の可能性をわが国でも検討してみる価値があるように思われる。

先にあげた②における既存試験法の改良による試験の迅速化、簡易化への方向は、検査に施工管理データを用いざるを得ない現状においては、最も現実的な展開といえよう。③における非破壊的な評価方法の適用は、非破壊的な評価方法の信頼性が確立されれば、②、③と相俟って品質管理、検査の迅速化、省力化の展開に有効と思われる。

②、③においては即時に評価データが入手できないので、観測と現場勘に頼る部分を残すが、④においては、即時にデータが入手できるので施工そのものが変革をきたし、いわゆる情報化施工への展開が想定される。

情報化施工は、舗設現場でのロボット化への最初のステップとも考えられる。

#### 4-2 新しい施工管理手法の例

新しい施工管理手法の範囲をどのように取扱うかが問題となるが、ここでは前節で述べた四つの展開に対応した型で論を進めることにする。

##### (1) アスファルト回収試験

最近、舗装廃材等の舗装への再生利用が進んだため、旧アスファルトや再生アスファルトの品質を管理する上で、アスファルトの回収試験および物理試験が日常的に利用されるようになった。しかし、煩雑で高度な熟練が必要な試験のため、簡易な試験方法の代用も考えられている<sup>8)</sup>。これは、一般に回収から物理試験結果を得るまで急いで行なっても9~10時間かかるためである。アスファルト混合物の抽出試験方法では、ソックスレー法の

改良や焼却法により試験時間の短縮や作業の合理化が試みられている<sup>4), 7)</sup>。アスファルト物性を確認する上のアブソル抽出については、抽出・蒸留過程の改良により精度の向上や時間の短縮が試みられている<sup>4), 5)</sup>。その後のアスファルトの物理試験（針入度試験）は、針入度容器を小型化することで試料の少量化や養生時間の短縮が試みられている<sup>4), 6)</sup>。以上のように従来は、アスファルトメーカーでの管理試験であったものが、舗装廃材の再生利用とともに、混合所における日常管理試験となり、またその簡易化への試みも進んでいる。アスファルトの回収から物理試験までは、いろいろな工夫がなされているが<sup>4)</sup>、現状では4~5時間かかるので、今後より合理的な再生材の管理手法の開発が必要となろう。

##### (2) アスファルト混合物の最大比重試験

アスファルト混合物の最大比重試験は、従来現場調査における1つの試験法としてASTMに規定されていたものであるが、前述のように舗装廃材の再生利用の配合設計段階において、アスファルト混合物の最大比重を知るために品質管理試験として採用された<sup>8)</sup>。試験法自身は、目新しくはないが、舗装廃材の再生利用という新しい技術とともに新たな取り入れられた管理手法である。舗装廃材の搬入状況によっては、より短時間で簡便に行なえる管理手法が必要となろう。

##### (3) 非破壊試験による密度の測定

放射性同位元素（R I、ラジオアイソトープ）の密封線源を利用して地盤や路床、路盤の密度、含水量、および表基層の密度を測定する方法であり、従来の砂置換法などに比べて測定時間が短く、非破壊で測定でき、個人誤差の介入がほとんどない、などの特長がある。

測定機器にはガンマ線密度計、中性子水分計があり、通常この両者を一体化した密度水分計がよく用いられている。

ガンマ線密度計は、材料の密度によってガンマ線の吸収率が異なることを利用したもので、図-1に示すように表面型および挿入型、散乱型および透過型を組合せたいろいろな方式が用いられている。

中性子水分計は、水素の原子核による中性子の減速能が他の元素より大きいことを利用し、速中性子が減速されてできる熱中性子の量から水素の含有量を求めるものであり、図-2に示すように挿入型と表面型の2種類がある。

密度水分計は、日本では表面型透過方式と表面型散乱方式のものが多く用いられている。透過方式の特徴は、放射線障害の防止に関する法令の規制を受けない 100

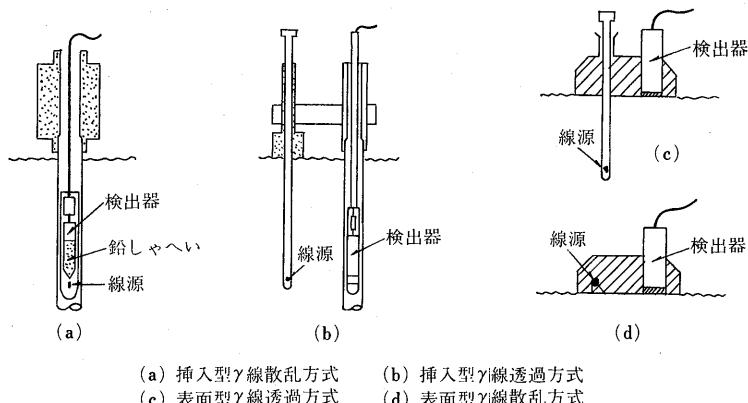


図-1 ガンマ-線 ( $\gamma$ 線) 密度計の型式<sup>9)</sup>

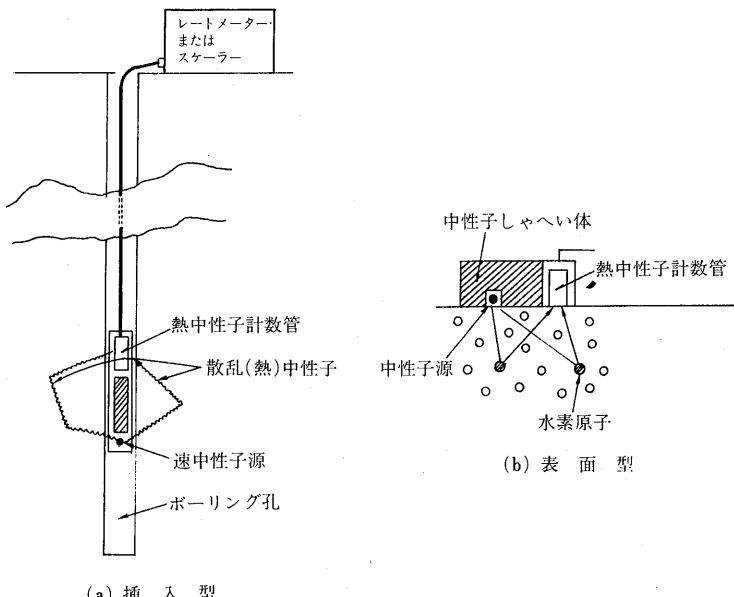


図-2 中性子水分計の型式<sup>9)</sup>

$\mu\text{Ci}$ 以下の微小線源でも測定できるが、測定孔が必要なため純粋な意味では非破壊試験とは言えず、表・基層の密度測定には使用できないことである。日本道路公团では、透過方式の密度水分計による盛土管理手法をテーマに取り上げ多くの研究を行っている<sup>10)</sup>。

また、散乱方式の特徴は、線源の大きさが  $100 \mu\text{Ci}$  を超えることが多いため、使用に当っては、放射線障害の防止に関する法令に基づいた放射線取扱主任者の選任が必要であるが、表・基層の密度測定にも使用できることである。アメリカでは、 $100 \mu\text{Ci}$  を超える場合でも法令の規制を受けず、散乱方式の密度水分計が路床、路盤、

表・基層の施工管理によく用いられている<sup>11),12)</sup>。

表面型散乱方式の密度水分計を用いた密度測定の一例を次に示す。

使用した密度水分計は、アメリカシーマン社製のC-200型ニュークレア密度水分計で、各種の演算や較正処理ができるマイコンを内蔵している。

この測定器の概要は次の通りである(写真-1)。

△規格指定 A S T M D - 2922 - 78,  
D - 2950 - 74 T, D - 3017  
- 78

△線源  $\text{Ra}^{226} \text{Be}$ ,  $4.5 \text{ mCi}$  二重ス

テンレス製カプセルに永久密封  
 固定半減期 1602 年  
 △測定方法 非破壊エアーギャップ後方散乱  
 法 (バックスキャッター)  
 △計数管 密度……GM, 水分……BT 3  
 △構造 防水型, 上下部に分割使用可能,  
 上部……計測処理および操作部,  
 下部……密封放射線源, 計数管  
 および遮蔽材  
 △計測範囲 密度 $1280 \sim 2720 \text{ kg/m}^3$ , 水分 0  
 $\sim 719.6 \text{ kg/m}^3$   
 △測定時間 15 秒以上 9999 秒まで (ASTM  
 では 60 秒)  
 △測定モード 全層モード……アスファルトお  
 よびコンクリート 50.8  $\sim$  101.6  
 mm, ソイル 152.4  $\sim$  254.0 mm,  
 薄層モード……25.4  $\sim$  76.0 mm  
 △温度測定 0  $\sim$  205 °C (サーミスター)  
 △表示 数字 4 枠, 文字 2 字, △重量 20  
 kg (専用カート付), △電源 6 V  
 バッテリー (充電式)

密度の測定例を図-3 (路床材), 図-4<sup>13)</sup> (アスファルト混合物) に示す。

#### (4) レーザー光線によるアスファルトフィニッシャの自動制御

レーザー (LASER) とは, 「誘導放出による光の増

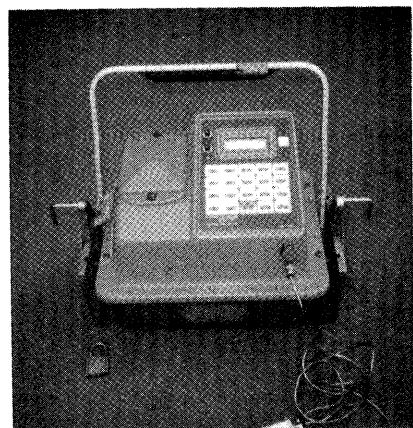


写真-1 R·I 密度水分計

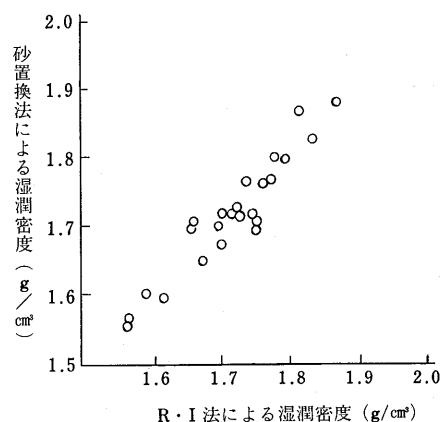


図-3 密度測定例 (路床材)

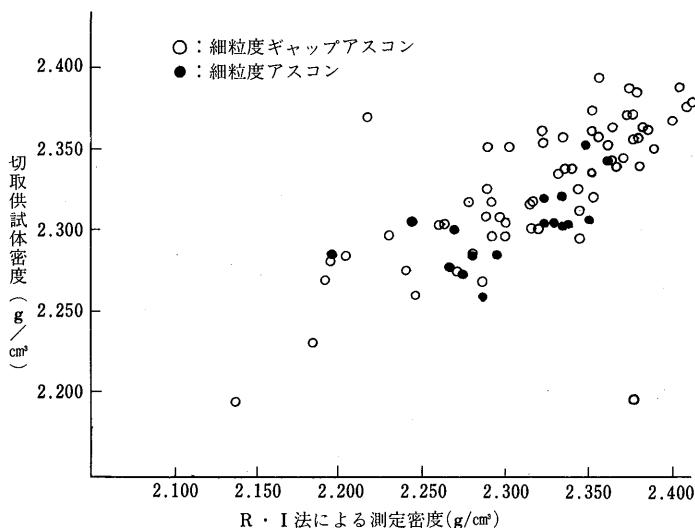


図-4 密度測定例 (アスファルト混合物)

幅」という意味の英語 “Light Amplification by Simulated Emission of Radiation” の頭文字をとったもので誘導放出によって増幅された波長と位相のそろった純粋な単色光は、すべてレーザー光線という。炭酸ガスレーザー、ヘリウム・ネオンガスレーザー、アルゴンレーザー、ルビーレーザーなど、発振させる材料によって多くの種類があるが、ここではヘリウム・ネオンガスレーザーで、測量機器に応用されているレーザーと同じタイプのものを紹介する。

図-5のように、発振器は三脚上にセットし、12V直流電源に接続すると、サーボモータにより自動的に水平

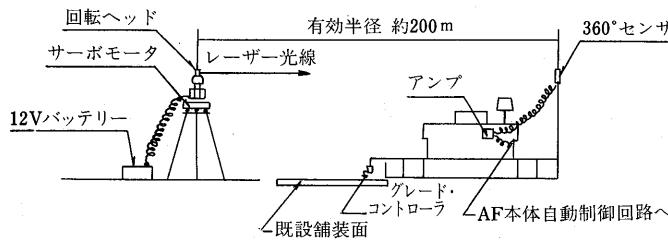


図-5 レーザー光線によるフィニッシャの自動制御

となる。レーザー光線は、垂直方向に発振されるが、ヘッド部にプリズムが組み込まれており、水平光となる。また、ヘッド部は、1秒間に最大12回転し、光の水平面を作り出す。この光の水平面が、今までのセンサーロープに相当している。

受光部は、どの方向からレーザー光線がきても感知できるように、4面にフォトダイオードが取り付けてあり、受光部に入ったレーザー光線は、フォトダイオードによって電気信号に変換され、アンプで増幅された後、フィニッシャ本体の自動制御回路に入力される。この後は、今までの自動制御と同じで、プールポイントを上下し、スクリードを一定の高さに保つ。

仕上り精度は、グレード・コントローラに比べて若干良い程度であるが、次の利点があり、大きな省力化となる。

- ① センサーロープを張るための測量をしなくてよく、かつ張る手間も省ける。
- ② レベルアイ（スタッフにレーザー光線の受光器が付いており、手元で高さが読みとれる）を利用して、型枠の高さセットや、舗装仕上り面の高さチェックが簡単に行える。

反面、通常の道路のように高低差があるところでは使用できないため、空港、テニスコート、タンク基礎など

の平面舗装工事が対象となる。

#### (5) コンピュータによる締固め計画

アスファルト混合物の施工においては温度管理が非常に重要である。しかしながら、この温度管理は、従来、施工技術者の経験に頼るところが多く、これが施工まで含めた品質管理において大きな弊害であったともいえる。

本来、施工体系は、混合物の適正転圧温度の確保という点から決められてしかるべきであり、敷きならし後の温度低下傾向（クーリングカーブ）を知ることは、その第一歩である。

舗装体の温度分布を予測する方法としては、これまで

多くの研究者によって検討されているが、舗設直後の温度というようなかなり過渡的な温度分布を取り扱う手法としては、有限要素法が適していることはよく知られている。その整合性について一例を図-6に示す。本工事は岩手県二戸馬仙橋のコンクリート床版上に特殊バインダーを使用した混合物を舗設した工事であり、

施工時期が初冬で、しかも風が強い地域であることから施工体系を決定するにあたり本計算方法を用いて施工速度、混合物出荷量、ローラ台数等を決定し、成功した例である。この予測方法は、このように限界的な舗設において合理的な施工体系を決定するのに有効であると考えられる。また、この予測方法は、他に路上表層再生工法

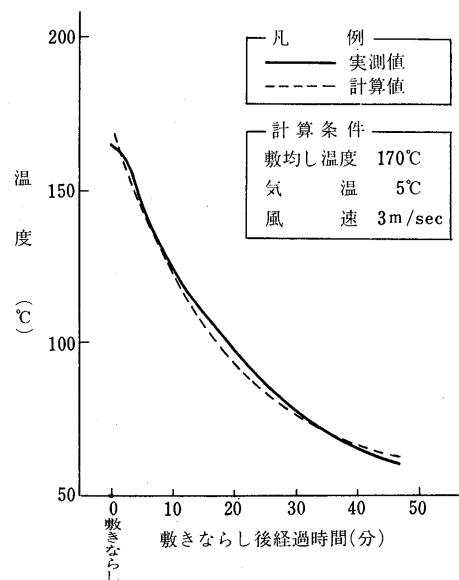


図-6 舗装のクーリングカーブ

における加熱方法の決定およびクーリング問題の検討にも利用することができる。

すなわち、舗装各層の厚さとその熱定数、使用ヒータの諸元と熱量、気温、風速、日射量などをインプットデータとし、舗装各層温度の経時的变化を計算させ、ヒータ速度やヒータ間隔（複数のヒータ台数を用いる時）の適切領域をアウトプットさせておき、これに従って施工する管理方式である。また、この適切領域をノモグラムで得られるようにしておき、舗設現場での各種条件変化により迅速的確に対応しようとする方法も一部で試みられている。

#### (6) 連続密度測定

締固め密度を連続的に測定することにより、締固め作業の合理化を計ろうとするものである。この方法は、RI 計器<sup>14),15)</sup>を利用する方法と振動ローラの振動を利用する方法がある。

RI 計器を用いる方法には、移動測定が可能な RI 計器を自走車に取り付け密度を測定するものと締固め機械に取り付けて、密度を測定すると同時に締固め作業をリアルタイムに制御しようとするものがある。

ここでは振動ローラの振動を用いる方法<sup>16),17)</sup>を概説してみる。

この方法は振動ローラのドラムの振動による締固め層の動的応答を測定し、それを電気的に処理し、締固めの程度を即時に判断しようとするものである。<sup>14)</sup>

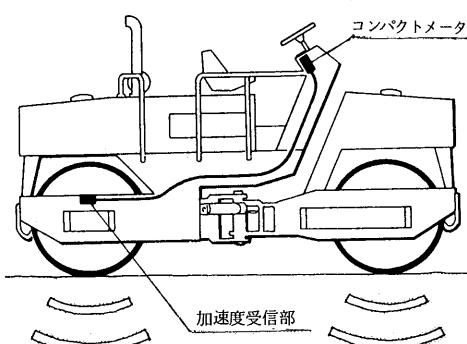


図-7 コンパクトメータ装置

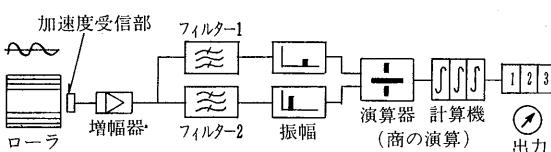


図-8 測定システム

図-7は加速度受信装置の取り付け状況である。図-8は測定システムの一例を示したものである。このシステムによると、振動によって生じた加速度信号を周波数スペクトルに分析し、基本振動(first harmonic、複合した波の最低振動数成分)と比を計算することによって締固めの程度を測定するのである。その表示のための装置はコンパクトメータとして市販されている。コンパクトメータに示される値をコンパクトメータ値(CMV)と称し、この値は5~30秒間の締固め程度の平均値を示している。

図-9は、CMVの意味を説明した図である。ローラが軟らかいゴム上に載った時は、自動振動で基本振動が生じない。この時のCMVは理論的には0であって然るべきだが、電気的な制限によって最小値を示し、締固め程度が大きくなるにつれ、CMVは大きくなっている。

図-10は砂混り砂利を締固めた時の測定結果であるが、縦軸は、CMVと密度を示しており、密度とCMVとの関連を表わしている。

この測定方法では、既存の伝統的な試験方法による締固め管理に比べ、より確実性のある管理が可能である。

#### 5. あとがき

施工管理の合理化への道を辿って行くと、情報化施工(Real Time Construction Control System)へ行き

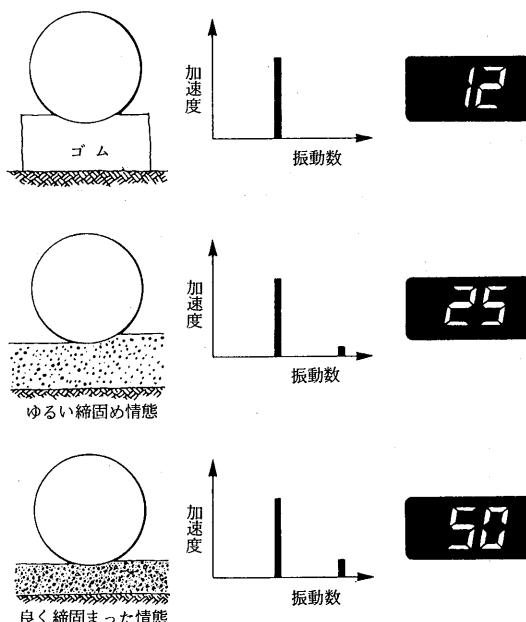


図-9 コンパクトメータ値(CMV)

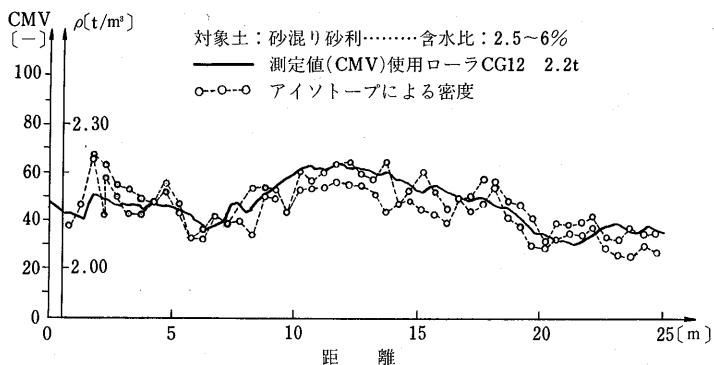


図-10 測定結果と密度  $\rho$  の比較

つくのであるが、舗装工事においては、アスファルトプラントでは、現在の自動制御装置を活用すれば、ほぼ即時的な管理が可能であり、舗設現場においては、敷きならし厚の管理に関しては即時的な管理状態になっている。シックネスゲージで測定した結果を人為的ではあるがフィニッシャーのシックネスコントローラーを操作することにより、即時的に敷きならし厚をコントロール出来る。このような考え方をすると、現時点でも特別な装置を用いなくとも、ある程度情報化施工が可能な部分がある。

ただ、施工管理の合理化への道は、本文でも深く触れなかったが、設計、検査との関連を避けて通ることは出来ない。将来、舗装工事の施工の全自動化に指向することを想定しての設計ならびに検査方法を考えてみるのも無駄ではないと考える。

#### 参考文献

- 1) 岡山県土木工事共通仕様書
- 2) 平井他；アスファルト舗装廃材を使用した混合物の品質管理，第14回日本道路会議特定課題論文集
- 3) 吉兼他；廃材及び再生混合物に含まれるアスファルトの性状の簡易試験方法，第14回日本道路会議特定課題論文集
- 4) 平井他；リサイクル用廃材中のアスファルト量とその性状の急速測定装置の試作，第13回日本道路会議一般論文集
- 5) 牛島他；アブソン法によるアスファルトの回収試験——JIS化されていない試験方法とその問題点，舗装 Vol. 19, No. 5
- 6) 有福；アスファルトの針入度特性について，アスファルト Vol. 14, No. 79

- 7) 渡辺；焼却法によるアスファルト抽出試験について，第15回日本道路会議一般論文集
- 8) 日本道路協会；舗装廃材再生利用技術指針（案）
- 9) 日本アイソトープ協会編；ラジオアイソトープ密封線源とその取扱い，丸善
- 10) 高速道路技術センター；ラジオアイソトープによる盛土管理手法の研究報告書（日本道路公団委託），昭和59年3月
- 11) NUCLEAR MEASUREMENTS, HRR №.66, 1963
- 12) P. J. Campbell, et al.; Continuous Monitoring of Density and Temperature of Asphalt Concrete During Compaction, Public Roads, 1983
- 13) 佐藤他；放射能密度測定器によるアスファルト舗装の非破壊密度測定について，第14回日本道路会議論文集
- 14) Gorski, M.; Mesure en Continu par voie Radioactive de la compacité des couches de chaussées, Colloque International Sur le Compactage Vol. II. Paris, 1980
- 15) P. J. Campbell, et al.; Continuous Monitoring of Density and Temperature of Asphalt Concrete During Compaction, Public Roads, Vol. 47, №. 2, 1983
- 16) Thurner H., et al.; A New Device for Instant Compaction Control, International Conference on Compaction Vol. II, Paris, 1980.
- 17) Rudolf Floss; Dynamische Verdichtungsprüfung bei Erdäden, Strasse und Autobahn, Heft 2, 1985

## 供用中の調査

### 一路面評価システムと新しい路面性状測定手法の開発—

深沢淳志\*

#### 1.はじめに

舗装道路の機能は、道路利用者に対して快適な走行性と安全性の確保を図るとともに、沿道住民に対しては、車輌走行に伴う環境の悪化を防ぐことにある。このため道路管理者は、供用中の舗装道路に対し、常に良好な路面状態を確保する必要があり、そのためには、管理する道路の路面の状況を的確に把握し、それに応じた適切な処置を講じていくことが要請されている。

特に、路面は、適時適切な維持修繕がなされないと急速に損耗し、補修費も多額となることから、より合理的な修繕時期および修繕内容を決定するために路面性状を常に的確に把握する必要がある。

従来、路面状態の良否、既ち供用性の判断に関しては、現場の技術者の経験に委ねられているケースが多かったが、近年、AASHTOの道路試験から提唱されたPSI（サービス指標）を契機に、各機関において舗装道路の供用性を総合的かつ定量的に判定するための客観的評価式が導入されるとともに、個々の路面性状データを大量、高速に計測する路面性状自動測定装置の開発が強く望まれてきた。

路面性状自動測定装置は1970年代の初頭にひびわれ計測、同じく1970年代後半にわだち掘れ計測装置が開発され、一部の直轄国道において試験的に使用されてきた。しかし、近年、建設省においては、「舗装データバンク」の設置に伴い定期的に路面調査を行っているほか、地方自治体においても維持修繕に対する認識の変化に伴い路面性状調査の重要性が高まってきたことから、さらに積極的な技術開発が民間において進められてきている。

このような背景のもとで、今までに開発されている路面性状自動測定装置ならびに今後開発される同種の装置について、その精度、安全性等に関し、その統一化が強く求められ、建設省においては、昭和59年度、建設技術評価制度の開発課題の1つとして「路面性状自動測定装置の開発」を採り上げ、研究開発の一層の促進を図っ

たところである。

以下、現在の建設省における路面評価システムの概要ならびに今回の建設技術評価制度の中で開発された各種の路面性状自動測定装置の概要について簡単に紹介することとしたい。

#### 2.維持修繕計画と路面評価システム

舗装の維持管理の流れは図-1に示すように、まず、路面の状況を調査することからはじまり、収集されたデータに基づき舗装の供用性の評価が行われる。さらに、現況および将来における路面性状を予測し、諸条件を考慮して望ましい維持修繕レベルを設定した上でそれに応じた補修工法を選択し、計画的に維持修繕を行うものである。

このような一連の流れの中で重要なことは、第1に客

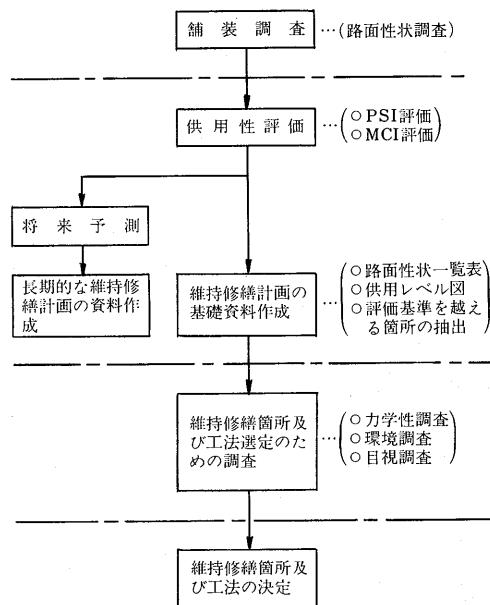


図-1 舗装の維持管理

\* ふかさわ あつし 建設省道路局国道第一課 係長

観的な供用性の評価基準が存在すること、第2には管内全体の現況把握が絶えずできること、第3に将来予測が可能であること、第4に種々の路面性状に対してトータルコストを考慮した維持修繕方法の選択が可能であること等である。ここで、第4のトータルコストを考慮した維持修繕方法の選択は、望ましい維持修繕の時期、工法の選定を行うための目標となるものであり、既に昭和54～56年に行われた建設省技術研究会の「舗装の維持修繕の計画に関する調査研究」の中で、早目に薄い舗装を行うのが経済的であるとの結論を得ており、さらに、具体的かつ総合的な舗装の維持修繕マニュアルの作成について昭和60年度から3か年をかけて前記技術研究会の指定課題として採り上げ、今後精力的に研究を進めていくこととしている。しかし、ここでは本稿のテーマに従い、特に上記の第1から第3について建設省における現況を紹介することとする。

#### ①舗装の供用性の評価

道路は、その重要度、機能等に応じて幅員、曲線半径、縦断勾配、安全施設、舗装の供用性等を包括したサービス水準が一定水準以上であることが要求される。そのうち舗装の供用性とは道路交通の立場からみた舗装の使いやすさ、良好度であると考えられるが、その評価は種々の立場の評価者によって同じ舗装に対する評価結果が異ってくる。これは、評価者の立場および主觀によって重視する要因が異なること等が考えられるためである。

このように舗装の供用性とは抽象的、感覚的、主觀的な概念であるが、近年の道路管理に対する社会的要請の高度化に対応し、限られた維持修繕予算をより有効的に使用するためにも、適切な維持修繕計画を作成し、合理的な舗装の維持管理を行うための実用的な路面評価手法の開発が必要とされている。このため、評価を客觀的かつ定量的に表わすために、路面特性値（縦断凹凸量、わだち掘れ量、ひびわれ率）と関連づけることが必要となる。

舗装の供用性を定量的に表わしたものとしてはAASHTO道路試験結果から導かれたサービス指数PSI(Present Serviceability Index)が広く知られているが、同試験は昭和30年代に米国で行われたものであり、国情の相違、その後の車両技術の発達および社会情勢の変化等による評価者の意識の変化を考えあわせると、PSIをそのまま現在のわが国の舗装に適用することは検討の余地があるものと思われる。

そこで、建設省においては新たにひびわれ率、わだち掘れ量、縦断凹凸量とともに、道路管理者自身の視察に

よる総合評価等の調査を行い、PSIに代わり、以下のような維持管理指数（Maintenance Control Index、MCI）という評価値を設けている。

$$MCI = 10 - 1.48 C^{0.3} - 0.29 D^{0.7} - 0.47 \sigma^{0.2}$$

ここに、C：ひびわれ率（%）

D：わだち掘れ量（mm）

$\sigma$ ：縦断凹凸量（mm）

なお、路面特性値の測定項目は3項目あるが、1項目または2項目でも評価値が算出できるような評価式も開発されている。

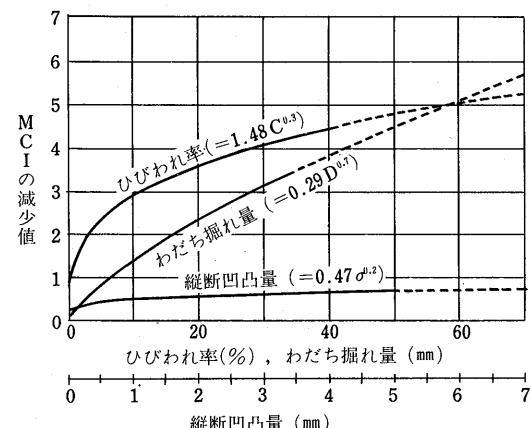


図-2 路面特性値の増加によるMCIの減少

各路面特性値の変化に伴うMCIの変化を図-2に示す。この図から縦断凹凸量による変化があまり大きくなるのは、縦断凹凸量そのものの値の変化が小さく、しかも、視察における影響度が小さいためである。一方、ひびわれ率やわだち掘れ量については、交通車両の大型化、重量化に伴い、それぞれの推移が顕著である箇所が多く、それに伴い道路利用者、沿道住民に対する悪影響も増大することからMCIに対する影響度も大きいものとなっている。

MCI式によって得られた評価値は、式を見てもわかるとおり10が最良の値で値が小さいほど供用性が悪いと判断できる。現在のMCIによる維持修繕レベルの1つの考え方としてMCI3以下の場合は早急に修繕が必要であり、MCI4以下の場合は修繕が必要とされ、また、望ましい管理水準はMCIが5以上であると考えられている。

ちなみに図-3は一般国道指定区間におけるMCIの分布を示したものであり、修繕の必要なものが全体の約20%にのぼることがわかる。

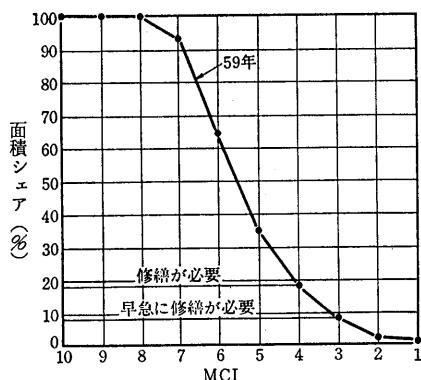


図-3 MCI 加積曲線（指定区間）

## ②舗装データバンク

舗装の維持修繕を適切に実施するためには舗装の新設から維持修繕の履歴、さらには舗装路面性状調査の記録を系統的に整理・保存し活用できるように準備しておく必要がある。特に路面性状調査記録は維持修繕箇所の優先順位を決めたり、全体的な舗装の損傷状況や原因あるいは対策の分析・検討に役立つ。

このような観点から、一般国道指定区間においては舗装データバンクの作成が進められている。舗装データバンクは、舗装関係の基礎資料を電算処理することにより適切な形態に保持し、必要に応じて舗装の統計資料を得るとともに維持修繕計画を立案するための各種の資料を

作成することを目的としている。路面性状については、現在、対象道路を3年ごとにひびわれ率、わだち掘れ量、縦断凹凸量について測定し、中間年度は後述する予測値を使うことにより、毎年度、全体の路面状況を把握し評価できるようになるとともに履歴を整理しようとするものである。出力としては、現在のところ①路面性状データ一覧表②供用レベル図③度数分布表④ヒストグラム⑤維持修繕区間リストの5様式が考えられており、このうち供用レベル図の一例を図-4に示す。

今後、路面性状自動測定装置の一層の活用によりデータバンクシステムの充実が期待されている。

### ③路面性状の予測

維持修繕計画を立案するためには路面性状の実態を把握する必要があるが、管内区間の全部について比較的短期間に路面性状を測定することは費用的にも時間的にも困難であり、一般に3年程度にわたって行われることから、各データの時点を統一するために路面測定値を予測することが必要となる。路面性状に影響を及ぼす要因としては、路床条件、舗装構成、交通条件、道路環境、アスファルト混合物の種類、供用年数等種々のものが考えられる。しかし、それら要因の中には定量化が困難なものが多く、路面性状はこれらが複雑にからみ合って刻々と変化している。

現在、各地方建設局単位に、実用的な精度で経験的な予測式が考案され実用に供しているが、主に使われてい

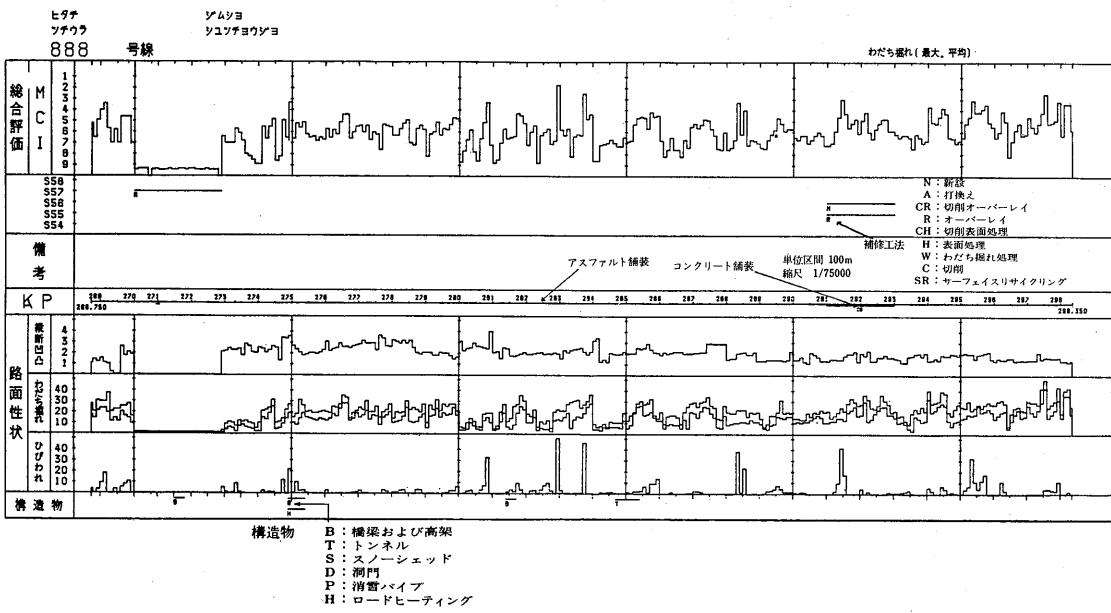


図-4 供用レベル図 (58年度)

る要因は、舗装の種類、地域区分（一般地または雪寒地域）、供用年数、交通量、そして前回調査分の路面特性値等である。

ある地建におけるひびわれ率の予測式を下記に示す。

$$C_{i+1} = 0.28 + 1.13 C_i \text{ (アスファルト舗装・一般地)}$$

$$C_{i+1} = 0.03 + 1.30 C_i \text{ (アスファルト舗装・雪寒地)}$$

$$C_{i+1} = 0.39 + 1.09 C_i \text{ (コンクリート舗装)}$$

ここに、 $C_i$  :  $i$  年目のひびわれ率

$C_{i+1}$  :  $i+1$  年目のひびわれ率

### 3. 新しい路面性状自動測定装置

昭和59年度、建設技術評価制度の開発課題の1つとして「路面性状自動測定装置の開発」が採り上げられた。

そもそも、建設技術評価制度とは、国のニーズに基づき決定された開発課題に関し、民間等で開発された建設技術に対し、その機能および性能、適応性、安全性等について開発目標に照らして適正に評価し、その結果を公表することによって新技術の普及を図るとともに、民間等における研究開発の一層の促進に資することを目的として昭和53年度に創設された制度である。

今回の「路面性状自動測定装置の開発」は、路面性状の測定について、作業能率および精度がよく、しかも安全性の高い自動化された装置を開発することを目標とし、その具体的な開発目標として下記の項目を設定している。

①迅速な測定およびデータ処理が可能であること

(解説)

わだち掘れ、縦断凹凸の測定にあたっては、通常の車両の走行速度で計測可能なものであること。ただし、ひびわれの測定にあっては、速度10km/h程度以上で走行が可能なものであること。

②道路管理上、必要な精度を有していること

(解説)

わだち掘れ量は、横断プロフィルメータに対し、個々の値が±3mm以内の精度であること。

縦断凹凸量は、アスファルト舗装要綱の路面の平坦性測定法に示す縦断プロフィルメータを用いた標準偏差に対し±30%以内の精度であること。

ひびわれは、クラック幅1mm以上が認識できること。

③安全性が高く、経済性にも優れたものであること

(解説)

自走式で測定時の安全性が高く、従来方法に比較して道路交通、沿道住民などに悪影響を与えないものであること。

測定費用が従来方法に比較して低廉であること。

上記開発目標に対し、既開発および新規開発を含め下記5グループより申請が提出された。

◎国際航業株式会社

◎株式会社小松製作所、日濃化学工業株式会社

◎東京道路エンジニア株式会社

◎名古屋電機工業株式会社

◎株式会社パスコ、谷藤機械工業株式会社、  
株式会社ナック

評価にあたっては、特に精度等の確認のため、建設省土木研究所の試走路等において性能確認試験を実施している。評価内容としては、測定の迅速性および測定精度に重点を置くとともに、評価作業に先立って評価項目を以下のように設定した。

①測定の迅速性 ②データ処理の迅速性 ③測定精度

④安全性 ⑤経済性

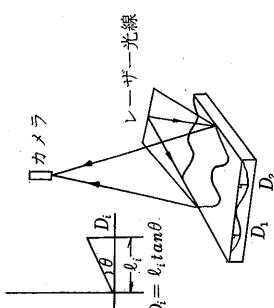
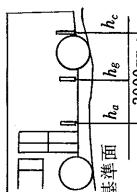
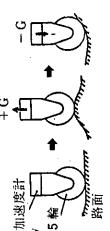
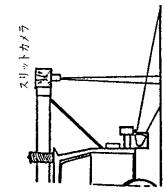
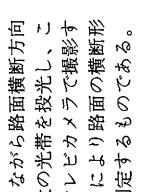
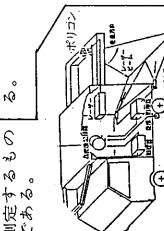
表-1 評価の内容

開発された技術評価項目	わだち掘れ自動測定装置	縦断凹凸自動測定装置	ひびわれ自動測定装置
① 測定の迅速性	本装置は、通常の車両の走行速度で計測可能であり、迅速な測定が行えるものであると認められる。	同 上	本装置は、走行速度10km/h程度以上で計測可能なものであり、迅速な測定が行えるものであると認められる。
② データ処理の迅速性	本装置は、電算機処理によって計測データの処理が迅速に行えるものであると認められる。	同 左	本装置は、計測データの処理が迅速に行えるものであると認められる。
③ 測定精度	本装置による測定値と従来の横断プロフィルメータの測定値を比較した結果、道路管理上必要な精度を有していると認められる。	本装置による測定値と従来の縦断プロフィルメータの測定値を比較した結果、道路管理上必要な精度を有していると認められる。	本装置によるひびわれの検出結果は、従来の目視によるひびわれの検出結果と比較して、道路管理上必要精度を有していると認められる。
④ 安全性	測定は全て車両内で行うことが可能であり、測定中に操作員が車外へ出る必要がない、測定作業が安全に行えるものであると認められる。また、従来方法に比較して道路交通、沿道住民などに悪影響を与えないものであると認められる。	同 左	同 左
⑤ 経済性	従来方法による試算結果と比較して低廉であると認められる。	同 左	同 左

各評価項目について評価作業を進めた結果、昭和60年3月18日開催の評価委員会において、申請された全機種とも表-1に示すとおり開発目標に達しているとの評価を受けたところであり、本年7月頃正式に建設大臣より評価書が交付される予定となっている。

さて、今回開発された路面性状自動測定装置の概要を表-2に示す。開発された装置のうち、わだち掘れの測定に関しては光切断法の原理を応用しているものが多く、従来の条線投影方式に加えレーザー(He-Ne系)照射方式も開発され、データの記録媒体も固体素子カメラビ

表-2 路面性状自動測定装置の概要

項目	国際航業株式会社	株式会社小松製作所 日盛化學工業株式会社	松谷藤機工業株式会社 株式会社ナック	名古屋電気工業株式会社 東京道路エンジニア株式会社
わだち掘れ	走行しながら、路面横断方向にレーザー光線を照射し、これを固体素子テレビカメラで撮影することにより路面の横断形状を測定するものである。  	走行しながら路面横断方向に直線の暗映像を投影し、これをカメラで撮影することにより路面の横断形状を測定するものである。  (原理は左に同じ)	走行しながら路面横断方向に多数の光帯を投光し、これを固体素子テレビカメラで撮影することにより路面の横断形状を測定するものである。	走行しながら路面横断方向に多数の光帯を投光し、これを固体素子テレビカメラで撮影することにより路面の横断形状を測定するものである。
縦断凹凸	走行しながら車両に取り付けた加速度計を用いて路面との距離を計測することにより路面の縦断凹凸を測定するものである。	 $\text{縦断凹凸量} (d) = h_s - \frac{h_a + h_c}{2}$ $\text{平坦性} (\sigma) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (d_i - d)^2}$	走行しながら車両に取り付けた加速度計を用いて路面との距離を計測することにより路面の縦断凹凸を測定するものである。	
ひびわれ	走行しながら照明用ハロゲンランプとスリットカメラを用いて路面を撮影することにより、路面のひびわれを連続測定するものである。  	走行しながら、路面を撮影する。  	走行しながら、路面を撮影する。  走行しながら照明用ストロボフラッシュとスチールカメラを用いて路面を撮影することにより、路面のひびわれを連続測定するものである。	

デオ収録、固体素子カメラー磁気テープ記録などにより省力化、データ処理の高速化が図られる等エレクトロニクス技術の多様な活用が図られている。

縦断凹凸の測定は、従来の接触タイプのものとともに、車両の3点にセットされたレーザー変位計を用いた非接触タイプの計測手法が開発されるなど、わだち掘れと同様に自動化が進められた。

ひびわれに関しては、スチールカメラやスリットカメラを用いて路面を連続的に撮影する方式が一般的であるが、レーザー（アルゴン系）を路面に照射し、その陰影を高密度ビデオにて収録する新たな装置も開発された。

なお、今回開発された機種の概要を写真-1から写真-8に示す。この中には、評価時点では、まだ道路運送車両法に定める保安基準に適合していないものもあったが、これらについては今後必要な諸手続を完了させた上

で使用すべきものとされている。

ところで、路面性状の測定については、その計測部分に関して自動化が完成し、安全性等も確認されたといつてよく、また、わだち掘れ、縦断凹凸においては計算処理を含めて電算化が行われている。しかし、ひびわれについては、カメラ方式、レーザ方式のいずれも画面からのクラックの読み取りは未だ人力に依存していることから、今後の画像処理技術の早期開発が望まれているところである。また、ひびわれについては、各機種によりその精度（認識可能なクラック幅の限界）に若干の差異があり、これがひびわれ率等の算定に際しては大きな影響を与えるとともに、基本となる目視による観察結果とも差が出てきていることから、特にひびわれについては、精度の向上と併せて目視との整合性に注意を払う必要があろう。



写真-1 わだち掘れ、縦断凹凸、ひびわれ自動測定装置  
(国際航業株式会社)



写真-2 わだち掘れ、縦断凹凸自動測定装置  
(株式会社小松製作所、日灑化学工業株式会社)

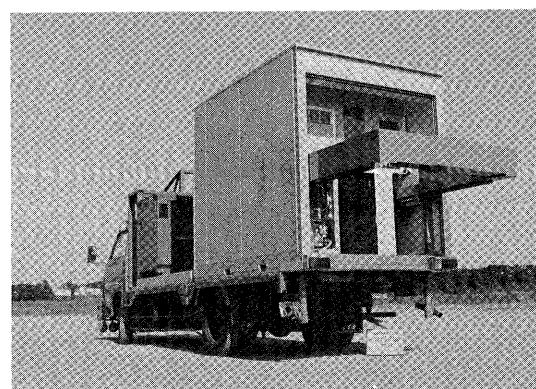


写真-3 ひびわれ自動測定装置  
(株式会社小松製作所、日灑化学工業株式会社)



写真-4 ひびわれ自動測定装置  
(株式会社小松製作所、日灑化学工業株式会社)



写真-5 わだち掘れ, 縦断凹凸, ひびわれ自動測定装置  
(東京道路エンジニア株式会社)



写真-6 わだち掘れ, 縦断凹凸, ひびわれ自動測定装置  
(名古屋電機工業株式会社)



写真-7 わだち掘れ, 縦断凹凸自動測定装置  
(株式会社パスコ, 谷藤機械工)  
(業株式会社, 株式会社ナック)

#### 4. おわりに

以上、建設省における路面評価システムの概要と、今回開発された路面性状自動測定装置について簡単に紹介したが、今後、道路行政において維持修繕の重要性がますます高まる中で、限られた予算を有効に活用し、計画的かつ合理的な路面の維持管理を行っていくためには、大量のデータの収集・解析を前提とした路面評価システムの一層の充実が望まれている。このような要請に対し路面自動測定装置の開発は必須の条件であり、今回の開発を契機にさらに技術の発展を期待するものである。また、評価制度の中でも述べられているとおり、今後とも



写真-8 ひびわれ自動測定装置  
(株式会社パスコ, 谷藤機械工)  
(業株式会社, 株式会社ナック)

測定精度の維持向上に努める必要があることから、必要なに応じチェックの出来るシステムを導入していくことも検討していく必要があろう。

#### 参考文献

- 第35回建設省技術研究会道路部門指定課題報告集
- 舗装の維持修繕計画とデータバンク（岡村真、猪又和義、「土木技術資料26-4（1984）」）
- 道路保全の現状と今後の課題（石山四郎「道路1985年5月号）

## 一般国道の維持修繕について

成田保三\*

### 1. まえがき

道路は日常、通勤や買物等に欠かすことのできない公共の帶状の生活広場であったり、戸口から戸口へと機動性の高い自動車交通施設として、農工水産品、日用品等の経済社会に直結した品物輸送の90%以上を分担していると云われている。又、主として都市内においては火災延焼の遮断空間としての防災空間、採光、通風、緑化等による良好な居住環境の形成、電気、電話、ガス、上下水道等の公共公益施設の収容等各種の公共空間として重要な役割を果している。

道路のもつ、各種の役割を持続するには、適切な道路構造の保全、安全快適、かつ円滑な道路交通の確保等、道路の維持管理は道路管理者としての基本的使命である。維持管理の内容は、広義には道路の新設、改築、道路利用者に対する情報の提供、道路占用許認可、車両制限令を超える特殊車両の通行許可等多岐にわたるが、ここでは、東京国道管内における路面上の維持修繕に重点を置いて述べることとした。

なお、一般国道の維持管理は昭和33年から指定区間制度が設けられ、指定区内においては建設大臣、その他の区間ににおいては都道府県知事が実施することとされた。これによって、東京国道工事々務所は、主として東京都内の指定区間の維持管理を所掌することとして設置され一貫した管理業務に当っている。

### 2. 東京国道工事々務所概要

東京都23区内の一般国道は14路線で、実延長約177kmとなっており、ほぼ日本橋を起点に放射状に伸びている。このうち、当事務所が管理しているのは区内10路線で実延長約150kmである。(注: 東京国道工事々務所管内には、金杉橋、亀有、万世橋、代々木の4出張所がある。)

管理区間内の路線別国道現況は、表-2に示すとおりで、管内の交通現況は、平均交通量35,000台/12h、混雑時1.17、道路現況では、車道幅員19.5m、歩道の幅員は

4.2m、橋梁121橋、横断歩道橋178橋、街路樹約18,400本、緑地帯約168,000m<sup>2</sup>、等となっている。

又、管内の国道には公益事業の占用物件(電気、電話、ガス、上下水道、サービス管は除く)が路線1断面当たり平均10本入っており、その総延長は1,634km(サービス管を除く)に達している。又、これらを効率的に整理集約し道路構造の保全と円滑な交通確保を図るために共同溝は、既に79.3km整備されている。この他、キャブシステムのケーブルBOXや共給管共同溝を施工中で路面下の空間利用は多岐になってきている。

道路の維持管理は、路面の維持修繕の他、時代の推移と共に道路利用の多様化、高度化に対応して、その内容は複雑化しているが、現在当事務所の事業概要は次のとおりである。

#### i) 交通安全

「交通安全施設整備事業に関する緊急措置法」に基づく事業であって交通安全施設の整備及び構造の改良。

#### ii) 維持・修繕

道路法第13条及び42条に基づく維持及び修繕事業であって、路面の清掃・パッキング・局部打換その他の応急処理・橋梁塗装・構造物の修理・照明・防護柵・標識類・街路樹・排水処理等、道路の保全に関すること。

#### iii) その他の主なる管理

管理については道路法第23条(附帯工事)第24条(道路管理者以外の者の行う工事)第28条(道路台帳の整備)第31条(道路と鉄道との交差)第32条及び35条(道路の占用)第39条(占用料の徴収)第46条・第47条(通行の禁止又は制限及び車両制限令)第71条(道路管理者等の監督処分)第77条(道路に関する調査)などの業務。

#### iv) 共同溝

「共同溝の整備等に関する特別措置法」に基づく事業であって公益事業者が道路の地下に埋設する物件を収容するための共用地下施設の建設及び管理。

#### v) 改築

\*なりた ほぞう 建設省関東地方建設局東京国道工事事務所 管理第二課長

表-1 東京都内の国道および管理区間

昭和56年4月現在

路線	市 郡 部			重複区間延長(m)	管 理 区 間		
	実延長(m)	指定区間延長(m)	指定区間外延長(m)		延長(m)	担当	区 間
1号	18,206	18,2066			18,206	金杉橋出張所	中央区日本橋～大田区多摩川2丁目
4号	14,543	14,543			14,543	亀有出張所	中央区日本橋室町4丁目～草加市谷塚町
6号	(1,300) 13,367	(1,300) 14,153		4号と 重複 786	14,667	亀有出張所	中央区日本本町4丁目～葛飾区金町3丁目
14号	17,036	14,170	4,656	4号と 6号と 重複 1,790	9,120 (4,656) (3,260)	亀有出張所 (東京都) (日本道路公团)	中央区東日本橋2丁目～江戸川区一之江1丁目 (江戸川区松島1丁目～江戸川区北小岩3丁目) (江戸川区西一之江2丁目～江戸川区篠崎町2丁目)
15号	(200) 17,873	(200) 18,058		1号と 重複 185	18,073	金杉橋出張所	中央区日本橋2丁目～大田区東六郷3丁目
16号					(25,600)	(相武国道)	(西多摩郡瑞穂町～町田市南町田)
17号	15,452	15,974		4号と 重複 522	15,452	万世橋出張所	中央区日本橋室町4丁目～板橋区舟渡3丁目
20号	16,659	19,653		1号と 重複 2,994	16,659 (38,100)	代々木出張所 (相武国道)	千代田区霞ヶ関2丁目～世田谷区給田町 (世田谷区給田町～八王子市大垂水)
122号	6,901		6,901		(6,901)	(東京都)	(豊島区西巣鴨～北区岩淵)
130号	482		482		(482)	(東京都)	(港区芝1丁目)
131号	3,752		3,752		(3,752)	(東京都)	(大田区大森東2丁目～羽田空港)
246号	14,699	13,761	938		13,761 (938) (1,643)	代々木出張所 (東京都) (横浜国道)	千代田区永田町1丁目～世田谷区玉川3丁目 (世田谷区玉川4丁目～世田谷区玉川1丁目) (世田谷区玉川1丁目及び町田市～南町)
254号	15,222	15,222			15,222	万世橋出張所	文京区本郷2丁目～練馬区旭町3丁目
298号	920		920		(未完 920)	(首都国道)	(葛飾区東金町8丁目)
357号	22,126	17,269	4,857		13,544 (1,825) (1,900) (未完 4,857)	金杉橋出張所 (首都国道) (首都公团) (東京都)	江戸川区上野島町～大田区京浜島2丁目 (江戸川区14号地～江戸川区堀江町) (東京港沈埋トンネル) (京浜島～都境)
411号					(54,240)	(東京都)	(八王子市～東多摩郡奥多摩町)
計	(1,500) 177,238	(1,500) 161,009	22,506	6,277	(149,074) 149,247		

注 1) 総延長、区部欄上段( )外は管理ダブル区間延長を示す。2) 管理区間欄( )は東国管理区間外。3) 東京都延長は昭和58年4月1日現在

表-2 管理区間内路線別国道現況表

昭和59年4月現在

項目	路線	単位	1号	4号	6号	14号	15号	17号	20号	246号	254号	357号	計 (又は平均)	摘要
交通現況	平均交通量	台/12h	39,973	34,493	32,827	31,843	32,551	24,536	40,264	44,972	31,746	26,377	34,769	
	平均旅行速度	km/h	16.5	21.8	26.3	27.9	16.9	16.9	24.7	22.5	23.9	31.6	21.7	平常時
	貨物車混入率	%	45.2	60.9	59.5	58.6	52.5	56.3	44.3	42.2	52.9	70.8	53.5	
	大型車混入率	%	9.0	20.0	17.0	15.5	13.3	14.0	10.5	11.6	12.5	43.7	16.0	
	混雑度		1.13	1.14	1.43	1.41	0.97	1.15	1.16	1.06	1.27	1.08	1.17	
道	車道幅員	m	18.2	17.8	16.2	19.7	19.5	16.4	22.7	22.0	14.8	30.7	19.5	
	歩道幅員	m	3.5	4.5	4.0	4.4	3.8	4.0	4.3	4.3	4.4	5.0	4.2	
	橋梁	( ) m	11 (212.5)	16 (1,798.0)	20 (2,276.6)	13 (1,957.0)	11 (932.0)	7 (184.1)	13 (954.5)	12 (1,321.7)	5 (533.4)	13 (2,174.3)	121 (12,324.1)	うち100m以上の橋梁 36橋( )は延長
	立体交差箇所	箇所	4	7	1	4	4	1	6	7	3	—	37	都市高速道路を除く
	横断歩道橋	橋	18	22	18	14	19	17	27	26	17	—	178	
現況	共同溝	m	9,219	6,243	4,464	1,488	14,262	7,354	10,782	7,214	9,624	8,428	79,285	約500m/km
	街路樹	本	1,995	1,426	1,927	1,227	2,499	2,486	2,414	2,113	2,070	220	18,377	約127本/km
	緑地帯	m <sup>2</sup>	26,955	13,100	10,330	11,500	20,580	21,280	24,135	19,850	15,515	4,450	167,695	
	道路標識	本	465	393	362	247	429	436	361	334	313	136	3,476	約24本/km
	防護柵	m	18,368	22,298	15,689	12,410	17,604	22,150	32,834	29,755	19,285	7,485	197,878	約672m/km
	照明灯	灯	1,124	1,307	639	504	1,311	1,300	1,551	2,108	708	351	10,903	約74灯/km (ブリッカーライト、) (標識誘導灯は除く)

注 1) 交通現況、歩道及び車道幅員については、55年度交通情勢調査及び57年四季観測により推定。

道路法第12条に基づく改築事業であって老朽橋の架替、緑化事業等

大規模な橋梁の架替などについては、周辺の改築担当事務所が施工する。なお、各路線の道路拡幅については都市計画事業で実施され、東京都が事業主体で行う。

これらの事業を執行するため、当事務所における昭和59年度事業費は図-1のとおりであり、主なものでは、維持修繕費が約48%，共同溝費が42%となっている。

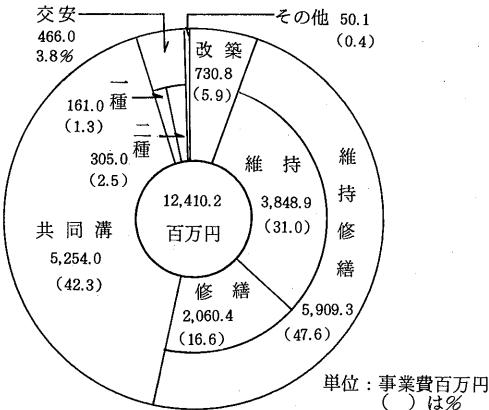


図-1 昭和59年度事業費

なお、昭和60年度の事業費は前年度と同程度となる予定である。

### 3. 維持修繕

近年の道路交通の量的な増大、質的な変化（広域化・車両の大型化等）に伴う道路の老朽化は益々増大しているが、維持修繕費の増大は経済の低・安定成長の名のもとに認められず、工夫をこらして新工法を採用するなど努力はしているが、道路ストックの貴重な財産をいかに維持管理し、後世に引き継いで行くかが今日の重要な課題である。最近、米国においては、経済を支える道路施設等の維持管理を怠ったためにの後年のその荒廃について示唆的な報告もあるよう、わが国でも道路施設等の手入れ的な作業は元より、更新に力点を置いた維持修繕の財政支出を計画的に増加する必要を感じている。

維持修繕は、通常維持と修繕に区分されるが、その内容は必ずしも明確なものではない、一般国道のうち建設大臣が直轄管理している指定区間では統一したものがあり、当事務所にあてはめて分類したものが表-3である。一般的には維持とは日常の手入れのことであり、修繕とは手入では間に合わなくなった規模の大きい修理の

表-3 維持および修繕の区分(東京国道工事事務所の場合)

維持	路面維持	コンクリート舗装	目地およびひびわれの充填、欠損部の充填および舗装表面のはく離に対する処理、etc.
		アスファルト舗装	バッキング、厚さ3~4cm未満の波状表面処理、サーフェースリサイクリング etc.
		歩道等	舗装の打換え、ブロック版の据直し等
維持修繕費	構造物維持	橋梁	部分修理、小修理、塗装等
		共同溝	漏水防止および破損修理等 etc.
		一般構造物	擁壁、護岸、側溝、防災施設、防雪施設の小修理、etc.
修繕	安全施設の修理・更新	安全施設の修理・更新	
		路肩・路側の除草伐採、整正、法面の除草修理等	
		清掃…清掃および路面の散水	
		除雪	
		街路樹の補植、植換え、手入れ、緑地帯の手入れ等	
		巡回	
		その他の維持	
		防災および災害応急処理…小規模工事に限る	
		路面修繕…オーバーレイ、切削オーバーレイ厚さ5cm以上、打換え、歩道修繕	
		構造物修繕	橋梁…補強、修繕等 共同溝…修繕、漏水防止等 一般構造物…暗渠、擁壁、側溝等の新設および修繕
局改	防災	防災…法面処理、落石防止網、落石防止柵等、被災箇所の復旧、備蓄基地建設等	
		局改…局部的な線形の改良等	
その他の修繕	その他の修繕	その他の修繕	

ことである。

#### 3-1 維持工事

維持工事は、日常の維持管理で最も基本的なもので、巡回等によって道路状況を把握したうえで、道路を安全かつ良好な状態に保つ作業である。その内容は応急処理や、路上での犬猫死体処理（交通事故死に限る）、清掃、緑地管理、照明灯等の維持工事の外電力料金等の経常的なものまで広範多岐にわたっている。

主要工程としては、路面では波状表面処理工事、厚さ3~4cmの切削オーバーレイ、サーフェスリサイクリング（リミック工法やリペーブ工法）清掃、構造物（再塗装、伸縮継手、床版等の構造物修理、共同溝の漏水防止、破損修理、出入口の修理工事等）、交安施設（区画線の設置更新、照明灯、防護柵、標識、情報装置の保全点検）、緑地（街路樹の補植、植換え、剪定、手入れ等の緑地管理）、路肩、法面（除草、整正等）、その他に分類され、業務の流れは図-2のとおりである。

① 巡回：道路の巡回は維持管理の基本とされており表-4の区分毎に直営で技術・事務職員一体となって実施している。この外、道路環境美化強化週間、道路を守る月間等を設け、警視庁や沿道住民を混えて、歩足等による点検も行っている。しかしながら、都市内の自動車

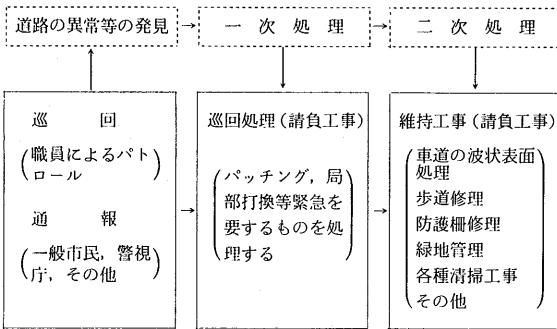


図-2 維持工事の流れ

交通量の増大でパトカーからの視認空間は益々狭少となっている等問題がある。このため二級モニターを各路線

表-4 巡回の区分と、実施レベル、点検項目等

種類	実施・レベル	点検項目	実施機関及び時間
通常巡回	原則として毎日 (日曜日、休日を除く)	道路及び道路の付属物路面の状況、 道路工事の実施状況、占用状況等	各出張所ごと実施 (8:30~17:00)
夜間 "	原則として毎日 (日曜日、休日を除く)	照明、標識、道路情報施設、視線誘導標、区画線、夜間工事等	工事事務所全体を1台/日 (20:00~2:00)
定期 "	2~3回/年 徒歩で	橋梁、トンネル等の重要構造物、 排水水施設、法面等	各出張所ごと実施 (8:30~17:00)
異常時 "	異常気象等の必要時	異常時の状況により定める。	異常時の状況により指示する。

に委嘱して外部からの情報収集にも努めている。

管理第二課で収集している外部からの情報（苦情処理と称している）の昭和59年度の実際は図-3のとおりで中でも多いものは、路面清掃に関するもので内容としては、犬猫死体処理が近年富に多い。これらの情報を速やかに出張所の巡回処理班に連絡し、現地に急行させて出来るものは処理させることにしている。従がって、苦情や通報は巡回を補完してくれているものであると理解し、

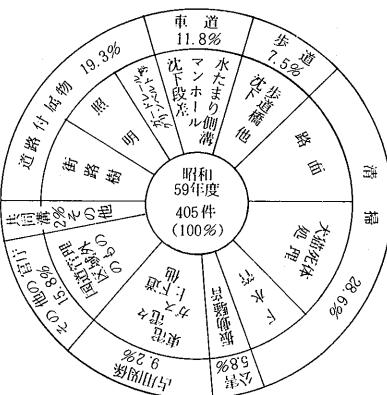


図-3 外部からの情報 (モニター分含む)

取扱いを大事にしている。

### ② 巡回処理 (一次処理)

事故、苦情等の緊急時に応急的に対応するため前述の請負工事で、当事務所の貸与する巡回車に常温材や局部的な清掃のための機具、又、事前に打合計画した側溝等のプレキャスト製品等の諸機材を備え、一定のペーティ（平時では運転者1人、班長1人、普通作業員2人、計4人）で常時管内を巡回し、パッチング、局部的な打ち換え、側溝等の清掃や修理、犬猫死体処理等、日常での地味な作業を実施している。特に、パッチング材料は交通荷重の大型化、交通量の増化で従来のものでは数日で変形（盛り上り等）が生ずるので最近では、全天候型の長期に安定（約4~6ヶ月程度）する合材使用に変って

来ていて、一次処理の有効期間を長くし、二次処理計画実施を容易にできるように努めている。

犬猫については国道上の事故以外は受けないこととしているが、心ない人は居るもので作業員とのトラブル等またま生ずることもある、この種の作業環境に合わせて、巡回処理を少日数で止めて行く人も有って、これには、作業の

職場の改善、一般市民のPR等に努めているところである。

### ③ 維持工事 (二次処理)

二次処理として計画的に道路施設毎に一定の作業量をまとめて維持工事を実施していくもので、全て請負契約によって実施している。その主なものは次のとおりである。

(i) 路面： 都市内で沿道の土地利用が高度化されていること也有って、波状表面処理（わだち掘れやひびわれ等路面性状の回復工事）は従来は、厚さ3~4cmの切削オーバーレイが主体のであったが、サーフェスリサイクリングのリミックス工法、リペーク工法も採用している。これまでのリミックス工法の実施例を示すと4号梅島地区での路面性状（59年10月末施工）図4~7、表-5~7のとおりわだち掘れは最大5.5mmに及んでいた。事前の既設舗装調査結果から、粒度改善が最良と考えられたのでリミックス工法（新材40%混入）を採用したものである。施工後6ヶ月を経ているが現在（60.5月始め）では、わだち掘れは全んど見受けられないが、これから耐久性を観察し交通量との相関等維持工法のリサイクルタイムを予測する資料整備等に努めたい。

表-5 リミックス工法の配合設計の考え方

- 1) 新規に粗粒度な加熱アスコンを補充して合成する表層再生混合物の粒度はアスファルト舗装要綱の密粒度アスコン(20)を満足させる。
- 2) 新規混合物の混入率は 1) の粒度範囲を全工区が満足するように(今回の結果は 40%) 設定する。
- 3) マーシャル供試体等は施工条件を考慮し混合締固め温度をそれぞれ 120, 115 °C とし、両面50回締固めとした。また、重交通路線であることを考慮し動的安定度は 1500 /mm 以上を目標とする。

表-6 配合設計結果

(工区数=13)

	平均	最大	最小	標準偏差
最適アスファルト量(%)	5.42	5.6	5.2	0.13
マーシャル安定度(kg)	1150	1210	1070	48
空隙率(%)	3.98	4.2	3.6	0.21
動的安定度(回/mm)	2550	5390	1680	1110

表-7 最適アスファルト量および諸特性値

項目	最適アスファルト量	密度	理論密度	空隙率	飽和度	安定度	フロー値	透水係数
試験値	(%) 4.4	(g/cm³) 2.199	(g/cm³) 2.535	13.3	42.2	590	34	$3.85 \times 10^{-1}$
基準値	—	—	—	12以上	40~55	400以上	20~40	$1.0 \times 10^{-2}$ 以上

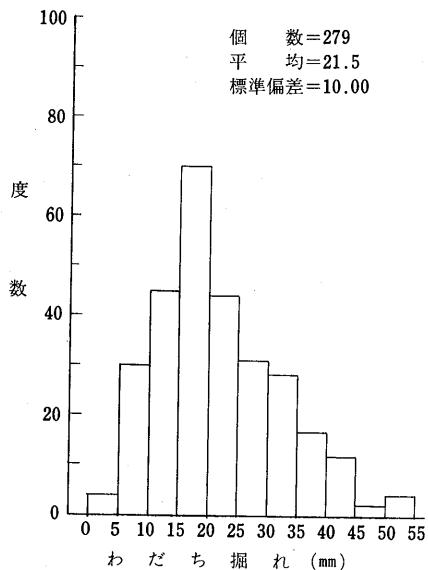


図-4 施工前・既設路面のわだち掘れ深さ

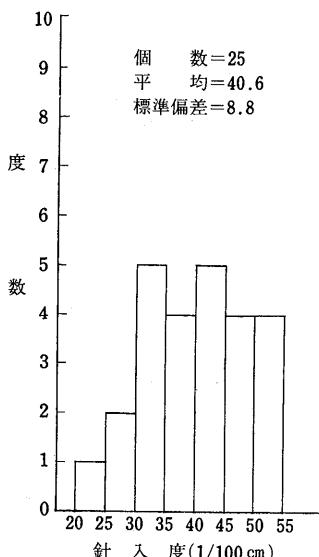


図-5 施工前・既設舗装の針入度

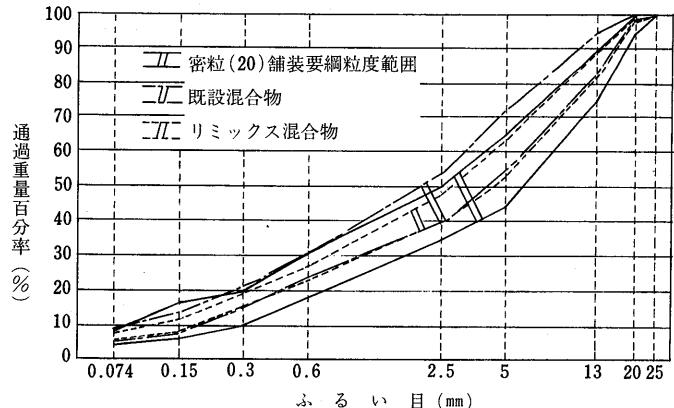


図-6 施工前及びリミックス工法施工後の粒度混合物

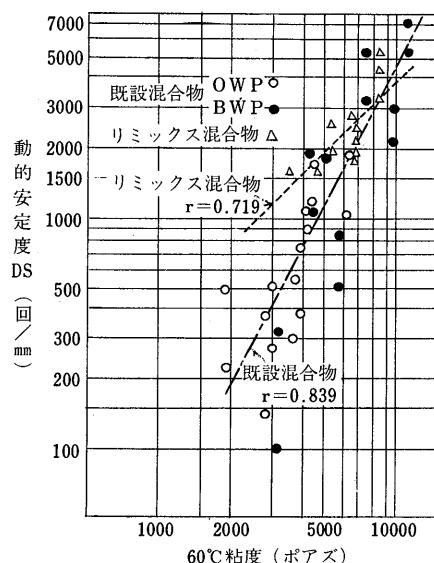


図-7 施工前及びリミックス工法施工後切取版のSDと60°C粘度の関係

歩道修理は、一部に透水、通水性をもつ舗装を行っている。その一例を示すと図-8～9のように開粒度の表層とし路盤には切込み碎石（クラッシャランC-30）を用いている。

なお以上の施工は夜間作業である。

#### (ii) 交通安全施設： 路面に関する主なものは区画

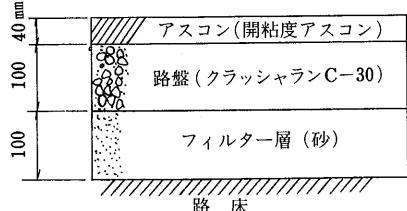


図-8 一般国道20号烏山歩道舗装断面

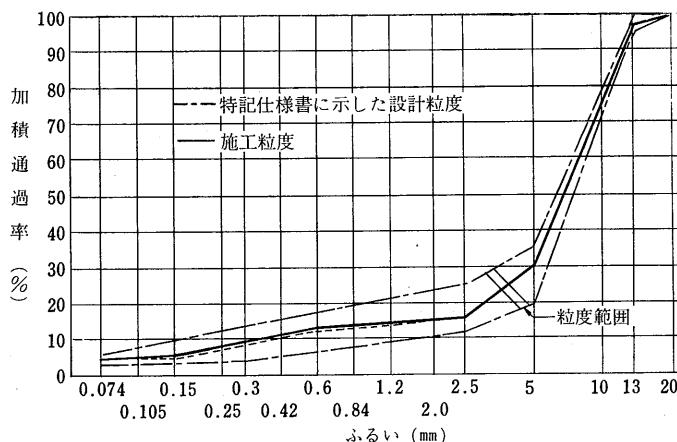


図-9 一般国道20号烏山地区アスファルト混合物の粒度曲線

線の設置更新で、路面状況にもよるが平均的には2年に1回のサイクルで行っている。昨年1～3月のように降雪による損耗が大きい年には早春この作業に入るが、一般的な天候では夏季の流動受け後秋の作業となる。この外、防護柵、標識等については、道路附属物損傷復旧工事として請負化している。

(iii) 清掃： 路面、街渠樹、道路標識、照明灯、ガードレール、共同溝に区分して清掃を実施している。特に路面清掃については、都心部で2回／3日、郊外部で1回／3日の割合で夜間作業を実施している。

(iv) 構造物： 再塗装は一般橋梁8～10年、横断歩道橋7～9年程度で計画的に実施しているが、現地の状態によってはサイクル延期することもある。

(v) 緑地管理： 樹木の補植、剪定、撒水等を実施しているが、とくに街路樹についてはプラタナス、柳等は夏・冬季の年2回、その他は2～3年に1回程度の剪定を行っている。特に都市の街路樹の緑量増化は植栽環境の悪化やさまざまなものがあって、縦來の強剪定だけになしに、弱剪定等で道路景観向上に努めているところである。

あえて路面上で一般市民の目につきやすいものをアスファルト舗装に限らずに述べたがこの他維持工事には電気関係のものから色々とあるが、割愛したい。

#### 3-2 修繕工事

修繕工事は、日常の軽度な修理では及ばない程大きくなった損傷部分の修理及び施設の更新をいい、比較的に大規模な修理があって、施設の機能を回復させることも含まれる。又、災害復旧や大震災時等の道路防災資材の備蓄基地整備もこの範囲にある。

道路の路面はもとより施設の増加、これらの老朽化が進んで行くが、大きな破損が生じてから手当するよりも予防的な修繕や、破損に至る前に更新することが一般的には経済的と云われている。

##### ① 路面の修繕

路面の修繕工事の採択に当っては、他官庁事業との調整や、道路占用企業者の路面本復旧時期との整合、道路利用者から要請等もあるが、路面性状から評価されるMC1以下との区間としている。なお、MC1を予測するには3年に1度の割合で下り線を重点に、代表する1車線20m毎に、

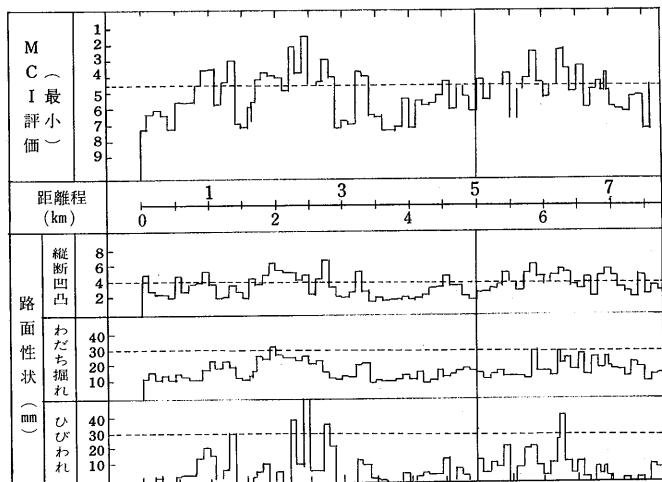


図-10 供用レベルの例

路面のひびわれ率、わだち掘れ量、縦断凹凸測定値を測定しているもので、計測は写真技術による夜間自動測定で、データバンクシステムによって指定区間全てを集中管理している。その1例として供用レベルを図-10に示す。アスファルト舗装はその特性上、交通荷重の大きいさや交通量や気候等によって経時的にわだち掘れが生じていることは一般に知られているところである。雨天と晴天日では路面の見え方も異なることや、感覚的な評価も見過しに出来ないことから、全路線、全車線を測定することも考えられるが経費の都合上や、データの活用頻度等から今後の課題としているところである。

さて、管内の現状は年間修繕面積がMCI4以下に相当する面積の半分にも追いつかないのが実情で、管理区間総面積2,882,000m<sup>2</sup>のうちMCI4以下の面積は約437,000m<sup>2</sup>と推定され全面積の15.1%を占めているが、昭和59年度の修繕面積は65,000m<sup>2</sup>(2.3%)、維持による波状表面処理面積が約60,000m<sup>2</sup>(2.1%)で両者併せても全面積の4.3%に過ぎない。

又、修繕工法の選定については、昭和47年にAS舗装要綱が改訂される以前に施工されたものでTA不足のも

のが1,305,000m<sup>2</sup>と全面積の45.3%を占めており、これらについては路面状況を勘査しつつ打換えを基本とし、47年以降施工されたものについては切削オーバーレイ等経済性を考慮した工法を採用することとしている。なお、路面の修繕工事については、交通事情から夜間に調査し、1車線当り約1,400台/h以下とし、1,400台/h以上のときは重交通方向を2車線確保することで作業時間帯(20時~6時)を選び、一定面積(直線部約220m<sup>2</sup>、交叉点は約60~150m<sup>2</sup>)について在来舗装の取りこわしから、基層の仕上げまでを一気に作り替えてしまう「10時間工法」を採用している。舗装構成の基本的な考え方は、都区内修繕であることを最重要視して次のことを考慮しつつ定めている。

- ① 地下埋設物件(深さ1.2m)の影響を避けること、不法な占用物件は事前に指導監督し埋設し直しさせる。
- ② 日作業の能率向上によって工期をできるだけ短縮すること、これには

イ) 夜間作業時間を20時から6時までの10時間とし、特に早朝の交通混雑に対処すること

ロ) 在来の舗装取りこわしから基層までを10時間以内に完成すること。これには、作業の単純化、材料の種類の最少限4材料(砂、粒調碎石、再生加熱AS安、粗粒

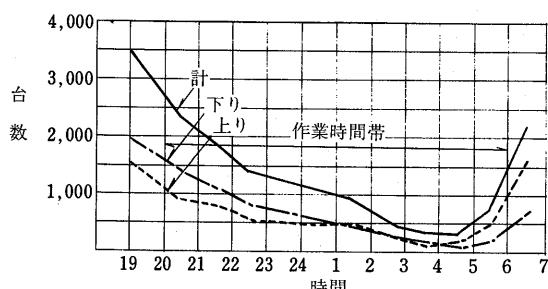


図-11 交通量の時間変動の例

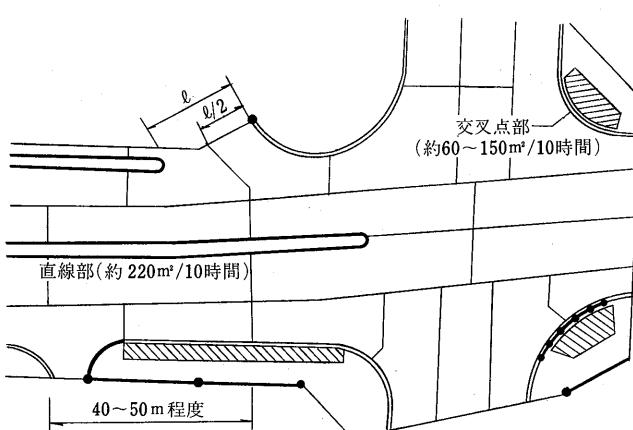


図-12 区割の一例

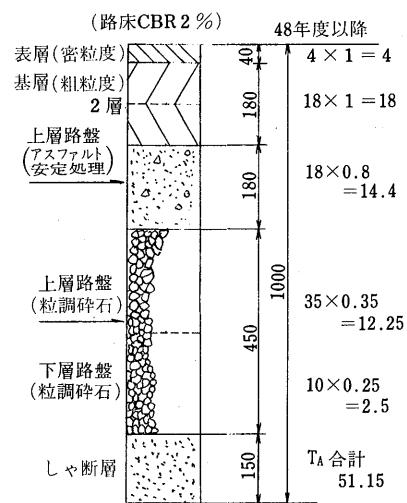


図-13 標準舗装断面

- 注1. 区割は掘削機械のアーム回転半径等とを参考にして定める(作業帯巾員5.5~7m)  
 2. 交叉点内は交通の流れを勘査して区割を定める  
 3. 車両の出入口は半分づつ施工し、1車線は確保する

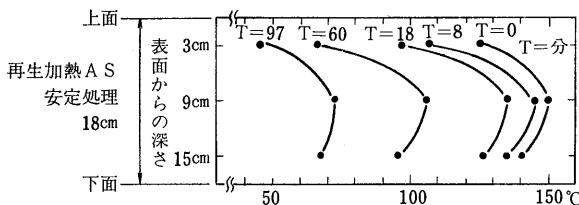


図-14 再生加熱 A S 安定処理の層内温度の経時変化  
(路肩から 1.6 m の位置)

アスコン) とし、施工の合理化、省力化に努めること  
ハ)  $T_A$  を 100% 満足するものとするが、短時間施工上、  
A S 安定処理層 18cm の施工はシックリフト工法とし、基層の粗粒アスコンは厚さ 18cm であるが二層仕上げとする。

以上の外に将来管理上、舗装構成の複雑化を避けることも配慮されている。

なお、表層については夜間作業に変りはないが、基層までの仕上り面積が連続して 2,000 m<sup>2</sup> 以上施工量となってから舗設することとしている。又、昭和 58 年度から再生加熱 A S 安定処理をシックリフト工法で行っているが、図-12 に見るように層内温度の経時変化は従来とはほぼ変わらない、締固め密度は、2.35 g/cm<sup>3</sup> 前後で締固度は約 98.5% 以上で施工性についても新規材料のものと全く変化はない。

舗装後のわだち掘れに対しては、表基層の A S 混合物には、針入度、40~60 のアスファルトを使用する外、一部には表基層の夏季のアスファルトを吸油させる目的で、

吸油材を 4% 混入したものを使用しているなど試行を積ねているところである。吸油材を添加したものとの比較として、「MCI~重交通との相関」の一例を示したものが、図-15 である。

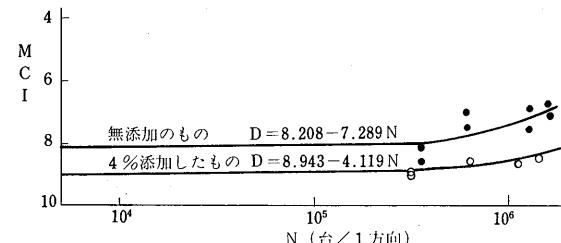


図-15 維持管理指標 (MCI) と累積大型車交通量の一例

#### 4. あとがき

以上東京国道工事事務所管内における維持修繕の概要を述べたが、日常の維持作業は地味なもの積み重ねであって路面以外の作業が多いことも御理解いただきたい。又、修繕工事は予算の割りには手当面積が少なく、これからも更新については積極的に取組まないと「米国の荒廃」の轍を踏む結果を招きかねないので、予算制度上も新しい施策の必要を感じている。

維持修繕は、予算的にも、技術面においても、これまでから修理するのではなく、適時適切な手当で、より道路資産の保全、安全性を確保しなければならないと日頃考えているところである。

## 最近のアスファルト事情 1985年版

B5・48ページ・¥500(送料は実費)

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 105 東京都港区虎ノ門 2 丁目 6 番 7 号  
和孝第 10 ビル  
日本アスファルト協会

目

次

★需 要	★課 題
用 途	★参考資料
需要の推移	品質規格
★供 給	試 験 法
生 产	品質管理
流 通	アスファルト舗装の特長
施 策	

臨時石油アスファルト需給等対策会議
道路予算
世界の原油確認埋蔵量
原油輸入量の推移
原油価格
石油需給計画

## 神奈川県における道路の維持補修

金野正利\*・岩下奉夫\*\*

## 1. 道路現況

本県の道路網は県の占める位置と役割から、東京と東海道メガポリスの各都市を結び、東西幹線及東京、横浜をとり囲む南北の環状線で構成され、高速自動車国道2路線、一般国道10路線、県道141路線及び市町村道からなっている。政令都市（横浜・川崎市）の道路は各々の市が管理しているため、本県の管理する道路延長は、1,282kmと比較的短かく、全国的にも下位から2番目である。

## 2. 神奈川の予算

1984年度（S 59年）当初の一般会計の総額は、別図の

とおりである。道路、橋梁の維持管理及新設、改修に要する経費（道路橋りょう費）は図-1のとおり、土木費の40.2%に相当し、一般会計に対しては2.6%の割合となっている。

### 3. 道路の維持修繕

### 1) 経過

神奈川県が管理する延長は表-2のとおり 1,282 kmである。道路延長は20年前と比較してもそれほど差はないが、高度経済成長期における産業の発展、都市化の進展に伴って、道路整備が進み、舗装率でみると、1961年（S36年）当時36.1%に対し現在では92.0%と大きな差

表-1 県内道路状況

(S 59.4.1) (单位 km)

項目	道路延長		路面別内訳			管理者別内訳						
	実延長	内訳(%)	舗装道	砂利道	舗装率(%)	国	神奈川県	横浜市	川崎市	他の市町村	日本道路公団	首都高速道路公団
高速自動車国道	79.0	0.3	79.0	—	100.0	—	—	—	—	—	79.0	—
一般国道	608.6	2.5	606.9	1.7	99.7	246.5	231.3	15.8	5.3	—	109.7	—
国道計	687.6	2.8	685.9	1.7	99.8	246.5	231.3	15.8	5.3	—	188.7	—
県道	1,387.5	5.7	1,287.1	100.4	92.8	—	1,050.7	209.0	93.5	—	15.8	18.5
国県道計	2,075.1	8.6	1,973.0	102.1	95.1	246.5	1,282.0	224.8	98.8	—	204.5	18.5
市町村道	22,076.1	91.4	14,527.3	7,548.8	65.8	—	—	8,027.9	2,267.8	11,778.1	—	2.3
合計	24,151.2	100.0	16,500.3	7,650.9	68.3	246.5	1,282.0	8,252.7	2,366.6	11,778.1	204.5	20.8

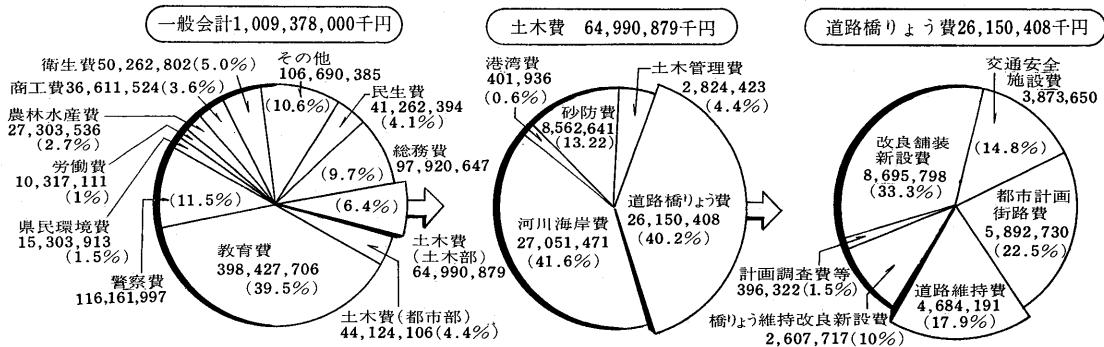


図-1 道路予算のしくみ（数値は昭和59年度当初）

\* こんの まさとし 神奈川県土木部道路整備課長

\*\* いわした もとお 神奈川県土木部道路管理課副技幹

表-2 県管 理道 路状 況

(S 59.4.1) (単位 km)

項目 道路種別	道路延長		路面別内訳					橋りょう		隧道		
	路線数	実延長	舗装道	砂利道	舗装率 (%)	改良済	未改良	改良率 (%)	数	延長	数	延長
一般国道	10	231.3	229.6	1.7	99.3	224.5	6.8	97.1	237	7.5	12	1.7
県道	141	1,050.7	950.3	100.4	90.4	804.7	246.0	76.6	905	18.9	36	4.8
合計	151	1,282.0	1,179.9	102.1	92.0	1,029.2	252.8	80.3	1,142	26.4	48	6.5

となっている。それに伴ない、砂利道の維持から舗装道の維持へとウェートが移行してきた。

舗装道の維持修繕も、S30年代～S50年代はシールコート、薄層舗装、オーバーレイ等の工法が主流であったが、オイルショック以来、補修修繕も財政的にもきびしい状況であったため、老朽化、自動車の大型化等に起因

しTA不足による、打換工法、耐流動対策の工法切削工法等が、主流となっております。

## 2) 予算

59年度当初の道路維持費は46億8千余円であり前年度に比較すると、1.2%のアップにとどまっている。その構成内訳は図-2のとおりである。

図-3は道路維持補修費の14年間の推移を表わしたものである。

表-3 舗装率の推移

年	道路管理 延長	路面別内訳		舗装率
		舗装道	砂利道	
1961 (S36)	(km) 1,278.4	(km) 462.0	(km) 816.3	(%) 36.1
1970	1,284.8	839.4	445.4	65.0
1971	1,311.0	1,048.4	262.6	80.0
1981	1,277.5	1,164.5	113.0	92.1
1982	1,290.8	1,185.9	104.9	91.9
1984 (S56)	1,282.0	1,179.9	102.1	92.0



図-2 道路維持費の構成内訳

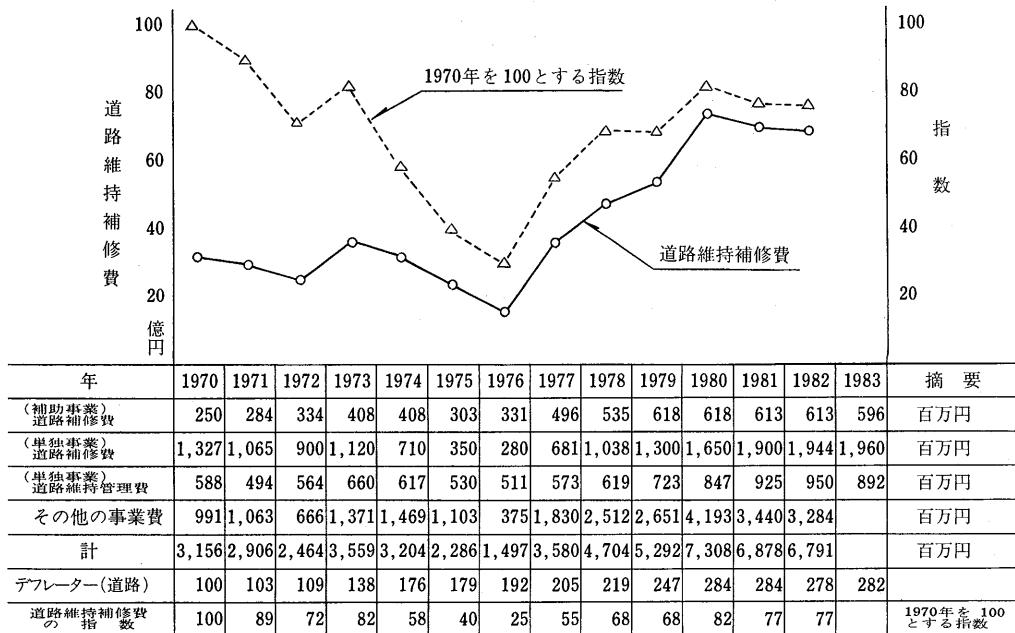


図-3 道路維持補修費と指数の推移

#### 4. 舗装道の維持補修

##### 1) 舗装歴

神奈川県の舗装歴の推移は図-4となっている。

1950年代（S25年）は一部幹線道路を除いて、ほとんど砂利道であったが、1955年（S30年）頃から本格的に舗装化が進められた。1960年代に入ると舗装率が毎年5%上昇する勢いで舗装化された。

この時期一時コンクリート舗装が主であったが、アスファルトプラントが整備されるにつれアスファルト舗装に移行していった。簡易舗装も本県の場合は直営作業によるものを含め、毎年10km程度行われた。

1970年代はいわゆるオイルショック（1974年）までは舗装率が2%程度の上昇を維持できた。簡易舗装も72年までは毎年25km程度行われたが、その後のびていない。

1975年以降はのびは頭打ちとなり舗装率は90%前後で微増している（9年間で3%増）。

現在の舗装道の路面種別は表-4のとおりである。

##### 2) 舗装道補修計画

道路は、自動車輸送が主流を占めてくるにつれ、又地域開発が進み、その役割は、ますます増大してきた。それとともに、県民ニーズの多様化、高度化、に伴ない、交通環境の整備は勿論のこと、沿道環境の整備が求められている。

このように、道路は単に交通機能確保するための物で

はなく、地域にマッチした道路（特に地方道）など、道路の質が求められている。

日夜交通車両によって酷使され消耗される道路は、その機能が低下し、安全で円滑な交通の確保、沿道環境の障害、重大な事故の原因ともなりかねない要因を含んでいる。

道路の先進国である、アメリカでは維持管理に要する必要経費を充分投資しなかった等により、道路の老朽化が急激に進行し、大きな社会問題となっていることが「荒廃するアメリカ」で紹介され、維持管理を担う者に警鐘を鳴らしている。

神奈川県においても、舗装道の破損は著しくなっている、1974年のオイルショックは公共事業投資に大きな爪跡を残した。図-5の如く極端に落ち込み、その回復を見ないまま今日に至っている。当然補修延長も伸びず事

表-4 路面現況別現況 (単位 km)

項目 道路 種別	路面現況別内訳				
	As舗装	Co舗装	簡易 舗装	砂利道	計
一般国道	206.9	22.6	0.1	1.7	231.3
県道	812.5	46.5	91.3	100.4	1,050.7
合計	1,019.4	69.1	91.4	102.1	1,282.0

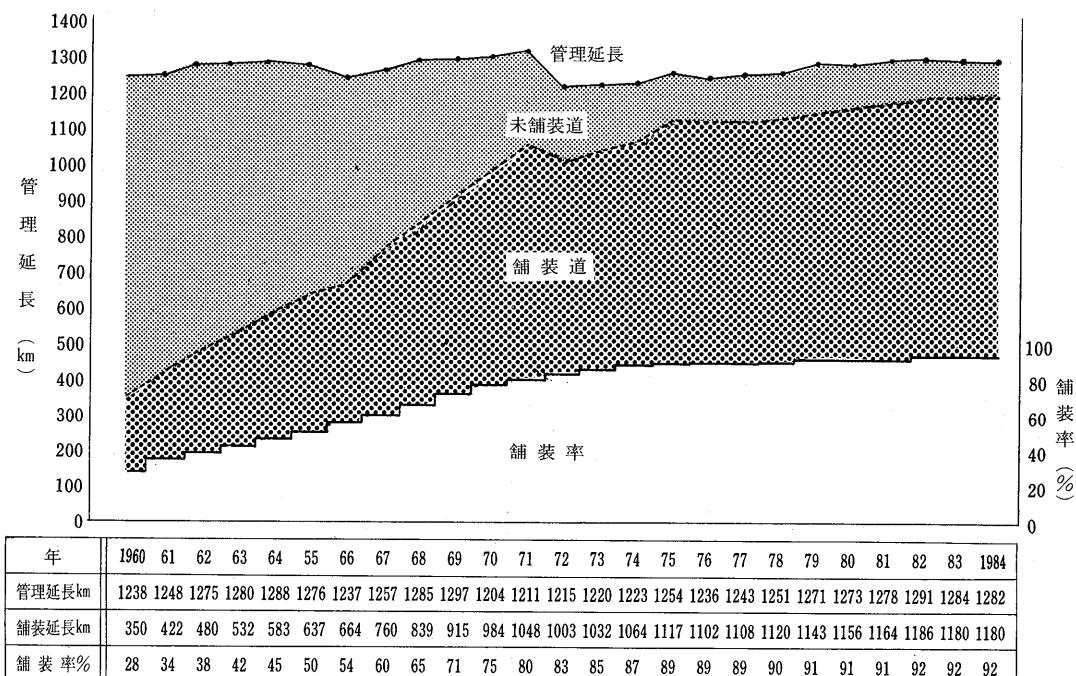


図-4 神奈川県の舗装歴

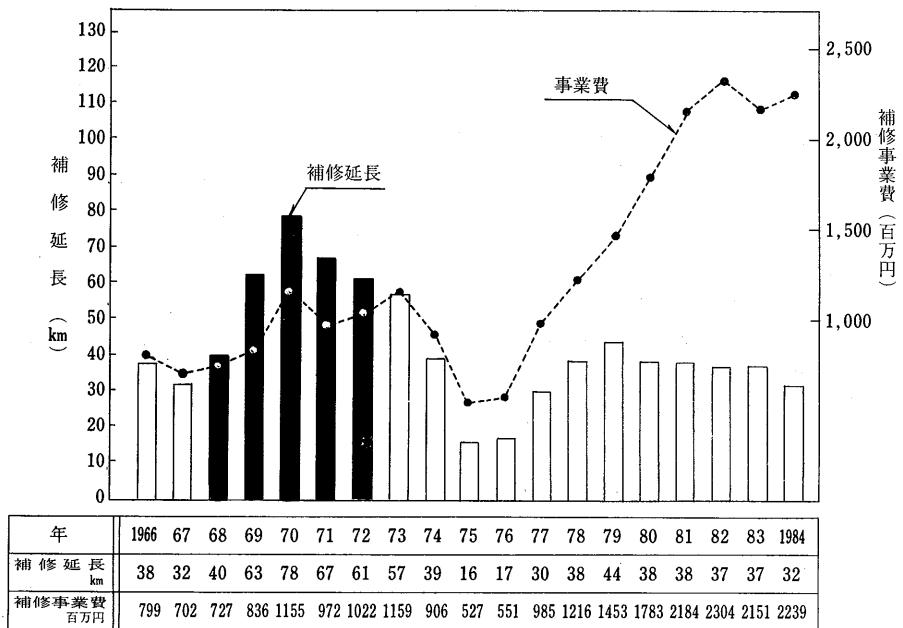
業費は莫大なものとなり、要補修ストックが現在の路面状況を生みだしたものと考えている。この状況を把握するため、ひびわれ状況、わだち掘れ状況をS 56年度から3年間調査をし、今後の補修計画を立案する資料を得た。

#### ・路面性状調査

舗装路面の現状を把握するため、全線にわたり、ひびわれ、わだち掘れについて、目視調査を行い、200m区間単位にそれぞれをランク別に評価した。

ひびわれの現況を見ると

ア) ひびわれ20%以上の早期に修繕をしなければなら



(注) 1984年度は当初予算  
図-5 神奈川県の補修事業費(舗装修繕)の推移 (S 59年度)

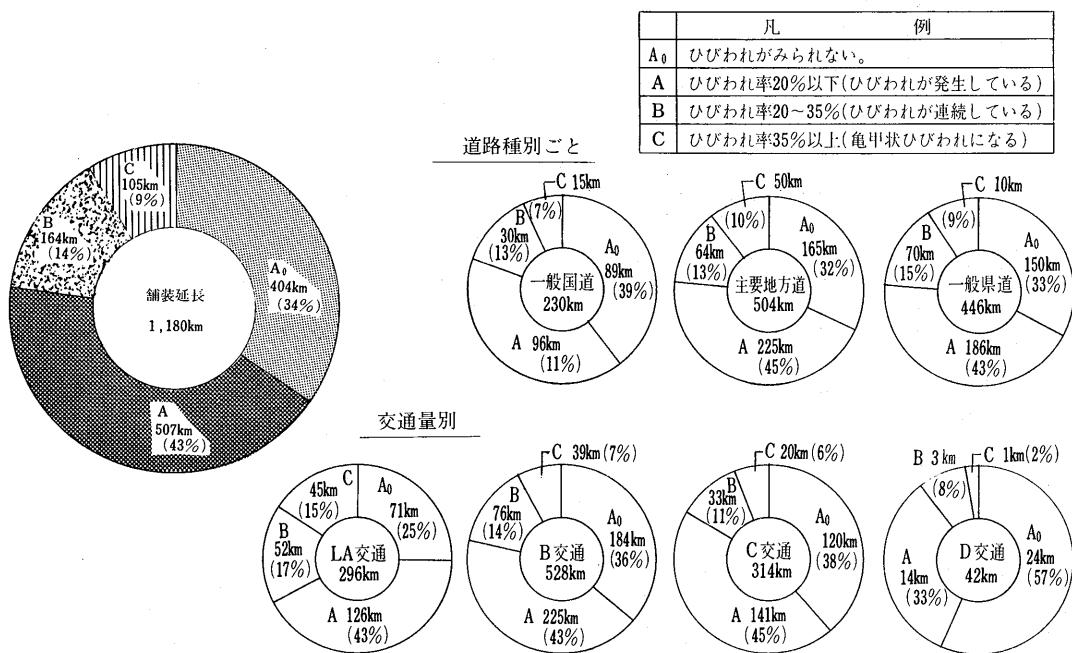


図-6 ひびわれランク別に見た道路路面現況

ない延長は 269 kmで全体の23%を占めている。

イ) ア) のうちひびわれ35%以上の緊急に修繕しなければならない延長は 105 kmで全体の 9 %を占めている。

ウ) ひびわれは、一般県道になるほど、LA交通になるほど現状は、よくない。これは重要度の少ない路線は補修頻度が少なくなっていることを意味する。しかし重要度の大きい路線の現状も満足できるものではない。わだち掘れ現況を見ると

ア) わだち掘れ30mmを超える早期に修繕をしなければならない延長は13kmで全体の 1 %である。

イ) わだち掘れについては、比較的良好な状態にあるといえるが、10~30mmのわだち掘れ延長が 276 kmとかなりある。

ウ) わだち掘れは、一般国道になるほど、D交通になるほど現況は良くない。これはわだち掘れ対策が、比較的遅れていることを意味する。

エ) わだち掘れ30mm以上の区間でひびわれが20%~35%の区間が 2.4 km, 35%以上の区間が 1.2 kmとなっており、わだち掘れとひびわれの両方とも悪い区間は比較的少ないと見える。

#### ・舗装補修計画

本県では、当面の舗装補修計画として、ひびわれ20%以上の区間の解消を目指して10年計画を次のように立案した。

※通常補修とは、局部的なひびわれ(20%以下)から連続状のひびわれ(20%以上)に移行する前に手当をするものである。

#### 第1次緊急補修 '84~'86年度(S59~61)

ひびわれ率35%以上に相当する延長 105 kmについて3ヶ年で解消する。この間通常補修は後に繰りのべる。

#### 第2次緊急補修 '87~'89年度(S62~64)

ひびわれ率20~35%に相当する延長 164 kmについて3ヶ年計画で解消する。

#### 第3次緊急補修 '90~'93年度(S65~68)

緊急に補修したい延長 259 kmについては終了したが、この間に積み残した通常補修分の解消を行い、「94年度(S69年度)以降の補修均衡時期につなげる。

本県では、この舗装補修計画にのっとり事業を実施し10年後の舗修均衡期間につなげたいと考え、財政面とともに、手法の検討を行なう努力をしている。

この計画の通り補修がなされると、10年後には、舗装のひびわれ率が20%を超えないような管理をするという当面の目標は達成できる。しかしこの20%という数字は必ずしも満足できるものでなく、さらにレベルアップを図って10年20年へとつなげていきたい。又、予防的修繕をいかに有効に行っていくかはこれからの一連の実施にあたって解決して行くことが沢山あり、昨年度は異常気象による冬期のチェーンによる損傷等も多く、予期しないものがあり、今後の検討課題である。

又、今年度も引き続き、目視調査、写真撮影を併用し、路面の経年変化、各種データー集収、予測式の算出、補修工法の選定、最適予算配分等、研究検討を行い、維持修繕システムの確立を目指しております。

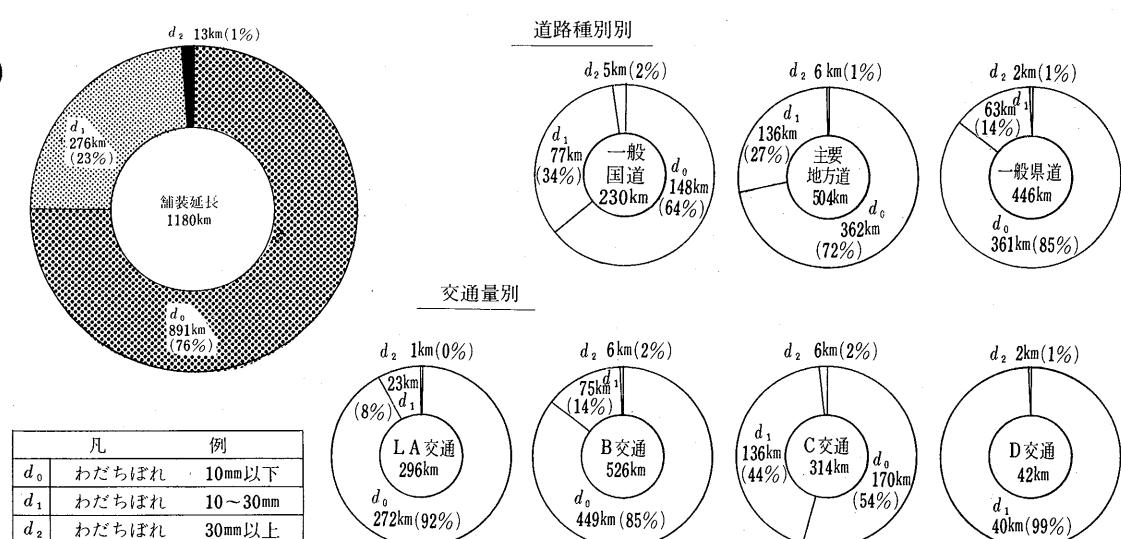
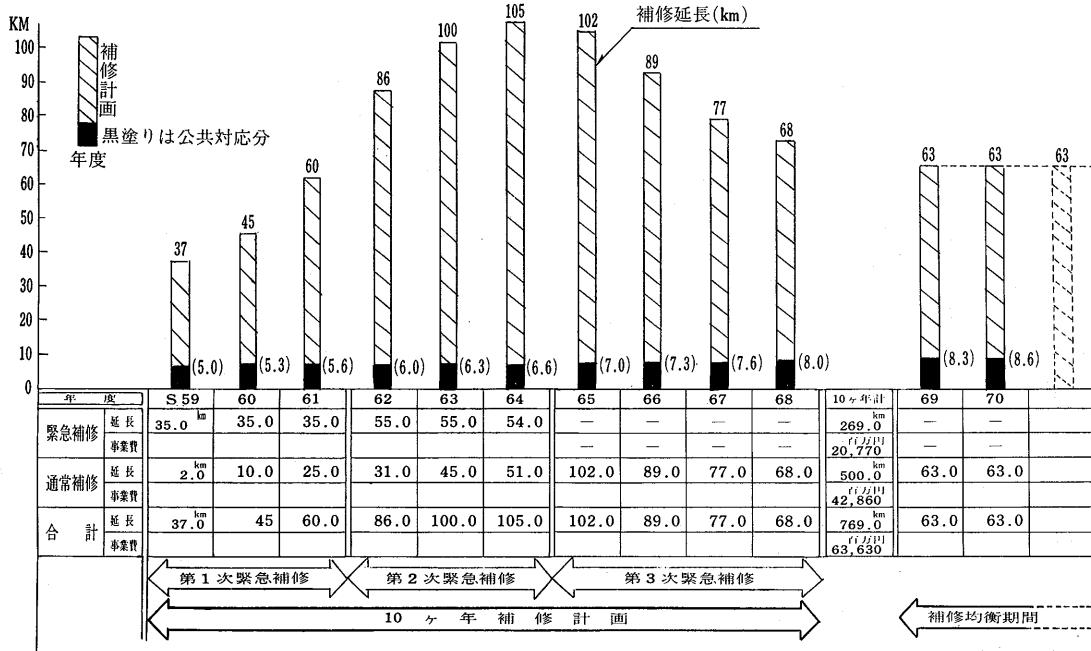


図-7 わだち掘れランク別に見た道路路面現況

表-5 舗装補修計画



### 3) 補修工法の選定

補修工法を検討するに当り路面性状調査結果を参考に交通量、沿道状況等を考慮し現場に合った工法を選定している。

#### 1) オーバレイ工法

ア) 比較的早期に対応できる場合で、将来交通量を考慮し、設計CBRに対応するTAの不足分をカバーする。

イ) 設計CBR等に関係なく、既設舗装にカバーする。

#### 2) 切削オーバレイ工法

わだち掘れ等路面の不陸がある場合など、切削を行いカバーする。この時不足TAを満足するようカバーする場合と現状厚に補修する場合がある(Co舗装がベース)

#### 3) 打換工法

オーバレイ工法で対応できない程、路面性状が悪い(仮にカバーしてもリフレクションクラックが発生する)場合や現状以上にカバーできない場合に行っている。この時は将来交通量等を考え設計CBRに対応する断面を確保する。又交通量が多く、既設地下埋設物の安全性、交通混雑の処理を円滑にするため、夜間施工で昼間全面交通開放を必要な市街地等でシックリフト工法によるフルデプス舗装も打換の時に実施している。

#### 4) その他の工法

省資源、舗装廃材の有効利用としての再成工法

##### ア) リフォーム工法

#### イ) リペーブ工法

#### ウ) リグリップ工法

等の工法を実施している。

### むすび

自動車保有台数、都市化による過密化、社会ニーズの多様化、等の課題をかかえ、常に良好な、快適な道路環境の維持を求められているなかで、ますますきめ細かな配慮が必要となり、今後、莫大な事業費が必要となっている時、しかも、長期的、合理的に計画・遂行され、従来の壊れてから補修するという後追い的維持補修を改め、適切な時期に最適な補修の施せる予防的維持補修を目標に神奈川県の道路管理、維持担当者は日夜努力を重ねていることを報告してむすびとする。

### 参 考 文 献

- 1) 薄層舗装の施工・その後「アスファルト」No.69, 神奈川県土木部 白井輝男、氏家竜介、金子穂積。
- 2) シールコートの試験舗装とその考察—「舗道」46年7月号、神奈川県土木部 金野正利、宮公雄、子繁。
- 3) シックリフト工法「舗装」46年7月号 神奈川県土木部 金野正利、河原恒、漆原国夫。
- 4) アスファルト再成利用「道路」2月号 神奈川県土木部 原市太郎、亀井宏、森崎正博、外1。

# アスファルトフェーシングにおける表面保護層の補修例

## —山梨県藤木調整池表面保護層補修工事報告—

武井 賢司 \*・加形 護\*\*

### 1. はじめに

フィルダム等の表面しゅ水にアスファルトコンクリートを用いるアスファルトフェーシング工法（アスファルト表面しゅ水壁工法）では、表面に保護層を設けている（図-1）。これは、アスファルトフェーシング層本体を、紫外線によるアスファルトの老化および付着泥土の乾燥収縮によるマッドカーリング現象からの防護あるいは着水による剥脱防止等を目的としている。従って、表面保護層は、アスファルトフェーシングの耐久性を左右する非常に重要な機能を担った層であり、一般には加熱したアスファルトマスチックの塗布工法や特殊アスファルトの吹付工法が採用されてきた。

現在、我が国におけるアスファルトフェーシング型フィルダムや調整池は、建設後10～15年を経ているもの多く、苛酷な自然条件に晒されてきているので、その表面保護層は大なり小なり老朽化してきている。

このような背景のもとに、アスファルトフェーシング型アースダムの藤木調整池も建設から約10年経過し、建設時の保護層（高温に加熱した樹脂系特殊アスファルトの吹付けによるシールコート）の損傷が目立ち始めた。

そこで、旧保護層をウォータージェット（超高压水）で剥ぎ取り（洗浄も兼ねる）、加熱しなくとも済む常温型のクレータイプ特殊アスファルト乳剤を吹き付けて、これを新しい表面保護層とする補修工法を開発し、実施した。

本報は、この補修工法の開発・採用経緯およびその内容について紹介するものである。

### 2. 藤木調整池の概要<sup>2)</sup>

藤木調整池は、山梨県の北東部（塩山市郊外）に位置し、一級河川笛吹川総合開発事業の主体をなす広瀬ダムの貯水を利用し、広瀬・天科・袖ノ木の各発電所（合計出力34,000 kw）を経て、特定灌漑・上水道・水力発電に分水供給するための逆調整池で、昭和50年1月に舗設を完了し、湛水試験を経た後、同5月に営業運転を開始した。

本調整池は、単層構造のアスファルト表面しゅ水壁型アースダム型式の調整池（プール式）であり、有効容量90,000 m<sup>3</sup>、利用水深5.00 m、しゅ水壁勾配1:2.5、しゅ水面積24,500 m<sup>2</sup>の規模を有する（表-1、図2～4）。

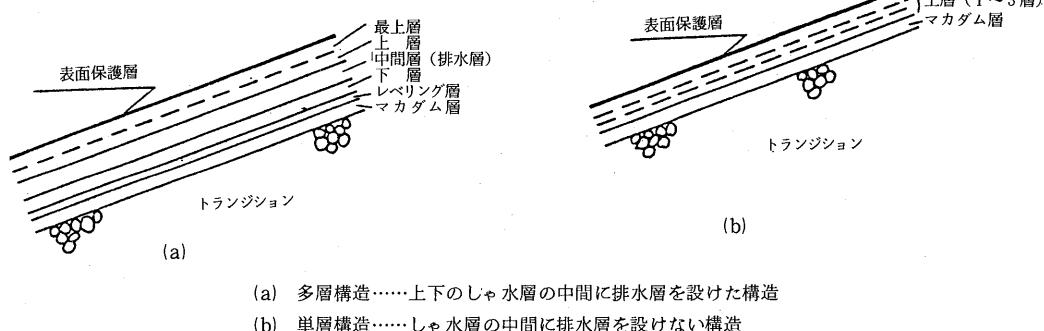


図-1 アスファルトフェーシング標準断面構成<sup>1)</sup>

\*たけい けんじ 山梨県企業局笛吹川水系発電管理事務所 \*\*かがた まもる 鹿島道路技術部技術課

表-1 藤木調整池概要

所在地	山梨県塩山市大字藤木
管理者	山梨県企業局 笛吹川水系発電管理事務所
型 式	アスファルト表面遮水壁型 盛土部 アースダム 切土部 基礎築造
容 量	有効 90,000 M <sup>3</sup> HWL 510.00 M 利用水深 5.00 M
遮水壁	面積 斜面部 12,500 (勾配1:2.5) 底部面 12,000 計 24,500 M <sup>2</sup>

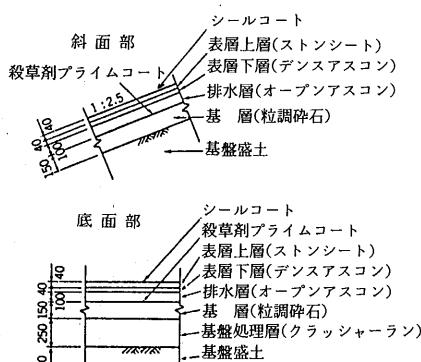
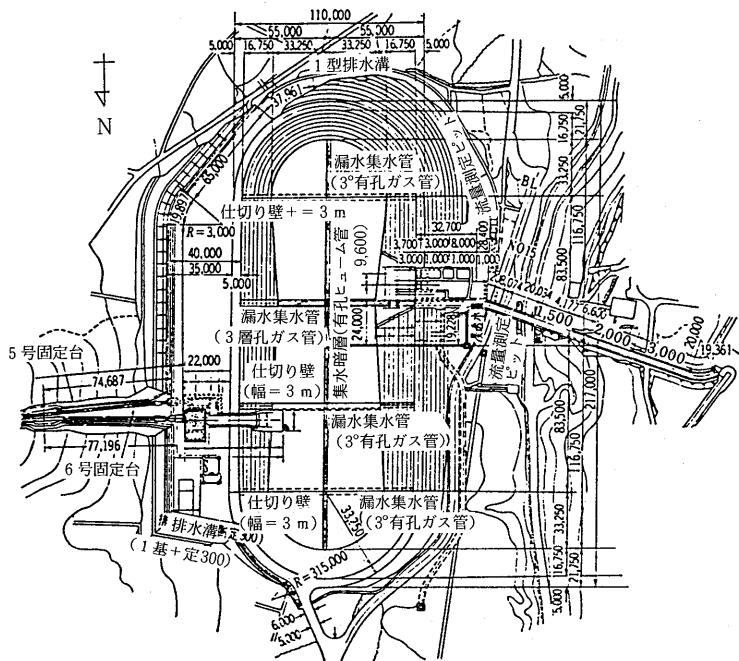


図-4 アスファルト表面しゃ水  
壁標準断面構成

また、アスファルト表面しゃ水壁は、調整池の長軸方向が南北方向に従っていること、水位変動（約0.5m/h）があること、盆地にあることから夏期は気温が高いことおよび冬場の積雪は殆んど無いこと等の条件下にある。従って、①高水位（H.W.L.）より上の斜面、特に東側（上流側）斜面は、日当りの紫外線入射時間が長く、老化を受け易い ②水位変動部分は、洪水期の放水中の泥土が付着・乾燥し、これの繰り返しによるマッドカーリ



## 図-2 藤木調整池平面図

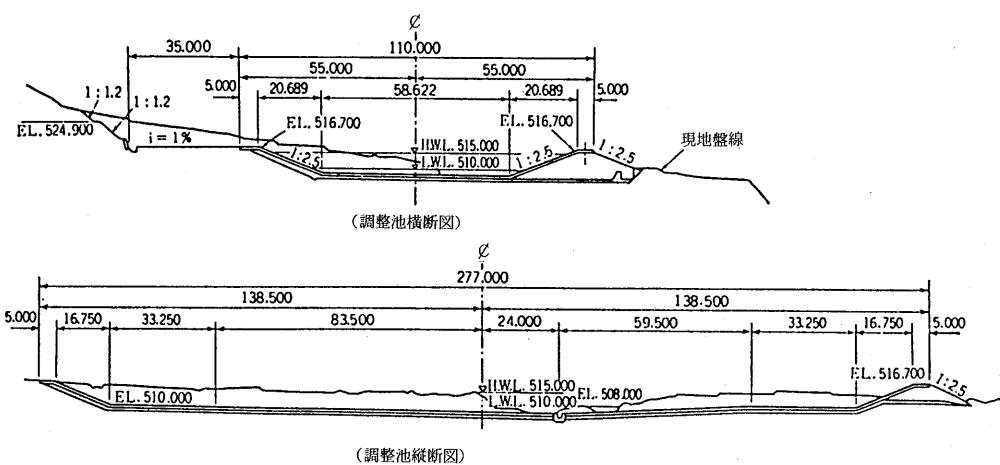


図-3 藤木調整池横断面、縦断面図

ング現象が助長され易い ③水位変動による水圧の変化が繰り返される ④寒暖の差が大きく、またこれが繰り返される ⑤冬場の着氷がある 等アスファルトフェーリングとしては厳しい自然・供用条件下にあるといえる。

### 3. 既設表面保護層の状況

本調整池での点検・管理は、日常の湧・漏水量、間隙水圧、堤体沈下量等の計測、巡視の他、定期抜水点検であり、今日まで、しゃ水壁本体には特に異常は認められず、その機能を十分果たしている。

しかしながら、既設保護層はしゃ水層（ストーンシート）上に加熱した樹脂系特殊アスファルトを $1.5 \ell / \text{m}^2$ 吹き付けたものであり、以下のような老朽化現象を呈していた。

#### ① 紫外線によるアスファルト老化

施工後7～8年頃から、特に日照の影響を強く受ける東側斜面の水位より上の部分に、収縮ひびわれが多く見られた（写真-1）。特に膜厚の大きい部分は、収縮量が大きく、亀甲状のひびわれとなっていた（写真-2）。

#### ② マッドカーリング

天端から斜面長4～8mの水位変動部分は、①のアスファルト老化による収縮ひびわれ箇所に、水中に浮遊している泥分が付着し、これが乾燥することにより、表面保護層だけに止まらず、場所によってはしゃ水層表面部までも捲るように引っ張り、ウロコ状となっていた（写真-3、図-5）。

#### ③ ブリスタリング（火脹れ）

保護層吹付け時に残留あるいは捲き込んで閉じ込められた空気あるいは湿気が、気温の上昇等により膨脹し、保護層が火脹れ状（φ5～10mm）になっており、中には

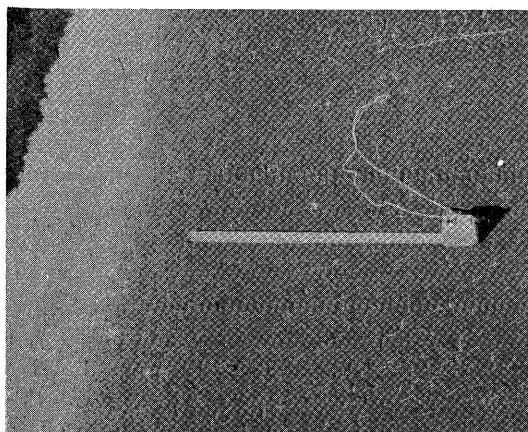


写真-1 紫外線による老化状況

頂部が裂けているものもあった（写真-4）。これは、保護層の施工が厳寒期であった事も大きな要因であったと考えられる。

なお、これら①～③の現象の発生割合は、低水位上のしゃ水壁面積約5,000 m<sup>2</sup>中、重複しているものも含めてそれぞれ、約40%，30%，および10%程度であった。

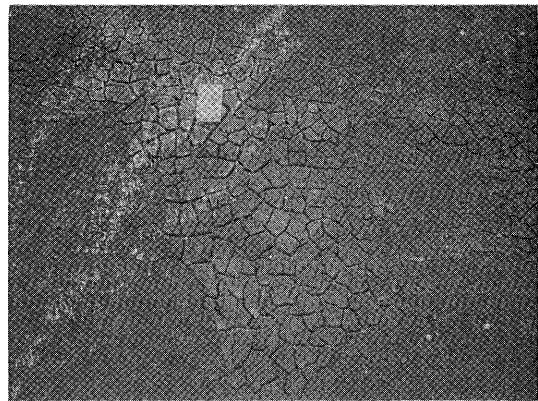


写真-2 老化による収縮ひびわれ

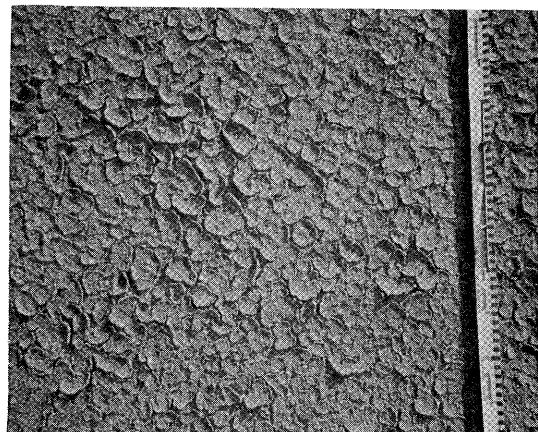


写真-3 マッドカーリング状況

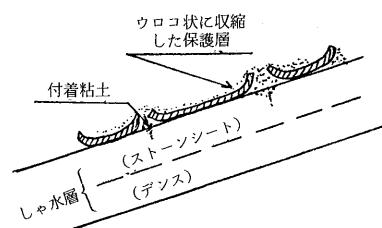


図-5 マッドカーリング現象（模式図）

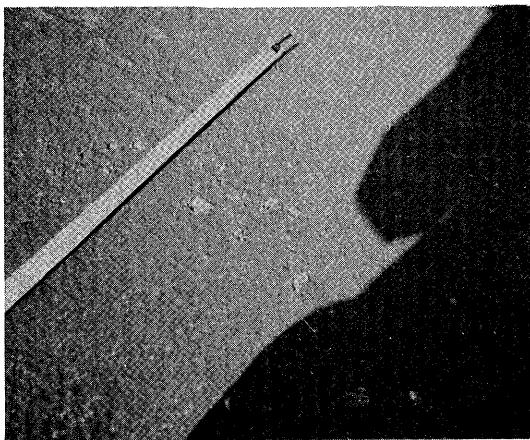


写真-4 ブリストリング(火脹れ)状況

#### 4. 補修工法の選定

前述①～③のような現象は、しゃ水壁の基本的機能（しゃ水性）を直ちに損なうものではないが、しゃ水壁の耐久性に大きな影響を及ぼすものと考えられる上に、美観上からもその補修が必要であると判断された。

#### 4-1 保護層用材料

表面保護層の材料選定にあたっては、今までの施工経験

験や目視による供用調査結果を踏まえて、表-2に示すように表面保護層としての要求品質を機能別に分けて整理し、比較検討した。

なお、表-2に示す加熱型のトータル品質（施工性も含む）は、過去にも相当数の施工を経験しているので理解しているが、クレータイプ特殊アスファルト乳剤については、当県としては初めてであるため、試験施工を実施して、室内試験結果との対応を確認することとした。

ここで、クレータイプ特殊アスファルト乳剤とは、ベントナイト系クレーを混入してある特殊アスファルト乳剤で、表-3のような室内試験での性状を有し、ダムフ

表-3 特殊アスファルト乳剤の性状<sup>3)</sup>

項目	性状	備考
外観	暗褐色 ベースト状	
電荷	アニオン	
P	H 7 (中性)	
比重	1.01	
蒸発残留物	53.5 ± 5.0 wt%	
稠度(針入度)	420 ± 50 1/10 mm	JIS K 2220 グリース法
熱安定性	フローエーブル	1.6 mm塗膜、鉛直 100°C、24時間
耐候性	異常なし	ウェザーメータ 1000時間
防水性	透水係数 < $2 \times 10^{-8}$ gr/cm <sup>2</sup> cd/h/mmHg	
水溶性	再乳化認めず	
安全	引火点 なし 臭い、毒性 なし 水道法水質基準合格	1.6 mm塗膜、16時間水中放置 東京都立衛生研究所

表-2 表面保護層材の比較検討結果（藤木調整池の場合）

種類	種別	加熱型		常温型
		アスファルト・マスチック	樹脂系	
		ストレート	ブローン	
	施工法	加熱混合塗布	加熱吹付	常温吹付(塗布)
要求機能	主要施工機械	マスチックプラント タッカー ウィンチボーダー	ケトル ディストリビューター	エアーガン 攪拌機 コンプレッサ
比較項目				
当該現場におけるメンテナンス材料(工法)	施工法	既設の堤頂パラペットコンクリートを障壁としない 母材(下地)との接着性 斜面安定性(スロープフロー) 紫外線照射による老化 火脹れ たわみ性	× ~ △	○
		凍結融解抵抗性	○	○
		水密性	△	○
		耐摩耗性	○ ~ △	○
	要求機能品質	施工条件(湿気)	△ ~ ○	○
		気温による制約	○	○
		厚さの均一性	○	○
		施工時のフロー(ダレ)	○	○
	調整池供用(運転)との関連(分割施工)		×	△
耐用年数を考慮した工事費(トータルコスト)		○ ~ △	○ ~ △	○ ~ △
実労日当り施工量(1パーティあたり)		○ ~ △	○	○
総合評価(採用工法)		○ ~ △	○	○
(参考) 施工実績(例)		△ ~ ×	△ ~ ×	○ ~ △
				◎
		沼原調整池他	月光川ダム他	藤木調整池他
				新高野山ダム他

◎：良い ○：問題ない △：条件次第 ×：問題あり

エーシング用表面保護層用材料として、海外で約20年、国内でも約13年の実績があり、最近多く採用され始めた傾向にある常温施工が可能な材料である。

試験施工は、方位および水位条件を考慮した当調整池内5ヶ所（計約26m<sup>2</sup>、塗布量1および2kg/m<sup>2</sup>）に実施し（昭和58年11月）、その際の施工性および6カ月経過後、表-2に示す項目について目視による判断評価をした。

この試験施工の結果に、今までの実績から得ている評価も加味して、トータル品質の優れているクレータイプ特殊アスファルト乳剤を採用することとした。また、材料使用量は、今までの実績から2kg/m<sup>2</sup>（2層仕上げ）とした。

#### 4-2 下地処理工法

クレータイプ特殊アスファルト乳剤を吹き付ける前の下地処理は、表-4に示す各工法について試験施工を実施し、評価した。その結果、ウォータージェットによる洗浄・剥ぎ取りと、その後の常温材による目潰し（兼レベリング）を併用する工法が、施工性や仕上り表面の点で問題が少なく、この組合せを下地処理の方法とした。

なお、ウォータージェットによる洗浄・剥ぎ取りと目潰しについては、最適条件を見い出すために、再度表-5に示す内容の現地試験施工（3ヶ所、計130m<sup>2</sup>）を実施し、6ヶ月後の評価をすることとした。

表-4 下地処理工法の検討

種類	概略施工法	主要施工機械・道具など	評価
無処理	ゴム化アスファルトによるクラックのシーリング程度の他は特に何もしない。		・表面保護層をかぶせても、スロープフローの継続、火脇の発生、下地クラックの反射など品質上に問題を残す。
加熱ケレン・レベリング	赤外線ヒーターにより加熱昇温させ、熔融状態の既設マスチックをゴムレーキ等で均す（一種のリフォーム）。また、局部的な凸は、プロパン・バーナ等で加熱したスコップ、あるいはケレン棒で削り取る。	・赤外線ヒーター・マスチックレベリング装置・同上巻上げ装置（ウインチ）・その他プロパンバーナ、ケレン棒など	・新規材料を使用しない分だけ安価である。 ・熱劣化を促進させる。 ・不良部分を封じ込めてしまうので問題を残す。 ・リフォーム時のダレなど美観に劣る。
常温材目潰し	特殊As乳剤スラリーにて小さなクラックなどをシーリングし、目潰しする。（3kg/m <sup>2</sup> ）	・モルタルミキサ・自在刷毛	・加熱装置を必要としないので施工性が良い。 ・小さなクラックなどを目潰し出来るので、新規保護層へのクラック反射（リフレクション）がない。
ウォータージェット	200～250kg/cm <sup>2</sup> 程度の高圧水で既設保護層を洗浄し、不良部分を浮き起こすようにしながら削り取る。	・ウォータージェット車・ウェルデンポンプ・コンプレッサ・高圧ホース	・火脇れ跡、など不良部分を除去できる。
サンドブラスト ウォーター サンドブラスト	高圧で研掃材（特殊砂）を吹き付け、表面を研掃する。また、ウォーターサンドブラストの場合は研掃材と一緒に水も吹きつける。	・エアーコンプレッサ・研掃装置・高圧ホース・ウェルデンポンプ	・研掃材がアスファルト面に残存する。 特に夏期時。
ジェットタガネ スーパーケレン	高速エアーピストン方式で多針タガネあるいはケレン棒を表面に当てて、はつっていく。	・エアーコンプレッサ・ホース・ジェットタガネ・スーパーケレン	・小型装置なので局所作業に適するが、発熱により特に夏場などは殆んど作業出来ない。

表-5 下地処理工、試験施工の内容

項目（要因）		水準	結果（目視評価）
保剥 護層 取り 洗浄 および 目潰し	ケレン工	有り 無し	特にマッドカーリング箇所に効果的
	ジェット洗浄圧(kgf/cm <sup>2</sup> )	150, 200, 250, 300	150kgf/cm <sup>2</sup> 位では洗浄程度で、不良部品の剥ぎ取りまでは出来ない。 300kgf/cm <sup>2</sup> になると、人間の支えが出来ない。
	ジェットノズルとしゃ水壁間の距離(cm)	10～20, 50～60 80～100	噴射時間にもよるが、10～20cmではアスコンまで掘り起こす。 80～100cmでは水洗程度。
	噴射時間(m <sup>2</sup> /h)	5～10, 50～100 100～150	5～10m <sup>2</sup> /hでは、圧力および距離にもよるが、アスコンを掘り起こす。 100～150は水洗程度。
常温材 目潰し	目潰し	有り 無し	無しの場合、下地のひびわれが保護層にもそのまま浮き出る。
	クレータイプ特殊アスファルト乳剤 (原液のみ)(kg/m <sup>2</sup> )	0.5～3.5	原液のみでは、いずれも下地のひびわれが新保護層に浮き出る。
	クレータイプ特殊アスファルト乳剤 ：砂：セメント=4:2:1(kg/m <sup>2</sup> ) 仕上げ層数(層)	1. 3.	1kg/m <sup>2</sup> では、表面をシーリング出来ない。
保護層	クレータイプ特殊アスファルト乳剤 ：セメント：水=10:1:1 仕上げ層数(層)	1. 2.	1層仕上げの場合、アスファルト乳剤中の水分蒸発過程で、こわばり気味のひびわれが発生することもある。

以上の結果から、下地処理は以下の仕様とした。

- ① ケレン工：マッドカーリングが著しい箇所は事前にこれを実施する。
  - ② ウォータージェット圧力：200～250 kgf/cm<sup>2</sup>
  - ③ ジェットノズル～しゃ水壁間距離：50～60cm
  - ④ 噴射時間（ノズル1本当り）：
    - ① 泥土等の洗浄のみ 100～150 m<sup>2</sup>/h
    - ② 既設保護層の剥ぎ取り 50～100 m<sup>2</sup>/h
  - ⑤ 常温材目潰し：
- 配合 クレータイプ特殊アスファルト乳剤：珪砂（7号）：セメント = 4 : 2 : 1 (容積比)
- 標準塗布量 3 kg/m<sup>2</sup>

なお、泥土がアスファルトコンクリート層表面にめり込んでおり、ウォータージェットによる除去が出来ない箇所は、特殊アスファルト乳剤と既設表面しゃ水壁との接着性を増強する目的で、ソルベントプライマー（ブローンアスファルト系）を 0.2 ℥/m<sup>2</sup> 吹き付けることとした。

## 5. 施工方法

施工は、既設保護層の老朽化現象が、方位・水位条件等により異なるため、図-6 に示すフローに依ることとした。

なお、今回の補修工事は、調整地の営業運転も考慮して、老朽化現象が特に目立つ低水位 (L. W. L.) から上の斜面長 8 m の部分についてのみ実施する事とした。補修

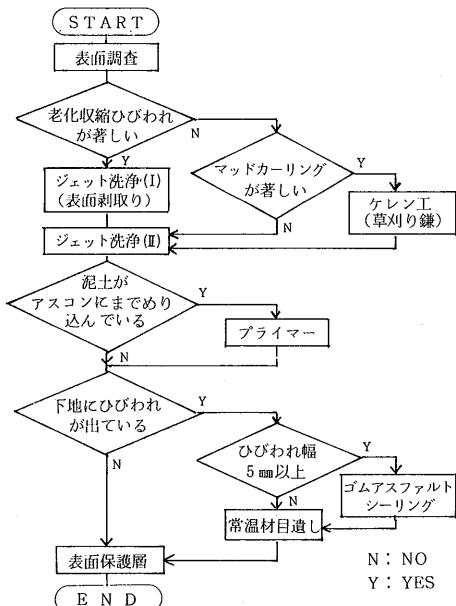


図-6 施工フローシート

工事概要を表-6 および図-7 に示す。

表-6 補修工事概要

企 業 名	山梨県企業局	
工 期	昭和59年7月～10月	
工種・数量	ケ レ ン 工	2347 m <sup>2</sup>
	ジェット洗浄(I)	2727 m <sup>2</sup>
	ジェット洗浄(II)	2347 m <sup>2</sup>
	ブ ラ イ マ ー	2347 m <sup>2</sup> ソルベントプライマー 0.2 ℥/m <sup>2</sup>
	常温材目潰し	2347 m <sup>2</sup> 特殊 As 乳剤:セメント:水 (10) (1) (1) 2 ℥/m <sup>2</sup>
	表面保護層	4788 m <sup>2</sup> 特殊 As 乳剤:セメント:水 (10) (1) (1) 2 ℥/m <sup>2</sup>

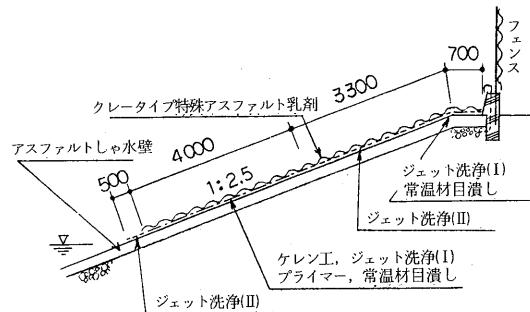


図-7 標準施工断面

主要工種毎の施工法等の概要は以下のとおりである。

### ① ジェット洗浄工

標準機械編成を図-8 に、また既設保護層の剥ぎ取り状況と剥ぎ取り後のしゃ水壁表面状況を写真-5, 6 に示す。剥ぎ取り後の表面は、ウォータージェット噴射時間やノズルとしゃ水壁表面との距離等によりその仕上り程度が異なり、噴射時間が長過ぎたり距離が近過ぎると既設保護層 ( $t = 1 \sim 2 \text{ mm}$ ) のみならず、アスファルトコンクリートまでも掘り起こしてしまうので、施工は熟練した特殊専門技術員により慎重に実施した。

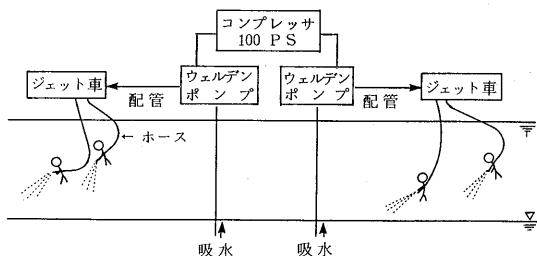


図-8 ジェット洗浄工・標準機械編成



写真-5 ウォータージェット洗浄工

なお、ケレンによる泥土あるいはウォータージェットにより剥ぎ取ったアスファルト塵埃は、水面近くの斜面上に設置した麻布に付着させ、回収した。

② 常温材目潰し（レベリング）

クレータイプ特殊アスファルト乳剤と硅砂およびセメントをモルタルミキサにてスラリー状に混合し、これを自在刷毛でしゃ水層表面に擦り付けるようにして塗布した（写真-7）。

③ 表面保護層

クレータイプ特殊アスファルト乳剤と、予めハンドミキサーにて混合したセメントスラリーとを専用攪拌機により充分攪拌混合し、これを特殊高圧ポンプおよびシールジェットガンで、 $2 \text{ kg/m}^2$  ( $1 \text{ kg/m}^2 \times 2$  層) 吹き付けた（写真-8, 9）。表面保護層の実働日当たり施工量は、標準作業時間換算で、 $504 \text{ m}^2/\text{日}$  の実績であった。

## 6. 施工管理結果

施工管理基準およびこの結果を表-7に示す。

検査は、工種毎の中間検査も含めて、材料検査の他に、

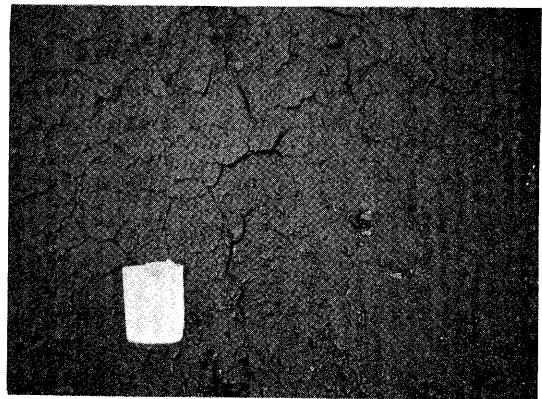


写真-6 ウォータージェットによる剥ぎ取り後のアスコン表面例

施工後約1ヶ月経過した時点での、火脹れ、スロープフロー、ダレ、吹きむら、ひびわれ等の見映え（表-2）を管理（検査）項目として取り上げ評価することとしたが、各項目とも良好な結果が得られている。



写真-8 表面保護層、吹付け状況



写真-7 常温材目潰し、塗布状況



写真-9 表面保護層、仕上り状況 (9ヵ月経過後)

表-7 施工管理基準および結果

工種	管理基準(社内)	結果
ケレン工	目視判断	
ジェット洗浄工	目視判断	
常温材目漬し	基準量+10%~-1% 3.18 kg/m <sup>2</sup> (設計 3.0 kg/m <sup>2</sup> )	
表面保護層	基準量+5%~-1% 2.07 ℥/m <sup>2</sup> (設計 2.0 ℥/m <sup>2</sup> )	

## 7. あとがき

当調整池では、管理の一環として、毎年秋に抜水点検(日常実施している計測・巡査点検などの他に、通常水中に漬かっているアスファルトしゃ水壁の目視点検など)を実施している。昭和59年9月に表面保護層補修工事を完了してから、約1年間を経過した現在まで、この抜水点検およびその後の目視による追跡調査でも、表面保護層の再乳化、ひびわれ、ふくれなど表-2に示す各項目とも何の異常も認められず、施工直後と殆んど変わらない状態にある。

ウォータージェットにより旧(既設)表面保護層を剥ぎ取り、目漬し、レベリングをした後、クレータイプ特殊アスファルト乳剤を吹き付けて新しい表面保護層とす

るこの工法は、表面保護層の補修工法としては初めての工法であるため、今後共追跡調査を継続して、その耐久性等を確認していく所存である。

今後の追跡調査結果については、またの機会に報告することとして、補修後約1年経過した時点での評価としては、追跡調査の結果、要求される各項目とも問題ないと判断されることから、当調整池表面保護層と同様な老朽化現象に対しての補修計画を検討している方々への一助になればと思い報告した次第である。

なお、本工法の開発および実施に際してご協力いただいた鹿島道路㈱齊藤 実氏および同技術研究所並びに関係各位に誌上を借りてお礼申し上げます。

### [参考文献]

- 1) 水工アスファルト研究会編「水工アスファルト」鹿島出版会(昭和51年)
- 2) 永野明夫、重松和男「藤木調整池の設計・施工について(1)(2)」ダム日本 No.368, 369.  
1975年6月、7月
- 3) 昭和シェル石油(株)パンフレット「プリントコート」

## 砂利道の歴青路面処理指針(59年版) 増刷

第2刷 B5判・64ページ・実費頒価400円(送料実費)

目 次		
1. 総 説	3. 路盤	5. 維持修繕
1-1 はじめに	3-1 概説	5-1 概説
1-2 歴青路面処理の対象となる道路の条件	3-2 在来砂利層の利用	5-2 維持修繕の手順
2. 構造設計	3-3 補強路盤の工法	5-3 巡回
2-1 概説	4. 表層	5-4 維持修繕工法
2-2 調査	4-1 概説	付録1. 総合評価別標準設計例一覧
2-3 設計の方法	4-2 浸透式工法	付録2. 材料の規格
2-4 設計例	4-3 常温混合式工法	付録3. 施工法の一例(D-2工法)
2-5 排水	4-4 加熱混合式工法	付録4. 材料の品質、出来形の確認

## 鹿児島国道工事々務所の最近の話題

肥田木 修

建設省九州地方建設局鹿児島国道工事々務所長

### <鹿児島の地>

鹿児島県は、九州の最南端に位置し、北は天草諸島の獅子島から南は沖縄県に隣接する与論島まで約600キロと縦に長く、中国南部、東南アジアを望む南に開かれた要衝の地を占めている。

このため、春秋の季節風と黒潮の流れを頼りに帆船により海上を往来していた時代には、わが国の南の玄関口として遣唐船ゆかりの地、鉄砲やキリスト教の伝来の地であったし、さらに幕末には近代工場集成館を建設し、西欧技術の導入の窓口になるなど、中国、東南アジア、遠くは西欧等との交流の窓口として重要な役割を果してきた。

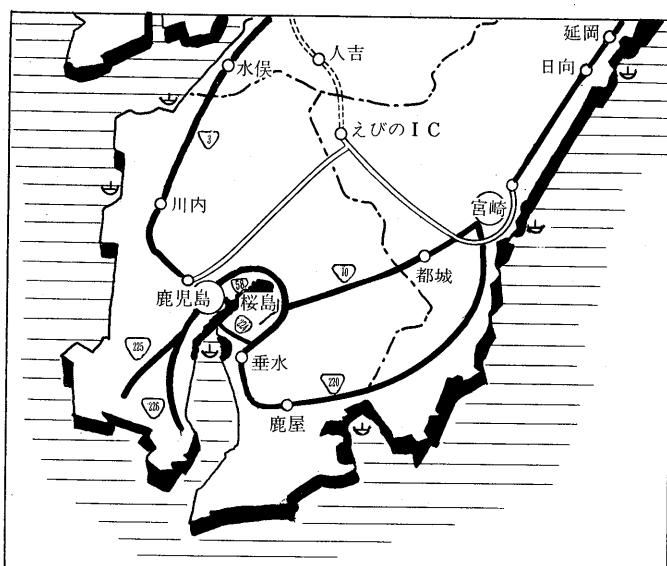
また、明治維新前後には西郷隆盛、大久保利通など近代日本の黎明を築く原動力となった偉人を数多く輩出した地であるが、その後、中央主導のもとに急速な近代化が進められるにつれて、長期にわたり後進地域の地位を余儀なくされてきた。

しかしながら、昭和40年代後半以降、九州縦貫自動車

道、鹿児島新空港などの交通基盤の整備が進み、国内各地と鹿児島県との時間距離が大巾に短縮されたため、これを契機として諸産業の振興が図られ、最近では人口の増加傾向も定着するなど着実な進展をみせている。昭和59年現在、県人口は約180万人、県都鹿児島市の人口は約52万人であり、やや県都一点集中型に偏してはいるが、「活力とぬくもりにみちた偉大な鹿児島」をめざして懸命に取り組んでいる現状といえよう。

当事務所は県都鹿児島市にあり、国道3号、10号、58号、220号、225号、226号の6路線の管理を担当している。県内には、道路を担当する事務所として他に大隅半島の220号、224号を管理している大隅工事々務所があるが、以前（昭和51年まで）はこの区間を含め県下一円当事務所の管轄となっていた。

このため、当時は「当事務所は本土最南端の道路担当事務所です」がキャッチフレーズであった様だが、大隅工事々務所がわずかに南に位置しているため、現在では「本土最南端の出張所（指宿市にある）を持つ事務所です」と説明している次第である。



### <桜島と降灰>

着任以来1年余、事務所にいるとお客様が多い。大半のお客さんが開口一番「最近、灰はどうですか」ということになる。鹿児島市にしばらく滞在された経験をお持ちの方でないと分りにくいかもしれないが、これは、

・最近の桜島の爆発状況はどうですか  
・爆発による市内への降灰がひどくはないですか

という質問である。

桜島は有史以来たびたび大爆発をくり返しており、特に大正3年の噴火はそれまで錦江湾に浮かぶ島であった桜島を熔岩で大隅半島と陸続きにする程の大規模

なものであった。その後、昭和21年に熔岩を噴出してからは小康状態にあったが、昭和30年に再び活動を開始して以来連続約30年山頂爆発をくり返しており、昭和59年の爆発回数は年間332回となっている。

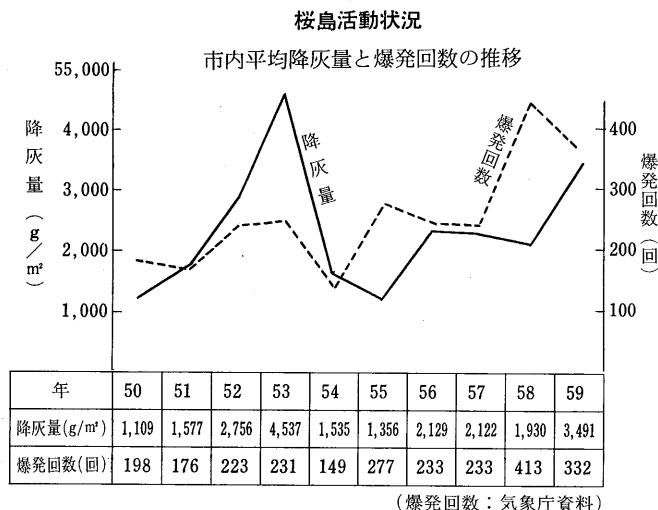
爆発による噴煙はその時の風向きによって周辺地域に降灰被害をもたらしており、東風の多い夏には鹿児島市内の降灰がひどくなる。特にひどい降灰を地元では「ドカ灰」と呼んでいる。最近では、昨年6月並びに本年4月に鹿児島市内に「ドカ灰」が降り、この時は1日1m<sup>2</sup>当たり約1kgの降灰量が観測されている。

降灰があると道路管理者は直ちに道路の清掃を開始する。放置しておくと、風や自動車の風圧で灰がまい上り外を歩くのも大変になるからである。道路の降灰除去に関する連絡会議も設けてあり、国、県、市それぞれに分担し、また清掃車も融通しあって速やかに清掃できるよう心がけているが、主に市が担当している住宅地内の道路までは必ずしも十分に対応できていない状況にある。せめて自分の家の前の道路の降灰除去だけでも各市民にやって頂くよう協力要請すべきであるという意見が連絡会議で出されるのも、もっともなことである。

なお、鹿児島の天気予報には、晴雨予測以外に桜島上空1500mの風向予測というのがあり、奥様方は毎朝テレビでこれを見ては、洗濯物を外に干していくかどうかを決めておられるようである。

#### <路面電車廃止>

当事務所前の国道3号を路面電車（市電）が走っている



る。国道3号のこの区間は軌道敷を含む総巾員が25mしかないうえに、郊外部の住宅団地の開発などで自動車交通量が44,000台/日と多く、さらにピーク時間帯には軌道敷内の自動車の通行を許しているため、電車も車もとても窮屈そうに、迷惑そうに、遠慮しながら走っている。

この市電は、現在19.4kmの路線を持ち、このうち前述の国道3号に3.6km、10号に0.8km、合計4.4kmの併用軌道が当事務所の管理区間に設置されている。戦後の混乱期を経て、市民の貴重な足として都市交通の中心的な役割を果してきた市電も、昭和38年頃をピークに乗客数の減少傾向が続き、昭和58年度の乗客数は昭和38年度の35%に激減しているため、市交通局の収支状況が大巾に悪化し、先般6月の市議会で市電の一部廃止を含む交通局の再建計画が了承された。市電の廃止区間は、特に乗客数の減少が著しく、また市内における有数の幹線道路である国道3号、10号にかかる2路線とされ、この結果近い将来、当事務所の管理区間から市電が姿を消すこととなる。

個人的には少し寂しい気もするが、止むを得ないことであろうし、また25mの道路空間の全部を自動車、歩行者に開放でき、交通の整序が図られるという点では道路管理上好ましい面もある。

市電一部廃止の方針が決定されたため、事務所は、市電廃止後の国道の交通運用の問題と軌道敷の路面復旧の問題について本格的な検討を開始した。交通運用の問題は、市電の乗客の大半が転換するであろうバスの優遇策としてのバスレーンの設置の可否であり、現在、市電廃

止後の国道の車線の数や巾員構成、交差点附近の交通処理方法などについて警察とも相談しながら検討を進めている。

路面復旧の問題は、軌道の現状の構造を考慮した復旧の程度及び方法、並びにその費用負担である。これも現在までに結論は得られていないが、いわば車道部と軌道部がつぎはぎされた現在の路面について、復旧費用額の制約のもとに、自動車の安全な通行が可能な程度にアスファルトやコンクリートで目詰めしながら復旧する方法の模索である。通常の舗装修繕とは若干異なる問題に頭を悩ませているというのが正直なところである。

**BPN (British Potable Number)**

路面のすべり摩擦係数の測定方法には次の方法がある

- 1) ポータブルテスター法
- 2) 制動停止距離法
- 3) 減加速度法
- 4) すべり測定車を用いた縦、横すべり法

このうち、1)法によって測定されるすべり摩擦係数のことを、BPNという。

測定は、ポータブルスッキドレジスタンステスター (ASTM E, 274-70) という、動的な振子衝撃式のものでゴムスライダーの縁が湿潤路面を滑動するときの摩擦抵抗を測定し、次式によってすべて20°Cに換算した値で評価することにしている。

$$BPN_{20} = \frac{100 + t}{120} BPN_i$$

ここで  $BPN_{20}$  : 20°Cに換算したすべり摩擦係数

$t$  : 路面温度 (°C)

$BPN_i$  :  $t$  °CにおけるBPN

BPNの経時的な測定例を図-1に示す。これより、以下の関係が指摘できる。

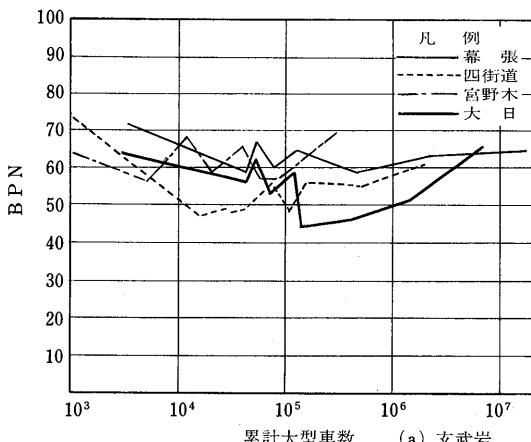


図-1 累計大型車数とすべり抵抗値の関係

- ① 路面の粗さは、交通作用による平滑化によって、すべり抵抗値が低下し、その後は安定化し、長期的には、絶対値が低下して行く傾向にある。
- ② BPNが短期間(約1カ月) (累積大型車両数  $(N) = 約 3 \times 10^4$  台程度) に低下するものには、砂岩、粘板岩等がある。これとは別に、長期的(約

1年間) ( $N = 5 \times 10^5$  台程度) に低下するものがあり、これらには、石灰岩、頁岩等がある。

- ③ BPNとPSVには正の相関関係があり(図-2参照)、PSVに20程度の差があれば、BPNで10~20程度の差があらわれる。
- ④ 車両の走行速度が低い範囲(40km/h以内)では、BPNの1/100の値は4)法によるすべり摩擦係数の推定が可能である(図-3参照)。

舗装完成時に路面のBPNの測定を仕様書に規定している機関として、日本道路公団、住宅都市整備公団などがあり、60~65の値を目標値としている例が多い。

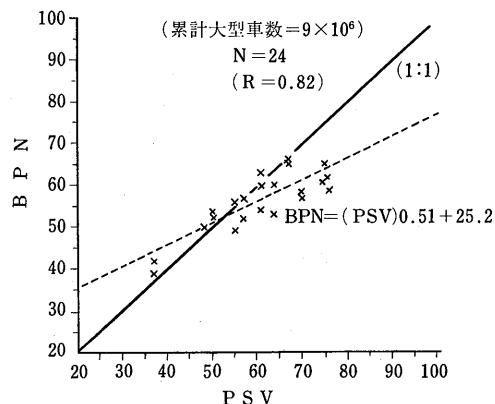


図-2 摩耗係数とすべり抵抗値との関係(4年後)

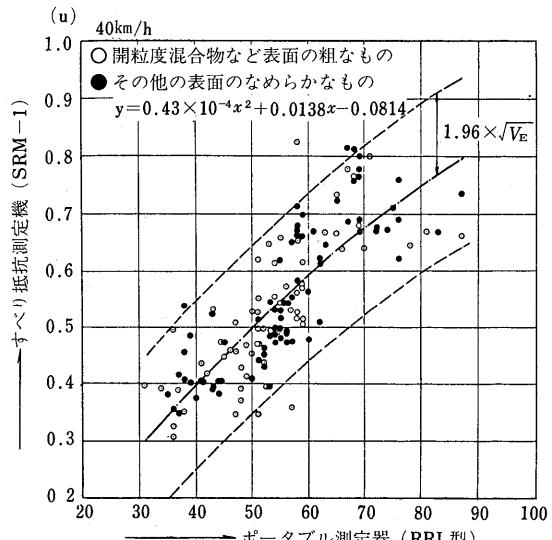


図-3 ポータブル測定器とSRM-1の相関

## PSV (Polished Stone Value)

路面のすべり摩擦係数は、表層の工種や配合などによって差はあるが、主として粗骨材の交通作用に対する研磨抵抗性によってきまることが多い。このような骨材の研磨作用 (Polishing) に対する抵抗性を評価する試験法で最も標準化されたものとして、イギリスの加速摩耗試験 (BS-812-1967) があり、この試験によって得られる骨材の摩耗係数のことを、PSVとして評価している。

試験は、3.75 in (約9.5cm) × 1.75 in (約4.5cm) の大きさで曲率をもった型枠に、BS (3/8 in) (約10mm) 通過で、BS (5/16 in) (約8mm) 止まりの碎石を1層で間隔を密に詰め、碎石の間隙をセメントモルタル又は樹脂モルタル等で固定する。このようにして作成した供試体を、直径BS 16 in (約41cm) のホイール上にセットし、研磨材と水を加えながら、直径8 in (約20cm) のニューマチックタイヤ (タイヤ空気圧約3.2kgf/cm<sup>2</sup>) による車輪に総重量88 lb (約40kgf) の荷重をかけて供試体におしつけながら回転 (回転数は315~325 rpm) させる。研磨は6時間行い、はじめの3時間は研磨材としてNo.36コーンエメリーを用い、後の3時間はエメリーフロアーを用いる。研磨後は、携帯式滑り抵抗試験器

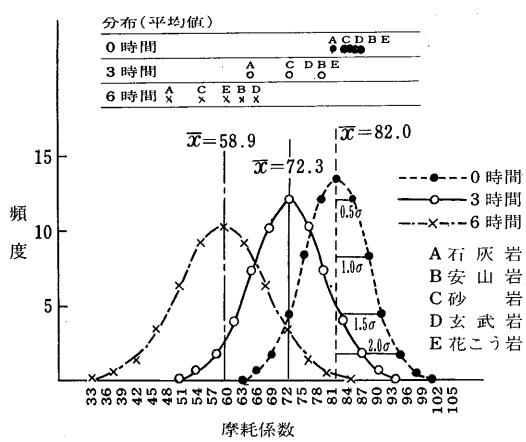


図-1 加速摩耗試験値のヒストグラム (N=73)

(ゴムスライダーはすべり抵抗値 (BPN) を測定する時のものの約1/3のスライダーと専用のスケールを用いる) によって、PSVを測定する。

測定の1例を図-1に示す。これより次の傾向が指摘される。

- ① わが国の道路用碎石のPSVの推定値を $\bar{x} \pm 1\sigma$ で示すと、火成岩は $61 \pm 3$ 、水成岩は $55 \pm 3$ 、変成岩は $62 \pm 3$ となり、水成岩のPSVが高い。
- ② 火成岩 (安山岩、玄武岩、カンラン岩等) は岩種別で差ではなく、 $61 \pm 8$ である。水成岩 (石灰岩、砂岩、礫岩等) は岩種別で差があり、石灰岩は $46 \pm 4$ 、砂岩は $58 \pm 4$ 、礫岩は $61 \pm 4$ 、頁岩は $63 \pm 4$ で差が明らかである。変成岩 (粘板岩、角閃岩、片磨岩等) は岩種別に差はなく、 $62 \pm 9$ の範囲にある。
- ③ PSVと骨材性状との相関性の検討では、吸水量とは正の相関性が認められるが、すりへり減量との相関性は低い (図-2参照)。しかし、吸水量2%以下の範囲では、すりへり減量が小さい骨材の方がPSVが高い。これらの例には、安山岩、玢岩、石英斑岩、カンラン岩、頁岩等がある。

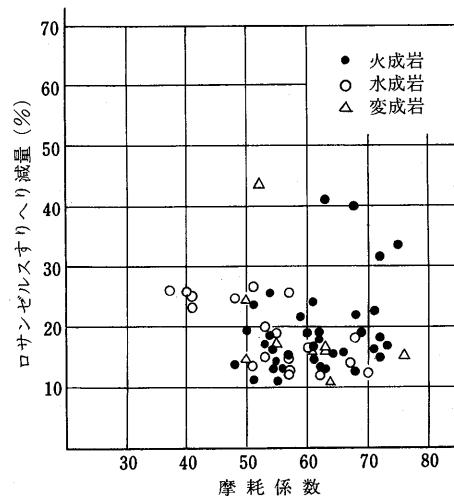


図-2 摩耗係数とロサンゼルスすりへり減量の関係

[小島逸平 熊谷道路技術研究所]

### 薄膜加熱試験

アスファルトの熱と空気による品質の変化傾向を評価する方法に、蒸発量試験と薄膜加熱試験がある。蒸発量試験は、アスファルト中の軽質分の蒸発によるアスファルトの硬化度合を測定するもので、タンクに高温で貯蔵したときの品質の変化に関連するものである。

これに対して、薄膜加熱試験 (Thin film oven test, 略称 TFOT) は、薄膜状 (膜厚 3 mm) でのアスファルトの熱劣化傾向を測定するもので、空気との接触面積が大きいため、蒸発だけでなく、酸化による硬化の影響を受けやすい。この試験は、アスファルトプラントで骨材とアスファルトを混合したとき、骨材表面を被覆したアスファルト膜 (数ミクロンから数10ミクロン) が、熱と空気の影響を受けて硬化する傾向と相関性が高い。

試験法の詳細は、JIS K 2207 に規定されているが、試験は、試料 50 g を内径 140 mm の平底円筒容器に、厚さ 3 mm になるよう採取し、これを 163 °C の恒温空気浴槽中に 5 時間放置したあと、アスファルトの質量及び針入度を求める。

舗設後のアスファルトは、長い供用期間に、日光や空気の影響を受けて、徐々に硬化していくが、供用時の変化と比較して、プラント混合時の硬化は大きく、混合直後に、一般に原針入度の 70~80% 程度に低下する。

従って、道路用アスファルトの熱安定性を評価する上で、薄膜加熱試験は重要な意義をもち、多くの国で規格として採用されている。JIS では、主として道路用の 40 ~ 60, 60 ~ 80, 80 ~ 100 の薄膜加熱質量変化率を 0.6 % 以下、針入度変化率を、それぞれ 58% 以上、55% 以上、50% 以上と規定している。質量変化については、原因が主として軽質分の蒸発による場合には、質量減を示すが酸化反応の影響が大きい場合には、質量増となることもあるので、試験結果にはプラス又はマイナス記号を付記することとしている。

また、国によっては、薄膜加熱後の軟化点上昇、フランクゼー化点、伸度などを規定している。

### 回転式薄膜加熱試験

薄膜加熱試験の試料の厚さは 3 mm で、混合物中のアスファルトの膜厚と比較して、かなり厚く、実際のプラントでの混合時の条件とは異なる。

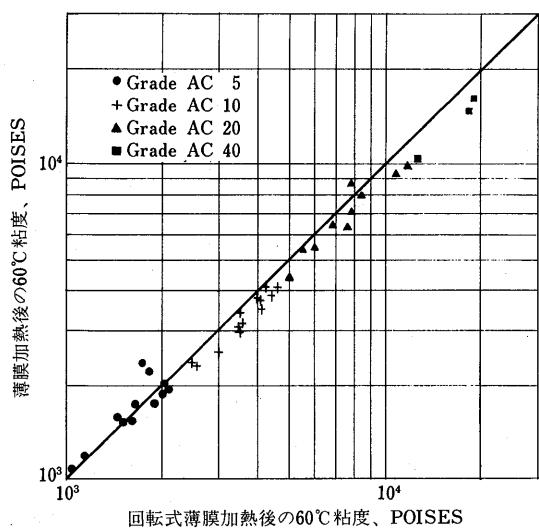
これに対して、回転式薄膜加熱試験 (Rolling thin film oven test, 略称 RTFOT) は、膜厚 5 ~ 10 μ 程度で流動する試料に、常に新しい熱風を吹込み、アス

タルトの硬化を促進するもので、プラント混合時の条件により近いものと言える。

試験法は、米国カリフォルニア州の道路局で開発されたものであるが、ASTM D 2872 に規定されている。その概要是、試料 35 g を円筒形ガラス容器 (Ø 64 mm × 140 mm) に採取し、163 °C の恒温空気浴槽中で、垂直面で回転する試料台 (回転速度 15 rpm) にはめ込み、1 回転ごとに毎分 4 l の新鮮な熱風を、流動している試料面に吹込みながら、75 分間継続するものである。試料台が垂直面で回転するため、アスファルトは、ガラス容器の内壁に薄膜状 (5 ~ 10 μ) で流動し、常に新しい試料表面が、空気と接触し、揮発分は容器の外に追い出される。

この様に、極く薄膜状で試験するため、試験時間は薄膜加熱の 5 時間に對して、回転式薄膜加熱試験では、75 分間に短縮されている。また、加熱後のアスファルトの性状を調べる場合、1 回の試験で約 250 g (35 g × 8) の試料が回収できるため、種々の試験を行うのに便利である。また、薄膜加熱試験と回転式薄膜加熱試験後の劣化アスファルトの針入度、60 °C 粘度は、かなり良い相関を示すと言われている。(図参照)

また、米国では回転式薄膜加熱試験後のアスファルトの性状をベースとしたアスファルト規格も採用されており、ASTM D 3381 (粘度分類によるアスファルト規格) の AR グレード等が、これに相当する。



薄膜加熱試験と回転式薄膜加熱試験後の 60 °C 粘度の相関

(J. Skog, AAPT, 36, 1976)

[井町弘光 昭和シェル石油(株)中央研究所]

# 昭和60~64年度石油アスファルト需要見通しについて

資源エネルギー庁 石油製品需要想定委員会  
石油アスファルト小委員会

## はじめに

石油アスファルトの需要見通しについては、従来から石油業法に基づく石油製品（燃料油）の需要見通しに準じて、毎年度資源エネルギー庁の標記小委員会で行っている。

今回取りまとめられた内容について、昭和60年度を中心解説していくこととする。

## 1. 昭和60年度内需見通し

今回の見通しによると60年度の内需量（除く燃焼用）は、4,485千トンとなり、59年度内需量（除く燃焼用）3,976千トンにくらべ94千トン（2.0%）の増加が見込まれている。

この主な理由は、後述してあるように道路予算が6年ぶりに伸びた（4.4%）ことによってこれと連動している道路用ストレートアスファルト量が増加したためである。

又、表-1にあるように、外数として取扱いを行っている燃焼用アスファルトを加えると5,443千トンとなり前年度内需量5,232千トンにくらべ211千トン（4.0%）の増加が見込まれている。

次に品種別にみると、道路用ストレートアスファルトの内需量は4,070千トンとなり、前年度内需量3,976千トンにくらべ94千トン（2.4%）増加する見通しである。

また、工業用ストレートアスファルトは、156千トンで、前年度内需量161千トンにくらべ5千トン（3.1%）減少する見通しである。

これは、工業用ストレートアスファルトの需要分野の大部分が製鉄用コークスバインダーや分解用原料であるために、代替品等の影響を受けたものと思われる。

ローンアスファルトは、259千トンで、前年度内需量258千トンにくらべ1千トン（0.4%）増加する見通しである。

これは、後述してあるように、ローンアスファルト

表-1 昭和60~64年度 石油アスファルト内需見通し（品種別明細）

（単位：千トン）

項目 年度	内 需 量				燃焼用	構 成 比 (%)				対 前 年 度 比 (%)			
	ストレートアスファルト	ローン アスファ ルト	合 計	道路用		ストレートアスファルト	ローン アスファ ルト	合 計	道路用	工業用	合 計	燃焼用	
54	4,618	177	4,795	343	5,138	0	89.9	3.4	93.3	6.7	100.0	99.5	67.0
55	4,232	184	4,416	287	4,703	0	90.0	3.9	93.9	6.1	100.0	91.6	104.0
56	4,080	203	4,283	275	4,558	4	89.5	4.5	94.0	6.0	100.0	96.4	110.3
57	3,943	184	4,127	260	4,387	187	89.9	4.2	94.1	5.9	100.0	96.6	90.6
58	3,951	177	4,128	253	4,381	540	90.2	4.0	94.2	5.8	100.0	100.2	96.2
59	上期	1,922	79	2,001	119	2,120	403	90.7	3.7	94.4	5.6	100.0	100.3
	下期	2,054	82	2,136	139	2,275	434	90.3	3.6	93.9	6.1	100.0	101.0
	計	3,976	161	4,137	258	4,395	837	90.5	3.7	94.2	5.9	100.0	100.6
60	上期	1,970	79	2,049	121	2,170	447	90.8	3.6	94.4	5.6	100.0	102.5
	下期	2,100	77	2,177	138	2,315	511	90.8	3.3	94.1	6.0	100.0	102.2
	計	4,070	156	4,226	259	4,485	958	90.7	3.5	94.2	5.8	100.0	102.4
61	4,043	138	4,181	263	4,444	1,177	91.0	3.1	94.1	5.9	100.0	99.3	88.5
62	3,991	138	4,129	268	4,397	1,201	90.8	3.1	93.9	6.1	100.0	98.7	100.0
63	3,936	138	4,074	272	4,346	1,165	90.5	3.2	93.7	6.3	100.0	98.6	100.0
64	3,883	138	4,021	277	4,298	1,165	90.3	3.2	93.5	6.5	100.0	98.7	100.0

(注) 1. 59年度上期まで実績である。

2. 四捨五入により実績値と一致しない場合がある。

需要量と関係のある建築物着工床面積を前年度より185千m<sup>2</sup>(0.5%)増と推定したことによっている。

## 2. 昭和61~64年度内需見通し

61年度の内需見通し(除く燃焼用)は、4,444千トンと60年度より41千トン(99.1%)減少する見通しであり、62年度以降も内需量が年々減少する見通しになっている。

これは、道路予算の伸び(年率1%)よりもデフレーターの伸び(年率2.0%)が大きいために実質の道路事業費が年々落ち込むこととなり、その結果道路予算と連動する道路用ストレートアスファルト量が落ち込むこととなり、他用途のローンアスファルトや工業用アスファルト需要量の変動を上回っているためである。

また、外数扱いの燃焼用アスファルトを加えても61年度が5,621千トン(対前年度比103.3%)とかろうじて増加するものの62年度以降は、年々減少する見通しになっている。

品種別にみると道路用ストレートアスファルトの内需量が、61年度以降年々減少する見通しに対して、工業用ストレートアスファルトの内需量は、61年度は減少するものの62年度以降は、61年度横ばい、ローンアスファルトの内需量が、最近の住宅建設の増加を反映して微増、燃焼用アスファルトが、61~62年度と60年度下期より新規に燃焼用アスファルトを使用する需要家が見込まれ、これが平年度ベースになるために需要量が増加するものの63年度は、ほぼ61年度並みとなり64年度は、63年度横ばいとなっている。

以上の様な需要見通し結果が得られたわけであるが、次にその想定方法について概説する。

## 3. 需要想定方法

石油アスファルトの需要想定は、道路用ストレートアスファルト、工業用ストレートアスファルト、ローンアスファルト、燃焼用アスファルトの4部門に分けて作業を行っている。

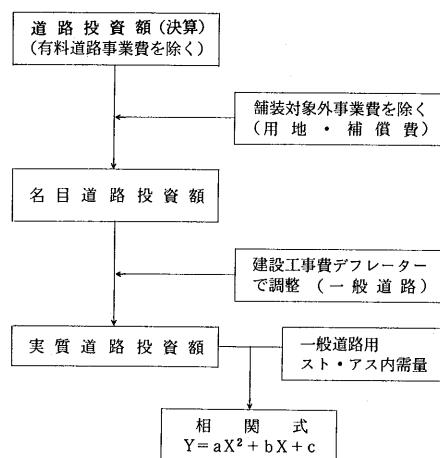
### (1) 道路用ストレートアスファルト

道路用ストレートアスファルトの需要想定は、一般道

路用と有料道路用に区分して想定している。

#### ① 一般道路用

一般道路用の想定は、図-1に示されている様に、過去の道路投資額の決算額から舗装対象外事業費(用地補償費)を除いた名目の道路投資額を算出し、建設工事費デフレーター(一般道路)で55年度価格におきなおして実質の道路投資額を求める。そして最小2乗法により実質道路投資額と一般道路用スト・アス内需量を相関させて求めた相関式(2次式)に当該年度の実質道路投資額を代入して、一般道路用スト・アス内需量を想定している。



Y: 想定需要量(一般道路用ストレートアスファルト)

a, b, c: 係数

X: 実質道路投資額

図-1 一般道路用ストレートアスファルト需要  
想定手順

今回の想定基礎になった各ファクターは、次のべる通りである。

#### イ. 道路投資額

道路投資額については、60年度は、政府予算を採用了した。

ただし、有料道路予算については、別途有料道路用のスト・アスを算出するために、道路投資額中に含めていない。

表-2 道路投資額

年度 項目	60	61	62	63	64
一般道路	27,147(104.1%)	27,418(101.0%)	27,692(101.0%)	27,969(101.0%)	28,249(101.0%)
地方単独	19,898(104.8%)	19,909(100.1%)	19,920(100.1%)	19,931(100.1%)	19,942(100.1%)
計	47,045(104.4%)	47,327(100.6%)	47,612(100.6%)	47,900(100.6%)	48,191(101.6%)

また、61～64年度までの道路投資額については、特定財源の毎年度の名目伸び率を一定（1%増）として計算した。

#### ロ．舗装対象外事業費（用地・補償費）

舗装対象外事業費については、60年度の一般道路は、予算額を地方単独については予算額が不明なため、53～57年度における舗装対象外事業費比率の平均増加分に57年度の実績値を加えた比率（13.0%）を採用した。

また、61～64年度については、一般道路、地方単独とも、60年度における舗装対象外事業費比率を採用した。

表-3 道路予算と用地・補償費

年度 事業費	道路予算 (億円)	用地・補償費 (億円)	構成比
60	一般道路	27,147	7,793
	地方単独	19,898	2,587
	計	47,045	10,380
61	一般道路	27,630	7,930
	地方単独	19,920	2,590
	計	47,550	10,520
62	一般道路	28,244	8,106
	地方単独	19,943	2,593
	計	48,187	10,699
63	一般道路	28,809	8,268
	地方単独	19,966	2,596
	計	48,775	10,864
64	一般道路	29,385	8,433
	地方単独	19,990	2,599
	計	49,375	11,032

#### ハ．デフレーター

名目の道路投資額を実質の道路投資額へ変換する方法として、建設省調査の建設工事費デフレーターの一般道路デフレーターを採用している。

また、先行きの一般道路デフレーターの算出方法としては、一般道路デフレーターの55年度ウェイト表を用いて全体を“アスファルト”，“砂利碎石”，“その他”

表-4 一般道路デフレーター

年度 項目	60	61	62	63	64
デフレーター 伸率(%)	103.6	105.7	107.8	110.0	112.2
伸率(%)	102.9	102.0	102.0	102.0	102.0

に分類する。

これらにそれぞれの物価上昇率を乗じ、その和に前年度の一般道路デフレーターを乗じ推定している。

#### ② 有料道路用

有料道路用スト・アスの需要想定については、有料道路投資額と有料道路用スト・アス需要量との間に相関性が認められないので、最新時点における有料道路の舗装延長とアスファルト量から原単位（t/km）を算出し、この値を用いて各公団、公社ごとに計画距離を乗じて推定している。

60年度の各公団、公社ごとの距離は、発表数字である。61～64年度については、第9次道路整備5ヵ年計画における有料道路の計画延長距離を参考に推定した。

表-5 有料道路用アスファルト

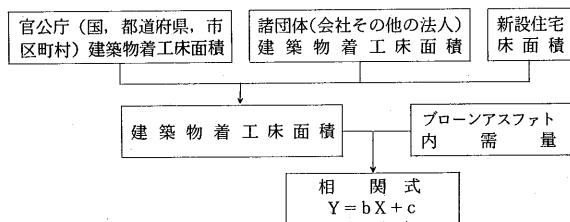
年度 項目	60	61	62	63	64
アスファルト量 (千トン)	116	142	142	142	142
伸率(%)	105.5	122.4	100.0	100.0	100.0

#### (2) 工業用ストレートアスファルト

工業用ストレートアスファルトの需要想定については、その需要用途の大部分が、分解用、製鉄用バインダーであり、かつ特定ユーザーになっているため、各石油会社の計画数字を参考に推定している。

#### (3) ブローンアスファルト

ブローンアスファルトの要思想定については、その需要用途の大部分が、建設資材（防水関係）として使用されているため、図-2に示すように、官公庁の建築物着工床面積と諸団体（会社その他の法人）の建築物着工床面積と新設住宅の建築物着工床面積を加えて全体の建築物着工床面積を求める。そして最小2乗法により全体の建築物着工床面積とブローンアスファルト内需量を相関



$$Y : \text{想定需要量 (ブローンアスファルト内需量)} \\ b, c : \text{係数}$$

図-2 ブローンアスファルト需要想定手順

させて求めた相関式（1次式）に当該年度の全体の建築物着工床面積を代入して、ブローンアスファルト内需量を想定している。

今回の想定基礎となった各ファクターは、次のべる通りである。

#### イ. 官公庁

官公庁については、60年度は、各項目ごとの最近3カ年における平均伸び率を参考に推計した。

61～64年度については、60年度の官公庁建築物着工床面積を横すべりさせた。

#### ロ. 会社団体

会社団体については、60年度は、最近3カ年における平均伸び率を参考に推計した。

61～64年度については、GNPの伸び率（104.0%）

を採用して推定した。

#### ハ. 新設住宅

新設住宅については、60年度は、新設住宅戸数及び一戸当たりの床面積をほぼ59年度並として推定した。

61～64年度については、新設住宅戸数をGNP伸び率（104.0%）を採用し、一戸当たりの床面積については、最近の減少傾向を考慮して56～59年度の平均伸び率（0.965）を用いて推定した。

#### (4) 燃焼用アスファルト

燃焼用アスファルトの需要想定は、その需要用途先が限定され、かつ年間需要量を年間契約するものが大部分であるため、各石油会社の計画数字の積み上げを参考に推定している。

## 重交通道路の舗装用アスファルト 「セミブローンアスファルト」の開発

B5版・132ページ・実費価格 3000円（送料実費）

当協会において、昭和50年の研究着手以来、銳意検討されてきた重交通道路の舗装用アスファルトについての研究の集大成です。本レポートが、アスファルト舗装の耐流動対策の一助となれば幸いです。

### 目

1. 研究の概要
  - 1.1 文献調査
  - 1.2 室内試験
  - 1.3 試験舗装
  - 1.4 研究成果
2. 舗装の破損の原因と対策
  - 2.1 アスファルト舗装の破損の分類
  - 2.2 ひびわれ（Cracking）
  - 2.3 わだち掘れ（Rutting）
3. セミブローンアスファルトの開発
  - 3.1 概説
  - 3.2 市販ストレートアスファルトの60°C粘度調査
  - 3.3 製造方法の比較
  - 3.4 セミブローンアスファルトの試作
  - 3.5 試作アスファルトの特徴
  - 3.6 60°C粘度と他の物理性状の関係
  - 3.7 薄膜加熱による性状変化
4. セミブローンアスファルトを用いた混合物の性状
  - 4.1 概説
  - 4.2 マーシャル安定度試験
  - 4.3 ホイールトラッキング試験

### 次

- 4.4 高速曲げ試験
- 4.5 水浸マーシャル安定度試験
- 4.6 試験結果のまとめ
- 4.7 品質規格の設定
5. 試験舗装による検討
  - 5.1 概説
  - 5.2 實施要領
  - 5.3 施工個所と舗装構成
  - 5.4 追跡調査の方法
  - 5.5 使用アスファルトの性状
  - 5.6 アスファルト混合物の性状
  - 5.7 第1次および第2次試験舗装の供用性状
  - 5.8 第3次試験舗装の供用性
  - 5.9 アンケート調査
  - 5.10 試験舗装のまとめ
6. むすび
- 資料
  1. セミブローンアスファルトの規格（案）
    - 2.1 石油アスファルト絶対粘度試験方法
    - 2.2 60°C粘度試験の共通試験
  3. 舗装用セミブローンアスファルトの舗装施工基準

<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年度上期	297	2,624	( 98.6)	0	2,921	2,576	( 97.7)	0	2,576	348	2,924
54年度下期	348	2,440	( 95.0)	1	2,789	2,562	( 99.2)	2	2,564	236	2,800
54 年 度	297	5,064	( 96.8)	1	5,362	5,138	( 98.5)	2	5,140	236	5,376
55年度上期	236	2,374	( 90.5)	0	2,610	2,323	( 90.2)	12	2,335	278	2,613
55年度下期	278	2,346	( 96.1)	1	2,625	2,380	( 92.9)	9	2,389	240	2,629
55 年 度	236	4,720	( 93.2)	1	4,957	4,703	( 91.5)	21	4,724	240	4,964
56年度上期	240	2,244	( 94.5)	0	2,484	2,215	( 95.4)	5	2,220	266	2,486
56年度下期	266	2,354	(100.3)	0	2,620	2,347	( 98.6)	14	2,361	226	2,587
56 年 度	240	4,598	( 97.4)	0	4,838	4,562	( 97.0)	19	4,581	226	4,807
57年度上期	228	2,149	( 95.8)	0	2,377	2,130	( 96.2)	8	2,138	240	2,378
57年度下期	240	2,466	(104.8)	0	2,706	2,471	(105.3)	10	2,481	213	2,694
57 年 度	228	4,561	( 99.2)	0	4,789	4,545	( 99.6)	18	4,563	213	4,776
58年度上期	213	2,388	(111.1)	0	2,601	2,581	(108.6)	3	2,584	241	2,825
2月	281	314	( 87.2)	0	595	302	( 92.6)	0	302	289	591
3月	289	522	(104.6)	0	811	585	(110.6)	1	586	226	812
1～3月	220	1,149	( 98.5)	0	1,369	1,135	(101.5)	1	1,136	226	1,362
58年度下期	241	2,555	(103.6)	0	2,796	2,565	(103.8)	1	2,566	226	2,792
58 年 度	213	4,943	(108.4)	0	5,156	5,146	(113.2)	4	5,150	226	5,376
59 4月	226	483	(113.4)	0	709	425	(115.5)	0	425	288	713
5月	288	395	(115.5)	0	683	365	(107.7)	0	365	319	684
6月	319	360	(109.4)	0	679	376	( 99.2)	0	376	301	677
4～6月	226	1,238	(112.9)	0	1,464	1,166	(107.4)	0	1,167	301	1,468
7月	301	429	(104.6)	0	730	452	(110.2)	0	452	278	730
8月	278	433	( 93.7)	0	711	435	(102.5)	0	435	281	716
9月	281	441	(105.4)	0	722	469	(107.8)	0	469	252	721
7～9月	301	1,303	(100.9)	0	1,604	1,356	(106.8)	0	1,356	252	1,608
59年度上期	301	2,541	(106.4)	0	2,842	2,522	( 97.7)	0	2,522	252	2,774
10月	252	453	( 97.4)	0	703	484	(102.7)	0	484	219	703
11月	219	486	(106.6)	0	705	510	(104.3)	0	510	196	706
12月	196	514	(106.0)	0	710	512	(109.2)	0	512	196	708
10～12月	252	1,453	(103.3)	0	1,705	1,506	(105.3)	0	1,506	196	1,702
1月	196	332	(106.1)	0	528	286	(115.3)	0	286	243	529
2月	243	376	(119.7)	0	619	343	(113.6)	0	343	276	619
3月	276	533	(102.1)	0	809	570	( 97.4)	0	570	240	810
1～3月	196	1,241	(108.0)	0	1,437	1,199	(105.6)	0	1,199	240	1,439
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	5,227	(101.6)	0	5,227	240	5,467

(注) (1)通産省エネルギー統計月報 60年3月確報

(2)四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

<石油アスファルト需給統計資料> その2

石油アスファルト内需実績(品種別明細)

(単位:千t)

項目 年月	内 需 量			構 成 比						対 前 年 度 比					
	ストレート・アスファルト			ブローニアス ファルト	合 計	ストレート・アスファルト			ブローニアス ファルト	合 計	ストレート・アスファルト			ブローニアス ファルト	合 計
	一般用	工業用	計			一般用	工業用	計			一般用	工業用	計		
52 年 度	4,242	235	4,477	288	4,765	89.0	4.9	93.9	6.1	100.0	116.9	112.4	116.6	109.1	116.1
53 年 度	4,638	267	4,905	313	5,218	88.9	5.1	94.0	6.0	100.0	109.3	113.6	109.6	108.7	109.5
54年度上期	2,309	100	2,409	167	2,576	89.6	3.9	93.5	6.5	100.0	98.0	74.3	96.7	115.2	97.8
54年度下期	2,311	75	2,386	176	2,562	90.2	2.9	93.1	6.9	100.0	101.2	57.3	98.8	104.8	99.2
54 年 度	4,620	175	4,795	343	5,138	89.9	3.4	93.3	6.7	100.0	99.6	65.5	97.8	109.6	98.5
55年度上期	2,099	87	2,186	137	2,323	90.4	3.7	94.1	5.9	100.0	90.9	87.0	90.7	82.0	90.2
55年度下期	2,134	96	2,230	150	2,380	89.7	4.0	93.7	6.3	100.0	92.3	128.0	93.5	85.2	92.9
55 年 度	4,233	183	4,416	287	4,703	90.0	3.9	93.9	6.1	100.0	91.6	104.6	92.1	91.5	91.5
56年度上期	1,977	103	2,080	135	2,215	89.3	4.7	93.9	6.1	100.0	94.2	118.4	95.2	98.5	95.4
56年度下期	2,105	103	2,208	139	2,347	89.7	4.4	94.1	5.9	100.0	98.6	107.3	99.0	92.7	98.6
56 年 度	4,082	206	4,288	274	4,562	89.5	4.5	94.0	6.0	100.0	96.4	112.6	97.1	95.5	97.0
57年度上期	1,867	140	2,007	123	2,130	87.7	6.5	94.2	5.8	100.0	94.4	135.9	96.5	91.1	96.2
57年度下期	2,104	231	2,335	135	2,470	85.2	9.3	94.5	5.5	100.0	100.0	224.3	105.8	97.1	105.2
57 年 度	3,971	371	4,342	258	4,600	86.3	8.1	94.4	5.6	100.0	97.3	180.1	101.3	94.2	100.8
58年度上期	1,917	319	2,236	121	2,357	81.3	13.6	94.9	5.1	100.0	102.7	227.9	111.4	98.4	110.7
2月	213	67	280	21	301	70.8	22.2	93.0	7.0	100.0	81.9	152.3	92.1	95.5	92.3
3月	489	75	564	21	585	83.6	12.8	96.4	3.6	100.0	104.0	192.3	110.8	105.0	114.9
1～3月	858	213	1,071	63	1,134	75.7	18.8	94.5	5.5	100.0	92.6	169.0	101.7	96.9	101.4
58年度下期	2,033	398	2,431	133	2,564	79.3	15.5	94.8	5.2	100.0	96.6	172.3	104.1	98.5	103.8
58 年 度	3,950	717	4,667	254	4,921	80.3	14.5	94.8	5.2	100.0	99.5	193.3	107.5	98.4	107.0
59 4月	322	84	406	19	425	75.8	19.7	95.5	4.5	100.0	105.9	190.9	116.7	100.0	115.8
5 月	276	69	345	20	365	75.6	18.9	94.5	5.5	100.0	100.7	153.3	108.2	105.3	108.0
6 月	285	72	357	20	377	75.6	19.1	94.7	5.3	100.0	92.8	138.5	99.5	100.0	99.5
4～6月	883	224	1,107	59	1,166	75.7	19.2	94.9	5.1	100.0	99.8	157.7	107.7	100.0	107.4
7月	360	74	434	18	452	79.6	16.4	96.0	4.0	100.0	105.6	148.0	118.0	90.0	110.0
8月	328	87	415	21	436	75.2	20.0	95.2	4.8	100.0	95.3	142.6	97.6	105.0	97.5
9月	352	96	448	21	469	75.1	20.4	95.5	4.5	100.0	101.4	145.5	92.2	104.8	92.8
7～9月	1,040	257	1,297	60	1,357	76.6	19.0	95.6	4.4	100.0	103.0	145.2	93.2	103.3	93.7
59年度上期	1,923	481	2,404	119	2,523	76.2	20.1	95.3	4.7	100.0	100.3	150.8	93.0	101.7	93.4
10月	391	69	460	24	484	80.8	14.2	95.0	5.0	100.0	99.2	123.2	97.8	109.1	97.5
11月	412	73	485	25	510	80.8	14.3	95.1	4.9	100.0	100.0	140.4	104.5	100.0	104.3
12月	394	94	488	24	512	77.0	18.3	95.3	4.7	100.0	106.8	122.1	109.4	104.3	109.2
10～12月	1,197	236	1,433	73	1,506	79.5	15.7	95.2	4.8	100.0	101.9	127.6	105.4	104.3	105.3
1月	179	85	264	22	286	62.6	29.7	92.3	7.7	100.0	114.7	119.7	116.3	104.8	115.3
2月	244	78	322	21	343	71.1	22.8	93.9	6.1	100.0	114.6	116.4	115.0	100.0	114.0
3月	465	86	551	19	570	81.6	15.1	96.7	3.3	100.0	95.1	114.7	97.7	90.5	97.4
1～3月	888	249	1,137	62	1,199	74.0	20.8	94.8	5.2	100.0	103.5	116.9	106.2	98.4	105.7
59年度下期	2,085	485	2,570	135	2,705	77.1	17.9	95.0	5.0	100.0	102.6	121.9	105.7	101.5	105.5
59 年 度	4,008	966	4,974	254	5,228	76.6	18.5	95.1	4.9	100.0	101.5	134.7	106.6	100.0	106.2

[注] (1)通産省エネルギー統計月報 60年3月確報

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

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

(4)工業用ストレート・アスファルトに燃焼用アスファルトを含む。

(5)四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

## 協会だより

### 昭和60年通常総会開催

昭和60年通常総会が昭和60年5月27日午前10時50分より「東京農林年金会館」で開かれ、総会後の臨時理事会において役員の改選が行われた。

なお役員は以下の通りです。（注）○印は常任理事

- 名譽会長： 谷 藤 正 三 セントラルコンサルタント㈱ 取締役会長
- 会 長： 鹿 島 實 日本石油㈱常務取締役
- 副 会 長： 一 社 壮 志 三菱石油㈱販売部長
- 副 会 長： 中 村 三 廣 ㈱木畑商会取締役社長
- 専務理事： 藤 沼 茂
- 理 事： ○脇 谷 剛 出光興産㈱販売部次長  
○木 本 陽 一 共同石油㈱取締役販売部長  
岡 本 高 之 三共油化工業㈱ 代表取締役副社長
- 今 泉 尚 昭和シェル石油㈱ アスファルト部長
- 村 木 完 治 大協石油㈱営業部長
- 斎 藤 公 男 東亜燃料工業㈱企画部長
- 津 村 喜 彦 富士興産㈱常務取締役
- 石 橋 誠 丸善石油㈱取締役販売部長  
木 村 洋 一 モービル石油㈱取締役  
平 山 繁 之 アサヒレキセイ㈱ 代表取締役社長
- 澤 田 裕 之 ㈱澤田商行取締役社長
- 中 島 金二郎 三徳商事㈱代表取締役会長
- 東 邸 生 典 住商石油アスファルト㈱ 取締役会長
- 森 口 喜三郎 中西漸青㈱代表取締役社長  
石 井 瞳 男 富士油業㈱専務取締役  
村 山 修 一 菅油販売㈱代表取締役
- 監 事： 入 野 健 日本鉱業㈱理事 石油業務部長  
重 村 正 菅東石油販売㈱代表取締役社長
- 顧 問： 高 橋 国一郎 日本道路公団総裁  
井 上 孝 參議院議員  
多 田 宏 行 東京湾横断道路研究会事務局長  
板 倉 忠 三 北海道大学名誉教授  
菅 原 照 雄 北海道大学工学部教授  
市 川 良 正 日本大学名誉教授  
廣 田 正 雄 ㈱日本アスファルト協会 前専務理事
- 相 談 役： 末 政 圭 三 大協石油㈱専務取締役
- 評 議 員： 永 野 廣 アスファルト産業㈱代表取締役  
水 谷 清 久 ㈱三油商會代表取締役社長  
鶴 見 豊 新日本商事㈱取締役社長  
宮 本 平三郎 東光商事㈱取締役社長  
比 毛 一 朗 東新漸青㈱代表取締役社長

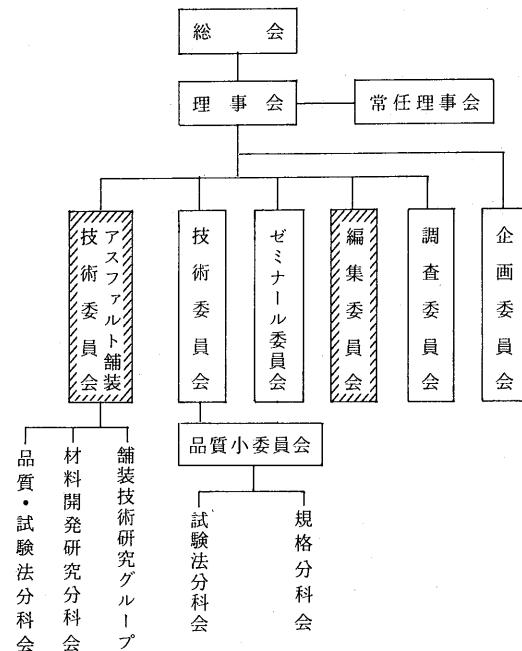
### 各種委員会委員長の選任

昭和60年度の各種委員会の委員長が役員の改選にあわせて選任された。なお協会の組織体制は以下の通りである。

### 各種委員会委員長名

企 画 委 員 会	安 座 上 陽 三 (日本石油)
調 査 委 員 会	斎 藤 公 男 (東亜燃料工業)
技 術 委 員 会	井 町 弘 光 (昭和シェル石油)
ゼミナール委員会	中 島 金二郎 (三徳商事)
編 集 委 員 会	安 座 上 陽 三 (日本石油)
アスファルト舗装技術委員会	多 田 宏 行 (東京湾横断道路研究会)

### 組 織



は会員会社以外の参加協力があるもの

### 第51回アスファルトゼミナール（会員研修会）

6月14日（金）仙台市の「宮城県労働福祉会館」において後記題、講師により開催し盛会裏のうちに無事終了した。

- 開会の辞 ゼミナール委員長 中島金二郎  
 (1) 石油情勢全般～供給計画を中心として～  
     資源エネルギー庁石油部精製課 課長 小林勝利  
 (2) 石油アスファルトの要動向～需要見通しも含め～  
     社団法人日本アスファルト協会業務主任 土居貞幸

# 石油アスファルト統計月報

B5 : 16ページ ¥500 (送料は実費) 毎月25日発行

アスファルトに関する統計  
資料を網羅し、毎月に発行する  
統計月報です。

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 105 東京都港区虎ノ門2丁目6番7号  
和孝第10ビル  
日本アスファルト協会  
アスファルト統計月報係

## — 目 次 —

- 石油アスファルト需給実績
- 石油アスファルト品種別月別生産量・輸入量
- 石油アスファルト品種別月別内需量・輸出量
- 石油アスファルト品種別月別在庫量
- 石油アスファルト品種別荷姿別月別販売量
- 石油アスファルト品種別針入度別月別販売量
- 石油アスファルト地域別月別販売量
- 石油アスファルト品種別通産局別月別販売量
- 石油関係諸元表

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

- |                |  |
|----------------|--|
| 1. 適用範囲        | 5 - 1 - 1. 粘度計校正用標準液による方法                                      |
| 2. 試験方法の概要     | 5 - 1 - 2. 標準減圧毛管粘度計による方法                                      |
| 3. 用語の意味       | 6. 試料の準備   |
| 3 - 1. 絶対粘度    | 7. 操作  |
| 3 - 2. ニュートン流体 | 8. 計算および報告   |
| 4. 装置          | 9. 精度  |
| 4 - 1. 粘度計     | 9 - 1. クリ返し精度  |
| 4 - 2. 温度計     | 9 - 2. 再現性   |
| 4 - 3. 恒温そう    | +  |
| 4 - 4. 減圧装置    | +  |
| 4 - 5. 秒時計     | 実費額 300円   |
| 5. 校正          | 申込先 社団法人 日本アスファルト協会<br>東京都港区虎ノ門2丁目6番7号<br>〒105 電話 (03)502-3956 |
| 5 - 1. 粘度計の校正  |  |

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
〔メーカー〕		
アジア石油株式会社	(105) 東京都港区芝浦1-1-1	03(798)3450
大協石油株式会社	(105) 東京都港区芝浦1-1-1	03(798)3500
エッソ石油株式会社	(107) 東京都港区赤坂5-3-3	03(585)9438
富士石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-2-3	03(211)6530
出光興産株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内3-1-1	03(213)3111
鹿島石油株式会社	(102) 東京都千代田区紀尾井町3-6	03(265)0411
興亜石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町2-6-2	03(241)8631
コスモ石油株式会社	(105) 東京都港区芝浦1-1-1	03(798)3200
共同石油株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-11-2	03(593)6118
極東石油工業株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-7-2	03(270)0841
丸善石油株式会社	(105) 東京都港区芝浦1-1-1	03(798)3818
三菱石油株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門1-2-4	03(595)7383
モービル石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-7-2	03(244)4359
日本アスファルト株式会社	(102) 東京都千代田区平河町2-7-6	03(234)5021
日本鉱業株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門2-10-1	03(582)2111
日本石油株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-3-12	03(502)1111
日本石油精製株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-3-12	03(502)1111
三共油化工業株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内1-4-2	03(284)1911
西部石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-1-3	03(215)3081
昭和シェル石油株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2-7-3	03(580)0111
昭和四日市石油株式会社	(100) 東京都千代田区霞が関3-2-5	03(580)3716
東亜燃料工業株式会社	(100) 東京都千代田区一ツ橋1-1-1	03(286)5082
東北石油株式会社	(985) 宮城県仙台市港5-1-1	02236(5)8141

〔ディーラー〕

● 北海道

アサヒレキセイ㈱札幌支店	(060) 札幌市中央区大通西10-4	011(281)3906	日アス
中西瀝青㈱札幌出張所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011(231)2895	日石
㈱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	日石
レキセイ商事株式会社	(060) 札幌市中央区北4条西12	011(231)5931	出光
株式会社ロード資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011(281)3976	丸善
東光商事㈱札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7	011(261)7957	三石
㈱トーアス札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011(281)2361	共石
葛井石油株式会社	(060) 札幌市中央区南4条西11-1292-4	011(518)2771	丸善

## 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>			
アサヒレキセイ	仙台支店	(980) 宮城県仙台市中央 3-3-3	0222(66)1101 日 アス
木 煙 商 会	仙 台 営 業 所	(980) 宮城県仙台市中央 2-1-17	0222(22)9203 共 石
カ メ イ 株 式 会 社	(980-91) 宮城県仙台市国分町 3-1-18	0222(64)6077 日 石	
宮 城 石 油 販 売 株 式 会 社	(980) 宮城県仙台市東 7番丁102	0222(57)1231 三 石	
中 西 澄 青	仙 台 営 業 所	(980) 宮城県仙台市中央 2-1-30	0222(23)4866 日 石
仙 台 出 張 所	(980) 宮城県仙台市中央 2-1-17	0222(23)1011 日 石	
有 限 会 社 男 鹿 興 業 社	(010-05) 秋田県男鹿市船川港船川字化世沢178	01852(3)3293 共 石	
菱 油 販 売	仙 台 支 店	(980) 宮城県仙台市国分町 3-1-1	0222(25)1491 三 石
正 興 産 業	仙 台 営 業 所	(980) 宮城県仙台市国分町 3-3-5	0222(63)5951 三 石
竹 中 产 業	新潟 営 業 所	(950) 新潟市東大通 1-4-2	0252(46)2770 昭和シェル
常 盤 商 事	仙 台 支 店	(980) 宮城県仙台市上杉 1-8-19	0222(24)1151 三 石
<b>● 関 東</b>			
アサヒレキセイ	株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀 3-3-5	03(551)8011 日 アス
朝 日 产 業	株 式 会 社	(103) 東京都中央区日本橋茅場町 2-7-9	03(669)7878 日 アス
アスファルト	産業 株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀 4-11-2	03(553)3001 昭和シェル
富 士 興 産	アスファルト 株式会社	(100) 東京都千代田区永田町 2-4-3	03(580)5211 日 アス
富 士 鉱 油	株 式 会 社	(105) 東京都港区新橋 4-26-5	03(432)2891 丸 善
富 士 石 油	販 売 株 式 会 社	(103) 東京都中央区日本橋 2-13-12	03(274)2061 共 石
富 士 油 業	仙 京 支 店	(106) 東京都港区西麻布 1-8-7	03(478)3501 日 アス
パシフィック	石油商事 株式会社	(103) 東京都中央区日本橋蛎殻町 1-17-2	03(661)4951 モービル
伊 藤 忠 燃 料	株 式 会 社	(107) 東京都港区赤坂 2-17-22	03(584)8555 共 石
関 東 アス	ファルト 株式会社	(336) 浦和市岸町 4-26-19	0488(22)0161 昭和シェル
株 式 会 社 木 煙 商 会		(104) 東京都中央区八丁堀 4-2-2	03(552)3191 共 石
国 光 商 事	株 式 会 社	(165) 東京都中野区東中野 1-7-1	03(363)8231 出 光
丸 紅 石 油	株 式 会 社	(102) 東京都千代田区神田錦町 3-7-1	03(293)4111 モービル
三 菱 商 事	株 式 会 社	(100) 東京都千代田区丸の内 2-6-3	03(210)6290 三 石
三 井 物 产	石 油 株 式 会 社	(101) 東京都千代田区神田駿河台 4-3	03(293)7111 極 東 石
中 西 澄 青	株 式 会 社	(103) 東京都中央区八重洲 1-2-1	03(272)3471 日 石
株 式 会 社 南 部 商 会		(100) 東京都千代田区丸の内 3-4-2	03(213)5871 日 石
日 東 石 油	販 売 株 式 会 社	(104) 東京都中央区新川 2-8-3	03(551)6101 昭和シェル
日 東 商 事	株 式 会 社	(170) 東京都豊島区巣鴨 3-39-4	03(915)7151 昭和シェル
瀬 青 販 売	株 式 会 社	(103) 東京都中央区日本橋 2-16-3	03(271)7691 出 光
菱 東 石 油	販 売 株 式 会 社	(104) 東京都中央区八重洲 2-7-16	03(281)2030 三 石
菱 洋 通 商	株 式 会 社	(104) 東京都中央区銀座 6-7-18	03(571)5921 三 石
菱 油 販 売	株 式 会 社	(160) 東京都新宿区西新宿 1-20-2	03(348)6241 三 石
三 德 商 事	仙 京 支 店	(101) 東京都千代田区神田紺屋町 11	03(254)9291 昭和シェル
仙 澤 田 商 行	東 京 支 店	(104) 東京都中央区入船 1-7-2	03(551)7131 丸 善
新 日 本 商 事	株 式 会 社	(101) 東京都千代田区神田錦町 2-7	03(294)3961 昭和シェル
住 商 石 油	アスファルト 株式会社	(160-91) 東京都新宿区西新宿 2-6-1	03(345)3904 出 光
大 洋 商 運	株 式 会 社	(103) 東京都中央区日本橋本町 3-7	03(245)1632 三 石
竹 中 产 業	株 式 会 社	(101) 東京都千代田区鍛冶町 1-5-5	03(251)0185 昭和シェル
東 光 商 事	株 式 会 社	(104) 東京都中央区京橋 1-6	03(274)2751 三 石
株 式 会 社 ト 一 ア ス		(160) 東京都新宿区西新宿 2-7-1	03(342)6391 共 石

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
東京富士興産販売株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門1-13-4	03 (591) 3401 日アス
東京レキセイ株式会社	(150) 東京都渋谷区恵比寿西1-9-12	03 (496) 8691 日アス
東新瀬青株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-13-5	03 (273) 3551 日石
東洋国際石油株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3-3-5	03 (552) 8151 日アス
東和産業株式会社	(174) 東京都板橋区坂下3-29-11	03 (968) 3101 三共油化
梅本石油株式会社	(162) 東京都新宿区揚場町9	03 (269) 7541 丸善
ユニ石油株式会社	(101) 東京都千代田区神田東糸屋町30	03 (256) 3441 昭和シェル
渡辺油化興業株式会社	(107) 東京都港区赤坂3-21-21	03 (582) 6411 昭和シェル
<b>● 中 部</b>		
アサヒレキセイ(名古屋支店)	(466) 名古屋市昭和区塩付通4-9	052 (851) 1111 日アス
丸福産業株式会社	(933) 富山県高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2860 昭和シェル
松村物産株式会社	(920) 石川県金沢市広岡町ト25	0762 (21) 6121 三石
三谷商事株式会社	(910) 福井県福井市中央3-1-5	0776 (20) 3111 モービル
名古屋富士興産販売(名古屋支店)	(451) 名古屋市西区城西4-28-11	052 (521) 9391 日アス
中西瀬青(名古屋営業所)	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5011 日石
三徳商事(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
株式会社三油商会	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	052 (231) 7721 日アス
株式会社澤田商行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (361) 7151 丸善
新東亜交易(名古屋支店)	(450) 名古屋市中村区名駅3-28-12	052 (561) 3514 日アス
静岡鉱油株式会社	(424) 静岡県清水市袖師町1575	0543 (66) 1195 モービル
竹中産業(福井営業所)	(910) 福井県福井市大手2-4-26	0766 (22) 1565 昭和シェル
株式会社田中石油店	(910) 福井県福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1721 昭和シェル
富安産業株式会社	(930-11) 富山市若竹町2-121	0764 (29) 2298 昭和シェル
<b>● 近畿</b>		
赤馬瀬青工業株式会社	(531) 大阪市大淀区中津3-10-4-304	06 (374) 2271 モービル
アサヒレキセイ(大阪支店)	(550) 大阪市西区南堀江4-17-18	06 (538) 2731 日アス
千代田瀬青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-8-8	06 (358) 5531 三石
飯野産業(神戸営業所)	(650) 神戸市中央区江戸町98	078 (391) 8965 共石
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 日アス
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
平井商事株式会社	(542) 大阪市南区長堀橋筋1-43	06 (252) 5856 日アス
木曾通産(大阪支店)	(550) 大阪市西区九条南4-11-12	06 (581) 7216 日アス
株式会社松宮物産	(522) 滋賀県彦根市幸町32	07492 (3) 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 丸善
三菱商事(大阪支社)	(530) 大阪市北区堂島浜1-1-5	06 (343) 1111 三石
株式会社ナカムラ	(670) 姫路市国府寺町甲14	0792 (85) 2551 共石
中西瀬青(大阪営業所)	(532) 大阪市淀川区西中島3-18-21	06 (303) 0201 日石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市大淀区豊崎5-8-2	06 (372) 0031 出光
株式会社菱芳磁産	(671-11) 姫路市広畠区西夢前台7-140	0792 (39) 1344 共石
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
正興産業株式会社	(662) 兵庫県西宮市久保町2-1	0798 (22) 2701 三石
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
梅本石油(大阪営業所)	(532) 大阪市淀川区宮原4-4-64	06 (394) 2441 丸善

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
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
アサヒレキセイ㈱広島支店	(730) 広島市田中町5-9	0822 (44) 6262 日 アス
富士商株式会社	(756) 山口県小野田市稻荷町6539	08368 (3) 3210 昭和シェル
共和産業株式会社	(700) 岡山県岡山市蕃山町3-10	0862 (33) 1500 共 石
中国富士アスファルト株式会社	(711) 岡山県倉敷市児島味野浜の宮4051	0864 (73) 0350 日 アス
<b>● 四国・九州</b>		
アサヒレキセイ㈱九州支店	(810) 福岡市中央区鳥飼1-3-52	092 (771) 7436 日 アス
畑礦油株式会社	(804) 北九州市戸畠区牧山新町1-40	093 (871) 3625 丸 善
平和石油㈱高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255 昭和シェル
今別府産業株式会社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4111 共 石
伊藤忠燃料㈱福岡支店	(812) 福岡市博多区博多駅前3-2-8	092 (444) 8353 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
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
中西瀝青㈱福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神4-1-18	092 (771) 6881 日 石
㈱南部商会福岡出張所	(810) 福岡市中央区舞鶴1-1-5	092 (721) 4838 日 石
西岡商事株式会社	(764) 香川県仲多度郡多度津町家中3-1	08773 (3) 1001 三 石
菱油販売㈱九州支店	(805) 北九州市八幡東区山王1-17-11	093 (661) 4868 三 石
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131 日 アス
サンヨウ株式会社	(815) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7615 日 アス

編集顧問

多田宏行  
萩原 浩  
松野三朗

編集委員

安座上陽三	今井武志	真山治信	林 誠之
阿部忠行	井町弘光	白神健児	藤井治芳
荒井孝雄	太田健二	戸田 透	真柴和昌
安崎 裕	河野 宏	南雲貞夫	
飯島 尚	小島逸平	服部亮二	

アスファルト 第144号

昭和60年8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)

**ASPHALT**

Vol. 28 No. 144 AUGUST 1985

Published by

**THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION**