

アスファルト

第17巻 第98号 昭和49年8月発行

☆特集・砂利道の歴青路面処理の設計ならびに施工☆

生活圈道路の整備	谷藤正三	1
アスファルト舗装と路面処理	多田宏行・藤井治芳	3
市町村道整備の実態	三野栄三郎	7
歴青路面処理の技術指針案		
	茨木龍雄・成田保三・阿部頼政	10
道路工学からみた歴青路面処理	阿部頼政	20
◎試験施工レポート◎		
秋田県からの報告	伊勢礼之助・臼井道隆	22
香川県からの報告	石井 進	25
歴青路面処理の施工機械	高野 漢	29
〈道路技術者のアスファルト講座〉第7回		
フィラー入りアスファルトの特性	阿部頼政	34
◎1973年版文献レビュー◎		44

98

生活圏道路の整備

谷 藤 正 三

日本アスファルト協会名誉会長

過去20年以上にわたる道路整備の努力によって、日本の幹線道路は、昔話をしても、ピントの合わない若手技術者が育って来たほど見事な進展を示し、一般国道 32,900km の 90%以上、都道府県道 138,200km の 61%以上が舗装道路となって、黄塵万丈の道路、線はあれども幅のない道路などは一般旅行者には眼につかない時代になっている。

かつて小生が国道課長時代には酷道課長といわれたほど、雨季も雪融け期も幹線道路はストップとなり、それを突破するためにトラック群は徒党を組み、思う存分荷物を積んで、自分達だけ酷道を突破するので、その後は全く玄海灘の荒海に入ったように前進できなくなり、かるくて一週間交通止めになってしまった——こんなことが夢のような話になってしまっているほど、道路整備が進められている現状をみると感慨無量なものあるが、これは私だけの悲しい? 郷愁であろうか。しかし今度は、新たに生活環境という、われわれの時代には夢にも考えたこともない大問題が起きて、道路整備は、札を言われるどころか攻撃の対象として、思いがけない悩みが生れ、その対策に精力を注がなければならなくなってきた。

たしかに10年前までの時代は、日本経済発展のための産業基盤としての道路整備と銘うたっていたように、人間優先などというものではなく、1kmでもトラックの走れる道路を延ばすことに全力を尽したと言ってもよからうと思う。後生なんと言われようとも、荒廃した国土から立ち上って、僅か30年の間に世界最強の経済大国にのし上った実績の示すものは、国土の有効利用に対する道路整備の陰の力も大きな役割りを果しているのである。高度成長の陰に多くの歪が生れ、それがまた道路自体にはねかえってきている現実は、はつきり認識してからねばならないが、つねに追随型社会资本投資の国内事情の中で、先にのべたような道路整備を行なってきた努力に対しては敬意を表してよいのではなかろうか。

さてこう考えて、いま一度道路統計をみると、道路法上の市町村道が 861,300kmもあるが、その整備率は悪く、舗装率はわずか 16% という数字が眼についてくる。これらの舗装率の数字は交通量の多い都市部の積み上げであって、交通量の少ない市町村道は無放任ということを意味する。つまり幹線道路の整備によつて、国内の経済圏は大きく変革し、経済諸力の交流の空間的広がりが拡大されてしまつたにもかかわらず、日常の生活活動の空間的広がり、つまり生活圏内の交流抵抗はあまり排除されていないことを意味することに

なる。無医村の部落、急病に医者が間に合わないで部落民が泣いているということになるのであろう。経済活動にせよ、非経済活動にせよ、生活圏が人の日常生活の行動半径を拡げるような地域計画が建てられ、政策的に実行されなければ過疎地域はますます拡大することになるであろう。

人間が社会生活を営み、また経済的に生活を維持するためには、どうしても必要なことは人・物の移動である。どこに住んでいても、移動に対して同じような機会が得られるということで、日本の交通体系を考えるとすれば、日常生活の交通体系・医療・教育・販売・購入という日常生活に対しては日本国民として同じ機会を得られるというようにしてやる必要がある。

市町村道の整備の立遅れは、以上のような政策の立遅れが大きな原因であることは言うまでもない。また一方、物理的に交通量が少ない道路を整備するにしても、高級舗装や建設省方式の簡易舗装によつて施工するのでは、経済効率が非常に悪く、だからといって防塵処理では、技術者不足で維持補修の小廻りがきかず、耐久性がなさすぎるという点が大きな悩みになっていたように思われる。技術者不足の町村に対して、特に高度の技術能力を持たなくとも、設計・施工ができること、交通量の少ない道路に適合したある程度の耐久力をもつ路面をうることができる、しかも安価で市町村の財政負担に大きな影響を与えないですむことなども考えて、これを満足できる技術基準がつくられれば、90万km近くの道路をかかえた市町村に対して、極めて大きな貢献をすることになる。

長い間、懸案事業とされたこの問題に、建設省の指導を得て日本アスファルト協会が取り組んでくれたことは、まさに時に時宜を得たものということができる。昭和47年度から資料蒐集を行ない、次年度には建設省から研究補助金の交付を受け、全国各地に試験施工を行なうなど、高級舗装の場合とは比較にならない苦労を重ねて、ともかく砂利道の歴青路面処理指針案までこぎつけたものであり、委員各位の努力に対し心から感謝の意を表する次第である。

もちろん試験施工の結果が明らかになるまでには、かなりの時日を要することは当然であり、地域条件・施工条件・維持管理条件などの適否によって、かなりの幅に変動するであろうが、少なくとも与えなければならない条件、守らなければならない条件がある程度明らかになり、生活圏道路の整備に大きな指針が得られ、道路整備事業に大きな光明を与えてくれるものと信ずる次第である。

本号は砂利道の歴青路面処理の特集号とすることになり、本研究に取り組んだ方々から、目的・技術的問題点・今後の対策方針・設計施工着眼点などについて詳しく述べられるはずであろうから、十分検討して理解して頂きたいものと思っている次第である。安いものは悪いという見方もある、しかし手入れのよいものはいたずらに高いものより役に立つこともある。何事も普段使っているものを大切にする心掛けが必要であるように思われる。

アスファルト舗装と歴青路面処理

多田宏行 藤井治芳

1. 我が国の道路舗装の現状

昭和30年代および昭和40年代のわが国におけるめざましい経済発展は、国民の生活水準を高め、産業活動に関連した交通需要のみならず、レクリエーション等の個人的な交通需要をもいちじるしく増大させてきている。

その結果は、昭和12年に約21万台（乗用車：6万台）であった自動車保有台数が、昭和35年には約350万台（乗用車：44万台）になり、昭和46年には約2,122万台（乗用

車：82万台、軽自動車：6万台）となっている。

このように昭和12年から約100倍、昭和35年からも約7倍にも達するほどの飛躍した交通需要に対応するためには、産業関連としてまた国民生活基盤の安定に役立つ高速国道や、一般国道の整備はもとより、いわゆる日常生活道路として、日常生活の歯車を回転させる役割りを演じている地方道、とりわけ市町村道のサービスの向上を目指して整備をはかる必要が強く叫ばれている。

戦前のわが国の道路は、道路総延長約90万kmに対し、昭和15年に舗装延長が約1万2千kmであり、舗装率は1.2%に過ぎなかった。

戦後、わが国の国内事情もいく分安定化し、基幹的な産業基盤の整備に重点が移されるにつれて、輸送機関として最大の手である道路の整備の遅れが、強く指摘されることとなり、その結果は、道路整備5カ年計画の策定として誕生した。

わが国の道路整備は、昭和29年を初年度とする第1次道路整備5カ年計画以来、現在の第7次道路整備5カ年計画に至るまで、飛躍的に拡大してきており、昭和48年3月末での整備状況は表-1のとおりである。

即ち、国道は90%が舗装済みであり、府県道もその60%が舗装済みとなっている。

一方、舗装の推移をみると表-2のとおりで

表-1 道路整備の現況 昭和48年3月31日現在

道 路 種 別	実 延 長	改 良 済		舗 装 済	
		延 長	率	延 長	率
高 速 自 動 車 国 道	1,214	1,214	100.0	1,214	100.0
都 市 高 速 道 路	189	189	100.0	189	100.0
首 都 高 速 道 路	108	108	100.0	108	100.0
阪 神 高 速 道 路	81	81	100.0	81	100.0
一 般 国 道	32,877	28,225	85.9	29,722	90.4
元 一 級 国 道	12,315	12,285	99.8	12,269	99.6
元 二 級 国 道	20,561	15,940	77.5	17,453	84.9
都 道 府 県 道	127,789	64,951	50.8	73,800	60.9
主 地 方 道	38,509	26,202	68.0	27,713	72.0
一 般 都 道 府 県 道	89,281	38,749	43.4	46,087	51.6
国・都道府県道	160,666	93,175	58.0	103,521	64.4
市 町 村 道	887,831	162,357	18.3	160,048	18.0
合 計	1,048,497	255,532	24.4	263,569	25.1

表-2 舗装現況の推移

(単位: 千km, %)

年 度	30	35	40	43	44	45	46	47	48
一 般 国 道	4.2	8.1	16.5	21.7	25.8	27.3	28.7	29.7	30.6
	17.2	32.6	59.0	79.4	78.6	83.6	87.4	90.4	93.1
都 道 府 県 道	5.7	9.3	20.2	39.8	45.5	55.2	64.5	73.8	96.2
	4.8	7.6	16.7	31.8	37.6	45.1	51.7	57.8	69.6
国・都道府県道	9.9	17.4	36.7	61.5	71.9	82.5	93.2	103.5	126.8
	6.9	11.9	24.6	40.4	46.3	53.2	59.1	64.4	74.1
市 町 村 道	—	12.4	36.7	65.0	79.7	104.2	132.1	160.0	156.0
	—	1.5	4.4	7.6	9.3	12.0	15.0	18.0	18.1
合 計	—	29.8	73.4	126.5	151.1	186.6	225.3	263.6	282.8
	—	3.1	7.4	12.6	14.9	18.2	21.7	25.1	27.4

注) 1. 各年度末現在、48年度は見込み（単独も含む）

2. 上段は延長、下段は率である。

3. 44年度の一般国道の改良率、舗装率が前年度より低下しているのは、国道昇格による。

あり、昭和39年に国道は17%，都道府県道は48%，市町村道は数字にのらない程度であったことと比較して、昭和49年3月末での現状は目ざましいものがあると言えよう。

そして、昭和30年に舗装延長が、合計9,900kmであったのに對し、昭和49年3月末までに28万2,700kmになったことは、大難把にいって舗装の維持修繕に要する費用を約29倍にしたことになる。

また舗装の種類も幹線道路や比較的交通量の多い場合に用いるアスファルト舗装や、セメントコンクリート舗装だけでなく、地方道の整備を促進するために、交通量特に大型車の少ない地方道に用いる簡易舗装や生活道路としての市町村道に用いる歴青路面処理などいろいろなものがあり、このうちセメントコンクリート系は全体の舗装の約10%程度を占めている。

2. 舗装の寿命と種類について

わが国における舗装は高速国道、一般国道、都道府県道、市町村道等各道路の区分、規格に応じていわゆる高級舗装、簡易舗装、歴青路面処理が行なわれている。

これらの舗装の設計は、主として路床土の力学的特性（通常設計C B Rで示す）と、自動車交通の量と質（輪荷重または5年後の大型車交通量）および道路周辺の環境等とを考慮して行なっている。

また特別な舗装の設計としては、使用対象により自転車道舗装、団地内舗装などが、構造上の特別な配慮として、軟弱地盤上の舗装工法や安定処理層を厚くし総厚を薄くする工法（いわゆるフルデプス工法）などが、また供用中での総合的な舗装寿命を延ばすために、維持修繕工法の一つとして行なうオーバーレイ工法などがあり、これらについてもそれぞれ特別な構造設計が行なわれている。

このようにして設計した舗装は、適正な維持管理を行なうながら、それぞれの舗装の目標とする舗装寿命をまつとうし最終的には破壊に至るものである。

この舗装の寿命というものは、あらゆる適正な維持管理を行なっても、ついには全面的な打ち換えをする必要が生じた状態になるまでの期間をいうのであり、通常のパッチング、表面処理、オーバーレイなどの維持修繕の方法は、その舗装の破壊の程度を対策工法の名称で表現したものと考えられる。

素人目にいう舗装の破壊という現象も、技術的に正確に表現することは非常に難しい。

舗装の表面に現われた破壊の現象としてのクラック、わだち掘れ、流動、たわみ沈下などや、舗装の表面の機能低下の現象としての、平坦性の悪化、すべり摩擦抵抗の低下などは、その原因として舗装の最上層の破壊もしくはその変化によるものと、路面の最下部を含めて何らかの破壊もしくは変化を生じたものに分けて考えることが必要である。

すなわち、舗装の構造的な寿命は、路床土の強さと外力としての交通荷重（設計輪荷重とその累積量）とから決められるものであるから、この設計条件が変わった場合は、通常の維持管理では十分でなく、構造修正を行なうための打換え、オーバーレイなど本格的な修繕を必要とする。

一方、舗装としてのサービス的な寿命は、構造的な寿命を一部に含みつつも、いわゆる舗装表面の供用性が低下したことにより決められるもので、舗装最上層の機能低下、部分的破壊としてこれを考えることができる。

このような場合は、路盤までを含めた本格的な修繕よりも表層のみを打換えたり、オーバーレイ、パッチングをしたりする等の簡単な対策を考えられる。

またこのサービス的な寿命は、通常の維持管理を十分行なうことにより、舗装表面の機能低下を防ぐことができるため、寿命も相当に延伸することが可能なものである。

現在の舗装設計寿命の考え方は、適正な維持管理、とりわけ表面の維持修繕を行なって出来るだけもたせるということを前提としている点で、これらの考え方を漠然と組合せているといえるが、AASHOの考え方にもあるサービス指針的な考え方は十分にとり入れてはいないと言ってよく、現状では主として構造的な寿命の立場から考えていると言えるだろう。

舗装の寿命はアスファルト舗装の場合でおよそ10年、セメントコンクリート舗装の場合でおよそ20年、簡易舗装の場合でおおむね5年、歴青路面処理の場合で2～4年程度を目標としている。

いずれにしても、今後の舗装設計寿命の考え方は、舗装の構造的寿命をさらに明確にするとともに、表層のサービス寿命を明確にしてこの二つの寿命の組合せによって、舗装の寿命を決定することが必要であろう。

高級舗装、簡易舗装、歴青路面処理等は、単にその対象とする道路の種類によって、その採択が決められるのではなくて、この舗装

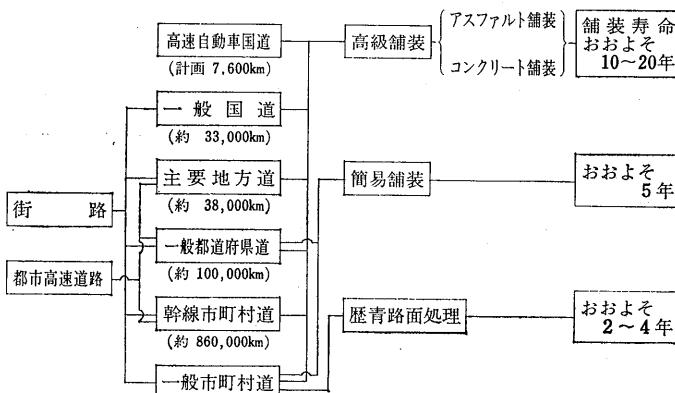


表-3 交通量の区分とTAおよび合計厚

交通量の区分	大型車交通量 (台/日・一方通行)	アスファルト舗装の場合			コンクリート舗装の場合 コンクリートの厚さ(cm)
		TA(cm)	合計厚(cm)	表層+基層の最小厚さ(cm)	
A	250未満	21~12.5	* 62~23	5	25
B	250以上~1,000未満	29~17.5	74~29	10	25
C	1,000以上~3,000未満	39~24	90~34	15	25
D	3,000以上	51~31	105~40	20	30

(主) * これは設計CBR 2%の時の値

** これは設計CBR 10%以上の時の値

の寿命と、その寿命を必要とする道路の種別、区分によってその適用が決められるものである。

なお、わが国の舗装関係の技術に関しては、昭和25年に道路工学叢書の第6集として、「アスファルト舗装要綱」が初めて日本道路協会で発刊され、その後昭和30年には道路工学叢書の第9集として「セメントコンクリート舗装要綱」が発刊されるに至った。

その後の経過は以下のとおりである。

- (1) 昭和25年「アスファルト舗装要綱」
- (2) 昭和30年「セメントコンクリート舗装要綱」
- (3) 昭和36年「アスファルト舗装要綱」改訂版
- (4) 昭和39年「セメントコンクリート舗装要綱」改訂版
- (5) 昭和39年「簡易舗装要綱」
- (6) 昭和42年「アスファルト舗装要綱」第二次改訂版
- (7) 昭和46年「簡易舗装要綱」改訂版
- (8) 昭和47年「セメントコンクリート舗装要綱」第二次改訂版

以上のように、これら舗装に関する技術基準、指針が次々に日本道路協会から発刊されてきたが、昭和49年にはさらに、日本アスファルト協会より「砂利道の歴青路面処理指針」(案)が提案されるに至っている。

次に、各舗装の特色をそれぞれ簡単に挙げてみよう。

- (1) 高級舗装(アスファルト舗装、コンクリート舗装)
 - a. アスファルト舗装は交通荷重に耐える十分な厚さをもち、表層から路盤までの各層が力学的に釣合いのとれたかたちで構成されるもので、一日一方向当たりの大型車交通量と路床土の設計CBRなどをもとに設計する。
 - b. セメントコンクリート舗装はコンクリート版および路盤からなり、大型車交通量と路床路盤の支持力をもとにして設計する。

一般に高速国道、一般国道、地方道のうち比較的交通量の多い道路(大型車の交通量が一方でおよそ100台以上)の舗装に使用されている。

交通量の区分に応じて設計されるアスファルト舗装、

コンクリート舗装のそれぞれの厚さの要素は表-3 のとおりである。

(2) 簡易舗装

簡易舗装は、アスファルト舗装要綱、セメントコンクリート舗装要綱によらない簡易な構造の舗装であるが、表層および路盤から構成されており、一般に自動車交通量が少なく、かつ重車両が少ない道路に用いられ、舗装厚は路床の設計CBRに応じて設計し、表層の厚さは一般に3~4cm程度を用いている。

一般に地方道のうち、比較的交通量が少なくかつ重車両の少ない県道、市町村道で歴青路面処理(俗称で軽舗装ということもある)では不十分な場合に使用されている。

したがって交通量の区分による設計ではなく、路床の設計CBRによってのみ厚さが変る。

舗装の総厚は設計CBRにより、設計CBRが1.6~2.0%のとき50cm、10%のとき20cm、20.1~60%のとき10cmとなっている。

(3) 歴青路面処理

歴青路面処理は、簡易舗装を採用するには高価にすぎ、一方防塵処理をもっては耐久性に乏し過ぎる道路に使用されているもので、在来砂利層の利用と現地材料の活用を積極的に図り、CBR法、たわみ法等による設計手法によらず、過去の経験または路面の状態、砂利層厚、路床土との土質分類および大型車交通量等を総合的に評価して設計しており、大型車交通量が極めて少ない場合に用いられている。

構成は通常在来砂利層を主体とした路盤と厚さ3cm以下の歴青処理層とからなっている。

一般に地方道のうち、大型車交通量の極めて少ない(大型車交通量としては、10~40台程度を考えている)道路幅の狭い市町村道などで簡易舗装を必要としない場合に用いられている。

(4) その他の舗装

i 住宅団地内の舗装

住宅団地内の道路は、その機能に応じて幹線街路

市町村道整備の実態

三野栄三郎*

まえがき

過疎過密という言葉に代表されるような極端な国土利用の偏左を是正し、国土の均衡の発展を図るために、魅力ある地域社会を形成することが不可欠であり、従来より各種の施策が国および地方自治体によって講じられてきた。このなかにあって、地域住民の生活基盤を強化し、福祉豊かな生活環境を築くための基幹施設として、市町村道は近年とみにその整備を要請されている。これは後述するように市町村道の整備が著しく立遅れることにもよるが、それ以上に市町村道の整備が地域の健全なる発展を左右するほど、市町村道の果す役割が急速に高まっているためである。ここでは、市町村道整備の実態と題して、市町村道の現況およびその整備の進め方について概説することにする。

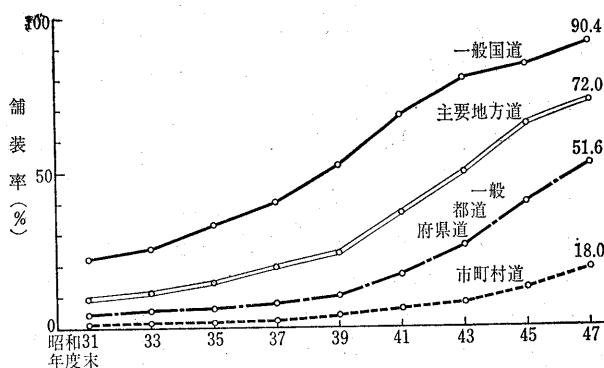
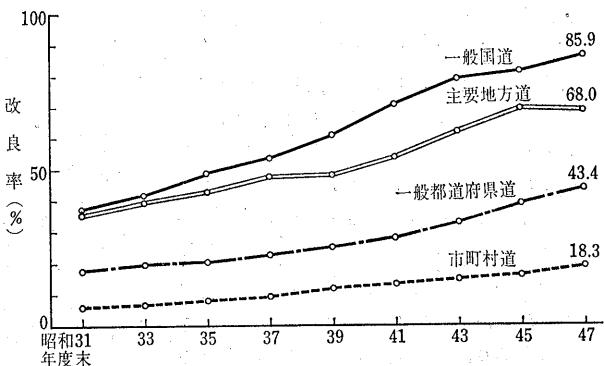
1. 市町村道の現況

わが国の道路は、昭和28年に道路整備費の財源等に関する臨時措置法（後に道路整備緊急措置法に改定）が制定され、それに基づく道路整備5カ年計画を策定して、はじめて本格的な整備の途についたのである。以来、道路整備5カ年計画の数次の改訂を経て今日に至っているが、その間の道路行政の果敢な展開により、わが国の道路事情は飛躍的に改善されてきた。

特に、わが国の道路網の中核をなす国道・主要地方道についてみれば、図-1に示すごとく整備が着実に進み近代国家の基本的な公共施設として、ようやく形態を整えてきた。しかし市町村道は、国および地方自治体の長年にわたる努力にもかかわらず、整備の進展が顕著でなく、地域の生活を支えるバス路線や通勤・通学・買物等日常生活活動に密接に関連する道路の大半が、幅員が狭少である、見通しが悪く危険である、砂利道である、木橋のまま残っているなど未整備の状態にある。（表-1）

道路は増大する交通需要に適切に対処するとともに生活環境を改善し、望ましい国土構造を形成するための有力な手段として位置づけられるが、そのためには高速道

図-1 道路整備の推移



路から末端の市町村道にいたるまで、均衡のとれた整備をはかる必要があり、これなくしては道路本来の使命を果すことはできない。今後における道路行政の主要課題の一つとして、市町村道整備が唱えられる理由がここにあるのである。市町村道整備の立遅れは総延長が87万kmと膨大があり、その急速な整備が物理的に不可能であることにもよるが、市町村財政の貧困および市町村の技術者不足が、整備の促進に制動を与えたこと、また従来の道路整備の主眼が、市町村道より上位の国道・都道府県道に置かれていたことなど、種々の要因が相乗して、今日の市町村道の実態をもたらしたと考えられる。

2. 市町村道整備の方針

市町村道の整備を促進するためには、市町村道のもう一つ特殊性、その背景について十分考察することが必要で

* 建設省道路局地方道課長
前 市町村道室長

あり、単に道路投資の比重を市町村道に傾斜するだけでは不十分である。特に膨大な市町村道整備を今後積極的に推進するためには、まず整備の基本方針を明確にすることが肝要であり、建設省では道路整備の長期計画、昭和48年度を当年度とする第7次道路整備5カ年計画を策定するにあたり、次のような方針を打ち出している。

87万kmの市町村道を幹線的な市町村道(1・2級市町村道)約23万kmと都市および集落内の足もと道路約30万kmおよび他の市町村道に3分類して、それぞれに適応した整備を促進することとする(表-2)。このうち幹線市町村道は各集落と学校・保育園・役場・郵便局・病院・警察署・消防署・農協・ショッピングセンターおよび都市的就業の場を結びつけるとともに、国道および都道府県道に連絡し、国道・都道府県道と一体となって地方幹線道路網を形成するものであり、地方生活圈整備計画にもとづき昭和60年度完成を目指し、その整備を一段と推進する。また、足もと道路は、地域の生活環境と密接な関連を有し、日常生活を営むうえで最も多く利用する道路であるため、舗装を中心とした整備を急ぐ必要がある。

市町村道整備は、従来より市町村の単独事業によりその多くが実施されてきており、今後、国が積極的に整備の促進をかかるとしても、なお、その大半を市町村単独事業に委ねざるを得ないと考えられる。そのため、市町村道の整備を進めるにあたっては、国および地方自治体の分担関係を明確にしておくことが必要であり、第7次道路整備5カ年計画では、幹線市町村道の改良、橋梁を主体にその他高度の技術を要する橋梁、トンネル等の重要構造物を国および都道府県の指導のもとに国庫補助事業で実施し、幹線市町村道の舗装および局部的改良ならびに足もと道路のほぼすべての改良・舗装を地方単独事業で行なう計画としている。

3. 市町村道整備の実態

市町村道の国庫補助事業は、過疎地域対策緊急措置法・山村振興法・豪雪地帯対策特別措置法・離島振興法等特殊立法にもと

表-1 道路整備の現況 昭和48年3月31日現在

道 路 種 別	実 延 長	改 良 済		舗 装 济	
		延 長	率	延 長	率
高 速 自 動 車 国 道	1,214	1,214	100.0	1,214	100.0
都 市 高 速 道 路	189	189	100.0	189	100.0
首 都 高 速 道 路	108	108	100.0	108	100.0
阪 神 高 速 道 路	81	81	100.0	81	100.0
一 般 道 路	32,877	28,225	85.9	29,722	90.4
元 二 級 国 道	12,315	12,285	99.8	12,269	99.6
元 二 級 国 道	20,561	15,940	77.5	17,453	84.9
都 道 府 県 道	127,789	64,951	50.8	73,800	60.9
主 地 地 方 道	38,509	26,202	68.0	27,713	72.0
一 般 都 道 府 県 道	89,281	38,749	43.4	46,087	51.6
国・都道府県道	160,666	93,175	58.0	103,521	64.4
市 町 村 道	887,831	162,357	18.3	160,048	18.0
合 計	1,048,497	255,532	24.4	263,569	25.1

表-2 幹線市町村道の選定基準

「1級市町村道」

- (1) 都市計画決定された幹線街路
- (2) 主要集落(戸数50戸以上)とこれと密接な関係にある主要集落とを連絡する道路
- (3) 主要集落と主要交通流通施設(港湾、飛行場、日本国有鉄道地方鉄道もしくは軌道の停車場もしくは停留場、卸売市場、その他流通業務のために必要な施設)、主要公益的施設(主要な教育施設、医療施設、官公庁施設、購売施設、地域における共同の福祉または利便のために必要な施設)または主要な生産施設(共同選果場、共同集出荷貯蔵施設、木材集荷場等の施設)とを連絡する道路
- (4) 主要交通流通施設、主要公益的施設、主要な生産施設または主要な観光地相互において密接な関係を有するものとを連絡する道路
- (5) 主要集落、主要交通流通施設、主要公益的施設、主要な生産施設または主要な観光地と密接な関係にある一般国道、都道府県道または1級市町村道を連絡する道路
- (6) 大都市および地方の開発または整備のために必要な道路

「2級市町村道」

- (1) 都市計画決定された補助幹線街路
- (2) 集落(戸数25戸以上)相互を連絡する道路
- (3) 集落と主要交通流通施設、主要公益的施設もしくは主要な生産の場を結ぶ道路
- (4) 集落とこれに密接な関係にある国道、都道府県道または1級市町村道とを連絡する道路
- (5) 大都市および地方の開発または整備のために必要な道路

べき整備を必要とする路線をはじめ、国の施策に関連し地域の生活基礎として重要な路線について積極的に実施されている。たとえば農山村地域の唯一の公共交通機関であるバスは、近年、賃金の上昇と利用者数の低下により経営の悪化がいちじるしく、かつ道路整備の立遅れにより、運行の安全性が確保できない、ワンマン化、スピードアップができない、などの理由から廃止の気運がいたるところから起きている。バス輸送をすべてマイカーに転換させることは不可能であり、このためには総合的な施策を講ずる必要があるが、道路については、少なくともバスが安全かつ快適に走行できるよう早急に整備をはかることが要請されている。

また、教育の機会均等と質の向上を目指して、小・中学校の統廃合が文部省の指導のもとに行なわれているが遠距離通学を容易ならしめるため、スクールバスを運行させることになり、その運行ルートの整備が学校統廃合の実現のための不可欠な条件となっている。

この他河川改修事業・災害復旧事業等の公共事業に関する橋梁・道路・広域的な処理施設・住宅団地等の建設とともに必要となる道路については、国道や都道府県道と同様に国の施策として整備を促進している。

しかしながら、市町村道国庫補助事業の本格化の歴史は比較的浅く、その予算も小さく市町村道整備に対する根強い要請に十分応えるまでに至っていない。このため第7次道路整備5カ年計画では、旧計画に較べ3.14倍の5,000億円を市町村道国庫補助事業として計上し、市町村道整備に対する国の積極的な姿勢を明らかにしていく。

市町村の単独事業は、事業費からみると国庫補助事業の約10倍を実施しており、市町村道整備における単独事業のウエイトは非常に高い。しかしながら、単独事業費のほぼ27%は維持・補修費として市町村道の管理に使用されており、市町村道整備にあてる投資的事業費は全体の73%に過ぎない。その内訳は側溝の整備・人家連担部の舗装等、局所的な改築が主体となっており、抜本的な市町村道整備はきわめて少ないため、事業費のわりには投資の効果が顕著に現れてきていない。言うまでもなく、市町村の単独事業はその性格から総花的にならざるを得ない面もあり、一概にこれを否定するものではないが、市町村道整備を適切かつ効果的に進めるためには、市町村の単独事業についても、計画の段階より国および都道府県において十分な指導を行なっていく必要があろう。

4. 市町村道の舗装

市町村道の舗装は、年間約2万km実施されており、そのほとんど全てが市町村の単独事業で実施されている。今後もこの大勢に変化はないであろう。その理由は舗装が技術的に行政的に最も単独事業に適していると考えるからであり、決して国が舗装の必要性を評価しないわけではない。市町村道の中には大型車交通や通過交通がほとんどないような道路も多数あり、このような道路については、舗装こそが整備の主体になることが多く、舗装の効用は絶大なものがある。前述したように一口に市町村道といっても、その機能は多岐にわたっており、画一的な整備は不経済を招くだけであり、路線の性格、果たす役割に即応した整備が特に必要となっている。舗装についても、このような基本的な考え方に基づき、事業を進める必要があり、たとえば、都市部の幹線市町村道で国道・都道府県道の交通を一部分担し、これらの道路と同等あるいはそれ以上の交通を処理するものについては高級舗装を、大型車交通が少ない道路について簡易舗装で計画するなど、きめ細かい設計をするよう指導している。農山村地域の市町村道のなかには、行き止りの数十戸の集落を国道・都道府県道に導く道路も多くあり、このような道路については、簡易舗装よりさらに経済的な舗装で十分な耐久性を得ることも可能と考えられ、また改良が終って舗装を実施するまでの暫定措置をして、路面処理工を適切に実施するため、あるいは、単独事業でさかんに実施している防塵をさらに有効なものとするため、簡易舗装要綱で規定される舗装構造以下の路面処理工についても設計基準を明確にすることが数年前より強く要請されている。

こうした時に、日本アスファルト協会が、多数の専門家の参加を得、設計基準の問題について検討を重ねた結果、「砂利道の沥青路面処理指針」をまとめられたことは全く時宜をえたことであり、貴重な研究成果に対して敬意を表しているところである。

さらに協会は昭和48年度に建設技術研究補助金の交付を受けて、「砂利道の路面処理の設計および施工に関する研究」を行なったが、この研究において、全国83カ所の市町村道で路面処理工の試験施工が実施された。紙面の関係上、試験施工について詳細に記述することはできないが、いままでのところ、適切な個所を選定して路面処理工を実施すれば非常に有効であるとの結論を得ている。この問題については、さらに追跡調査を実施し、その結果を得なければ、最終的な結論を出すわけにはいかないと思われるが、これらの研究が、やがては市町村道の舗装の促進に結びつくものと確信している。

歴青路面処理の技術指針(案)

—その研究と成果—

茨木龍雄* 成田保三**

1. まえがき

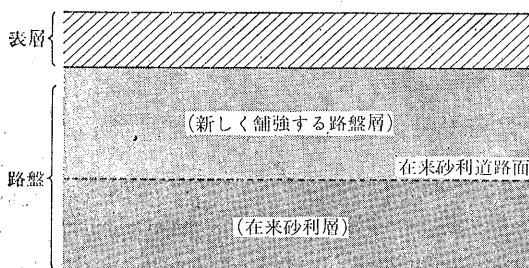
アスファルト舗装技術委員会・路面処理分科会では、47年度に「砂利道の歴青路面処理指針」(第2次案)を作成した。この概要については、協会誌アスファルト第16巻、第91号に掲載したとおりである。48年度には、建設技術研究補助金の交付を受けて、この指針案の妥当性を検討するための試験施工を分科会直営で3カ所、さらに建設省地方道課市町村道室の協力を得て全国市町村において約83カ所施工した。

前者の試験施工においては、主に施工性・材料・工種の優劣を調べ、後者の試験施工においては、試験施工個所の調査・設計・施工の実態についての報告を依頼し、これをパンチカードで集計した。また、同時に試験施工道路の路床ならびに砂利層から採取した試料の送付を受け、これらに対して簡単な室内試験を行なった。

本年度は試験施工の追跡調査を行なうとともに、年度のはじめに試験施工時のパンチカードによる実績ならびに路床土や在来砂利の室内試験の結果を照合して、指針の第2次案の一部改訂を行ない、改めて第3次案を作成した。

本稿は、歴青路面処理の基礎的概念と指針(2次案)の概要を総括するとともに、2次案が試験施工を通して3次案に改訂された経過を紹介しようとするものである。

図-1 本工法の構成



* 中央大学理工学部 助教授

** 建設省道路局地方道課舗装係長

2. 歴青路面処理の基礎的概念

本分科会が提案している歴青路面処理指針は、簡易舗装要綱による舗装を採用するには高価過ぎ、防塵処理では耐久性に乏しいような在来砂利道に対して、低廉な価格で、しかも簡単な方法によって施工でき、さらにある程度の耐久性も期待できるような歴青路面処理の技術基準を定めようとするものである。したがって、対象とする道路およびその構造等は次のように限定される。

2-1 対象となる道路

歴青路面処理の対象となる道路は、次のような条件をかね備えたものである。

- (1) 交通量が少なく、特に大型車が少ないこと。
- (2) 車道幅員がおおむね4m(全幅員5m)未満の道路であること。
- (3) 将来、オーバーレイによる段階施工が可能な道路であること。
- (4) 供用開始後、適切な維持管理ができること。

交通量は、おおむね300台以下で、うち大型車は60台/日・二方向未満であって、これ以上交通量の多い場合や、他の条件を満足しない個所に本施工を採用することは、必ずしも経済的でなく適切さを欠く場合が多い。

また、本工法の耐用年数は、通常の維持管理の状態で数カ年程度と見込まれるが、その性格上、供用開始後間もなくひびわれなどができる可能性がある。しかし、むしろその事後処理の時期・方法こそが問題であり、良好な路面を維持するためには路面の破損状況をよく観察し適切な維持工法を採用するか、あるいは交通量・地質等の条件から本工法が不適当とみられた場合には、その後の施工は他の要綱による舗装を採用するといい。

本工法を施工する道路の条件を満足しない個所とは、
(1) 近い将来開発計画等があり、交通量の増大が見込まれる場合。

(2) 人家連担部等で将来の掘削が難しい場合や、暫定的に実施する本工法に相当の費用を要し、手戻り事業費が大きいと予測される場合。

(3) 肉眼で観察しても路面のたわみが大きく、地質の

非常に悪い所。

また、積雪寒冷地においては、路盤厚さは凍結深さを考慮し、表層は必要に応じて摩耗層を施すとよい。

2-2 設計法と構造

本工法は図-1のように在来砂利層を路盤として有効に利用し、厚さ3cm以下の表層を設けるものである。

設計に当っては過去の経験を生かすか、または、路面状態・砂利層厚・路床土等を実際に視察評価して設計する。

この工法では、在来砂利層を路盤として有効に利用するのが原則であるが、支持力が不足する場合は砂利層上に路盤を上乗せして補強する。補強する路盤には、比較的安価な現地材料を有効に利用し、一般にクラッシャラソ工法、粒度調整工法などが用いられる。

表層には歴青浸透式工法、常温温合式工法あるいは加熱温合式工法を用いる。

2-3 排水

この工法は構造が簡単であり、また表層も薄いので直接または間接に水が破壊の原因になりやすい。したがって本工法の構造にあたっては、在来砂利道の地形など排水条件を十分に調査して、経済的な範囲で排水工を行なうようにしなければならない。

道路の排水は表面排水と地下排水とに分けられる。

(1) 表面排水

表面水は一般に路側に設けた側溝で処理する。一般に切土区間では路肩に接して設けるが、本工法ではできる限りL型や曲面型などの簡易な側溝とし、路面幅を広くとる構造とすることが望ましい。

盛土区間では、のり面が浸食されやすい高い盛土の路肩や盛土のり尻に設けることがある。

(2) 地下排水

切土区間および片切、片盛区間の切土側には、できる限り地下排水溝を設けておくとよい。

本工法の地下排水は、L型側溝の下に切込碎石などを50cm程度敷き込み基礎と兼用させるとよい。浸透水が多くあると思われる場合は、穴あき硬質塩化ビニールパイプなどを用いた地下排水溝にする。

なお地下排水の流末は円滑に排水できるように考慮する必要がある。

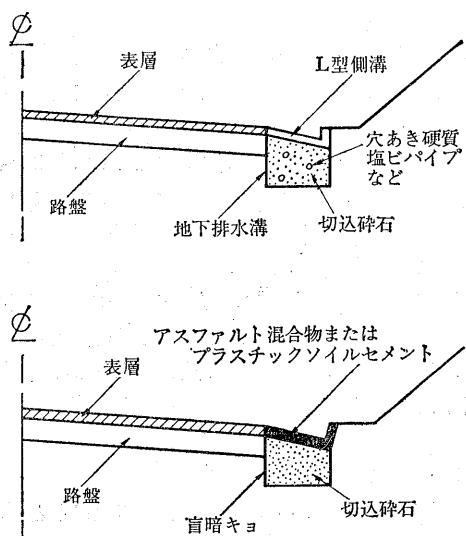
(3) 排水溝の例

排水溝の例を、図-2に示す。

3. 指針(2次案)の概要

本工法では、設計はC B R法によらず視察評価によっ

図-2 排水溝の例



て行なう。これは路床土・在来砂利層・路面および路盤の振動などについて以下に示す視察調査を行ない、それにもとづいて、路床・砂利層の支持力を総合的に評価し断面を決定するものである。

3-1 調査

(1) 路床土の評価

砂利層を一部取り除いて、路床土を取り出し、肉眼による観察、手指による感触、簡単なふるい分けなどによって、路床土の性質を判断し、A：砂質土、B：シルト質土、C：粘土質土の3種に分類する。

(2) 砂利層厚の測定

砂利層を100m間隔程度にスコップ、ツルハシ等で掘り起して実測し、極端な値を除いて最小値を砂利層の厚さとする。ただし、砂利層に多大の粘土質が混入し、粗骨材率が50%に満たない不良なものは砂利層とみなさない。

砂利層の良・不良は実際にふるい分けによって判断するのが望ましく、2.5mmふるい通過率50%以上、または0.074mmふるい通過率20%以上であるものは、砂利層とみなさない。

(3) 路面の視察評価

路面にどの程度凹凸があるか、また、うんで軟弱になっているかを視察評価する。

(4) 大型による振動の程度

大型車が通った時の路面の振動の程度を視察する。

(5) 排水条件

道路をとりまく環境を十分に調査する。たとえば水田地帯や山かけの道路は排水条件が悪く、路床の支持力が

小さいことが予想される。

(6) 交通量調査

とくに大型車交通量を調査する。12時間上下二方向の大型車交通量を測定し、その値を1.2倍して大型車交通量とすることが望ましいが、10時から11時までの1時間の大型車交通量の値を14倍して交通量としてもよい。また地域の住民に聞いて大型交通量を推定してもよい。

3-2 総合評価

以上の視察調査の結果に基づいて、路床・砂利層の支持力を総合的に評価し、表-1に示す総合評価分類表によってA, B, Cに分類する。特に路床土の性質、在来砂利層厚は重視する。

3-3 設計の方法

施工する箇所にあてはまる過去の設計例にもとづいてもよいが、経験によらぬ場合は、総合評価の方法に従って3段階に分類した結果によって設計する。

なお、凍結深さを考慮に入れる必要がある。また、交通量が多い場合は他の要綱に従うのが望ましい。

表層・路盤の構成・工法は経済性・耐久性・施工性等

を比較検討して最適なものを選ぶ。

(1) 厚さの決定

舗装厚は過去の経験によるか、総合評価による3段階の分類により、表-2に示す範囲内で、その厚さを決定する。

(2) 各層の工法と厚さ

在来砂利層の上に、補足材料を加えて路盤とし、表層をおく場合の各層の厚さは次のものを標準とする。

表層	浸透式、常温混合式、加熱混合式	3 cm以下
補足した路盤厚	歴青安定処理	5~10cm
切込碎石	5~25cm	
粒度調整	5~12cm	
セメントまたは石灰安定処理	10~12cm	

4. 本分科会直営による試験施工

第2次案による試験施工は、分科会が直接行なったものと全国の市町村に依頼したものとにわけられるが、ここでは、分科会が直接行なった試験施工について、分科会での討論内容、問題点等を含めて紹介することにする。

表-1 総合評価分類表

調査項目	分類			(例)		
	A	B	C	例1	例2	例3
路床土の評価	砂質土	シルト質土	粘土質土	C	B	C
在来砂利層厚	21cm以下	11~20cm	10cm以下	B	C	B
路面の視察評価	良 い	少し凹凸 がある	凹凸がかなりあり部分的に うで軟弱化している	C	B	A
大型車による振動程度	感じない	少し感じる	相当感じる	B	C	B
総合評価				C	B	B

注1) 各調査項目の評価が一致しない場合がある。(例1)の場合、在来砂利層厚はBであるが、路床土と路面状態が悪くCであるため、総合評価はCになる。逆に(例2)では砂利層厚は不足しているが、総合評価はCランクに近いBランクになる。
注2) 排水条件が悪い場合は、総合評価を(例1)のような取り扱いにする。
注3) 大型車交通量が多い場合(数十台程度)も総合評価を(例1)のような取り扱いにする。

表-2 舗装厚の標準

総合評価	A	B		C	
		5cm以下 表層および不陸 (5cm以下) 整正のみ	5~15cm (10cm以下)	15~25cm (10~20cm)	
注) () 内の数字はスタビライザにより在来砂利層に補足材料を加えて安定処理する場合の在来砂利路面の舗装厚					
注1) 路床土および在来砂利層の含水比が高い場合は、周囲の水位を検討し、盛土をするか、または排水設備を造るなどして適切な処置をとることが必要である。					
注2) 大型車が1日2方向で60台以上通ることが将来予想される場合は、設計例に基づいて標準舗装厚より20~30%割増しするか、簡易舗装要綱に基づいて設計する。					
注3) 積雪寒冷地で凍結深さを考慮して舗装厚を決める場合は過去の経験によって決めるが、凍上防止のために置き換えを行なう場合の一般的な最小置換厚は 北海道 50cm 東北、北陸、その他山岳地帯 40cm が必要である。					
注4) 表層に地形上、アスファルト舗装は不適当と思われる場合には、10cm程度の薄いセメントコンクリートで舗装することもある。					

4-1. 路線の選定に当って

この試験は、分科会が直接、設計・施工を行なって、各種断面の良否、施工性を検討しようとしたものである。この試験施工では、最初の路線選定から分科会で二つの意見が対立した。すなわち、試験施工後の経過を短期間にみるため、指針案が対象とする道路よりもはるかに交通量の多い道路を選定しようとする意見と、指針案に忠実にしたがって選定した方が実際的であるとする意見の対立であった。分科会で討論を重ねた結果後者は全国の試験施工で行なえるからということで前者の意見が採択され、本来対象とする道路よりもかなり大型車交通量の多い次の路線が選ばれた。

総合評価A……

大宮市道4629号線（図-3）

総合評価B……千葉県道加茂・

長南線（図-4）

総合評価C……

大宮市道820号線（図-5）

東京近辺の場所に限られたのは、分科会が直接、施工状況を観察したり、追跡調査を行なうのに便利なためである。

4-2 施工に当って

施工を委嘱する会社については、地元業者という声もあったが、工事計画や進行状況を詳しく報告してもらう都合上、分科会委員会社が担当することになった。

次に問題になったのは、工種の選定である。3路線とも500m程度の延長であり、本来ならば1つの工種で施工してしまうところであるが、工種や材料の優劣を比較したいという試験の目的から、一工種60m～100mの短距離で区分された。これは、施工能率から言っても、経済的にみても不利ではあったが、そのために、ほとんどすべての工種を各路線に取り込むことができた。

施工は、ほとんど問題なくスムースに行なわれたが、これは担当会社が、この種の施工に経験が深く、また熟達した技術者がいたためと思われる。「施工が上手すぎて凹凸が起らず優劣の判定がしにくい」と悪口（？）を

図-3 大宮市道4629号線 設計断面図

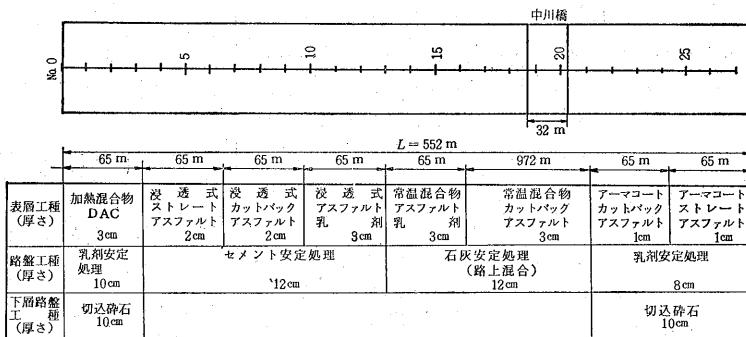


図-4 千葉県道加茂～長南線 設計断面図

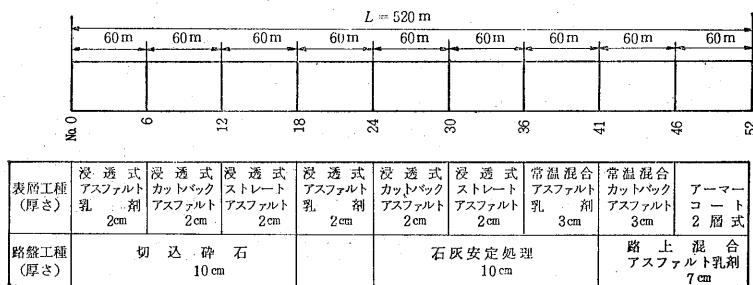
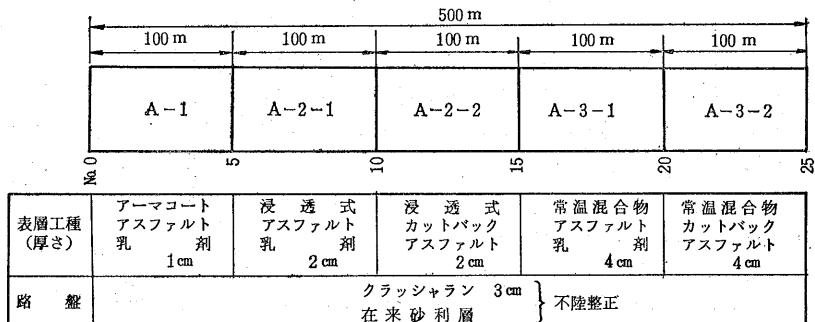


図-5 大宮市道820号線 設計断面図



言われたぐらいであるから、後に述べる全国的な試験施工とは事情を異にする。ただ、浸透式におけるストレートアスファルトの散布は若干問題があった。施工温度が170°Cということから人力散布には危険がともない、かと言つて適当な散布機械も常備されていないというのが現状のようである。今後の研究課題であろう。

4-3 追跡調査から

施工完了後は数回にわたって、分科会委員が直接追跡調査を行なった。指針で対象としている大型車交通量の約30台/日に換算すれば累積交通量からみて3年以上経過したことになるが、打ち換え、オーバーレイ等を必要とするところはほとんどない。なお、試験施工区間は、

十分注意して選定したのであるが、路線延長上に下水工事、橋梁工事等が行なわれ、交通が數十日中断されるというようなこともあった。しかし、試験施工としては満足すべき結果が得られたといつてよからう。

大宮市道 820号線で施工完了後に、路肩から外側に盛土の工事があった。このため試験施工区間に大きなクラックが入ったが、これは、盛土の沈下に路体が引張り込まれたためと考えられる。大宮市道4629号線では路側部分に凍上現象が起った。今回の試験施工については、凍上に関しては全く考慮しなかったが、寒冷地でなくとも注意すべき点として参考になった。この路側部分は在来砂利層が全然なかったため、不陸整正用補充材 3cm のほかに切込碎石を 5~10cm 投入してあった。従来より砂利道として使用されていた幅員内では、砂利層の厚さが路側の碎石層とほとんど変わらないにもかかわらず凍上は起っていない。この原因は次のように考えられる。

- (1) 碎石層のすぐ下が粘土質の路床土であること。
- (2) 路側では、日中ほとんど日陰になっていて、その路床土の含水比がかなり高いこと。
- (3) 碎石を補充しても支持力が少ないため、十分な締固めができなかったこと。
- (4) 施工年度が通常に比較して寒冷であったこと。(降雪 3 回)

このような条件が重なりあった場合、今後も路面処理程度の構造では、凍上のおこる可能性は充分に考えられる。なお、凍上の起った部分は春先きになつてもともどり、破壊には至らなかつた。たわみ性のある路面処理の特長とも言えよう。

5. 全国市町村における試験施工について

2 次案にもとづいて、全国約 80カ所、150 工区の試験施工を行なつた。また、施工個所のうち、50 工区から路床土、44 工区から在来砂利の送付を受けた。この目的は、指針案の妥当性を現場試験および室内試験で検討するとともに、路面処理に関する市町村の実態を知ることであった。試験施工を行なつた個所は、指針案の対象となる道路（たとえば大型車交通量 60 台/日未満）のはずであったが、比較的任意に選択されたため、基準外のものが 7% 程度あった。

試験施工個所の調査・設計・施工の実態はパンチカードで整理し、送付された路床土と在来砂利については、現場における視察評価と室内試験による評価の比較検討を行なつた。

なお室内試験には、ふるい試験、CBR 試験（4 日間水浸）および液性限界・塑性限界試験を行なつた。

これらの集積した資料は追跡調査のための基礎資料と

表-3 粒度による路床土の現場評価と室内評価の対比

		試料数	全試料に対する百分率 (%)	
現場評価と室内評価が一致した場合	(A)-A (B)-B (C)-C	10 28 7	56 22 14	20 12 14
現場評価が室内評価に比べ低い場合	(C)-A (C)-B (B)-A	6 15 5	30 8 10	12 8 10
現場評価が室内評価に比べ高い場合	(A)-B (A)-C (B)-C	1 7 6	14 0 12	2 0 12

A : 砂質土

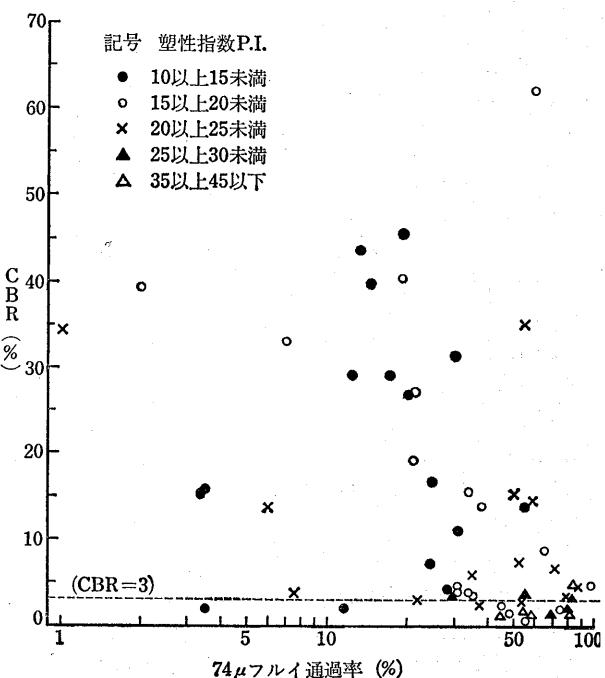
・試料総数 13県44カ所

B : シルト質土

・○印は現場評価を表わす。

C : 粘度質土

図-6 路床土の CBR (4 日間水侵)



して利用するものであるが、今回の指針案の改訂に直接関連した事項について以下に説明する。

5-1 路床土の評価

市町村施工現場で指針案に従つて行なつた評価と室内的ふるい試験による評価を比較すると、表-3 のようになる。

全試料のうち、評価が一致したものが 56%，一致しなかつたものが 44% である。また、後者の内訳は、A→C が 12%，A→B が 10%，B→C が 8%，C→B が 12% であり、視察と手指の感触だけで隣接した粒度を区分するのがむずかしいことを示している。とくに、B と C の区別

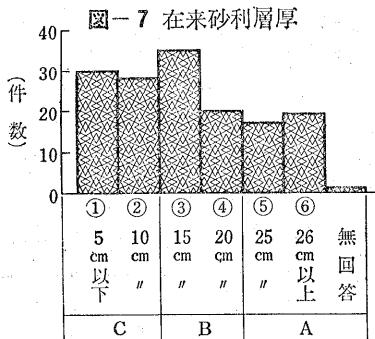


表-4 在來砂利層

試料 No.	74μ ふるい通過率 10%未満				修正 C B R	試料 No.	74μ ふるい通過量 10%以上				修正 C B R
	2.5mm 通過率 (%)	74μ 通過率 (%)	粗骨材 率 (%)	塑性指 数 P.I.			2.5mm 通過率 (%)	74μ 通過率 (%)	粗骨 材率 (%)	塑性指 数 P.I.	
1	20.0	8.5	360.8	—	58.0	12	46.0	22.4	94.9	—	18.0
2	37.0	9.3	144.5	—	60以上	13	44.0	10.7	87.9	—	60以上
3	26.0	10.0	234.4	—	〃	14	26.0	11.4	252.1	—	67.0
4	36.0	8.4	105.3	—	77.0	15	54.0	19.7	72.7	—	4.0
5	34.0	8.1	102.8	—	60以上	16	30.0	10.9	179.3	—	61.0
6	51.0	5.8	47.7	9.9	15.8	17	33.0	12.3	158.4	—	82.0
7	22.0	6.0	233.3	N.P.	27.1	18	22.0	25.0	301.6	—	60以上
8	39.0	4.0	96.1	21.5	21.0	19	34.0	13.0	156.4	N.P.	28.8
9	39.0	6.0	104.1	8.5	20.0	20	43.0	17.0	104.1	〃	36.0
10	26.0	2.0	185.7	N.P.	32.5	21	67.0	22.0	64.2	〃	27.5
11	34.0	9.0	132.6	4.2	15.0	22	59.0	17.0	44.9	4.2	26.3
						23	52.0	15.0	61.3	N.P.	63.1

図-8 路面の視察評価

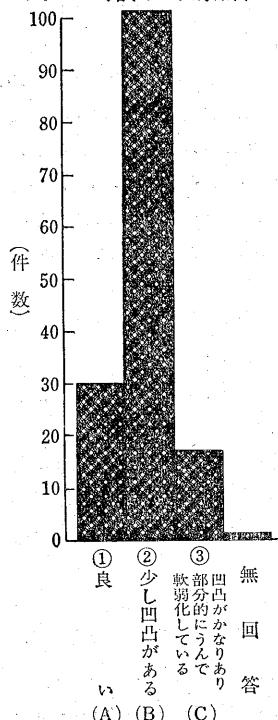


図-9 大型車による振動の程度

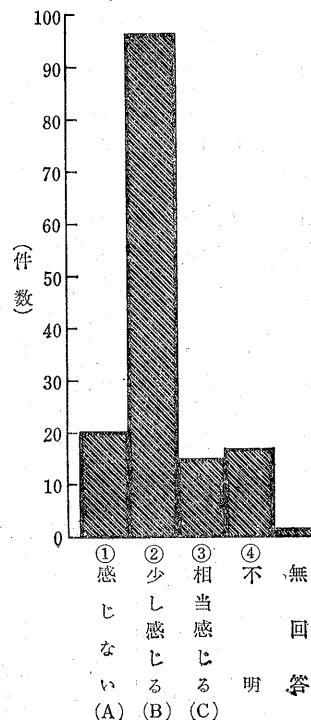
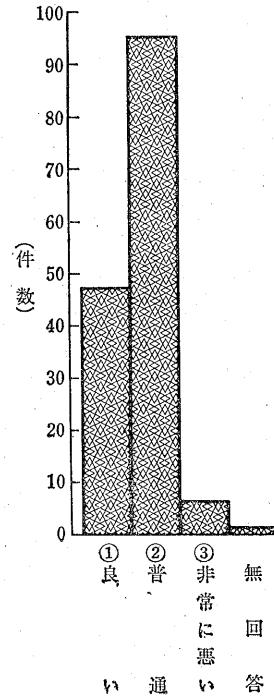


図-10 排水条件



にこの傾向が大きい。直営施工においても同じような傾向が認められた。

なお、室内試験による路床土の、74μ ふるい通過分の含有量と C B R (4日間水浸)との関係が、図-6 のよう得られた。

図から次のようなことが読みとれる。

- ① C B R が 3 以下の個所がかなりある。
- ② 一部の例外をのぞいて、一般に 74μ 以下の粒子の含有量が多いほど C B R が小さい。
- ③ 塑性指数 P.I. が 10 以上 15 未満の土でも C B R 3 以下の中にある。

- ④ 一般に P.I. が大きな土は C B R が小さい。
- ⑤ 74μ 以下の粒子

の含有量と P.I. は必ずしも比例しないが、一般に含有量が多くなると P.I. は大きくなる。

5-2 在来砂利層
市町村施工現場における在来砂利層厚について、図-7 に示すような報告を受けた。これらの砂利層の下部には路床土がかなりくい込んでいることが想像されるので、どの程度の細粒土が混入しているものを砂利層として取り扱っているのかを調べるために、送付された試料のふるい試験を行なった。

表-4 は、このふるい試験の結果である。なお、この表に掲載したものは 44 試料のうち修正 C B R を求めたものに限った。

この表において、指針（第2次案）の規格に不合格のものは次のとおりである。

- ① 粗骨材率が50%に満たないもの……2
- ② 2.5mmふるい通過率が50%以上のもの……5
- ③ 74μふるい通過率が20%以上のもの……2

また、簡易舗装要綱に定められている「下層路盤材料規格の修正C B R10以上」に対しては、修正C B R4.0のものが1試料だけで、全体的に在来砂利層の修正C B Rに大きな値を示している。

5—3 路面の視察評価

市町村施工現場における路面の視察評価によると、図-8に示すようにB評価のものが最も多い。この評価はあくまでも主観的な判断になるために、極端なものを除いて「普通」と評価されるのはやむを得ない。

5—4 大型車による振動の程度の評価

市町村施工現場における振動の程度の評価は、図-9に示すようにB評価のものが最も多い。また不明と答えた例が多いことから、主観的な判断がむずかしいことを表わしている。

5—5 排水条件

市町村施工現場は十分な改良工事が行なわれた後の道路のようであり、図-10にみられるように排水条件が非常に悪い個所は少数である。

5—6 大型車交通量

市町村施工現場における全交通量と大型車交通量の関係は、表-5に示すとおりである。本工法が大型車交通量60台/日未満の道路を対象としている点から見て、今回の全国市町村における試験施工現場の選択は、ほぼ満足すべきものであったと言える。

表-5 大型車交通量と全交通量の関係

大型車	(8)20 未満	(9)40 未満	(10)60 未満	(11)80 未満	(12)100 未満	(13)120 未満	(14)120 以上 無回答	計
① 150未満	69	20	4				1	94
② 300未満	25	14	3		1		1	44
③ 450未満				2			2	
④ 600未満					2	1		3
⑤ 750未満	2						2	
⑥ 1,000未満								
⑦ 1,000以上								
無回答	1	1					2	4
合計	97	35	7	2	3	1	4	149

5—7 総合評価

指針（第2次案）では、路床土の分類、在来砂利層厚路面の視察評価、大型車による振動の程度によって総合評価を判定することになっている。

前記のように、路面の視察評価、大型車による振動の程度は判断基準が明確でないために、ほとんどが「B—普通」と判断されている。したがって総合評価を決める判断の基礎は、路床土の分類と在来砂利層厚にゆだねられている。

実態調査の結果から、現場の判断基準は次のようになっていることが推定される。

総合評価の判断基準になる因子のプライオリティーは
①路床土の分類 ②在来砂利層厚 ③路面の視察評価
④大型車による振動の程度 の順である。

このうち、実質的には、①路床土の分類 ②在来砂利層厚によって決められる。また、この2つの因子の評価が一致しなかった場合は総合評価は安全側となる。つまり、路床土の分類A、在来砂利層厚Bの場合は総合評価はBとなる傾向が強い。

したがって、路床土の分類が砂質土で在来砂利層厚が21cm以上ない限り総合評価Aに判定される可能性は少なくなる。

このような理由もあって、全国市町村の試験施工現場における総合評価A・B・Cの割合は、A—13%，B—71%，C—16%となり、B評価が圧倒的に多い。

5—8 路面処理工の種類の選択

指針（第2次案）には13種類の断面設計例が用意されているが、このうち用いられる割合の高かったものは、A評価ではA—2（浸透式、混合式2.5cm不陸整正のみ）B評価ではB—1（シール、アーマーコート+路上混合7cm）、B—2（浸透式、混合式2.5～3cm+碎石10cm）、C評価ではC—2（浸透式、常温混合5cm+碎石10cm+砂利等10cm）である。

さらに用いられた工法では、表層では乳剤の浸透式またはアーマーコートが、路盤工では切込み碎石、または乳剤の混合式が圧倒的に多かった。

したがって、13種類の設計例のうち、実際に使用されたものは4～5種類で、しかも、限られた材料で施工される可能性が高い。

5—9 試験施工による成果のまとめ

指針（第2次案）に基づく試験施工から前記のような実態を知ることができた。こ

これらをまとめると次のようになる。

- ① 路床土の評価は隣接した粒度を区分することがむずかしく、とくにシルトと粘土の区分がむずかしい。
また、たとえシルトと粘土がまちがいなく区分できたとしても、それらの土の塑性と含水状態によっては支持力は逆転することがあるので、両者を同じグループ内に考えて含水（排水）状態によって区分する方がより効果的である。
- ② 在来砂利層厚の評価は比較的よく行なわれている。
また、砂利層の良・不良の判別は、粗骨材率が50%以上と2.5mmフルイ通過率が50%以下の2種類に限っても支障はない。
- ③ 路面の視察評価は、極端なものを除いて「普通」と評価されており、評価の項目としては優れたものであるとはいえない。
- ④ 大型車による振動の程度の評価はむずかしいために「普通」と評価されているものが多く、簡単に評価しきれない面がある。
- ⑤ 以上の調査項目が総合評価に反映する程度は、路床土の分類、在来砂利層厚、路面の視察評価、大型車による振動の程度の順である。
- ⑥ 路面処理工の種類の中で、選択された割合の高いものは、総合評価がA評価ではA-2、B評価ではB-1、B-2、C評価ではC-2の4種類である。

6. 指針案改訂の経過

以上の試験施工の結果から明らかのように、指針（2次案）にはかなりの問題点があった。そこで最も重要な構造設計を中心に改訂しようという気運が高まり、分科会で十数回にわたる討論の結果、今回の指針（3次案）が作成されたわけである。

2次案では前に述べた4項目のそれぞれについて評価し、総合評価は、それらの評価をさらににらみ合せて判定する方法があったため、かなり主観的な色彩が濃かった。3次案では4項目のうち、客観的な判断を下せると同時に重要度の大きい「路床土の評価」と「在来砂利層厚」を残し、「大型車交通量」を取り入れて3項目とした。そして、さらに画期的なのは、これら各項目に、それぞれ1:2:3の重みをつけ、総合評価が単純な加減算で出せるようにしたことである。この案に関しては、分科会で最も議論が沸とうし、最終案が決定されたときには、誰もが、もう口を開くのはたくさんだという状態であった。項目の選定、評価方式、重みのつけ方、それぞれ大きな問題であったが、最終的には、これはと思われる重みを一つ一つのケースにあてはめて計算してみるという、きわめて骨の折れる作業まで行なった。3次案

表-6 大型車交通量の評点

大型車交通量（1日2方向）	評点
10台未満（昼間1時間当たり0~1台）	+3
10以上~40台未満（　　"　　2~4台）	0
40台以上（　　"　　4~6台）	-3

表-7 在来砂利層厚の評点

在来砂利層厚(cm)	評点
25cm以上	+2
10以上~25cm未満	0
10cm未満	-2

に発表された方法は、分科会全員が妥当であろうと認めた判定法である。点数をつけるのに、-（マイナス）の符号を使うと、間違える人がいるのではないかという意見も出たが、「日本の教育レベルをもっと信頼しましょう」ということで大笑いに終った。

設計例は2次案の13種から8種にしばられた。そして工法の類似点がわかるようにA、B、C、Dにクラスわけしてある。以下、次節で3次案における構造設計の概要を紹介しよう。

7. 改訂指針（3次案）構造設計の概要

7-1 調査の方法と評価

構造を設計するにあたってはまず、(1)大型車交通量、(2)在来砂利層厚、(3)路床土の性質を調査し、指針にしたがって評価をする。それぞれの調査と評価の方法はつぎのとおりである。

(1) 大型車交通量

① 調査の方法

大型車交通量の調査は原則として終日とし、やむを得ない時は平日数時間とする。なお大型車とは大型トラック（頭番号1）、バス（頭番号2）、特殊自動車（頭番号8、9、0）をさし、交通量は二方向の合計とする。

② 評価

路面処理を行なう前の交通量から、処理後に予想される大型車交通量を推定し、表-6の区分にしたがって評価点を定める。

(2) 在来砂利層厚

① 測定の方法

砂利層厚を100m間隔程度にスコップ、ツルハシ等で掘り起して実測し、極端な値を除いて最小値を砂利層の厚さとする。ただし、砂利層に多量の粘土等が混入し、粗骨材率が50%に満たない不良なものは砂利層厚とみなさない。砂利層の良・不良は実際にふるい分けによつて

判断するのが望ましく、2.5mmふるい通過率50%以上であるものは砂利層とみなさない。

② 評価

在来砂利層厚を測定し、表-7の区分に従って評価点を定める。

(3) 路床土

① 調査の方法

砂利層を掘り起こしその下の路床土を取り出し、路床土の分類、路床土の含水状態の調査を行なう。

路床土の含水状態は天候と密接に関連しているので、調査は降雨直後などは避けるべきである。また、道路の隣接地が水田である場合等、まわりの状況から含水状態を考慮することも必要である。

② 評価

路床土を構成する粒子の大きさから、A：砂質土とB：シルト質土・粘土質土に分類し、さらにBについて含水状態によって再分し、表-8に従って評価点を定める。

7-2 総合評価点と分類

評価方法は、(1)～(3)のそれぞれの評価点を集計して総合評価点とし、この総合評価点によって、表-9のように分類する。

$$(総合評価点) = (大型車交通量の評点) + (在来砂別層厚の評点) + (路床土の評点)$$

表-8 路床土の評点

土の分類		含水状態		評点
良	(A)砂質土	大部分は肉眼でそれとわかる砂の粒子で構成され、水はけはきわめてよい。手とてにぎってもやがてくずれてしまう。まさ土、シラス、山砂、火山砂、花崗土等はこれにあたる。		+1
普通	(B)粘土質土 シルト質土	砂分が少なく、いわゆる粘土の割合が多い。手とてにぎれば自由に変形させることができる。	含水量が比較的少ない	0
不良		関東ローム、黒ボク等はこの典型的なものであるが、多くの土はこの分類に含まれる。	含水量が多い	-1

表-9 総合評価点による分類

分類	グループI	グループII	グループIII
総合評価点	+6～+3	+2～-2	-3～-6

表-10 処理厚の標準

分類	グループI	グループII	グループIII
在来砂利路面 上の処理厚 cm	5cm以下 表層および不 陸整正のみ (5cm以下)	6～15cm (10cm以下)	16～25cm (20cm以下)

(注) ()内の数字はスタビライザにより在来砂利層に補足材料を加えてその全部または一部を安定処理する場合の在来砂利路面上の処理。

(例) 大型車交通量 45台/日、在来砂別層厚 15cm、路床土が砂質土である砂利道の総合評価と分類を求める。

表-5～7により、大型交通量は-3、砂利層厚は0、路床土は+1という評点になる。
総合評価点はこれを代数和すればよい。

$$\text{総合評価点} = (-3) + 0 + 1 = -2$$

グループ別の分類は、表-9より、グループIIとなる。

7-3 設計の方法

試計の方法としては、過去の実施例に基づいてもよいが、経験によらない場合は、7-2に述べた分類に従って設計する。

なお、7-5に掲げる設計例はもっとも一般的なものであり、これらの設計例から適当なものを選択すれば簡便ある。

(注1) 路盤の幅は原則として表層幅より広くし、路盤の横断勾配は2～3%を標準とする。

(注2) 路床土および在来砂利層の含水比が高い場合は周囲の水位を検討し盛土をするか、または排水設備を造る等して適切な処置をとることが必要である。

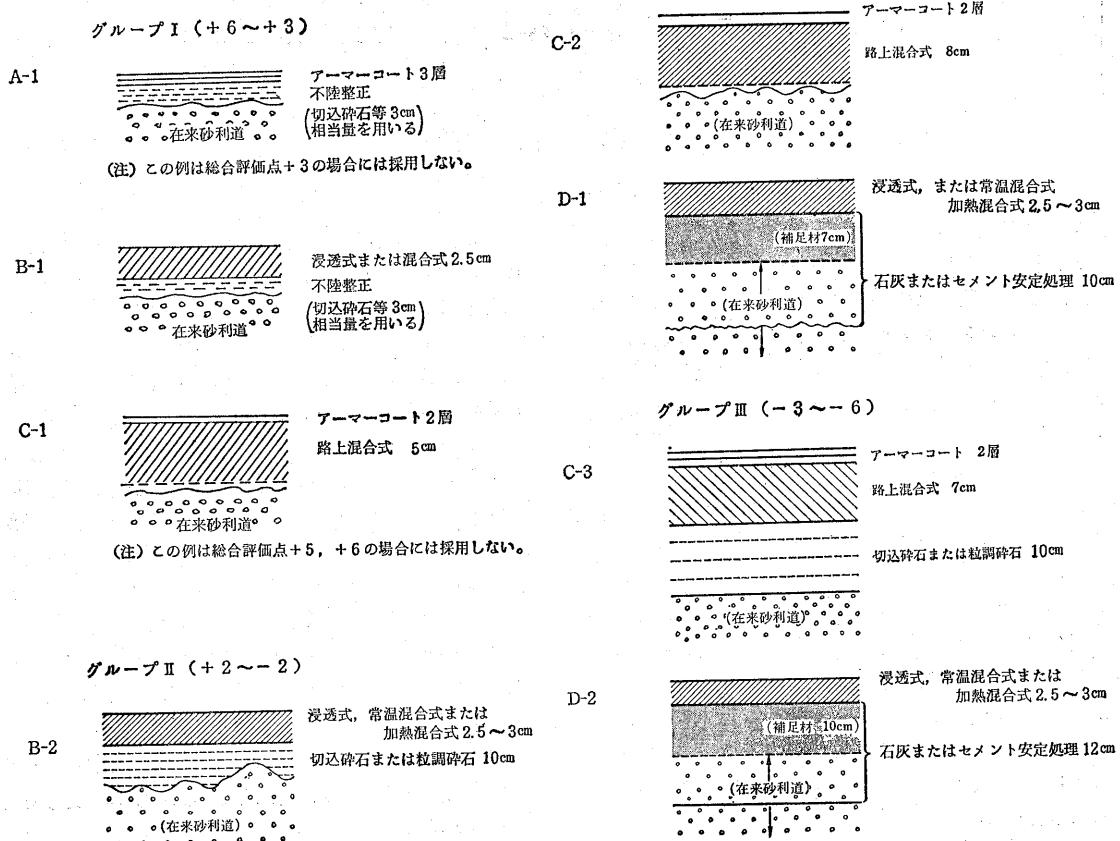
処理層の厚さは過去の経験によてもよいが、7-2の分類から、表-10の厚さを標準とする。

7-4 各層の工法と厚さ

各層の構成は経済性・施工性・耐久性を比較検討して決める。

在来砂利層の上に、補足材料を加えて路盤

図-11 歴青路面処理の設計例



とし、表層をおく場合の各層の厚さは次のものを標準とする。

表層……浸透式、常温混合式、加熱混合式… 3cm以下
補足した路盤厚……歴青安定処理… 5~10cm

切込砂石… 5~25cm

粒度調整… 5~12cm

セメントまたは石灰安定処理

… 10~12cm

混合式工法または浸透式工法を路盤として用いた場合は、表層をかねることができる。また歴青安定処理の上にシールコートまたはアーマーコートを施した工法としてもよい。

(注1) 積雪寒冷地ではタイヤチエーンによる摩耗を考慮し、表層厚を少なくとも 0.5cm 厚くしたり、アスファルト量を増やすなどの対策をほどこすことが望ましい。

7-5 設計例

図-11 に示す設計例は、本工法による最も一般的なものである。各グループ内での設計例の撰択にあたっては経済性、材料の入手状況などの現場の条件を考慮する。

なお、工種の分類は、A-1(アーマーコート 3層), B-1, B-2(浸透式または混合式で路盤と表層を兼ねる場合), C-1, C-2, C-3(路上混合式), D-1, D-2(石灰、セメント安定処理)である。

8. あとがき

以上、試験施工を経て指針(3次案)が作成された経過と構造設計の概要を紹介した。なお、試験施工区間は今後も追跡調査を続け、将来、さらに改訂する場合の基礎資料とする考えである。

3次案作成までには、できるかぎりのデータと知識を集めたつもりだが、それでもなお、不満の点がいろいろあるかと思う。実際に歴青路面処理の設計、施工にたずさわっている方々のご意見をいただければ幸いである。

道路工学からみた歴青路面処理

阿 部 順 政 *

1. はじめに

わが国の道路延長は約 105万kmであるが、これらの舗装は、高級舗装のための『アスファルト舗装要綱』および、『セメントコンクリート舗装要綱』とそれ以下の道路を対象とする『簡易舗装要綱』によって行なわれてきた。現在、一般国道の舗装率は90%を超え、都道府県道も60%を超えており、これら主要道路の舗装に関しては一段落した感がある。そして次の方向として70万kmにおよぶ未舗装の市町村道に関係者の注意が大きく向け始められてきているわけである。

このような背景のもとで、今回、日本アスファルト協会から、市町村道を対象とした『砂利道の歴青路面処理指針(3次案)』が発表されたが、これは、わが国の道路現況を適確にとらえた非常に意義のある研究と言ってよからう。しかし、指針案は画期的なものだけに、内容的には種々の問題を含んでいるように思われる。ここではこれらの問題を含めて、指針案を工学的な立場から考察してみよう。

2. 路面処理の性格について

道路の本来の機能は「輸送」にある。この点、鉄道と本質的に変るところはない。すなわち、道路は鉄道と共に、陸上交通の用に供せられる施設である。高速道路は新幹線に代表される高速鉄道と同格であるし、一般国道は国鉄の主要幹線に対比され、都道府県道はローカル線と同じ性格を有する。道路と鉄道は輸送という目的は同じであるが、その形態は異なる。すなわち、前者は、2地点を連続した線でつなぎ、後者は点線でつなぐ交通手段であると言えよう。言い換えれば、道路は、2地点間の任意の位置と連絡できるが、鉄道は駅という特定の点を通じてのみ輸送の目的を達するわけである。点のまわりの交通手段は道路に委ねられ、それを担当するのが指針案の対象とする市町村道である。これは、言わば末端の道路であるため、輸送という目的と同時に地域の生活環境としての意味が濃くなる。つまり、住民の日常生活と密接に結びついた道路であるため、指針案による路面

処理は、技術的問題は別として住民の希望と合致したものでなければならないはずである。この点から路面処理を考えてみると多少問題が残るようである。例えば路面処理の中心となるのは浸透式工法であろうが、これは、出来あがった外観が加熱混合物によるものとはかなり異なる。表面にまくチップのため、最初は砂利道を不陸整正しただけのように見え、加熱に比べればかなり見劣りがする。また、自転車、自動二輪車にとって多少不満のある道路となろう。もとの砂利道から思えば、はるかに良くなっているはずであるが、加熱による舗装を見慣れた地域住民が素直に路面処理を受け入れるかどうかは若干疑問が残るのである。経済的に見ても耐久性からいっても浸透式は優秀な路面処理工法であるが、この例に限らず、路面処理を地域住民が積極的に支持するような配慮をすることは指針案の義務であろう。また、路面処理の性格上、支持が得られないとすれば、対象とする道路を人家連担部を避けた山間部等に限定する必要もでてくることになる。

3. 耐久性について

指針案は、簡易舗装要綱と防塵処理の中間に相当する道路を対象としている。耐用年数は2~4年を目途としているが、他の要綱による舗装と異なり、供用開始直後からの適切な維持管理を条件としている。路面処理の性格上、やむを得ない措置ではあるが、管理者である市町村がそれだけの維持管理ができる体制にあるかということは大きな問題であろう。それに加えて、耐用年数が、他の要綱に比べてかなり短いことは、前項の住民感情を考慮すると市町村が採用するにはかなり、迷いが生じると考えられる。これは、経費の節減、簡単な工法を目的とした路面処理のやむを得ない姿であるが、それによって交通量の少ない道路の機能は十分果せるのであるからこの点、指針案の主旨を徹底させる必要がある。すなわち、指針案の是非とは別に、路面処理の特徴と役割を、関係者にどの程度理解してもらえるかによって、指針案の効果が大きく左右されるであろうと考えられる。さらにつき加えれば、簡易舗装と防塵処理のギャップを埋めつくすには、耐久性、対象とする交通量(大型車60台

* 日本大学理工学部 講師

/日未満), 工法等からみて, かなり無理があると思われる。今後の研究課題と言えよう。

4. 構造設計について

工学において, 理論と経験は車の両輪に相当し, 両者が相伴って技術の発展に貢献する。一般に, 経験が先行し, 理論が後を追いかける場合が多い。アスファルト舗装要綱では, 両者が巧妙に組みあわされた方法, つまり路床土の支持力 (C B R) と輪荷重の概念から舗装構造を設計することになっている。本指針案は, 経験を主体とした構造設計法であり, さらに, 利用者に舗装や路面処理の経験技術がなくとも, 簡単な測定により構造を設計できるという非常に特異なものである。これは, 技術者の少ない市町村を対象としているためであろう。このような設計法においては, 一般に安全側の設計になることが多い。つまり利用者に多少の測定ミスがあっても安全なように設計法を決める段階で調整するからである。この点, 過大設計になるおそれはあるが, 指針案は安心して使用できるものと判断してよかろう。

構造設計は, 大型車交通量, 在来砂利層, 路床土に 3, 2, 1 の重みをつけて, 総合評価点を算出し, その点数によって設計例から断面を選択するという非常に簡便な方法をとっている。これは, 高度な技術的判断と経験を総合して考えだされた設計法であろうが, 大型車交通量について多少問題があるように思われる。アスファルト舗装は, 本来路面にかかる荷重を分散して路床に伝える役割を持つため, 路床の支持力と輪荷重が設計の 2 大要素となる。指針案の設計法もこの考え方方に立ち, 輪荷重として大型車交通量, 路盤以下の支持力として, 砂利層厚と路床土の性質をとり入れているわけである。しかし, 舗装の設計における輪荷重とは単に何トンの車が通るということではなく, 累積交通量から逆算した設計輪荷重という概念に基づいている。つまり, クリ返し載荷を非常に重視しているわけである。指針案の対象とする道路は昼間一時間あたり大型車交通量が 0~6 台程度のものであり, 数十台~数百台/時間も通るアスファルト舗装の設計輪荷重とは本質的に異っているのではなかろうか。つまり, 交通荷重が破壊の一原因になることは言うまでもないが, 路面処理の場合, それ以上に施工の良

否, 周囲の環境等が破壊の原因になり得る可能性もあるということである。また, 舗装や路面処理においては, 交通量があまりにも少ないと自然転圧が進まずかえって早期に破壊することも衆知の事実である。このような観点から, 今後の追跡調査を期待したい。

5. 施工について

路面処理の施工は, 『簡便な方法による』とされているが, 代表的な工法としては, 表層で浸透式工法, 常温混合式工法, 路盤で路上混合式工法があげられる。これらの工法は, 加熱混合式工法に比較して大がかりな施設を必要としないため, これまで簡便な方法とされてきたが, 加熱プラントが全国的に普及した現在では必ずしも簡便とは言い難い面がある。それは, 浸透式におけるペインダーの散布技術者および路上混合式のスタビライザーに代表されるように, 路面処理工の技術者と施工機械が少ないと原因している。大手の施工業者にはこのような問題はないと思うが, 路面処理は地方道を対象としているため, 地元業者の施工するケースが非常に多いと考えられる。路面処理を普及させるには, これらの現場技術者の啓蒙と養成も不可欠の条件となろう。

一方, プラントの少ない寒冷地にこれらの工法が利用できれば, 非常に便利であろうと考えられる。路面処理はたわみ性に富んでいるため, 凍上に対して有利なことも考えられるが, 指針案で詳しくふれられていないのはわが国における経験が少ないためであろう。今後の実績から, 凍上のある所でも施工可能ということが実証されれば路面処理の適用範囲はさらに広がることと思われる。

5. あとがき

以上, 大学で道路工学を担当しているものの立場から瀝青路面処理を考察してみた。本質的な問題点を中心としたため細部にわたれず, またかなり批判的になってしまったかと思うが, これは決して指針案に対する非難ではなく, より一層の充実をはかってほしいがためである。今後, さらに研究を重ねられ, 正式の指針または要綱として登場する日を期待してペンを置くことにする。

秋田県における歴青路面処理の試験施工

昨年6月に行なわれた『全国市町村道担当者会議』において示された「砂利道の歴青路面処理指針」（2次案）にもとづいて、建設省市町村道室と打合せを行ない、3路線の計画表（表-1）を作成して、試験施工を実施することにした。

以下、計画から実施、その後の経過を述べる。

秋田県道路課
市町村道係

1. 調査の概要

調査に先立ちます問題となったことは、対象となる道路の条件に該当する路線は、山振路線以外に見当らず、しかも該当箇所では特改四種以上の舗装を希望しており、やむを得ず、交通量300台/日未満、重交通量60台/日未満、幅員は、4.0~5.5m、その他の条件についてはおおむね満足する範囲内で当初の計画と若干相違したが、計画表（表-2）が出来あがった。

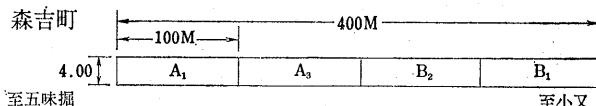
その他に問題となったことは、

- 耐用年数として、何カ年期待出来るか。
- 積雪寒冷地における除雪による路面の破損と、タイヤ摩耗による損傷後、維持補修をどうするか。

この2点については、結論を得ないまま不安であったが、ともかく試験施工であるから、結果の良し悪しはケ

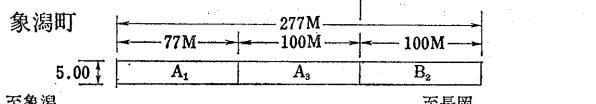
表-2 歴青路面処理計画表

県名	市町村名	生活圈名	路線名	土質	総合評価
秋田	森吉町	米代川	②小又五味線	礫交リシルト	B
"	象潟町	秋田臨海	③象潟長岡線	砂質土	A
"	協和町	雄物川	④淀川杉山田線	礫交リシルト	A



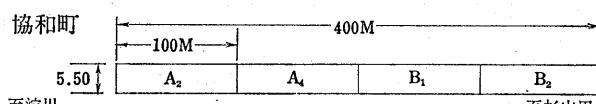
至五味掘 至小又

表層工種	アート(3層)	浸透式(4cm)	浸透式(3cm)	路上混合式cm +シールコート
表層材料	タヌトバルド	タヌトバルド	アスフルト乳剤	アスフルト乳剤
上部補強工種	不陸整正(3cm)	不陸整正のみ	切込碎石(5cm)	切込碎石(7cm)
路盤材料	切込碎石(在来)	切込碎石(在来)	切込碎石(在来)	切込碎石(在来)



至象潟 至長岡

表層工種	アート(3層)	浸透式(4cm)	浸透式(3cm)	
表層材料	タヌトバルド	タヌトバルド	アスフルト乳剤	アスフルト乳剤
上部補強工種	不陸整正(5cm)	—	不陸整正のみ	
路盤材料	切込碎石(35cm)	切込碎石(35cm)	切込碎石(35cm)	



至淀川 至杉山田

表層工種	浸透式(2.5cm)	路上混合式土アーマー コート2mm(5cm)	路上混合式+シールコート(7cm)	浸透式(3cm)
表層材料	タヌトバルド	タヌトバルド	アスフルト乳剤	アスフルト乳剤
上部補強工種	切込碎石(25cm)	—	—	—
路盤材料	切込碎石(35cm)	切込碎石(35cm)	切込碎石(33cm)	切込碎石(37cm)

ースパイケースで考えることにして、現地調査と平行して関係町村の協力を得て実施したが、予定よりはるかに遅れてしまった。

調査の方法は、指針（2次案）により路面・砂利層・路床土・路盤の振動等について観察調査を行なった結果総合評価分類表は、表-3のとおりであった。

設計の方法は、指針（2次案）の総合評価分類表を参考に、図-1に示す6工種を採用した。

なお、材料使用量は、指針（2次案）と県内で実施した実例を参考にして、標準歩掛りにより作成した。

表-1 砂利道の歴青路面処理施工計画表

県名	市町村名	補助、単独の別	路線名	気象	土質	幅員	延長	工種				備考
秋田	森吉町	単独	(2)小又五味線	凍結指数230 凍結深48.6cm	礫交リシルト	m 4.0	m 400	A ₁	A ₃	B ₂	B ₁	米代川生活圈
"	象潟町	"	(1)象潟長岡線	" 203 45.6	砂質土	4.0	300	A ₁	A ₄	B ₂		秋田臨海"
"	協和町	補助	(1)淀川杉山田線	" 284 53.9	礫交リシルト	4.0	400	A ₂	A ₄	B ₁	B ₂	雄物川"

また路盤は、森吉町と象潟町は改良箇所であり、在来路盤砂利層（切込碎石25~35cm）を利用、協和町は県代行の改良事業で施工中であったのを（路盤厚40cm）路面処理と同時施工で実施出来たので、比較的安価な工費（表-4）でもって施工することが出来た。

なお実施期間は、3路線共同業者により10月中に完了した。

試験施工後1カ月余りで、県内は記録的な豪雪に見舞われ、積雪量が多く3カ月後の追跡調査は不可能であった。

図-1 各種断面と材料使用量

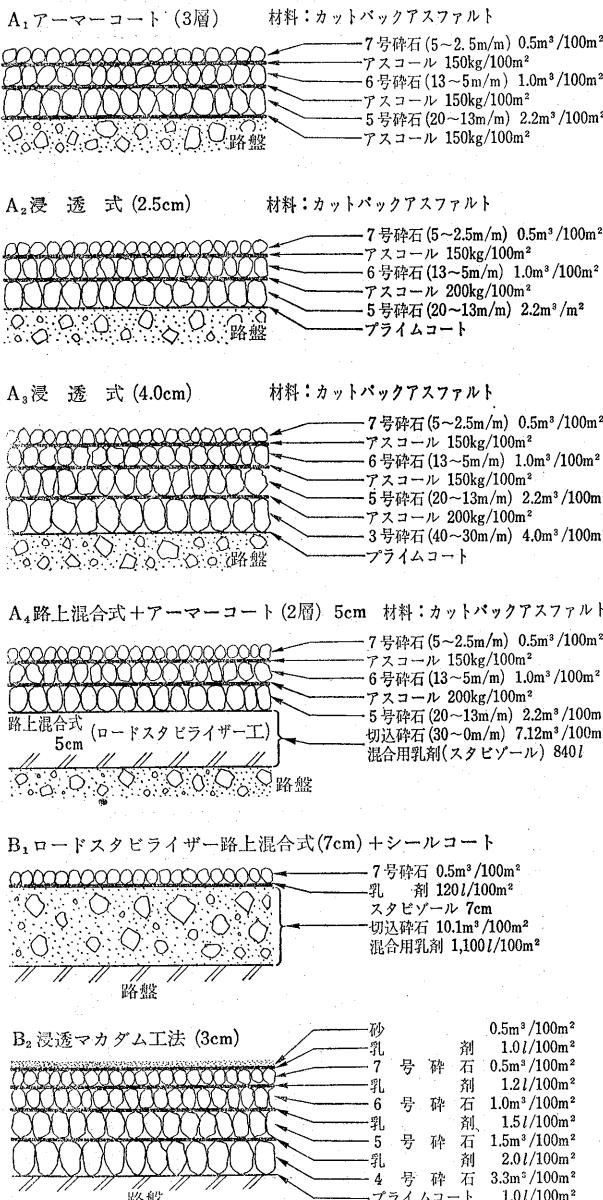


表-3 総合評価分類表

調査項目	森吉町	象潟町	協和町
路床土の評価	B	A	B
在来砂利層厚	A	A	A
路面の視察評価	B	B	A
大型車による振動程度	B	B	B
総合評価	B	A	A

表-4 工種別工事費 (単位 円/m²)

工種	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	B ₁	B ₂
市町村名						
森吉町	286	—	417	—	518	322
象潟町	493	—	597	—	—	478
協和町	—	299	—	610	559	345

注 象潟町は補充材(5m³/100m²)を含む

表-5 ひびわれポットホール表 (単位%)

市町村名	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	B ₁	B ₂
森吉町	0.1	—	0	—	21.0	22.4
象潟町	0	—	0	—	—	0
協和町	—	0.9	—	0.4	2.7	3.6

その後、除雪での破損等が気になっていたが、消雪後状況調査を実施した時は、試験箇所と未試験箇所との差は歴然としており安堵した。

6カ月後に行なった追跡調査での、ひびわれ、ポットホール率は表-5のとおりであった。

2. 調査結果

3路線をそれぞれの工種にもとづいて試験施工を実施したわけであるが、全体的にみればスタビによる路上混合処理関係の工法が施工も容易であり、浸透式に比べて良い結果が得られた。浸透式については施工厚が薄いためか、施工に手間がかかる割には結果があまりおもわしくなかった。また施工時期が10月であったせいか、カットバックアスファルト系の材料を使用した箇所が、乳剤で処理した箇所より表面の損傷が少なく良い結果が得られた。

次に現況の所見と今後の補修等についてみると、森吉町の場合は、B₁・B₂の施工箇所の破損率が20%以上もあったが、これは冬期から春先にかけて附近で実施された道路改良工事の工事車(11トンダンプトラック)の通行が80台/日以上もあり、予想外の結果であった(A₁・A₃の箇所は交叉点があり通行せず)。したがって、大型交通量は60台/日未満が限度であると思われる。補修については、常温合材にてパッキングを行ない、シールコートの表面処理を実施すれば良いと思われる。

象潟町の場合は、ポットホール・ひび割れがまったくなく、表面が除雪のためにあれている程度なので、乳剤

を用いてシールコート、またはアーマーコートで表面処理を行なえばよいと思われる。工種別にみると、ここも浸透式マカダム（乳剤）よりも、カットバック系アスファルト（アスコール）での処理方法が、仕上り面その他タイヤチエーン等の摩耗作用にも、強い抵抗を示している。

協和町の場合は、特に A₄ 工法では破損度がゼロに近く、除雪により表面にキャタピラの跡を 1~2 cm くらいの深さで傷つけられていたのが、6 月には全然見られなくなっていたのが印象的であった。

以上、今回実施した 3 路線は、いずれも結果が良好であり、町村からも好評を得たが、夏期に施工すればもっとよい結果が得られ、改良済箇所だけでなく一般市町村

道もかなりの希望がもてるものと思われる。

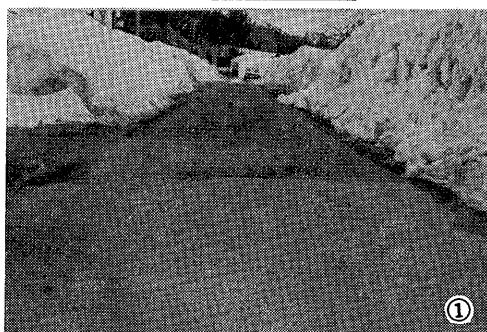
秋田県のような農業県においては、砂利道からの砂塵発生による農作物への影響と、自動車交通による砂利の飛散からおこる被害、これに要する維持補修費を考慮するならば、道路周辺の環境改善と共に、経済的にも砂利道の歴青路面処理を希望している。

あとがき

試験施工を実施した結果、砂利道の歴青路面処理指針（2 次案）とを対比して、ある程度把握することが出来たので、今後さらに追跡調査を実施し検討を加えていきたいと思っている。関係各位のご教示をお願いしたい。

〔文責：伊勢礼之助・白井道隆 秋田県道路課〕

協和町 試験施工箇所



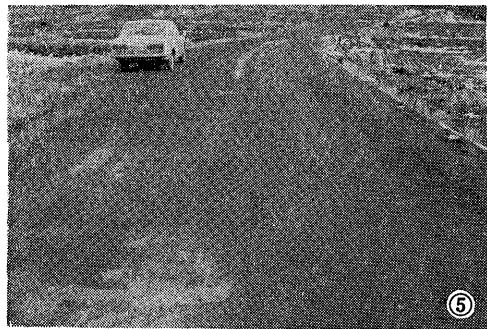
①

森吉町



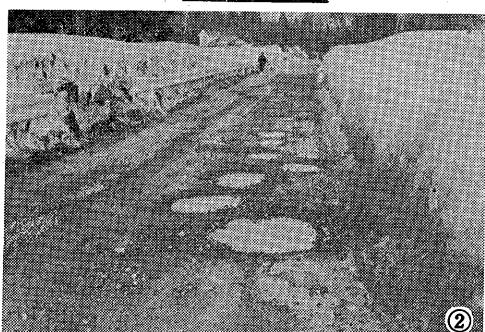
③

象潟町

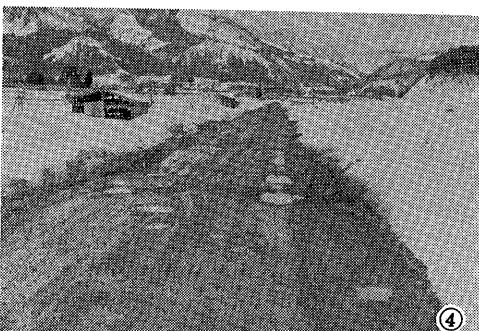


⑤

未試験施工箇所



②



④



⑥

香川県における歴青路面処理の試験施工

香川県道路課
市町村道係

香川県における路面処理は、従前より主として市町村道において施工され、ここ数年の実績としては年間約10万m²である。

この施工形態はほとんどが市町村の直営施工であり、工法的にはロードスタビライザによる路上混合方式が主体をなしており、いずれも施工後1~2年の間に密粗度アスコンによるオーバーレイ(厚3cm)を施しているのが平均的状態である。

しかしながら最近の自動車交通の増加にともない、道路整備が急がれている現在、逆に労働力の不足等が加わり従来の直営方式では、その進捗は思うにまかせぬ状態となりつつある。

したがって今後、整備の遅れている市町村道の舗装を促進させるためには、請負方式への転換と、併せて限られた予算の効率的投資を考慮しなければならなくなつた。

幸い昭和48年4月に「砂利道の歴青路面処理指針」(2次案)が発行されたのを契機として、これに積極的に取組むべく、市町村および舗装業界の協力を得て試験舗装を実施したので、そのうちの2例を紹介する。

1. 綾歌郡綾南町の施工例

路線名 町道萱原下の原線

施工期日 昭和49年2月

施工概要 延長 1,550m, 幅員3.5m, 面積5,200m²

1-1 現道調査

砂利道の歴青路面処理指針第2次案に基いて下記のとおり実施した。

(1) 路面の視察評価

現道の路面は、在来交通により良く締った状態であり路面の凹凸はわりと少ない。評価-A

(2) 在来砂利層の厚さ

100m間隔で調査

測点番号	1	2	3	4	5	6	7	8
測定厚さ	32	29	26	28	30.5	31	33.5	28
測点番号	9	10	11	12	13	14	15	
測定厚さ	27.5	29.5	35	36.5	31.5	25	27	

平均厚=29cm

評価-A

(3) 路床土の状態

500m間隔で、在来砂利層の下30~50cmの深さの土の状態を観察した。総じてすぐ崩れることはないが、水分がしみ出てくるほどでもなく、手でつかむと少し手につ

く程度で、やや粘度分を含んでおり、シルト質土と判定される。

評価-B

(4) 大型車による振動の程度

8トンダンプトラックによって測定した結果、路面の振動はほとんど感じられない。

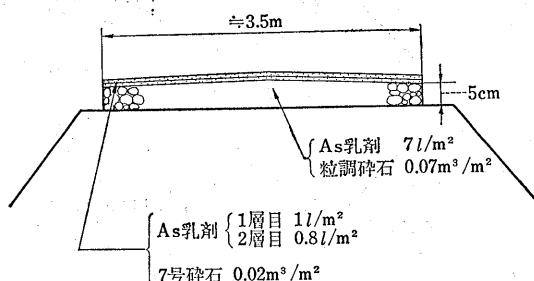
(5) 排水条件

水田、畑地帯であるが、路面は平均1m程度高くなつており排水条件は普通である。

(6) 交通量

調査の結果98台/日(うち大型車0)

綾南町の断面図



(7) 総合評価

調査項目	分類	評価
路床土の分類	シルト質土	B
在来砂利層厚	21cm以上	A
路面の視察評価	少し凹凸がある	B
大型車による振動程度	感じない	A
総合評価	—	A

総合評価

調査項目	分類	評価
路床土の分類	シルト質土	B
在来砂利層厚	11~20cm	B
路面の視察評価	少し凹凸がある	B
大型車による振動程度	少し感じる	B
総合評価	—	B

1-2 設計内容および構造断面の決定

指針(2次案)P10~P13より、粒調碎石によるアスファルト乳剤安定処理(仕上厚5cm、路上混合)および7号碎石によるアーマーコート仕上げとする。

2. 三豊郡大野原町の施工例

路線名 町道安井線

施工期日 昭和48年10月

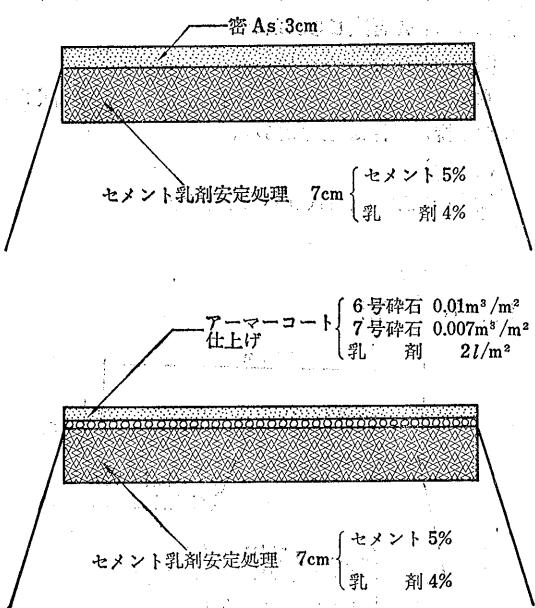
施工概要 延長420m、幅員6.0m、面積2,500m²

香川県は良質な花崗土が多量に産出され、道路改良あるいは砂利道の維持修繕に使用されているので、これを発生材として利用することとして、セメント・アスファルト乳剤安定処理を行なった。

2-1 現道調査

すべて上記、綾南町における方法と同じである。

大野原町の断面図



2-2 設計内容および構造断面の決定

上層路盤は、セメント・乳剤安定処理とし仕上げ厚7cm施工とする。表層工は密粒度アスコン仕上げ厚3cmとする。ただし、延長420mのうち終点側100mは表層工を施工せず6号碎石、7号碎石によるアーマーコート仕上げとする。なおこの100m区間のうち50mは現道発生材(花崗土)100%を安定処理の材料として利用し、残り50mは補充材としてクラッシャラン(0~30%)を30%補充する。セメントおよびアスファルト乳剤の配合量は室内試験結果により決定した。

2-3 配合設計

安定処理工に使用する材料について、ふるい分け試験・土の突固め試験・一軸圧縮試験・吸水率試験の各試験を行なった後、配合を決定した。

標準配合

配合	試料	現道発生材	セメント	アスファルト乳剤	合計
A E=3/2.4	94.6% 946kg	3.0% 30kg	2.4% 24kg	100%	1,000kg
B E=4/3.2	92.8% 928kg	4.0% 40kg	3.2% 32kg	100%	1,000kg
C E=5/4	91.0% 910kg	5.0% 50kg	4.0% 40kg	100%	1,000kg

現道発生材*(真砂土)100%使用した場合

配合	試料	現道発生材(0~30%)	セメント	アスファルト乳剤	合計
A E=3/2.4	66.2% 662kg	28.4% 284kg	3.0% 30kg	2.4% 24kg	100%
B E=4/3.2	65.0% 650kg	27.8% 278kg	4.0% 40kg	3.2% 32kg	100%
C E=5/4	63.7% 637kg	27.3% 273kg	4.0% 50kg	4.0% 40kg	100%

* 現道発生材(真砂土)70%、補充材(クラッシャラン)30%使用した場合 E = セメント(%) / 乳剤(%)

合成粒度

現道発生材 100%の場合

フルイ目	20.0	13.0	5.0	2.5	0.6	0.3	0.15	0.74
合成粒度	100.0	99.0	81.3	54.1	13.7	6.5	2.7	1.5

現道発生材70%，補充材30%の場合

試 料 配合率 フルイ目	クラッシャーラン		
	現道発生材 30(%)	現道発生材 70(%)	合成粒度 100(%)
40	100.0		100
30	95.0		98.5
25	87.4		96.2
20	67.7	100	90.3
13	53.7	99.0	85.4
5	38.2	81.3	68.4
2.5	21.8	54.1	44.4
0.6	5.9	13.7	11.4
0.3	4.0	6.5	5.8
0.15	3.1	2.7	2.8
0.074	1.9	1.5	1.7

土の突固め試験

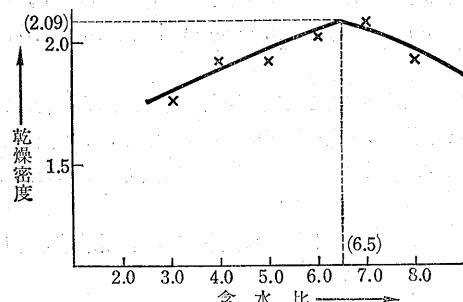
現道発生材*100%の場合

最適含水比

$$w_{opt} = 6.5\%$$

最大乾燥密度

$$\gamma_{max} = 2.09 g/cm^3$$



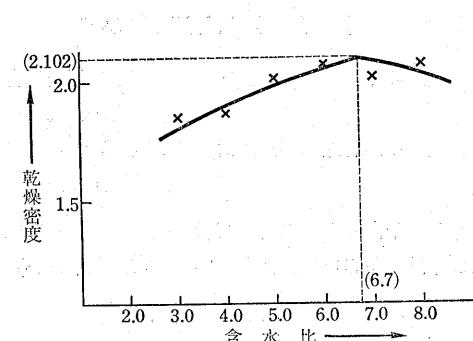
現道発生材* 100%，補充材30%の場合

最適含水比

$$w_{opt} = 6.7\%$$

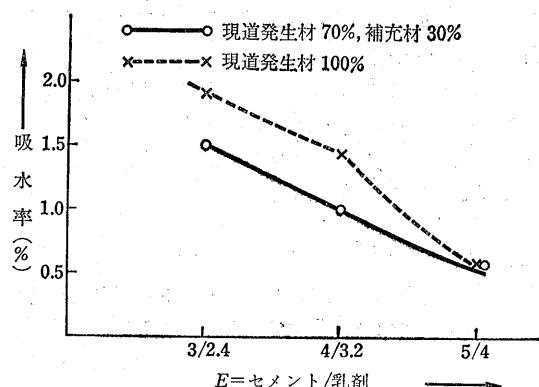
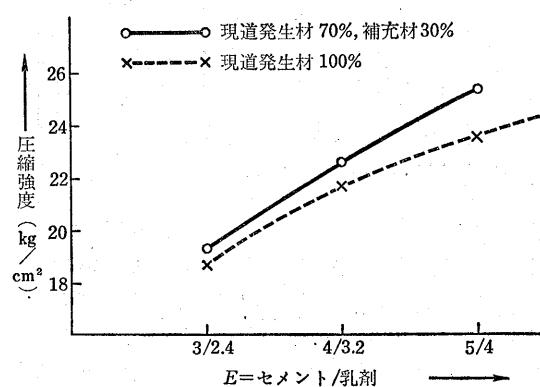
最大乾燥密度

$$\gamma_{max} = 2.102 g/cm^3$$



一軸圧縮および吸水率

一軸圧縮試験は、上記標準配合の配合比で 1000cc モールドにより、土の突固め試験で求めた最適含水比で突固め供試体を作成した。養生方法は 6 日空中養生後、24 時間常温水浸をして測定をした。吸水率試験は供試体作成後 6 日空中養生後、清水に24時間水浸して測定をした。



現道発生材* 100%の場合

E	供試体	圧縮応力 kg/cm^2	吸水率
$E = 3/2.4$	1-1	18.34	2.0
	1-2	18.98	1.8
	平均	18.66	1.9
$E = 4.0/3.2$	2-1	21.30	1.4
	2-2	22.42	1.6
	平均	21.86	1.5
$E = 5.0/4.0$	3-1	23.41	0.8
	3-2	24.32	0.5
	平均	23.86	0.6

現道発生材* 70%，補充材30%の場合

E	供試体	圧縮応力 kg/cm^2	吸水率
E = 3/2.4	1' - 1	19.11	1.7
	1' - 2	19.11	1.3
	平均	19.11	1.5
E = 4.0/3.2	2' - 1	22.45	0.9
	2' - 2	22.86	0.7
	平均	22.65	0.8
E = 5.0/4.0	3' - 1	21.65	0.6
	3' - 2	25.87	0.6
	平均	25.26	0.6

* E = セメント/スファルト乳剤

配合決定

上記の各種試験の結果より、圧縮強度についていえばE量の増加にともなって上昇している。しかし、ソイルセメントのような急激な上昇は示さず、ゆるやかなカーブで上昇している。これは明らかに、アスファルト乳剤により応力が抑制されているためであり、たわみ性にとんでいるといえる。

吸水率についてみると、どの配合をとっても2.0%以下であり、非常に耐水性にとんでいるといえる。なお圧縮応力については、 $20kg/cm^2$ 以上ならば十分と思われる。よって安全率15%を考え $20kg/cm^2 \times 1.15 = 23kg/cm^2$ この値を満足する E = セメント/乳剤 量を最適として E = 4.0/3.2 の配合を決定する。

3. 施工後の状態および考察について

施工後の状態については、アスファルト乳剤安定処理の場合も、セメント・乳剤安定処理の場合もそれぞれ良

好である。ただアスファルト乳剤安定処理の場合に、大型車（工事用8トンダンプが日に40台弱）の交通が、工事施工後1カ月間ほどあったため、部分的にクラックおよび凹が出来た。その補修には、部分的なオーバーレイ（厚 = 3cm）を考えている。セメント乳剤安定処理の場合には、現道発生材100%（真砂土100%）使用個所が耐摩耗性が悪かったため、15%ぐらいの割で凹が出来た。この補修としては、9カ月後にアーマーコート仕上げ個所に3cmのオーバーレイを施工した。表層を施工した個所においては、収縮クラックも表われず非常によい。

今後これらの工法を設計に取り入れる場合には、
①必ずコンステージコントラクションを一貫とするこ
とが必要である。

②部分的な軟弱地盤に関しては、必ず入れかえが必要
である。

③セメント・乳剤安定処理をし、アーマーコートで表
面を仕上げる場合には、なるべく補充材（3m³/100
m²）を入れた方がよい。

④路肩は、肩まで舗装せずに、少なくとも30cmほど残
した方がよい。

⑤補修に関しては、なるべく早目にシールコート、パ
ッチング、部分的なオーバーレイをする必要があ
る。

最後に、地域的に良質な真砂土の産出がある場合、ま
た現道発生材が利用出来る地区では、なんらかの安定処
理をすることにより、舗装施工価格を安くすることができます。

〔文責：石井 進 香川県道路課〕

歴青路面処理に関する刊行物について

☆砂利道の路面処理の設計・施工に関する報告書☆

実費額 1,000円

☆砂利道の歴青路面処理指針（第3次案）☆

実費額 1,000円

在庫が若干ありますので、ご希望の方は現金書留にてお申込み下さい。（あと払いは、ご遠慮下さい）

社団法人 日本アスファルト協会

— 105 東京都港区芝西久保明舟町12 和孝10ビル —

歴青路面処理の施工機械について

高野 漢*

1. 概 説

歴青路面処理に使用される機械は、一般の舗装機械を転用するが多く、各種工法に使用されている主な機械をまとめたものが図-1であり、工法や現場条件などに応じ、これらの機械から適当とするものを選定し使用されている。

機械を選定する条件として次の事項がある。

- (1) 交通量とくに大型車が少ないとこと。
- (2) 車道幅員がおおむね4m以内であること。
- (3) 路床の支持力が充分でないところが多いこと。
- (4) 路肩部が軟弱なところが多いこと。
- (5) 現地材料を有効に使用するため、各種の材料を取り扱うこと。
- (6) 敷きならし、締固めを行なう一層の厚さは、おおむね5~12cmであること。

これらの条件を充分考慮し機械を選定する必要があるため、施工経験が重視されるとともに、さらに改良を加えて施工技術の向上が計られている。一方、施工機械も工法の改良・施工条件の変化・省力化・合理化に対する

要望等に応じ、新機種の開発、既存の機械の改良が行なわれており、とくに農林道工事の増加とともに、小型機械の分野における開発・改良がいちじるしい。

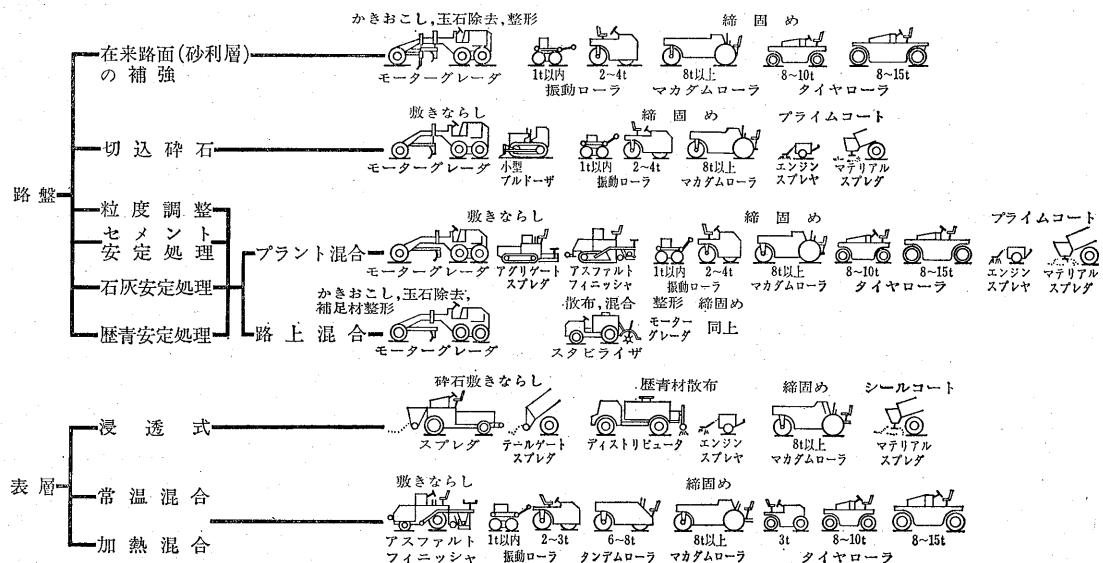
以下、最近に話題なっている主な機械について解説する。

2. 施工機械の現状

2-1 路床整形用機械

歴青路面処理を施工するにあたって、在来の砂利道を整正し、一定厚の砂利層を確保すること、排水をよくするため規定の横断形状に整形することなどが要求され、この種の作業にもっとも適したモーターグレーダが一般に使用されている。かきおこし・玉石の除去・整形等の作業を行なうため、強力なスカリファイヤが必要であり農林道など、狭幅でカーブの多い道路においての作業に適した小型機械の要求が高まっている。すなわちブレード長2.5m程度で、旋回半径が小さく(4.5m)、前輪かじ取りとセンターピンによるアーティキュレート方式を併用した機械が使用され効果を上げている。また、この

図-1 歴青路面処理に使用される主な機械



* 日本舗道(株)機械部

操向方式は前輪オフセットが可能であり、路肩が軟弱な道路で作業するとき、後輪をセンター側におき、前輪のみ路肩に寄せることができるので安全である。

2-2 路盤材料の敷きならし機械

クラッシャーラン・粒度調整材料・セメントまたは石灰安定処理材料の敷きならしは、主としてモーターグレーダが使用されているが、幅がせまくカーブの多い道路におけるグレーダ作業は多くの困難をともない、オペレーターの熟練を必要とし、かつ、規定の形状に仕上げることがむずかしい場合が多い。また、表層を規定の平坦性を保ちながら所定厚に仕上げるとともに、材料のロスを少なくするために、路盤の仕上げ精度を高める必要があり、路盤材料を敷きならす専用機が必要になっている。アグリゲートスプレダの利用もその一例であり、アスファルトフィニッシャの転用も試みられている。フィニッシャによる敷きならしはもっとも効果的であるが、バーフィーダ、スクリューなど材料供給装置の損耗が激しいため、そのまで使用できない機械が多い。

しかし、外国の機械はアスファルト混合物とソイルセメント混合物の敷きならしに兼用できるものが多く、歴青路面処理の効果を高めるため、施工技術を向上させる方法として、今後、わが国で考慮されるべき事項であると思われる。

モーターグレーダは、作業をしやすくするための試みとして、作業速度を2km/時程度に減速、ブレードの先端を折り曲げ可能なウイングを取り付けるなどが行なわれ効果を上げており、急坂路の作業を容易にするため、小型機はけん引力を増す対策としてワイドベースタイヤの装着などが試みられている。

2-3 混合用機械

(1) プラント混合

歴青安定処理材料の場合は、アスファルトプラントが使用されており、路盤材料も同様な構造のバッチ練りパグミルミキサ、2軸式連続練ミキサにより混合する場合が多い。新しい方法として、ドラム型連続練ロータリミキサを使用している例があり、歴青系材料を混合できない難点はあるが、その他の路盤材料製造の合理化に役立っている。

1例を図-2に示す。コルゲートパイプなどで作ったトンネルの中にエプロンフィルターが設置され、ここで

図-2 ロータリミキサを組合せた安定処理用プラントの一例

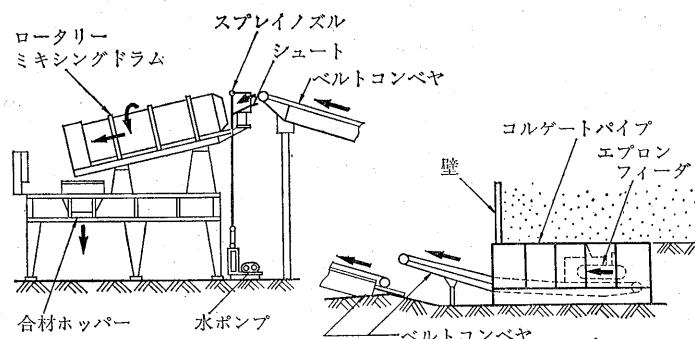
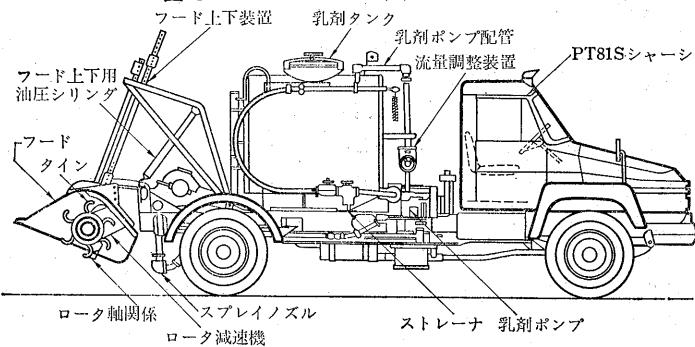


図-3 ロードスタビライザ



計量された材料は、ベルトコンベヤでロータリミキサへ送られる。ミキサの入口で計量された水、セメントなども同時に供給される。材料の混合は、約15°傾斜のかき上げ羽根を有するドラムの中を通過する間に行なわれ、ドラムから排出された材料は、分離を防ぐため、一たんホッパーの中にストックされた後、ダンプトラックに積み込まれる。これは粒度調整材料の混合に最適で、セメントを混合する場合もパグミルミキサに劣らない混合性能が確かめられている。米国において、同様な方法でドラムにバーナーを装着し、材料を加熱しながら歴青材料を加えて混合することにより、歴青安定処理材料を製造している例があり、わが国においても、今後、研究課題の一つといえる。

(2) 路上混合

在来路面の上に補足材を追加した後、添加剤を散布し図-3に示すロードスタビライザで路上混合を行なう場合が多い。したがって、混合精度を高めるために、既存の機械の能力から推定し、次の注意が必要である。

- 1) 混合前に路面を必要な深さにスカリファイヤでかきおこし、玉石や栗石を取り除く。
- 2) 補足材を追加した後、所定の形状に整形する。粒径の大きなものを下層に、小さいものを上層に敷きならしておくと混合の効果がある。
- 3) 混合深さは転圧減りを見込んで決める。

- 4) 歴青材料などを加えた混合を行なう前に1~2回かく拌しておく。
- 5) 混合回数が増すと、粗骨材が上層や混合幅の中央に集まりやすい。

混合深さは、かく拌する材料の種類・路面の硬さ・粒径などによって異なるが、タインサークルの20~22%程度が普通で、国内で使用されている機械は12~15cm程度（締固め後）である。混合状態を実測した例を図-4に示す。

混合精度は、タインの形状、ロータの回転数・作業速度・タインサークル等が関係し、混合する材料の性状に応じて検討されるべきで、混合の効果を高め路上混合安定処理の品質の向上を計るための研究が望まれる。

歴青材料はスタビライザのタンクから計量用ポンプで送出され、スプレイヤーから混合直前に路面へ散布される。散布量は、材料の粘度・ポンプの回転数・走行速度等によって決まるので、作業に先立って検定を行ない、所要量が散布されることを確認した後、材料を所定の温度に保ち、一定のポンプ回転数、一定の速度で混合する方式が行なわれている。

2-4 浸透式用機械

(1) 碎石敷きならし

チップスプレダが使用されるが、40~30mm以上の碎石はチップスプレダによる敷きならしが困難なので、アグリゲートスプレダや、モーターグレーダが使用される。主骨材は平坦性を確保するため、ていねいに敷きならすことが要求される。

一方、2層目の碎石は歴青材料と充分に附着させなければならないので、適時に敏速に散布することが必要であるから、自走式チップスプレダが適している。

シールコート用の砂やチップの散布は、写真-1に示すマテリアルスプレダが適している。

(2) 歴青材料の散布

アスファルトディストリビュータやエンジンスプレヤが使用される。散布能力、精度などがすぐれているのでディストリビュータを使用することが望ましいが、エン

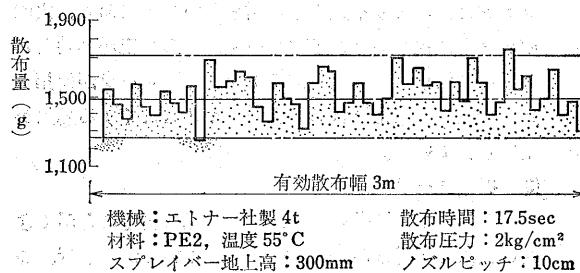


図-5 スプレイヤー吐出口のばらつき

図-4 ロードスタビライザによる混合

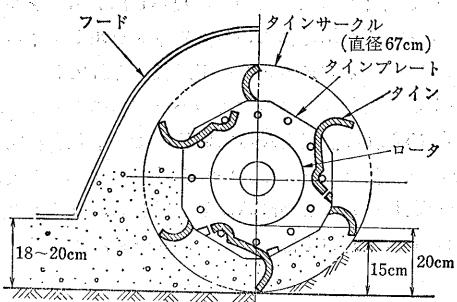
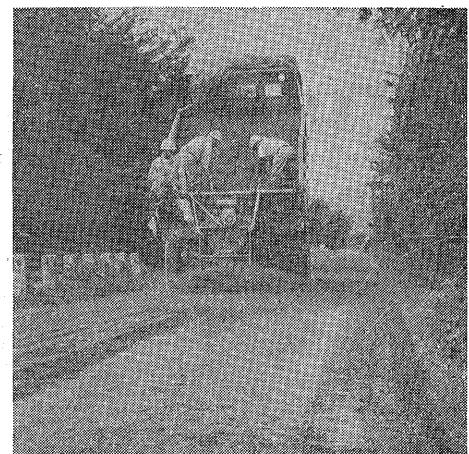


写真-1 マテリアルスプレダ



ジンスプレヤも注意深く使用すれば、散布誤差を少なくすることができる。大型ディストリビュータのスプレイヤーの吐出量のばらつきを調べた例が図-5である。一般に、横断方向の散布量のばらつきは平均値に対して±20%程度の範囲であるが、歴青材の温度・ノズルの角度・地上高等を調節し、注意深く作業すれば±15%以内にばらつきを押えることができる。散布量が変動する原因として次のものがある。

- (1) ポンプの回転数の変動
 - (2) 歴青材の温度（粘度）の変化
 - (3) 敷設圧力の変動
 - (4) ノズルの形状と取付けピッチ
 - (5) ノズルの地上高
 - (6) 敷設速度の変動
 - (7) 管、ストレーナー等のつまり
- これらの原因に対し、機械的な補正が行なわれないので、取扱上充分注意し正しい状態で使用することが必要である。また散布に当って、散布テストを行ない、ポンプの回転数・散布速度等を決めることも重要である。

2-5 表層用機械

常温・加熱ともに混合物の敷きならしにアスファルトフィニッシャが使用されている。アスファルトフィニッシャはフローティングスクリードが装着されており、スクリードの重量と混合物の抵抗のバランスによって、舗装厚が決められる構造となっているので、常温材などでたまにみられる安定性の悪い混合物を敷きならすと、厚さが一定しないことがある。その場合は、ガイドとして両側に型わくをおく他、モータグレーダが使用される場合もある。

農林道など幅がせまい道路の舗装工事が増加すると、既存の2.5m幅の機械が使用できない場合があり、1.5~2.0mの舗設幅を有する小型フィニッシャの使用例が増加している。小型フィニッシャの一例を、写真-2に示す。この種の機械が使用される道路は、幅が変わることが多いので、敷きならし幅を自動的に調節することができるスクリードワイドナーを装着し効果を上げている機械もある。

小型フィニッシャを使用するとき、大型ダンプトラックを組合せることができない場合が多く、小型ダンプトラックにより混合物を供給することになるが、能率的ではないので、現場附近で混合物を大型から小型に積み換えることも試みられている。今後は、材料の運搬の合理化が課題であり、その改善が望まれている。

2-6 締固め機械

工法の変遷にともなってマカダムローラにかわって種々の締固め機械が実用化されている。

(1) 路肩の締固め

路面処理の場合、排水が不充分であり軟弱な路肩が多い。このため充分な締固め効果を有するとともに、危険を防止することが可能な適切な機械を選定する必要がある。写真-3は路肩の締固めに適したスロープコンパクタで、上下に振動するプレートにより斜面を締固めることができる構造となっている。この他、タイヤローラの中央に鉄輪を有するコンバインドローラを左右にシフトして路肩部の締固めを行なう、また、前輪をオフセットして路肩の締固めを行なうなど、路肩締固め作業の改善が行なわれている。一般に、鉄輪はスリップしやすいので、路肩の締固めはタイヤを有する機械が安全である。

(2) タイヤローラ

締固めを行なう層厚はおおむね5~12cm程度であり、急坂路や狭幅道路における作業性、さらに機械の移動性を考えすれば、鉄輪ローラにかわって小型タイヤローラ(8~10トン)の使用が増加している。従来、15トンタイヤローラを10トン程度に減量して使用する場合が多かつ

写真-2 小型フィニッシャ

(本体幅 1.8m スクリードワイドナー付)

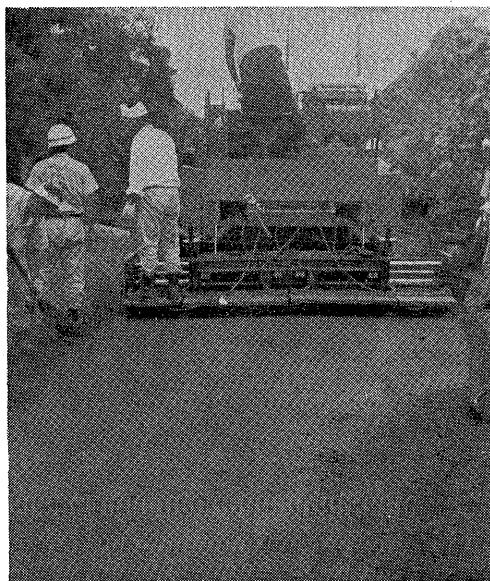


写真-3 スロープコンパクタ



たので、これと比較してタイヤの接地圧がほとんど変わらない前述のタイヤローラで充分な締固め効果が得られている。加熱混合物を締固める場合、タイヤによるニーディング作用により不透水性が増すといわれており、表面のキメを重視するとタイヤローラによる転圧が必要となる。そこで小規模な工事に3トンタイヤローラが使用され、締固め効果よりむしろ表面のキメをよくする効果が認められている。

(3) 振動ローラ

1トン以下の振動ローラは路面処理に欠くことができない機械で、従来から多く使用されているが、最近、4トン程度の振動ローラの使用台数がいちじるしく増加し

図-6 ローラの垂直圧力の分布

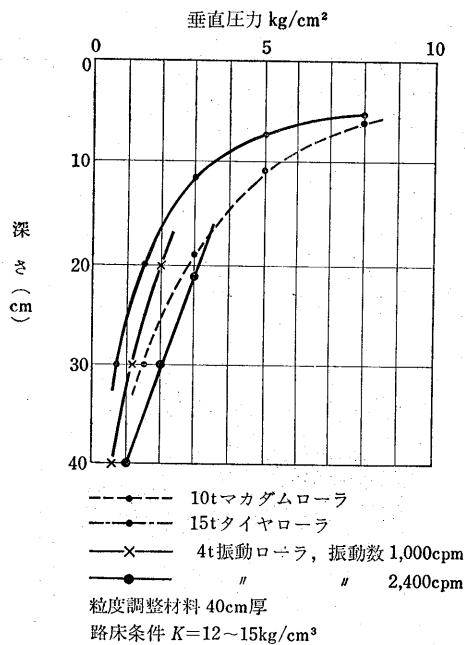
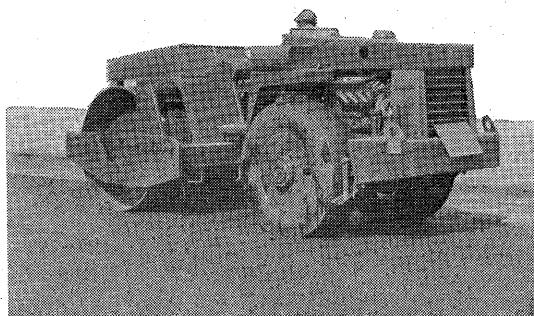


写真-4 10トン振動ローラ



ている。その締固め効果を調べるため垂直方向の圧力分布を測定した例が図6である。10トンマカダムローラ、15トンタイヤローラに比較して、同等の圧力分布となっており、これに振動による粒子の移動の効果を加味すれば、作業能力は別として、従来使用されている大型の静的ローラと同等の締固め効果が得られるものと推定される。車輪のスリップを防止し、舗装転圧時、タイヤを通

過させてキメをよくする目的で、案内輪をタイヤに変えた機械も使用されている。一部で大型振動ローラ(10~15トン)の使用も試みられており、その特長は

- (1) 振動数・振幅を変えることができる。
- (2) 走行速度を無段に変えることができる。
- (3) 振動と走行の発停が連動されている。

これらの特長は路盤の締固めにいちじるしい効果があることが確かめられ、大型振動ローラの特長をそのまま採用した中型機の開発が進められている。アスファルト舗装の転圧は実施例が少なく、その効果の確認が急がれている段階であり、写真-4に示す振動輪とタイヤを組合せた機械が主に使用されている。これは安定処理層の締固めに有効で、4回程度の通過で所定の密度が得られている。

表層も同様の効果が得られているが、不透水性の良否タイヤによる混合物のピックアップ、転圧中における碎石の破碎、舗装体内的碎石の配列等が検討されており、次第に使用例が増すものと思われる。

3. あとがき

歴青路面処理に使用される主な機械について説明したが、資料が不充分なため説明不足が目立つ点、お許しいただきたい。従来より一般機械の転用が多く今後もその傾向が続く思われるが、現地材料の有効利用に路上混合機械の改良が望まれ、施工技術の向上と施工の合理化のための要求から中型振動ローラの開発、小型アスファルトフィニッシャの改良が検討され、路面処理専用の高性能な機械が要望されている今日、機械の開発、施工技術の改善にこの報文が参考になれば幸いである。

参考文献

- | | |
|------------|-----------------------------|
| 日本アスファルト協会 | 「砂利道の歴青路面処理指針」(第3次案) |
| 日本道路協会 | 「簡易舗装要綱」 |
| 高野 漢 | 「舗修機械」雑誌「舗装」1974年2月、6月号 |
| 〃 | 「舗装材料の使い方」雑誌「舗装」1972年2月~7月号 |

第7回 フィラー入りアスファルトの特性

阿 部 順 政*

1. はじめに

前回までは、アスファルトそのものの性質について色々と述べてきた。舗装に使用されるアスファルト混合物は一般に図-1のような構成になっているが、これらの骨材類とアスファルトが混合されると、アスファルトの性質も変ってくる。そのいちじるしい例がフィラーを添加した場合で、いわゆる「フィラー・ビチューメン」と呼ばれ昔から論議的となってきた。今回は、このフィラーを添加したアスファルトについて、そのコンシステンシーの変化を考察してみたいと思う。

2. フィラーとは何か

アスファルト舗装要綱¹⁾におけるフィラーの説明は、「0.074mmフルイを通過する鉱物質粉末」ということであるが、フィラーとして石粉（いしこ）を使う場合の標準を表-1のように示している。米国の規格²⁾もほぼ同様であり、両者の共通点をとれば、フィラーとは0.074mmフルイを70%以上通過する鉱物質粉末であると思えばよいであろう。

アスファルト混合物におけるこのフィラーの重要性は古くから認められてきた。そもそも、フィラーをアスファルト混合物に加えるようになった原因は、石油アスファルトが出現した初期の頃、それまでの天然アスファルトによる混合物は良い結果を示すのに、石油アスファルトによる混合物はうまくいかなかったので、両者の差異を調査したところ、天然アスファルトに含まれる微細な鉱物粒子の所為であることが判明し、その後、石油アスファルトには必ずしもフィラーを入れるようになったと言われている。

フィラーのアスファルト混合物中における働きに関しては二つの異なる見方がある。その第1は、フィラーを微細な骨材とみなし、砂や碎石の間隙を埋めることにより、混合物を安定にするという考え方である。第2の見方は、フィラーを砂・碎石等の骨材系列に連なるものとはせずに、アスファルト中に懸濁し、アスファルトの

図-1 アスファルト混合物の組成

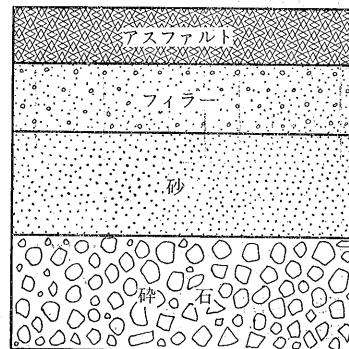


表-1 フィラーの標準粒度

フルイ目 (mm)	通過重量百分率 %	
	舗装要綱	A S T M
0.6	100	100
0.3		95~100
0.15	90~100	
0.074	70~100	70~100

粘度を高める役目をするという考え方である。現在のところ、いずれの説が正しいのか明確な判断は下されていない。アスファルト舗装要綱でも、フィラーの種類、性質等について明確な規定ではなく、火成岩類の石粉について注記されている程度である。

最近、アスファルトの品質改善が叫ばれ、種々の改質アスファルトが研究されているようであるが、それらのほとんどは、いわばアスファルトの化学的改質である。アスファルトにフィラーを添加するということは、それらに比べると一種の物理的改質法であると見なしてよいであろう。フィラーを添加するとアスファルトは一般に硬くなると言われているが、定量的な実験、解析の例はきわめて少ない。筆者らは数年来、フィラーの定量的な解析の基礎にするものは何か、種々のフィラーを同じようにとりあつかえる方法はないかということを考えたが、次節以下その研究経過を紹介しながら、フィラーアスファルトの特性を考察していくこととする。

* 日本大学理工学部 講師

2. フィラーの特性

図-2は、アスファルトとフィラー(炭酸カルシウム)、アスファルトと砂(0.3mm~0.6mm)、アスファルトと碎石(2.5mm~5.0mm)、それぞれの混合物をつくり一軸圧縮強度を調べた結果である。図から明きらかのように、(アスファルト・砂)、(アスファルト・碎石)混合物にくらべて、(アスファルト・フィラー)混合物だけがきわだった特徴を示している。すなわち、混合物を作るのに必要なアスファルト量も非常に多く、最大強度も他の混合物にくらべ3~4倍、またアスファルト量の変化に対してもきわめて敏感で山の形がシャープである。アスファルトとフィラーだけの混合物などは、実際の配合とほど遠いのでこのようなデータはほとんど見られないし、またフィラーだけでこのような強い混合物ができるとは一般に知られていないと思う。しかし、フィラーが、骨材の中でも特殊な挙動をすることはこれまで多くの研究者によって認められてきたことであり、フィラーの存在が、混合物の研究を困難にすることもしばしばであった。

4. 種々のフィラーとアスファルトの混合物

5種類の鉱物質粉末を準備し、アスファルトとそれぞれ混合物をつくり、一軸圧縮試験を行なった結果が図-3

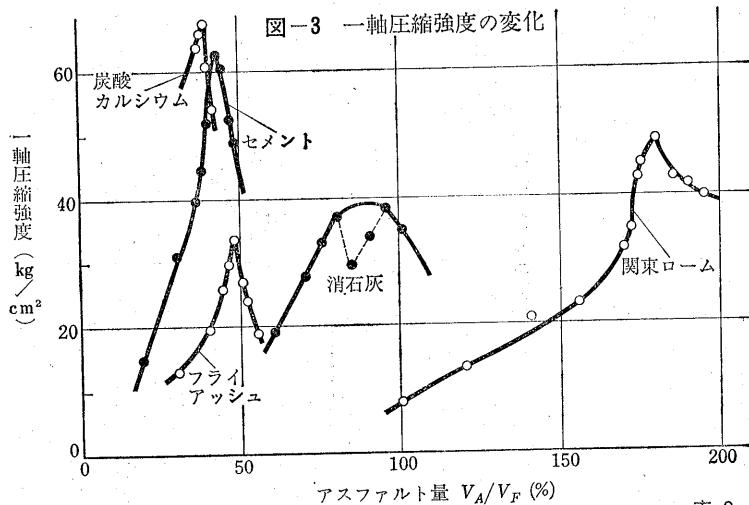
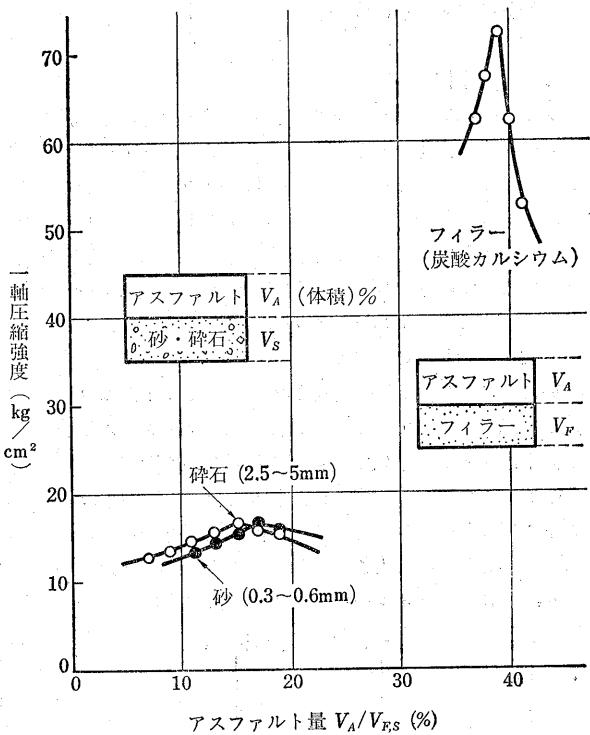


表-2 フィラーの性質

フィラーの種類	比重	製造元
炭酸カルシウム	2.630	青倉石灰工業(株)
セメント	3.140	電気化学(株)
フライアッシュ	2.205	東電フライアッシュ工業(株)
消石灰	2.322	奥多摩化学(株)
関東ローム	2.849	東京工業大学構内

図-2 各混合物のアスファルト量と一軸圧縮強度



アスファルト量 V_A/V_{FS} (%)

である。なお、フィラーの性質、アスファルトの性質等を表-2、表-3、図-4に示す。また、供試体は直径10cm、高さ約6.35cmのマーキュラリ供試体である。

図-8でみると、フィラーの種類によって強度の大きさ、必要なアスファルト量など大いに異なるが、ここで便宜上、一軸圧縮強度を最大にするアスファルト量を、それぞれのフィラーの最適アスファルト量と呼ぶことにしよう。消石灰をのぞいたいづれのフィラーにおいても山の形が非常にシャープで、最適アスファルト量は、は

表-3 アスファルトの性質

項目	性質
種類	日石製ストレートアスファルト
比重	1.026
針入度	94 (25°C, 100g)
伸度	150以上 (25°C)
軟化点	44°C
粘度	5.0 × 10 ⁵ ポアーズ (25°C)

っきり読みとれる。図から求めた最適アスファルト量をそれぞれのフィラーについて表-4に示す。

5. 空隙率について

フィラーにアスファルトを入れて突き固めを行なえば、フィラー粒子同志の摩擦はアスファルトによって小さくされ、締まりやすくなる。またアスファルトが粒子間の空隙に入りこむので空隙率はアスファルト量が多くなるに従い減少していくと考えられる。図-5にアスファルト量による空隙率の変化を示した。いずれのフィラーにおいても空隙率はアスファルト量が多くなるにしたがい直線的に減少している。

いま、これらの直線を外挿してアスファルトがゼロの点の空隙率を考えてみよう。これらは、アスファルトを加えずにフィラー単独で突き固めた場合の空隙率を想像させるものであるが、実際に、乾燥したフィラーをマーシャル用突き固め機で締め、空隙率を測定するとこれらの外挿した値にほとんど一致することが判明した。つまり、乾燥したフィラーを締めた空隙 (Dry Compaction)

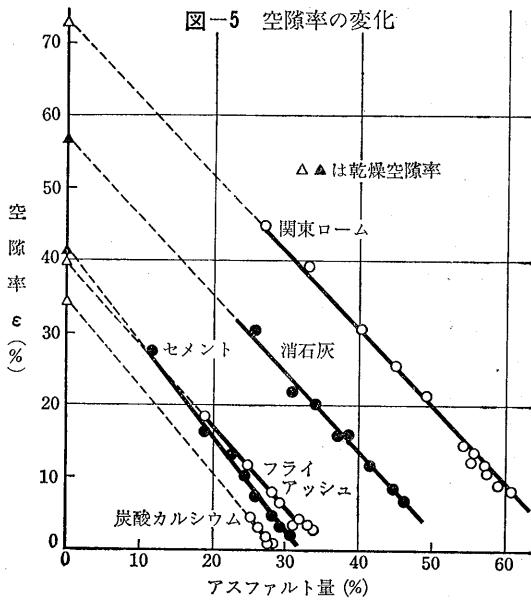


図-7 乾燥空隙と最適アスファルト量

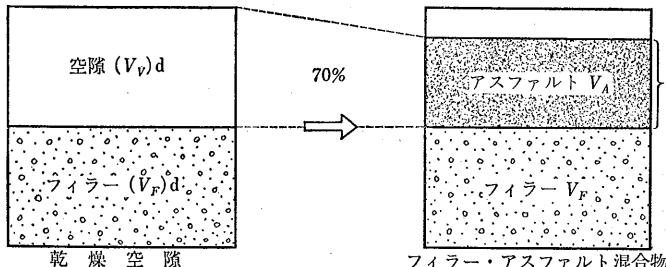


図-4 各フィラーの粒度分布

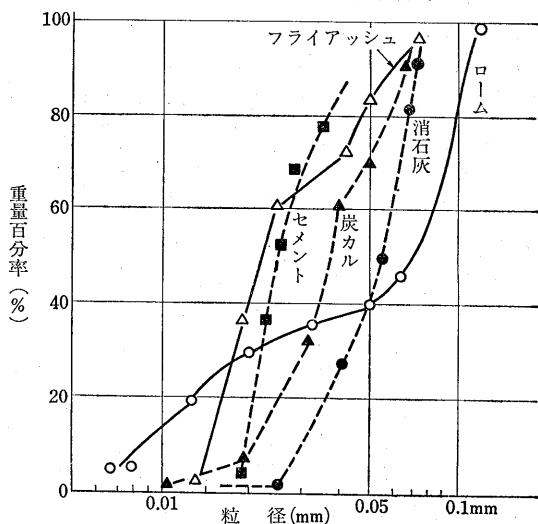
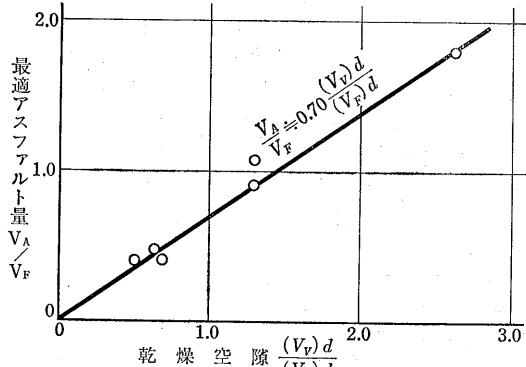


表-4 フィラーの最適アスファルト量

フィラーの種類	最適アスファルト量 $\frac{V_A}{V_F}$
炭酸カルシウム	0.39
セメント	0.43
フライアッシュ	0.48
消石灰	0.90
関東ローム	1.80

図-6 最適アスファルト量と乾燥空隙の関係



ted Voids と呼ばれる) 一以下乾燥空隙と略すとは、アスファルト・フィラー混合物の空隙率を大きく支配するわけである。この乾燥空隙と前に求めた最適アスファルト量の関係を示すと、図-6 のようになり、ほぼ直線的な関係のあることがわかる。これを図式的に示すと 図-7 のようになる。すなわち、アスファルト・フィラー混合物の一軸圧縮強度を最大にする最適アスファルト量は、乾燥し

たフィラーのみを締固めたときにできる空隙量の70%を埋めるだけのアスファルトとして求められるわけである。

6. 種々の流動特性について

フィラーの性質を研究はじめた1930年代には、性質を判断する方法として土質試験がしばしば利用された。

表-5はTraxler³⁾を中心とした研究グループが15種類のフィラーについて、液性限界、塑性限界を調べた結果である。表を見てすぐ気がつくことは、液性限界と塑性限界が小さいもの、すなわち、塑性指数が0またはそれに近いものが多いということである。これは、水を加えていくとパサパサの状態から一瞬にしてネバネバの状態となることを示している。この点から考えても、フィラーがアスファルト量に対してきわめて敏感であることが想像される。乾燥空隙と液性限界、塑性限界の関係をそれぞれ、図-8、図-9に示した。かなりバラツキはあるが、一般に乾燥空隙の大きいフィラー程、液性限界、塑性限界も大きいことがわかる。

次に、アスファルトや水がフィラーに付着する量を乾燥空隙と比較しながら考察してみよう。200°Cに加熱したアスファルト100gにフィラーを少しずつ加えていくと最初は加えたフィラー全部にアスファルトの被膜ができる。しかし、フィラー量がどんどん増えるにつれてフィラーの表面に付着していない自由なアスファルトの量は少なくなり、最終的にはフィラー粒子をそれ以上加えてもアスファルトが付着しなくなる。このときまでに加えたフィラー量を種々のフィラーについて昆布谷・伊

表-5 液性限界、塑性限界

試料名称	空隙率%	液性限界(%)	塑性限界(%)
Doromite	33.5	18	17
Marble	37.4	21	21
Coarse lime	28.0	15	15
Paving lime	38.0	20	20
Green slate	58.2	37	28
Trap rock	40.0	24	23
Tripoli	52.6	47	47
Miss Loess	47.1	28	24
Soapstone	57.5	40	35
Clay	69.4	50	31
Black slate	57.6	39	30
Talk	60.2	48	40
Pumice	50.9	46	46
Mica	68.9	43	36
Diatom earth	77.5	128	128

図-8 液性限界と乾燥空隙の関係

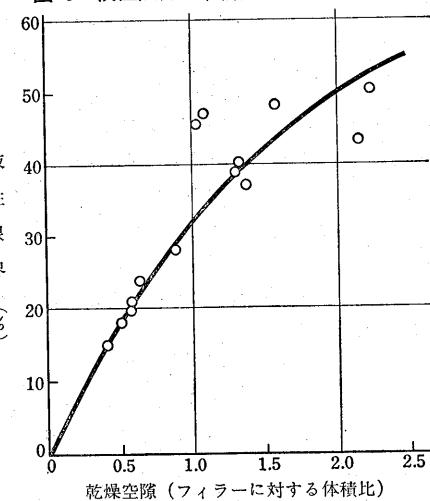


図-9 塑性限界と乾燥空隙の関係

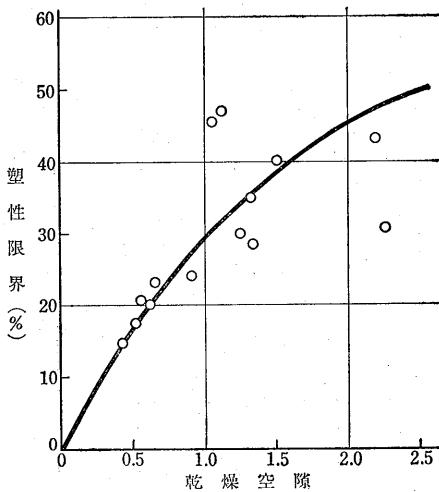
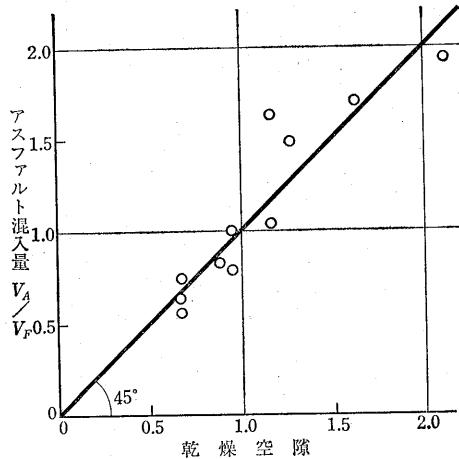


図-10 付着アスファルト量



藤⁴⁾が調べているので、そのデータをもとに解析し、図-10に示した。縦軸がアスファルトと加えたフィラーの体積比で横軸が乾燥空隙である。各点は、傾きが45°の直線上に分布する。したがってフィラーに付着するアスファルト量は乾燥空隙に等しいということになる。すなわち乾燥空隙はアスファルトが種々のフィラーに付着する量を示す一つの尺度と考えることができる。

フィラーに水を加えて、セメントモルタルフロー試験機を用い、1秒1回の割合で落下させ、一定のフロー(15回で200mm)を示すときの水の量を種々のフィラーについて求めた結果⁴⁾はやはり、図-11のような直線になる。従って乾燥空隙はフィラーに水を加えた場合の流動特性を決定する要因であることがわかる。言いかえれば、種類の異ったフィラーは、各々の乾燥空隙に応じた水を加えられれば、同じ流動性を持つようになるのである。なお、Traxler、昆布谷の乾燥空隙の求め方はそれぞれ異ってはいるが、本質的には変りがないのでここでは省略する。

図-11 水添加によるフロー特性

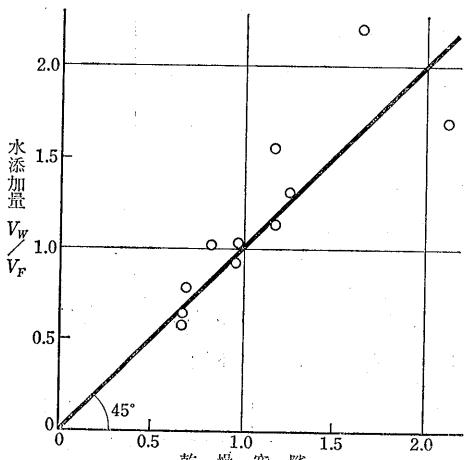
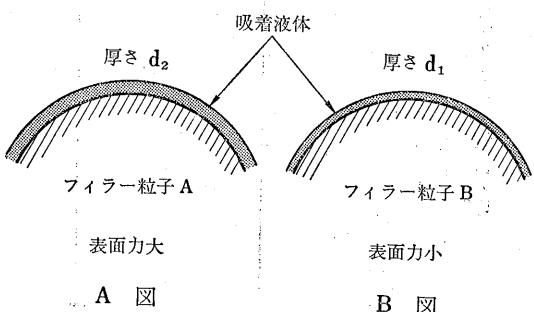


図-12 表面力の考察



A 図

B 図

7. 乾燥空隙の物理的意味

前節の考察により、フィラーのアスファルト付着量、水を添加した場合のフロー特性、液性限界、塑性限界は乾燥空隙と密接な関係のあることが判明した。このようにアスファルトや水がフィラーに付着する量はフィラーの表面力の大きさに関係するであろうと考えられる。

きて、液体と同様に固体も表面力を持つことは当然である。固体を粉末化する仕事の中には、この表面エネルギーの増加のために、費やされるものがあるはずであるが、粉末化に消費した仕事量と新たに形成した表面積との間にほぼ比例関係の存在することが、リッテンガーの法則として知られている。こうして固体表面は、表面エネルギーの大きい所ほど、また表面積の大きい程、化学的にも活発であり、もしも、付近に他の原子や分子が近くとたちまち手を結んで結合し、自らを安定な位置に平衡させようとする。フィラーの表面積は砂・碎石等の表面積にくらべて、数十倍、数百倍になる。従ってこれまで述べたように、それに相当した表面エネルギーを持つと考えてよからう。このフィラーが加熱したアスファルトと接した場合、当然のことながらこれを吸着して平衡な状態に落ちつこうとする。その働きは、表面エネルギーを考えれば、当然、砂・碎石等に比べて大きいであろう。B.F.Kallas⁵⁾は、フィラー・砂・砂利・碎石等にスファルトを加えて混合したときの様子を調べ、アスファルトはまずフィラーの全粒子をおおった後、砂や碎石に付着すると報告しているが、これも以上の考え方の妥当性を示している。

フィラー粒子も種類によってその表面力の大きさは当然異なるであろう。そして、液体が接した場合、表面力の大きいものほど、多量の液体を吸着することによってはじめて安定すると考えられる。

水を添加した場合のフィラーのフロー特性を例にとって考えることにする(図-12)。いまフィラー粒子A、Bともに厚さ d_1 になるだけの水量を加えたとすれば、粒子Bはこれで表面力を飽和し、さらに加えられた水の量は、粒子Bに流動性を与えることになる。しかし、粒子Aは d_1 の厚さの水量では表面力を飽和できず、さらに加えられた水量も、厚さ d_2 になるまでは表面力飽和のために吸着される。そして d_2 以上になってはじめて流動性を持つようになると思われる。前節で述べたようにフィラーの塑性指数は小さいため、一定のフローを示すために必要な水の量は、 d_1 、 d_2 にとられる量が大半を占めると思われる。したがって、このときの水の量と表面力の間には、比例関係がほぼ成立することになる。そして、図-11に示されたように、水の量と乾燥空隙が等しいということは、乾燥空隙は表面力の大きさと比例関係

にあり、表面力の大きさを示す一つの尺度と考えられることを意味している。

この点を別の角度から検討してみよう。種類の異ったフィラーどうしでは、同じ表面積を持っていても、表面力の大きさに差があるであろうが、同種類のフィラーでは、表面積と表面力は比例関係にあると考えられる。図-13は、S. B. Hudson⁶ の実験から同種類のフィラーについて表面積と乾燥空隙の関係を示したものであるが、図に見られるように、乾燥空隙の大きさは、表面積の大きさとほぼ比例関係にあり、したがってまた表面力とも比例関係にあると考えられる。

以上の考察より、乾燥空隙は表面力の大きさを示す一つの尺度と考えることができる。

4.8. フィラーのアスファルト被膜厚

最適アスファルト量を与えられた場合のフィラーのアスファルト被膜厚はどの程度になるであろうか。フィラー粒子を球と仮定し、平均粒径を 0.037mm にとって膜厚を計算すると表-6 のようになる。この計算は非常に単純な概算であって正確な数値を示すものではない。フィラー粒子が球形であるとは限らないし、それに表面の凹凸によっても膜厚は変わってくるであろう。また平均粒径のとり方によっても誤差がでてくると思われる。しかし、オーダー的にこれよりさがる（膜厚が薄くなる）ことはあっても、これより厚くなることはほとんどないであろう。フィラーの種類によって膜厚にかなりの差があるが、これは本当にアスファルト膜の厚さがフィラーの種類によって異なるのか、または表面積を求める段階で差がでたのかいずれとも判明しない。ここでは、概算によればほとんどのフィラーの膜厚が 10^{-3}mm のオーダーであることを確認するにとどめる。

9. アスファルト薄膜の固体化

前節の考察により、最適アスファルト量を与えられた場合のフィラーのアスファルト被膜厚は、ほぼ 10^{-3}mm のオーダーであることがわかった。このような薄膜に関しては、機械工学の分野で軸受の摩擦、潤滑として詳しく研究されている⁷⁾。それによれば油膜の厚さが薄くなり 10^{-3}mm のオーダーになると急に粘度の高い壁に突きあつたかのような大きな抵抗を受け、その原因是、潤滑油が表面力、その他の複雑な影響のもとに、ゲル化、固体化したものであろうと言われている。また、二枚の平行板の間に潤滑油を強くはさんで押しつけると平行板が容易に離れなくなる——いわゆるリンギングの現象がおきるのは、やはりこの 10^{-3}mm 程度の厚さであると言われている。

図-13 Hudson の実験

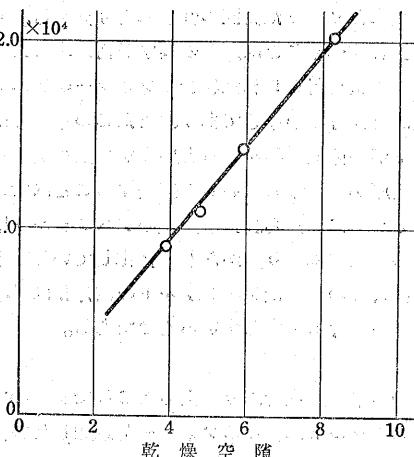


表-6 アスファルト膜厚

概 算 法	
炭酸カルシウム	$2.4 \times 10^{-3} \text{ mm}$
セメント	2.7 "
フライアッシュ	3.0 "
消石灰	5.5 "
関東ローム	11.0 "

表-7 最大強度を与える膜厚 (Hubert)

アスファルトの種類	表面	針入度	膜厚 (10^{-3} mm)
Gacia	Silica	60	12.5
Bedford	"	100	3.9
Trinidad Lake blended with Shale	"	75	7.3
Trinidad Lake blended with red	"	60	8.3
Trinidad Crude Ditto, minus Asphaltenes	"	—	3.8
Mexican	"	42	5.6
Mexican	limestone	42	11.1

Mack⁸⁾ が表面の平らな二枚の平行板の間にアスファルト薄膜をはさみ、一定の荷重速度で二面をひきはなし薄膜の強度を測定しているが、アスファルト膜厚が厚くなるにつれて強度は増加し、さらに厚くなるとかえって減少する結果がでている。すなわち、アスファルト膜には最も強い厚さがあるということになる。そして Mack の観測によれば、この最大強度を示す膜厚では、アスファルトは液体であるにもかかわらず固体的な挙動をし、膜厚がそれ以上になって初めて流動を起すと報告している。Hubert が、この最大強度を与える膜厚を種々のアスファルトについて測定した結果を表-7 に示す。表か

ら明らかかのように、最大強度を与える膜厚はアスファルトの種類により、また表面の性質により異なる。しかしここで注目すべきことは、この膜厚が前に求めた最適アスファルト量を与えられた場合のフィラーのアスファルト被膜厚と同程度の厚さであり、またこの厚さではアスファルトが固体的挙動をするという実験的事実である。両者の膜厚が、一致していると結論することはできないが、フィラーに与えられた最適量のアスファルトは、フィラーの表面力により、かなり固体化していると推論できる。なお、このようなアスファルトの固体化は Rigden, Heukelom⁹⁾ 等も主張しているものである。

以上の考察の過程をふりかえってここでまとめてみよう。アスファルトに種々のフィラーを添加した影響を定量的に調べようとするのが最初の出発点であった。そして、そのものとなる量としてアスファルト・フィラー混合物の最適アスファルト量に目をつけ、これが乾燥空隙の70%を埋める量として求められることを知った。また乾燥空隙が表面力の大きさを示す尺度であり、最適アスファルト量を与えられたフィラー表面のアスファルト膜が、この表面力により固体化していると推論できるようになったわけである。次節以下では、これらのデータを背景に仮説を設け、それをもとに、種々のフィラーがアスファルトのコンシスティンシーにおよぼす影響を考察することになる。

10. 仮説の設定

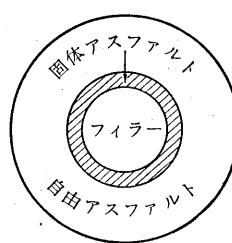
前節までの考察をもとに次のような仮定を設け、議論を進めていこう。

「フィラーに付着したアスファルト膜は、それぞれのフィラーの最適アスファルト量だけ固体化し、フィラーと不離一体のいわば新らしい固体を形成する!」

この新しい固体は、フィラー粒子を核とし、周囲をアスファルトの固体膜で被った「アスファルト・ボール」のようなものである。そして、表面形状、表面力などフィラーの種類による差異は、アスファルト膜の厚さとして影響するが、全体のアスファルトボールとしてみれば

図-14 スアファルトの固体化

The diagram illustrates the structure of asphalt mixtures. It features two main horizontal regions separated by a dashed line. The upper region, labeled V_A , contains diagonal hatching and is labeled 'アスファルト' (Asphalt). The lower region, labeled V_F , contains small circles representing aggregate and is labeled 'フィラー' (Filler). To the right of the dashed line, the upper region is labeled '自由アスファルト (V_A) free' and the lower region is labeled '固体アスファルト (V_A) solid'.



もはやアスファルトの性質のみが問題になり、固体膜が破壊しないかぎり、フィラーの種類による差はなくなると考えられる。したがって、この仮定が正しければこれまでアスファルトにフィラーを添加した場合のアスファルトのコンシスティンシーの変化は、フィラーの種類によって大きく異なるとされていたが、その差を消去することができると言えられる。この証明は、次節以下、粘度針入度、軟化点、伸度について行なうが、ここで図-14を参考にしながら各種の量的関係を求めておこう。

アスファルトにフィラーが添加された場合、フィラーが全体積中に占める割合を $X_F(\%)$ とすれば

固体アスファルトの体積を (V_s)_{solid}, 全体のアスファルト量から固体部分を取り除いた自由アスファルトの体積を(V_A)_{free}とすれば

$$V_A = (V_A)_{\text{solid}} + (V_A)_{\text{free}} \dots \dots \dots (2)$$

アスファルトボールの体積 = $V_F + (V_A)_{solid}$

アスファルトボールが全体積中に占める割合を
 $X_B(\%)$ とすれば

$$X_B = \frac{V_F + (V_A)_{solid}}{V_F + V_A} = \frac{V_F}{V_F + V_A} \left\{ 1 + \frac{(V_A)_{solid}}{V_F} \right\}$$

$$= X_F \left\{ 1 + \frac{(V_A)_{solid}}{V_F} \right\} \dots\dots\dots(4)$$

固化化するアスファルト量がそれぞれのフィラーの最適アスファルト量に等しいとすれば、その量は乾燥空隙の70%として表わすことができる。したがって

$$\frac{(V_A)_{\text{solid}}}{V_F} = 0.70 \frac{\epsilon}{1-\epsilon} \dots\dots\dots(5)$$

ε : 乾燥したフィラーを締固めたときの空隙率(%)
よって C_{XB} は次のように計算できる。

$$X_B = X_F \left(1 + 0.70 \frac{\epsilon}{1-\epsilon}\right) \dots\dots (6)$$

11. フィラー添加による影響

アスファルトにフィラーを添加すると一般にアスファルトは硬くなると言われている。すなわち、粘度上昇、針入度減少、軟火点上昇等の影響がある。しかし、その

影響の程度は、フィラーの添加量と同時に、フィラーの種類によっても大きく異なる。本節では、それらの具体的実験例を紹介するとともに、これまで述べてきたアスファルト薄膜の固体化、すなわちアスファルトボールの考え方を導入すれば、どんなフィラーを使っても同様にとりあつかえることを

示す。

(1) 粘度への影響

図-15は昆布谷・伊藤⁹⁾がアスファルト(100°C)に種々のフィラーを混入し、その粘度を回転粘度計で測定した例である。縦軸はもとのアスファルトの粘度 η_0 に対するフィラー添加後の粘度の比であらわしてある。図で見られるとおり、粘度はフィラーの量が増すとともに大きくなるが、その度合いはフィラーの種類によって異なる。しかし、フィラーがアスファルト中でアスファルトボールを形成していると考えれば(図-16)，フィラーの種類による差はなくなり、アスファルトボール量により粘度は一義的に定まってしまう。

(2) 針入度への影響

図-17はWarden, Hudson, Howell¹⁰⁾が種々のフィラーを加えて針入度を測定した例である。アスファルトの針入度を P_0 、フィラーを加えた場合の針入度を P_F として両者の比を縦軸にとり、全体積中でフィラーが占める割合 X_F を横軸にとると、どのフィラーを加えた場合も針入度は直線的に減少するが、フィラーの種類によってその傾きは異なっている。しかし、全体積中でアスファルトボールが占める割合 X_B を横軸にとると図のように(黒点)フィラーの種類による差はなくなり、ほぼ一つの直線としてあらわすことができる。

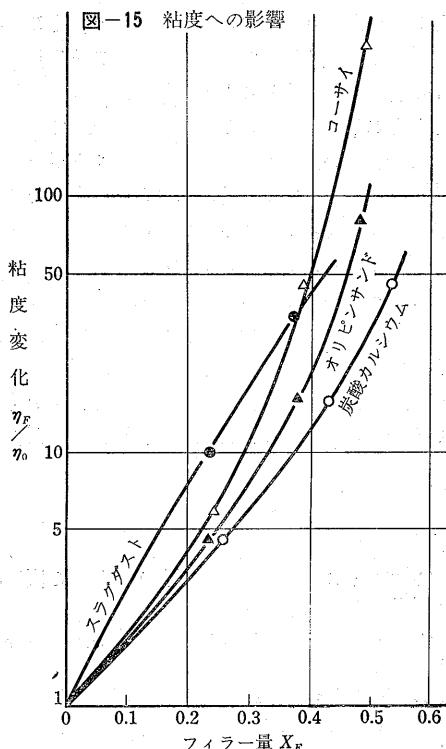


図-15 粘度への影響

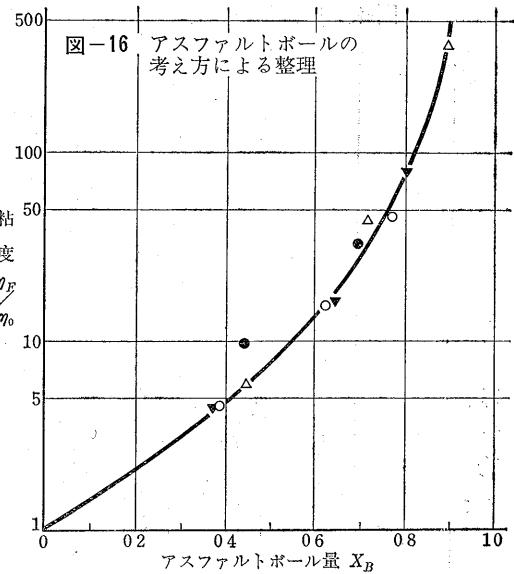
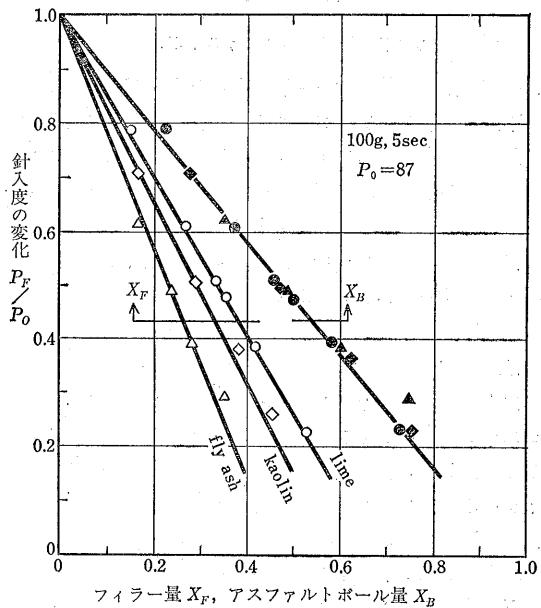


図-17 針入度への影響



(3) 軟化点への影響

アスファルトにフィラーを混入するとアスファルトは硬くなるため軟化点は上昇する。このフィラー混入により上昇する温度 $\Delta T^{\circ}\text{C}$ は、フィラーの種類により異なるが(図-18)⁴⁾、アスファルトボールでみると粘度、針入度の場合と同様にやはりフィラーの種類による差はなくなり一つの曲線であらわすことができる。

(4) 伸度への影響

図-19 は伸度 150 以上のアスファルトに種々のフィラーを加えた場合の伸度変化を示したものである¹⁰⁾。フィ

図-18 軟化点への影響

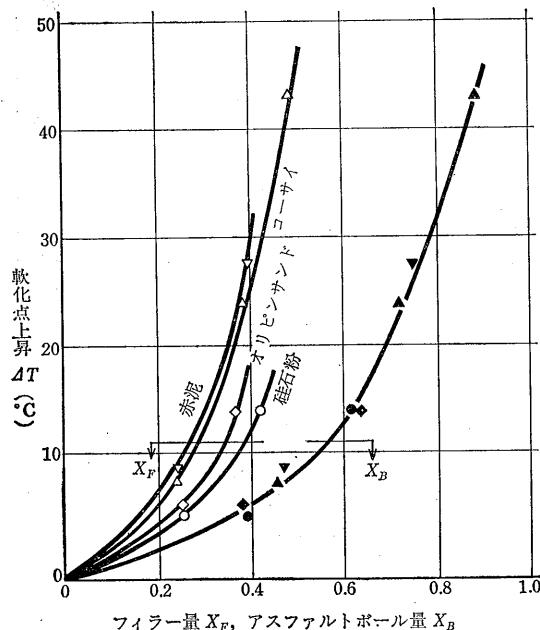
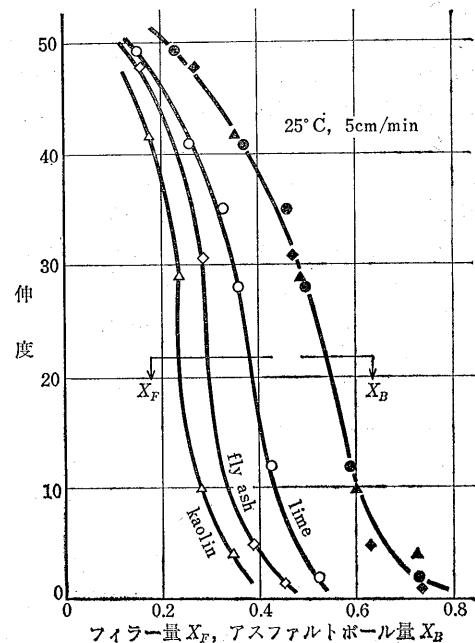


図-19 伸度への影響



ラーを加えると伸度は150以上あったものが、急激に50以下に低下する。アスファルトが一部固体化することを考えれば、自由アスファルトの量はフィラー量に応じて減少するから、伸度が低下するのは当然と思われる。この伸度変化も図に見られるとおり、アスファルトボールで整理するとフィラーの種類による差はなくなり、一つの曲線上にあらわすことができる。

12. まとめ

以上の考察により、フィラーアスファルトのコンシスティンシーはフィラーの種類によらず一様にあらわせることができた。その考え方の大筋は、乾燥空隙→フィラーの最適アスファルト量→アスファルト薄膜の固体化という流れである。

現在、アスファルト舗装に使用されるフィラーはほとんどが炭酸カルシウム粉末であるが、目的によっては他のフィラーを使った方がはるかに有効な場合がある。なとえば、耐久性を増すためにアスファルト量を多く使用したければアスファルトを多く吸収するフィラー（最適アスファルト量の多い、すなわち乾燥空隙の大きいフィラー）を使えばよいし、そのときの全体の適正アスファルトについては、これまで述べたような考え方を利用できるであろう。炭酸カルシウム以外のフィラーを使って成功した例としては、本協会による「湿潤時作業可能な舗装修材料に関する研究」¹¹⁾がある。またアスファルトの固体化を混合物の最適アスファルト量に利用し

た例¹²⁾もある。

13. あとがき

フィラーに関しては、その重要性が認められているにもかかわらず、あまりまとまったものがない。そこで、今回は筆者らの研究^{13), 14)}を軸としてフィラーアスファルトの特性を紹介することにした。内容はかなり想像に頼ったところ独断的なところがあると思って批判しながら読んで欲しい。乾燥空隙、アスファルトボール等の言葉も一般的な用語ではなく、ここだけのものであることを注意しておく。このような内容のものは、講座として不適当かと思ったが、アスファルト混合物の品質改良にはフィラーが重要な役割を果たすと筆者は常々考えており注意を喚起する意味で、あえて紹介した次第である。また、研究にはほとんどタッチする機会がないと思われる一般の道路技術者に、こんな筋道で考えていくのか、という感じの一端をつかんでもらえれば幸いだと思う。

参考文献

- (アスファルト舗装要綱)付録1 用語の説明, 日本道路協会
- 1971 Annual Book of ASTM Standards D242
- R. N. Traxler他 "The Evaluation of Mineral Powders as Fillers for Asphalts" AAPT Vol. 18 (1937)

4. 昆布谷・伊藤（フィラーについて）日本道路会議論文集, No. 7
5. B. F Kallas 他 "Mineral Fillers in Asphalt Paving Mixtures" H. R. B. (1962)
6. S. B Hudson 他 "Effect of Fillers on the Marshall Stability of Bituminous Mixtures" H. R. B. Bull., No. 329 (1962)
7. 例えば、曾田範宗、(摩擦と潤滑) 岩波全書
8. C. Mack "Deformation Mechanism and Bearing Strength of Bituminous Pavement" H. R. B. (1954)
9. W. Heukelom "The Roll of Filler in Bituminous Mixes" AAPT 35 (1965)
10. W. B. Warden 他 "Evaluation of Mineral Fillers in Terms of Practical Pavement Performance"
11. 「湿潤時作業可能な舗装補修材料に関する研究」報告書, 昭和49年3月
12. 渡辺・阿部「最適アスファルト量に関する一考察」(その2) 道路 7 (1970)
13. 阿部「アスファルト薄膜の特異性に関する研究」東京大学土木科論文集録 No7 (1970)
- 14) T. Watanabe, Y. Abe "Special Characteristics of Thin Asphalt Films in Filler-Asphalt and Sand-Filler-Asphalt Mixes." A.C.S. Asphalt Symposium (1971)

アメリカ・ASPHALT INSTITUTE 刊行物・映画・スライドの紹介

1. 刊行物 (外国訳はすべてその国に原本がある)

(1) 規格シリーズ (全部で5編)

- S S-1 アスファルトコンクリート用規格および他のプラント混合型の規格
(フランス訳・イタリヤ訳あり)
- S S-2 アスファルトセメントおよび液状アスファルトの規格
- S S-3 路縁および側溝のアスファルト施工による規格および施工法 (イタリヤ訳あり)
- S S-6 ポルトランドセメントコンクリート舗装のアスファルトによるシール用規格
(イタリヤ訳あり)
- S S-7 パイプラインのアスファルト被覆
(イタリヤ訳あり)

(2) 手引きシリーズ (全部で17編)

- M S-1 フルデブス舗装の厚み設計 (道路と市街地道のためのフルデブスアスファルト舗装)
(日本, イタリヤ, フランス, ギリシャ, インドネシア, ポルトガル訳あり)
- M S-2 アスファルトコンクリートおよび他の加熱混合方式に対する設計法
(日本, フランス訳あり)
- M S-3 アスファルトプラント便覧
(日本, スペイン訳あり)
- M S-4 アスファルト・ハンドブック
(スペイン, イタリヤ, フランス訳あり)
- M S-6 アスファルト・ポケットブック
- M S-8 アスファルト舗装便覧
- M S-10 土質便覧
- M S-13 アスファルト表面処理とアスファルト・マカダム (スペイン訳あり)

M S-16 舗装維持に用いるアスファルト (スペイン訳あり)

(3) 研究シリーズ (全部で9編)

- R R-72-2 空港のフルデブス舗装設計
- R R-73-1 低温破壊を最小にするアスファルト舗装法

(4) 情報シリーズ (全部で36編)

- I S-96 市街地用フルデブスアスファルト舗装の設計法 (スペイン訳あり)
- I S-128 高速道路の年間経費
- I S-137 将来の鉄道道床
- I S-140 アスファルト舗装でハイウェイを安全に
- I S-146 フルデブスへの道
(ドイツ, スペイン, スウェーデン訳あり)

(5) その他 (全部で10編)

- M I S C-63-5 高速鉄道建設にアスファルトの利用
- M I S C-68-6 摩擦抵抗—ハイウェイの安全性における役割り
- M I S C-73-2 将来のアスファルト需要

(6) 教育シリーズ

- E S-1 アスファルトの技術と舗装の建設

2. 映画 (全部で11巻) 1巻約150ドル

- (1) アスファルト表面処理
- (2) フルデブス, ディープストレングス・アスファルト舗装

3. スライド (全部で6巻) 30~115ドル

- (1) アスファルトによる舗装の維持
- (2) アスファルトの粘度測定

担当・増永 緑 (日本石油)

アスファルトに関する文献レビュー [1973年版]

☆ 国 内 ☆

誌 名	月 ページ	表 題	著 者
道 路	2—75	簡易舗装要綱に基づく試験舗装の一例	竹下憲治
	3—45	立山山岳道路におけるホットロールドアスファルトの施工	大西信久 大山下一夫
	3—89	舗装に関する技術基準の取り扱いについて	舗装委員会
	6—67	ゴムを添加したアスファルト混合物の性状評価法に関する一研究	中島昭雄 笠原篤雄 菅原照雄
	2—96	会議報告 第3回アスファルト舗装構造会議に出席して	菅原照雄
	12—2—56	会議報告 第11回日本道路会議	
	11—98	文献抄録 アスファルト合材の新しい設計方法	
	3—119	" スイスにおける舗装設計法	
	1—115	海外情報 各国における舗装の現状と問題点について	
	2—100	" T R R L 主催の「路面のすべりに関するシンポジューム」	
	6—108	" P I A R C すべり技術委員会出席報告	
道 路 建 設	5—100	北海道入雲町におけるロードヒーティング工事	山口峰夫
	6—84	アスファルト混合物中のアスファルト量の簡易測定	松崎猛男 藤恒秀 藤賀秀
	8—75	0.074mm 通過量およびスクリーニングスの使用量がアスファルト合材に与える影響	林田一昌重 伊代藤忠久
	11—65	表層用合材の配合設計におけるマーシャル安定度試験規格値の考察	林水陣一 沢忠昌 田代充
	7—11 (連載)	第3回アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議出席ならびに欧州道路視察報告 (I~V)	瀬瀬忠行
土木技術資料	1—40	路面のすべりに関するシンポジューム	市原薰
	6—9	路面覆工板上の走行車輌の安全性 —各種施工路面のすべり摩擦係数について—	木倉正美 小野田光之
	10—16	アスファルト混合物のはく離とその防止対策	南雲貞成 秋吉誠一 谷高勇
土木学会論文報告集	210号 (2月) 58	アスファルト温合物の破壊強度に関する研究	森吉昭 島上博壮 菅原照雄
	211号 (3月) 89	疲労破壊の概念による東名高速道路の舗装の評価 (英文)	小林亮 G. L. Stok, Jr.
	212号 (4月) 131	アスファルト混合物の疲労破壊とその統計的性質 (英文)	三浦裕二
	213号 (5月) 1	Maxwell 材料における粘弾性定数の一決定法	色赤誠 部木知之

誌 名	月 ページ	表 題	著 者
土木学会 論文報告集	213号(5月) 65 215号(7月) 75	たわみ曲線によるアスファルト舗装のオーバーレイ 厚さ設計法に関する一提案 アスファルト混合物の動的応答に関する研究	三浦 裕二 笠原 原照雄
あすふあると にゅうざい	32号(1月) 32号(1月) 33号(4月) " " 34号(8月) " " " " 35号(11月) 35号(11月)	埼玉県における防塵処理 アスファルト乳剤とセメントを用いた安定処理工法 岩手県胆江地区広城市町村圏の乳剤舗装 砂利道の振動調査 福島県における防じん舗装 乳剤舗装あれえれ くらしの道路 欧洲における乳剤の各種利用について アスファルト乳剤改正 J I S 原案について アスファルト乳剤による砂利道の路面処理 第一報 砂利道の歴青路面処理指針(案) 第二報 アスファルト乳剤による路面処理工法 第三報 アスファルト乳剤による維持修繕 アスファルトの最近の話題	吉野 順一 森原 義也 横関 大本 伊藤 浩 アスファルト 乳剤 協 技術 研究会 渡辺 照二 宮部 寛一 鳥居 敏彦 M. J. W. ダウンズ アスファルト 乳剤 協 技術 研究会 アスファルト 乳剤 協 技術 研究会 増永 緑
舗 裝	3 — 11 4 — 22 6 — 23 7 — 18 7 — 30 9 — 8 10 — 8 10 — 29 11 — 19 11 — 27	舗装用石油アスファルトの規格について シックリフト工法の試験 フルデブス舗装 都内交差点流入部のすべり止め試験舗装 農道舗装の一例 ホイールトラッキング試験方法の問題点 名四国道道徳高架橋の橋面舗装 密粒ギャップタイプすべり止め舗装の一例 アスファルト混合物の力学的性状の測定法(上) アスベストを使用した試験舗装	金谷 重亮 赤井 一昭 彦渡 山恒明 宮田 弁蔵 二木沢 秋喜助 北村 幸治 千葉 加藤 喜味夫 内田 弘 菅原 中島 照昭 笠原 岩原 雄篤 赤村 津上 武二郎

誌名	月ページ	表題	著者
建設の機械化	281号(7月)50	公害対策形アスファルトプラントの開発	藤岡 賢哉 星野 日吉
	285号(11月)45	沼原発電所上池アスファルト遮水壁の施工	橋本 龍男 松村 義章
	286号(12月)82	アスファルト舗装機械	篠川 之俊
土木施工	14巻(1973)1~14	アスファルトに関するもの	
石油学会誌	3	ホットストレージによるアスファルトの劣化の研究 —第1報 主として化学組成の変化について—	笠原 靖正 植鳥 敏彦
	4	舗装用アスファルトの粘度—温度関係 —主として各種の粘度温度式の適合性について—	中島 昭雄 島上 壮
	4	アスファルトの分解に関する研究 —ルイス酸存在下におけるカフジアスファルトの分解—	山口 富雄 藤口 哲通 上大伊 利通
	5	重質油の組成と構造	真田 勇三
	6	アスファルト舗装の転圧性状について	新田 登
	8	アスファルト舗装の施工ジョイントに関する一研究	森吉 昭博 堀尾 哲一郎 菅原 照雄
	8	ブローイング条件がブローンアスファルトの低温伸度におよぼす影響	堀尾 哲一郎
	9	ブローイング反応によるアスファルトの硬化現象	中島 豊比古
	9	ブローイングによるアスファルトの化学成分の変化	"
	11	硫黄を道路に	村山 健司
	11	ホットストレージによるアスファルトの劣化の研究 —第2報 分別成分の組成変化について—	笠原 靖正 植村 靖正
石油と石油化学	3	アスファルトの動向	春山 道雄
化学工業	8—40	資源の完全使用とアスファルトの活用	提繁
	9—121	アスファルトの利用	下川 善春
化学工場		アスファルトに関するものなし	
工業材料		"	
工業技術		"	
表面		"	
油化學		"	

誌名	月ページ	表題	著者
化学と工業 科学 化学生	8号 504~508	屋根のメンブレン防水材料 アスファルトに関するものなし " "	丸一俊雄
日本化学会誌		ただし、工業化学雑誌と日本化学雑誌が、1972年から合併して日本化学会誌に名称変更している。	

アスファルトに関する文献レビュー [1973年版]

☆ 海外 ☆

誌名	月ページ	表題	著者
J. of the Institute of Petroleum	1	Determination of weak and very weak Acid in Bitumen and Similar Materials. (ビチュメンおよび同類物質中の弱酸と極弱酸の測定)	T. Nakajima C. Tanobe
	3	Bituminous Binders of Improved Quality Containing "Cariflex" Thermoplastic Rubbers. (熱可塑性ゴムミカリフレックスの添加により改質したビチュメン系バインダー)	E. J. Van Beem P. Brassar
	7	Bead Tests on Rubberized Asphalt (ゴム質化したアスファルトのミビードミテスト)	C. Bynum Jr., L. C. Askew J. F. Evertson H. O. Fleisher
	9	Molecular Weight Distributions of Kuwait Asphaltenes as Determined by Ultracentrifugation, Relation with Viscosity of Solutions. (超遠心分離機によるクウェイトアスファルテンの分子量の分布—溶液の粘度との関係—)	H. Reerink J. Ligenga
	9	Mecanical Properties Plasticized Bituminous Concrete. (可塑化されたアスコンの技術的性質)	D. Bynum Jr. J. F. Evertson L. C. Askew H. O. Fleisher
	11	The Creep of Asphalt Mixes. (アスファルト温合物のクリープについて)	J. F. Hills
	11	A Study of Asphalt-Aggregate Interactions and Asphalt-Malecnlar Interactions by Microcalorimetric Methods; Postulated Interaction Mechanism. (マイクロ・量熱法によるアスファルト—骨材相互作用およびアスファルト分子の相互作用の研究—相互作用機構を仮定して)	E. Keith Ensley

誌名	月ページ	表題	著者
Product Research and Development (IEC)	No. 1 82 P March	Size and Shape of Asphaltene Particles in Relationship to High-Temperature Viscosity. (アスファルテン粒子の大きさや型と高温粘度との関係)	Hendrik Reerink
	No. 4 312 P Dec.	Preparation of Granular Activated Carbons from Petroleum Residues. (溶液抽出アスファルテンから粒状活性炭の調製)	James S. Mattson
ACS Petroleum Chemistry	No. 1 111 P Feb.	Molecular Interactions of Asphalt : An Infrared Study of the Hydrogen-Bonding Basicity of Asphalt. (アスファルトの分子相互の影響: アスファルトの水素結合塩基度の赤外研究)	R. V. Barbour J. C. Petersen
Process design and Development (IEC)		アスファルトの記事なし	
Erdöl und Kohle	26 Huft 8 August 451 P	Über ein Neues Prüfverfahren zur Bitimmung der Haftfestigkeit von Bitumen auf Gestein (超音波を利用した歴青バインダー～骨材系の粘着性の評価)	Lassalle, H. J.
IEC Fundamentals		記事なし	
Petroleum Review		記事なし ただし、Institute of Petroleum Review が1969年より Petroleum Review に名称変更している。	
IEC Process Design & Development		記事なし	
Analytical Chemistry		2年毎に製品別に文献レビューが載る。1973年度分として次のとおり。 4月 170R頁 Asphalt and Residue (原油評価の一環) 4月 176R頁 Asphalt 成分、組成面からの研究が中心で、分析手段別に分れている。ゲル・パーキュエーショング、液体クロマトグラフィ、その他の分析(NMR, X線回折 I, Rなど)、レオロジー、その他の研究	F. C. Trusell Herbert E. Schweyer

誌名	月	ページ	表題	著者
Bitumen Teere Asphalt Peche	1	3	Über den Einsatz eines leistungsfähigen Kleinrechners zur Auswertung von Untersuchungen an bituminösem Mischgut アスファルト混合物の実験評価への商容量小型計算機の応用	Dr. H. J. Lassalle
	1	9	Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der Bitumen-forschung und Bitumenprüfung アスファルトの研究・実験の分野における最近の進み方	Prof. Dr. K. Krenkler
	1	11	Aufbau von Korngemischen für dichte Asphalte (1) 密なアスファルト混合物中の骨材構成 (1)	Dr. G. Lees
	1	20	Die Wirkung des Wassers auf den Stelfigkeitsmodul von Asphaltmischungen アスファルト混合物のスチフネスモデュラスに対する水の影響	R. J. Schmidt & P. E. Graf
	2	41	Beiträge zum Verschleißverhalten von Asphaltdecksschichten アスファルト摩耗層の摩耗挙動に関して	Dr. H. Schmidt
	2	47	Zur Analyse von Bitumen, insbesondere seirer Erdölharze アスファルトの分析、特にレジン成分について	Dr. E. H. Bamberg & Dr. H. J. Neumann
	2	50	Untersuchungen über Bitumen (1) アスファルトの調査研究 (1)	M. H. B. Hayes M. Stacey J. Standley
	2	54	Aufbau von Korngemischen für dichte Asphalte (2) 密なアスファルト混合物中の骨材構成 (2)	Dr. G. Lees
	3	92	Dis neuen Sicherheitsregeln für ortsvänderliche Schmelzöfen für Bitumen, Teer und ähnliche Stoffe アスファルト、タールあるいは類似品の車上溶融装置についての新しい安全基準	Dr. -Ing. W. Abt
	3	105	Abiogene Bitumenadditive 抗生物剤としてのアスファルト添加剤	F. Hegemann
	4	159	Festigkeitsverhalten frisch eingebauter Asphaltmischungen 新設直後のアスファルト混合物の強度	Dr. H. Schmidt

誌名	月	ページ	表題	著者
Bitumen Teere Asphalt Peche	4	165	Ergebnisse von Prüfungen steinverfüllbarer Asphalt eingussmassen für Wesserbauzwecke 水利工事における石によって補強されたアスファルトモールドの実験結果	Prof. Dr.-Ing St, Kratochvil
	4	175	Untersuchungen über Bitumen (2) アスファルトの調査研究 (2)	M. H. B. Hayas M. Stacey J. Standley
	5	209	Beispiele zur Anwendung von gepulverten Asphaltenen im Straßenbau 道路工事における粒状アスファルトの応用例	Dr. -Ing. M. Kennel
	5	224	Der Einfluß der Bindemittelhärte auf die Bildung von Querrissen in Asphaltbelägen (1) アスファルト層のクラックの形状に関するアスファルトの硬さの影響 (1)	N. W. McLeod
	5	237	Viskositätsklassifikation für Bitumen im Westen der USA 米国西部におけるアスファルトの粒度規格	Dr. -Ing. G. Kohler
	6	263	Bitumenbehandelte PUR-Schaumkunststoffe アスファルト処理ポリウレタン系材料	F. Hegemann
	6	266	Der Einfluß der Bindemittelhärte auf die Bildung von Querrissen in Asphaltbelägen (2) アスファルト層のクラックの形状に関するアスファルトの硬さの影響 (2)	N. W. McLeod
	6	271	Bituminöser Fahrbahnbelag der neuen Donau-Brücke in Bratislava ドナウ川プラティスラバにおける新しい橋のアスファルト摩耗層について	Dipl. -Ing. J. Hladny & Dipl. -Ing. F. Purdes
	6	276	Epoxy-Asphalt-Brückenbeläge in den USA アメリカにおけるエポキシアスファルトを用いた橋面摩耗層	Dr. -Ing. G. Kohler
	7	289	Mineralölprodukte als Bindemittel für Agglomérationsprozesse アスファルトコンクリートのアスファルト含有量に関する粘弹性について	Dr. -Ing. A. Großer & Dr. L. Geldern
	7	301	Strahlenresistente bituminöse Massen 太陽光線に強いアスファルト製品	Frenz Hegeman & Ing. Dieler Schütt

隆名	月	ページ	表題	著者
Bitumen Teere Asphalt Peche	7	309	Bitumenemulsionen für offene Asphaltmischungen und Überzüge auf alte Decken 古い摩耗層上の開粒アスファルト混合物に対するアスファルト乳剤	L. D. Coyne
	8	327	Asphaltoberbau beim Ausbau einer staatsstraße 州道路のアスファルト表層	G. Manß U. Häulßer
	8	331	Asphaltoberbau-Erprobungsstrecke Aschen アーヘンにおけるアスファルト表層の試験舗装	Dipl.-Ing. W. J. Kawohl & Ing. D. R. Moche
	9	361	Einfluß der Entmischung auf das Ergebnis der Bindemittelgehaltstimmung バインダー含有量の決定された結果に対する混合分離の影響	Dr.-Ing. Wolfgang Arand
	9	369	Prüfvorschriften für Bitumenemulsionen in der Neubearbeitung von DIN 1995 新規格 DIN 1995 に関するアスファルト乳剤 の試験法	Dr.-Ing. Fritz Hess
	9	380	Oberflächenprobleme auf Flugpisten 飛行場滑走路の表層の問題点	B. Probst Dr. E. Zipkes
	9	386	Haben kautschukmodifizierte Bitumen eine Zukunft? ゴム添加による改質アスファルトの今後	
	10	416	Einsatz von Epoxidharzen im Brückenbau in Verbindung mit Gußasphalt グースアスファルトによる橋面舗装へのエポキシ樹脂の応用	Ing. K. H. Conrad
	10	422	Risse und Randabseizungen bei Asphalt-Terrassenbelägen テラスにおけるアスファルト舗装のクラックと 端部改縮に関して	Dr. A-W. Rick
	10	424	Böschungsbefestigung und bituminöser Grünverbau 斜面防ぎよと植栽を目的としたアスファルト層	Dipl.-Ing. K. Taeubner
	11	451	Vergleich der Griffigkeit von Gußasphaltvarianten 種々のグースアスファルトのスペリ抵抗の比較	Dipl.-Ing. J. Dames
	11	458	Bemessung von Asphaltoberbau アスファルト層のディメンジョン測定	Dr.-Ing. Karel Kucera

誌 名	月 ページ	表 題	著 者
Bitumen Teere Asphalt Peche	11 470	Die Bestimmung des tatsächlichen Hohlraumgehalts bituminöser Beläge アスファルト層の実際空隙の取り方	J. M. Munoz Cebrian
	12 — 489	Die Anwendung des Asphaltberbaus アスファルトのオーバーレイ工法について	Dipl.-Ing. R. Urban
	12 — 495	Untersuchungen zur Entwicklung einer Nachweismethode von Trinidad-Asphalt in bituminösen Stoffen アスファルト材料にトリニダッドアスファルトを入れた場合の検知方法の開発に関する研究	Oberbaurat S. Stapel
	12 — 504	Bewertung bituminöser Gemische Mittels der Kohäsion 粘着特性によるアスファルト混合物の評価	Ing. Jan Stahl
	12 — 507	Die Bestimmung des tatsächlichen Hohlraumgehalts bituminöser Beläge (2) アスファルト舗装の実際空隙の決定方法について(2)	J. M. Munoz Cebrina
	12 — 511	Blasenbildung in Beschichtungen auf Metallflächen 鋼板コーティングの泡の発生について	Dr. Anton W. Rick

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話
〔メーカー〕		
アジア石油株式会社	(100) 東京都千代田区内幸町2-1-1	03(506) 5649
大協石油株式会社	(104) 東京都中央区八重洲5-1-1	03(274) 5211
エッソスタンダード石油(株)	(105) 東京都港区赤坂5-3-3	03(584) 6211
富士興産株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-4-3	03(580) 3571
富士興産アスファルト(株)	(100) 東京都千代田区永田町2-4-3	03(580) 0721
富士石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-2-3	03(211) 6531
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	(105) 東京都港区芝琴平町38	03(503) 4371
興亜石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町21-6-2	03(270) 7651
共同石油株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-11-2	03(580) 3711
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	(100) 東京都千代田区大手町1-5-3	03(213) 6111
三菱石油株式会社	(105) 東京都港区芝琴平町1	03(501) 3311
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(270) 6411
日本鉱業株式会社	(107) 東京都港区赤坂葵町3	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1-4-1	03(216) 2611
西部石油株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内1-2-1	03(216) 6781
シエル石油株式会社	(100) 東京都千代田区霞が関3-2-5	03(580) 0111
昭和石油株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2-7-3	03(231) 0311
昭和四日市石油株式会社	(100) 東京都千代田区有楽町1-11	03(211) 1411
谷口石油精製株式会社	(512) 三重県三重郡川越町大字高松1622	0593(64) 1211
東亜燃料工業株式会社	(100) 東京都千代田区一ツ橋1-1-1	02(213) 2211
東北石油株式会社	(983) 宮城県仙台市中野字高松238	02236(2) 8141
ユニオン石油工業株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内1-4-2	03(211) 3661

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話
----	----	----

【ディーラー】

● 北海道

アサヒレキセイ(株) 札幌支店	(064) 札幌市中央区南4条西10-1003-4	011 (521) 3075 大 協
(株) 南部商会 札幌出張所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011 (231) 7587 日 石
株式会社 ロード資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (261) 7469 丸 善
(株) 沢田商行 北海道出張所	(060) 札幌市中央区北2条西3丁目	011 (251) 0833 丸 善
(株) トーアス 札幌営業所	(064) 札幌市中央区南15条西11	011 (561) 1389 共 石
萬井石油株式会社	(060) 札幌市中央区北5条西21-411	011 (611) 2171 丸 善

● 東 北

アサヒレキセイ(株) 仙台支店	(980) 宮城県仙台市中央3-3-3	0222 (65) 1101 大 協
(株) 木畑商会 仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-17	0222 (22) 9203 共 石
中西瀬青(株) 仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-30	0222 (23) 4866 日 石
(株) 南部商会 仙台出張所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-17	0222 (23) 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(4) 3293 共 石
竹中産業(株) 新潟営業所	(950) 新潟市東大通1-4-2	0252 (46) 2770 シエル

● 関 東

アサヒレキセイ株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3-3-5	03 (351) 8011 大 協
アスファルト産業株式会社	(103) 東京都中央区八丁堀4-4-13	03 (553) 3001 シエル
富士鉱油株式会社	(105) 東京都港区新橋4-26-5	03 (432) 2891 丸 善
富士油業(株) 東京支店	(106) 東京都港区西麻布1-8-7	03 (478) 3501 富士興産アス
関東アスファルト株式会社	(336) 浦和市岸町4-26-19	0488 (22) 0161 シエル
株式会社 木畑商会	(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
極東資材株式会社	(105) 東京都港区新橋2-3-5	03 (504) 1528 三 石
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
三井物産株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-2-9	03 (505) 4952 極東石
中西瀬青株式会社	(103) 東京都中央区八重洲1-2-2	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 (212) 3021 日 石
日本輸出入石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-2-3	03 (211) 6711 共 石
日東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区銀座4-13-13	03 (543) 5331 シエル
日東商事株式会社	(162) 東京都新宿区矢来町61	03 (260) 7111 昭 石
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	(101) 東京都千代田区神田6-15-11	03 (833) 0611 三 石
菱洋通商株式会社	(104) 東京都中央区銀座4-2-14	03 (564) 1321 三 石
三徳商事(株) 東京営業所	(101) 東京都千代田区岩本町1-3-7	03 (861) 5455 昭 石
株式会社 沢田商行	(104) 東京都中央区入船町1-7-2	03 (551) 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) 2961 昭 石
昭和石油アスファルト株式会社	(140) 東京都品川区南大井1-7-4	03 (761) 4271 昭 石

社団法人 日本アスファルト協会会員

名	住	所	電	話
住商石油株式会社	(160-91) 東京都新宿区西新宿2-6-1	03 (344) 6311	出	光
大洋商運株式会社	(100) 東京都千代田区有楽町1-2	03 (503) 1921	三	石
東光商事株式会社	(104) 東京都中央区京橋1-6	03 (274) 2751	三	石
株式会社トーアス	(100) 東京都千代田区内幸町2-1-1	03 (501) 7081	共	石
東京富士興産販売株式会社	(105) 東京都港区芝琴平町34	03 (503) 5048	富士興産アス	
東京レキセイ株式会社	(150) 東京都渋谷区恵比寿南2-3-15	03 (719) 0345	富士興産アス	
東京菱油商事株式会社	(160) 東京都新宿区新宿1-10-3	03 (352) 0715	三	石
東生商事株式会社	(150) 東京都渋谷区渋谷町2-19-18	03 (409) 3801	三共	出
東新瀝青株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-13-5	03 (273) 3551	日	石
東洋アスファルト販売株式会社	(107) 東京都港区赤坂5-3-3	03 (584) 6211	ニッソ	
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	大	協
梅本石油株式会社	(162) 東京都新宿区新小川町2-10	03 (269) 7541	丸	善
宇野建材株式会社	(241) 横浜市旭区笹野台168-4	045 (391) 6181	三	石
ニニ石油株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-4-10	03 (503) 0467	シエル	
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	石
横浜アスファルト販売株式会社	(221) 横浜市神奈川区金港町7-2	045 (441) 9331	ニッソ	

● 中 部

アサヒレキセイ(株)名古屋支店	(466) 名古屋市昭和区塩付通4-9	052 (851) 1111	大	協
ビチュメン産業(株)富山営業所	(930) 富山市奥井町19-21	0764 (32) 2161	シ	エル
千代田石油株式会社	(460) 名古屋市中区栄1-24-21	052 (201) 7701	丸	善
富士フロー株式会社	(910) 福井市下北野町東坪3字18	0776 (24) 0725	富士興産アス	
名古屋富士興産販売(株)	(451) 名古屋市西区庭町2-38	052 (521) 9391	富士興産アス	
中西瀝青(株)名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5011	日	石
三徳商事(株)名古屋営業所	(453) 名古屋市中村区則武1-10-6	052 (452) 2781	昭	石
株式会社三油商會	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	052 (231) 7721	大	協
株式会社沢田商行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (361) 7151	丸	善
新東亜交易(株)名古屋支店	(453) 名古屋市中村区広井町3-88	052 (561) 3511	三	石
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(株)福井営業所	(910) 福井市大手2-4-26	0776 (22) 1565	シ	エル

● 近畿

アサヒレキセイ(株)大阪支店	(550) 大阪市西区北堀江5-55	06 (538) 2731	大	協
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区此花町2-28	06 (358) 5531	三	石
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀3-20	06 (441) 5159	富士興産アス	
平和石油株式会社	(530) 大阪市北区宗は町1	06 (443) 2771	シ	エル
平井商事株式会社	(542) 大阪市南区長堀橋筋1-43	06 (252) 5856	富士興産アス	
関西舗材株式会社	(541) 大阪市東区横堀4-43	06 (271) 2561	シ	エル
川重商事株式会社	(651-01) 神戸市生田区江戸町98	078 (391) 6511	昭石	・大協
北坂石油株式会社	(590) 堺市戒島町5丁32	072 (32) 6585	シ	エル

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話
毎日石油株式会社	(540) 大阪市東区京橋3-11	06 (943) 0351 エッソ
株式会社 松宮物産	(522) 彦根市幸町32	07492 (3) 1608 シエル
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(株) 大阪支社	(530) 大阪市北区堂島浜通1-15-I	06 (343) 1111 三石
中西瀝青(株) 大阪営業所	(532) 大阪市淀川区西中島3-18-21	06 (303) 0201 日石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市大淀区豊崎西通2-7	06 (372) 0031 富士興産アス
大阪菱油株式会社	(541) 大阪市東区北浜5-11	06 (202) 6371 三石
三徳商事株式会社	(532) 大阪市淀川区新高4-1-3	06 (394) 1551 昭石
(株) 沢田商行 大阪支店	(542) 大阪市南区鰻谷西之町50	06 (251) 1922 丸善
正興産業株式会社	(662) 西宮市久保町2-1	0793 (34) 3323 三石
(株) シエル石油大阪発売所	(530) 大阪市北区堂島浜通1-25-1	06 (343) 0441 シエル
梅本石油(株) 大阪営業所	(550) 大阪市西区新町北通1-17	06 (351) 9064 丸善
山文商事株式会社	(550) 大阪市西区土佐堀通1-13	06 (443) 1131 日石
横田瀝青興業株式会社	(672) 姫路市飾磨南細江995	0792 (35) 7511 共石
アサヒレキセイ(株) 広島支店	(730) 広島市田中町5-9	0822 (44) 6262 大協
● 四国・九州		
アサヒレキセイ(株) 九州支店	(810) 福岡市中央区鳥飼1-3-52	092 (77) 7436 大協
畑 煤 炭 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(株) 高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255 シエル
入交産業株式会社	(780) 高知市大川筋1-1-1	0888 (22) 2141 富士・シエル
株式会社 フ ソ ダ	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111 シエル
九州菱油株式会社	(805) 北九州市八幡区山王町1-17-11	093 (66) 4868 三石
丸菱株式会社	(812) 福岡市博多区博多駅前1-9-3	092 (43) 7561 シエル
西岡商事株式会社	(764) 香川県多度津町新町125-2	08773 (2) 3435 三石
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131 富士興産アス
(株) シエル石油徳島発売所	(770) 徳島市中州町1-10	0886 (22) 0201 シエル

☆編集委員☆

阿部頼政	木畠清	藤井治芳
石動谷英二	高見博	原 薫哉
印田俊彦	多田宏行	増永 緑
牛尾俊介	南雲貞夫	松野三朗
加藤兼次郎	萩原 浩	真柴和昌

アスファルト 第98号

昭和49年8月発行

社団法人 日本アスファルト協会

東京都港区芝西久保明舟町12 TEL 03-502-3956

本誌広告一手取扱

株式会社 広業社

東京都中央区銀座8の2の9 TEL 東京 (571) 0997(代)

ASPHALT

Vol. 17 No. 98

AUGUST 1974

Published by THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION