

アスファルト

第30巻 第153号 昭和62年10月発行

153

特集・新しい視点の舗装

特集にあたって	橋本鋼太郎	1
交通安全施設の整備	吉兼秀典	3
鋼床版舗装の新材料, 新工法の開発	福井崇博	10
関西国際空港の舗装について	前田 進・森本政幸	20
雪寒地域市街地の坂路対策について	山根 豊	29
キャブシステム	渡辺茂樹	38
シンボルロード	鈴木克崇	42

〈報 文〉

スパイクラベリング試験によるアスファルト混合物の 摩耗性の評価	宮下浩二	50
アスファルト舗装技術研究グループ・第27回報告 英国におけるたわみ性舗装の新設計方法について 〈工事事務所長シリーズ・その34〉	緒方健治	57
四国・松山 〈用語の解説〉	喜多河信介	67
路上再生路盤	小島逸平	70
アスファルトの電気的性質	井町弘光	71
〈統計資料〉 石油アスファルト需給統計資料		72

ASPHALT

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

特集にあたって

橋 本 鋼 太 郎

建設省道路局企画課道路経済調査室長

戦後40数年を経るに到って道路整備は着実に進展してきたものの、経済社会の国際化・高度化・国民の価値感の多様化が進展し、それに伴って生活環境の質の向上に対する要請がますます強くなってきている。

道路整備においては、最近安全で快適な道路空間の創出を図るためのアメニティー的発想が種々の場で実現されているが、道路は人の移動の際に最初使用されるものであり、人が最も身近に感じる公共物と言えるものであるから、それも至極当然のことである。

道路の中でも直接人が接する部分が舗装であり、舗装が環境面で道路空間に与える影響は多大なものであると言える。

ところで、舗装技術は経験的な側面が強く、また公共物として築造されるものがその大多数を占めることから、新しい工法や材料などを認知し採用していくまでには数多くの研究と実績を必要とする。

しかしながら、上述したように社会的な質的ニーズの高まりの中、舗装の分野においてもそれに応じた斬新な対応を迫られていると言えよう。

建設省では全国幹線ネットワークの充実・強化、都市交通対策の推進、地域振興・活性化を図る道路の整備を進めているが、親しみをうるおいのある道路の整備を目指す新しい視点に立った各種事業を昭和62年度の重点施策を中心に以下に紹介する。

(1) 交通安全対策の推進

- 交通事故の防止と交通の円滑化を図るため、歩道等の整備、交差点の改良、標識、情報板

等の整備を推進する。この際に高齢者、身体障害者等にとっても使いやすい交通安全施設の整備に努める。

- 住宅地域内において通過交通の流入を抑制し、交通事故の防止を図り、生活環境の改善に資するため、歩車共在を目指すコミュニティ道路の整備や住区総合交通安全モデル事業（ロードピア）を推進する。
- 安全で快適な自転車利用を図るため、自転車道を整備するとともに、各府県において延長20km以上の大規模自転車道の整備を推進する。

(2) 災害に強い道路整備の推進

- 積雪寒冷特別地域における道路交通の安全確保と円滑化を図るため、除雪、防雪等の雪寒事業、特にチェーン着脱所の整備や流雪溝の面的整備を推進するとともに、冬期歩行者空間確保モデル事業を実施する。
- 豪雪地帯の都市において、冬期における都市機能の確保を目的とするスノートピア道路事業を推進する。

(3) 沿道環境保全対策の推進

- 沿道の生活環境を保全するため、道路の維持修繕の強化、環境施設帯・遮音壁の設置及び植樹帯等による道路の緑化を推進する。
- 道路交通騒音の著しい幹線道路の周辺について、沿道整備計画の策定を促進するとともに、市町村の土地の買入れ、緩衝建築物の建築、住宅の防音構造化等総合的な沿道整備事業を推進する。

(4) 道路空間の有効利用と情報化社会への対応

- 安全で快適な通行空間の確保，都市災害の防止，都市景観の向上を図るためキャブシステム等による電線類の地中化を推進する。
 - 中心市街地等における歩行者の安全性・利便性の向上及び円滑な道路交通を確保する観点から，ペDESTリアンデッキ・地下道等の歩行者道路を含む道路ネットワーク，荷捌き・客待ち等のための駐停車スペース，地下誘導路等の整備を官民協力のもとに推進する。
- (5) 親しみとうるおいのある道路整備の推進
- 快適な歩行者空間の確保，親しみとうるおいのある道路空間の形成を図るため，狭い歩道の拡幅等を進めるとともにシンボルロード整備事業等により地域の特色を生かした道路づくりを進める。
 - 良好な都市景観の保全と形成を図るため，都市景観形成モデル事業やまちなみ景観総合整備事業を推進する。
 - 既成市街地等における交通安全の確保と住環境の改善を図るため，居住環境整備事業を推進する。
 - 歴史的環境と生活環境の調和を図るため歴史的地区環境整備街路事業を推進する。
- (6) 道路の管理及び維持修繕の強化

- 道路資産の保全とその有効利用を図るため，道路の維持修繕を強化する。また，道路構造物の耐久性を高めるための技術，より経済的，効率的な補修工法等の開発を官民協力に進める。
 - 道路管理業務及び維持修繕の効率化，合理化を図るため，合理的維持管理水準の設定及び保全技術の体系化に関する検討を行う。
 - 限られた予算内で最適な維持修繕計画を策定できる，舗装管理システム，及び橋梁の点検・診断・補修システムを整備する。
 - 円滑な道路交通を確保するとともに道路の占用需要に対応するため共同溝の整備する。
- 以上のような事業について，舗装は直接的にも間接的にも深くかかわっており，新しいニーズに応じたいくつかの舗装が実用に使われているが，その機能に応じた工法や材料の開発，設計・計画手法の確立などに関して，まだまだ残された課題も多い。
- 今回の特集は，今後ますます多様化・複合化していくであろう舗装への要望に対して，その進むべき方向を示唆したものであると言え，舗装関係者にとって，貴重な資料となることを期待するものである。

☆

☆

☆

☆

☆

☆

交通安全施設の整備

吉 兼 秀 典*

1. はじめに

戦後急速に整備が進められてきた我が国の道路は、増大する自動車交通を円滑に流し、質量ともに高いモビリティを確保することにより、経済の高度化を支える基盤施設として大きな役割を果たしてきたものであるが、一方で、自動車の利用が一般化するなか、歩行、自動車による利用を含めて、道路は我々の日常生活に対して大きな関わりをもつようになってきた。特に、昭和30年代後半から急増した交通事故の発生は、道路あるいは自動車交通を、国民生活を脅かすものとして再認識させ、この頃より安全への配慮が道路整備の課題として大きく取り上げられるようになってきた。

我が国の道路における交通安全対策は、昭和41年に「交通安全施設等整備事業に関する緊急措置法」が制定されて以来、計画的な対応が進められ、現在は、「第4次交通安全施設等整備事業五箇年計画」に基づき、交通事故防止と交通の円滑化を目指した対策が積極的に行われている。

現在、交通安全対策の基本方針は、安全、円滑かつ快適な交通社会を実現することを目標に、歩行者、自転車利用者、高齢者、身体障害者などが安心して通行でき、同時に安全で円滑な自動車交通を確保するための道路交通環境を確立することとなっており、道路管理者としては、このような基本方針のもと、利便性をも考慮した質の高い交通安全施設の整備拡充に努めているわけである。

道路管理者が行う交通安全施設等の整備には、歩道および自転車道等の整備、安全な歩行環境の形成を目指した自転車駐車場の整備、既設道路の安全の確保を図った交差点の改良、中央帯の設置、登坂車線等の整備、利用者の立場にたった系統的で判りやすい案内標識の充実、的確な道路交通情報の提供等がある。

ここでは、舗装との関わりがもっとも深いものとして、歩道および自転車道等の整備を取り上げ、現況な

らびに今後の方向を述べるとともに、そのなかで果たす舗装の役割についてとりまとめたので以下に紹介する。

2. 歩道および自転車道等の現況

歩道および自転車道等は、歩行者および自転車利用者にとって安全な通行空間を提供し、合わせて自動車交通の安全性と円滑性を高めるものである。更に、沿道に対しては、通風、採光等のための空間を拡大することにより、自動車交通に起因する障害を軽減し生活環境の保全に役立つ他、公共的な占用物件を収容するスペースの一部として、都市機能の維持に資するものでもある。

歩道および自転車道等は、設置形態、利用主体に応じて、車道に接続して設けられる、歩道、自転車道、自転車歩行者道と、車道とは独立して設けられる、歩行者専用道路、自転車専用道路、自転車歩行者道路とがある。これらの標準的な形態を示したのが図-1である。

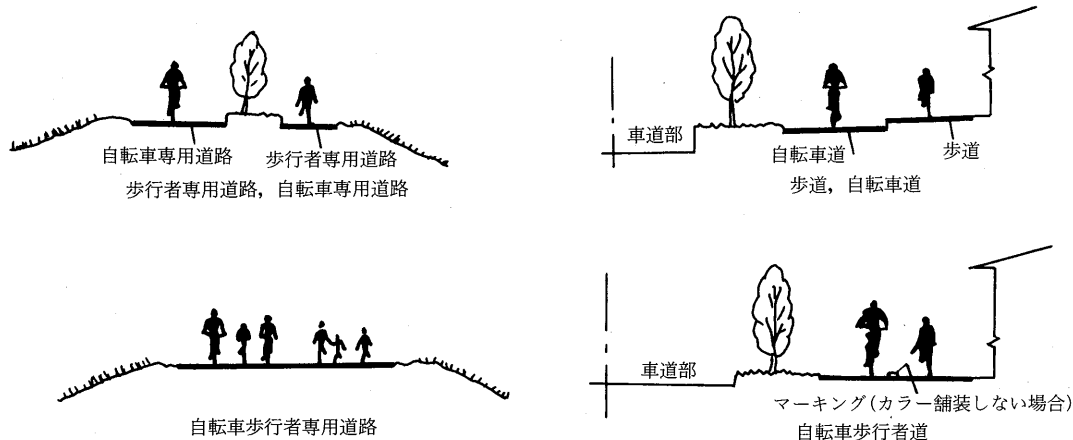
歩道および自転車道等の整備は、交通安全施設整備のなかで主要な部分を占め、特定交通安全施設等整備事業や一般の改築事業と合わせて積極的に整備が進められている。第3次五箇年計画においても、これら歩道等については、緊急に整備が必要な道路約114000kmの整備を目標に、一般の改築事業による整備と合わせ、この計画の終了する昭和65年度までに、概成させることとしている。その設置計画を表-1に示す。

3. 歩道および自転車道等の整備に対する新しい視点

一ロードビア構想とコミュニティ道路一

従来交通安全施設整備の一環として行われてきた歩道および自転車道の整備では、自動車交通の通行機能は原則として損なわず、歩行者あるいは自転車のための空間を車道の両側に新たに設置する形が一般的であ

*よしかね ひでのり 建設省関東地方建設局道路部道路計画第二課長



図－１ 歩道および自転車道等の形態

表－１ 歩道等設置全体計画表

		歩道等設置計画	
		道路延長	整備率(%)
①緊急に歩道等の必要な道路延長(km)		114,000	
②昭和60年度末設置済延長(km)		83,090	72.9
③ 61 … 65 年度 計画	改 築 事 業(km)	* 12,560	
	特 定 交 通 安 全 事 業(km)	6,930	
	地 方 単 独 交 通 安 全 事 業(km)	6,960	
	計 (km)	26,450	
④昭和65年度末設置済延長(km)		109,540	96.1
⑤倍 率 ④／②		1.32	

- ④ 1.*は推定値である。
 2.改築事業は街路事業を含む。
 3.緊急に歩道等の必要な区間とは、次の各号にすべて該当する区間である。
 イ) 12時間自動車交通量が500台以上の区間
 ロ) 1日の歩行者交通量が100人以上の区間又は1日の自転車交通量と歩行者交通量が150人台以上の区間
 (通学路は40人/日)

ったが、車道幅員が狭く、新たな用地取得が困難な市街地の道路では、このような従来の手法では対応が難しくなっているのが現状である。市街地の地区内道路は、沿道住民にとってもっとも身近な公共空間であり、地区住民のコミュニティを形成する場としての機能が期待されるとともに、防災面や景観面でも重要な役割を果たしているのので、特に、歩行者や自転車の通行が優先される。

このような地区内道路における歩道および自転車道等においては、自動車交通の進入や増加はその機能、役割を大きく阻害する要因となり、自動車交通と歩行

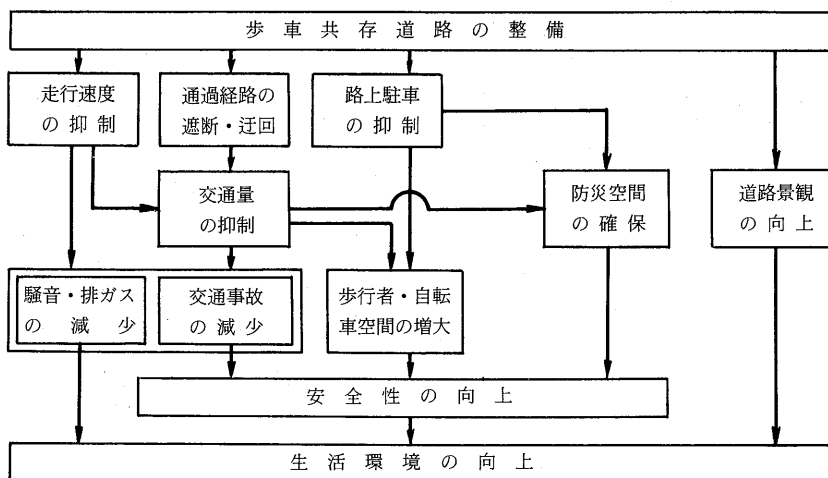
者および自転車との調和を図った対応が必要となる。

したがって、このような地区内道路で行う交通安全施設の整備では、既設道路の有効利用という制約のなかで、極力自動車交通の進入、通過を抑制して、歩行者、自転車利用者を優先する手法が求められ、このような整備手法の一つとして考えられたのが「ロードピア構想」である。

ロードピア構想では、人と車の共存、調和が基本となっている。地区に関係のない自動車交通の進入は抑制し、地区に関係のある車でも走行速度を制限した上で、人と車の共存、調和を図るもので、具体的にはこれらの目的に資するものとして、歩車共存道路を一定の地区内において面的に整備し、交通安全の充実と親しみとうるおいのある道路環境の実現を目指すものである。

このような歩車共存道路の整備効果は図－２に示すように多方面にわたっているが、それぞれの道路が単一の路線として個々に整備されていたのではこれらの効果も十分発揮できない。ロードピア構想では、あるまとまった地区を対象に、各道路の機能をよく見定めた上で、歩車共存道路が必要な箇所については面的に整備し、全体として円滑な自動車交通の確保と歩行者や居住者のための環境づくりを両立させていくことを目指している。

このようなロードピア構想は、特定交通安全施設等整備事業、一般の改築事業など既存の整備手法のなかで具体化されていくものであるが、この内、特定交通安全施設等整備事業のなかで整備される歩車共存道路を一般にコミュニティ道路と呼んでいる。コミュニティ道路は、自動車交通を抑制して、歩行者や自転車に



図－２ 歩車共存道路の整備効果

として快適な空間を提供する道路で、歩車道を分離した上で車道をジグザグ状、Ｓ字状にしたり、車道幅員を狭くし歩道を可能な限り広くとったり、あるいは歩車道の境界を明確にせず、通過交通を極度に抑制した上で、歩行者、自転車が道路全体を利用できるようにして完全に歩車共存を図る場合もある。いずれにしても、通過交通はわずかであるので、道路全体を歩行者、自転車が利用するという前提で整備が行われるものである。また、美観、周辺環境との調和という面からも一体的な整備が求められ、歩行者、自転車利用者への配慮から植栽、ベンチ、照明等に様々な工夫がされている。

このような観点から、舗装についても通常の箇所とは違った機能が求められる。したがって、一般に用いられているアスファルト舗装が選ばれることはまずなく、インターロッキングブロック、タイルなど様々な色、デザインが提供できる表層材料が用いられる場合

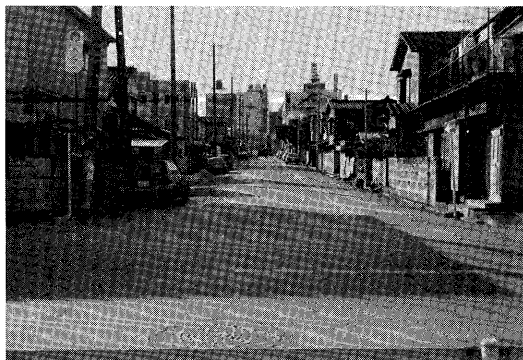
が多い。また、歩車共存を前提としているコミュニティ道路では、車が通るとはいえ一般の車道部とは異なり、荷重条件はかなり特殊であるとともに、多様な表層材料が要求されるので、構造についても従来とは違った対応が必要で、これらの条件のもとでそれぞれの材料について合理的かつ経済的な構造断面を示す必要がある。

コミュニティ道路の整備事例を写真－１に示す。

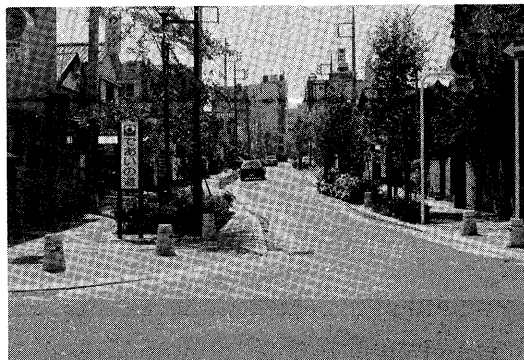
４．歩道および自転車道等の整備と舗装の役割

４－１ 舗装に求められる役割

歩道および自転車道などのような歩行者系道路の舗装は、そこを利用する歩行者、自転車ならびに必要なに応じて考慮する管理用車両等の交通荷重に対して十分な耐久性を有していなければならないが、同時に、そこを利用する歩行者や自転車に対しては、一定の安全性と快適性の確保に配慮する必要がある。従来は、歩



〈整備前〉



〈整備後〉

写真－１ コミュニティ道路の整備事例(千葉市本町)

行者系道路の舗装といえば経済性といった面からアスファルト舗装で施工される場合が多かった。しかしながら最近では、コミュニティ道路に代表されるように歩行者系道路に対しては、周辺環境との調和や歩行者ならびに自転車利用者に対するアメニティの向上が強く求められるようになっており、舗装に対しても、カラー舗装、ブロック舗装、タイル舗装など多種多様な材料が用いられるようになってきた。

このような新しい材料については、沿道住民からの要望も強く、道路管理者、施工者においても、このような多様なニーズに応えるため、様々な研究開発が積極的に行われている状況である。

また、歩車共存道路の車道部については、歩行者、自転車だけではなく、少ないながらも一般の自動車が走行することを想定して荷重条件を設定し、これに基づき構造設計を行う必要があるが、このような場合についても、表層材料の選択にあたっては、歩行者系道路舗装の一環として、歩行の快適性、美観などの要素を考慮した上で対応していく必要がある。

このように、歩道および自転車道等を始めとする歩行者系道路の舗装については、従来明確でなかった構造設計の考え方を整理し、適用する箇所の条件に応じて合理的な対応ができるようにするとともに、ニーズの多様化に対応するため、多種多様な材料のなかから適切なものを選択するための手法を提示することが今後求められるであろう。

以下では、このような観点から、歩行者系道路舗装を対象とした設計ならびに表層材料の選択、適用について、基本的な考え方を述べてみたい。

4-2 歩行者系道路舗装の設計

(1) 荷重条件

歩行者系道路の荷重条件を検討するため、利用形態、沿道条件別に分類した以下の4つの区分について、それぞれ代表的な箇所を2箇所づつ選り通行荷重の実態を調査した。

① 歩行者、自転車道 (No.1, No.2)

車道部とは分離された形態で、車両は通らない。

② モール (No.3, No.4)

市街地中央部の商業空間であり、商品の搬入のためトラックが通る。

③ 園路等 (No.5, No.6)

公園施設、団地内道路であり、管理用車両等の通行がある。

④ 歩車共存道路 (No.7, No.8)

コミュニティ道路、商店街路などによるもので、歩行者と自動車が路面を共有している。

調査対象は、歩行者 (大, 小), 自転車, 自動車 (最大積載量 2 t 以上), 自動車 (最大積載量 2 t 未満) で、12時間交通量 (7:00~19:00) の結果をまとめたものである。調査結果を表-2に、各道路区分別に、調査結果から想定される交通主体別の規格分類例をまとめると表-3のようになる。

表-2 地点別調査結果 (12時間交通量) 一覧

No	歩行者大 (人)	歩行者小 (人)	自 転 車 (台)	車両小型 (台)	車両大型 (台)
1	6949.00	142.00	698.00	0.00	0.00
2	54328.00	5128.00	185.00	0.00	0.00
3	32268.00	4521.00	476.00	1.00	0.00
4	7806.00	172.00	838.00	3.00	0.00
5	3523.00	585.00	2132.00	52.00	0.00
6	3720.00	555.00	321.00	118.00	10.00
7	10732.00	408.00	3657.00	702.00	51.00
8	12245.00	496.00	2000.00	67.00	14.00

表-3 交通主体別の規格分類例 (12時間交通量)

交通 主体 区分	歩行者(大・小) (人)	自 転 車 (台)	車両小型(台) (2 t 以下)	車両大型(台) (4 t 以下)
(歩 道 等)	5,000~10,000	500~1,000	—	—
(モ ー ル)	30,000以上	500未満	10未満	—
(園 路)	5,000未満	1,000~2,000	100未満	10未満
(歩車共存)	10,000~30,000	2,000以上	500未満	50未満

調査地点は一例にすぎないが、各区分ごとにもっとも交通量の多そうな箇所を選んだ。

車道舗装の場合は、舗装の破損が荷重の大きさと繰返し回数に関連があるということから、大型車交通量に応じて設計区分が設けられているが、歩行者系道路のような薄い舗装では、繰返し荷重よりも路床条件、最大荷重の大きさ、表層材料の破損、劣化といった要因が破損と関連しているので、歩行者系道路の設計区分は最大荷重によるのが適当と思われる。

実態調査の結果では、大型の車両でも最大積載量 4 t を越えるものがなかったので、歩車共存道路については最大積載量 4 t を想定し、その他の歩行者系道路では最大積載量 2 t の車両を想定しておけばよいと思

われる。歩道、自転車道、モールでは、2 t以下の車でも実際の通行はほとんどなかったが、施工上、管理上の実態を考慮するとやはり2 t程度の車は想定しておいた方がよいと思われる。これらについては、今後さらに詳細な調査を行って検討していく予定である。

(2) 路床条件

歩行者系道路舗装の路床は、十分な強度を持ち、変形が少なく、水が侵入しても軟弱化しにくいものでなければならない。特に歩行者系道路では、一般に舗装厚が薄く、路床の状態が路盤や表層の施工に大きく影響するので、これらの施工に先立って路床面は十分転圧し、路盤や表層の施工に必要な支持力が確保されていなければならない。

軟弱な路床は必要に応じて置き換えまたは改良して、一般の路床と同程度の支持力が得られるようにする。また、凍上の恐れのある地域では必要に応じて凍上抑制層を設けるのがよい。

(3) 構造断面の決定

以上の条件の基で具体的に設計を行う場合には、まず、路床条件として一般部の路床としてみなせる支持力の下限値（設計CBRで3程度）を想定して、(1)で設定した荷重条件の基で耐えられるような構造断面を各表層材料に応じて設定していく必要がある。

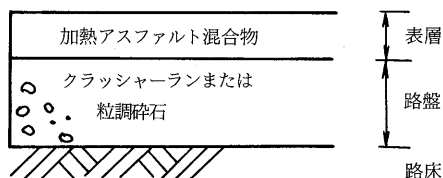
実際は、代表的な舗装材料ごとに標準的な構造断面を示すのがよいであろう。

代表的な材料ごとに標準的な舗装構成を示すと以下のようなになる。

① 加熱アスファルト混合物による舗装

加熱アスファルト混合物でつくった表層を持った舗装で、交通荷重に対しては、表層から路盤までの各層が力学的に釣り合いのとれた形で支えるように構成されている。

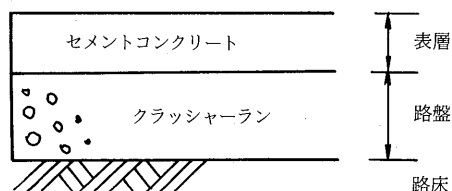
アスファルト混合物の表層にセメントペースト等を浸透させて剛性を高めた半剛性舗装や透水機能を高めた透水性舗装はここに含まれる。



② セメントコンクリートによる舗装

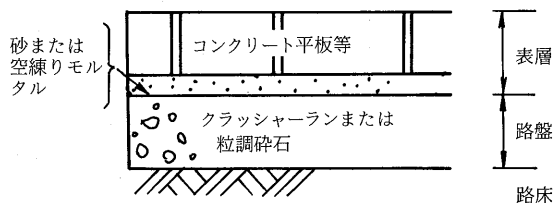
セメントコンクリート版を表層とし、交通荷重に対しては、コンクリート版の曲げ強さで抵抗する舗

装で、一般に表層と路盤より構成される。



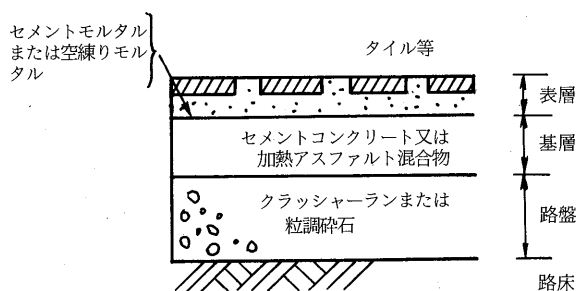
③ コンクリートブロック等による舗装

コンクリート平板やインターロッキングブロック等を表層材料として用いる舗装で、交通荷重によって各ブロックに生じる圧縮力やせん断力をブロック自体の剛性やかみ合せ効果より分散させ、各ブロックが舗装構造の一部として有効に機能するものである。舗装構成は、平坦性を確保し、表層材料の据付を容易にするため、粒状路盤の上に砂や空練りモルタルを設け、その上にコンクリートブロック等が舗設される。



④ 二層構造による舗装

通常の加熱アスファルト混合物による舗装や、セメントコンクリートによる舗装によって構成される基層の上に、化粧用の表層としてタイルや樹脂等をセメントモルタルや空練りモルタルを用いて張り付けたものである。交通荷重に対しては、基層以下のアスファルト舗装やセメントコンクリート舗装だけで受け持つ構造となるが、化粧用の表層材も想定される荷重に対して十分耐えられるものでなければならない。一般にタイルは、セメントモルタルや空練りモルタル等の接着材料によって基層に付けられる。



⑤ その他の舗装

上記以外に、自然土の改良、クレイ、木塊、自然石等による舗装があるが、それぞれの構成は、一般に過去の使用実績に基づいて決められている。

4-3 多様化する表層材料とその適用

以上述べたように、歩行者系道路舗装に用いる表層材料は、ニーズの多様化を反映して様々なものがあり、その価格も広範囲にわたっている。このようななかで、一般のニーズに応えながらもその箇所に適した材料を選択していくには、道路管理者としても合理的な選択基準をもっておくことが望まれる。

現在市販されている歩行者系道路舗装用表層材料は100種を超えと言われるが、これらを舗装構造別に分類すると表-4 のようになる。

このような多様な表層材料の内から、適用する箇所

にふさわしいものを選定するには、まず、その歩行者系道路を含めた道路全体の目的、周辺環境、遠景との関係などを十分考慮した上で、歩行者系道路の性格、沿道状況について配慮するとともに、更に、歩行者に与える生理的、視覚的影響について調べ、最後に舗装としての施工性、耐久性、経済性などの要因についても十分な検討を行い適用する材料を決定する。

選定にあたって考慮すべき要因は多岐にわたっているが、これらを整理すると以下ようになる。

〔A〕道路などの全体に係わる要因

一目的、性格、周辺環境、沿道状況、遠景など

〔B〕歩行者の生理、視覚に係わる要因

一すべり、歩き易さ、色調、反射、連続性など

表-4 舗装構造による表層材料の分類

分類記号	舗装構造による分類	表層材料による舗装の区分	表層材料の分類・特徴
S－1	加熱アスファルト混合物舗装	S-1-A 加熱アスファルト混合物舗装	a 密粒 b 細粒
		S-1-B カラーアスファルト混合物舗装	a 顔料を用いたもの b 着色骨材を用いたもの c 半剛性舗装で着色モルタルを用いたもの
		S-1-C 透水性加熱アスファルト混合物舗装	a 開粒
S－2	セメントコンクリート舗装	S-2-A セメントコンクリート舗装	
		S-2-B 洗い出しコンクリート舗装	
		S-2-C 着色コンクリート舗装	
		S-2-D 透水性コンクリート舗装	
S－3	コンクリート平板舗装	S-3-A コンクリート平板舗装	
		S-3-B 化粧コンクリート平板舗装	a カラーコンクリート平板 b 洗い出しコンクリート平板 c 擬石コンクリート平板 d 人研ぎ平板
S－4	ブロック舗装	S-4-A インターロッキングブロック舗装	
		S-4-B アスファルトブロック舗装	
		S-4-C レンガ舗装	
		S-4-D 木塊舗装	
S－5	二層構造舗装	S-5-A 常温塗布式舗装	a エポキシ系塗布材 b アクリル系塗布材 c 着色ペイント
		S-5-B タイル舗装	a 磁器質タイル b せっき質タイル c 擬石タイル
		S-5-C 自然石舗装	a 小舗石 b 鉄平石 c 大谷石
S－6	その他の舗装	S-6-A クレイ舗装	
		S-6-B その他の舗装	

備考：これらの表層材料の内、S-3-A、S-3-B、S-4-A、S-5-Bなどには、透水性機能を有するものもある。

〔C〕舗装の施工性などに係わる要因

一施工性、耐久性、経済性(トータルコスト)

表層材料の選定を行うには、これらの各要因について問題のないことを確認しておくことが望まれるが、個々の材料を相対的に比較する場合は、適用する箇所の諸条件(交通条件、路床条件、沿道条件等)から判断して、各要因の必要度に重みづけを行い、この重みづけに基づいて各材料の評価を相対的かつ定量的に行う手法を検討していく必要がある。

5. おわりに

以上交通安全施設の整備と題して、主に歩道および自転車道等を対象に整備の現況と今後の方向について紹介し、合わせてこれら歩道および自転車道等の舗装に関わる現状、課題についてまとめてみた。交通安全施設に対しては、従来安全性にかかわる機能を確保することを第一と考えられてきたが、今後は、快適性とか美観といったようなアメニティに関わる機能がより強く求められるようになると思われる。これとともに、

舗装に対しても、より高度な要請が向けられるようになってくるであろう。

このような要請に応えるためには、多様な機能を持ちかつ耐久性のある経済的な材料の開発を行っていくのはもちろんのことであるが、今後、これらの新しい材料を利用者のニーズに応じて適用していくには、特に、利用者のニーズ、管理上の要請等に対する評価を定量的に行いながら、これと合わせて表層材料の選定、適用を合理的に行っていくための手法を検討していくことが一刻も早く望まれるであろう。

一参考文献一

1. 藤本貴也：第4次交通安全施設等整備事業五箇年計画について(2)、道路、1986-5
2. 久保田尚、太田勝敏：歩行者と自動車の共存道路、交通工学 Vol.21, No1, 1986
3. 住宅、都市整備公団：歩行空間の舗装の設計、施工の手引(案) 昭和58年6月
4. 営繕協会：構内舗装設計標準、昭和60年4月

☆1987年版発行のお知らせ☆

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。

ただいま予約受付中です。

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』1987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 700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61年度の道路予算
- 道路の現況
- 道路整備5ヵ年計画
- 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

鋼床版舗装の新材料、新工法の開発

福井 崇博*

1. はじめに

本州四国連絡橋の橋面舗装は、従来の舗装材料よりも高品質のものを長年にわたり調査研究し、橋面舗装基準として開発整備されている。

この橋面舗装基準に定められた舗装構成のうち、上層に改質アスファルト、下層にグースアスファルトを用いた舗装材料の組合せで、既に因島大橋および大鳴門橋の鋼床版舗装に施工されて交通に供用している。

これらの橋面舗装は供用後2年以上経過しているが、品質面での問題は生じていないので、現在の橋面舗装基準を将来とも適用できるものと考えられる。

しかし鋼床版の舗装材料を選定してから10年以上経過していることや、明石海峡大橋のような超長大吊橋では、死荷重を軽減することは経済的にも有利である。

従って現在の舗装材料よりも、さらに軽量で耐久性に富み、また海峡部橋梁と言う特殊な環境から施工が容易であり場合によっては急速施工も可能であること、そして維持管理が容易にできるもの等の視点から、鋼床版上の舗装としてより優れた特性を有する新材料、新工法としての素材の開発を追求し調査検討を行ったので、その概要を報告する。

2. 経済性の検討

新材料を開発する場合に舗装の耐用年数を上げ、また薄層化することで高規格材料を開発することにより、初期投資を費やしても採算がとれるか検討を行った。

検討にあたっての設定条件は、舗装厚の低減にともなう死荷重の減少がケーブル工事費を低減できること、また補修工事実施時のユーザーズコストの増加と料金収入減等は考慮しないこと、および補修は新設時の価格で実施するものとした。

また現在の橋面舗装基準による舗装の耐用年数を15年とし、維持管理費として舗装費の20%を耐用年数内

に使用するものと仮定した。

耐用年数は50年と100年にした場合をそれぞれの標準とし、舗装厚と耐用年数を2種変えた場合に標準と比較して同等になる舗装費用は幾らになるかを求めた。

算定には費用を一定の年次レベルに換算する「ライフサイクル経済分析法」の現在価値法を用いた。

試算の結果、耐用年数の差は殆どなく、次の順に有利であり当初舗装費の投資費用増加が可能である。費用はおおよそ2～3倍であることから、新材料および新工法の開発は経済的にも採算がとれ、意義のあることが推定された。

耐用年数(2倍) + 舗装厚(1/2) > 舗装厚(1/2) > 耐用年数(2倍)

3. アンケート調査

鋼床版舗装の新材料について、アンケート調査およびヒヤリングにより情報収集を行い、その結果をバインダー、骨材等の使用区分毎にとりまとめ、各素材別毎に鋼床版舗装の新材料としての適応性について検討を行った。

ここでは舗装材料として実績のある素材に限定し、特性の評価および問題点について述べる。

3-1 調査の方法

調査は表-1および表-2に示す調査様式をメーカーに送付し、ヒヤリングを行って実施した。

3-2 調査結果

3-2-1 バインダー

(1) エポキシ樹脂系

この種のバインダーの舗装材料として、最近特に開発改良が行われ、13種類あった。

このバインダーの長所としては、主に耐流動性、耐摩耗性、曲げ疲労に対する抵抗性、耐油性およびすべり抵抗性や床版等への接着性があげられる。

*ふくい たかひろ 前本州四国連絡橋公団設計第二課長

表-1 鋼床版舗装の新材料新工法に関するアンケート調査

1. 現在舗装材料として使用実績のないもの		様式-1	
会社名 :		住所 :	
担当者 :		所属 :	
回答日 :		TEL :	
素 材 名			
現状	素材の概要	○特長及び一般物性 ○使用分野 ○使用実績 ○価格 ○その他	
今後の展望	鋼床版舗装新材料新工法としての適用性	1 舗装への可能性なし 2 現状のものでも可能 3 現状のものを改良すれば可能 4 その他()	根拠
	適用区分	1 バインダー 2 補強材 3 骨材 4 舗装体(複合体) 5 その他()	
研究協力		1 可能 [a. 情報の提供 b. 素材の提供 c. 研究協力 d. その他()] 2 不可能	
参考文献		1 あり [文献名又は文献を添付して下さい。] 2 なし	
鋼床版舗装新材料新工法に対する御意見又はアイデア等			
アンケート記載内容に対する問合せ先		本四公団設計二課、 TEL :	

※アンケート記入欄に記載できない場合は別の用紙に書いて添付して下さい。

表-2 鋼床版舗装の新材料新工法に関するアンケート調査

2. 現在舗装材料として実績のあるもの		様式-2	
会社名 :		住所 :	
担当者 :		所属 :	
回答日 :		TEL :	
現状	適用区分	1 バインダー 2 補強材 3 骨材 4 舗装体(混合物) 5 その他()	どのような性能に着目して使用しているのか(具体的に)
	素材の概要	○特長及び一般物性 (バインダー混合物) ○実用実績 (実施機関、場所、施工日、面積) ○供用性状 (わだち、ひびわれ、まもうすべり、はくり) ○価格 ○その他	
	現状での評価 (供用性対象)	1 ストレートアスファルトと同等 2 ゴム及びゴム・樹脂入りアスファルトと同等 3 ストレートアスファルトと比べて () 倍程度良い ゴム及びゴム・樹脂入りアスファルトと比べて () 倍程度良い 4 その他	根拠
	現状での問題点		
今後の展望	鋼床版舗装新材料新工法としての適用性	1 可能性なし 2 現状の性能で十分対応できる 3 現状のものを改良すれば対応できる 4 その他()	根拠
研究協力		1 可能 [a. 情報の提供 b. 素材の提供 c. 研究協力 d. その他()] 2 不可能	
参考文献		1 あり [文献名又は文献を添付して下さい] 2 なし	
鋼床版舗装新材料新工法に対する御意見又はアイデア等			
アンケート記載内容に対する問合せ先		本四公団設計二課、 TEL :	

アンケート記入欄に記載できない場合は別の用紙に書いて添付して下さい。

短所としては、可使時間が短いので施工管理が難しい。また硬化時間が長いので養生時間を要すること、膨張収縮が大きいので、ひび割れが発生しやすいなどの意見が素材によって出されている。

実績は橋面舗装材料として利用されているものが多く、交差点等の交通量の多い個所、滑り止め薄層舗装ならびにフェリーボートのデッキなどに幅広く使用されている。

問題点は可使時間が短いので、プラントおよび施工の管理が難しいこと、耐候性不良や寒冷期における養生時間の増加があげられる。

(2) ゴム樹脂系

プレミックスタイプとプラントミックスタイプとがあり、耐流動性、耐摩耗性および低温時のたわみ性が長所としてあげられる。

実績は本州四国連絡橋の表層混合物用バインダーとして橋面舗装や国道等にも多く使用されている。

問題点は貯蔵方法や耐寒性に欠ける記述があった。

(3) ゴム系

粉末状のものとラテックス状のものに分類され、いずれもアスファルトの改質材として使用されている。

長所は主に耐流動性、タフネステナシティの増大があげられており、低温時のたわみ性確保や耐摩耗性についても良好である。

問題点は粉末ゴムではアスファルト中への均一な分散に難があるが、ラテックス状のゴムは特でない。

3-2-2 骨材およびフィラー

(1) 硬質骨材

種類はエメリー、電融アルミナ、シノパール、セラサンドおよび製鋼スラグがある。

これらの骨材は一般に耐摩耗性に優れている傾向にあるが、バインダーとの馴染みが無いのもあるので注意が必要である。

(2) 軽量骨材

人工軽量骨材があり舗装本体の軽量化が可能であるため、橋梁の荷重軽減におよぼす影響が予測される。しかし骨材の噛み合せによる安定性が不安である。

(3) 明色

舗装の明色化を目的として検討したもので、電融アルミナ、シノパールおよびセラサンドがある。

これらは舗装体の輻射熱による温度上昇を抑えることにより、アスファルト舗装の耐流動効果や夜間照明などによる路面の反射率の向上による照明効果によって、通過交通の安全確保および照明施設の効率的な設

置による省力化が期待できる。

3-2-3 補強材

これは舗装体の粘り強さを向上し、ひび割れを抑えることを目的として検討したもので、次のように分類される。

(1) 繊維材

スチールファイバー、炭素繊維およびポリビニールアルコール繊維をアスファルト混合物やコンクリートに混入することで、その性能は向上することが期待できる。

しかし鋼床版舗装材に適用するにあたっては、バインダーとの馴染みおよび施工性などを検討する必要がある。

(2) スパンボンド不織布

これはリフレクションクラック防止および防水材に主として用いられている。また本四連絡橋橋面舗装基準にも適用されている。

(3) 高分子系添加材

ゴム、熱可塑性樹脂および合成ポリマーなどをアスファルト混合物に添加して品質改善を図るものである。

3-2-4 表面処理材

現在の本四連絡橋橋面舗装基準に該当するものと、その明色化を計ったものに分類される。

この種の表面処理材は、すべり等に起因する交差部の事故防止には顕著な効果があった。

耐久性はバインダーと表層表面との附着、また骨材のバインダーとの固着に問題があると思われる。

3-2-5 舗装本体

プラスチックコンクリートに総称され、レジンコンクリートとポリマーコンクリートに分類される。

レジンコンクリートは、流動等の耐久性、舗装厚減少にともなう軽量化等で望ましいが、材料面では硬化収縮によるひび割れ、および耐候性の問題や混合物とした場合の施工性等に問題があると言えよう。

ポリマーコンクリートはセメントコンクリートに比べ、中性化や薬品抵抗性を増す緻密化や脆性化、および附着等の物理特性の改良等がある。

これに繊維等の補強材の併用でタフネステナシティの改良も可能な材料であるので、レジンコンクリート同様の耐久性が期待できるので新材料としての検討に値する。

一方コンクリートの物理特性、および鋼床版の撓みへの影響および材料の追随性等について十分な検討が必要である。

3-2-6 防水材

改質アスファルト含浸のシート防水と塗膜系防水材に分類されるが特記事項はない。

3-2-7 接着材

現在の橋面舗装基準の瀝青ゴム系に該当すると考えられるものと、西独仕様書にみられるようなエポキシ樹脂系とがある。

エポキシ樹脂系接着材は、防水層も兼ねられる可能性から、現在の基準の下層をアスコンとした場合は、防水材を使用しなくても良い可能性がある。

瀝青ゴム系にくらべ接着性および供用性が良好であるので、施工性や舗装下層との接着性を含めて今後検討すべき材料である。

3-2-8 鋼床版デッキプレート

アルミ溶射は接着層施工面上の耐候性や接着層の接

着性の検討が必要である。

クラッド鋼版はステンレススチールによる被覆で防触を図った処理や材料である。

これは鋼板の現場接合部の処置等の問題も少ないので、車輛走行の安全性を満足し得る範囲で舗装の構成や目地等の考え方も変更し得ると考えられるので、供用期間等の考え方を含めて今後の検討に値する材料である。

4. 開発材料の選定

鋼床版橋面舗装の新材料および新工法としての研究開発材料の選定は、アンケート調査結果を中心に表-3に示す選定基準を対象にバインダー5種類、人工骨材2種類、シート系舗装体2種類および繊維補強材1種類を選定した。その結果を表-4に示す。

表-3 研究開発材料の設定基準

項 目	目 標	効 果	摘 要
1) 耐用年数	30年	○舗装打換へ周期の延長 ○管理者便益(料金収入) ○利用者便益(交通ストップ)	○部分補修を許容 ○実態調査:5~8年程度 ○現行基準:15年程度と推定
2) 舗 装 厚	現行仕様より薄いこと。	○死荷重の軽減(ケーブル基礎工などの経費節減)	○現行基準:65~75mm
3) 舗装の色	明 色 化	○視認性の向上(安全性) ○照明の節減(省エネルギー)	○現行基準:特に定めていない
4) 施 工 性	急速施工が可能であること。	○工期の短縮	○現行基準:特に定めていない
5) そ の 他	鋼床版橋面舗装として適用した場合、構造、材料、施工、維持管理などの面から支障を起さないこと。		

表-4 新材料、新工法としての室内試験を実施するもの(案)

区 分	試験 №	素 材 名	備 考
現 行 材 料 (比 較 材 料)	1	ストレートアスファルト60~80	
	2	本・四改質Ⅰ型	
新 材 料 新 工 法 材 料	3	バインダー+骨材	エポアス+明色骨材
	4	バインダー+骨材	エポキシ系樹脂+明色骨材
	5	バインダー+骨材+補強材	プラスチック補強
	6	表層溝付きラフトップゴムベルト接着	
	7	樹脂充てん針布接着	
	8	繊維補強コンクリート	
	9	ブロック舗装	

4-1 試験項目および方法

試験舗装材料としての適否を判断するための一次試験および一次試験で合格したものを詳細に検討するための二次試験に分けて実施した。

試験項目および試験方法を表-5に示す。

4-2 室内試験結果

4-2-1 バインダー

試験対象は5種類(A, B, C, D, E)であり、それぞれ予備試験(引張強度, 線膨張係数, モルタルによるマーシャル試験)を実施した。

その結果をもとに3種類のバインダー(A, D, E)をえらび二次試験を行った。

試験項目はホイールトラッキング試験, 単純曲げ試験, 接着性試験, 熱膨張率(混合物)試験, ラベリング試験, 明色度試験, すべり抵抗試験, および透水性試験である。

ラベリング試験結果は, 図-1に示すようにDが比較対象にした改質I型より摩耗量が多い結果を示している。

その他の試験項目では, A, D, Eとも改質I型と同等程度の特性を示した。

特に動的安定度は図-2に示すように無限大に近く,

単純曲げ試験における強度, ひずみとも図-3, 図-4に示すように改質I型より大きいので流動性およびひび割れに優れていると言える。

ただしEは図-3, および図-4の単純曲げ試験では天然骨材を用いたものより, 人工骨材を使用したものの方が強度が低く, 人工骨材との馴染みに問題がある。

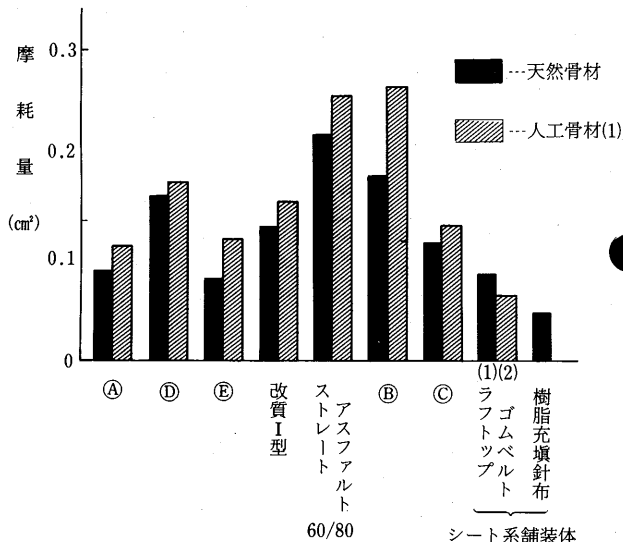


図-1 混合物の種類と摩耗量の関係

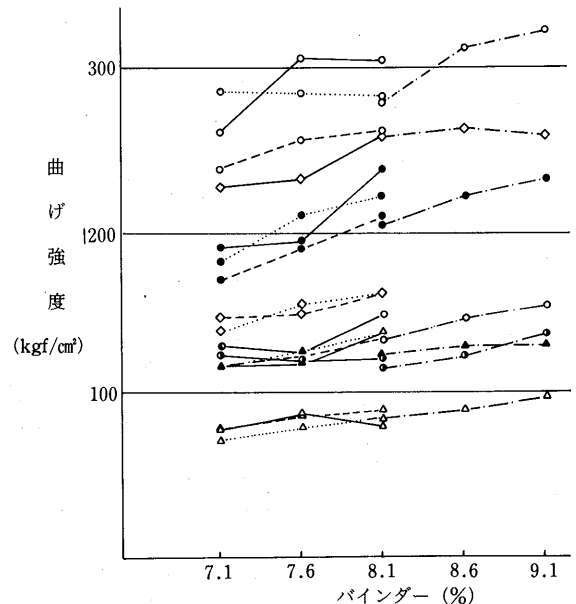
表-5 室内試験の試験項目および方法

区 分	試 験 項 目	試 験 方 法	備 考
バインダー	バインダー特性に応じた一般物性試験	アスファルト舗装要綱 JIS、その他の試験基準	一 次 試 験
骨 材	比重、吸水、PSVなどの一般物性試験		
補 強 材	補強材の特性に応じた一般物性試験		
混 合 物	ホイールトラッキング		二 次 試 験
	曲げ		
	すべり抵抗		
	明色度		
	曲げ疲労		
	ラベリング		
	混合物と鋼床版との接着力		
	〃 せん断力		
	熱膨張係数		
	衝撃		
	透水		
	そ の 他		

しかし曲げ試験の結果より、一部の
バインダーとは相生に不安があると
ともに、ラベリング試験では天然骨材使

[illegible]

凡 例		試 験 条 件
○—○ ①	天然骨材	供試体寸法 : 300×100×50 (mm)
○—○ ②	天然骨材	載荷スパン : 200 (mm)
○—○ ③	繊維補強	載荷速度 : 50 (mm/分)
●—● ④	人工骨材(1)	試験温度 : -10 (°C)
◇—◇ ⑤	人工骨材(2)	
— ⑥	ストレートアスファルト	
— ⑦	60-80	
▲ ⑧	改質 I 型	



図—4 曲げ試験結果（曲げ強度）

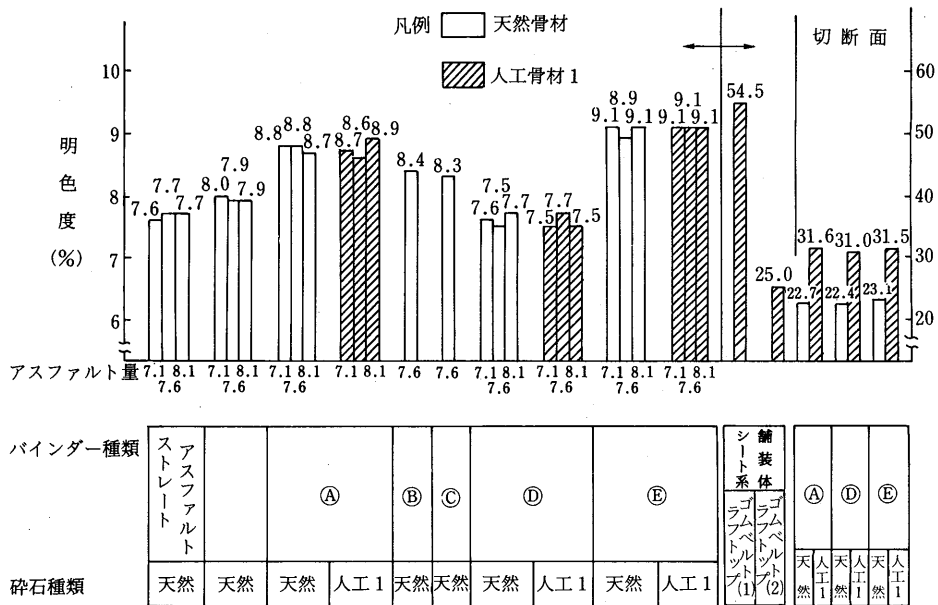


図-5 明色度試験結果

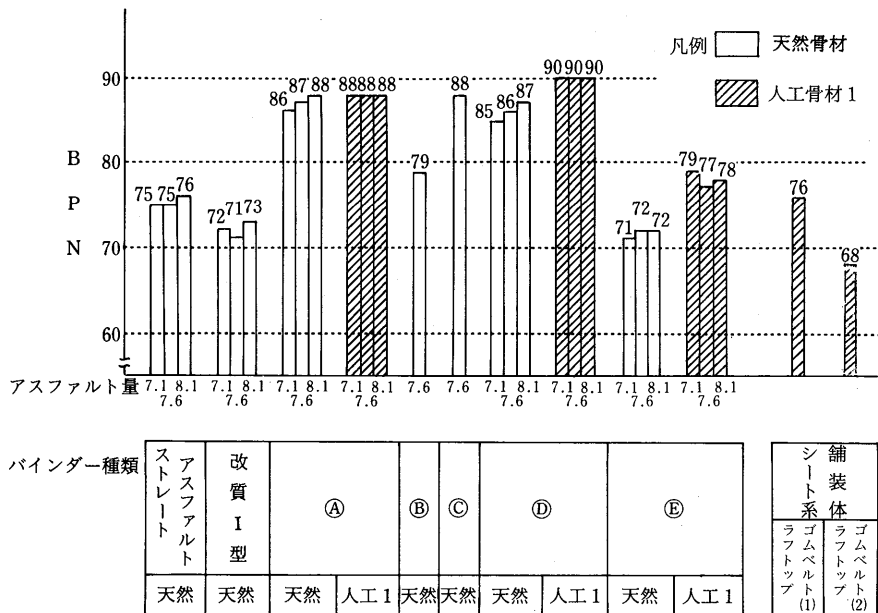


図-6 すべり抵抗試験結果

4-2-3 繊維補強

曲げ試験の結果は、図-3、および図-4に示すように試験条件が -10°C と低温であるためなのか、繊維補強による有意差は認められなかった。

なお試験は本四公団の基準に従って行ったものであり、ひび割れに対して厳しい気象条件を想定し低温での試験条件を定めている。

4-2-4 シート系舗装体

シート系舗装体については、ラベリング試験、熱膨張率試験、明色度試験、きめ深さ試験および接着性試験を実施した。

ラベリング試験結果は、図-1に示すように優れているが、滑り抵抗試験は図-6に示すように使用骨材によっては、やや滑り易い結果になっている。

接着力試験は、試験器具と供試体の接着が良好でなかったため、試験対象の鋼床版と舗装本体の接着力については十分な試験が行えなかった。

以上のことからシート系舗装体は、試験施工を含め

舗装ないし舗装に関する施工実績がなく、施工性についての不明な点が残っている。

なおそれぞれの試験結果を図-7以降に示した。

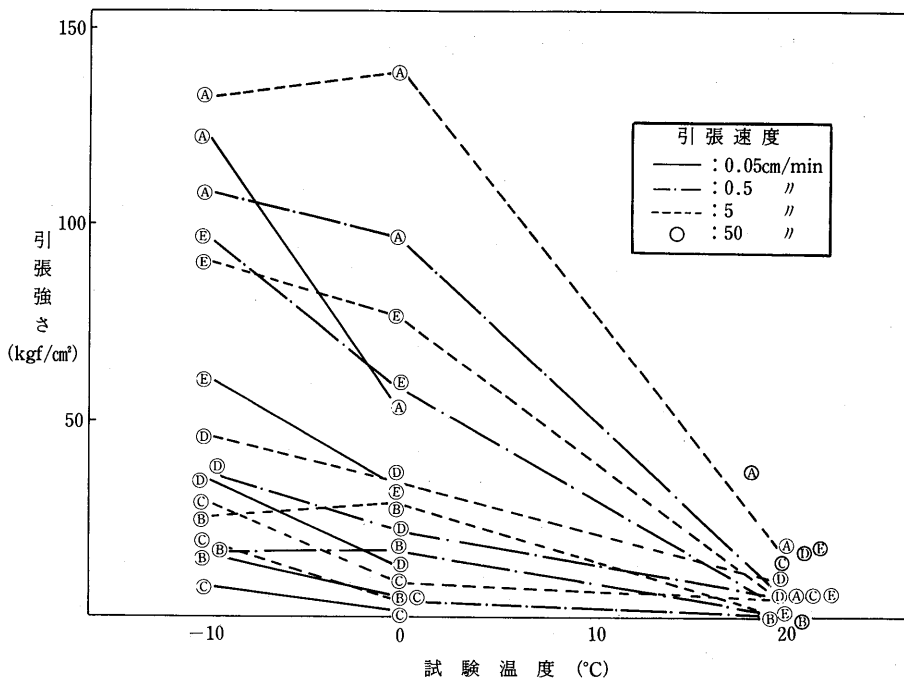


図-7 引張強さと試験温度の関係

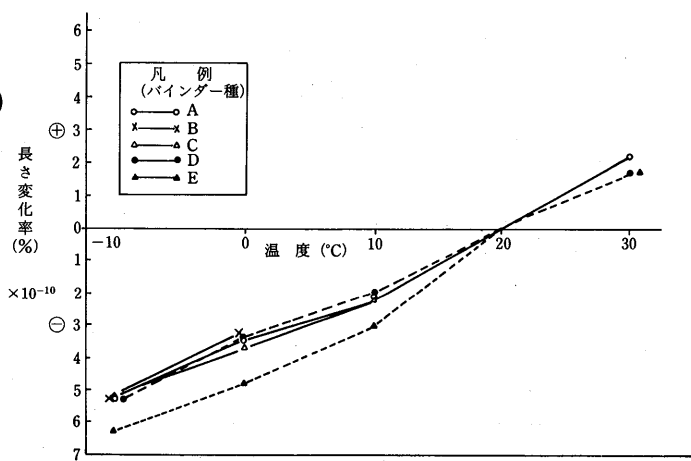


図-8 長さ変化試験

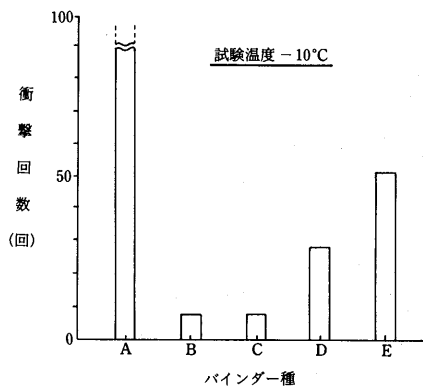
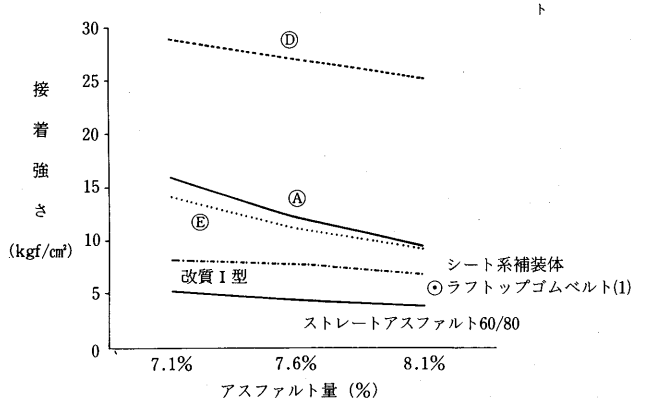
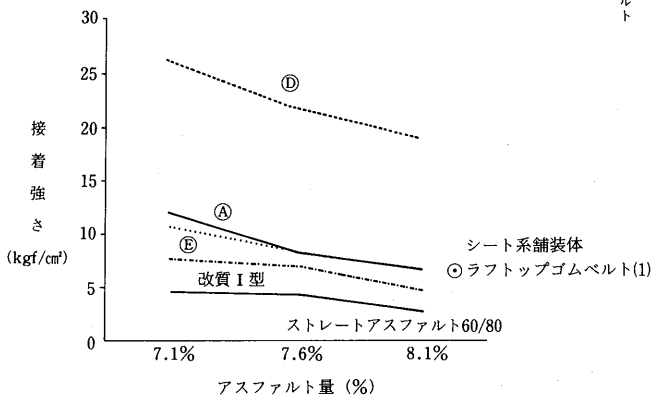
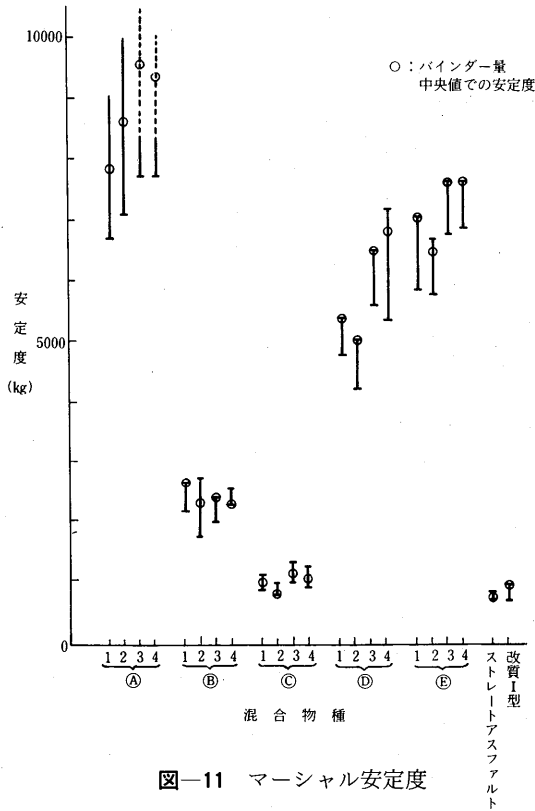
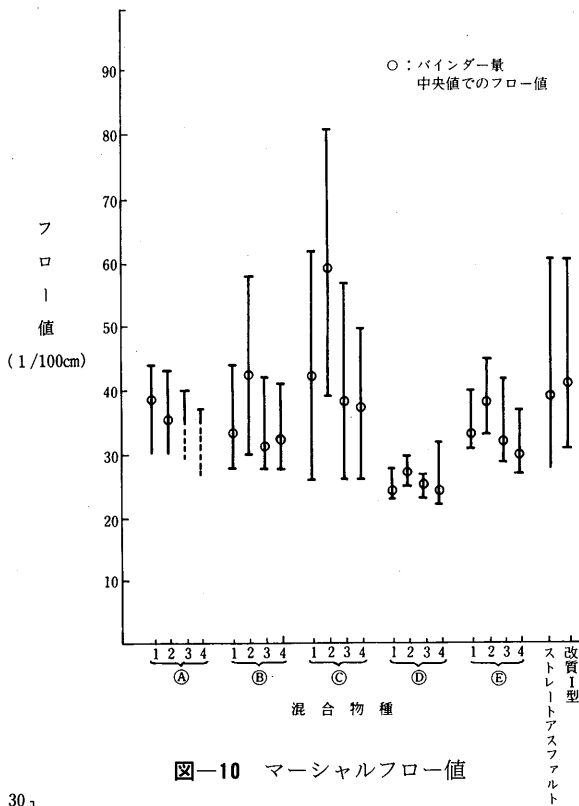


図-9 ページ衝撃試験

表—6 標準砂によるマーシャル試験

バインダー種	A			B			C			D			E		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
密 度 (g/cm ³)	1.820	1.814	1.802	1.816	1.807	1.802	1.797	1.790	1.796	1.788	1.798	1.774	1.805	1.799	1.804
	1.812			1.808			1.794			1.785			1.803		
安 定 度 (kg)	9210	9250	9290	4010	3640	3700	1400	1530	1570	2870	3010	2900	6210	6250	6280
	9250			3780			1500			2930			6250		
フ ロー 値 (1/100cm)	33	37	44	46	44	43	49	55	48	35	33	40	66	70	65
	38			44			51			36			67		



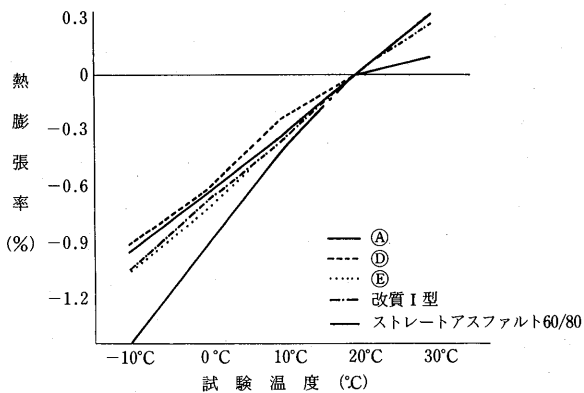


図-14 温度と熱膨張率の関係 (天然骨材)

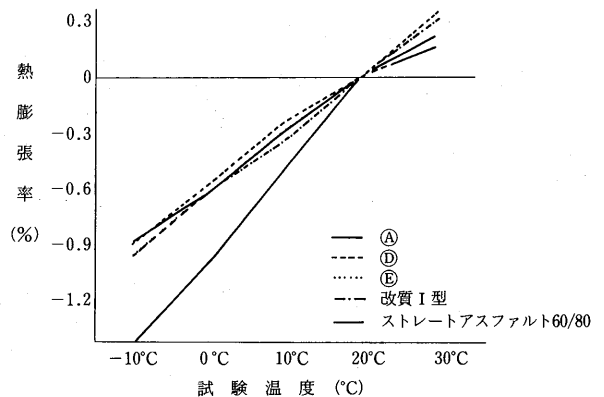


図-15 温度と熱膨張率の関係 (天然骨材+繊維)

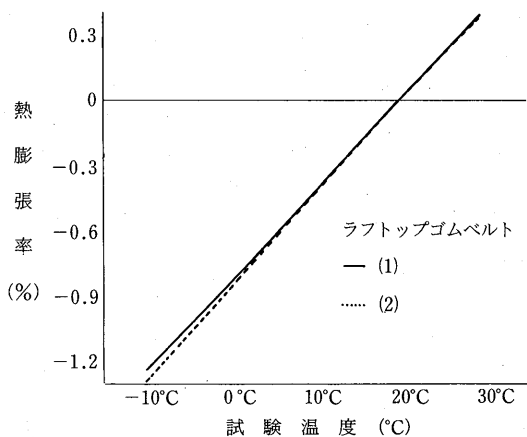


図-16 温度と熱膨張率の関係 (シート系舗装体)

5. おわりに

鋼床版舗装材として開発されている新材料および新工法を舗装以外の分野も含めて、アンケート調査を行

いその結果から有望であると判断された素材について室内試験を実施した。

しかし期待していた軽量で耐久性に優れた新材料の開発が残念ながら得られず、現状維持の素材を適用せざるを得ないため、実物大等の試験を行わなかった。

従って本州四国連絡橋の橋面舗装に関する新材料および新工法の調査研究は、工事工程との関連で一時中断し改めて行うことにした。

最後に長期間にわたり、本調査研究にご尽力いただいた本州四国連絡橋橋面舗装に関する調査研究委員会の多田委員長はじめ、各委員に心から御礼を申し上げます。

— 参考文献 —

本州四国連絡橋橋面舗装に関する調査研究報告書
(昭和60年3月～昭和62年3月)

☆

☆

☆

☆

☆

☆

関西国際空港の舗装について

前田 進*・森本政幸**

1. はじめに

関西国際空港は、大阪国際空港の航空機騒音による厳しい環境問題を抜本的に解決し、増大する航空輸送需要に対処するとともに、わが国航空ネットワークの二大拠点の一つとしての役割を果たすべく計画されたものである。関西国際空港は環境保全に十分配慮しつつ地域社会との調和のとれた24時間運用可能な国際空港として、大阪湾泉州沖の海上に建設されている。当空港の特色は、わが国最初の24時間運用の国際空港であるとともに、空港の建設及び管理が民間会社によって行われることである。昭和59年10月、国、地方公共団体、民間の出資による関西国際空港株式会社が、大規模プロジェクトの民間活力導入の最初のケースとして設立された。関西国際空港株式会社は設立以来、空港計画や建設計画の策定作業、漁業補償、環境アセスメント、及び公有水面埋立免許取得等の諸手続きを終え昭和62年1月、本工事に着手し、昭和68年3月の開港に向かって順調に工事を進めている。(図-1)

2. 空港計画の概要

2-1 計画の基本方針

関西国際空港の計画は、昭和49年及び昭和55年の航空審議会答申に基づいて、公害のない、地域社会との調和を保ち、機能的にも優れた空港とするため以下の方針により策定されたものである。

- イ) 大阪湾およびその周辺海域における公害の防止と自然環境の保全に十分配慮すること
- ロ) 国際線と国内線の拠点とすること
- ハ) 国際航空路線の特色を考慮して、24時間運用可能な空港とすること
- ニ) 空港機能を十分発揮できるアクセス交通手段を

確保すること

2-2 計画の概要

基本方針のもとに計画されている第一期計画の概要は次の通りである。

空 港

位置：大阪湾南東部の泉州沖 5 km の海上

規模：面積，511ha

滑走路，1 本，長さ3,500m

能力，年間離発着回数，16万回

連絡橋：道路，鉄道併用橋，長さ3.8km

開港目標：昭和67年度末

事業費：約 1 兆円（昭和58年度価格）

第一期計画が完成すると、大阪国際空港の約1.6倍の

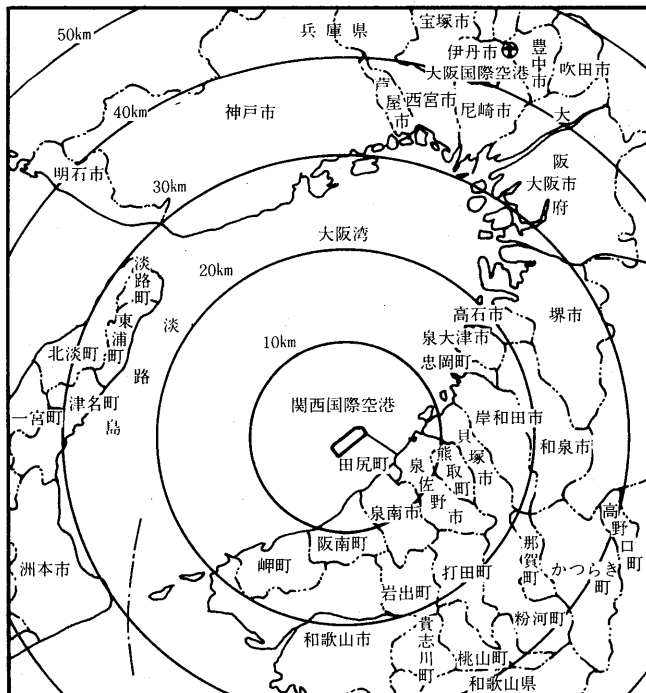


図-1 空港位置図

*まえだ すすむ 関西国際空港(株) 常務取締役 **もりもと まさゆき 関西国際空港(株) 工務一部設計二課長

面積でおよそ1.7倍の旅客数と約5倍の貨物量を扱うことになる。(表-1)

本計画での空港島の利用計画は図-2の通りである

表-1 土地利用計画の内訳

地 区	主 要 施 設	用地(ha)
1. 離着陸地区	滑走路、誘導路、航空保安施設	218
2. エプロン地区	ローディングエプロン ナイトスティエプロン メンテナンスエプロン	133
3. 旅客ターミナル地区	旅客ターミナルビル	11
4. 国際貨物ターミナル地区	貨物上屋、官庁事務所	23
5. 国内貨物ターミナル地区	貨物上屋	5
6. 整備地区	格納庫	13
7. 供給処理地区	電力・ガス・水道・航空機燃料施設 排水処理・廃棄物処理施設	17
8. 管理地区	官庁事務所、民間事務所	5
9. アクセス交通地区	道路、鉄道、駅舎、駐車場	60
10. その他用地	護岸	26
合 計		511

が、第二期以降の計画を考慮して、陸側部に滑走路および誘導路を、沖側に旅客ターミナル、貨物地区、供給処理地区などを配置している。

海陸連絡交通施設は、大阪市寄りの北ルートに道路、

鉄道併用の連絡橋を配し、鉄道駅を沖側中央に配置、又アクセス交通手段は海上立地の特性を生かし、海上アクセス基地を沖側の北東に配している。

3. 空港島の建設概要

3-1 地盤の特性

空港島建設海域においては、昭和52年から61年にかけて最大深度400mを含む108個所のボーリングを実施し、これらの結果をもとに海底地盤の地質及び地盤特性を把握し、洪積層を含めた沈下特性を明らかにした。

(図-3)

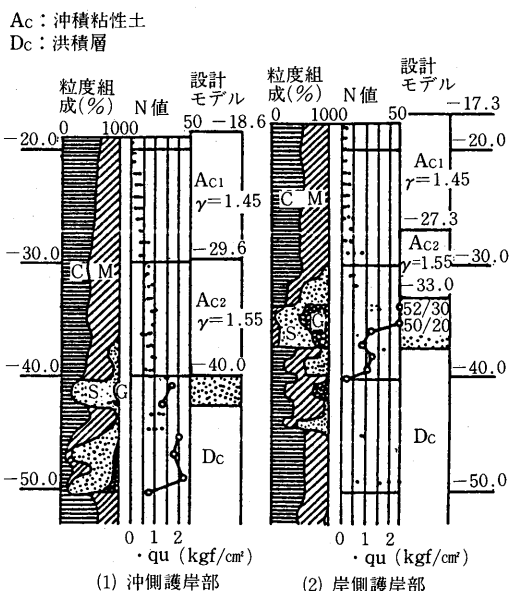
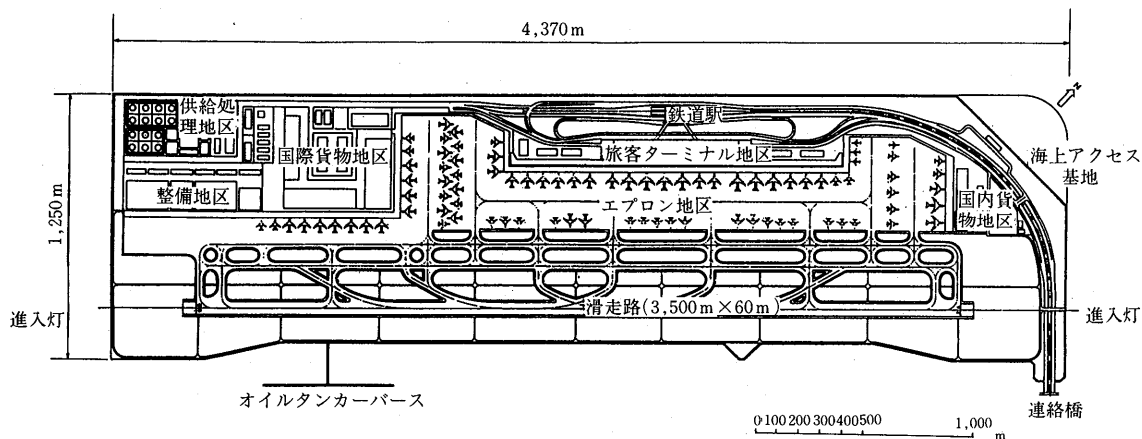


図-3 海底地盤の地質構造



(注) 図中の具体的な施設の配置、形状等については確定したものではなく、今後さらに検討を行うこととしている。

図-2 関西国際空港 計画図

泉州沖の海底地形は、海岸線から100分の1程度の勾配で次第に水深を増し、水深11～21m附近では750分の1程度の緩やかな傾斜面を形成している。空港島建設予定地では、16～19m程度の水深である。そして沖積粘土層の下には薄い砂礫層と洪積粘土層の互層が数100mの厚さで堆積している。この地盤の層序層準の設定は粘土層に含まれるナンノプランクトンなどの微化石を分析するなどの地質学的検討によった。その結果、沖積粘土の特性は、空港建設予定地全体にわたって顕著な相違はなく、ほぼ一様とみなせることが判明した。以下に物理特性、力学特性を示すが()内は護岸及び地盤改良の設計に用いた値である。

一軸圧縮強度： $(q_u=0.04Z \text{ kgf/cm}^2, \text{ただし海底面で} Z=0 \text{ m})$

単位体積重量： $\gamma_s=1.4\sim 1.6 \text{ g/cm}^3$

含水比： $W=50\sim 120\%$

圧密係数： $C_v=60\sim 140 \text{ cm}^2/\text{day}$
($C_v=90 \text{ cm}^2/\text{day}$)

体積圧縮係数： $(m_v=0.18P^{-1.08} \text{ cm}^2/\text{kgf})$

液性限界： $W_L=30\sim 120\%$

塑性限界： $W_P=20\sim 50\%$

液性指数： $I_L=0.8\sim 1.2$

塑性指数： $I_P=10\sim 90$

なお、これらの沖積粘土の特性は、近畿地方の港湾周辺の粘土のものとほぼ同じである。

3-2 護岸の建設

総延長約11kmに及ぶ護岸は前面の海象条件、背後の土地利用及び資機材の調達、施工速度、第二期計画への展開、経済性等から検討し、緩傾斜石積護岸を基本に各護岸は以下の考えに基づき断面構造を決定した。(図-4)

A護岸：北西側(沖側)及び南西側の護岸は波当たりが強く、また当該海域の利用及び周辺海岸への影響からみて反射波の低減が必要であるため、消波機能と耐波性を向上させるよう消波ブロックを前面に設置したサンドドレーン(S. D)改良の緩傾斜石積護岸とした。(図-4(a))

B護岸：南東側(陸側)の護岸であり、波当たりも弱いため消波ブロックを設置しない緩傾斜石積護岸とした。(図-4(b))

C護岸：南東側護岸であり、空港施設建設時の係留施設としての利便性を考慮して、サンドコンパクションパイル(S. C. P)で地盤改良し、鋼製セルを打設する鋼製セル護岸とした。(図-4(c))

D護岸：北側の護岸であり、空港供用時の海上アクセス基地としての利用を考慮して、消波機能と係留機能を兼ね備えたSCP改良の直立消波ケーソン護岸とした。(図-4(d)) (図-4(e))

3-3 埋立工事

空港供用後の地盤の残留沈下や不同沈下を極力小さくするため、埋立全区域をSD工法により地盤改良を行い沈下を促進させることとしている。なお沖積層の圧密沈下は約6mと推定されるが、工事期間中に沈下はほぼ終了するものと考えている。(図-5)

埋立は、SD改良後水深3mまでは底開バージにより直投し、水深3m以浅は揚土船にて埋立を行うこととしている。埋立に必要な土砂は1億5千万 m^3 であり、兵庫県淡路島及び現在開発中の大阪府阪南地区、和歌山県加太地区の3箇所から搬入することとしている。(図-6)

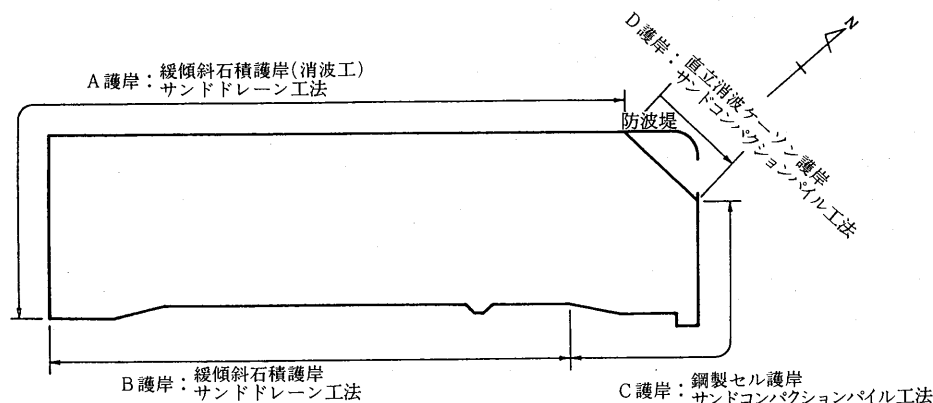


図-4 護岸の様式及び地盤改良工法の配置

緩傾斜石積護岸(消波工)

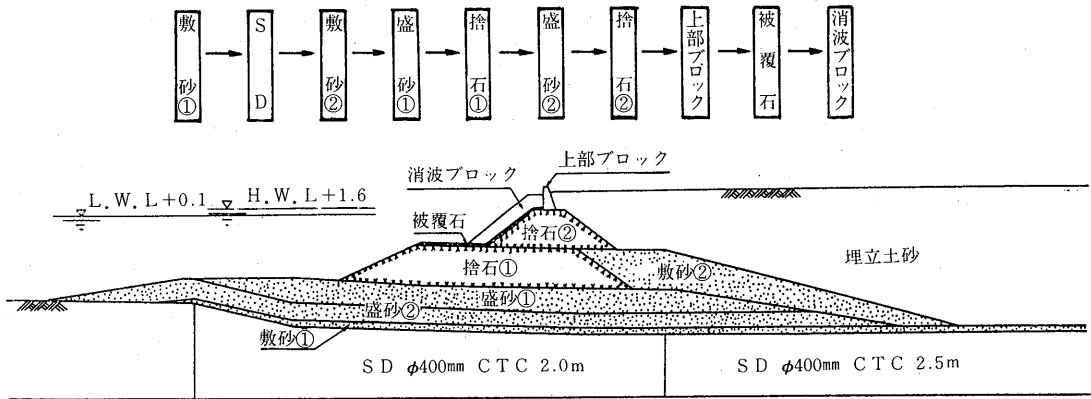


図-4(a) 緩傾斜石積護岸(消波工)

緩傾斜石積護岸

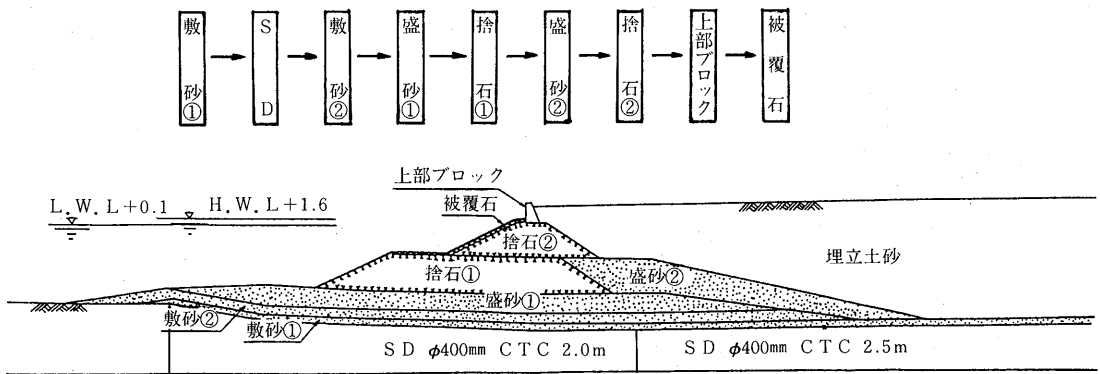


図-4(b) 緩傾斜石積護岸

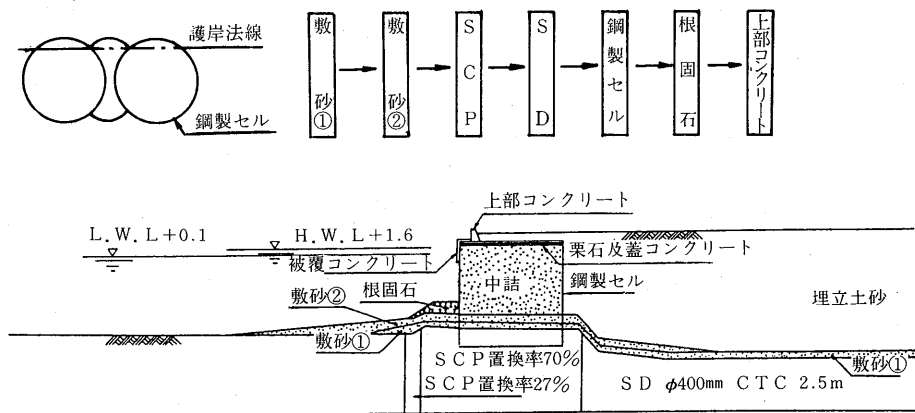


図-4(c) 鋼製セル護岸

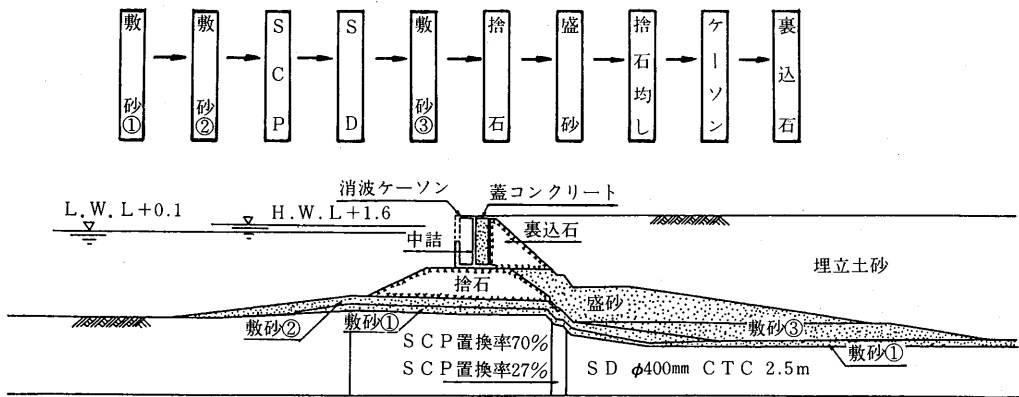


図-4 (d) 直立消波ケーソン護岸

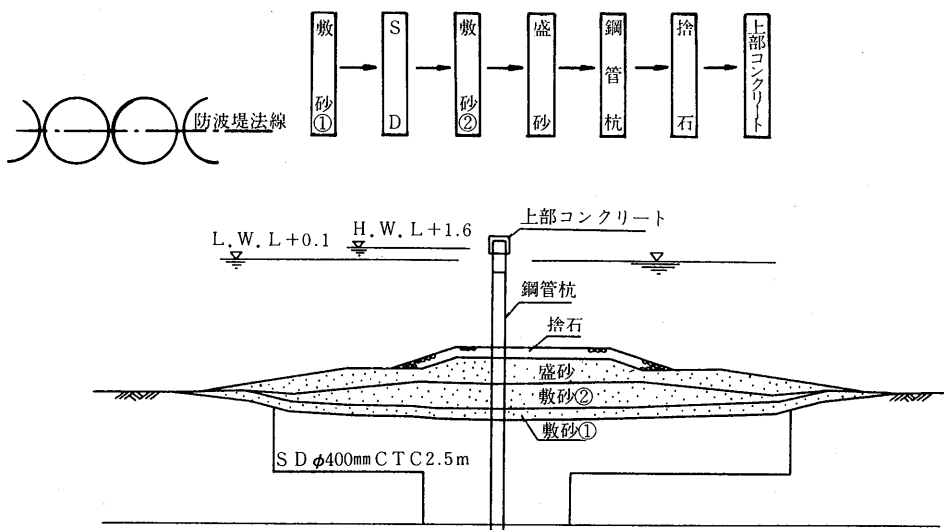


図-4 (e) 防波堤

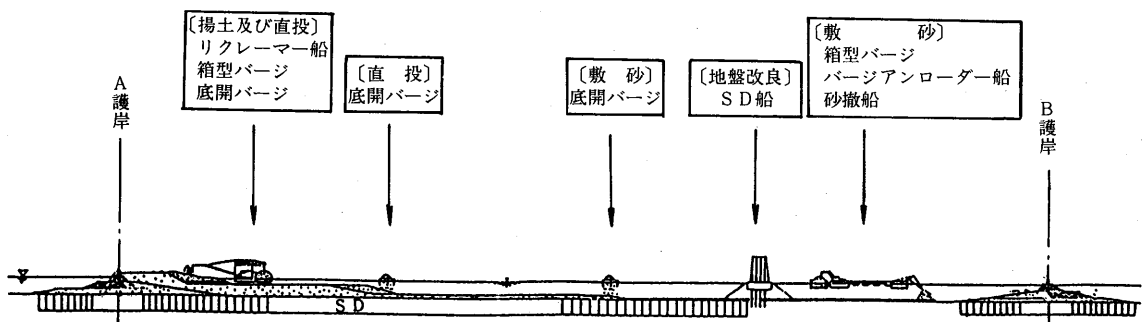


図-5 埋立法

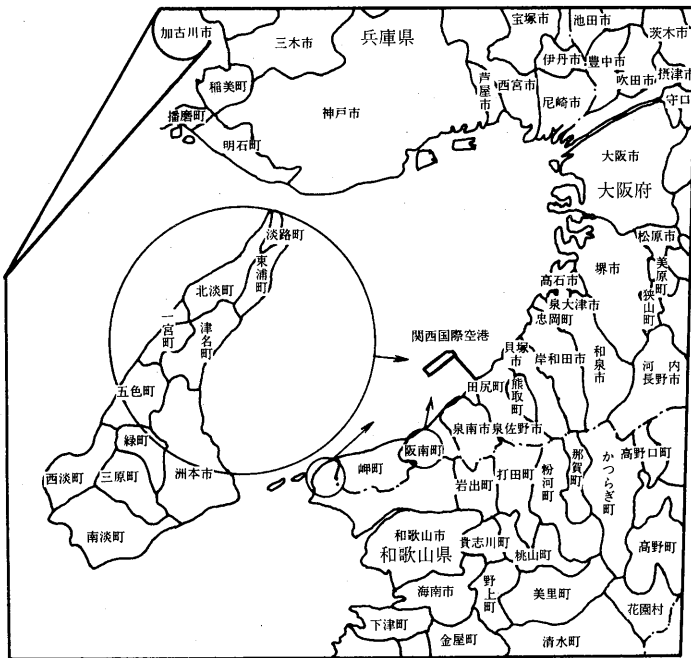


図-6 山土採取位置図

4. 基本施設等の配置及び設計条件

空港舗装の設計を考えていく場合、荷重条件が平面的に大きく異なるため、いくつかのブロックに区分されている。また設計のための荷重の大きさ等も非常に大きな要因となる。以下に護岸工事、埋立工事に引続き行われる関西国際空港の基本施設等に関し、舗装工事の概要を紹介する。

4-1 基本施設の配置

関西国際空港の基本施設の舗装は、荷重条件の違い

により、A～Eの区域に分けられ図-7のように配置されている。

A舗装区域：滑走路端部（両末端よりそれぞれ700m）、平行誘導路、取付誘導路、ローディングエプロン

B舗装区域：滑走路中間部、高速脱出誘導路、ナイトステイエプロン

C舗装区域：メンテナンスエプロン

D舗装区域：オーバーラン、ショルダー

E舗装区域：GSE通路及び置場

各区域毎の特徴は次の通りである。

イ. A舗装区域は、全備重量の航空機が低速で走行するか駐機する区域である。ここに含まれる滑走路端部とは、長さ方向に滑走路の端から滑走路長の5分の1までの部分である。

この中には、航空機をバイパスさせ

たり、待機させたりするためのバイパス誘導路、ホールディングベイなどの施設も含まれる。

ロ. B舗装区域は、着陸時重量程度の航空機荷重が走行する区域である。この中には、ローディングエプロンに駐機できない航空機のためのナイトステイエプロンや、ここに行くための連絡誘導路も含まれる。

ハ. C舗装区域は、整備のための航空機が通過あるいは駐機する区域で、A、B舗装区域よりも

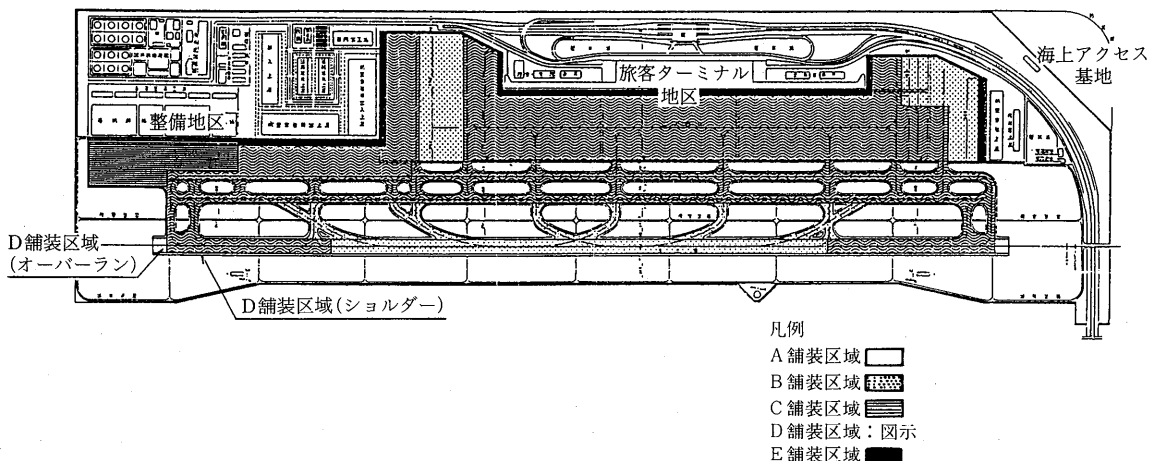


図-7 舗装構造区分

軽い燃料非積載航空機を考える。洗機場や、航空機が搭載している計器の方向チェックを行うコンパスエプロンはこれに含まれる。

ニ、D舗装区域は、航空機が通常通行しない。非常の場合に備えてのオーバーランやショルダーである。

ホ、E舗装区域は、対象荷重が航空機ではなく、トーイングトラクターをはじめとした各種車両が通行し諸機材が置かれる区域である。

4-2 設計条件

当空港で現在想定されている対象荷重等の設計諸元は表-2の通りである。

これらのうち設計荷重は現行の最大航空機を対象とし、しかも24時間空港であるため設計反復作用回数も非常に大きい。このことから、耐久性の大きい舗装が要求されることになる。

5. 関西国際空港における舗装の特徴

関西国際空港における各施設の建設は海上という現場条件、軟弱地盤上での埋立、埋立工程に合せた各施設の大量急速施工という特殊性を有しており、さらに現在考えられる最も厳しい荷重条件の下で設計を考えなくてはならないため、滑走路、誘導路及びエプロン等の舗装についても幾つかの技術的課題がある。(図-8参照) これらの検討は図-9に示すフローにしたが

表-2 設計条件

項 目	条 件
設 計 年 数	10年
設 計 C B R	10%(想定)
設 計 対 象 航 空 機	B-747-200B
設 計 荷 重	LA-1
設 計 反 復 作 用 回 数	32,000回

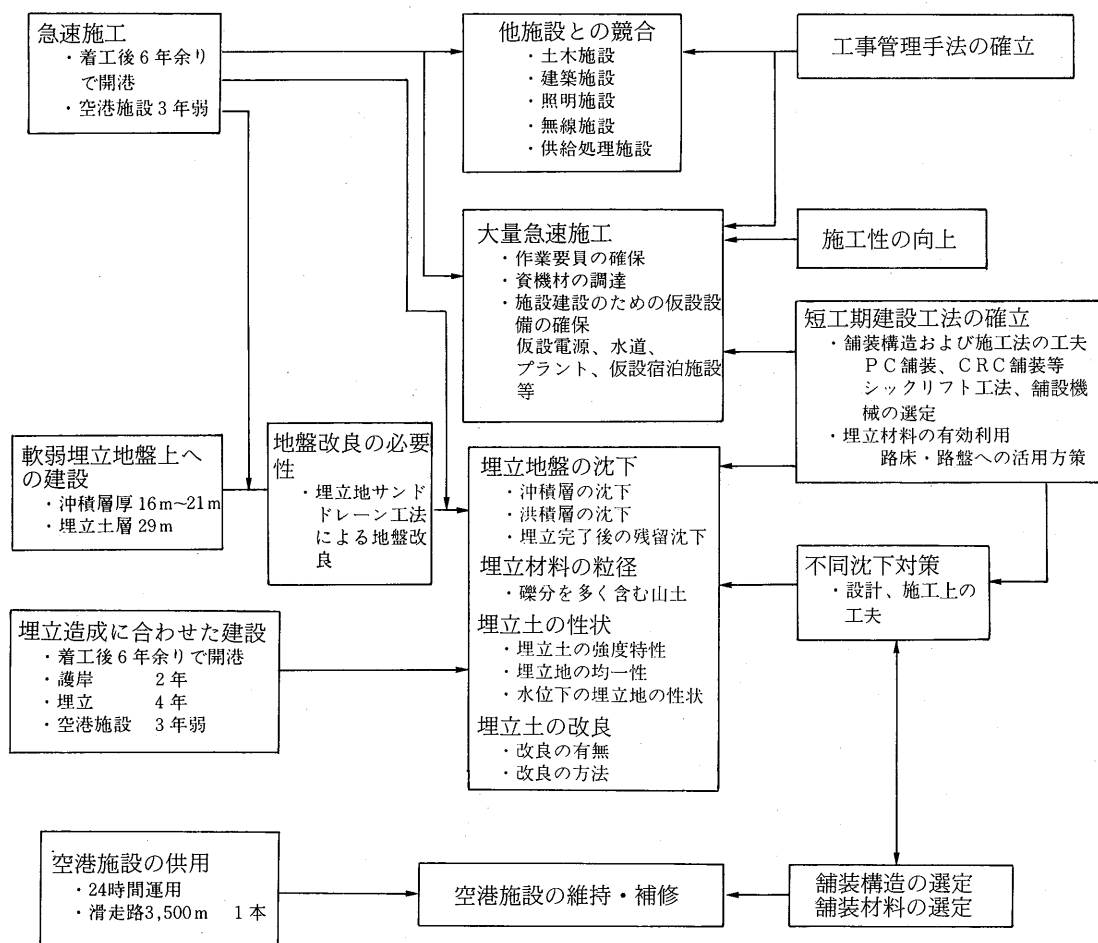
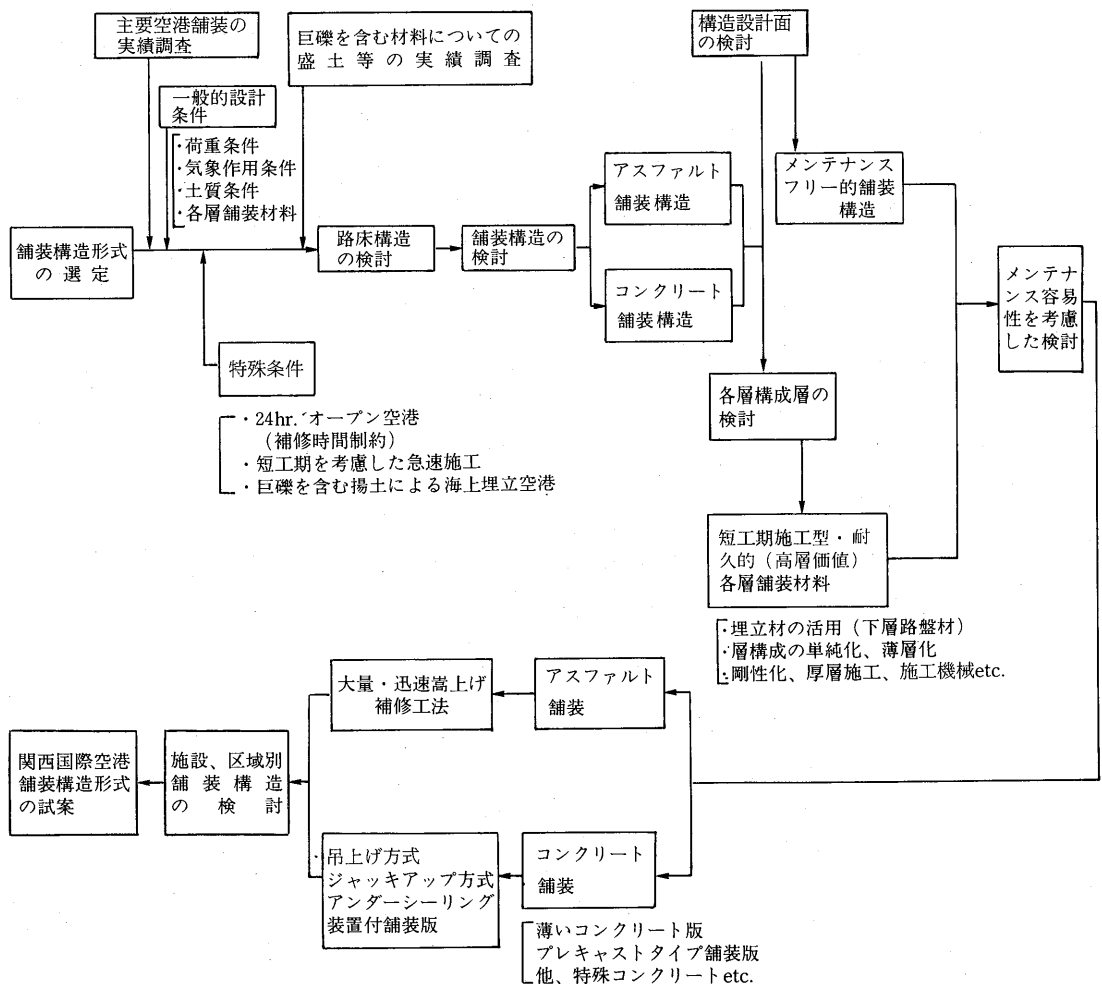


図-8 関西国際空港施設建設工事の特徴と技術課題



図－9 舗装構造形式の検討手順

って行っているところであるが、重要な3つの課題について以下に説明を加える。

5-1 沈下に対応した舗装

舗装構造の設計や、材料の選定に際しては、空港島の地盤沈下の性状を十分配慮していく必要がある。当空港の場合、沈下の要因としては沖積粘土層及び洪積粘土層の圧密沈下と埋立土の圧縮沈下がある、沖積粘土層については埋立に先立ち、SD工法により地盤改良を行い、埋立手順にも十分配慮するため工事完了後の沈下は、比較的均一な洪積粘土層の圧密によるものが大半であると想定している。そしてその大きさは排水条件にもよるが、50年間でおおむね1mが徐々に進行するとされており、空港機能上支障ないものと考えられる。したがって舗装に一番影響するのは埋立土の圧縮沈下であり、その原因として次のことが考えられる。

- イ. 埋立履歴の相違による不同沈下
- ロ. 埋立土自重及び上載荷重による沈下
- ハ. 地震時のゆれこみによる沈下
- ニ. 雨水の浸透及び地下水の変動による沈下
- ホ. 礫分の劣化による沈下
- ヘ. 土性のばらつきによる不同沈下

以上のような要因が舗装の挙動に及ぼす影響をできるだけ少なくするために、埋立地盤の地盤改良、埋立工法、手順及び沈下に強い舗装構造の検討を行い、国内外の事例研究と合せて試験舗装を行い沈下に対応した舗装構造を選定すべく現在検討を行っている。

5-2 短工期での施工

昭和68年3月の開港に間に合わせるためには、舗装工事においても限られた工期の中で完成しなければならない。埋込材として現在考えている大阪府阪南地区、和歌山県加太地区、兵庫県淡路島産のものは礫分を多

く含んでおり、最大粒径500mm程度の土砂が想定されている。このような巨礫を含む材料は現行の路床、路盤の材料基準を満たしていない。一方、舗装の建設時には路床、路盤材料の大量確保及び輸送が必要となるため、もし埋立柱を舗装体へ有効利用できれば海上輸送の輻輳防止及び工期短縮へのメリットが大きいものと考えられる。

このようなことから、国内外の研究、試験資料及び巨礫を含む土砂を用いた舗装事例等を調査し、埋立柱を舗装体の一部（路床、路盤）へ利用する場合の問題を考え、設計及び施工法について検討し、現在種々の事項について確認するための試験計画を立案中である。

5-3 メンテナンスフリー

空港舗装、なかでも滑走路の舗装はその運用面の制約により、維持補修は航空機の飛ばない夜間に行うことが一般的である。滑走路が一本しかない場合には特にそうである。関西国際空港も当面一本の滑走路で運用しなければならず、しかも24時間運用空港であるため、維持補修ができる時間はきわめて少なくなる。このため当空港の舗装を考える場合、メンテナンスの難易度が非常に大きなウエイトを占めてくる。

コンクリート舗装の場合、養生時間の関係から通常のコンクリートによるオーバーレイや、パッチング等は特殊な場合を除き非常に困難である。そのため、まず不同沈下起因するクラックの発生を極力避けるために場所によっては“たわみ性”コンクリート舗装でもあるプレストレストコンクリート舗装の採用や、版表面の不陸をジャッキアップで修正し、路盤との隙間をグラウトするジャッキアップ工法の採用も検討され

ることになろう。もしコンクリート舗装が破損した場合には養生時間が短くてすむ速硬性セメントやポリマーコンクリート等の有効利用や、場所によってはプレキャスト版の利用も考えられる。さらにアスファルト舗装と同じく荷重に即時開放が可能といわれ、道路で実績があがりつつある転圧コンクリート(R. C. C)の応用に関する検討も考えられる。また、オーバーレイはアスファルトで行う場合が多いと思われるが、施工時間をできるだけ短くするために薄いオーバーレイ厚にし、しかもリフレクションクラックの発生を避けてはならないため、コンクリート版のクラックの効果的なシーリング法や、リフレクションクラック防止マットの開発、選定が重要となる。

アスファルト舗装の補修については、これまでも数多くの実績があるため、ケースバイケースで最適な工法を採用することとなるが、特に誘導路においてはわだちぼれを少なくする材料を採用し、メンテナンスを必要最小限にする努力を継続する必要がある。

6. おわりに

本稿では、空港計画の概要、空港島の建設概要及び舗装における技術課題について述べたが、工事規模に対して施工期間が短く他に例をみない大量急速施工であるため、各種試験、調査を行い本工事の安全確実な施工を実施したいと考えている。

世界初の海上空港として、又我国初の24時間運用の空港として計画通り昭和68年3月末開港できるよう、今後共関係各位のなご一層の御指導、御鞭撻をお願いする次第である。

☆

☆

☆

☆

☆

☆

雪寒地域市街地の坂路対策について

山 根 豊*

1. はじめに

長野県は、全域が積雪寒冷地域であり、市街地と山間部が隣接しているため、冬期スパイクタイヤ装着率が極めて高く（83.2%，S60. 1. 16～2. 15調査），アスファルト舗装路面の摩耗によるわだち掘れ量は1シーズン10～15mmにもなり，路面の補修，清掃経費の増大及び沿道環境の悪化等深刻な問題をかかえている。

これらの懸案をかかえ，61年12月から長野県スパイクタイヤ問題懇談会が発足し，脱スパイクタイヤ対策の推進に向けて，学識経験者，行政機関，団体等の代表者が論議してきた。その後，62年7月に提言の骨子として，

- ① 基本理念として，スパイクタイヤはできるだけ早い将来に禁止されるべきだ。
- ② 禁止実現のための総合的，具体的対策を早急に検討する。
- ③ 運転者の自覚に基づく自己規制に一層努力する。

がまとめられてきている。

具体的には，スタッドレスタイヤ等の普及をめざすこととなるが，道路利用者側からは，従来にも増して，路面の滑り防止対策が強く要望されてきている。

ここに紹介するのは，交通量の多い市街地のアンダーパス坂路に防・融雪施設を計画し，スリップ等による交通混雑や事故を防ぎ，安全な交通確保をめざす雪害対策道路の検討報告である。

2. 計画地の検討工法

計画地は，長野市内であるが，気象及び地理的条件等から，次の5工法表-1を検討の対象とした。（図-1）

表-1の4及び5は，地下水利用となるた

め，以下，これらについての既存資料も含めて検討していくこととする。

3. 気象調査

防・融雪施設計画を検討するにあたっては，長野市の気象条件の調査が重要である。

本計画では，長野気象台で観測された過去12年間（S50. 1～S61. 3）のデータを整理し，設計の条件となる値を次のように定めた。

- ① 外気温：-4℃
- ② 時間降雪量：1.0cm/h
- ③ 風速：2.0m/s
- ④ 湿度：70%

なお，気温と降雪量を参考までに表-2，表-3に示す。（各数値とも平均値）



図-1 位置図

*やまね ゆたか 建設省関東地方建設局長野国道工事事務所長

項目	工法	1.スノーシューッド (シェルター)	2.電熱ロードヒーティング	3.薬剤散布	4.ヒート地熱利用	パイプ	4-2 温水ボイラー利用	5-1 地下水利用	5.無散水工法 (温水パイプ)
システムフロー		遮断 ↓ 防雪	電熱 ↓ 加温 ↓ 融雪	溶液タンク ↓ メインポンプ ↓ 送液管 ↓ 電磁バルブ ↓ ノズルパイプ ↓ ノズル ↓ 散布 ↓ 融雪	地下水熱 ↓ 埋設パイプ ↓ 融雪	温水循環 ↓ 加温 ↓ 埋設パイプ ↓ 融雪	取水井戸 ↓ 水中ポンプ ↓ 温水ポンプ ↓ 温水パイプ ↓ 融雪 ↓ 還元井戸	不凍液 ↓ 温水ボイラー ↓ 加温 ↓ 埋設温水パイプ ↓ 融雪	
模式図		シールドター	電熱ケーブル As 受電キュービクル 送電キュービクル	散布 SV SV SV 溶液タンク 貯水槽 薬液槽	2%勾配 スラブ 地下水 ヒートパイプ 地熱	ヒートパイプ 温水槽 ボイラー 循環ポンプ 貯油槽 (又は都市ガス)	ヒートパイプ 温水パイプ 取水井戸 環元井戸	As Co 温水パイプ ボイラー 貯油槽 (又は都市ガス)	
特徴		道路を覆って、雪から完全に隔離する。	鋪装体に絶縁した熱ユニットを埋設し、これに通電して路面を温め融雪する。安定した加温が可能である。	15～30%の塩化カルシウム水溶液を路肩、道路中央よりノズルによって散布する。	地下の自然熱をパイプ内の熱媒体（フロンガス）に伝達、路面において放熱し融雪する。ランニングコストが安くあがる。	ボイラーによって加温された水を温水管（主管）に通水し、その温水管にヒートパイプを接続させ路面に熱を伝達する。比較的高い熱を供給できる。	地下水を埋設されたパイプに通水し地下水熱によって路面を温め融雪する。使用した地下水は還元井戸により地下へ戻す。	ボイラーによって加温された不凍液を鋪装体に埋設されたパイプに通水し路面に熱を伝達、融雪する。不凍液は循環させる。	
熱源		耐雪	電気	薬品	地熱(地下水熱)	温水ボイラー	地下水	温水ボイラー	2cm/h以下の降雪
融雪能力		2cm/h以下の降雪	0.5m/h以下の降雪	0.5m/h以下の降雪	0.5cm/h以下の降雪	5cm/h以下の降雪	1cm/h以下の降雪	2cm/h以下の降雪	●排煙対策が必要。 ●機械類の故障。 ●イニシャル、ランニングコスト共に高い。
問題点		●建設費が非常に高い。 ●美観を損う。	●ランニングコストが高い。	●散布回数によってはランニングコストが高くなる。 ●車輛への影響がある。	●安定した熱を供給できない。 ●建設費が高い。	●排煙対策が必要。 ●機械類が多く必要な為故障心配される。 ●イニシャル、ランニングコスト共に高い。	●地下水を通水を長時間が経過すると目詰まりが心配である。	●排煙対策が必要。 ●機械類の故障。 ●イニシャル、ランニングコスト共に高い。	

表-2 気温

月 平 均 気 温			
月 \ 気温	0℃以下	0℃以上	
12月	0	11	
1月	11	1	
2月	9	3	
3月	1	11	
計	21ヶ月	26ヶ月	

月 最 低 気 温			
月 \ 気温	0℃以上	0℃未満-5℃以上	-5℃未満
12月	1	10	0
1月	0	5	7
2月	0	6	6
3月	1	11	0
計	2ヶ月	32ヶ月	13ヶ月

表-3 降雪量

降雪日当りの平均日降雪量			
月 \ cm	0以上2未満	2以上4未満	4以上
12月	5	4	2
1月	3	3	6
2月	7	3	2
3月	9	3	0
計	24ヶ月	13ヶ月	10ヶ月

4. 現地調査

現地の道路構造は次のような状況である。

4-1 縦・横断勾配

- ① 縦断勾配を図-2に示す。
- ② 横断勾配を図-3に示す。

4-2 路面状況

- ① 現況舗装構成を図-4に示す。
- ② 路面状況

既設のコンクリート舗装（S39施工）は、20年以上経過しており、表面の亀甲状すべり止は殆ど摩耗している。又、アンダーパスの前後は信号機があるため、停、発車する登坂車線のわだち掘れが大きい。

4-3 排水状況

排水は、アンダーパス中央南側の排水機場よりポンプアップされており、特に問題はない。

4-4 地下水調査

検討の対象となっている工法のうち、表-1の4及

び5の工法は豊富で良質な水源が必要となる。この水源を地下水に求めることが可能か否かを判断するため、既存資料等により計画地周辺の地下水状況を考察した。

(1) 地質

長野盆地内における深井戸の規模は、深度30～60m級のものが多く、最近では100m級が増えつつある。

殆どは、同一の砂礫層からの取水で、この砂礫層は、川下流部によく発達しており、厚さ70m程度の砂礫層が分布している。

計画地は、裾花川左岸に位置し、氾濫堆積物の砂礫が厚く堆積しており、地下水の揚水量から見ると比較的恵まれた条件となっている。（図-5参照）

(2) 水理条件について

削井資料から計画地付近における水理地質条件としては次の事項があげられる。

- ① 帯水層厚は50～60m
- ② 揚水量は1,000～1,200l/min
- ③ 静水位はGL-20m、動水位はGL-30m
(1,200～1,500l/min)

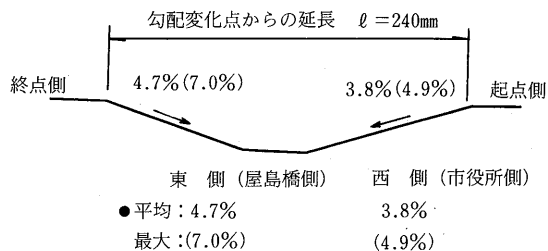
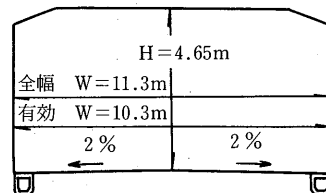


図-2 縦断面図

勾配 (平均: 2%)

橋 桁



- 道路幅員: W=11.3m (有効: 10.0m)
- 橋桁下場と路面とのクリアランス: H=4.65m

図-3 横断面図

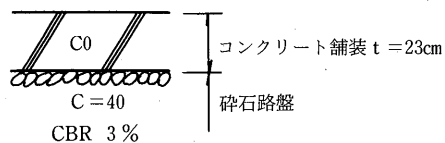


図-4 現況舗装構成図

- ④ 水温は14°C前後
 ⑤ 水質は全般に良好で、全鉄分は0.2mg/l以下である

- ⑥ 地下水の流動方向は、北西の山麓部から千曲川方向と推定される

比湧水量については、既存資料でみると、計画地周辺で口径φ250mm、深度80～100mの井戸形状の湧水量は日量1,500～2,000m³ (1,000～1,400l/min) 程度の湧水が可能となっており、安定水位は25～30mと推定される。(図-6参照)

(3) 地下水規制について

地下水の過剰揚水の影響による地下水位の低下、地盤低下等は社会的な問題となっているが、長野市においては、このような現象は発生していないため、特別な規制はなされていない。

ただし、削井施工に当っては、長野市公害環境課へその目的、井戸形状等を届出なければならない。

4-5 車両のスリップ状況

路面が圧雪となった後のスリップ状況をみると、次のように考察される。(写真-1及び2参照)

- ① スリップは路面が凍結している朝夕ラッシュ時に多く発生し、シャーベット状の雪では、発生しない。
- ② スリップは下り坂で急停止した場合と、信号待ち発進時に発生する。計画地では、後者が大半である。

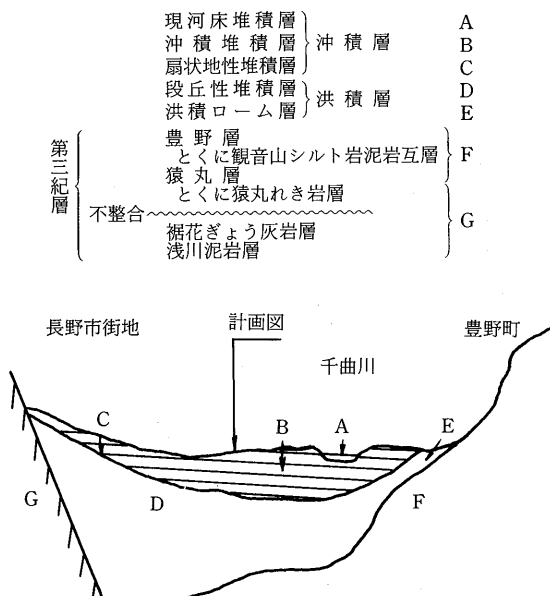


図-5 地質模式図

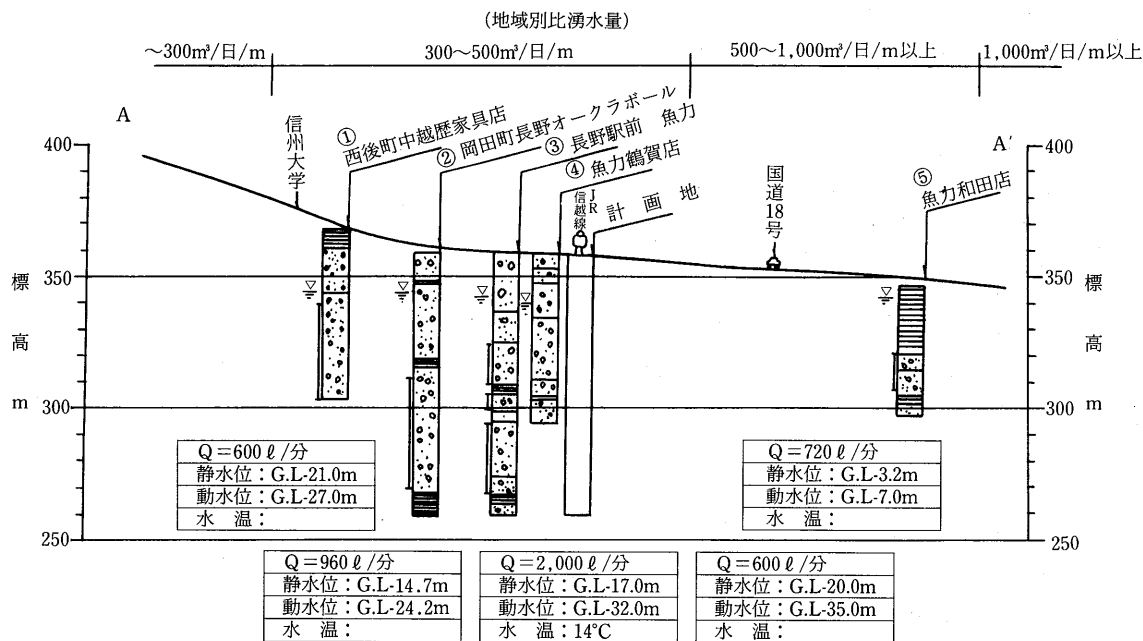
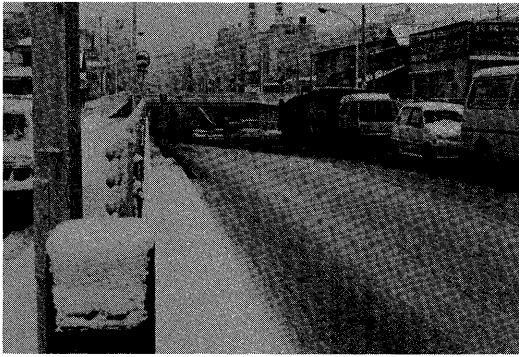
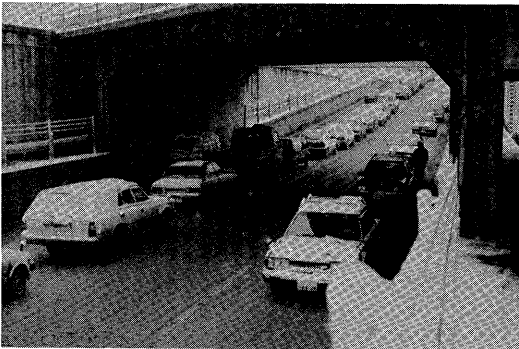


図-6 削井断面図



写真—1 東側 AM 8 : 00 (S.62.2.26)



写真—2 西側 AM 8 : 00 (S.62.2.26)

5. 工法の検討

5-1 評価項目

計画地における工法の適応性を判断する場合、次の評価順で検討した。

- ① 熱源を確保するための施設が設置可能か否か (設置スペース)
- ② 気象条件をクリアできる融雪工法かどうか (融雪効果)
- ③ 維持費が安いかどうか (維持費)

- ④ 建設費が大きいかわからないか (建設費)
- ⑤ 維持管理が容易かわからないか (保守性)
- ⑥ 交通条件に適した施工が可能かどうか (施工性)
- ⑦ 車両の走行に支障はないか。運転者に与える心理的影響はどうか (走行性)
- ⑧ 施設を設置する事によって周辺とマッチするか (美観性)

以上の項目を各工法で評価すると表—4 のようになる。

5-2 検討工法の選出

検討工法の選出では、さらにしほり、次の理由で3工法を対象として選んだ。(選出外は省略)

① 薬剤 (液) 散布

薬剤 (液) 散布は、凍結防止効果が期待でき、経済的にも比較的安くなる。

② 電熱ロードヒーティング

維持費が高いものの実績もあり、維持管理面においても優れている。

③ 無散水工法 (地下水利用)

無散水工法は、保守性、施工性に多少の問題があるものの、経済性に優れ、融雪効果も期待できる。

5-3 工法の検討

工法の検討では、薬剤 (液) 散布、電熱ロードヒーティングの設計計算を省略し、無散水融雪工法について、述べることにする。

(1) 無散水融雪工法 (地下水利用)

1) 設計条件

- ① 外気温: -4°C (平均)
- ② 風速: 2.0m/s (//)
- ③ 降雪量: 1.0cm/h (//)
- ④ 計画面積: $2,600\text{m}^2$

表—4 評価一覧表

工 法 \ 項 目	設置スペース	融雪効果	維持費	建設費	保守性	施工性	走行性	美観性	総合評価
スノーシェッド (シェルター)	×	○	○	×	○	×	△	×	×
電熱ロードヒーティング	○	○	×	○	○	○	○	○	○
薬 剤 散 布	△	○	△	○	×	○	△	△	○
ヒートパイプ (地 熱)	○	×	○	×	△	×	△	○	×
〃 (ボイラー)	×	○	×	×	×	△	○	○	×
無散水温水パイプ (地 下 水)	○	○	○	○	△	○	○	○	○
〃 (ボイラー)	×	○	×	×	△	△	○	○	×

●設計条件: 気温 $t = -4^{\circ}\text{C}$, 風速 $v = 2\text{m/s}$, 平均時間降雪量 $s = 1.0\text{cm/h}$, 湿度70% ○: 適, ×: 不適, △: やや適

2) 融雪設計計算

① 単位面積当り必要熱量 (q_t)

$$q_t = (q_s + q_n) \times (1 + q_d) \quad \dots\dots(1)式$$

ここに, q_s : 雪の顕熱 ($Kcal/m^2 \cdot h$)

q_n : 雪の融解熱 (")

q_d : 熱損失率 (30%)

$$q_s = C_s \cdot t \cdot s \cdot r_s \quad \dots\dots(2)式$$

ここに, C_s : 雪の比熱 ($0.5Kcal/kg \cdot ^\circ C$)

t : 雪の温度を $0^\circ C$ まで高める温度 ($4^\circ C$)

s : 時間降雪量 ($0.01m/h$)

r_s : 雪の密度 ($80 kg/m^3$)

上記条件を(2)に代入すると,

$$q_s = 0.5 \times 4 \times 0.01 \times 80 = 1.6Kcal$$

になる。

$$q_n = J \cdot S \cdot r_s \quad \dots\dots(3)式$$

ここで, J (水の融解熱) $= 80Kcal/m^2 \cdot h$

とすると,

$$q_n = 80 \times 0.01 \times 80 = 64Kcal$$

となる。

従って, 単位面積当りの必要熱量 (q_t) は,

$$q_t = (1.6 + 64) \times (1 + 0.3) \\ = 85Kcal/m^2 \cdot h$$

② 必要総水量の算定

○単位面積当りの必要透水量 (q_u)

$$q_u = \frac{q_t}{\gamma_w \cdot C \cdot \Delta_t} \quad \dots\dots(4)式$$

ここに, q_t : 必要熱量 ($85Kcal/m^2 \cdot h$)

γ_w : 水の密度 ($1 kg/l$)

C : 水の比熱 ($1 Kcal/kg \cdot ^\circ C$)

Δ_t : 水温の低下量 ($2^\circ C$)

とすると,

$$q_u = \frac{85}{1 \times 1 \times 2} = 42.5l/m^3 \cdot h$$

$$= 0.7l/m^2 \cdot min$$

③ 全体の必要送水量

$$Q = A \cdot q_u = 2600 \times 0.7 = 1820l/min$$

3) 揚水井と還元井の決定

既存の削井資料等より, 本地区では100m級の深度で毎分1200l 程度取水できるので, 揚水井は $n = 1820 /$

$1200 \div 2$ 本必要となる。

揚水井と還元井の規模としては, ケーシング口径 $\phi 300$ mm, 深度100m, ストレーナーは, 開孔率の大きい巻線型スクリーンとなる。

4) 揚水ポンプ

揚水量を $Q = 1820 / 2 = 910l/min$ とすると, 全揚程は次のようになる。

h_1 (地下揚程) $= 30m$ (既存資料より)

h_2 (地上揚程) $= 6m$

h_3 (管内損失) $= 15m$

とすると, 全揚程は $H = 30 + 6 + 15 = 51m$ となる。

従って, 適切な水中ポンプは下記の仕様になる。

吐出口径: $\phi 100$

出力: 15kW

揚水量: 910l/min

揚程: 66m

以上を代表として, 他工法との経済比較, 総合比較をすると, 表-5, 表-6 となる。なお, 無散水工法のシステム概要を図-7 に示す。

6. 舗装の検討

融雪工法を無散水工法とした場合に最も問題となるのは, 放熱管等を舗装体にどのように埋設し, 将来の管理をどのように考えるかである。

計画地のコンクリート舗装状況は, 摩耗が進んではいるものの, 舗装版を取りこわし, 打換えるまでには到っていない。

そこで, 次の2 ケースが考えられる。なお, ①を図-8 に示すが, いずれを採用するかについては, まだ決定されていないところである。

① 既設コンクリート舗装はそのままとし, その上にオーバーレイをする際, 放熱管をアスファルト舗装に埋設する方法。

② 既設コンクリート舗装上にコンクリート舗装を打ち足し, その舗装内に放熱管を埋設する方法。

いずれも既設コンクリート舗装を(利用する)方法であるが, 舗装厚が増すので高さの建築限界をクリアすることが先決となる。

①, ②については, それぞれに得失がある。例えば, ①では, 放熱管が埋設されることによって, 合材の均質性がなくなり, 又, 重交通に対するかぶり不足が放熱管にどのような影響を与えるか等である。しかし, 急速施工に勝る。

表-5 工法の経済比較

工法	1.薬 剤 散 布	2.電熱ロードヒーティング	3.無散水工法(地下水利用)	(参考)スノーシェルダー
建設費	施設概要 L=260.0m W=10.0m A=2,600m ² ●削井工:φ250×10m 1本 ●水中ポンプ:φ100×11kW 1台 ●送水ポンプ:φ65×2.2kW 1台 ●" :φ65×1.5kW 1台 ●薬液槽:23.4m ² 1基 ●混合槽:41.6m ² 1基 ●送水工:100A 550m ●散水工:40A 520m	●高圧受電盤500KVA 1基 ●操作盤 6面 ●ロードヒーティング設備2,600m ² ●低圧幹線設置 1式	●削井工:φ300×100m 4本 ●水中ポンプ:φ100×15kW 4台 ●送水工:φ125 219m ●集・送水工:φ125~50A 560m ●放熱工:φ15 2,600m ²	SPスラブ (KM-35タイプ) ℓ=260m
工事費内訳	機械類 3,160(千円)	—	6,600(千円)	
	付帯施設 10,800(〃)	900(千円)	1,000(〃)	
	配管工 10,550(〃)	(配線) 49,000(〃)	34,800(〃)	
	電気工 4,500(〃)	49,000(〃)	14,000(〃)	
	削井工 7,000(〃)	—	32,000(〃)	
	舗装工 —	21,500(千円)	21,500(〃)	
小計	36,010(千円)	120,400(〃)	109,900(〃)	223,600(千円)
維持費	電力 5(kW)	467(kW)	35(kW)	
	日平均稼働時間 0.5(時間)	8.75(時間)	10(時間)	
	冬期運転日数 80(日)	80(日)	80(日)	
	年間電気料 53(千円)	9,250(千円)	867(千円)	
	その他(塩化カルシウム) 4,664(〃)	—	—	
	保守費 400(〃)	600(千円)	500(千円)	
小計	5,117(〃)	9,850(〃)	1,417(〃)	
10年間の維持費合計 (物価上昇4%)	53,217(〃)	103,425(〃)	14,737(〃)	
建設費+運転費(10年後)	89,227(〃)	223,825(〃)	124,637(〃)	223,600(千円)

表-6 工法の総合比較

工法	1.薬 剤 散 布	評価	2.電熱ロードヒーティング	評価	3.温水パイプ(地下水利用)	評価
融雪効果	●圧雪3cm以内の融雪 ●降雪が多い時は、散布された溶液が薄くなり、再凍結の可能性がある。	○	●時間降雪量2cm/h以内の完全融雪。 ●路面凍結はしない。	○	●時間降雪量2cm/h以内の完全融雪。 ●路面凍結はしない。	○
経済性	●降雪毎の散布は不経済であり、設備規模から見ても不可能である。 ●融雪効果が低い割に維持費が高い。	△	●運転費が高い。	×	●運転費が非常に安い。	○
維持管理性	●散水ノズルの点検が必要。 ●薬剤を散布する為、排水流末の影響調査が必要。 ●溶液のストック量、配管の破損、液もれのチェック。	×	●定期的に電源関係のチェックが必要。 ●制御が簡単である。 ●メーカーサイドのアフターケアがしっかりしている。	○	●埋設管の保守が困難である。 (故障箇所の発見、補修が難しい) ●パイプ目づまりの危険性がある。	△
施工性	●現状の舗装はそのまま利用できる。	○	●AS舗装オーバーレイが必要。 ●ユニットタイプで布設する為、施工は簡単、迅速である。	○	●同左	○
走行性	●完全融雪が不可能な為、運転者に心理的な影響を与える。	△	●降雪が多くなっても路面凍結は絶対ない。	○	●同左	○
美観性	●20m程度の架台付タンクが2基設置される。	△	●電源は完全に埋設されてしまう為景観に変化はない。 ●受電用キュービクル、配電盤が設置されるが、美観に影響なし。	○	●同左	○
設置スペース	●22m×4m=88m ² 混合槽 薬液槽 制御室 H=4m	△	●6.5m×4m=26m ² (受電キュービクル)H=2m	○	●1.5m×1m×4ヶ所=6m ² (井戸ポンプ室 地下式)	○
総合評価	●塩化カルシウム溶液を散布する為、排水流末の河川等に影響する恐れがある。 ●維持管理性に劣る。	△	●運転費が非常に高い。	△	●維持管理性に問題がある。 ●過去の施工例は試験施設が多く、問題点に対する経年のデータが皆無である。	○

○:適 ×:不適 △:やや適

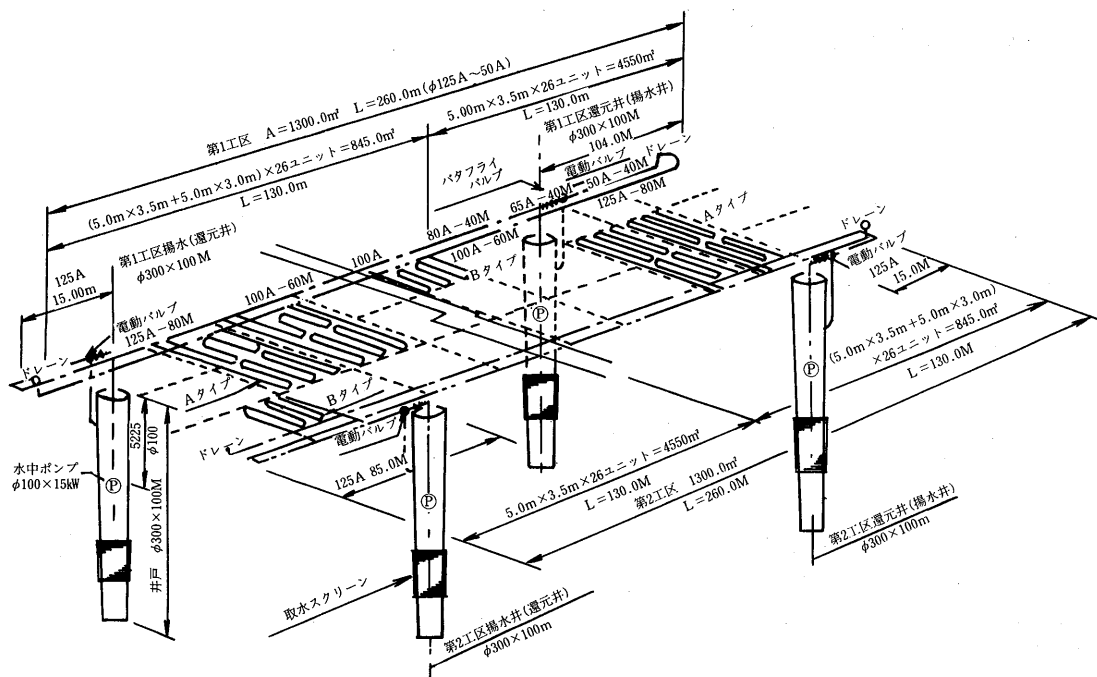


図-7 システム概要図

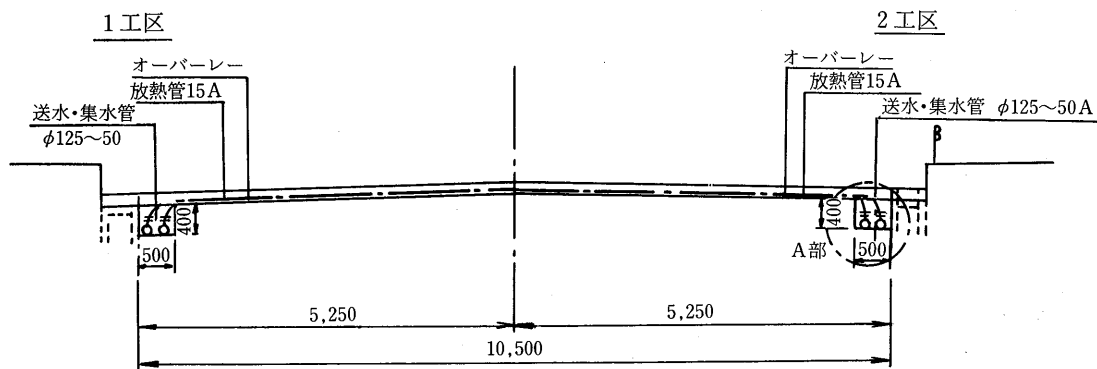
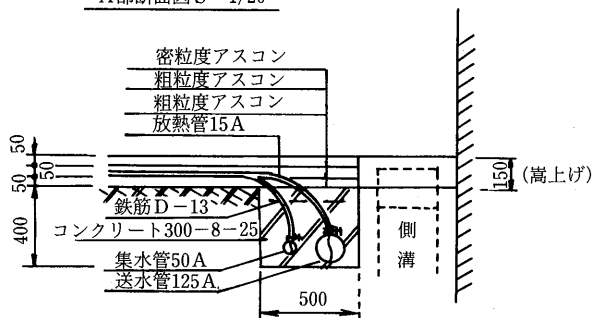


図-8 標準断面図 S=1/50

A部断面図 S=1/20



一方、②は、D交通のコンクリート舗装 $t=30\text{m}$ (現況23cm) に更新でき、又、放熱管も剛性のコンクリート内に埋設されるので、変形等のおそれは少ない。しかし、急速施工は困難であり、養生等に時間を要する。このように、計画地における無散水工法の舗装については、維持管理も含め、まだ、検討の余地がある。

7. おわりに

雪寒地域でも豪雪地帯などでは、外気温が比較的高いため、従来から経済性、施工性に優れている散水工

法が主流を占めていた。

しかし、冬期の外気温が平均で氷点下となる長野県では、散水後の凍結が問題であり、これらの方法が取れない地域が多く、スパイクタイヤ装着率が高い理由ともなっている。

今後も路面の除・融雪については、機械除雪、薬剤散布による凍結防止が雪害対策の主流であるが、雪寒地域市街地の坂路対策が新たな懸案解決の一つとなれば、幸いである。

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

B 5 版・132 ページ・実費頒価 3000円 (送料実費)

当協会において、昭和50年の研究着手以来、鋭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℃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℃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 実施要領
 - 5.3 施工箇所と舗装構成
 - 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℃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

キャブシステム

渡 辺 茂 樹*

1. まえがき

道路は、交通空間としてのみならず、良好な居住環境を形成すると共に防災区間として、また、電話、電気、ガス、上下水道等の公益物件の収容空間としても重要な役割を果たしている。

表-1 は公益事業施設の道路占用状況であるが、これによると、空中による供給を支えている電柱は総数3,000万本中約4割にあたる1,100万本が道路上に設置され、地中供給の管路はほぼ100%道路占用によっておりこののべ延長は約85万kmにも及んでいる。

表-1 公益事業用地施設の道路占用状況(全国、昭和57~59年)

事業・物件区分	単位	総 数			うち道路占用			道路占用 (%)		
		57年	58年	59年	57年	58年	59年	57年	58年	59年
電気通信事業 (電 柱) (管 路)	万本 万本 千km	1,374 562	1,378 576	1,378 587	618 551	593 564	593 575	45 98	42 98	43 98
電 気 事 業 (電 柱) (管 路)	万本 万本 千km	1,571 19	1,593 20	1,618 20	471 19	480 20	493 20	30 100	30 100	30 100
ガ ス 事 業 (ガス管)	千km	151	155	158	136	140	142	90	90	90
水 道 事 業 (水道管)	千km	366	378	—	366	378	—	100	100	—
下 水 道 事 業 (下水管)	千km	90	98	107	90	98	107	100	100	100
幹道・地方鉄道 事業(地下鉄)	km	505	516	542	384	385	403	76	75	74

(注) 1. 各事業者からの報告による3月末の数値である。
2. 水道事業の59年は末累計である。
3. 地下鉄は、いずれも各年の10月1日現在で未開業延長を含んだ数値である。

とりわけ都市部ではこの状況は著しく、直轄国道における地下占用をみると、東京区部では道路延長150kmに対し、総延長5,127kmの占用物件が収容されており1断面当たり平均約34本の管路、ケーブルが収容されている。これを人口密度が約1/3にあたる前橋市内でみても、道路延長約13kmに対し総延長263kmの占用物件となり1断面当たり平均20本の収容となっている。(表-2参照)

表-2 直轄国道における公益事業の道路占用状況

	東京都区部 ⁽¹⁾		前橋市内 ⁽²⁾	
	全体延長(km)	1km当たり(km)	全体延長(km)	1km当たり(km)
電 話	2,869.0	19.00	201.5	15.11
電 気	1,325.8	8.82	10.6	0.80
ガ ス	310.7	2.06	13.8	1.03
上 水 道	352.6	2.32	22.9	1.71
下 水 道	264.5	1.76	14.6	1.09
計	5,122.6	34.10	263.4	19.74
道路延長(km)	150		13.34	
面積(km ²)	597.11		42.82	
人口(千人)	8,195		189	

(1) 東京23区内 (61.4.1) (人口密度13,724人/km²)
(2) 前橋市市街化区域内 (62.4.1) (" 4,414 ")

これらの公益施設を道路下に埋設した結果、道路上で実施される工事の過半がこれらに関する工事となり、本来の道路管理者の実施する工事は東京国道管内で1/6程度、高崎工事管内でも1/3程度となっている。(表-3参照)

表-3 直轄国道における工事件数

事務所名	東 京 国 道			高 崎		
管理延長(km)	150.2			156.4		
工事種類	道路工事	占用工事	計	道路工事	占用工事	計
61年4月	9	139	148	3	12	15
5月	9	154	163	5	12	17
6月	17	150	167	6	36	42
7月	20	156	176	9	40	49
8月	21	148	169	19	36	55
9月	29	159	188	27	53	80
10月	39	149	188	33	44	77
11月	40	148	188	31	29	60
12月	42	118	160	26	31	57
62年1月	38	150	188	24	42	66
2月	33	171	204	20	41	61
3月	29	165	194	20	39	59
合 計	326	1,807	2,133	223	415	628
月 平 均	27	151	178	19	35	52
km当たり	2.17	12.03	14.20	1.43	2.65	4.02

*わたなべ しげき 建設省関東地方建設局高崎工事事務所長

このような膨大な占用物件に係る工事を少なくし、良好な路面、舗装を確保することが道路管理の重要な任務であり、この解決策の一つとしてキャブシステムが提案され、実施に移されている。

2. キャブシステムとは

キャブシステムとは、従来一般的には電柱により空中で供用されていた電話、電気、有線ラジオ、有線テレビ等のケーブル類を地中により供給する電線類地中化方策の手段として提案された。キャブシステムは一般にふたかけ式のU字構造物内にケーブルを収容する地下化方式であり、他の地中化にはない次の様な特徴がある。

まず第1は、共同溝を除く従来の手段で地中化した場合、新規ケーブルの設置、故障箇所の修理等によって引き起される道路の掘り返しが、ふたをはずしてケーブル類に係る工事を行うことにより抑制されることである。

第2は、収容されたケーブル類の維持管理がふたをはずすことにより容易に行いうることである。

第3は、キャブシステムは比較的狭いスペースにケーブル類を集約して収容できることから道路地下空間の合理的有効利用と電線類地中化のコスト低減を図ることが可能となる。

第4は、その地区における新たなケーブル類の需要増に対し容易に対応可能な点である。

第5には、他の地中化方式では避けることのできない他の占用物件の工事に起因する不測の事故を防止することができ、事業の安定的な供給を図ることが可能であることである。

キャブシステムは、昭和58年度、東京都中央区馬喰町で試験施工が実施されたのを皮切りに、全国5ヶ所で試験施工が実施され、更に昭和60年4月～10月、建設省、通産省、郵政省、NTT、電事連各社等をまじえた委員会により総合的な検討が加えられ、最終的には昭和60年10月21日委員会報告書としてとりまとめられ、関係者の意志が統一された。

この報告書では「10年間に1,000km」の電線類の地中化が基本とされたが、その後の円高、原油安は電力会社に膨大な差益をもたらし、この円高差益還元対策の一つとして電線の地中化事業がとり上げられることとなった。その検討結果、昭和61年4月の「総合経済対策」の中で、配電線の地中化の追加が決定され、昭和61～昭和65年の5ヶ年間で1,000kmの地中化が実施され

ることとなった。このうちキャブシステムによる地中化は約400km程度と見込まれている。

3. 前橋キャブ

昭和60年10月キャブシステム検討委員会報告書の発表と同時に、建設省から全国15のキャブシステムモデル都市が発表された。その中の1都市である群馬県前橋市におけるキャブシステムについて紹介する。

前橋市は群馬県の県庁所在都市であり、人口約28万人、面積147km²の都市である。市内を17号、50号の二本の国道がその中心部を通過している。このうち17号は高崎市内より南西側より前橋市に入り、利根川を渡河後ほぼ直角に北方に向かい、市の中心部を通り渋川市方向に向かっている。また50号は、市の中心部で17号から分岐し東方に桐生市方向に向っている。この様に両路線は各々、市の中心部を通る最も重要な路線であり、両側には商店街、百貨店、銀行、商社等が立地している。(図-1参照)

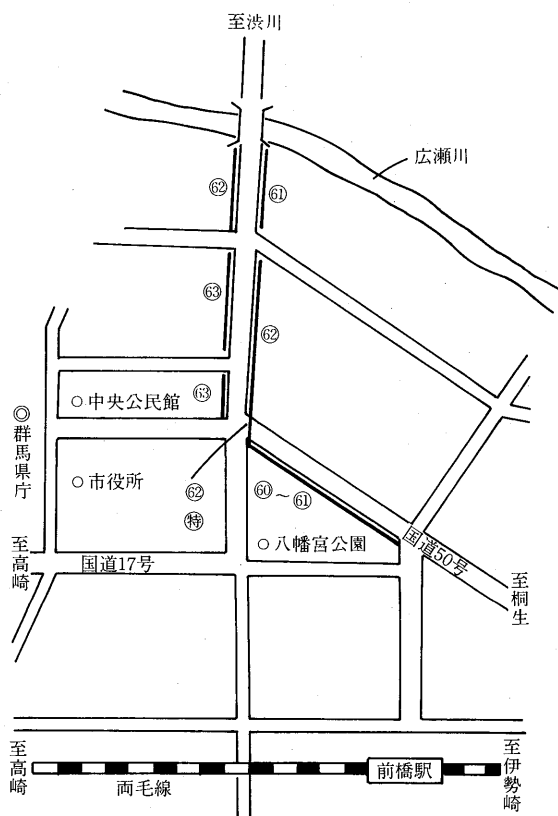


図-1 前橋中心部

一方、前橋市は、市中央部を流れる大小の河川を利用して恵まれた「水と緑」を中心とした市民の健康と快適な生活環境で街づくりを目指して昭和49年に「水と緑のまちをつくる条例」を制定し、水と緑の環境を創る、育てる、守ることを基本としており、きれいで住みよい「健康都市」づくりに積極的に取り組んでいる。この緑行政の一環として前橋駅から50号等を通して県庁に至る延長1.5km間を「けやき並木」とする構想を打ち出していた。

建設省はこれらの背景のもとに第Ⅰ期として国道50号、第Ⅱ期として国道17号のキャブシステムによる電線地中化計画を策定し昭和60年度より実施を図った。

これらの道路の標準断面は図-2でありここに以下の様な公益物件が占用されていた。

(1) 上空占用

- ① 東京電力 7条 ② NTT 1条

- ③ 信号ケーブル1条 ④ 音放ケーブル1条
⑤ 照明灯ケーブル 1条
⑥ バス停標識ケーブル1条

(2) 地下占用

- ① NTT $\phi 75\text{mm} \times 3$ 条
② ガス管 $\phi 100\text{mm}$ 1本
③ 水道管 $\phi 200\text{mm}$ 1本
④ 下水道管 $\phi 400\text{mm}$ 1本

このうち上空占用されていたものを地下にキャブシステムを建設し収容することとなった。この時、合わせて将来の新規需要ケーブル等も予測し、断面を図-3の様に決定した。

前橋キャブはL型に設置するため、国道を横断する箇所が3ヶ所生じる。この箇所は1日5万台に達する交通を処理しながら工事を行う必要があるため、現場における工期をできる限り短縮する目的で図-4の様

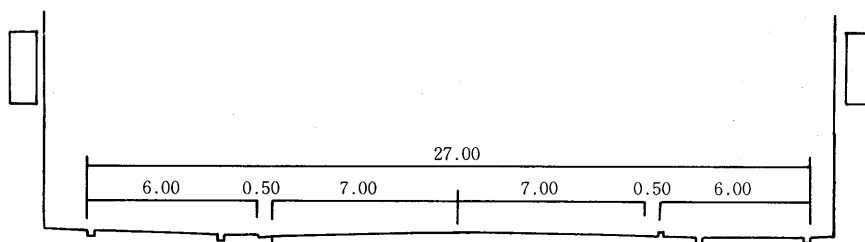


図-2 道路横断面図

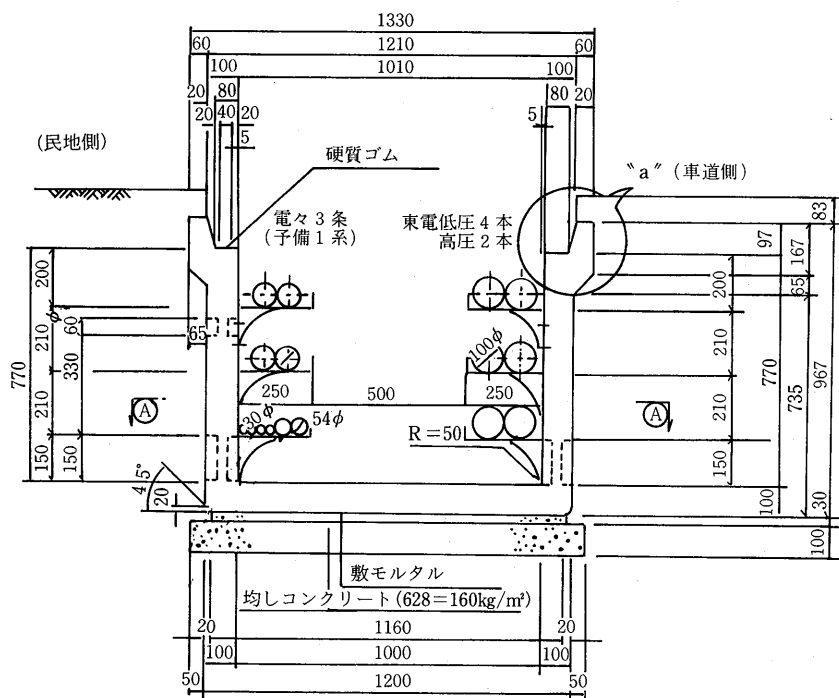


図-3 標準断面図

な多孔ダクタイト管で施工することとなった。多孔ダクタイト管は鋳鉄製のダクタイト管の内部に工場においてコンクリート製の多孔を設けたもので、標準的には1本6mの長さからなっている。これを現地では車線規制を実施しつつ夜間施工するものである。継手部に工夫がしてありキャブ完成後のケーブル引き入れがスムーズに実施できる構造となっている。

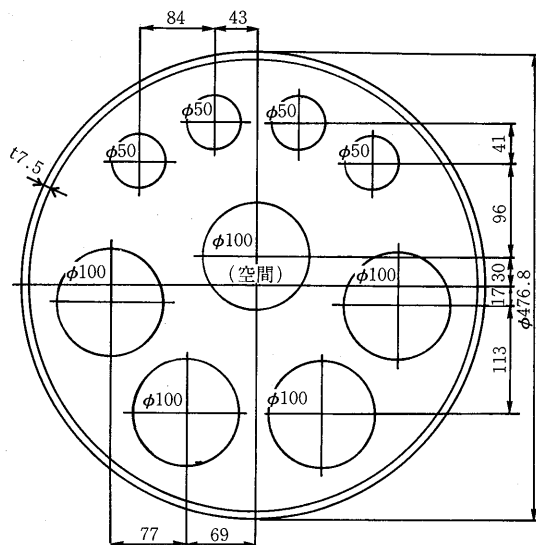
前橋キャブはすでに50号部分は完成し、電柱が取り除かれ美しい街なみとなり、昭和62年度の手づくりふるさと賞を受賞した。地元商店街はこれを機に、地区の活性化を図ることとしており、大きな期待がもたれている。

4. 終わりに

キャブシステムはすでに完成したシステムの一つとして道路構造の中で位置付けられ、全国各地で建設されており、地域活性化の核となっている。建設省が中心となって実施してきた事業が、地域から期待され、地域発展に貢献していることは大きな喜びである。この新規事業を円滑に推進できたことは、実際の施工に当った舗装関係の工事会社に負う点が多い。

更に今後の検討課題としては、現在のキャブシステ

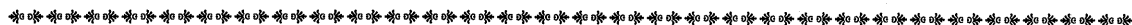
(単位: mm)



1本当りの重量(6m) 2113kg/本

図—4 多孔ダクタイト管の断面図例

ムの実施箇所よりも、より狭い歩道空間での地中化が可能となる新しいキャブシステム(いわゆるミニキャブ)の開発であり、各方向からのアイデアが望まれる。



日本のアスファルト事情 1987年版

B5・48ページ・¥600(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
用 途
需要の推移
★供 給
生 産
流 通
施 策

★課 題
★参考資料
品質規格
試 験 法
品質管理
アスファルト舗装の特長

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 入量の推移
原油価格
石油需給計画

シンボルロード

鈴木克宗*

1. まえがき

シンボルロードは都市の顔，例えばパリのシャンゼリゼ通り，銀座中央通り，仙台定禅寺通り，札幌大通り公園，新潟万代橋など都市のイメージそのものになっている「通り」の重みを市民が再認識し，改めてまちづくりの出発をしようとするものであり，当然事業の手法も地元が計画から費用負担まで文字どおり参加するものとなっている。したがって，各地域によって歴史的資質，特色，特性，沿道の建物など異なっており，できあがったものは各々どれも個性的で質の高いものとなっている。

このような試みは各地で従前から行われていたが，建設省がシンボルロード事業としてスタートさせたのは昭和59年度からである。現在まで30地区で事業を行っており，9地区が既に完成している。内訳は，直轄事業6箇所，都道府県道事業2箇所，市町村道事業2箇所，交通安全事業6箇所，街路事業15箇所（1地区重複あり）となっている。（表-1，2参照）

2. シンボルロード事業の概要

2-1 計画手法

シンボルロード事業の整備視点は大きく分けて車道・歩行者空間の快適性の向上（歩いていて楽しい），沿道建物との一体性（パリのカフェテリア，ショッピングモール，文化性（朝市，雪まつり，バザール，阿波踊りなど人が集まる）の3点である。また，計画策定も，市などの事業者，商店街などの地元，設計者の三者がまちづくり協議会などをつくり，利害調整から計画策定まで3者一体となって行っている。その費用について

表-2 シンボルロード整備事業実施箇所数の推移

年 度	59	60	61	62
新 規	10	6	5	9
継 続	—	7	8	11
合 計	10	13	13	20
完 成	3	5	1	
新 規 累 計	10	16	21	30
完 成 累 計	3	8	9	

表-1 シンボルロード整備事業実施箇所一覧

路 線 名 等	所 管	シンボルロードとしての事業年度	路 線 名 等	所 管	シンボルロードとしての事業年度
大阪府大阪市一般国道25号御堂筋緑化	国 一	59 ~ 59	石川県金沢市幹線4号広坂新桜坂線	交 安	61 ~ 61
沖縄県名護市一般国道58号	国 一	59 ~ 59	北海道帯広市鉄北・東北・火防甲線（ふたば通り）	交 安	61 ~
山梨県南都留郡山中湖村一般国道138号	国 一	59 ~	山梨県甲府市甲府敷島垂崎線	交 安	61 ~
滋賀県大津市大津草津線	交 地 方 道	59 ~ 60	石川県金沢市広坂通り線	街 路	61 ~
大阪府大阪市三休橋千日前線	市 町 村 道	59 ~ 60	広島県広島市比治山庚午線	街 路	61 ~
兵庫県神戸市税関線	街 路	59 ~ 59	大阪府大阪市一般国道25号御堂筋	国 一	62 ~
徳島県徳島市新浜東山手線	街 路	59 ~ 60	北海道江別市条丁目14号線	市 町 村 道	62 ~
福井県福井市福井駅前線	街 路	59 ~	埼玉県長瀬町町道7号線	交 安	62 ~
大阪府堺市大小路線	街 路	59 ~	神奈川県横須賀市大滝上町線	街 路	62 ~
兵庫県姫路市駅前幹線	街 路	59 ~	三重県津市津港跡部線	街 路	62 ~
兵庫県尼崎市一般国道2号	国 一	60 ~	佐賀県佐賀市佐賀駅末次線	街 路	62 ~
沖縄県国頭郡恩納村一般国道58号	国 一	60 ~	北海道函館市放射2号線	街 路	62 ~
東京都秋川市杉並五日市線	地 方 道	60 ~	福島県保原町草野伊達線	街 路	62 ~
岡山県岡山市M16号線	交 安	60 ~ 60	千葉県浦安橋明海線	街 路	62 ~
北海道小樽市臨港線	街 路	60 ~ 60			
栃木県宇都宮市中央通り	街 路	60 ~			

*すずき かつむね 建設省道路局市町村道室課長補佐

でも、官側は一定の基準まで事業の目的を尊重して負担することとするが、それ以上については地元の負担をお願いしている。

2-2 シンボルロード事業の構成要素

事業の構成要素は、大別として道路事業（一部地元負担）で行う道路本体、沿道との境界空間、沿道建物に分けられる。これらのうち、特に歩道の舗装は大きなウエイトを占めており、大半が石（ブロック）を利用したものとなっている。例えば、インターロッキングブロック、洗い出し平板、擬石、鉄平石、自然石など多種多様である。（図-1参照）

3. 事 例

3-1 神戸市の場合

- (1) 道路種別：主要地方道
- (2) 事業種別：街路事業
- (3) 路線名：都市計画道路 広路4 税関線
- (4) 事業実施年度 昭和59年度
- (5) 事業概要

- ① 位 置 JR東海道本線三宮線～山陽新幹線新神戸駅（図-2参照）
- ② 延 長 約1.200m
- ③ 幅 員 30～33m（6車線）

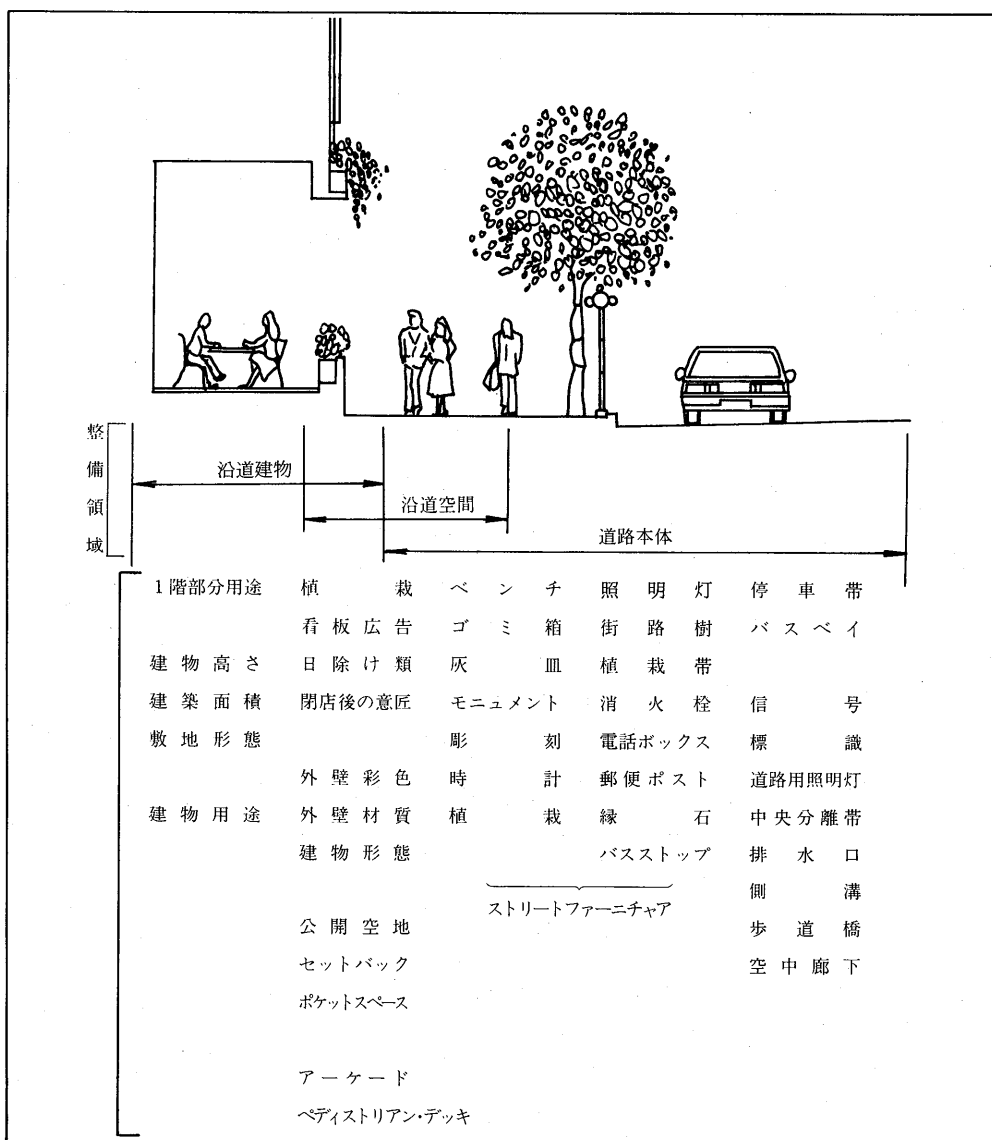


図-1 シンボルロード事業の構成要素

④ 歩道幅員 5～5.5m×2

⑤ 歩道整備 図-3 参照

(6) 舗装内容

① 舗装種類 (材料, 意匠, 工法等)

ア. 材 料

○2丁掛タイル (227 ×60mm) ……暗い茶系統

○擬石パネル……白御影石調

イ. 意 匠

○2丁掛タイルをベース (馬踏み目地) に擬石パネルでアクセントをつける。

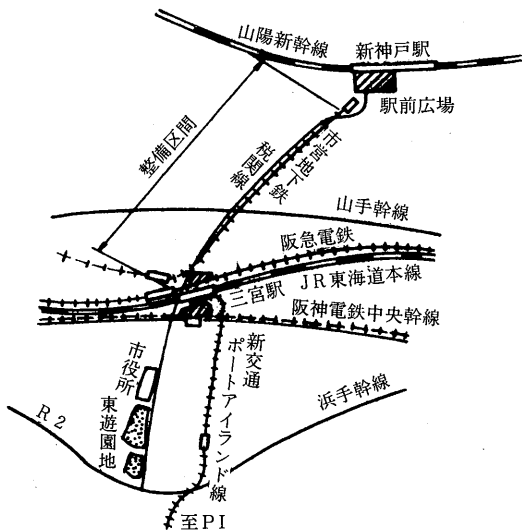


図-2 位置図

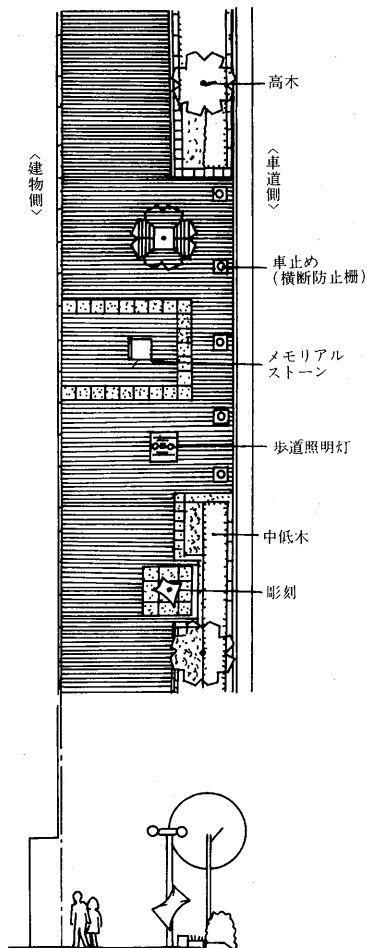


図-3 歩道整備一般図

写真-1 緑豊かなシンボルロード
歩道と中央分離帯に
3列の植樹



② シンボルロード事業における舗装の役割

○都市の歴史的、文化的、あるいは構造的な特色を生かした独自性のある舗装を行うことで、市民及び来街者に愛着と親しみを与える。

③ 舗装の特徴

○車両乗入れ部では、舗装の方向を変え、歩行者空間に変化を持たせた。

○マンホール蓋は、化粧蓋にせず、铸铁の素材を生かし、縁取りには同系色のタイルを使った。

○シンボルロードの整備を記念し、メモリアルストーンを設置

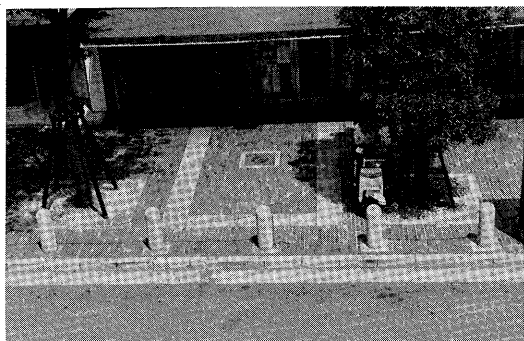
(材料) 赤御影石

(模様) 船、異人館、あじさい(市花)等



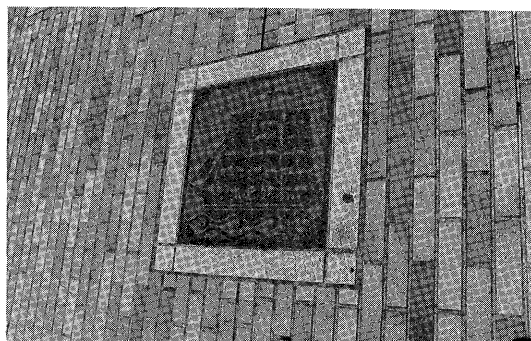
写真—4 マンホール蓋

化粧蓋にせず、铸铁の素材を生かす。縁取りには、同系色のタイルを使用



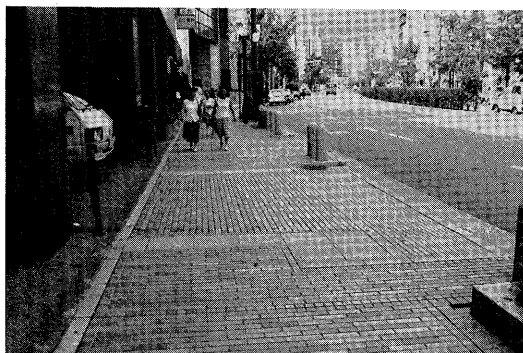
写真—2 歩道デザインのディテール

2丁掛タイルをベースに擬石ブロックでアクセントをつける。



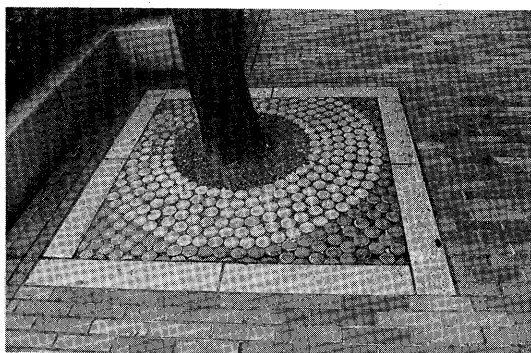
写真—5 メモリアルストーン

船をデザイン



写真—3 車両乗入れ部

車両乗入れ部では、舗装の方向を変え、歩行者空間に変化を持たせる。



写真—6 ツリーサークル

歩きやすく、木のためにも配慮

3-2 大阪市の場合

- (1) 道路種別：市道
- (2) 事業種別：道路事業
- (3) 路線名：三休橋千日前線
- (4) 事業実施年度：昭和54年度～昭和60年度
- (5) 事業概要

梅檀木橋の整備事業は、老朽化と耐震対策上から54年度に補助採択されたものであるが、さらに59年度から始められた新しい施策であるシンボルロード事業としても事業を行った。この橋は、水と緑に包まれた中之島地区へのアプローチ道路ともなっており、また、周辺には府立図書館（重要文化財）や中央公会堂などの古典的な建造物がある（図-4）。このため、設計にあたっては、景観の向上と保全に努めるべく特別の配慮と工夫を行った。

歩道、片側2.27mから4.0mに拡幅し（図-5）、歩車道境界部に連続的な植栽を行い、歩行者の安全性と潤いを確保した。歩道部の舗装は、レンガタイルと花崗舗石を組合わせたクラシックな模様を構成し、歩くことの楽しさを演出した。

また高欄も旧来の壁式のものから透かし彫りパネルを取り入れた重厚なデザインのものにかえるとともにところどころにバルコニーを設け、中之島公園の緑と川の流れを心地よく眺められるよう配慮している。

そのほか、照明灯や植樹桝などについても、全体が周辺環境に調和するよう、その設計に工夫を加えた。また、本橋は、江戸時代初期からの歴史をもつ由緒ある橋であるため、橋詰部にはこの橋を顕彰した由来碑など設け、歴史的にも親しめる橋として整備を行った。

(6) 舗装内容

① 舗装種類（材料、意匠、工法等）

本橋は鋼床版桁であるため、舗装に先だって全面にわたって防水工を施した。車道部の舗装は、橋詰部が交差点になっており、車の停車、発進の繰り返しによるアスファルトの流動化が予想されることと、鋼床版上の補修が困難なことから、改質アスファルト（密粒度タイプ、厚さ80mm）を使用した。

歩道部の舗装は、単位重量 1.75t/m^3 の軽量コンクリートによってマウントアップし、その上にレンガタイル（ $t=30\text{mm}$ ）と花崗石舗板（ $t=40\text{mm}$ ）で舗装した。

なお、舗装体は、鋼桁との温度差やたわみ差、乾燥収縮などによる応力を解放するため、約11mごと、橋軸直角方向に伸縮目地を設けている。

② シンボルロード、梅檀木橋事業における舗装の役割

橋の舗装は、高欄や照明灯ほど目立たないとはいえ、橋の形態によっては、その効果が歩行者の視界に入りやすくなり、したがって、背景と調和

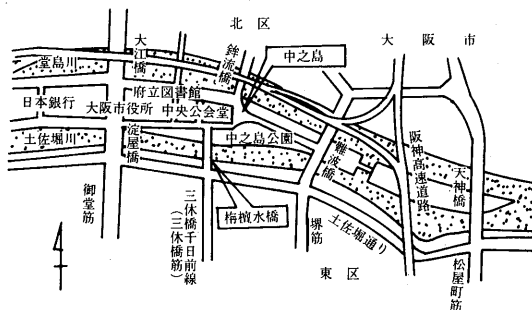


図-4 位置図

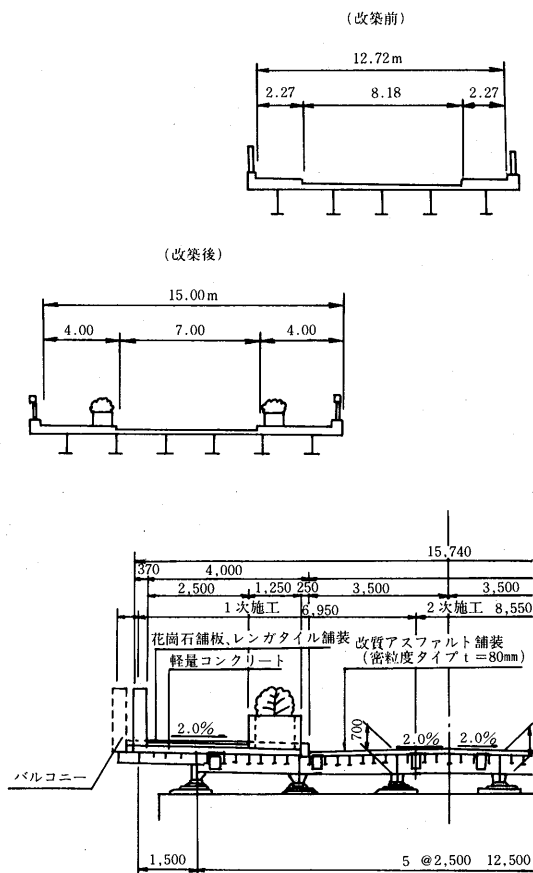


図-5 橋梁幅員構成

した美観が要求される。

本橋は都心部の業務地区と、その北部にある中之島地区を結ぶシンボルロードの役割を果たすものであり、それにふさわしい整備をする必要がある。

そのため、舗装は、橋の正面にあるレンガを基調として造られた中央公会堂などの歴史的建造物や緑豊かな中之島公園との視覚調和を図ることにした。

③ 舗装の特徴

本橋の車道部の舗装は、車に対する耐久性や維持管理上からアスファルト舗装とした。

歩道部は、コンクリートでマウントアップして、その上にレンガタイルと花崗石舗板を梃形に組合せて敷き詰めた。その模様は、本橋の正面に位置する中央公会堂の壁面模様をモチーフにしたクラシックなデザインとしている（図-6）。

3-3 滋賀県の場合

- (1) 道路種別：主要地方道
- (2) 事業種別：道路事業
- (3) 路線名：大津草津線
- (4) 事業実施年度：昭和58年度～昭和61年度
- (5) 事業概要

近江大橋の4車線化（拡幅）に関連して交通量が大幅に増加することが見込まれ、これに伴い、大津

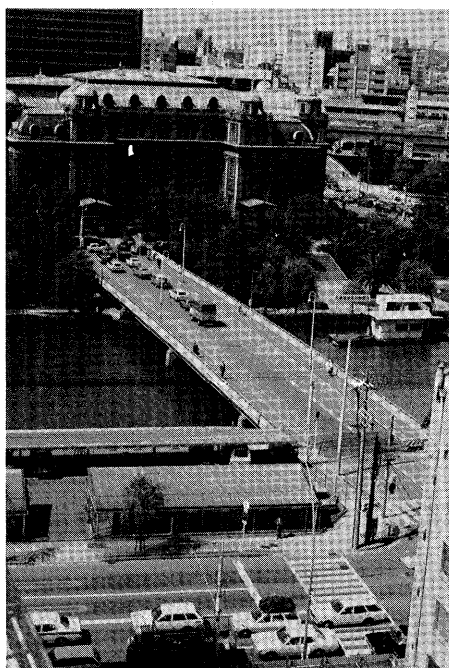


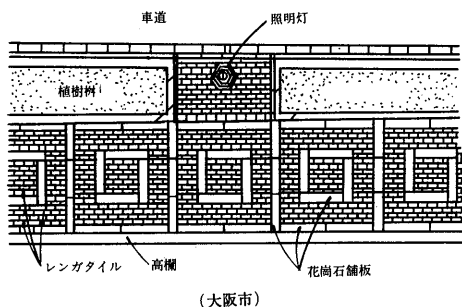
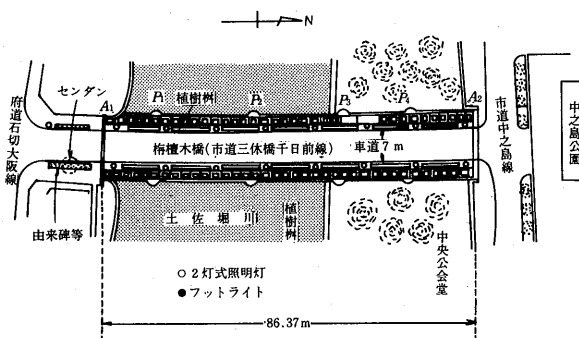
写真-7 整備前の全景

草津線の道路機能を見直すと共に、道路環境を保全する目的として緑化を行い、各種占用物件を整理し、道路景観の向上を図る。（図-7）

施工区間	大津市島の関町～丸の内町
整備延長	2,700m（県施工分2,100m，道路公社施工分600m）
幅員構成	全幅員 26.0 m
車道	3.25 m×4車線
歩道	2.50 m×2（両側）
植樹帯	2.00 m
中央分離帯	3.00 m

(6) 舗装内容

① 舗装種類（材料、意匠、工法等）



(大阪市)

図-6 舗装のデザイン

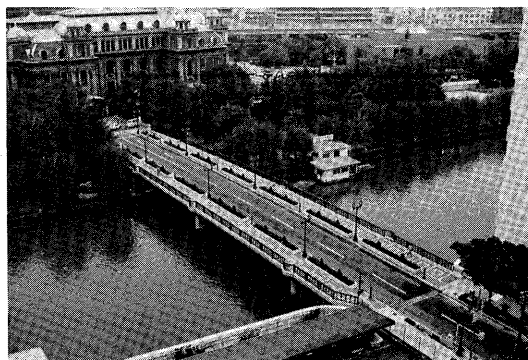


写真-8 整備後の全景

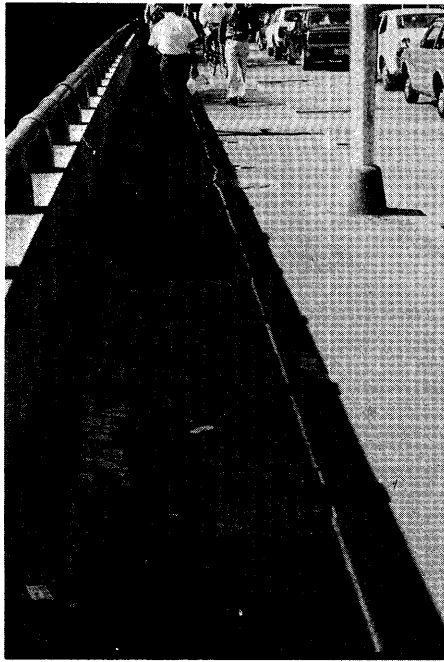


写真-9 整備前の舗装状況

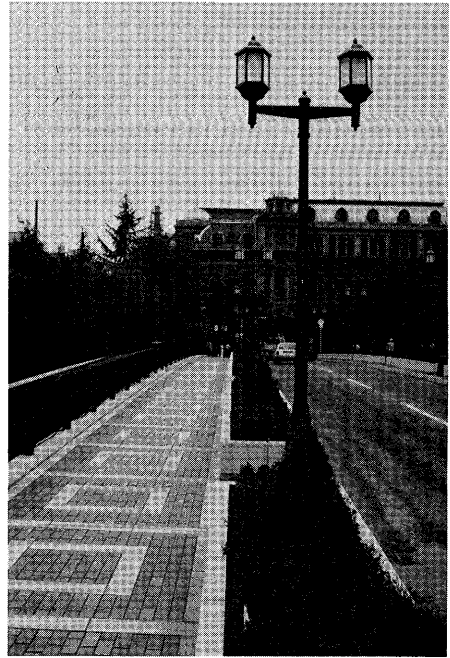


写真-10 整備後の舗装状況

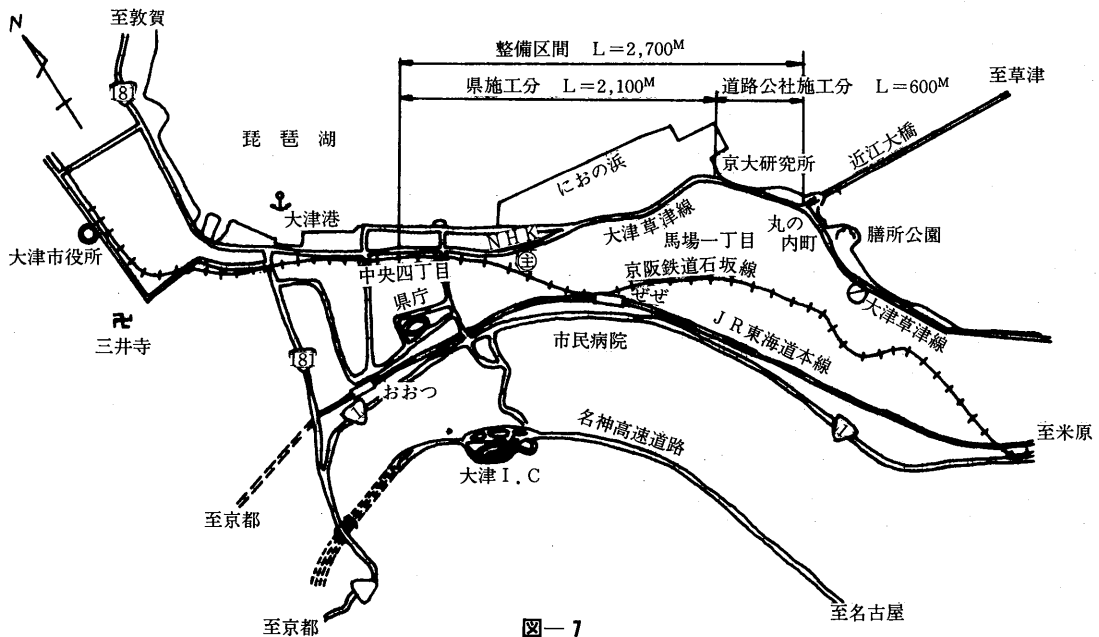


図-7

材料 陶製タイル（信楽焼）19cm×9cm×18mm／1枚

意匠 進行方向に対し陶製タイルを煉瓦積み状に布設し、歩道中央部に魚，小動物，昆虫等抽象化した絵タイル28種7組を10メートル間隔で設置して

いる。

工法等 歩道表面～陶製タイル張り
伸縮目地～変成シリコン30mm，5メートル間隔に設置

基礎材 ～タイル接着用セメント（接着材混入）厚さ 0.5cm

コンクリート 厚さ10cm

砕石路盤工 厚さ10cm

② シンボルロード事業における舗装の役割

- 1) 路面の明るさを基調に植樹帯との調和を図り、市街地に落ち着きを感じさせ、快適性を提供する。
- 2) 大規模店舗があり、平日の人通りも多く街のオアシスが誕生し、コミュニティが形成されてきた。
- 3) 周辺に業を営む人たちにも、意欲がわき、活気が生み出され、日常生活に潤いを与えている。
- 4) 広幅員になり、すれ違いが容易で安全性が

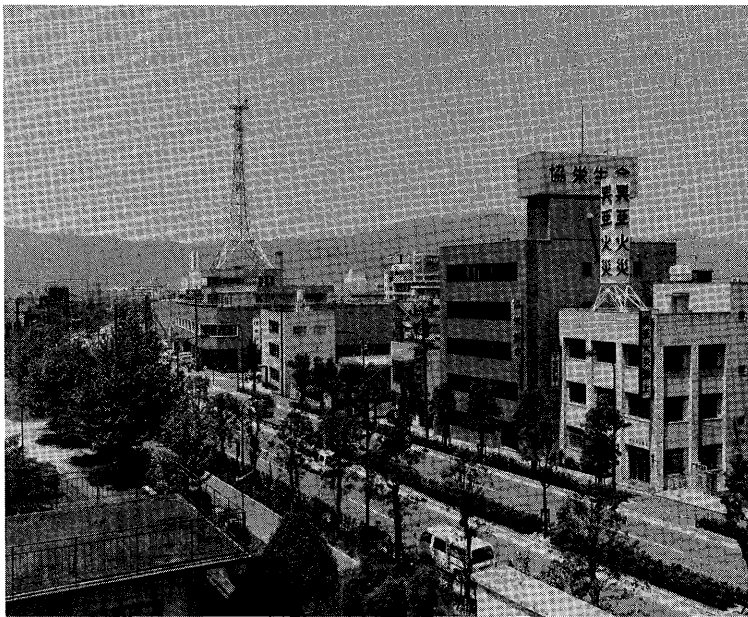
確保されている。

③ 舗装の特徴

- 1) 信楽焼きの持つ特徴的な地肌の「あらさ」を引出すと共に、土のやわらかさと陶土の温かさを出している。
- 2) アスファルト舗装に比べ、路面輝度が大きいいため夜間の照明効果が増加する。
- 3) アスファルト表層と対比すると輝度差が生じ、路面を容易に識別することができる。

—参考文献—

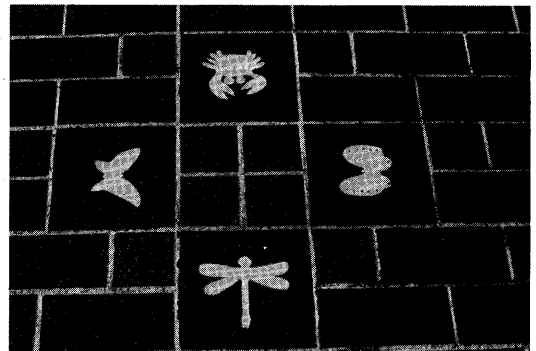
(街)日本交通計画協会：シンボルロード基本調査報告書



写真—11 全 景



写真—12 歩道の路面状況



写真—13 絵タイル4種組み合わせ

スパイクラベリング試験による アスファルト混合物の摩耗性の評価

宮 下 浩 二*

1. まえがき

北陸地方のような積雪寒冷地域のアスファルト舗装道路は冬期間の除雪体制が整備されて常に路面が露出しておりスパイクタイヤ等の影響により摩耗し、わだち掘れの進行が著しい。このことから北陸技術事務所では昭和60年度より2ヶ年にわたりスパイクラベリング（促進研磨）試験機を導入して、アスファルト混合物の配合および温度変化による摩耗形態・摩耗量を把握し、北陸地建管内におけるアスファルト舗装の摩耗試験方法を確立するものである。

今回、試験機導入に伴い試験機の概要と一部の混合物について試験を行ったのでその結果について紹介します。

2. スパイクラベリング試験機の概要

試験機本体は写真-1、2に示す。試験用供試体12個を環状の回転板に並べて固定し、独立した2輪のタ

イヤが接している。1輪は駆動輪で供試体と接し回転板を廻し、他の1輪は制動輪で駆動輪と制動輪にトルク差を生じさせることが出来る。試験機は冷暖房室内（-20℃から常温まで任意に設定）に設置し、回転板の回転速度は40km/hまで、輪荷重は最大500kgまで、トルクは $20\text{kg}\cdot\text{f}\cdot\text{cm}$ までかけることができる。試験用供試体は試験前と回転数ごとにレーザーを利用した自動断面計測機で摩耗した断面積を求めて舗装の耐摩耗性を比較する。

2-1 試験機の仕様

—試験機本体—

回転板走路の直径：供試体の中心から対面供試体の中心まで1200mm

輪荷重：0～500kg/輪、無段任意設定可能（油圧シリンダー）、2輪

操舵角設定範囲： $\pm 5^\circ$ （操舵角シリンダー）

キャンバー角設定範囲： $\pm 1.5^\circ$ （キャンバー角用シリンダー）

走行速度：10～40km/h（無段任意設定可能）

駆動および制動トルク：最大 $20\text{kg}\cdot\text{m}$ 駆動・制御同時負荷

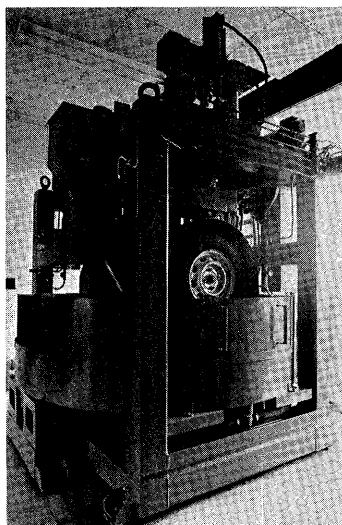


写真-1 試験機本体

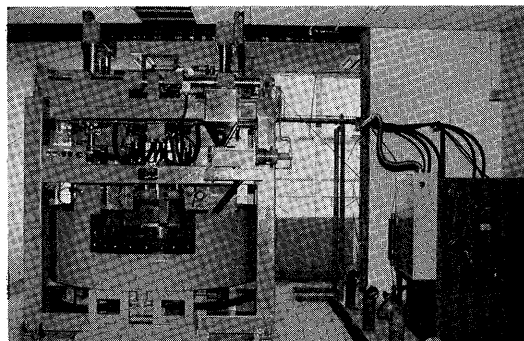


写真-2 本体及び油圧装置

*みやした こうじ 建設省北陸地方建設局北陸技術事務所材料試験課長

使用タイヤ：5.60-13-4PR

5.20-10-4PR

タイヤ外径 500~612mm

スパイクタイヤおよびノーマルタイヤ
(チェーン装着可能)

供試体：12個設置 形状・寸法 (台形) 幅300mm
×長辺402mm×短辺241mm×厚さ50mm

散水装置：上水道 流量計測 (目盛), 流量調整
(バルブ調整)

散砂装置：ホッパー容量 (20l), 供給量 (250~1,
000gf/h) 制御盤より遠隔設定

トラバース：シフト幅±50mm シフト速度90~110
mm/min 操舵角最大5°

供試体条件：乾燥, 散水, 散砂, 雪氷
試験温度-10°C~常温

—計測装置—

(1)すりへり深さ計測 (非接触式変位計)

光源：レーザーダイオード 波長 780nm

検出方法：光学的三角測距方式

(2)計測駆動部

横断幅：320mm

横断速度：約30秒

計測間隔：1mm

すりへり深さ：-10mm~+30mm

計測断面：供試体1箇につき5段面計測

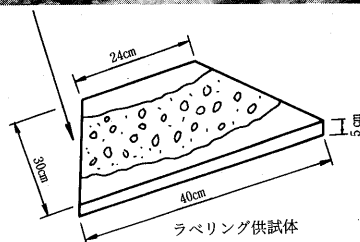
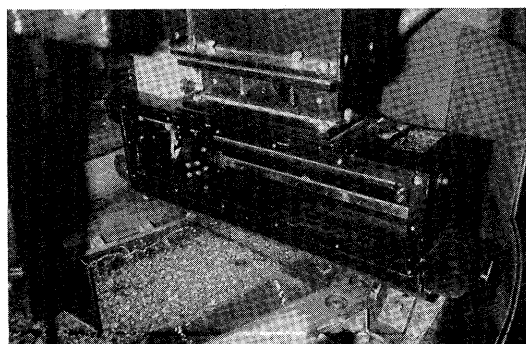


写真-3 レーザー計測部及び供試体

3. スパイクラベリング試験

昭和61年度の試験は各種ストレートアスファルト、
改質材及びプレミックスアスファルトをスパイクラベ
リング試験条件 (案) によって、試験方法の確立を計
った。

3-1 スパイクタイヤの使用回数

アスファルト混合物は密粒度アスコン (13F) と (20
F), 細粒度ギャップアスコン (13F) と (20F) の4
つの配合粒度においてスパイクタイヤの使用回数と摩
耗量の関係について求める。配合試験及び粒度につい
ては表-1, 図-1に示す。スパイクラベリングの試

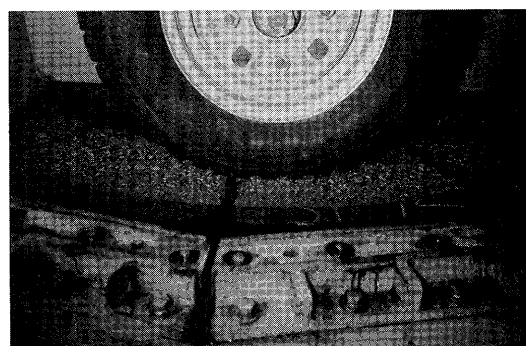


写真-4 供試体への载荷及びすりへり状況

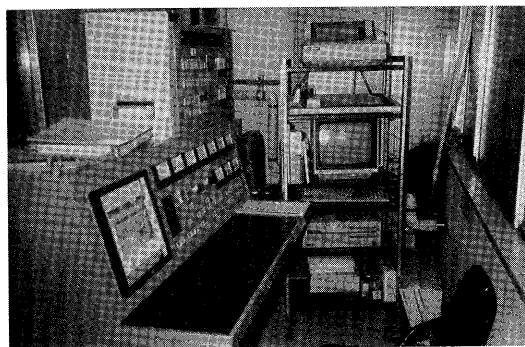
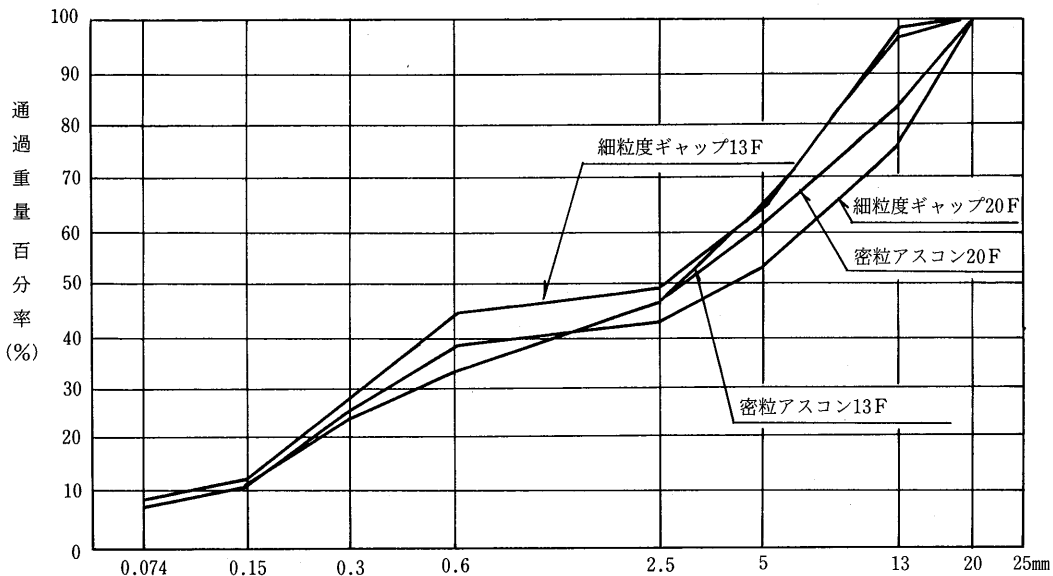


写真-5 コントロール装置

表-1 配合試験結果

配合試験結果						
配合名	As量 (%)	飽和度 (%)	空隙率 (%)	密度 (g/cm³)	安定度 (kg)	
GAs (13F)	6.0ストアス	80.7	3.4	2.348	1,143	
GAs (20F)	5.8 //	80.0	3.4	2.370	1,225	
MAAs (13F)	5.7 //	76.9	3.9	2.415	1,558	
MAAs (20F)	5.7 //	78.3	3.6	2.639	1,578	



図－1 合成粒度曲線

験条件は表－2のとおりとする。

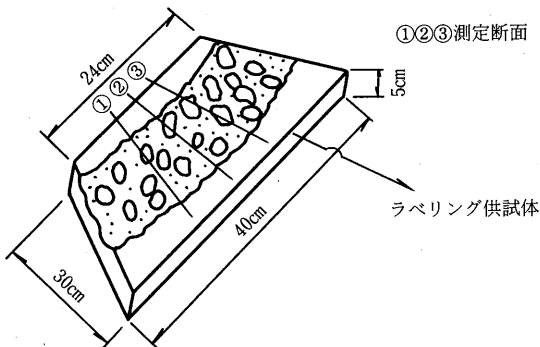
試験は同一のスパイクタイヤにより5回繰返して供試体を摩耗させ、摩耗量がどのくらい減少するかを調べるものである。(図－2参照)

試験結果を表－3、図－3に示す。

摩耗量とスパイクタイヤの使用回数についてスパイクタイヤの新品を取付けて20,000回転走行後同じタイヤで摩耗試験を行った場合摩耗量は2割程度少なくなった。この傾向は3回目まで続き、4回5回と繰返し使用すると摩耗量は減少した。

3-2 チェーンラベリングとスパイクラベリング試験の比較

チェーンラベリング試験とスパイクラベリング試験



図－2 摩耗測定

※摩耗測定は写真－3のレーザー装置で測る(摩耗量及摩耗深)

の間に相関の有無を調査するため密粒アスコン(13F)と(20F)、細粒度ギャップアスコン(13F)と(20F)の4つの混合物(3-1で使用)について試験(スパ

表－2 スパイクラベリング試験条件

技術管理業務連絡会舗装部会(案)

プレロード試験		スパイクラベリング試験	
ならし走行	回転が安定するまで	ならし走行	回転が安定するまで
テーブル速度	20km/h	テーブル速度	20km/h
タイヤ速度	20km/h	タイヤ速度	20km/h
タイヤ種類	バイアスタイヤ (リケン5.20-10-4PR)	タイヤ種類	ラジアルタイヤ (オーツタイヤB650) 145SR10 B-650
輪荷重	150kg	輪荷重	150kg
タイヤ空気圧	1.6kg/cm ²	タイヤ空気圧	1.6kg/cm ²
試験温度	20°C	試験温度	0°C
キャンバー角	1.5°	キャンバー角	1.5°
シフト幅	50mm	シフト幅	50mm
シフト速度	100mm/min	シフト速度	100mm/min
養生時間	4h	養生時間	4h
運転回数	5,000回転	運転回数	20,000回転
		散水量	2ℓ/min

表－3 スパイクタイヤ繰返しによる摩耗量

20,000回転 摩耗量	混合物	回数	1回	2回	3回	4回	5回
	GAs (13F)		4.8cm ²	3.7cm ²	3.0cm ²	2.6cm ²	2.5cm ²
	GAs (20F)		4.6	3.9	2.8	2.7	2.6
	MAs (13F)		4.7	3.8	2.9	2.8	2.4
	MAs (20F)		4.7	3.7	2.7	2.6	2.4

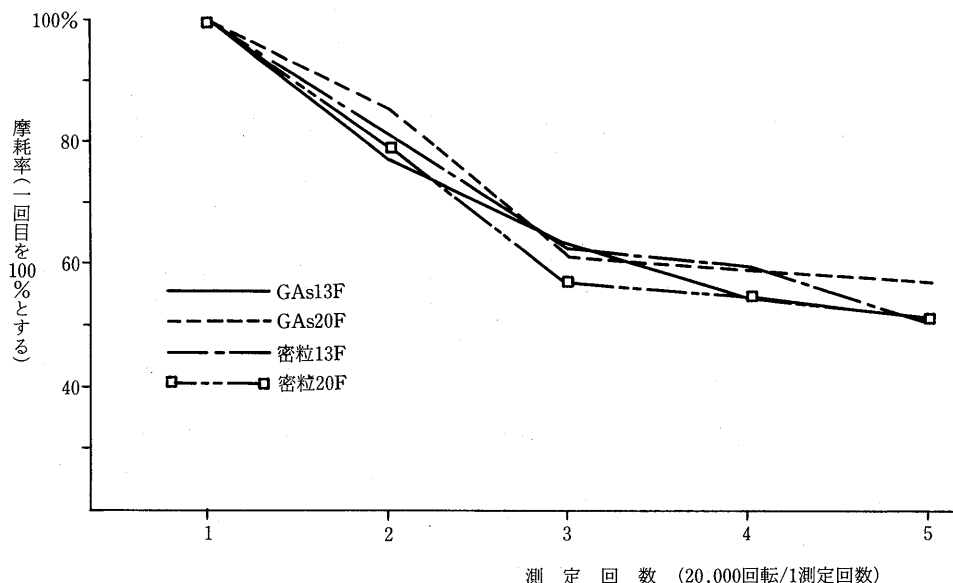


図-3 摩耗率の変化

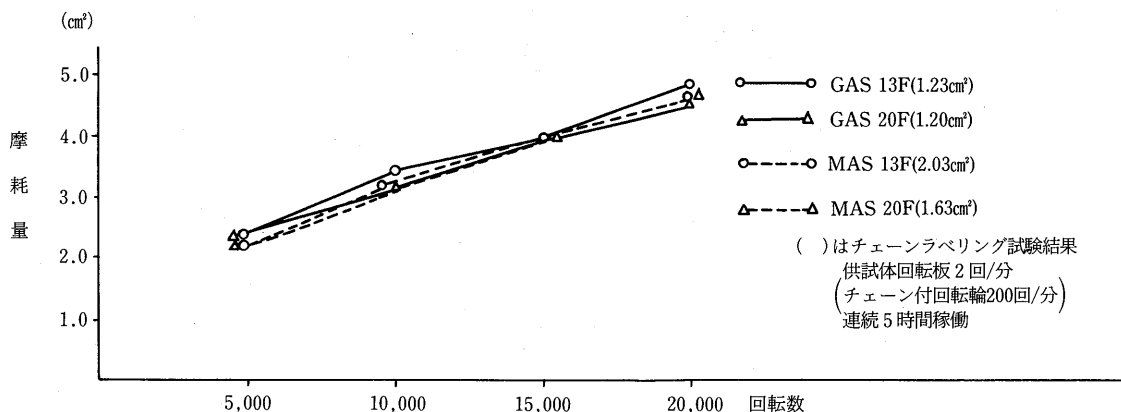


図-4 スパイクラベリング試験結果

イクタイヤは新品)を行った。試験条件は表-2による。

結果を図-4に示す。

3-3 各種混合物のスパイクラベリング試験

(1) 使用材料

- ① 原アスファルト：A, B, C, D, Eの5種類
- ② プレミックスタイプ：V, W, X, Y, Zの5種類
- ③ プラントミックスタイプ(特殊改質材)：1, 2, 3, 4, 5の特殊改質材(5種類), 6のストレートアスファルトの6種類

(2) アスファルト混合物

使用混合物は細粒度ギャップアスコン(20F)のバインダーとし配合試験の結果は表-4に示す。特殊改質材を用いた配合はストアスの最適アスファルト量(6.2%)に特殊改質材を外割で添加し最適バインダー量は6.45%(ゴム分4%)となっている。又プレミックスはストアスの配合試験結果を用いてい

表-4 配合試験結果(ストレート)

バインダー名	最適アスファルト量(%)	空ゲキ率(%)	飽和度(%)	密度(g/cm³)	安定度(kg)	フロー値(1/100cm)
ストレート	6.20	3.7	79.0	2,346	925	29

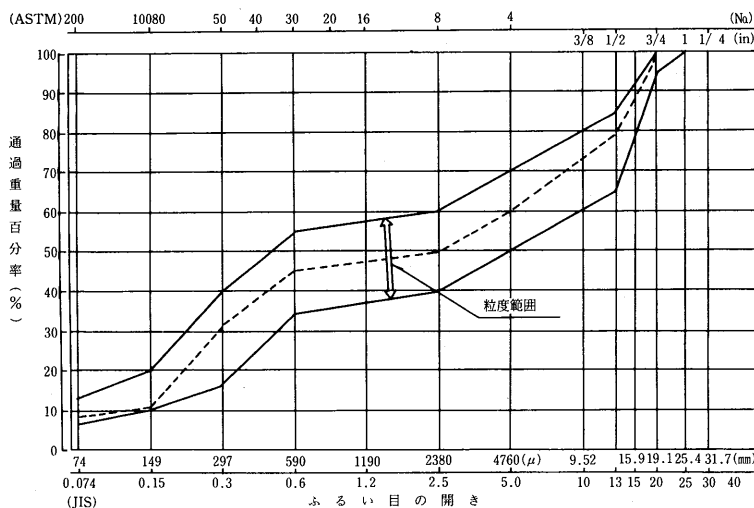


図-5 合成粒度

る。図-5に粒度配合を示す。

(3) 物理試験

針入度試験他10試験

試料はプラントミックスタイプとプレミックスタイプのゴム系を用いた。プラントミックスタイプの添加量は、一般舗装時の添加量を考慮し統一した条件下で試験を行うためゴム分で4%添加を基準とした。試験方法はJISを中心とした方法で行った。試験結果を図-6に示す。試験結果より次のことが考えられる。

- ① 原アスファルト（ストレートアスファルト）の物理的性状は針入度、軟化点、60℃粘度は各メーカー共に同等の性状を示している。又、タフネス（把握力）およびテナシティ（粘結力）はA試料の他は同様の値を示した。
- ② プラントミックスタイプ（ゴム入りアスファルト）の物理的性状は改質材5が針入度でストアスより変化があった。改質材1は粘性に関する試験で他の改質材より変化が大きい。
- ③ プレミックスタイプの場合は粘性を求める試験では各試料共に特有の値を示している。

又試料Zは60℃粘度試験は11,000Poiseと高い粘性がありながらタフネス=159kg・cm、テナシティ=14kg・cmとストアス程度の値を示していた。

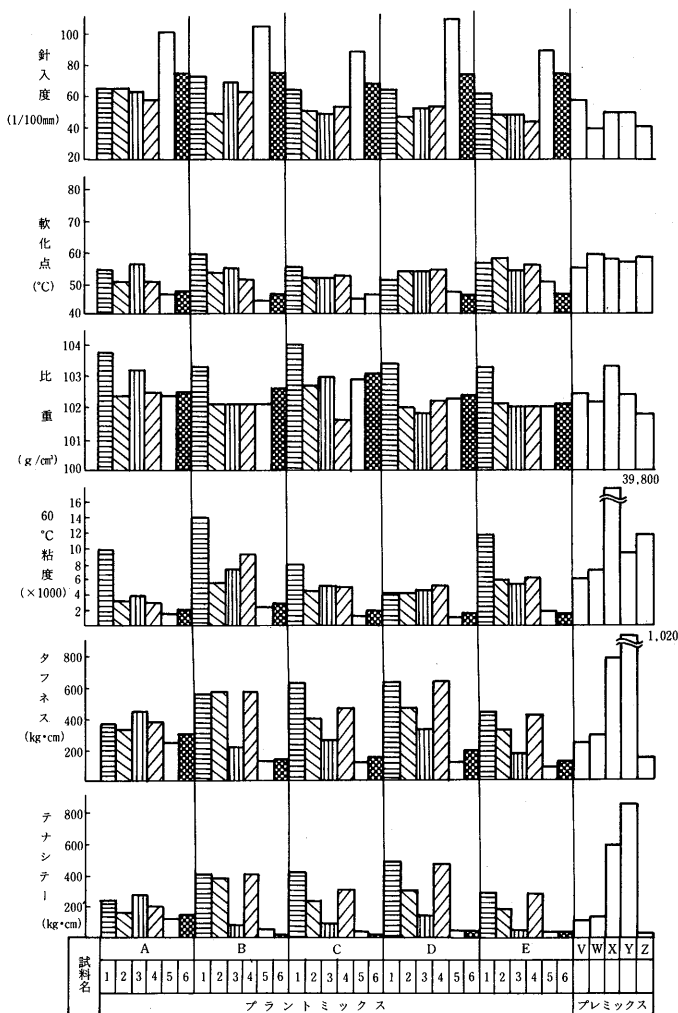


図-6 物理試験結果

(4) 力学試験

スパイクラベリング試験及びホイールトラッキング試験

スパイクラベリング試験方法は技術管理業務連絡会舗装部会のスパイクラベリング試験に関する調査に基づいて試験を行った（表-2、但し運転回数は30,000回転）。併せてホイールトラッキング試験（技術管理業務連絡会舗装部会及び高速道路調査会での規定）を行った。

結果を図-7に示す。

試験結果より耐摩耗性の試験はスパイクラベリング試験機を用いているのでアスモルより粗骨材の耐久性が大きく、耐流動性は矢張りアスファルト量による影響が大きく、効果があらわれるのは、試料DのOAC-0.5(%)のグループといえる。このようなことから改質材はアスファルトの種類によって差があるのでその選択が重要といえる。

4. あとがき

昭和58年度よりスパイクラベリング試験機導入のための委員会を設置し、60年度に本体導入、61年度に冷暖房設備とレーザー計測装置を導入して本格的な試験に入った。今回、単粒度（細粒度ギャップアスコン(20F)）のみの試験に終始したが今後は種々の粒度配合を作り供試体路面条件を乾燥・散水・散砂・雪氷状態にセットしたり新素材（セラミック骨材・高性能補強繊維・樹脂等）を用いた場合の比較試験等を実施し、よりすりへり摩耗に強い道路舗装材料の開発を進めて積雪寒冷地域における舗装技術に寄与する計画であります。

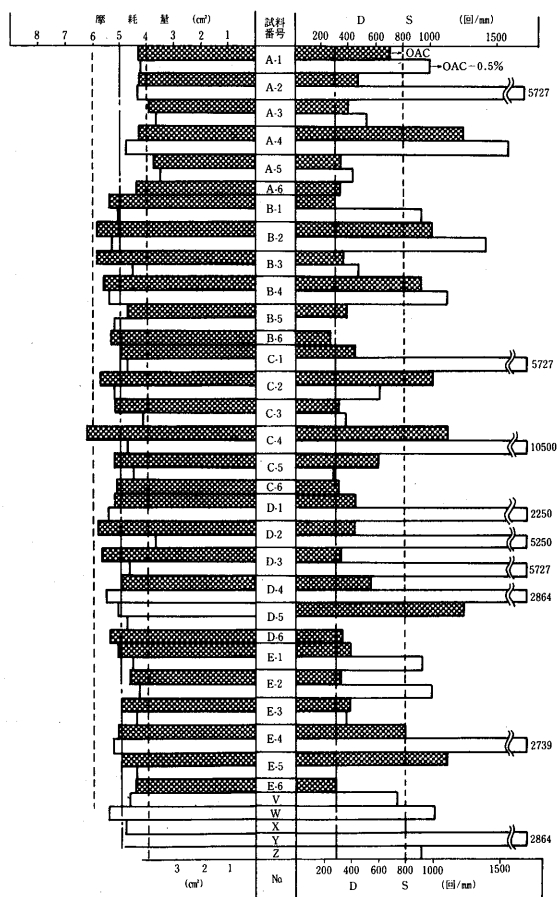


図-7 摩耗量とD・Sの試験結果

英国の新設計法について

アスファルト舗装の設計法は、それぞれの機関によって確立されたようでありながら、実際にはいずれの機関も自分達の設計法を不完全だと思っているようである。そのため、構造設計の研究は絶え間なく続けられ、新しい設計法が次々と発表されていく。最近の改訂例では、AASHTO, Asphalt Institute, Road Note 29などがあげられよう。

今回の研究報告では、このうち Road Note 29 をとりあげ、日本道路公団の緒方さんに担当してもらった。日本道路公団では先に英国の技術者を数人招いて講演会を開催している。その時の話では、Road Note 29 の改訂というよりも新しい設計法の提案というニュア

ンスが強かった。内容的にも確かに大きく変っていることは本報告から読みとっていただけたと思う。英国は、もともと保守的であり、技術の上でも「経験のないものは採用しない」方針をとってきた。その英国さえも、新しい設計法にふみきるということは、今、世界中で舗装技術の転換期を迎えていると解釈することができよう。

このアスファルト誌が発行される頃、研究グループは発足以来満10年となる。現在、いくつかの班に分かれて10周年企画の原稿を執筆中であり、明年4月、アスファルト誌上に発表する予定となっている。

(阿部頼政)

アスファルト舗装技術研究グループ

阿 部 頼 政 日本大学理工学部土木工学科
阿 部 忠 行 東京都土木技術研究所技術部
荒 井 孝 雄 日本舗道(株)技術研究所第二研究室
安 崎 裕 建設省土木研究所道路部舗装研究室
飯 田 章 夫 日本道路公団建設第一部工務第一課
池 田 拓 哉 建設省土木研究所舗装研究室
井 上 武 美 日本舗道(株)技術研究所第一研究室
井 上 正 日瀝化学工業(株)業務第一部業務課
蛭 原 巖 日本大学理工学部土木工学科
大久保 高 秀 建設省都市局街路課

特定都市交通施設整備室

太 田 健 二 日瀝化学工業(株)技術部
大 坪 義 治 日瀝化学工業(株)関東支店
緒 方 健 治 日本道路公団試験所舗装試験室
小 澤 孝 吉 東京都建設局第一建設事務所管理課
形 岡 昭 彦 日瀝化学工業(株)コンピュータ室
勝 又 雄 弥 昭和シェル石油(株)アスファルト課
亀 田 昭 一 新東京国際空港公団工事局
土木工事部舗装工事課
久 下 晴 巳 日本道路(株)技術研究所第一研究室
小 坂 寛 巳 首都高速道路公団工務部設計技術課
古 財 武 久 大成道路(株)技術研究所開発研究室

児 玉 充 生 昭和シェル石油(株)大阪支店
アスファルト課
小 林 孝 行 昭和シェル石油(株)中央研究所
雑 賀 義 夫 東亜道路工業(株)技術研究所
佐 藤 喜 久 鹿島道路(株)東京支店技術部
田 井 文 夫 日本道路(株)技術研究所第二研究室
竹 田 敏 憲 東京都第二建設事務所補修課
瀧 瀬 穰 東京都第四建設事務所工事第二課
田 中 輝 栄 東京都土木技術研究所技術部
谷 口 豊 明 大林道路(株)技術研究所施工研究室
丹 治 和 裕 (株)パスコ道路調査部情報技術課
中 村 州 章 日本道路公団技術部道路技術課
西 澤 典 夫 大成道路(株)関東支社技術試験所
野 村 健一郎 大成道路(株)技術研究所開発研究室
野 村 敏 明 日瀝化学工業(株)北海道支店
八 谷 好 高 運輸省港湾技術研究所滑走路研究室
羽 山 高 義 日本舗道(株)技術開発部技術管理課
姫 野 賢 治 東京工業大学工学部土木工学科
福 手 勤 関西国際空港(株)建設事務所技術課
峰 岸 順 一 東京都土木技術研究所技術部
吉 村 啓 之 前田道路(株)技術研究所

英国におけるたわみ性舗装の新設計方法について

緒 方 健 治*

1. まえがき

英国の舗装設計の指針である Road Note 29 は、1960 年に初版が発行されて以来改訂が重ねられ、現在使用されているものは、フルスケールの試験道路における供用性の調査結果をもとに 1970 年に書き換えられた第 3 版¹⁾である。しかし、英国ではこの Road Note 29 第 3 版が発行された 1970 年以来、重車両の交通量が急激に増加したために、試験道路で観測された交通荷重よりもはるかに大きな交通荷重に対して道路の設計を行う必要が生じてきた。また、新しい材料や打換えに対する設計方法を作成する必要も生じてきた。

これらのことから、舗装の挙動に関する今日までの研究成果や Road Note 29 第 3 版以降の試験道路の供用性調査のデータが Powell らによってまとめられ、アスファルト舗装の新しい構造設計方法が提案された²⁾。さらに英国交通省 (Department of Transport) は、この報告を基にしてモーターウェイおよび幹線道路 (Trunk Road) に対する新設計方法 (案)^{3), 4)}を作成し、英国の新設道路の標準設計として採用しようとしている。

この新しい構造設計方法は、材料、路床強度、交通量などの変動性 (variability) および不確定性 (uncertainty) を考慮した供用性の解析を行っていること、設計寿命をコスト解析により求めていること、アスファルト層の設計と下層路盤以下の設計を分離して考えていることなどの面で、我が国とは異なった設計手法を用いており、極めて興味深いものとなっている。

そこで本報告では前述の資料の他に、第 2 回舗装の支持力に関する国際会議および第 6 回アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議で発表された論文^{5), 6)}を参考にして、英国におけるたわみ性舗装の構造設計方法とその考え方について紹介を行うものである。

2. 舗装の構成

英国におけるたわみ性舗装の標準構造は、図-1 のとおりである。上の方から、摩耗層 (wearing course)、基層 (base course)、上層路盤 (roadbase)、下層路盤 (sub-base) および路床 (subgrade) となっている。また、摩耗層と基層を合わせて表層 (surfacing)、下層路盤以下をまとめて基礎 (foundation) と呼んでいる。この舗装の構成は、基本的には日本と同じであるが、路床が軟弱である場合には、路床と下層路盤の間にキャッピング層 (capping layer) を設けて、路床の強度増加を図っていることが日本とは異なっている点である。キャッピング層の詳細については、5-1-2 の項で述べている。

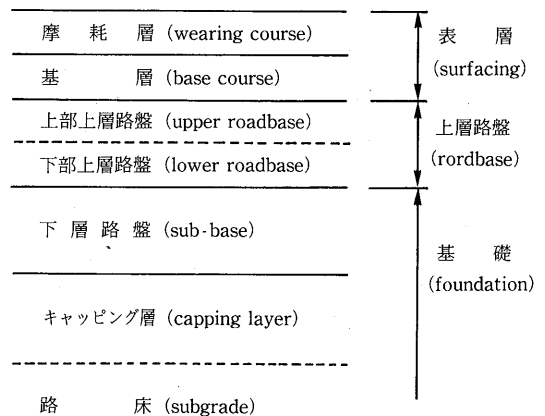


図-1 英国におけるたわみ性舗装の標準構造

なお、英国における舗装の種類にはたわみ性舗装の他に、剛性舗装、剛合成舗装 (rigid composite pavements)、たわみ合成舗装 (flexible composite pavements) などがあり、また上層路盤にはアスファルト上層路盤の他に、ウェットミックス粒状上層路盤 (wet-

*おがた けんじ 日本道路公団試験所舗装試験室

mix granular roadbases), リーンコンクリート上層路盤 (lean concrete roadbases) などが用いられているが、今報告で紹介するものは日本における舗装構造に近いものとして、アスファルト上層路盤をもったたわみ性舗装に限ることとした。

表層およびアスファルト上層路盤に用いられる材料は、表-1に示すとおりである。また、下層路盤の材料としては粒状材料が主に使用されている。

表-1 表層およびアスファルト上層路盤の使用材料

設計交通荷重	材 料
2～80msa	摩耗層
	ロールダアスファルト (CI.911)
	基 層
	ロールダアスファルト (CI.905)
	デンスピチュミンマカダム (CI.906)
	デンスマカダム (CI.907)
	上層路盤
80～200msa	デンスマカダム (CI.902)
	デンスピチュミンマカダム (CI.903)
	ロールダアスファルト (CI.904)
	摩耗層
	ロールダアスファルト (CI.911)
	上部上層路盤
	デンスピチュミンマカダム (CI.903)
	下部上層路盤
	ロールダアスファルト (CI.904)

注：()内数字は、道路作業のための仕様書1986⁷⁾の項番号
：msaは、million standard axles (百万標準軸)の略

3. 設計基準

たわみ性舗装の設計においては、次に示す2つの主要な破損の形に対して設計基準が設けられている。(図-2参照)

- ① 水平引張りひずみによってアスファルト層の底面から発生する疲労ひび割れ
 - ② 垂直圧縮ひずみによる路床上面の永久変形
- なお、これらの設計基準値については、5.2アスファルト上層路盤および表層の設計の項に示している。

4. 設計条件

4-1 設計寿命 (design life)

設計寿命を定義する際には、どの程度の舗装の悪化 (deterioration) の状態を設計寿命の終わりと定義する

のかということと、その悪化の状態に達するまでに何年間供用を期待するのかという二つことを考える必要がある。

舗装の悪化の程度を示すものとしては、臨界 (critical) という言葉と破壊 (failure) という言葉が用いられている。臨界状態および破壊状態の概念は、図-3に示すとおりである。臨界状態では上層路盤や基礎はまだ元来の構造特性を保っており、舗装の寿命を伸ばすためにオーバーレイを行うことができる。これに対して、破壊状態は、道路がオーバーレイでは修復できないほど悪化しており、完全な打換えを必要とする状態である。

Road Note 29では、表面のわだち掘れ深さが20mm以上またはひどいひび割れが発生したときに舗装は破

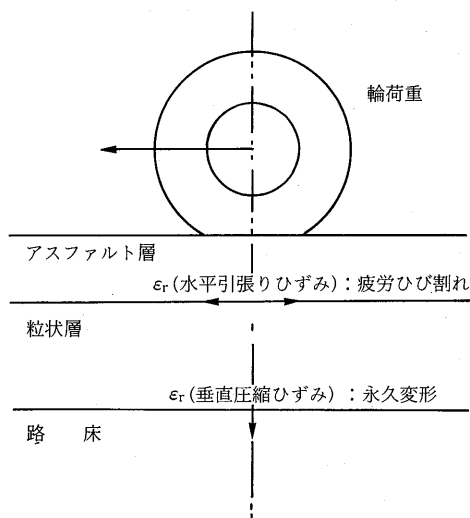


図-2 アスファルト舗装内のひずみ

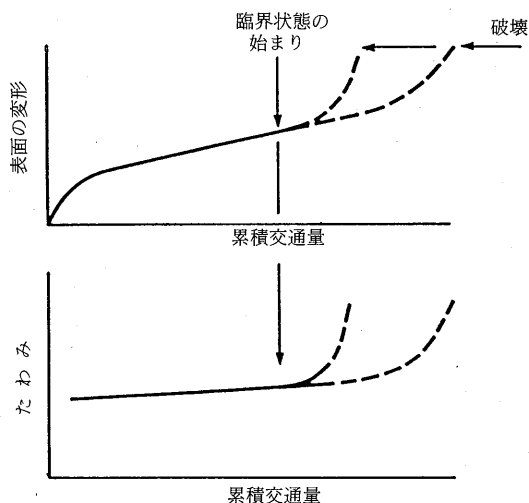


図-3 道路の共用性の変化

壊状態になったと考え、この状態を設計寿命の終わりとした。これに対して新しい設計方法では、Lister(1972)⁸⁾の研究結果に基づいて、構造的なわだち掘れ深さ（表層だけのわだち掘れではないもの）が10mmを越えたとき、またはわだち部に縦断方向のひび割れが発生したときを臨界状態の始まりとし、設計寿命の終わりとしている。

設計寿命の終わりを破壊状態から臨界状態に変更した理由は、道路が破壊してしまってから完全な打換えを行うよりも、臨界状態でオーバーレイを行った方が、既設舗装の強度を最もよく利用できるために、ずっとコストが安くなることがわかったためである。

次に、この臨界状態に達するまでに何年間道路に耐用を期待するかという問題がある。図-4は、アスファルト上層路盤をもつ道路の40年間の割引費用（discounted cost：将来発生する費用や便益を現在の価値に換算した費用）を計算したものである。一番下の線は、道路の建設費を表しており、中央の線は、道路の建設費と打換え費用の合計を表している。一番上の線は、道路の建設費と打換え費用に間接費用（例えば、打換えにより発生する交通遅延の費用）を加えたもので、トータルコストを表している。設計寿命を短くすると、建設費は安くなるが打換え費用や間接費用がかかり、トータルコストは高くなることがわかる。

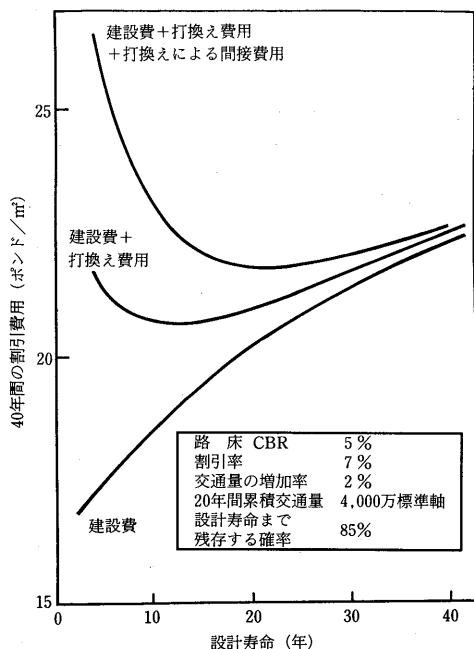


図-4 建設および打換えに対する割引費用

また、図-5は、図-4の計算条件のうち交通量を変化させたときのトータルコストを表しており、図-6は交通量の増加率と割引率を変化させたときの結果

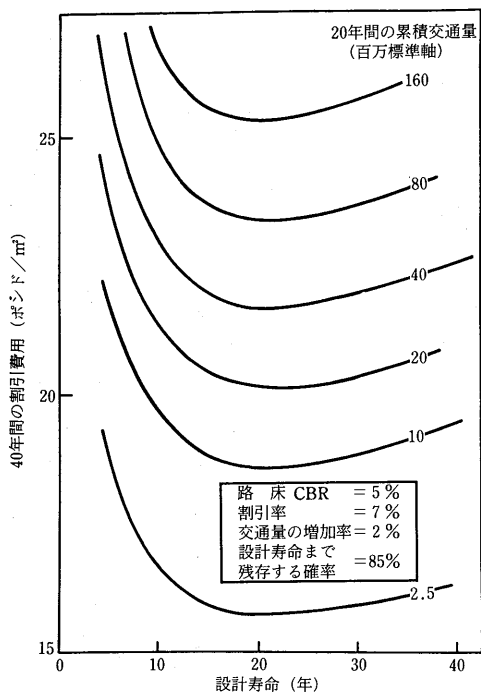


図-5 交通量の違いによるトータルコストの変化

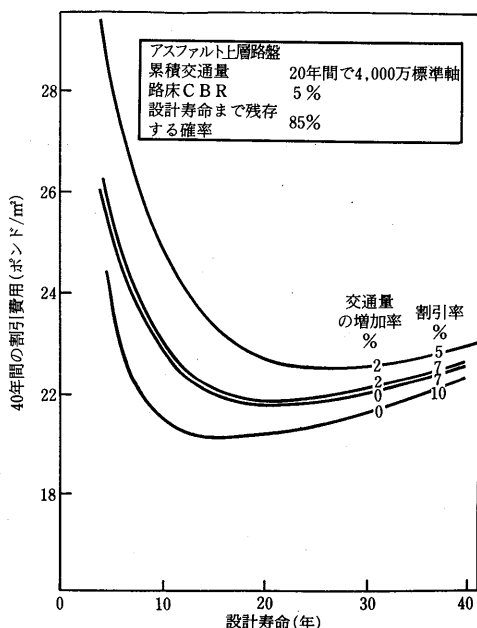


図-6 交通量の増加率および割引率の違いによるトータルコストの変化

を表している。いずれの場合でも、短い設計寿命を選ぶことは大きなコスト高になることがわかる。また、長い寿命を与えるための建設費が比較的安いことや将来の補修費用の割引のために設計寿命は15年を越える、40年まではコストにほとんど影響を及ぼさないことがわかる。しかしあまり設計寿命を長くすると、排水工の悪化、上下水道などによる掘削、道路の拡幅など交通荷重以外の理由で、道路が設計寿命まで達しない場合もあることを考慮して、英国では最適設計寿命として20年が決定された。

4-2 交通条件

舗装厚を決定する設計パラメータとしては、設計交通荷重 (design traffic loading ; DTL) が用いられている。設計交通荷重は、設計寿命中に通行する商業車の80kN (8.2t) 標準軸荷重の累積通過回数によって求められるが、これは Road Note 29 の方法と同様である。なお、ここでいう商業車とは無載荷時重量が1.5t以上の貨物自動車またはバスのことである。

設計交通荷重の計算方法は、以下のとおりである。

(1) トラフィックカウンターのデータおよび交通量調査のデータから、供用開始時における商業車の年平均日交通量を求める。年平均日交通量は2方向の交通量であるため、方向分離(directional split)を考慮して1方向の交通量を求める。方向分離の値は一般には50:50が用いられている。

(2) 設計寿命中に通行すると予想される車両総数を計算する。供用開始時の年平均日交通量を F_0 、交通量の増加率を r とすると n 年後日交通量 F_n および総累加交通量 ΣV_n は次式で表される。なお一般的増加率の値としては2%が用いられている。

$$F_n = F_0 (1 + r)^n$$

$$\Sigma V_n = 365 \times F_0 \times \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

(3) (2) で求めた総累加交通量に車両損傷係数 (vehicle damage factor) を掛けて8.2t標準軸総数を求める。車両損傷係数は、商業車1台当たりの標準軸換算係数であり、舗装への平均的な損傷の影響度合いを表している。車両損傷係数 (D_n) は次式で表される。

$$D_n = \frac{0.35}{0.93^T + 0.082} - \frac{0.26}{0.92^T + 0.082} \times \frac{1}{3.9^{F_n/1550}}$$

ここで、 D_n は1945年を基準年として求めたものであるため、 T は1945年から設計寿命の中間年までの年数で計算する。したがって、設計寿命の中

間年が1987年ならば $T=42$ となる。

(4) 2車線または3車線道路の場合には、最も多く荷重が載荷される車線への交通量の配分割合を求める。英国では、左側車線が最も重く載荷され、その交通量の割合 P_n は次式で表される。

$$P_n = 0.97 - 0.385 \times 10^{-4} \times F_n$$

[交通量の計算例]

<条件>

供用開始年：1990年

商業車の年平均日交通量：4,000 台

方向分離：50:50

交通量の増加率：2%

設計寿命：20年

① 供用開始時の1方向の年平均日交通量

$$F_0 = 4,000 \times 0.5 = 2,000 \text{ (台)}$$

② 20年後の総累加交通量

$$V_{20} = 365 \times 2,000 \times \left(\frac{1.02^{20} - 1}{0.02} \right) = 17,737,000 \text{ (台)}$$

③ 中間寿命年 ($n=10$:2000年) での日交通量

$$F_{10} = 2,000 \times 1.02^{10} = 2,000 \times 1.219 = 2,438 \text{ (台)}$$

④ 中間寿命年 (2000年) に対する車両損傷係数を計算

$$D_{2000} = \frac{0.35}{0.93^{55} + 0.082} - \frac{0.26}{0.92^{55} + 0.082} \times \frac{1}{3.9^{2438/1550}} = 3.15$$

⑤ 中間寿命年に対する車線分配係数の計算

$$P_{10} = 0.97 - 0.385 \times 10^{-4} \times 2,438 = 0.876$$

よって、求める設計交通荷重 DTL は、

$$DTL = 17.737 \times 10^6 \times 3.15 \times 0.876 = 48.94 \times 10^6 \approx 49 \times 10^6 \text{ (標準軸)}$$

となる。

5. 舗装の設計

英国におけるたわみ性舗装の設計では、基礎の設計と表層および上層路盤の設計とを別個に行っているところに特徴がある。すなわち、基礎は工事時の条件(路床の強度および工事用車両の交通量)によって設計され、表層および上層路盤は供用中の条件(設計交通荷重)によって設計されている。

5-1 基礎の設計

基礎は図-1に示したとおり、路床、キャッピング

層および下層路盤から形成されている。基礎が破壊すると、舗装を完全に打換えなければならないため、非常に費用がかかってしまう。そのため、設計の施工の段階では、上に乗るアスファルト層を施工するためのプラットフォーム (platform) として十分健固であることが必要であり、供用後は交通荷重に対して道路の全寿命をもちこたえ、維持管理は表層に限るような供用性を与えることが重要である。

5-1-1 路 床

路床の強度は非水浸のCBR試験によって求められる。CBR試験は精度の面では限界があるが、一般に広く利用されており、解析的な設計を行う際に必要な路床のスティフネスと関係づけることができるという利点がある。路床のCBR値は、土の含水量によって大きく変化するため、施工状態または供用後の平衡状態での含水量で締め固めた室内供試体によってCBR値を求める必要があるが、道路の設計においてこれらに関してのより良いデータが無い場合には、表-2に示した値を用いてもよいことになっている。なお、表-2の値は、含水量が路床内で平衡状態になったときの長期の強度を表しており、これを平衡CBR値 (equilibrium values of CBR) と呼んでいる。

また、路床土のスティフネスは、路床土の波動測定 (wave propagation measurements) 結果とCBR値との関係から

$$E = 17.6 (CBR)^{0.64} \text{MPa}$$

$$= 179.5 (CBR)^{0.64} \text{kg/cm}^2$$

という式で求めることができる。この式を、シェルの式である $E = 10^7 CBR \text{ N/m}^2 \approx 100 \text{ CBR kg/cm}^2$ と比較したものが図-7である。両式は、CBR=5%付近で等しい値を示していることがわかる。

5-1-2 キャッピング層

路床のCBRが5%以下の場合には、キャッピング層が設けられる。キャッピング層の材料としてはCBR値が15%以上の安価な現地材料が使用される。キャッピング層は、路床を雨の影響から防護したり、転圧不足を起こさずに下層路盤を舗装し転圧するための作業プラットフォームを提供するために設計されており、雨天時の下層路盤工事の中断や弱い路床が道路の供用性に及ぼす影響を最小にする。キャッピング層としては、広範囲の材料が使用されているが、その構造的な特性については荷重分散能力に貢献していることくらいしか分かっていなく、材料の降伏基準を作るほどには至っていない。

5-1-3 下層路盤

下層路盤は基礎の最上層を形づくっており、工事用車両が通行したり、上層路盤を敷きならし転圧するための均一の強度をしたプラットフォームを提供するものである。また施工高さを調整したり、路床が気候の

表-2 平衡CBR値の推定値

土の種類	期 性 指 数	高い地下水位						低い地下水位					
		施工状態:						施工状態:					
		不良		平均的		良好		不良		平均的		良好	
		厚	薄	厚	薄	厚	薄	厚	薄	厚	薄	厚	薄
重 粘 土	70	1.5	2	2	2	2	2	1.5	2	2	2	2	2.5
	60	1.5	2	2	2	2	2.5	1.5	2	2	2	2	2.5
	50	1.5	2	2	2.5	2	2.5	2	2	2	2.5	2	2.5
	40	2	2.5	2.5	3	2.5	3	2.5	2.5	3	3	3	3.5
	30	2.5	3.5	3	4	3.5	5	3	3.5	4	4	4	6
シルト質粘土	20	2.5	4	4	5	4.5	7	3	4	5	6	6	8
砂質粘土	10	1.5	3.5	3	6	3.5	7	2.5	4	4.5	7	6	>8
シルト*	—	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2
砂 (粒度不良)	—	←————— 20 —————→											
砂 (粒度不良)	—	←————— 40 —————→											
砂交り砂利 (粒度良好)	—	←————— 60 —————→											

* 材料飽和の確率を想定して算定

注1) 高い地下水位状態: 施工基面下30cmの地下水位
低い " : " 1mの "

注2) 薄い舗装: 30cm

厚い " : 120cm (キャッピング層を含む)

中間の値については、内挿して求める

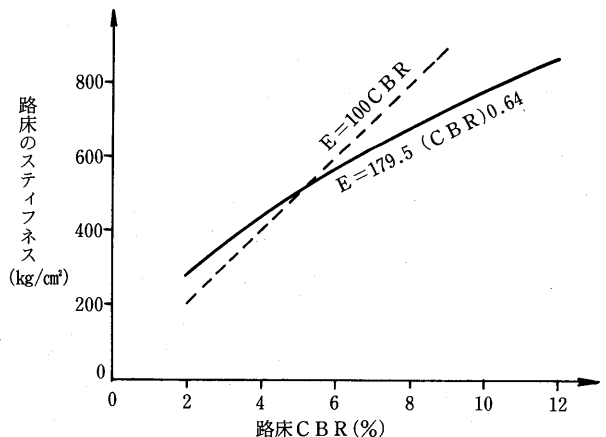


図-7 路床のCBRとスティフネスの関係

影響を受けないようにする働きもしている。

工事用車両の通行に必要な粒状下層路盤の厚さは、次の二つの方法によって設定された。

① 米国陸軍技術部隊 (US Corps of Engineers) によるフルスケール載荷試験結果の修正

② 弾性解析による方法

(1) 米国陸軍技術部隊による方法

米国陸軍技術部隊では、所要の交通量と路床の CBR に対して、わだち掘れ深さを 75mm に制限するために必要な粒状材料厚を決定することを目的に、未舗装道路において大規模な試験計画が実施された。その結果は、Webster and Alford (1978)⁹⁾によって図表化されたが、それを Giroud and Noiray (1981)¹⁰⁾が次のように表した。

$$\log N_{75} = \frac{h (CBR)^{0.63}}{190} \dots\dots\dots \text{式-1}$$

ここで、N : 80kN 標準軸の数

h : 下層路盤厚 (mm)

しかし、Potter and Currer (1981)¹¹⁾らの研究によって、英国における良い品質の下層路盤は式-1の予想よりもわだち掘れに対する抵抗性が大きいことが証明された。そこで、このことを考慮にいれ、安定した作業プラットフォームを設けるために、変形を 40mm に制限するというもう一つの条件が導入された。そして、この条件を満足するために必要な下層路盤厚を求める次の式が得られた。

$$\log N_{40} = \frac{h(CBR)^{0.63}}{190} - 0.24 \dots\dots\dots \text{式-2}$$

式-2 をグラフ化したものが図-8 の実線である。

(2) 弾性解析による方法

次に、垂直ひずみによる大きな変形を路床に生じさせないような下層路盤の厚さが弾性解析を用いて決定された。

図-9 に路床の動的許容ひずみ基準を示しているが、この図は試験道路の供用性から求められた設計基準 (後述図-12(b)) を外挿したものである。標準輪荷重による路床内のひずみを計算し、図-9 に示した基準と関係づけて、必要な下層路盤厚が求められた。その結果が図-8 の破線で表されている。

これら二つの方法による結果は、小規模工事 (累積工事用交通量が 100 標準軸) から大規模工事 (累積工事用交通量が 1000 標準軸) まで一致しており、下

層路盤厚の指標としては妥当なものであるといえる。また図より、下層路盤の厚さは工事用交通量に対してあまり影響を受けないことがわかり、路床強度の区分だけによって下層路盤の標準厚さを決めることができることを示している。なお図-8 には、Hardma, Heaton, Jordan and Abell (1976)¹²⁾によって得られた工事現場の延長と工事用交通量との関係も合わせて示してある。

5-2 アスファルト上層路盤および表層の設計

アスファルト層厚の設計曲線は、試験道路の供用性の調査結果から求められた。図-10 は、針入度 100 のデンスビチューミンマカダム上層路盤をもつ 34 の試験道路区間の長期供用性と舗装厚の関係を示しており、路床の CBR は 5% で、下層路盤の厚さが 225mm に対するものである。各試験区間の寿命は、わだち掘れ深さ、ひび割れおよびたわみ量によって推定された。図によ

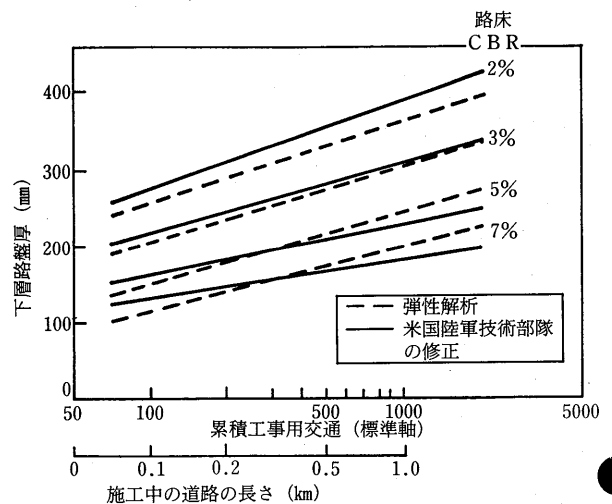


図-8 工事用車両の通行に必要な下層路盤厚

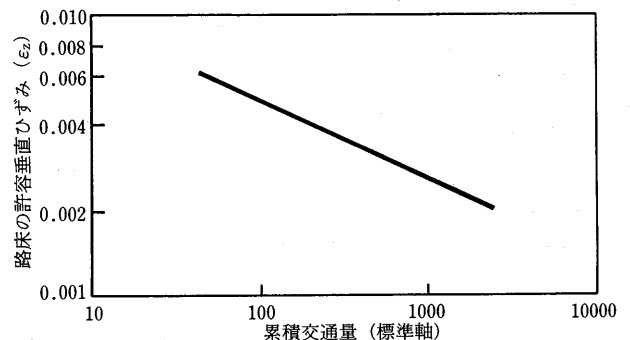


図-9 路床の許容垂直ひずみと累積工事用交通量との関係

れば、舗装の供用性はかなり分散していることがわかり、舗装の設計に確率によるアプローチを取り入れる必要があることを示している。

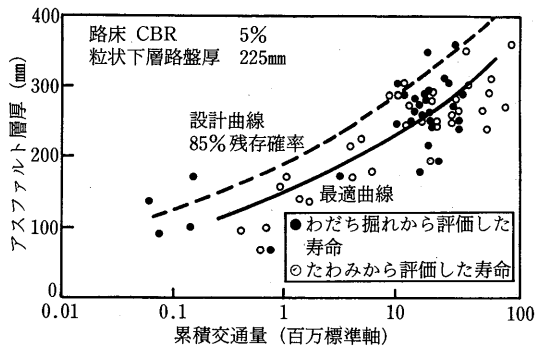


図-10 試験道路の寿命と厚さとの関係

図-10の実線が最適曲線で、設定寿命まで達する確率が50%となる線である。破線が残存確率が85%の線で、設計寿命まで達する確率が85%であること、つまり15%しか設計寿命の前に臨界状態に達しない線である。アスファルト層厚の設計曲線は、経済性と安全率を考慮に入れて、この残存確率85%の線を基に決定された。決定された設計曲線は図-11のとおりである。

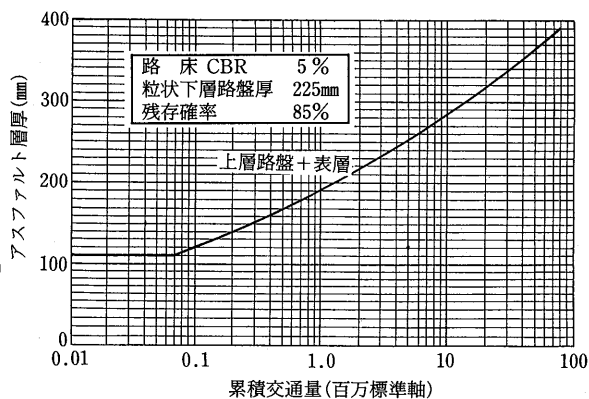


図-11 アスファルト上層路盤をもつ道路の設計曲線

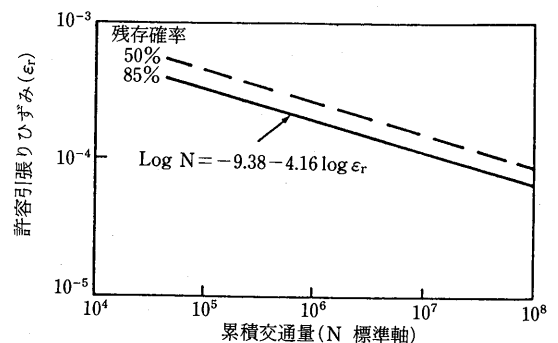
さらに図-10の曲線からは、アスファルト層の底面での水平引っ張りひずみによる疲労ひび割れに対する抵抗性と垂直圧縮ひずみによる路床の変形に対する抵抗性を規定した設計基準が得られた。これを図示したのが、図-12である。アスファルト層に発生する引っ張りひずみは多層弾性解析によって計算され、繰り返し動的ひずみのもとでの疲労ダメージの蓄積は、Thrower (1979) ¹³⁾が室内試験で開発した疲労の関係式を用いて、Minerの仮説に従って計算された。また、路床の

垂直圧縮ひずみに対する設計基準も同様の方法で求められた。

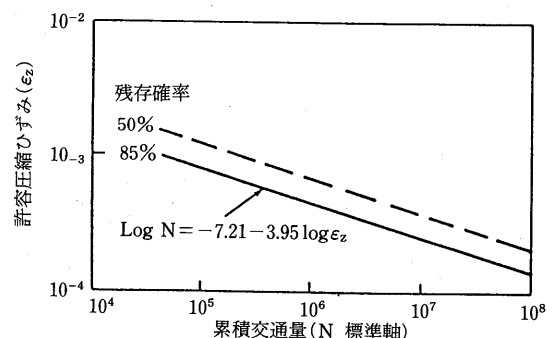
5-3 重交通道路に対する設計曲線

重交通道路では、上層路盤内の疲労ひび割れの発生は、アスファルト層全体の打換えを必要とし、交通遅延を招くために好ましくなく、ひび割れに対して抵抗性のある舗装構造としなければならない。そこで、設計交通荷重が8,000万標準軸以上の重交通道路に対する設計が、Lister, Powell and Goddard (1982) ¹⁴⁾によって提案された。提案された設計曲線は図-13のとおりである。この舗装構造の特徴は、上層路盤を上部と下部の二つに分けて、上部上層路盤と下部上層路盤のそれぞれに内部変形に対して抵抗性の高いデンスピチュールミンマカダムと疲労ひび割れに対して抵抗性の高いロールドアスファルト（ロールドアスファルトの疲労寿命は、デンスピチュールミンマカダムの約2倍である）を使用していることである。ロールドアスファルトは125mmの標準厚さで設計され、デンスピチュールミンマカダムの厚さは累積交通量に応じて求められる。

なお、図-13で求められるアスファルト総厚は、図-



(a) デンスピチュールミンマカダム上層路盤の底面



(b) 路床の上面

図-12 許容ひずみの大きさ (40kN, 20°C)

11に示したデンスピチュアメントマカダム上層路盤の標準曲線を延長したものと一致している。

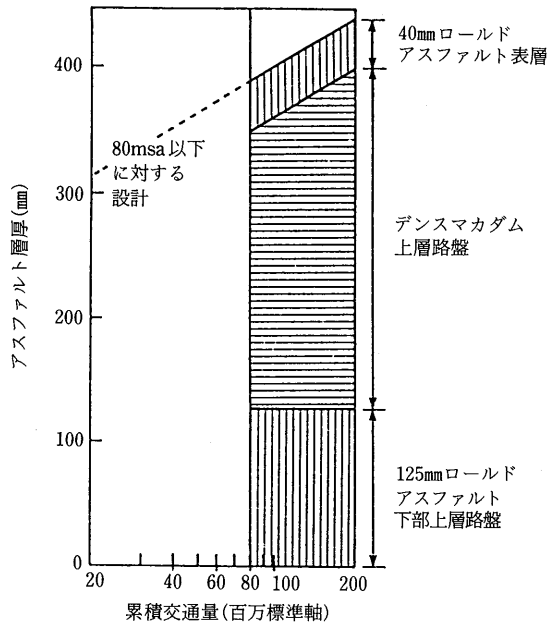


図-13 重交通道路の設計曲線

5-4 交通省の設計方法（案）とアスファルト舗装要綱との比較

以上のことを基にして、新設のモーターウェイおよび幹線道路に対する設計方法（案）が交通省によって作成された。この設計方法（案）では、基礎は図-14によって設計され、アスファルト上層路盤および表層の厚さは図-15によって設計される。

次に、図-14および図-15によって求められる舗装厚と日本のアスファルト舗装要綱による舗装厚との比較を行った。比較にあたっては、英国の舗装厚を我が

国の換算舗装厚（TA）に換算し、両国の設計交通荷重とTAとの関係を比較するという方法を用いた。また、英国の舗装各層の等値換算係数は表-3のとおりで、交通量の軸換算係数は4乗則に従うと仮定した。英国と我が国では、混合物の種類、使用材料の規格、

表-3 等値換算係数の仮定値

層 名	等値換算係数
表 層	1.0
上 層 路 盤	0.8
下 層 路 盤	0.25
キャッピング層	0.20

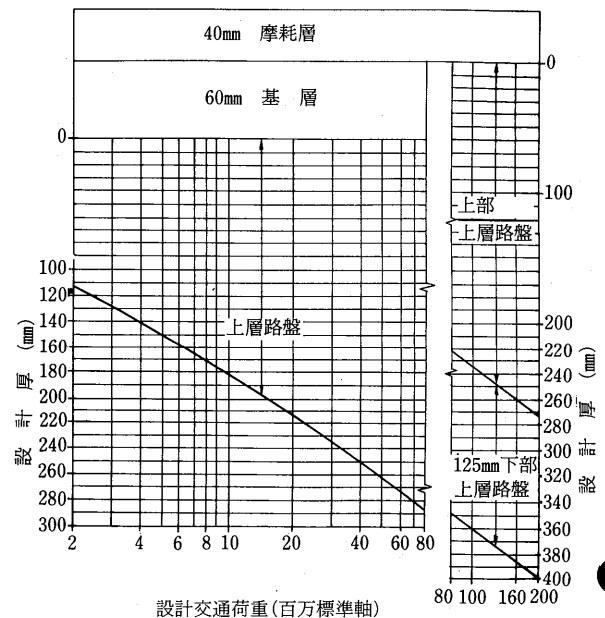


図-15' アスファルト上層路盤および表層の設計曲線

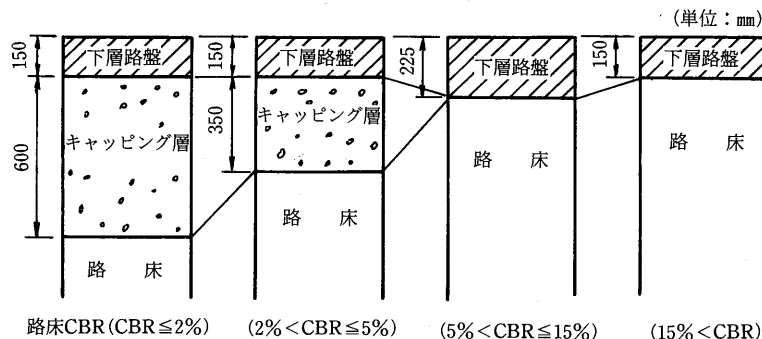


図-14 基礎の標準構造

交通量の算出方法等が異なっているため、厳密な意味での比較はできないが、この方法によって概略の傾向は見る事ができると思われる。

比較結果を図-16に示しており、図より次のことが分かる。①路床のCBRが5%以下では、英国の舗装は、設計交通荷重の増加に伴う舗装厚の増加が我が国と比べて小さい。これは、英国では路床が弱い場合にはキャッピング層を設けて、健固な基礎を作っているためであると思われる。②CBRが5%を越えると日本の舗装厚の方が英国の舗装厚よりも薄い値を示している。

6. あとがき

以上、英国におけるたわみ性舗装の新しい設計方法とその考え方について文献を基にまとめてみたが、英国の道路の実態やその背景および歴史に関しての筆者の知識不足のために、単なる方法の紹介に終わってしまった感がある。より詳しいことを知りたい方には原文の一読をお勧めする。

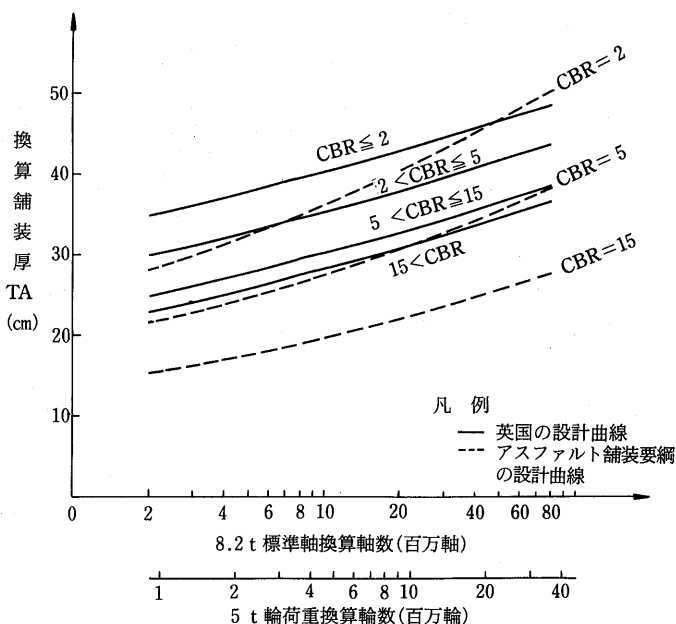


図-16 舗装厚の比較

最後に本報告をまとめるに当たって、ご指導をいただいた日本大学の阿部頼政教授に対して厚く御礼申し上げる次第である。

—参考文献—

- 1) ROAD RESEARCH LABORATORY, "A guide to the structural design of pavements for new roads", Department of the Environment Road Note No.29, 3rd Edition, 1970
- 2) POWELL W. D., J. F. POTTER, H. C. MAYHEW and M. E. NUNN. "The structural design of bituminous roads", Department of Transport, TRRL Report LR 1132, 1984
- 3) DEPARTMENT OF TRANSPORT HIGHWAYS AND TRAFFIC DIRECTORATE, "Structural design of new road pavements (DRAFT)", Design Standard HD XX/86, 1986
- 4) DEPARTMENT OF TRANSPORT HIGHWAYS AND TRAFFIC DIRECTORATE, "Structural design of new road pavements (DRAFT)", Advice Note HA XX/86, 1986
- 5) LISTER N. W., "Developments in the design of flexible roads in the United Kingdom", Proceedings of The 1986 International Conference on Bearing Capacity of Roads and Airfields, pp.1-13, 1986.
- 6) LISTER N. W. and W.D. POWELL, "Design practice for bituminous pavements in the United Kingdom", Proceedings of 6th international Conference Structural Design of Asphalt Pavements, Vol.1, pp.220-231, 1987
- 7) DEPARTMENT OF TRANSPORT, "Specification for Highway Works", 1986
- 8) LISTER N. W., "Deflection criteria for flexible pavements", Department of the Environment Department of Transport, TRRL Report LR 375, 1972
- 9) WEBSTER S. L. and S. J. ALFORD, "Investigation of construction concepts for pavements across soft ground", US Army Waterways Exp. Station, Tech Report S-78-6, 1978
- 10) GIROUD J. P. and L. NOIRAY, "Geotextile-reinforced unpaved road design", Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Journal of the Geotechnical Engineering Division, Vol.

- 11) POTTER J. F. and E. W. H. CURREN, "The effect of fabric membrane of the structural behaviour of a granular road pavement", Department of the Environment Department of Transport, TRRL LR 996, 1981
- 12) HARDMAN R., B.S. HEATON, P. G. JORDAN and R. ABELL, "The economics of the operation of construction traffic on the sub-base of a road pavement", Department of the Environment Department of Transport, TRRL Report LR 606,

- 13) THROWER E. N., "A parametric study of a fatigue prediction model for bituminous pavements", Department of the Environment Department of Transport, TRRL Report LR 892, 1979
- 14) LISTER N. W., W. D. POWELL and R. T. N. GODDARD, "A design for pavements to carry very heavy traffic", Proceedings of The 5th International Conference Structural Design of Asphalt Pavements, pp.84-91, 1982

フルデプス・アスファルト舗装設計施工指針（案）

B 5 版 42ページ 実費頒価 8 0 0 円（後払い不可）・申込先 （社）日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7

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

当協会のアスファルト舗装技術委員会においてフルデプス舗装の厚さ設計の基準化とシックリフト工法の標準化に関して鋭意検討され、ここに「フルデプス・アスファルト舗装設計施工指針(案)」がとりまとめられ出版することになりました。

フルデプス舗装は、舗装厚が薄く、工種が単一化されることから、工期が非常に制約される箇所等に適用して有効であるが、またアスファルト舗装の修繕に伴って発生する舗装廃材の利用方法の一つとして、フルデプス舗装の路盤への再生加熱アスファルト混合物の利用が考えられ、省資源の観点から今後普及する可能性も大きい。

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

目 次

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 1. 総 説 | 3-4 アスファルト混合物 |
| 1-1 フルデプス・アスファルト舗装の定義 | 4. 路床および路盤 |
| 1-2 適用範囲 | 4-1 概 説 |
| 2. 構造の設計 | 4-2 路 床 |
| 2-1 舗装の構造 | 4-3 路 盤 |
| 2-2 設計の方法 | 5. 表層および基層 |
| 2-3 排 水 | 6. 品質管理および検査 |
| 3. 材 料 | 6-1 概 説 |
| 3-1 概 説 | 6-2 出来形および品質の管理 |
| 3-2 瀝青材料 | 6-3 検 査 |
| 3-3 骨 材 | 7. 記 録 |

四 国 ・ 松 山

絵と文 喜 多 河 信 介

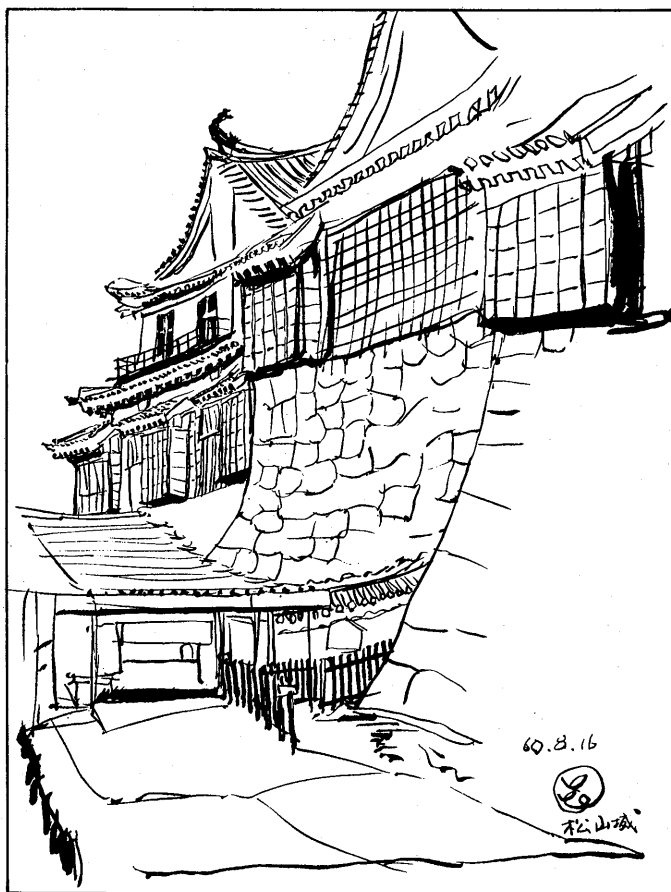
建設省四国地方建設局松山工事事務所長

松山工事事務所長の辞令を受け、20代目の事務所長として150余名の職員に挨拶をした、昭和60年5月1日が事務所の40周年の日であった。当松山工事事務所は昭和20年5月1日に重信川工事事務所として誕生したのである。また、私自身も、日こそ違えその同じ月に40才の誕生日を迎えたことは、全く奇遇という他ない。

昭和20年5月と言えば、言うまでもなく太平洋戦争の末期であり、連日の爆撃にさらされて、人々が逃げまどう中で、本土決戦が声高に叫ばれていた時期であ

る。小学校でも、中学校でも、私の学年は生徒数において谷間になっていたから、出産も困難な時期であった訳であるが、そんなときに、一つの工事事務所を生み出すことは、比較にならない、並々ならぬ苦勞であったに違いない。戦後の復興期というのであれば知らず、昭和20年5月にわが工事事務所が開設されたことを知ったことは、これまで語られることのなかった、当時の日本の歴史の奥行きを、私に感じさせてくれた。

当事務所は重信川、石手川の治水、重信川水系の砂



図一 松山城

防、石手川ダムのダム管理そして直轄国道と、陸上部における社会基盤のおおよそを所掌する工事事務所である。

43万都市松山は、気候温暖、人々の気質も穏やかで住みよいところである。10年ほど前にNHKが行った県民意識調査がここにある。色々の質問に「Yes」、「No」で答える形で県民気質を浮き彫りにするなかに、「あなたは、お役所の言うことには従っておくべきだとおもいますか？」というのがあって、この問いに対する「Yes」の比率が実に愛媛県は全国トップである。ちなみに高知県は逆に42番目で、同じ四国といっても山脈を越えれば正反対であるのもこの地の面白さであろう。

この気質が災いしてか、親藩であり、2度の徴収征伐にも兵を出した松山藩は、鳥羽伏見の戦いの後には恭順の意を表したけれども維新後は苦勞をしている。伊予八藩と称して伊予の国は8つの藩に分かれていたから、松山藩とは今の松山都市圏を指すと思えばよい。その貧窮した士族の家から、正岡子規、秋山好古、秋山真之がそだっていくところは、司馬遼太郎の「坂の上の雲」に活写されている。小説は日露戦争の日本海海戦をそのクライマックスとしているが、この戦争に

おけるロシア人捕虜が松山に収容された歴史的事実にも触れて、「マツヤマ、マツヤマ」と叫びながらロシア兵が投降した、と紹介している。市内の東北部に丘陵地がある。ここにロシア人墓地が今も残され、松山市民が捕虜に対して温かく接したという美談と共に、市内観光名所の一つとなっている。

このロシア人墓地と背中合わせに、松山藩家老足立重信の墓がある。わが重信川の名は、この人に由来している。江戸時代の初めの築城ブームのとき、松山城を現在の位置に築くためには河川の付け替えを必要とした。足立重信はその土木の才を生かして付近の荒廃河川を現在の重信川、石手川の位置に付け替えたのである。彼は屋敷の庭に模型を作り、実際に水を流して、いまでいう水理模型実験で計画を確かめたという。重信川の、土砂流出に備えた広い川幅、霞堤、石手川の、今は名所となっている岩堰等は昔のままに残っている。また、彼が命じて植えさせた石手川の堤の松の並木は残念ながら今はないが、かわりに石手川の高水敷はエノキ、ムクノキの群落を生かした野趣あふる整備がなされて、松山市民に貴重な緑を提供している。重信川、石手川では最近河川環境管理計画のうちの空間管理計画を策定したが、整備にあたってはこれらの



図-2 重信川

資産を大切にしようと思っている。とまれ、城下を貫く恵みの川に家臣の名を冠するというのは余程の事で、彼の功績の偉大さが偲ばれる。

足立重信の墓は、遺言により松山城を望む今の位置に建てられている。

松山市は昔から四国の道路の集散地である。ここから琴平街道、今治街道、大洲街道および土佐街道が分かれ出たのである。もっとも、昔の四国の交通は専ら舟運であり、若き日の子規、真之らが都へ上ったのも船であったし、坊ちゃんの松山への赴任のシーンも港から始まる。陸路はむしろ八十八箇所巡りの難路であった。四国の人々の目が海の向こうに向いている由縁である。昔の街道は、今は我々が管理している国道となって現在愛媛の流通の主役を担っている。放射

状の道路形態の松山市には、地方都市としては珍しく半径ほぼ2.5kmの環状道路がきちんと配置されている。主要道路との立体交差の余地を残した4車線道路で、昭和40年にすでに都市計画決定され、国と市が分担して逐次供用を進めてきて、現在直轄整備している区間の完成で慨成されることになる。

四国は高速道路時代を迎えようとしている。近い将来に、従って、国道のいくつかは主役の座を降りることとなる。しかし、我々の直轄国道は未来にわたり直接沿道に接し、道路利用者と地域との接点であり続ける。今後の整備にあたっては沿道との調和の視点を重んじていかねばならないし、また四国においても道路機能の分化がそれを可能にしてくれるものと思う。

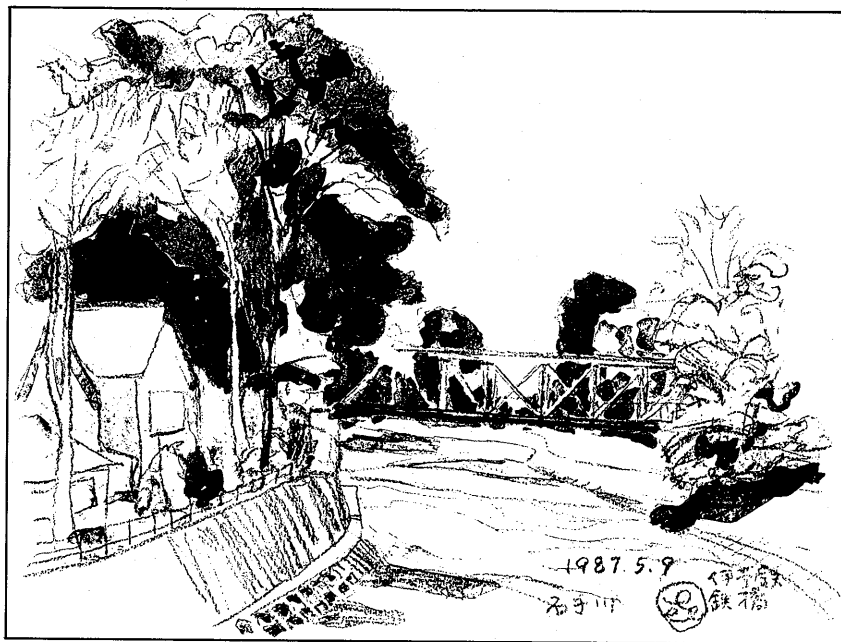


図-3 石手川

路上再生路盤

路上において既設舗装の一部を原位置で破碎し、これに路上再生路盤用添加材料(セメント、アスファルト乳剤等)を添加し、必要に応じて補足材料(クラッシュラン等)を加え、混合と締固めを行い新しい安定処理路盤にしたものをいう。一般にはこの上に新しい表層・基層を施工して舗装を完成させる(図-1参照)。

路上再生路盤を用いた舗装の設計・施工は、日本道路協会の路上再生路盤工法技術指針(案)(昭和62年1月)を参考に行うとよい。ここではこの工法の開発が簡易舗装(路盤の上に3~4cmの表層を設けた舗装)の修繕工法の検討の中から行われた関係上、同工法の適用は、アスファルト混合物層が厚くなく(15cm以下が目安)同時に交通量の区分が1000台/日・1方向未満、の比較的軽交通量の道路に適用することをすすめている。さらに路上再生路盤の等換算係数は表-1の値を適用することになっている。

路上再生路盤用骨材(既設舗装の一部を原位置で破碎混合してつくった路上再生骨材や必要に応じて補足材料を加えたもの)の粒度範囲はセメント安定処理の場合と同一のとりあつかいとしている。

セメント量やセメント+アスファルト乳剤の配合設計は表-2に示すような見かけの骨材粒度をもつ破碎したアス

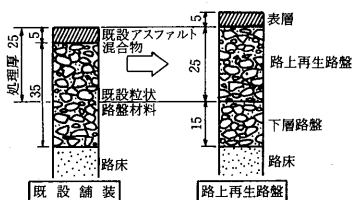


図-1 舗装断面図

表-1 T_A の計算に用いる等値換算係数

使用する位置	工法・材料	摘要	等値換算係数 a_p
路上	路上再生セメント安定処理	一軸圧縮強さ(7日) 25kg/cm ²	0.50
再生	路上再生セメント・アスファルト乳剤安定処理	CAEの一軸圧縮試験の基準値による(表-4.1)	0.65
路盤			

表-2 破碎したアスファルトの見かけの骨材粒度

	ふるい目 mm	見かけの骨材粒度
ふるい通過重量百分率 %	40	100
	30	85
	25	75
	20	65
	13	50
	5	25
	2.5	15
	0.074	0

(小島逸平 熊谷道路株式会社技術研究所)

アルト混合物と、現地から採取した既設粒状路盤材料を式(1)から計算される既設アスファルト混合物の混入率に応じた率で合成し、さらに25mm以上は置換えを行った調整材料に対して、それぞれ一軸圧縮強度(6日養生・1日水浸/20°C後の $g_u = 25 \text{ kgf/cm}^2$ に相当するセメント量)およびマーシャル一軸強度(式(2)で計算されるアスファルト乳剤量を加えた試料で6日養生・1日水浸/25°C後に30°C30分水浸後の圧縮強度試験を行い、図-2、表-3の規定を満足するセメント量)を行って決めることにしている。

最後に路上再生路盤用添加剤のうち、セメントは普通セメント、高炉セメント、シリカセメント、フライアッシュセメントの中から適切なものを用いるが、それらはそれぞれ JISR5210, 同5211, 同5212, 同5213の規定に合格したものとしている。さらにアスファルト乳剤はセメントとの併用に適した表-4の規格に合格したものを使用することとしている。

$$\text{既設アスファルト混合物の混入率} = \frac{\text{既設アスファルト混合物厚} \times a}{\text{既設アスファルト混合物厚} \times a + (\text{処理厚} - \text{既設アスファルト混合物厚}) \times b} \times 100(\%) \quad \text{式(1)}$$

a: 既設アスファルト混合物の単位体積重量(一般には、 2.4 g/cm^3 とする。)

b: 既設粒状路盤材料の単位体積重量(一般には、 2.1 g/cm^3 とする。)

ただし、上記()内の単位体積重量と著しく差がある場合には、実際に調査し修正を行うものとする。

$$P = 0.04a + 0.07b + 0.12c - 0.013d \quad \text{式(2)}$$

P: 混合物全量に対するアスファルト乳剤量の重量百分率(%)

a: 使用骨材中の2.5mmふるいに残留する部分の重量百分率(%)

b: 2.5mmふるいを通過し、0.074mmふるいに残留する部分の重量百分率(%)

c: 0.074mmふるいを通過する部分の重量百分率(%)

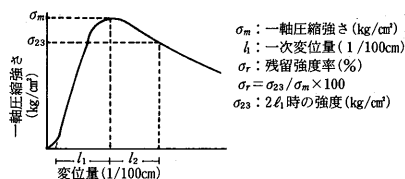


図-2 一軸圧縮強さ・変位量曲線

表-3 (セメント+アスファルト乳剤)系 (CAE)

特 性 値	基 準 値
一 軸 圧 縮 強 さ σ_m (kg/cm ²)	15~30
一 次 変 位 量 l_1 (1/100cm)	5~30
残 留 強 度 率 σ_r (%)	65以上

表-4 セメント混合用アスファルト乳剤の規格
(社)日本アスファルト乳剤協会規格

項 目	種類および記号	セメント混合用アスファルト乳剤 ME-C
エングレー度 (25°C)		2~30
ふるい残留分 (1190μm)	%	0.3以下
セメント混合性	%	1以下
蒸発残留分	%	57以上
蒸発残留物	針入度 (25°C)	60~300
	伸 度 (15°C)	80以上
	三塩化エタン可溶分	97以上
貯蔵安定度 (5日)	%	5以下

アスファルトの電気的性質

アスファルトは、絶縁性など電気的にすぐれた特性をもっているため、古くから各種の電気部品のシール材や絶縁材として広く用いられているが、アスファルトの代表的な電気特性について以下に紹介する。

(1) 絶縁破壊電圧

アスファルトの絶縁破壊電圧は、電極の形や電圧、測定温度などの試験条件により異なる値を示すことが知られているが、その試験法の一例は次の通りである。

まず黄銅または鋼で作った径1.27cm(0.5inch)の2本の球形電極を、アスファルト試料中に水平距離で0.127cm(0.05inch)はなしてセットする。試料を測定温度(一般に60℃)に加熱保持し、両極に交流電圧をかけ、絶縁破壊がおこるまで、一定速度で電圧を上げていく。絶縁破壊電圧は、絶縁破壊をおこすときの最低電圧で表される。また、この絶縁破壊電圧を、材料の厚さで割った値を、絶縁破壊の強さという。

表-1に、Saalらが平板電極を用いて、種々のアスファルトの20℃、50℃における絶縁破壊の強さを測定した結果を示す。ここに示されるように、アスファルトの絶縁破壊の強さは、50℃で10~20KV/mmであるが、針入度が大きいほど、また温度が高いほど小さくなる。

(2) 電気伝導率、抵抗率

アスファルトは絶縁材なので、電気伝導率は極めて小さいが、コンデンサーのシール材や、蓄電池の充てん材に用いるときに材質の適否を判断する資料となる。

電気伝導率の測定法にもいろいろあるが、原理的には試料アスファルトの厚板を平板電極ではさみ、試験温度に保持した後、試料に一定直流電圧を一定時間印加し、電圧、電流の変化を測定する。このときの電圧を電流で除した値を絶縁抵抗というが、単位体積当りの絶縁抵抗を体積抵抗率($\Omega \cdot \text{cm}$)といい、表面に沿った単位面積当りの絶縁抵抗を表面抵抗率(Ω)という。電気伝導率は、この体積抵抗率の逆数($\Omega^{-1}, \text{cm}^{-1}$)で表される。

針入度40以下のアスファルトの20℃における電気伝導率は、 $10^{-15} \Omega^{-1}, \text{cm}^{-1}$ 以下であるが、50℃では 7×10^{-14} 程度となる。また軟質のアスファルトでは、20℃で 1.6×10^{-16} 、50℃で 7×10^{-13} 程度である。

このように、アスファルトの電気伝導率は一般に、 $10^{-12} \sim 10^{-14} \Omega^{-1}, \text{cm}^{-1}$ と極めて小さいが、温度が上がると、また針入度が大きくなると電気伝導率も大きくなる。

特に電気伝導率は、アスファルトの針入度の2乗にほぼ比例するが、このことは、アスファルトの粘度と対応していることを示している。つまり、アスファルトの電気伝導率が、その中の荷電粒子の動きやすさと直接の関係をもつものと推論されている。

(3) 誘電率、比誘電率

電界内に置かれた絶縁体でも、導体のそれと似た電荷の分離がおこる。絶縁体を電界内に置いたときにおこるこのような電

荷の分離を誘電分極というが、誘電率は、コンデンサーの極板間の絶縁体の分極のしやすさを表す物理量である。また絶縁体の誘電率 ϵ は、空気(真空)の誘電率 ϵ_0 よりも大きい。そこで、 ϵ と ϵ_0 の比 $\epsilon_r = \epsilon / \epsilon_0$ で表し、この ϵ_r を絶縁体の比誘電率と呼ぶ。これは、コンデンサーの極板の間に空気(真空)の場合と比べて何倍多く電荷がたまるかを表す。アスファルトの比誘電率は、2.5~3.0で温度が上がると若干大きくなる。

誘電体としては、値の大きいほど良好であるが、各種絶縁材の比誘電率は、石英ガラスで3.8、マイカレックス6.5~6.7、磁器5~6.5、シリコン油2.6、シリコンゴム3~3.5である。

(4) 誘電体力率

絶縁材料は交流電場にさらすと、誘電損失の大きいものは、そのために熱が発生し、電力ロスとなる。誘電体力率は、この誘電損失の大小を表すもので、値が小さいほど良好である。アスファルトの誘電体力率は、 $1.0 \sim 5.0 \times 10^{-2}$ で、高温になると急速に増加する。アスファルトを電力ケーブルの絶縁材料に使用する場合などに参考となる。

出典:

- 1) E. J. BARTH, ASPHALT
- 2) 金崎・岡田, アスファルト, 日刊工業新聞社
- 3) アスファルトポケットブック, アスファルト協会

表-1 アスファルトの絶縁破壊の強さ

アスファルト	針入度 (25℃)	軟化点 ℃	絶縁破壊の強さKV/mm	
			20℃	50℃
ベネズエラ(ストレート)	180	39.5	10	<10
"	44	54.0	30	10
"	23	61	30	10
"	11	83	>60	15
メキシコ(ストレート)	25	63	35	10
ベネズエラ(ブローン)	11	129	35	15
メキシコ(ブローン)	35	88.5	30	20
"	39	86.5	25	15
分解アスファルト	2	74	>60	20
プロパンアスファルト	15	55	30	14

(井町弘光 シェル化学株式会社)

<石油アスファルト需給統計資料> その1

石油アスファルト需給実績 (総括表)

(単位: 千 t)

項 目 年 度	供			給		需				要	
	期初在庫	生 産	対 前 年 度 比	輸入	合 計	内 需	対 前 年 度 比	輸出	小 計	期末在庫	合 計
52 年 度	256	4,790	(115.3)	0	5,046	4,765	(116.2)	0	4,765	287	5,052
53 年 度	287	5,229	(109.2)	0	5,516	5,218	(109.5)	0	5,218	297	5,515
54 年 度	297	5,064	(96.8)	1	5,362	5,138	(98.5)	2	5,140	236	5,376
55 年 度	236	4,720	(93.2)	1	4,957	4,703	(91.5)	21	4,724	240	4,964
56年度上期	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	226	2,158	(95.8)	0	2,384	2,103	(94.9)	8	2,111	240	2,351
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	226	4,624	(99.2)	0	4,850	4,574	(100.3)	18	4,592	213	4,805
58年度上期	213	2,392	(111.1)	0	2,605	2,357	(110.7)	3	2,360	241	2,601
58年度下期	241	2,555	(103.6)	0	2,796	2,564	(103.8)	1	2,565	226	2,791
58 年 度	213	4,947	(108.4)	0	5,160	4,921	(107.6)	4	4,925	226	5,151
59年度上期	226	2,541	(106.4)	0	2,767	2,516	(106.7)	0	2,517	252	2,769
59年度下期	252	2,694	(105.4)	0	2,946	2,705	(105.5)	0	2,705	240	2,945
59 年 度	226	5,235	(105.9)	0	5,461	5,221	(106.1)	0	5,221	240	5,461
60年度上期	240	2,400	(94.5)	0	2,640	2,338	(92.9)	0	2,338	294	2,632
60年度下期	294	2,629	(97.6)	0	2,923	2,696	(99.7)	0	2,696	215	2,911
60 年 度	240	5,029	(96.1)	0	5,269	5,034	(92.2)	0	5,034	215	5,249
61. 4 月	215	481	(115.6)	0	696	440	(112.5)	0	440	254	694
5 月	254	398	(103.6)	0	652	355	(108.9)	0	355	295	650
6 月	294	353	(102.0)	0	647	386	(110.6)	0	386	259	645
4～6 月	215	1,232	(107.6)	0	1,447	1,181	(110.8)	0	1,181	259	1,440
7 月	259	431	(96.0)	0	690	422	(93.0)	0	422	266	688
8 月	266	487	(108.5)	0	753	466	(109.9)	0	466	286	752
9 月	286	506	(127.5)	0	792	500	(126.9)	0	500	291	791
7～9 月	259	1,424	(113.5)	0	1,683	1,387	(109.0)	0	1,387	291	1,678
61年度上期	215	2,656	(110.7)	0	3,130	2,568	(109.8)	0	2,568	291	2,859
10月	291	565	(132.9)	0	856	565	(126.4)	0	565	282	847
11月	282	522	(113.1)	0	804	583	(121.0)	0	583	226	809
12月	226	574	(121.6)	0	800	584	(120.5)	0	584	215	799
10～12月	291	1,661	(122.3)	0	1,952	1,732	(122.6)	0	1,732	215	1,947
62. 1 月	215	387	(113.1)	0	602	359	(119.3)	0	359	240	599
2 月	240	403	(111.0)	0	643	400	(111.1)	0	400	239	639
3 月	239	639	(113.0)	0	878	642	(103.2)	0	642	235	877
1～3 月	215	1,428	(112.4)	0	1,643	1,402	(109.2)	0	1,402	235	1,637
61年度下期	291	3,089	(117.5)	0	3,380	3,134	(116.2)	0	3,134	235	3,369
61 年 度	215	5,744	(114.2)	0	5,959	5,702	(113.3)	0	5,702	235	5,937
62. 4 月	235	515	(107.1)	0	750	477	(108.4)	0	477	272	749

[注] (1) 通産省エネルギー月報 62年4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 度	内 需 量						対 前 年 度 比					
	ストレート・アスファルト			燃焼用 アスファルト	ブローン アスファルト	合 計	ストレート・アスファルト			燃焼用 アスファルト	ブローン アスファルト	合 計
	道路用	工業用	計				道路用	工業用	計			
52 年 度	4,242	235	4,477	—	288	4,765	116.9	112.4	116.6	—	109.1	116.1
53 年 度	4,638	267	4,905	—	313	5,218	109.3	113.6	109.6	—	108.7	109.5
54 年 度	4,620	175	4,795	—	343	5,138	99.6	65.5	97.8	—	109.6	98.5
55 年 度	4,233	183	4,416	—	287	4,703	91.6	104.6	92.1	—	91.5	91.5
56年度上期	1,977	103	2,080	—	135	2,215	94.2	118.4	95.2	—	98.5	95.4
56年度下期	2,105	99	2,204	4	139	2,347	98.6	103.1	99.0	—	92.7	98.6
56 年 度	4,082	202	4,284	4	274	4,562	96.4	110.4	97.0	—	95.5	97.0
57年度上期	1,838	96	1,934	45	124	2,103	93.0	93.2	93.0	—	91.1	94.9
57年度下期	2,105	88	2,193	142	136	2,471	100.0	88.9	99.5	355.0	97.1	105.3
57 年 度	3,943	184	4,127	187	260	4,574	96.6	91.1	96.3	467.5	94.2	100.3
58年度上期	1,917	83	2,000	236	121	2,357	104.3	86.5	103.4	524.4	98.4	110.7
58年度下期	2,033	94	2,127	304	133	2,564	96.6	106.8	97.0	214.1	98.5	103.8
58 年 度	3,950	177	4,127	540	254	4,921	100.2	96.2	100.0	288.8	98.4	107.6
59年度上期	1,915	79	1,994	403	119	2,516	99.9	95.2	99.7	170.8	101.7	106.7
59年度下期	2,084	83	2,167	403	135	2,705	102.5	88.3	101.9	132.6	101.5	105.5
59 年 度	3,999	162	4,161	806	254	5,221	101.2	91.5	100.8	149.3	100.0	106.1
60年度上期	1,767	72	1,839	388	112	2,338	92.3	91.1	92.2	96.3	94.1	92.9
60年度下期	1,974	67	2,041	522	133	2,696	94.7	80.7	94.2	129.5	98.5	99.7
60 年 度	3,741	139	3,881	910	245	5,034	93.5	85.8	93.2	112.9	96.5	96.4
61 4 月	306	10	316	106	18	440	101.3	83.3	100.6	180.0	100.0	112.5
5 月	247	7	254	83	18	355	103.8	77.8	102.8	138.3	94.7	108.9
6 月	283	10	293	75	18	386	109.7	83.3	108.5	121.0	105.9	110.6
4～6 月	836	27	863	264	54	1,181	104.8	81.8	103.9	145.9	100.0	110.8
7 月	308	9	317	86	19	422	86.5	75.0	86.1	126.5	105.0	93.0
8 月	328	11	339	108	19	466	102.5	91.7	102.1	150.0	95.0	109.9
9 月	354	19	373	107	20	500	120.8	126.7	121.1	159.7	100.0	126.9
7～9 月	989	39	1,028	301	58	1,387	102.1	100.0	102.0	145.4	100.0	109.0
61年度上期	1,825	66	1,891	565	112	2,568	103.3	91.7	102.8	145.6	100.0	109.8
10 月	411	37	448	94	23	565	117.4	308.3	123.8	156.7	92.0	126.4
11 月	438	14	452	109	22	583	117.0	124.5	117.1	152.2	88.9	121.0
12 月	392	40	432	130	22	584	112.1	312.9	119.0	130.1	98.1	120.5
10～12 月	1,242	91	1,333	334	66	1,732	115.5	256.2	120.0	144.3	92.5	122.6
62 1 月	184	40	224	114	20	359	106.9	404.1	122.4	117.5	96.2	119.3
2 月	252	14	266	115	20	400	107.7	125.8	108.4	121.9	94.8	111.1
3 月	482	29	511	113	18	642	98.1	286.9	101.8	111.2	93.5	103.2
1～3 月	919	84	1,003	340	59	1,402	102.2	266.1	107.8	116.8	94.8	109.2
61年度下期	2,160	175	2,335	673	125	3,134	109.4	261.2	114.4	128.9	94.0	116.2
61 年 度	3,985	241	4,226	1,238	237	5,702	106.5	173.4	108.9	136.0	96.7	113.3
62 4 月	334	12	346	113	18	477	109.3	112.0	109.5	106.7	102.5	108.4

[注] (1) 通産省エネルギー月報 62年4月確報

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

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

(4) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

石油アスファルト統計月報

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、月毎に発行す
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・輸出货量
- 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. くり返し精度 |
| 4-2. 温度計 | 9-2. 再現性 |
| 4-3. 恒温そう | |
| 4-4. 減圧装置 | |
| 4-5. 秒時計 | |
| 5. 校 正 | |
| 5-1. 粘度計の校正 | |

中 中
実費頒価 400円

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

社団法人 日本アスファルト協会 会員

(五十音順)

社 名	住 所	電 話
〔メーカー〕		
出光興産株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内3-1-1	03 (213) 3 1 1 1
エッソ石油株式会社	(107) 東京都港区赤坂5-3-3	03 (584) 6 2 1 1
鹿島石油株式会社	(102) 東京都千代田区紀尾井町3-6	03 (265) 0 4 1 1
キグナス石油株式会社	(104) 東京都中央区京橋2-9-2	03 (535) 7 8 0 0
共同石油株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-11-2	03 (593) 6 0 5 5
極東石油工業株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-7-2	03 (270) 0 8 4 1
興亜石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町2-6-2	03 (241) 8 6 3 1
コスモ石油株式会社	(105) 東京都港区芝浦1-1-1	03 (798) 3 2 0 0
三共油化工業株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内1-4-2	03 (284) 1 9 1 1
昭和シェル石油株式会社	(100) 東京都千代田区霞が関3-2-5	03 (580) 0 1 1 1
昭和四日市石油株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2-7-3	03 (215) 1 6 4 1
西部石油株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内1-2-1	03 (215) 3 0 8 1
東亜燃料工業株式会社	(100) 東京都千代田区一ツ橋1-1-1	03 (286) 5 1 1 1
東北石油株式会社	(985) 宮城県仙台市港5-1-1	022 (363) 1 1 1 1
日網石油精製株式会社	(210) 神奈川県川崎市川崎区浮島町3-1044	(266) 8 3 1 1
日本鉱業株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門4-1-34	03 (505) 8 5 2 8
日本石油株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-3-12	03 (502) 1 1 1 1
日本石油精製株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-3-12	03 (502) 1 1 1 1
富士興産株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-4-3	03 (580) 3 5 7 1
富士石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-2-3	03 (211) 6 5 3 1
三菱石油株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門1-2-4	03 (595) 7 0 6 9
モービル石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-7-2	03 (244) 4 6 9 1

〔ディーラー〕

● 北海道

アサヒレキセイ(株)札幌支店	(060) 札幌市中央区大通り西10-4	011 (281) 3 9 0 6	コスモ
(株)トース札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (281) 2 3 6 1	共石
(株)南部商会札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011 (231) 7 5 8 7	日石
株式会社ロード資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (281) 3 9 7 6	コスモ
薦井石油株式会社	(060) 札幌市中央区南4条西11-1292-4	011 (518) 2 7 7 1	コスモ
東光商事(株)札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7	011 (241) 1 5 6 1	三石
中西瀝青(株)札幌出張所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (231) 2 8 9 5	日石
レキセイ商事株式会社	(060) 札幌市中央区北4条西3	011 (231) 4 5 0 1	出光

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
● 東 北		
アサヒレキセイ(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市中央3-3-3	0222 (66) 1101 コ ス モ
カメイ株式会社	(980) 宮城県仙台市国分町3-1-18	0222 (64) 6111 日 石
(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
(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
正興産業(株)仙台営業所	(980) 宮城県仙台市国分町3-3-5	0222 (63) 5951 三 石
竹中産業(株)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(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市上杉1-8-19	0222 (24) 1151 三 石
中西瀝青(株)仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-30	0222 (23) 4866 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
有限会社 男鹿興業社	(010-05) 秋田県男鹿市船川港船川字化世沢178	01852 (3) 3293 共 石
菱油販売(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市国分町3-1-1	0222 (25) 1491 三 石
● 関 東		
朝日産業株式会社	(103) 東京都中央区日本橋茅場町2-7-9	03 (669) 7878 コ ス モ
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 コ ス モ
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
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
梅本石油株式会社	(162) 東京都新宿区揚場町9	03 (269) 7541 コ ス モ
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
(株)澤田商行東京支店	(104) 東京都中央区入船1-7-2	03 (551) 7131 コ ス モ
株式会社 トーアス	(160) 東京都新宿区西新宿2-7-1	03 (342) 6391 共 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
関東アスファルト株式会社	(336) 埼玉県浦和市岸町4-26-19	0488 (22) 0161
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
三徳商事(株)東京支店	(101) 東京都千代田区神田紺屋町11	03 (254) 9291 昭和シェル
新日本商事株式会社	(101) 東京都千代田区神田錦町2-5	03 (294) 3961 昭和シェル
住商石油アスファルト株式会社	(160-91) 東京都新宿区西新宿2-6-1	03 (343) 0921 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) 1621 三 石
竹中産業株式会社	(101) 東京都千代田区鍛冶町1-5-5	03 (251) 0185 昭和シェル
中央石油株式会社	(160) 東京都新宿区新宿2-6-5	03 (356) 8061 モービル
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 富 士 興
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 富 士 興
東光商事株式会社	(104) 東京都中央区京橋1-5-12	03 (274) 2751 三 石
東新瀝青株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-16-5	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 コ ス モ
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
中西瀝青株式会社	(103) 東京都中央区八重洲1-2-1	03 (272) 3471 日 石
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
日東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区新川2-13-11	03 (551) 6101 昭和シェル
パシフィック石油商事株式会社	(103) 東京都中央区日本橋蛸殻町1-17-2	03 (661) 4951 モービル
富士興産アスファルト株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-4-3	03 (580) 5211 富 士 興
富士鉱油株式会社	(105) 東京都港区新橋4-26-5	03 (432) 2891 コ ス モ
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

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
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
丸紅エネルギー株式会社	(102) 東京都千代田区神田錦町3-7-1	03 (293) 4111 モービル
三井物産石油株式会社	(101) 東京都千代田区神田駿河台4-3	03 (293) 7111 極東石
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
ユニ石油株式会社	(101) 東京都千代田区神田東紺屋町30	03 (256) 3441 昭和シェル
菱東商事株式会社	(105) 東京都港区芝5-29-20	03 (798) 5311 三石
菱油販売株式会社	(160) 東京都新宿区西新宿1-20-2	03 (345) 8205 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
瀝青販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-16-3	03 (271) 7691 出光
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
● 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 コスモ
株式会社 澤田商行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (361) 7151 コスモ
株式会社 三油商会	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	052 (231) 7721 コスモ
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
三徳商事(株)静岡支店	(420) 静岡市紺屋町11-12	0542 (55) 2588 昭和シェル
三徳商事(株)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
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
新東亜交易(株)名古屋支店	(450) 名古屋市中村区名駅3-28-12	052 (561) 3514 富士興
竹中産業(株)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
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
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
松村物産株式会社	(920) 石川県金沢市広岡2-1-27	0762 (21) 6121 三石
丸福石油産業株式会社	(933) 富山県高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2860 昭和シェル
三谷商事株式会社	(910) 福井県福井市豊島1-3-1	0776 (20) 3134 モービル
● 近 畿		
赤馬アスファルト工業株式会社	(531) 大阪市淀川区中津3-10-4	06 (374) 2271 モービル
アサヒレキセイ(株)大阪支店	(550) 大阪市西区南堀江4-17-18	06 (538) 2731 コスモ
アサヒレキセイ(株)広島営業所	(730) 広島市田中町5-9	0822 (44) 6262 コスモ
飯野産業(株)神戸営業所	(650) 兵庫県神戸市中央区京町72	078 (391) 8965 共石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市淀川区中津1-11-11	06 (372) 0031 出光
(株)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
株式会社 ナカムラ	(670) 兵庫県姫路市国府寺町72	0792 (85) 2551 共石
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
株式会社 菱芳砒産	(671-11) 姫路市広畑区西夢前台7-140	0792 (39) 1344 共石
木曾通産(株)大阪支店	(550) 大阪市西区九条南4-11-12	06 (581) 7216 コスモ
共和産業株式会社	(700) 岡山県岡山市富田町2-10-4	0862 (33) 1500 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
信和興業株式会社	(700) 岡山県岡山市西古松363-4	0862 (41) 3691 三石
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
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 富士興
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-8-8	06 (358) 5531 三石
中西瀝青(株)大阪営業所	(532) 大阪市北区西天満3-11-17	06 (303) 0201 日石

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
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
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀2-3-19	06 (441) 5195 富士興
富士商株式会社	(756) 山口県小野田市稲荷町6539	08368 (3) 3210 昭和シェル
平和石油株式会社	(530) 大阪市北区中之島3-6-32	06 (443) 2771 昭和シェル
丸和鉱油株式会社	(532) 大阪市淀川区塚本2-14-17	06 (301) 8073 コスモ
横田瀝青興業株式会社	(672) 兵庫県姫路市飾磨区南細江995	0792 (33) 0555 共 石
● 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 (771) 7436 コスモ
伊藤忠燃料(株)福岡支店	(812) 福岡市博多区博多駅前3-2-8	092 (471) 3877 共 石
今別府産業株式会社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4111 共 石
株式会社 カンダ	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111 昭和シェル
株式会社 九菱	(805) 北九州市八幡東区山王1-17-11	093 (661) 4868 三 石
(株)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
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131 富士興
サンヨウ株式会社	(815) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7615 富士興
中西瀝青(株)福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神4-1-18	092 (771) 6881 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
畑礦油株式会社	(804) 北九州市戸畑区牧山新町1-40	093 (871) 3625 コスモ
平和石油(株)高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255 昭和シェル
丸菱株式会社	(812) 福岡市博多区博多駅前4-3-22	092 (431) 7561 昭和シェル

編集顧問

多田宏行
松野三朗

編集委員

委員長：大熊周三	副委員長：真柴和昌
阿部忠行 石井一生	河野宏 戸田透
荒井孝雄 磯部政雄	小島逸平 南雲貞夫
安崎裕 今井武志	白神健児 藤井治芳
飯島尚 井町弘光	土屋勝彦 山梨安弘

アスファルト 第153号

昭和62年10月発行

社団法人 日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7 TEL 03-502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 廣業社

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

印刷所 アサヒビジネス株式会社

〒107 東京都港区赤坂1-9-13 TEL 03-582-1938

ASPHALT

Vol. 30 No. 153 OCTOBER 1987

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION