

アスファルト

第28巻 第145号 昭和60年12月発行

145

特集・海外における道路舗装の現状

マレーシアの舗装工事	長谷川 武・南雲 貞夫	1
インドネシアの舗装道路	陶山 武彦	8
砂漠の国の高速道路	林 理	14
タンザニア（アフリカ）における 舗装工事の一例について	小田嶋 實	22
パラグアイ共和国国道6号線整備工事について	市川 隆	25
ヨーロッパ主要3国の舗装	高橋 正明	32
アメリカ合衆国における道路舗装の現状	飯田 章夫	46
カナダにおける道路舗装の現状について	菊川 滋	55

アスファルト舗装技術研究グループ・第21回研究報告 60

路面のメンテナンス技術 野々田 充 61
～OECDレポートより～

〈工事々務所長シリーズ・その26〉

讃岐の国と南海道 泉 堅二郎 73

〈用語の解説〉

検査基準 小島 逸平 76

比重・熱膨張係数 井町 弘光 78

〈統計資料〉石油アスファルト需給統計資料 79

第52回アスファルトゼミナール開催予告（60・2・7 広島市） 巻頭

ASPHALT

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

第52回 アスファルトゼミナール開催のご案内

主 催：社団法人 日本アスファルト協会

協 賛：社団法人 日本アスファルト乳剤協会

後 援：(社) 日本道路建設業協会中国支部

広島県アスファルト舗装協会

広島県アスファルト合材協会

開催月日 昭和61年2月7日(金) 9:10～16:10

開催場所 広島市見真講堂(広島市中区中町6番21号 TEL(082)247-1496)

1. 挨拶
日本アスファルト協会会長 鹿島 實 9:10～9:15
建設省中国地方建設局長 岡田 哲夫 9:15～9:20
広島県土木建築部長 岩本 利彦 9:20～9:25
広島市建設局長 柳川 幸雄 9:25～9:30
2. 講演にあたって
日本アスファルト協会名誉会長 谷藤 正三 9:30～9:50
3. 昭和61年度道路予算および道路整備動向について 9:50～10:50
建設省道路局企画課課長補佐 佐藤 信秋
4. 中国地方における道路整備の動向 10:50～11:50
建設省中国地方建設局道路部長 藤井 壽明
(昼食休憩 11:50～12:40)
5. 水車式創造工学 12:40～13:40
—不即不離の効用—
東京理科大学理工学部土木工学科教授 樋口 芳朗
6. アスファルト舗装の構造設計法に対する基本的考察 13:40～15:10
日本大学理工学部土木工学科助教授 阿部 頼政
7. フルデプスアスファルト舗装技術指針案について 15:10～16:10
アスファルト舗装技術委員会
フルデプス分科会長 河野 宏

(申込方法などは次ページをごらん下さい)

◎ 受 講 料

4,000 円（途中入場の別なし）当日「受付」までご持参下さい。

◎ 参加申込方法

ハガキに下記の必要事項記入の上郵送のこと。

(1) 52ゼミナール参加申込

(2) 参加者の勤務先と住所

(3) 参加者の氏名（同じ所属にて3名以上申込みの場合は参加代表者氏名と合計数記入）

◎ 参加申込先 〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7（和孝第10ビル）

（社）日本アスファルト協会 52ゼミ係（電話 03-502-3956）

◎ 参加申込期限 昭和61年1月20日まで到着のこと

◎ 注 意 事 項

(1) 参加を申込まれた方へは参加受付券を差し上げますので、当日会場「受付」までご持参下さい。

当日の「受付」は下記の区分になっております。

A = 建設省、および道路公団等の公団、公社

B = 都道府県庁

C = 市（町村）役所

D = 「後援」団体会員会社

E = 道路建設業等の民間会社（上記D以外）学校関係およびA～D

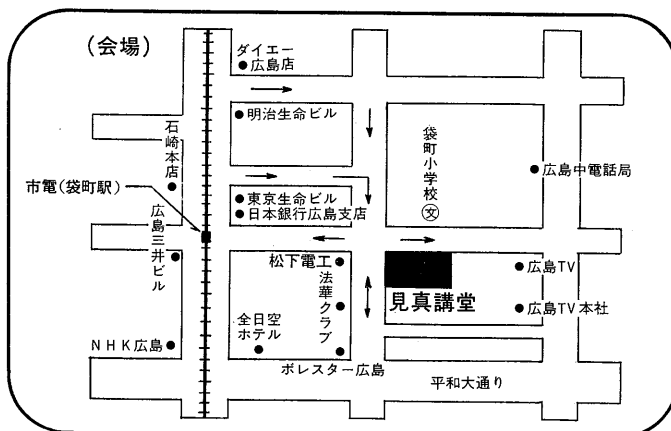
およびFに該当しない方

F = 本協会々員会社

(2) 宿泊および交通の手配はお早めに各自にてお願いします。

(3) テキストは配布しますが、昼食の支給はありません。

(4) 受付は午前8時50分より開始いたします。



○ 広島駅表口（在来線側下車） 市電宇品行にて袋町下車

○ " " バス空港行にて袋町下車

マレーシアの舗装工事

長谷川 武* 南雲 貞夫**

まえがき

マレーシアのマハティール首相が唱導する「ルックイースト政策」が打出されて以来、わが国の建設技術も高く評価され、国の政治、経済が安定しているせいもあってわが国から多くの建設業者が土木、建築の各分野に短期間のうちに進出してきた。道路関係をみてもマレーシアの公共事業庁(マレー語の頭文字をとり JKR と言う)や特に道路公団が発注する多くのプロジェクトにわが国企業はコンサルタントとして、あるいは施工業者として参加している状況にある。

海外の道路工事では多くの場合、わが国の発注形態とは異なり、舗装工事は土工事や大型構造物工事と一括して発注されている。従ってマレーシアでも同様であってわが国の舗装専門業者が直接関係するケースは、一部の J, V 工事を除いてほとんどみられず、協力業者としてあるいは技術協力の形態で参加しているに過ぎないのが現状である。

1. 地勢、交通

マレーシアは半島部の西マレーシア(13万km²)とボルネオ島の北西部に位置する東マレーシア(サバ州、サワクラ州、20万km²)からなり、わが国の約90%の広さを持つ。西マレーシアの中央部には南北に山脈が走り、東西の海岸線に沿って平地が広がっている。年間平均降雨量は西マレーシアで3,000~4,000mm、東マレーシアで1,500~3,000mmで熱帯モンスーン気候に属する。

産業、商業の活動は、西マレーシアの西海岸沿いに発展し、マレーシアの全人口1,400万人の80%がこれら西海岸側の主要都市を中心に集中している。

西マレーシアの輸送網はスズ、ゴム、木材などの搬出を目的に、鉄道と道路が産地と主要都市を結ぶ形で発達してきた。近年鉄道による輸送量は減少ぎみにあり、それに反して自動車による輸送(人、貨物共)は飛躍的に増加しており、経済の発展と所得水準の向上に伴い自動

車への依存度は益々高まるものと考えられる。

マレーシアの道路は西マレーシアでは、マレー半島の道路網の骨格を形成する幹線の連邦道Ⅰ号線~Ⅲ号線と、その他の連邦道(図-1参照)、州道及び市道等からなり、東マレーシアでは夫々の州の路線の重要度に応じて3~4クラスに区分されている。

西マレーシアでは、公共事業省(Ministry of Works)の1部局である公共事業庁(JKR)の道路局が道路の設計、施工、維持管理などの事業を担当している。道

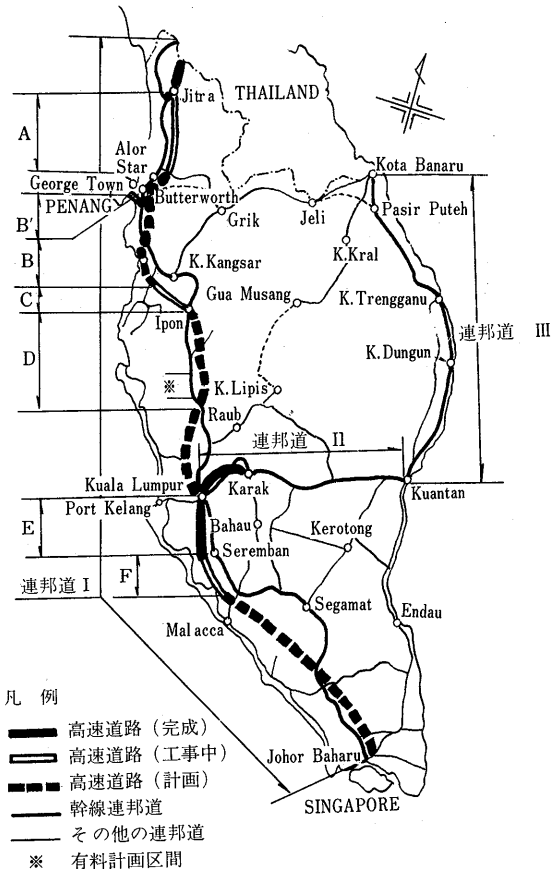


図-1 マレーシア半島の道路網

* はせがわ たけし 熊谷道路㈱海外工事部長

** なぐも さだお 熊谷道路㈱取締役技術研究所長

路の調査計画については公共事業庁とは別の、大臣直轄の独立した機関である道路計画室が担当している。

東マレーシアでは夫々の州の JKR が独自に統括している。マレーシア道路公団は公共事業大臣の直轄下にある独立した機関となっており、半島の連邦道 I 号線沿いに南北に縦断する有料高速道路（図-1 参照）の建設と管理を担当している。1982年に於ける舗装率は西マレーシアで約80%，東マレーシアでは約28%である。

マレーシアの各地において高速有料道路を含め多くの道路計画が策定され、建設も進められ、クアラルンプール市中とその周辺では立体交差を伴った規格の高い道路が完成している。これらの道路は設計、施工管理は外国コンサルタントにより行なわれ、施工についても外国企業が主体となって行なっている。（表-1 参照）しかし、マレーシアでは政府発注の道路工事は、コンサルタント業務と施工に関する請負について、外国企業単独での受注は禁じられており、地元企業の J. V（ローカル企業 30%以上）によることが義務付けられている。これはマレーシアの「プミプトラ政策」即ち、マレー化政策の一環で、従来は中国人系企業に独占されていた建設業界においてマレー人系企業（資本金の51%以上をマレー人が所有する企業—プミプトラ企業と言う）の育成を目的とする政策、によるものである。従って工事を受注した企業には発注者や地元企業への技術移転が要請され、現地の技能者の養成と公共事業庁及びマレーシア道路公団職員などの海外での研修が実施されている。そのほか10年程前から道路局あるいは、公団設立後は道路公団へ

もわが国の専門家が派遣され技術向上のための援助が行なわれている。最近これら専門家のアドバイスに基づいて、技術資料の整備、技術基準の作成等の作業が進められ、舗装の設計要領についても、相当高度な水準の草案が作成されている。

2. マレーシアの有料道路

有料高速道路の調査、計画は従来公共事業省の道路計画室が担当し、その建設管理は公共事業省の公共事業庁（JKR）が担当していたが、1980年12月に道路公団が設立されて以来、JKR が担当していた有料高速道路の建設と管理業務は道路公団に引継がれた。

マレーシア道路公団が実施している有料道路以外にも、新たに民業化制度（Privatization）を導入して建設される道路がある。ある路線の改築等を民間資金を導入して活用しようとする方策で、そのための路線や区間が設定されている。そのひとつである North Kelang Bypass は、1984年中に完成し、1985年1月から有料道路として供用されている。

設計規格はわが国基準類や BS 規格（British Standard）の準用によるところが多い。

3. 舗装設計要領草案と仕様書

マレーシアでは特定の工事における舗装の構造設計と仕様書の作成はコンサルタントに発注され、コンサルタントは以後の工事監督もまかせられることになる。

従来、主要道路の舗装設計はイギリスの運輸道路研究

表-1 マレーシア有料高速道路建設に携わる内外の企業

* 区分	区 間	延長 (km)	業 者	適要	* 区分	区 間	延長 (km)	業 者 名	適要
	Bukit Kayu Hitam ～ Jitra	24	SWEE/BINA (シンガ ポール)	完	D	Ipoh ~ Tanjong Malim	116	PCI 一片平 Eng	
A	Jitra ~ Butter Worth	24 36 25	伊藤忠・不動 J. V PET SER (台湾) 竹中土木		E	Kuala Lumpur ~ Seremban	トール プラザ I.C	佐藤工業 ARC (英) 日本国土開発 ローカル コントラクター	完 "
B	Butter Worth ~ Chaukat Jering	81 1.3	PCI ローカル コントラクター		F	Seremban ~ Ayer Hitam	62 55 I. C	熊谷組 (ユーゴスラビア) 佐藤工業	
B'	Penang Linkage	14 トール プラザ	現代建設 (韓国) 三菱重工		その他	Federal Road I Slim River Toll	20	三菱重工, 佐藤工業	
C	Changlcat Jering ~ Ipoh	21 7 21 I. C	HALLA (韓国) 住友建設 熊谷組 ローカル コントラクター	完					

* 図-1に示す区分
(注) J. V 相手のローカル業者名は除く

所のロードノート29に基づいていたが、最近公共事業省道路局が標準的な舗装設計要領の草案を作成しており、これはすでに各方面で大筋の承認がなされているということである。

舗装設計要領の草案はアスファルト舗装の厚さの設計、材料規格および混合物の配合設計から構成されている。

舗装構成はわが国の要綱とほぼ同様で、厚さ設計も路床土の設計 CBR と 8.16t 換算軸数に基づいているあたりは類似している。しかし換算軸数は交通区分によらず、10年間の設計期間中の総通過数を算出することにしており、10年間の 8.16t 総換算軸数の算出には、初期平均日交通量、大型車混入率、交通量の年間の伸び率、軸重の標準換算係数などが用いられる。そしてもし設計期間中に交通量が交通容量を上廻るときは以降については交通容量に等しい交通量を計算に用いることとしており、交通容量の算出方法も示されている。軸重の換算係数は軸重調査が行なわれていない場合について、道路の種類と材木や鉱産物を運搬する大型車の混入率ごとに 1.2～3.7 の標準値を定めている。なお路床設計 CBR の決定に際し、厚さ 1m 間の平均 CBR の算出にはわが国要綱同様の式が採用されている。

舗装厚の設計では、はじめ設計 CBR および 8.16t 換算軸数を用い、計算図表によって T_A を求める。 T_A の概念はわが国同様である。計算図表は AASHO 道路試験で得られた、PSI が 2.5 における舗装厚指数と通過軸数との関係に基づいている。この関係は周知のように、路床の CBR が 3% の場合のものであるため、CBR がこれと相違する場合は多層弾性理論を応用して T_A の修正を行なうことにしている。その詳細は文献に述べられている。

T_A の計算に用いる各層、各材料の等値換算係数は、わが国要綱とは若干の相違があり、例えば下層路盤材料ではラテライト等 (CBR>20%) は 0.23、クラッシュラン (CBR>30%) は 0.25、セメント安定処理 (CBR>60%) は 0.28 というようにきめ細かな係数値になっている。なお各層の最小厚、1層仕上がり厚、アスファルト混合物層最小厚などにはわが国の要綱、道路公団設計要領などの考え方が導入されているようである。

下層路盤や上層路盤の規格はわが国と特に大きく相違するところはない。

表層、基層用アスファルト混合物については、アスファルトは針入度 60-80、80-100 の 2 種類を規定しているが、重交通道路には 60-80 を推奨している。骨材は特に高速走行の道路での表層への石灰岩の使用を避けてい

る。混合物粒度は基層用 (2.36mm 通過量 28~48%)、と表層用 (同 38~58%) の 2 種類で、わが国要綱よりも若干細粒になっている。配合設計の方法は要綱に非常に類似しており、例えばマーシャル残留安定度も 75% を採用している。若干の相違点を引用すれば、すべてのマーシャル基準値を満足するアスファルト量範囲の中央値を最適アスファルト量とするが、この最適量は最大密度を示すアスファルト量より少なければならぬと言うことが重要であるとしている。

仕様書についても、公共事業省で舗装工事共通仕様書の作成作業が始められているが、その草案は入手されていない。しかし筆者が関与しているイボ工事 (以下、I 工事) の仕様書のほかセレンバン工事 (以下、S 工事) の仕様書が手元にあるので、コンサルタントが異なればいかに仕様書の内容が相違するか気付いた点を 2,3 併記してみたい。

まず表層用加熱アスファルト混合物について、両者を対比してみよう。材料では粗骨材について両者いずれも BS 規格に従いロサンゼルスすりへり量、偏平率、細長率などを規定するほか、I 工事では石灰岩の使用を不可とし、S 工事では PSV 49 以上とする規定がある。前者ではまた合成骨材の砂当量 (SE) は 50 以上としている。ファイラーについては、I 工事では石灰岩ダストから消石灰などまでいずれも用いられるが、S 工事ではポルトランドセメントのみを規定し、合成粒度の 75 μ 通過量の 75% 以上はポルトランドセメントでなければならないとしている。アスファルトは一方が針入度 80~100 他方が 60~70 の相違がある。両者いずれもゴム入りアスファルトの詳細な規定を設けており、I 工事では粉末状またはラテックス状の天然ゴムを 4% 添加することとし、ブレミックス、プラントミックスのいずれでもよく、S 工事では乾燥粉末ゴムをプラントミックスすることとしている。しかし、実際の工事では使用されていない。

配合はいずれもマーシャル試験によっており、基準値はほぼわが国同様であるが、大きな相違は I 工事では安定度の基準値を 1,200 lb (544kg)~2,200 lb (998kg) と言うように上限値を設定していることである。このような規定は諸外国にも例がなく現地の工事の進捗を阻害する大きな要因のひとつであった。そのほか I 工事では VMA 15~20%, No.200 ふり通過量とアスファルト量との比 1.5:1~1:1, No.100 ふり (0.15mm) 通過分の 40% 以上が酸性岩では不可などとする規定があり、S 工事ではスチフネス 200kg/mm 以上あるいは現場配合を決めるときの試験施工などの規定がある。

施工に関しては、I 工事ではアスファルトプラントの各装置や舗装機械の詳細な規定や敷きならし、転圧などの手順ごとの細かい規定があり、これはマニュアルとでも言ってよい。しかし、S 工事では大部分が省略されている。些細なことであるが、合材運搬用トラック荷台の内面に I 工事では石けん水、薄めた燃料油、パラフィン油、石灰溶液などを塗布するとしているのに対し、S 工事では、ダスト、油、水を塗ってよいとしている。転圧には両者いずれも 2 台あるいは 2 台以上の鉄輪ローラ、(8t 以上あるいは 8~12t)、1 台のタイヤローラを規定しているが、I 工事では 2 台ともタンデムであるのに対し、S 工事では少なくとも 1 台はマカダムとし、これを初転圧に規定している。施工温度については、各材料の加熱温度、ミキサ排出時、運搬時、現着時の各混合物温度、転圧温度などについていずれも規定しているが、温度範囲はかなり相違している。締固め密度のチェックは I 工事では、100t ごとに毎日コアを採取し、そのすべてがプラントでのマーシャル密度 (75 回) の 98% 以上であることとしており、S 工事では 100 m² ごとあるいは 2 時間ごとに ϕ 150mm のコアを 2 個取り、連続 20 組の 3 組未満が 98% 未満であればよいとしている。

また粒度等の現場示方配合からのバラツキの許容範囲は、アスファルト量がいずれも $\pm 0.3\%$ 、また No. 200 ふるい通過量は $\pm 1\%$ 、 $\pm 1.5\%$ と相違するが、粒径の比較的小さい部分では表層 $\pm 3\%$ 、基層 $\pm 4\%$ と両工事同一の数字になっている。このほか I 工事ではミキサ排出時、現着時温度 $\pm 20^{\circ}\text{F}$ (11°C)、S 工事では混合時の材料の温度差は互いに 14°C 以内にあることとし、更にマーシャル試験値の許容範囲をも示している。また I 工事には回収アスファルトの針入度は混合前のその 70% 以上、伸度は 15" (38cm) とする規定がある。仕上がり面の精度は 10ft (3m) 定規で縦横断方向にチェックされ、表層で 1/8" (3mm)、基層で 3/8" (10mm) 以下とするが、これは初転圧後に行なわれ必要に応じて修正しなければならない。基層の場合は仕上がり高さ、平坦性のほか厚さの規定があるが、表層には見当らない。S 工事では各層ごとの仕上がり高について規定しており、表層では ± 6 mm 以内である。ただし各層仕上がり高が満足しても表層厚は 5 mm、上層路盤以上の合計厚は 15mm 以上減じてはならないとしている。縦断方向の不陸はローリング直定規による測定値の許容数で規定され、また縦断方向では 3 m の直定規で 3 mm 以下としている。

路床、路盤についての詳細は省略するが、両工事の大きな相違は、I 工事では各層の締固め密度を主体に規定し

ているのに対し、S 工事では、そのほかに締固め機械の機種、線圧、土質、最大敷きならし厚、最小転圧回数などを規定するいわゆる工法仕様をも採用していることである。これは多分にイギリスの手法を踏襲しているものと思われる。また、I 工事が仕上がり高のほか各層の仕上がり厚を規定しているのに対し、S 工事では後者が見当らない。恐らく前記のように各層の仕上がり高の規定があることによって省略したものであろう。なお、路床に関しては、I 工事では CBR を 4 とする規定であるのに対し、S 工事では CBR 3 としているのがひとつの相違点である。

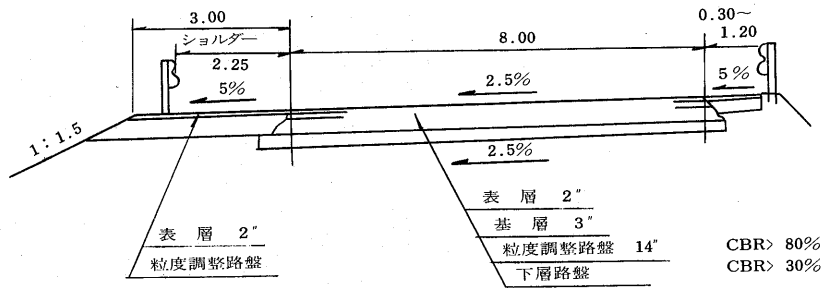
4. 舗装の施工に関連して

前にも若干触れたが、マレーシアの道路工事では、わが国の諸官庁、公団等で作成している設計要領、工事管理要領、試験方法など共通仕様書に類するものは現在のところ皆無である。道路の設計速度、巾員など 2、3 の基準は示されるものの、舗装の設計、施工管理については、全てコンサルタントにまかせられており、従ってそれぞれのコンサルタントの舗装技術に対する考え方が当然強く打出され、前節からもうかがわれるようにコンサルタントの担当箇所ごとに内容はかなり相違してくる。

(図-2 参照)

わが国の道路工事では周知のように、土工事、大型構造物工事と舗装工事は切離されて発注されるのが普通で、舗装工事については発注の段階ですでに舗装構成や厚さが決定されているため、積算や施工計画、問題は少ない。しかしマレーシアでは、下層路盤を除く舗装上層部の構成については一定に決められているが、下層路盤では、路床 CBR に対応して厚さが細かく増減している。従って盛土区間では、推定路床仕上げ高さ -30cm まで盛上がった時点で、切土箇所では、推定路面近くまで切下った時点で、それぞれサンプリングを行ない、室内 CBR 試験の結果から下層路盤の厚さを決めている。この方法は一見合理的ではあるが、施工者側にとってはかなり問題がある。土質が比較的一様な大規模の土取場が確保出来る場合や、切土箇所でも長距離にわたり土質が一様な場合には問題は少ないが、短距離で切盛りの流用が頻繁に行なわれたり、あるいは土質が一様でない場合には施工が非常に繁雑になる。またこの地域は降雨日数、降雨量、降雨強度ともに大きく、従って土工事の仕上げは寸刻みになり、下層路盤の厚さが短区間で変化するケースが多い。このような場合には、当然路床の仕上げ作業が連続的に行なえず、また試験結果の判定が直ちに下

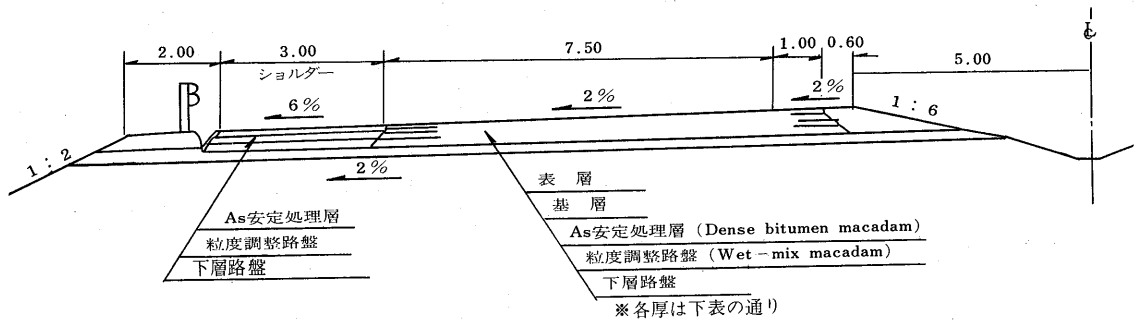
(a) IPOH TOII EXPRESSWAY 1-3



サブベース厚

路床土の C B R	4%	5%	6%	7%	>7%
サブベース厚	11"	9"	7"	6"	6"

(b) INTER-URBAN TOII EXPRESSWAY
SEREMBAN-AYER HITAM



※各厚は下表の通り

施工区間別舗装タイプと施工厚

タイプ	A	B	C	D	E	F	G	H
表層	40	40	40	40	40	—	—	40
基層	60	60	60	—	—	—	—	—
As安定処理層	75	75	75	75	60	70	—	75
粒度調整路盤	225	205	185	220	210	150	150	210
下層路盤	別表による							

タイプ別サブベース厚

路床土のC.B.R	サブベース厚		
	A	B.C & H	D.E.F & G
>7%	180	170	150
5~7%	280	270	240
3~5%	430	410	370

※サブベース材
CBR>30%

舗装のタイプについて

- a) A~Fの6タイプが示されているが、本線の舗装のタイプは「B」タイプのみであるため他のタイプについては省略した。
- b) 交通量あるいは重量車の割合を勘案して本線、進入車線、アクセス道路についてAタイプを除き区間別に細かく指示されている。ショルダー部についても同様指示されている。

図-2 標準断面図 (単位: m)

される訳ではないので、手持ちと重機運用面でロスが生じる。路床CBRを予測して工事を進めたような場合、実際との差異が生ずれば言うまでもなく、手戻り作業と下層路盤の過剰厚分の材料費や施工費は施工者の負担になる。

設計変更については、コンサルタントから比較的頻繁に指示されるケースが多く、時には工事の進行や、工程の具合いを無視して指示がなされ工事の進捗を大きく妨げる。

舗装のデザインについても同様で、コンサルタントの Chief resident engineer の個人的な好みとでも言うてよいような、機械による施工性などを無視した変更が施工の途中で数度にわたり行われるケースがある。土工事、構造物工事では予算が圧迫されてきた場合などにも変更が行われ、予算不足で生じたアンダーデザインに起因する舗装の瑕疵の責任が、施工業者の技術に転嫁される恐れもある。例を上げれば、表層工の施工途中で、アスファルト混合物のアスファルト量の変更が数度にわたり行われたり、アンダーデザインとも考えられるような理解しがたい配合を押付けてくるようなケースである。

話は変わるが、マレーシアでは自国民に対する雇用優先策が取られており、外国人の就労に対し厳しく条件が付けられ、学歴、職歴、職務によっては就労を拒否されるケースが多い。また、マレーシアでも職種が職能別に細分化されており、従業員の兼業や、流用がきかないため採用人員は肥大化しやすい。

マレーシアは周知のとおりマレー系、中国系、インド系の各民族からなる多民族国家であり、民族ごとの片寄った採用は禁じられている。そして、それぞれの性格、宗教、慣習などが相違するほか宗教上の戒律、祭日などの制約もあるため、従業員の組合せによっては生産性に大きく影響する。従って労務計画のみならず、工程、資材納入計画などの面とも合せて、対策を講じておくことが必要である。

あとがき

マレーシアにおける建設ラッシュも、最近にはピークを過ぎたと見受けられ、道路建設においては財政難から予算が削減され、道路の高規格化に伴う建設費の上昇と、既設道路の改良、維持管理費の増大もあって、新規工事の着工は難しくなり、中断しているプロジェクトが少なくない。

一方、地元業者は大きく力を付けてきており、また30

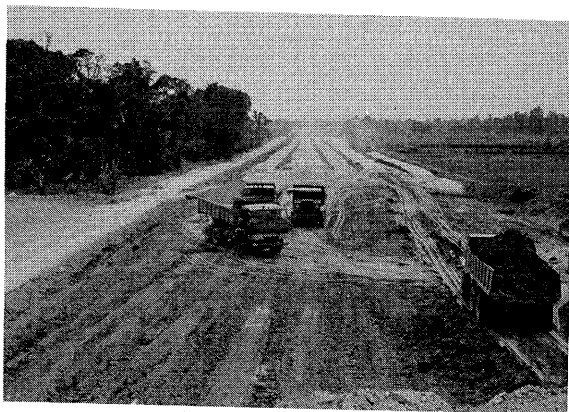


写真-1 土工

流用土によるサーチャージ材の撤去と盛土材への再流用



写真-2 路盤工

材料は花崗岩碎石と錫鉱サイのマイニングサンドとの粒度調整材、この地点からセンターメディアンの構造が変わる

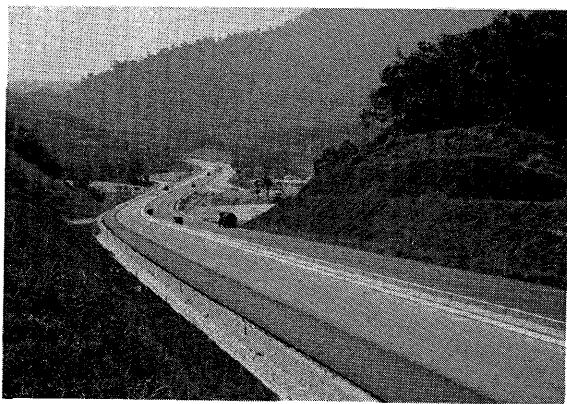


写真-3 センターの構造物はニュージャージーバリア

億円以下のプロジェクトについては、外国企業（現地法人は除く）が締め出されている実情もあって、将来、外国企業のプロジェクトへの参加は減少することが予測されている。今後、わが国の企業が主体となって受注できる道路工事は、特殊な技術を要するものや、大規模工事のうち資金調達を求められるものなどに、限定されるだろうとの見方もある。更に欧米諸国などから、多くのコンサルタントや、施工業者が進出してきている現状では、ますますわが国企業の競争力が問われることになる

ものと思われる。

最後に、本文をまとめるに当たり、日本道路公団 総務部広報課 調査役 宮岡洋二郎氏から種々御指摘を賜わった。ここに付記し、深甚の謝意を表する次第である。

参考文献

宮岡洋二郎：マレーシアの舗装の現況と設計基準について、舗装 Vol. 20 No. 9, 1985-9.

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 施工個所と舗装構成
 - 5.4 追跡調査の方法
 - 5.5 使用アスファルトの性状
 - 5.6 アスファルト混合物の性状
 - 5.7 第1次および第2次試験舗装の供用性状
 - 5.8 第3次試験舗装の供用性
 - 5.9 アンケート調査
 - 5.10 試験舗装のまとめ
 6. む す び
- 資 料
1. セミブローンアスファルトの規格 (案)
 - 2.1 石油アスファルト絶対粘度試験方法
 - 2.2 60℃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

インドネシアの舗装道路

陶 山 武 彦*

1. はしがき

インドネシアは東経95°~140°, 北緯5°~南緯10°の拡がりの大洋の中に、マレーシア、シンガポール、フィリピン及びオーストラリアに接して浮ぶ1万3千余の島々からなっており、その主な島には首都ジャカルタやバンドン、スラバヤなどの大都市、古都ジョクジャカルタのあるジャワ島、メダン、パダンなどのあるスマトラ島、東マレーシアと南北に分けられたカリマンタン島、たこの足を伸ばした様なスラベシ島、そして観光で有名なバリ島、東端部にはニューギニアの西部のイリアンジャヤなどがある。

1945年8月17日に独立したこの国の人口は約1億4千万人といわれ、 $1,904 \times 10^3 \text{ km}^2$ の面積(日本の $378 \times 10^3 \text{ km}^2$ の約5.4倍)があり、石油、天然ガスなどの鉱物やゴム木材などの産出国である。

1981年に公表された道路は表-1に示す様に約130,000 kmの延長を持っている。この国の道路5カ年計画は1969/70を初年度とする第1次5カ年計画から始まり、引続いて第2次第3次と5カ年計画が更新されている。この最初の年1969年は丁度この国が自動車の生産(ノックダウン)を正式に開始した年でもある。

舗装道路の大部分は、オランダの統治時代にアスファルト・マカダムで舗装されたものを、時代の要求に応じてgrade upしたものである。したがってコンクリート舗装は空港内の舗装や、コンテナヤードの舗装を除き殆んど供用されておらず、最近開港したチェンカレン新国

際空港へのジャカルタからのアクセス道路(約14km)は、軟弱な路床の上に施工する舗装として珍らしくコンクリート舗装で設計され、施工された。

ここではいささか古くて恐縮であるが1981年のビナマルガ年報に紹介されている道路に関係する事項を中心に報告する。

2. 一般的な道路の状況

道路は、日本の建設省に相当する公共事業省の、ビナマルガ(BINA MARGA)が主体となって維持・建設を主管しており、有料道路は、日本道路公団に相当するジャサ・マルガ(JASA MARGA)が設計・施工及び料金徴収更に維持管理を行っている。ビナ・マルガは直接自らがおこなう国道の維持、復旧及び新設工事の他に、地方道などへの国庫補助金を割当て、有料道路の基本計画や予算の承認なども行っている。

道路の状況は前述の表-1の様であるが、見てお解りの様に例えば都市街路の延長は日本の様に高い精度の数字が得られていないので、全体として約10数万km程度と理解しておくのがよいと思われる。

維持・復旧を直ちに必要とするクリティカルな道路は表-2の様に年と共に減少する傾向にあり、ビナ・マ

表-1 道路延長(1981年現在)

国 道	11,350 km
州 道	28,060 km
地方道	61,290 km
都市内道路	± 30,000 km
計	130,700 km
新たに国道及び州道のうち 39,000 kmを幹線道路にする 計画である。	

表-2 クリティカルな道路の減少

年度	延長(km)
1971	18,095
1972	17,490
1973	16,658
1974	15,653
1975	15,111
1976	14,741
1977	14,280
1978	13,700
1979	8,011
1980	6,005

* すやま たけひこ 日本舗道機技術開発部長

ルガの努力のあとがうかがえる。

有料道路については表-3の様な計画が発表されており、このうち一部は予定通り着工し或いは完成後供用されているが、予定よりその進行がおくれているものもある。

表-3 インドネシアの有料道路計画

有 料 道 路 名	延 長 km	設 計 速 度 km / m	車 線 数	インター チェンジ	建 設	
					開 始	修 了
1. ジャボラウィ	53	120	2×2	2		1978
2. ジャカルタータンゲラン	27	100-120	2×2		1981	1984
3. ジャカルターチカンベック	73	120	2×2 (2×4)	8	1981/82	80/87
4. ジャカルターアウタリン	48	80-150	2×2	9	84/85	88/89
5. ジャカルターイントラアーバン						
南 西 線	16	60-80	2×3		80/81	86/87
南 北 線	14	60-80	2×2		84/81	88/89
6. ハーバーロード	18	50-60	2×2 (2×3)	5	84/85	87/88
7. チエンカレンアクセス	14	60-80	2×2	1	80/81	84/85
8. ペラワン-メダナー タンジュンモラワ	35	120	2×2		81/82	84/85
9. ハダダラン-ペンドナー シルニィ	34	80	(2×2)	4	83/83	85/86
10. スマラン幹線道路	25	80	2×2, 2×3	3	1980/81	86/87
11. スラバヤーマラン	39	120	2×2	10	80/81	83/84
12. スラバヤ-グレスック	7	100-120	2		81/82	83/84
13. ウオノクロモ フライオーバー	340(m)	40	2		81	82
14. TALO	200(m)	60	2		73	82
15. カプアス	780(m)	60	2		81	82

3. 道路5カ年計画の進捗

1) 第1次5カ年計画

第1次5カ年計画の期間中にはインドネシア全土の対象となる道路を、補修、復旧、改良及び新設の4つに区分して夫々の活動を行う事を計画した。この計画が立案された当時、国道の延長は約9,900 km、州道は約21,800 km、地方道は約53,000 kmで合計約85,000 kmであったとされている。

この第1次5カ年計画に基づいて実施された結果は表-4に示す様である。

表-4 第1次5カ年計画の実施状況

道路	
維持工事	22,330 km
復旧工事	6,535 km
改良工事	3,785 km
新設工事	367 km
橋梁	
復旧	19,800 m
改良/新設	14,703 m
その他	
モータープール設置	34カ所
試験室設置	37カ所

2) 第2次5カ年計画

第2次5カ年計画では次の4つのプログラムが組まれた。

a) 路盤及び表層の改良を行いつつ、道路機能を回復させるプログラム

b) 道路の交通容量増加プログラム

c) 道路及び橋梁の新設計画に基づく新設プログラム

d) 維持補修をルーティンワークとする維持プログラム

この結果、第2次5カ年計画による実績は表-5の様である。

3) 第3次5カ年計画

第3次5カ年計画での第1の目標は、道路の維持・復旧・改良などと共に、トランスイミグレーション (Trans-imigration: ジャワ島の人口の分散と未開拓地域の開拓を目的とする移民事業) のプログラムの進捗であり、この目標値を表-6に示す。この目標値に対し、維持復旧工事では3年間に約4,900 kmが完了し予定よりやや遅れている。補助対象工事は60,335 kmが完了し、5カ年計画の約70%を消化して

表-5 第2次5カ年計画の実施状況

年 度	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	計
項 目						
維持・復旧工事(km)	12,257	9,716	10,168	11,071	13,281	56,493
改 良 工 事(km)	546	757	916	1,165	1,365	4,749
新 設 工 事(km)	230	145	148	110	108	741

表-6 第3次5カ年計画の目標

種 別	ビナ・マル ガの目標値 (km, m)	種 別	ビナ・マル ガの目標値 (km, m)
1. 道路新設		4. 補助工事	
主要地方道	625	主要地方道	86,200
都市道	350	都市道及び地方道	85,800
小計	975	小計	172,000
2. 改良工事		5. 復旧及び維持	
主要地方道	10,000	復旧工事	1,800
都市道	1,000	維持工事	28,000
小計	11,000	小計	29,800
3. 橋梁架換			
主要地方道	33,800		
都市内	6,000		
小計	39,800		

おり、計画の第4、5年で残30%の消化が必要である。改良工事は4,360 kmが完了し、目標値の約40%にしかない。橋梁新設工事は23,567mが完了し約60%で略順調である。道路新設工事は474 kmが完了したが改良工事と同等で約48%の進捗率である。トランス・イミグレーションでは目標の約50%に当たる199,825 kmの開発を実施した。

更にこの第3次5カ年の最大の目標として、道路にネットワークとしての機能を発揮させることであるとしている。この5カ年計画の79～81年3年間の状況は表-7に示す通りである。

表-7 第3次5カ年計画の進捗状況

項目 \ 年次	79/80	80/81	81/82	計
維持・復旧工事(km)	900	1,582	2,395	4,877
改良工事(km)	935	1,684	1,750	4,369
新設工事(km)	68	221	185	474
補助工事(km)	21,071	18,525	20,702	60,298
橋梁架換(m)	5,537	6,510	11,520	23,567

4. インドネシアの道路輸送

ジャワ島では略1990年頃迄に道路ネットワークは完了できる予定であるが、他の島ではメダンやウジュンパタダンなどの特別な地域を除き1990年以降となろう。道路ネットワークが使用できるため、ジャワ島では他の島々よりもトン・km当りの運賃が約50%程度安価となっている。運搬のためのトラック1台当りの平均運搬量もジ

ャワ島が大きく、トラック台数の90%はジャワ島に集中しており、他の島々での運搬能力はまだ低い。

島名	平均運搬量(t)
ジャワ	5.0
スマトラ	3.0
スラベシ	2.5
他の島々	2.6
全島平均	3.7

表-8はインドネシアの道路輸送量の推移を示したもので、1981年の輸送量は我国のその略1/2にあたる。

表-8 道路輸送量の変化 (単位:百万キロ・トン)

年 度	1977	1978	1979	1980	1981
輸送量	4,030	5,800	8,100	11,240	15,400

5. 石油アスファルトとブタスの使用量

ビナ・マルガの使用したアスファルト即ち石油アスファルトとブタス(スラベシ島の南にあるブトン島に産出する天然アスファルトで Buton Asphalt又は Asphalt Buton略して Butas 又は Asbuton と呼ばれる。ビナ・マルガは国産のこのブタスを出来る限り多量に活用したいと努力している)については図-1に示す様であり、ブタスの使用量の実績は急速に伸びている。但し石油アスファルトの使用量が減っているのは、工事の発注量が減っており、又工事の進捗が何等かの理由で遅れていることと関連しているものと考えられ、道路舗装にこれだけ

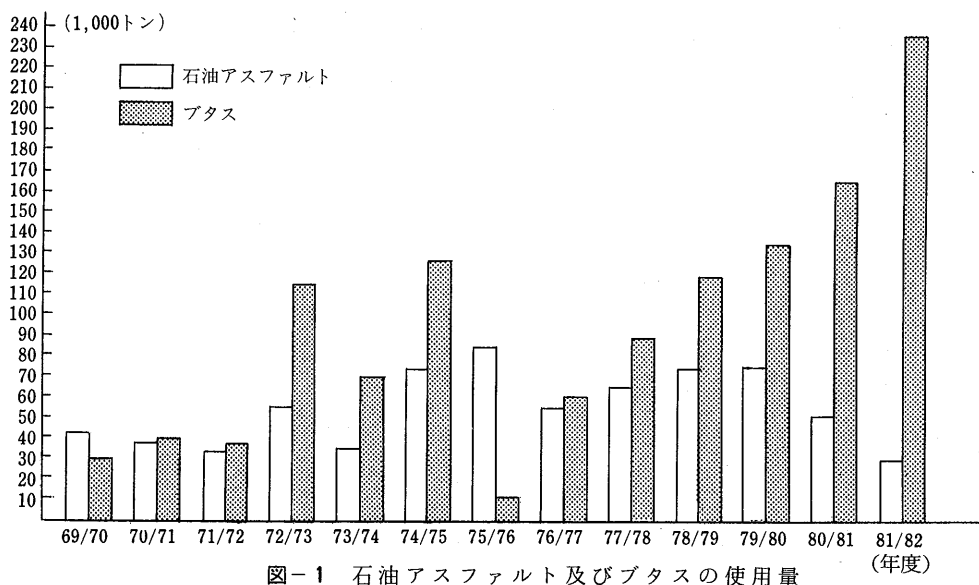


図-1 石油アスファルト及びブタスの使用量

の石油アスファルトがあればよいと云う数字ではないと考えられる。

6. ビナ・マルガのモータープール

ビナ・マルガは地方建設局に相当する各地方の局にモータープールや試験室を設けようとし、第1次5カ年計画で実施した。その結果夫々のモータープールには道路に関係した直営用の機械が配置されている。配置されている機械の中で圧倒的に多数なのはマカダムローラで合計2,274台である。アスファルトプラントは合計8台、アスファルトフィニッシャは24台となっている。勿論81年以降例えばブラス用プラントの輸入が行われるなどしたので現在では直営分としても相当台数が増加しているものと考えられるが、国土の面積からするとまだまだ全体として建設用機械の数、モータープールでの整備施設などは充分ではないと云えよう。

7. 有料道路

有料道路については大統領令などによってその計画が定められ(表-3参照)てはいるが、その後の経済情勢の変化などにより必ずしも計画通りには進行していない。

表のうち特に規模の大きいものについて説明すると、最初に完成したジャゴラウィ有料道路はジャカルターチビノン-ボゴール間の交通渋滞の解消のために建設され、近い将来北端でジャカルターチカンベック有料道路及びジャカルタ・イントラアーバン南西線と結ばれる。ジャゴラウィの交通調査の結果は表-9に示す様であり、事故原因の主因である自動車の整備不良は1978年64%、79年35.6%、80年43%、81年36%と次第に減少している。

ジャカルタ・タンゲラン有料道路は、スマトラ島南端とジャワ島を結ぶフェリーの発着港メラクと首都ジャカルタを結ぶ既設の道路が、交通量の増大による渋滞によってその機能を殆んど発揮できない状態となっていたのを解消する為に建設されたもので、OECFのローンによって予定通り1984年11月に開通したものである。1985年には37,000台/日、1995年には72,000台/日の交通量

が予測されている。

ジャカルタ・チカンベック有料道路は首都ジャカルタから東への交通量が、1976年に既に16,000台/日を超え、毎年20%程度の伸びがあるとして計画されたもので、現在施工中である。

ベラワン・メダン・タンジュンモラワ有料道路は、スマトラ北部の大都市メダンの商業港ベラワンとメダン市を結び更に東部に連結する為のもので、ベラワン港の荷扱量の増大に対応するものである。現在施工中で、1986年の完成を目標としている。

パダダラン・バンドン・チルニ間有料道路は西部ジャワの州都バンドンの通過交通量が、年平均乗用車16.5%、バス10%、トラック13.0%で急伸しているのに対応する為に計画された。1982年に着工の予定で設計も完了していると聞いているが未発注の様である。

8. ビナ・マルガの職員数

道路に関しての全ての責任をもっているビナ・マルガはその職員として約2,500人を持っている。その内訳は表-10に示す様であり、その指導的立場にある人々の内訳は表-11に示す様である。

表-10 ビナ・マルガ在職者内訳

修士以上	464名	高等学校	303名
学士	467名	その他	80名
高等専門学校卒	1,047名	計	2,542名
専門学校	181名		

表-11 大卒者並びにスタッフ内訳

土木	289名	産業	4名
計画	20名	数学	2名
建築	1名	その他の技術	11名
測地	4名	経済	33名
地理	4名	社会政治	10名
機械	22名	法律	22名
農業	14名	経営	13名
地質	7名	その他技術以外	8名
生物	2名		
化学	3名	計	469名

表-9 ジャゴラウィでの交通量及び事故統計

年次	交通量	日平均交通量	増加率	事故数	車両一台当たり事故率(%)	犠 牲 者 数(名)		
						重 傷	軽 傷	死 亡
1978	1,508	5,011	—	83	—	132	—	5
1979	3,696,457	10,052	223.4	87	0.0023	177	7	12
1980	6,329,983	17,290	34.8	128	0.0020	196	35	20
1981☆	5,012,032	24,029	21.1	131	0.0026	164	12	13

☆ 1981年は7月迄

9. ビナ・マルガの基準

ビナ・マルガの事業のスムーズな発展のため、年と共に数々の基準が発行されて来た。これを表-12に示す。

表-12 発行された基準

年度	基準名
1975	材料ガイドブック 地質調査マニュアル 道路維持ガイドブック
1977	道路材料検査マニュアル 道路補強用ブタス利用法及び常温混合設計法 ベンケルマンビームによる道路強度試験マニュアル
1978	コンクリートガイドブック アスファルト試験ガイドブック ブタスサンプリングガイドブック ブタス含水比ガイドブック
1979	道路条件判定ガイドブック 橋梁条件判定ガイドブック 木桁橋ガイドブック
1980	ペイント試験法ガイドブック 橋梁対振動計画マニュアル 土質調査マニュアル

10. 外貨ローンによる道路の改良及び新設

道路の改良・新設工事は主として外貨ローンによる国際入札によって実施されており、我国のOECDの他にIBRD, ADB, 西独及びサウディアラビアなどのローンが使用されている。その状況は表-13に示す。

これらのローンによって施工し或いは施工中の舗装の断面の一例を示すと図-2の様である。

表-13 1981年6月末のローンの状況

ADB	USAID	IBRD	KFW	☆OECD	SAUDI ARABIA KWAIT
163.51	56.30	334.74	150.00	462.07	68.00

☆日本は単位億円

表層 (アスコン)	10cm	表層 (アスコン)	4cm
基層 (アスコン)		基層 (アスコン)	6cm
アスファルト	23cm	アスファルト安定処理	15cm
安定処理		路盤	
路盤	15cm	下層路盤 (B) (クラッシャーラン)	20cm
下層路盤 (切込砂利)		下層路盤 (C) (クラッシャーラン)	10cm

表層 (ホットロールドシート)	3cm
アス安定処理層	3.5~4.5cm
アス安定処理層 (レベリング)	2~7cm
既設舗装	

a) ジャコラウィ有料道路

b) ジャカルタ・メラク高速道路

c) 国道改良工事 (IBRD 6th ROAD)

図-2 舗装断面の一例

ビナ・マルガは前項に述べた様な種々の基準をつくって来たが、まだ高速道路の設計、料金徴収システムなどについては経験が少ないので基準がつくられていない。このため工事毎の設計は入札によって決定したコンサルタントによって行われており、適用される設計法はその結果として独立した手法が選ばれてきた。

改良工事では標準化を行うため、例えば1984年に入札のあったIBRD 6th ROADのプロジェクト全25工区は全地区にまたがってはいるが、同一の基準で設計されており、この試みが成功すれば、ビナ・マルガは設計、施工の面のみならず維持補修の面から見ても大きな進歩をその実績の中に見出すことになる。又、これが成功すれば、次いで有料道路についても設計の標準化が行われることになるものと思われる。

11. 舗装設計法

舗装設計法を述べたものに「道路建設」(原名KON-STRUKSI JALAN RAYA)があり、1972/73に発行されて以来79年に改訂され82年に第2版が出版されたものである。

これによるとアスファルト舗装の厚さを求める基本式は

$$h = \sqrt{\frac{K \cdot P}{2 \pi \sigma_t}}$$

ここで h : 舗装厚 cm P : 荷重 ton

k : 常数 σ_t : 路床の支持力 kg/cm²

である。この基本式に交通量によるファクター、 σ_t とCBRの関連づけ、更に排水・降雨の地域的ファクターをとり入れて表-14の様にまとめている。

計算例としてジャコラウィ高速道路の断面をあげている。

Po = 18,000 ポンド、等価平均日交通量 1,790 台、設計寿命は20年、路床土のCBR値を4とすると、

$P_o = 8.2$ トン (18,000ポンド) $a_1 : 2.0$
 $n = 1,790$ $a_2 : 1.5$
 $u = 20$ 年 $a_3 : 0.7$
 δ : ボゴール地区 2.0 $D_1 : 10$ cm
 η : ボゴール地区 11.0 $D_2 : 23$ cm

CBR : 4

を代入して

$$h = 20 \sqrt{\frac{8.2 (1 + 0.7 \log 20 \cdot 2.00 \cdot 11.0 \cdot 1790)}{4}}$$

$$= 64.86 = 65 \text{cm}$$

$$h = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

$$65 = 2 \times 10 + 1.5 \times 23 + 0.7 D_3$$

$$D_3 = \frac{65 - 20 - 34.5}{0.7} = 15 \text{cm}$$

∴ 下層路盤厚を15cmとする。

この結果図-2に示した様な舗装断面となる。

12. あとがき

以上インドネシアの舗装道路について、ビナ・マルガ年報などによって御報告しました。インドネシアは、東工大の渡辺隆教授を団長とする講師団の一員として、バンドン工大での高級道路技術者養成講座に1976年末に訪れて以来現在色々な形で関係のある国で、私にとって第二の故郷と云える程懐かしい国であります。今年の8月17日に独立40周年を祝ったばかりの新しい独立国インドネシアは大きな意味で可能性を秘めた国と云えましょう。この国の道路技術者が、今後どのような設計、施工そして維持管理の技術を彼等のものにして行くかを是非あたたかい目で見守り、必要な時にはできる限りの応援ができる様な状態にありたいものだと考える次第です。

表-14 舗装厚の計算式

路盤の種類	計 算 式	計算上の等値交通量
1. 粒状路盤用	$h = 20 \sqrt{\frac{P_o (1 + 0.7 \log N_o)}{\text{CBR}}}$ $h = D_1 + D_2 + D_3$	$N_o = \delta \cdot \eta \cdot n$
2. 安定処理路盤用	$h = 20 \sqrt{\frac{P_o (1 + 0.7 \log N_o)}{\text{CBR}}}$ $h = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$	$N_o = u \cdot \delta \eta \cdot n$
ここで h : 舗装厚 cm D_1 : 表層厚 cm P_o : 標準荷重 ton D_2 : 上層路盤厚 cm u : 設計寿命 年 D_3 : 下層路盤厚 cm δ : 排水ファクター (1.0 ~ 5.0) a_1 : アスコンでは 2.0 η : 降雨ファクター (1.25 ~ 12.5) a_2 : アス安定では 1.5 n : 日交通量 (下表参照) a_3 : 切込砂利では 0.70		

コード番号	交通量区分	n の 値	$D_1 + D_2$ の最小値 (cm)	D_1 の最小値 (cm)
A	非常に密度の高い交通量	> 1,000	25	9 ~ 10
B	密度の高い交通量	100 ~ 1,000	20	7 ~ 8
C	中程度の交通量	10 ~ 100	15	7 ~ 8
D	非常に少ない交通量	1 ~ 10	12.5	4 ~ 5

砂漠の国の高速道路

林 理*

1. はじめに

歴史黎明の地イラクは、アラビアンナイトの舞台バグダッドを首都とし、面積約43万8千km²、人口約1300万人、ペルシャ湾の最深部に位置し、東はイラン、北にトルコ、北西から南へシリア、ヨルダン、サウジアラビア、クウェートに隣接し、南東の一部約100 kmがペルシャ湾に臨んでいる。(図-1参照)

輸入物質の輸送ルートは、ペルシャ湾経由でバスラ周辺の港より内陸部への鉄道・道路が元来メインであったが、近年の輸送量急増に能力増強が追い付かない状態である。又、港湾の拡張が限界的であることと、鉄道の輸送能力が小さいことで、最近ではヨルダンのアカバ港経由と、東欧諸国よりトルコ経由の国際道路輸送のウェイトが高まっているのが現状である。しかし舗装道路延長は7380 km、内 主要幹線は2100 kmと国土面積の割に延長が短い(78年末)。

これの対応策の1つとして又、イラク共和国の近代化の一環として、イラク高速1号線は、ペルシャ湾の港バスラよりバグダッド、ラマディ、ルトバを経由し、ほぼ在来の国道に沿ってヨルダン、シリア両国国境へと計画され、現在各工区で工事が進められている。

当工区はそのほぼ中程でバグダッドよりヒット近郊までの約123 kmである。

2. 工事概要

本工事の名称は、イラク高速1号線R-9A・9B工区といい、前半バグダッド側62km(R-9A)と後半60.9km(R-9B)とからなっている。

発注者はイラク共和国建設省道路橋梁局(SORB. STATE ORGANIZATION ROADS AND BRIDGES)で、設計は西独のコンサルタントードルシェ社である。よって舗装構造図を見ておわかりのように我国の

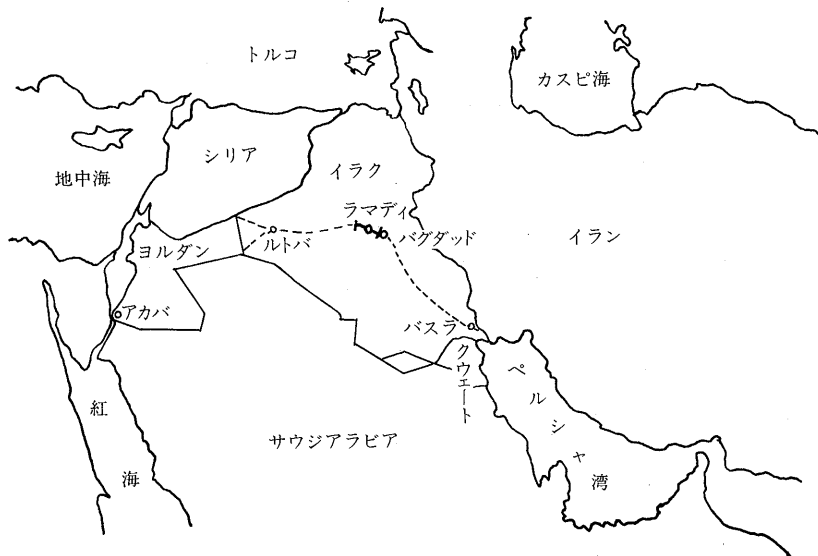


図-1 イラク周辺図

*はやし おさむ フジタ道路㈱イラク高速作業所

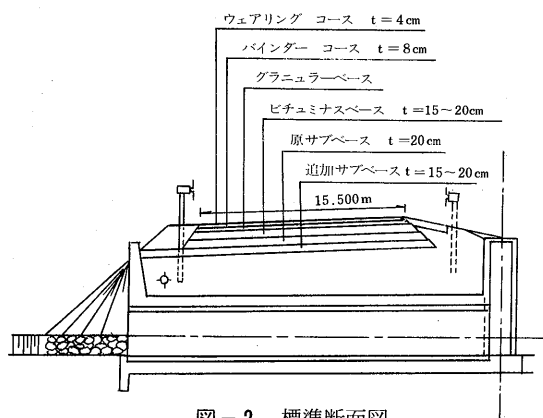


図-2 標準断面図

それと似通ったものとなっている。(図-2 参照)

道路延長は 122.98 km, 車線数上下各 3 車線, インターチェンジ 3 カ所, レストエリア 2 カ所, オーバーパスブリッジ 15 橋, アンダーパスブリッジ 9 橋, ボックスカルバート 180 カ所, 総施工面積約 410 万 m^2 , アスファルトコンクリート約 260 万トン, 各工種別の数量は, 表-2 の通りである。

30km地点(ファルージャ)と80km地点(ラマディ郊外)に宿舎を構え, 双方にアスファルトプラント, 砕石プラント, コンクリートが設置され, ラマディ側には, フィラープラント, PCプラント, 二次製品プラント, 燃料基地, 重機車輛修理工場がある。(写真-1, 2, 3, 4 参照)

表-2 舗装工種別数量表

工 種	単位	9 A	9 B	合 計	摘 要
サブベース	m^2	610,000	550,000	1,160,000	t=15~10cm
ビチュミナス グラベルベース	m^2	1,700,000	1,595,000	3,295,000	t=20~15cm
グラニューラーベース	m^2	85,000	80,000	165,000	t=20~15cm
プライムコート	m^2	2,130,000	2,060,000	4,190,000	MC-30
タックコート	m^2	3,580,000	3,480,000	7,060,000	RC-250
バインダーコース	m^2	2,110,000	1,976,000	4,086,000	t=8cm
ウェアリングコース	m^2	2,060,000	1,930,000	3,990,000	t=4cm
ダブルサーフェース ドレッシング	m^2	25,000	20,000	45,000	乳剤舗装
アスカーブ	m	105,000	105,000	210,000	
路肩安定処理	m^2	340,000	315,000	655,000	
インレット取付工	カ所	—	1,600	1,600	



写真-1 ラマディ基地

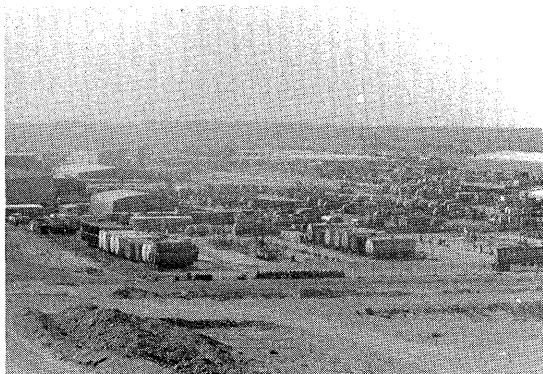


写真-3 モータープール



写真-2 アスファルトプラント



写真-4 骨材プラント

16



又、骨材プラント3カ所をそれぞれの骨材ソースの周辺に配置し、路盤・舗装用材料の分級、路盤材の生産出荷を行っている。(表-3 参照)

表-3 イラク高速主要機械

機 械 名	仕 様	メーカ	台数
アスファルト・プラント	F670 4 tonパッチ	英.PARKER	4
MC. RC. プラント	5 kl/回	田 中 鉄 工	1
フィラープラント	20 ton/hr	川 崎	1
骨 材 プ ラ ン ト	100~300 ton/hr	神 戸 製 鋼 他	12
フィニッシャー	TITAN 410S 8m~12.5m	独. ABG	14
振 動 ロ ー ラ ー	BW 220 A	米. BOMAG	10
"	210 A	"	7
タイ ヤ ロ ー ラ ー	25 ton	独. HAMM	9
"	15 ton	川 崎	7
ロ ー ド ス イ ー パ ー	NW-945	豊 和 工 業	4
横 取 機	NS-120	新 潟 鉄 工	3
デ ス ト リ ビ ュ ー タ ー	PS-110	日 産	3
モ ー タ ー グ レ ー ダ ー	GD 705 R-2	小 松	6
アスファルトローリー	30 kl	日 産	13
ホ ー ル ロ ー ダ ー	KSS 85 Z	川 崎	10
ダンプトラック	20 ton	日 産	70

3. この工事の特色

まず第一にあげられるのは、120 kmというこの長大な施工延長であろう。このため 240 ton/hr. のアスファルトプラント2基2カ所計4基を設置し、3000~6000 ton/dayを施工している。

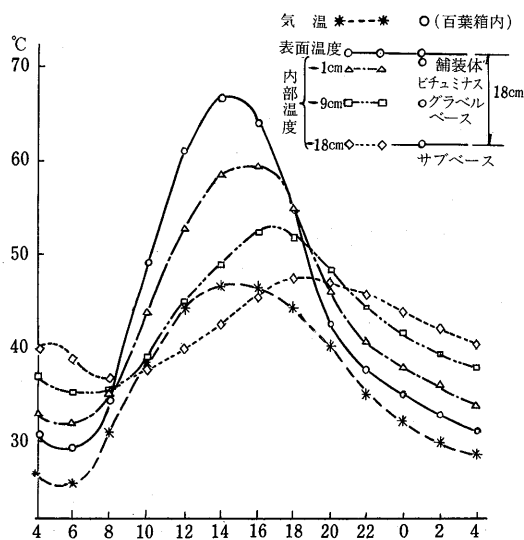


図-3 気温及び舗装体温度測定図

つぎにイラクの大陸性の乾燥した砂漠の気候があげられる。夏は暑く、冬は寒い、内陸の地方では気温が零下10℃にも下がるところもある。夏場は、日中で気温が最高50℃前後となり、舗装体の温度は70℃近くまで上昇する。図-3はその一例で、ビチュミナスグラベルの試験施工個所に自記温度計を設置して実測したものである。よってアスファルトコンクリートの配合設計は対流動性に優れたものが求められる。現に在来国道の走行車線においてわだち掘れが見られ、特に交通流速の落ちる箇所(橋面、検問所付近等)では甚だしいものである。イラクでは通常切削機を用いて、わだち掘れの山の部分を削り平坦にする方法が取られている。橋面以外は切削後のオーバーレイはほとんど行わない。

そして次に発注者(SORB)のエンジニアとの方々の折衝等について、海外工事経験者の方々はすでに御承知のことと思うが、「所変われば、品変わる」の言葉通り、人種、生活習慣、言葉、社会制度等が異なれば、物事の見方、考え方も当然違う(これは外国人労働者を使う場合にもあてはまる)。さらに彼等の多くは舗装に関しては素人であり、突拍子もないクレーム、注文等に面喰うことも再三である。又、社会主義国の特徴として、この工区のSORBの技術者代表(工区長)は、絶大な権力を持ち、もし彼の承認なしではいかなる工事、工種も始めることができず、彼の考えは仕様書よりも優先される。

以下各工種について色々特色等を述べてみたい。

3-1. サブグレード工

この工種は土工事班が担当し、基本的には舗装班はタッチせずすぐにサブベース工を行う。

3-2. サブベース工

アディショナルサブベース(厚15・20cm)とオリジナルサブベース(厚20cm)の2層より成っており、粒度は図-4に示す通りでアディショナル50~0mm、オリジナル75~0mmである。

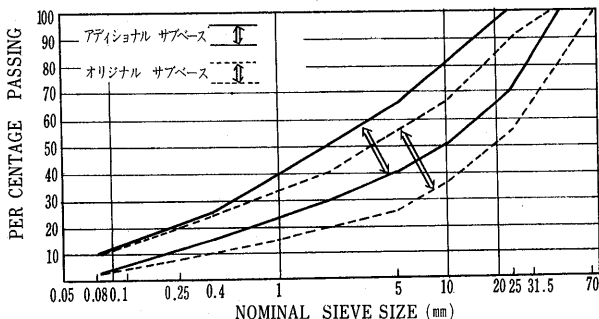


図-4 サブベース粒度曲線範囲図

材料生産の仕事は、まず骨材ソースの探査より始まる。砂漠（砂漠よりは土漠がよりふさわしい）を何カ所も試掘し、ソースを捜しあてるのである。当工区はユーフラテス川の近くで、流域には、太古河床であったと思われる所があり表土を1～2 m程取り除くと50～0mm程度のものが得られる。そのソースから取れたままのものを原材と呼び、これに、その他分級材、砂（0.63～0mm程度の細砂のソースもある）等を混合し、粒度を調整して路盤材を生産している。表-4はオリジナルサブベース材の各材料の混合割合の例である。

表-4 オリジナルサブベース混合割合

	原材 Z-I	分級材	分級材	分級材	細 砂
サイズ mm	50～0	75～25	25～4	10 over	0.63～0
混合割合%	32%	18%	15%	10%	25%

原材は通常50～0mm程度の粒度で、# 200フルイ通過のパウダー分が多くPIが高い。よって骨材混合プラントにはファンによる送風でパウダー分を飛ばす装置が設置され、PIの調整を行っている。

施工は、フィニッシャー（ABG TITAN 410 S）3台により敷均しを行ない、転圧には、シングルドラム（BOMAG BW 210 S）、端部はシングルドラムではタイヤにより型崩れを起すので、ダブルドラム（BOMAG BW 220 A）を使用している。タイヤローラーはHAMM GRW-15である。

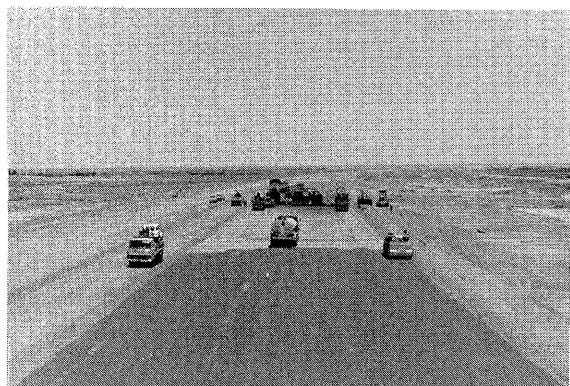


写真-5 サブベース施工状況

3-3 ビチュミナスグラベル工（アス安定処理工）

骨材は、サブベース材同様ソースよりの原材を32-16mm、16-4mm、4-0mmに分級洗浄し、これらに分級材2-0mm、細砂、ライムストーンの石粉、セメント（イ

ラク産）を加えたもので、アスファルトはイラク産の40～50の針入度のものを用いている。

配合設計は、夏場の流動対策に主眼が置かれ、粒度は荒目、アスファルト量は少な目の3.9%である。

粒度曲線を図-5に示す。

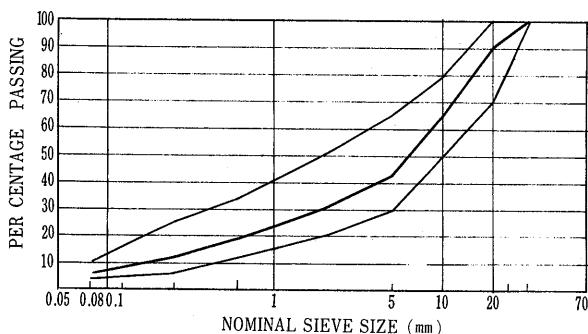


図-5 ビチュミナスグラベルベース粒度曲線

セメントは、残留強度試験（AASHTO T-165）で60%以上という規格を満足するために、全骨材の1%を添加しているもので、以前アメリカ産の輸入アスファルトを使用していた時には必要なかったものである。

やはり、中東の中間基系原油から生産されるアスファルトはいくらかパラフィンを含み、ハクリが起きやすく残留強度の点でアメリカ産に劣ると思われる。しかし、施工性等では変わらない。

アスファルトプラントは、イギリスPARKER社製（4 ton バッチ）のもので、ファルージャ、ラマディ、2カ所に2基ずつ設置され、1基地の2基同時運転で3000 ton/day前後の出荷をしている。

1基当りのアスファルトタンクの容量は500 tonしかないで、ラマディプラントには、容量 3000 tonのアスファルト貯蔵設備を設けた。

プラント周辺は見渡す限りの大砂漠で、人家は全くなく、敷地は充分に取れ（約18万㎡・ラマディプラント）、燃料はC重油を主に使用し、集塵装置もサイクロンが1つあるだけである。

施工は、フィニッシャー（ABG TITAN 410 S）1台を12.5 m幅にセットし、15・18・20cmの各タイプともに一層敷均しで、転圧にはダブルドラム（BOMAG BW 220 A）とタイヤローラー（HAMM GRW-15）、特に端部用として小型ローラーを使用している。その機種は、SAKAI SV-25（1台）と SAKAI SV-10（2台）である。これは端部の転圧時の型崩れを防ぐため、型枠設置、パイプロプレートの

フィニッシャーへのセット等色々試行錯誤の結果出た答である。方法は、初転圧を小型ローラーで行い、二次転圧でダブルドラムで端部より50cm程まで転圧し、再び小型ローラーでローラーマークを消すというものである。

基準密度は日々現場から採取した試料のマーシャル供試体のかさ密度を用いる。よって日によって異なる。コア採取位置（SORB試験室）は、端部より70cm～1mで中央部からは抜き取りはしない。締固め度の規格は98%以上である。ここ半年ほどの試験結果では、99%前後の締固め率が、端部の型崩れなしに得られている。当方では、特別な場合以外コア採取を行っていないが、以前の試験結果では、中央部は端部のSORB試験室の抜き取り位置より1～2%くらい高いことがわかっている。

日々の施工終点の横断ジョイントには夜間作業でカッター切断を行っている。以前は敷均し終点部を斜面にしていたが、この切り取り廃棄合材の節約のため以下の工夫をした。敷均し完了後、全幅に亘り施工厚に合せたH鋼を型枠として置く、次に木製のプラットホームを置いて、型枠上をローラーが通過できるようにする。これで切り取り合材の量は以前の半分以下となった。（図-6参照）

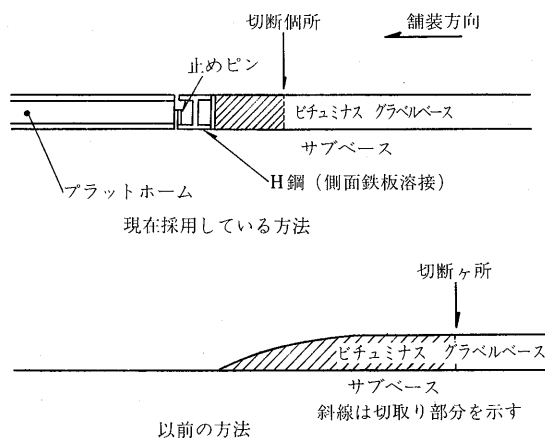


図-6 型枠設置図

3-4 バインダー・ウェアリング工

この2工種のみ砕石を使用している。現地のローカル業者より原材（30mm over）を購入し、骨材プラントで破碎、分級をし、これらに2-0mm、細砂、石粉、セメントを加える。

バインダー工は、アスファルト量4%、粒度は図-7に示す通り、試験施工が7月に終り9月より施工を開始した。

ウェアリングは、承認申請用の室内試験がSORB試

験室で行なわれている。

3-5 品質管理体制

試験法は主にAASHTO及びASTMに従い、発注者、施工者ともに試験室を持ち、それぞれ試験を行っている。SORBの試験は検査用で、我々のそれは自主管理のものである。よって我々の試験結果は検査の合格不合格に対して全く影響力を持たない。現在アスファルト

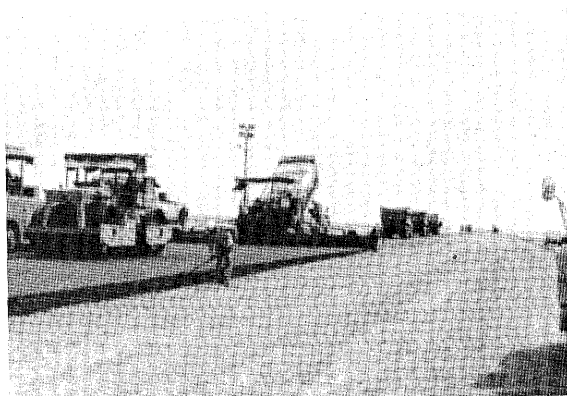


写真-5 ビチューミナスベース施工状況

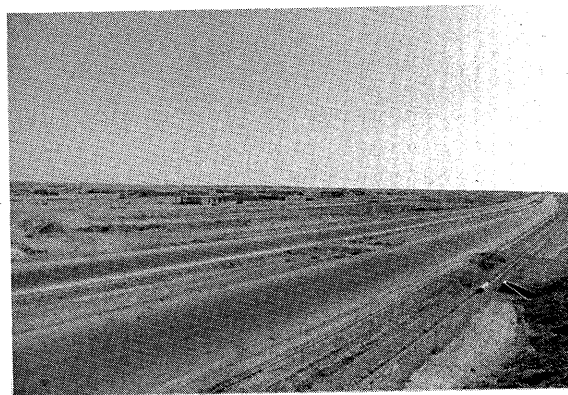


写真-6 ビチューミナスベース施工済

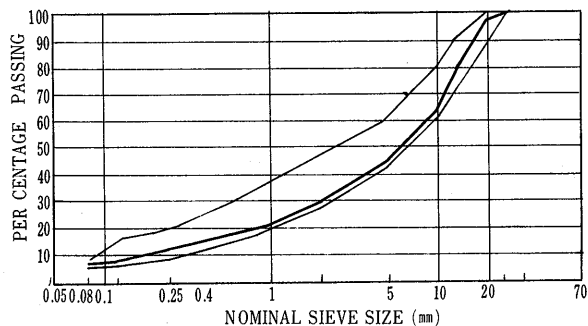


図-7 バインダー粒度曲線図

表-6 PAVEMENT TEST SPECIFICATIONS (舗装試験規格)

No.	TEST ITEMS (DESCRIPTION)	METHOD	N	ADD.SUB.	N	ORGI.SUB.	N	GRANULAR	N	BIT.BASE	N	BINDER	N	WEARING	N	CUT BACK
1	SIEVE ANALYSIS (mm)	T 27	*	SEE (Tb.1)	*	SEE (Tb.1)	*	SEE (Tb.1)	*	SEE (Tb.2)	*	SEE (Tb.3)	*	SEE (Tb.3)	*	
2	MOISTURE CONTENT (%)	T 147	*		*		*									MC - 30
3	ATTERBERG LIMITS : LL	T 89-91	*	MAX. 25	*	MAX. 25	*	MAX. 25	*	MAX. 35						RC - 250
	PL		*		*		*									
	PI		*	MAX. 6	*	MAX. 6	*	MAX. 6	*	MAX. 3	*	MAX. 3				
4	ABRASION (%)	T 96	*	MAX. 35	*	MAX. 35	*	MAX. 35	*	MAX. 35	*	MAX. 30	*	MAX. 20		
5	C.B.R. (%)	T 193	*	min. 30	*	min. 40	*	min. 50								
6	S.S.C. (%)	E - 8	*	MAX. 2.5	*	MAX. 7.5	*	MAX. 7.5								
7	PLATE BEARING (kg/cm ²)	GERMAN	*	min. 1000	*	min. 1000	*	min. 1200								
8	DENSITY IN SITU (%)	T 205/191	*	min. 95	*	min. 95	*	min. 95	*	min. 98	*	min. 98	*	min. 98		
9	MOIST. /DEN. REL. (g/cm ³)	T 180	*		*		*									
10	BULK DENSITY (g/cm ³)	T 166														
11	STABILITY (Kp)	T 245							*	min. 500	*	min. 700	*	min. 1000		
12	FLOW VALUE (mm)	T 245							*	1 - 4	*	2 - 5	*	2 - 5		
13	AIR VOID (%)	T 245							*	2 - 6	*	3 - 7	*	2 - 5		
14	MAX.SPEC.GRAV. (g/cm ³)	T 209														
15	THEO.SPEC.GRAV. (g/cm ³)															
16	BIT.CONTENT (% BY WT.)								*	3.9 + - 0.5	*	4.0 + - 0.3	*			
17	GYPSUM CONTENT (% BY WT.)	EM							*	MAX. 1						
18	SO 4 CONTENT (%)	DIN 4226							*	MAX. 0.6	*	MAX. 0.6	*	MAX. 0.5		
19	SWELLING (% OF VOL.)	T 193							*	MAX. 2	*	MAX. 1	*	MAX. 1		
20	VOID CONTENT (% OF VOL.)								*	3 - 5	*	MAX. 5	*	3 - 5		
21	COATING & STRIPPING (%)	T 182							*	ABOVE 95	*	ABOVE 95				
22	SAND EQUIVALENT VALUE	T 176														
23	FLAT OR ELONGATED PCS. (%)										*	MAX. 20	*	MAX. 20		
24	SURFACED FRACTURED PCS.										*	MAX. 75	*	MAX. 75		
25	RETAINED STRENGTH (%)	T 165							*	min. 60	*	min. 70	*	min. 70		
26	SMOOTHNESS (mm)		*	MAX. 10	*	MAX. 10			*	MAX. 10	*	MAX. 6	*	MAX. 4		
27	BITUMEN PENETRATION	T 49							*	40 - 50	*	40 - 50	*	40 - 50		
28	SOFTENING POINT	T 53							*	54 - 60	*	54 - 60	*	54 - 60		

Tb.1: SUB BASE GRADATION TABLE			
SIZE(mm)	TYPE A	TYPE B	TYPE C
75	100		
50	80 - 100	100	
25	55 - 90	70 - 100	100
10	35 - 65	50 - 80	65 - 95
5	25 - 55	40 - 65	50 - 80
2	20 - 40	30 - 50	40 - 65
0.4	10 - 25	15 - 25	20 - 35
0.08	3 - 10	3 - 10	3 - 10
NOTE: A.S.B.-CAN BE TYPE A,B,OR C O.S.B.-TYPE A ONLY GRAN.-TYPE A ONLY			

LEGEND:

N = * TEST REQUIRED

Tb.2: MATERIAL FOR BGBC		
SIZE(mm)	SPECS.	JMF
31.5	100	
20	70 - 100	
10	50 - 80	
5	30 - 65	
2	20 - 50	+ 6
0.63	12 - 34	
0.25	6 - 25	
0.08	4 - 10	+6,-2
BITUMEN		+0.5
MINERAL FILLER FOR BGBC		
0.08	- 100	
0.02	30 - 100	
0.005	Min. 5	
PLASTICITY INDEX:Max. 2		

Tb.3: BINDER AND WEARING COURSE GRADATION			
SIZE(mm)	BINDER	WEARING	J.M.F.
25.0	100		AGGREGATE
20.0	90 - 100	100	PASSING
12.5	70 - 90	80 - 100	SIEVE 5 mm
10.0	60 - 80	70 - 85	OR LARGER
5.0	42 - 60	60 - 80	+ - 6%
2.0	27 - 47	40 - 60	AGGREGATE
1.0	20 - 37	28 - 48	PASSING
0.63	15 - 30	22 - 40	SIEVE 2 mm
0.25	8 - 20	10 - 30	& SMALLER
0.125	6 - 15	8 - 20	(10 & 40)
0.080	5 - 8	6 - 12	+ - 4%
FILLER (No 200)			+ - 2.0%
BITUMEN			+ - 0.3%
MIX TEMPERATURE			+ - 10°C

REMARK: ALL SPECIFICATIONS ARE ACCORDING TO AASHTO & ASTM & DIN etc.



写真-7 バインダー試験施工

合材の試験項目は表-5に示す通りで、フジタ試験室の人員は、エンジニア1人、テクニシャン1人、レーバー2人である。

試料は4分法によってSORBと同一のものを採取しているが双方の試験結果の間には、ある程度の誤差が生じる。よって月々データを集計し、比較検討を行い、双方の違いの傾向——例えば、合材抽出後のフルイ分け試験において2mmフルイの通過率が我々の試験結果の方が平均して2%高いといったようなものをにらみつつプラントの管理を行なう必要がある。(表-6参照)

次に、試験機械の維持管理については、施工機械等と異なり専門の修理担当者がいないのと西ドイツ製のものが多くので色々と苦労がある。おかげで私も機械構造の勉強をさせてもらった。又これは他の機械等にも言えることであるが、イラク国内ではまず部品等は手に入らないということである。小型軽量のものなら一時帰国者の託送物として日本より取りよせる方法があり一番早い。しかしこれとて日本—イラクの航空便が週一便であるのと、日本での調達期間も含めれば2~3週間はかかる。

又、バグダッドの空港でおどろくような税金をかけられたり、物によっては持込が許可されず空港の税関に何日も止められたこともある。いずれにしろ部品等の注文には、しっかりした長期的なものが求められる。

表-5 アスファルト合材試験項目

試験項目	SORB試験室	プラント試験室
合材抽出フルイ分け	プラント 現場 1回/日	プラント 1回/日
マーシャル安定度(T-245)	"	"
残留強度	"	"
最大比重試験(T-209)	プラント 現場 1回/日	"
コールドビンフルイ分け	プラント 1回/日	"
ホットビンフルイ分け	"	"
現場コア密度	1カ所/日	1カ所/日

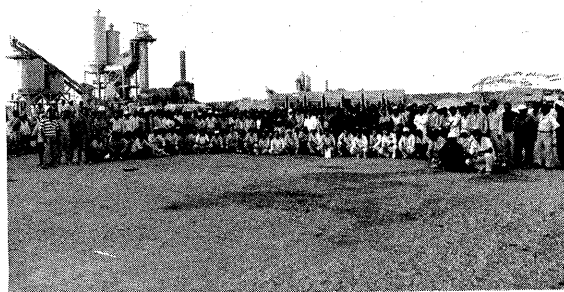


写真-8 安全大会

4. あとがき

'80年のイラン、イラク紛争以来中断停滞していた当工事も今年より本格的施行体制となり現場にも活気がみなぎってきた。現在は'87年末の工事完了に向け日夜奮闘努力の毎日である。

参考文献

- ・「ジェトロ貿易市場シリーズ 209 イラク」
日本貿易振興会
- ・「アスファルト Vol. 15 No. 83 アスファルトの話シリーズ」
日本アスファルト協会

☆

☆

☆

☆

タンザニア(アフリカ)における舗装工事の一例について

小 田 嶋 實*

1. はじめに

鹿島建設が、昭和55年から59年にかけて、アフリカのタンザニア連合共和国にて受注したスレンダー橋梁工事、ザンジバル7km道路工事に、道路舗装工事の技術支援として出向した時の工事概要及びタンザニアについて紹介したいと思います。

2. タンザニアについて

タンザニアと聞かれて、マラソンランナー、人類発祥の地(ゴラン高原)を思い浮かべても、どの辺に位置し、どのような国が答えることの出来る人は少ないと思われる。アフリカ大陸の東側、インド洋に面し、赤道から南緯10°くらいに位置する国である。1964年、東京オリンピックの年に、英国領から、大陸側のタンガニーカと島国のザンジバルが連合して共和国として独立しました。

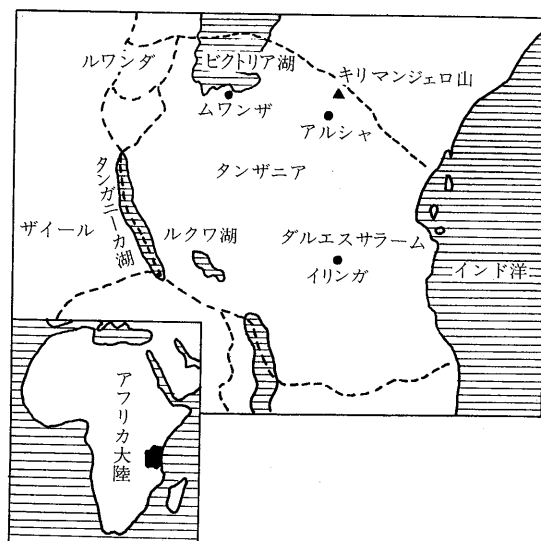
国土面積は、日本の約2倍半、人口は、約1,800万人である。熱帯性気候の沿岸平野部を除けば、サバンナ気候の高原が大部分であり、乾期(4~5月)と雨期(11~12月)の2シーズンである。

宗教は、本土タンガニーカでは、キリスト教徒が70%を占めるが、島国ザンジバルでは、イスラム教徒が90%である。公用語は、スワヒリ語と英語である。

空路は、便数が少ないが、南廻りでカラチ経由、北廻りでヨーロッパ経由にて首都ダルエスサラームに至る。

本土タンガニーカには、キリマンジャロ山、ビクトリア湖、タンガニーカ湖があり、19世紀には、リビグストンをはじめ数多くの探検隊が、未知の大陸を訪ずれている。現在は、大自然動物園として観光施設も整備され、比較的容易に探索できるが、大草原は、動物とマサイ族の物の様である。

この国では、農業の振興が遅れており、焼畑農業、遊牧が大部分であり、キリマンジャロ山麓に広がるコーヒー、紅茶の農園は、植民地時代から開発されたもので、今でもヨーロッパ人が経営しており異質の感じがする。



内陸国のザンビアの鉱物資源開発、そしてタンザニアの産業振興の目的で建設された国際的プロジェクトのタンザン道路、タンザン鉄道は、今では無用の長物化している状態である。現在でも、先進国の援助で、市街化計画、空港整備計画が行なわれているが、全てが先進国の技術者で進められている状態であり、自国で教育した技術者もいるが、絶対数が少なく、技術能力も低く、おんぶにだっこの感じである。

島国のザンジバルは、歴史の古い島で、紀元前500年頃から、貿易風を利用した交易があり、アラビア、インド、遠く中国にまで及んでいる。アフリカの東海岸には拠点とする町がないため、アラビア、ヨーロッパ諸国からの侵略の歴史も長く、アフリカ東部、ケニア、タンザニアなどの開発植民地化の基地ともなった。そのため現在でも様々な人種がみられる。この島の歴史で忘れることができないことは、奴隷貿易であり、大陸側から運ばれた奴隷は、ザンジバルにて、せりにかけられ、輸出された。今でも、本土の港町にバガモヨ(ここに心を置いて行け…の意)という悲しい地名が残っている。この様な歴史的な背景から遺跡も多く、又美しい風土と重さな

*おだじま みのる 鹿島道路橋工務第一部

ってヨーロッパからの観光客も多い。この国の貴重な外貨の収入源は、この島でとれる香辛料のクロブ(丁香)であり、そのため、本土と分離した政治・経済を持ち、半ば独立した形となっている。

3. 工事の紹介

(1) 工事名 スレンダー橋梁工事

企業名 タンザニア政府事業省

設計監理 日本工営

工期 S55.11.1～S57.3.31

工事場所 タンザニア国ダルエスサラーム市

工事内容 (イ) 橋梁 1ヶ所 (4車線 $\ell=75\text{m}$)

(ロ) 道路 延長1.5km 巾員7.5m (4車線)

舗装構造

下層路盤 (切込碎石 $t=15\text{cm}$)

上層路盤 (粒調碎石 $t=15\text{cm}$)

基層 (粗粒度アスコン $t=5\text{cm}$)

表層 (密粒度アスコン $t=5\text{cm}$)

(ハ) 交差点信号 3ヶ所

(ニ) 道路照明 一式

1930年に架けられたスレンダー橋の老朽化と朝夕の交通渋滞の緩和を目的に日本政府の援助で行なわれた工事である。首都ダルエスサラーム市の市街地と高級住宅地を結ぶ最も交通量の多い幹線道路で、現場周辺にはアメリカ、ソ連等の各国の政府機関があり、タンザニアにおける日本企業の初めての工事とあって、現地政府をはじめ各国から注目された工事であった。

現地では資材調達ができないため、原石山を3ヶ所、クラッシングプラント、アスファルトプラントなどすべての設備が要求され、工事規模の割には、多彩な段取を要した。幸にも努力の甲斐があり、この国では、異例の工期内完成という快挙を成し得た。

日本企業だけの設計施工で、かつ日本における仕様及び規格を使えたことが工事を進める上で問題を生じることなく順調な進捗をみせた結果と思える。舗装工事においても、日本における仕様と異なり、ただ石粉を含まないアスファルト混合物、常夏の気象条件におけるアスファルト舗装体について技術的な疑問があった。当初は密粒度アスコンにて配合設計、試験施工を実施したが、アスファルト量を減じても、ブリージング現象を解消できなかったため、仕様を変更し、密粒度ギャブアスコンにて、アスファルト量5.0%にて施工した。完成後2年間を経ているが、ピーク時2400台/時の交通量にもかかわらず、わだち掘れ、すり減り摩耗等の塑性

変形もみられず良好の結果を得ている。

(2) 工事名 ザンジバル7km道路工事

企業名 タンザニア国ザンジバル政府

設計監理 鹿島建設

工期 S57.9.1～S59.3.31

工事場所 タンザニア国ザンジバル島

工事内容 (イ) 道路 延長7km、巾員7.0m (2車線)

舗装構造

下層路盤 (切込碎石 $t=15\text{cm}$)

上層路盤 (粒調碎石 $t=10\text{cm}$)

基層 (粗粒度アスコン $t=4\text{cm}$)

表層 (" $t=4\text{cm}$)

(ロ) 橋梁 2ヶ所

(ハ) カルバート 4ヶ所

(ニ) 道路照明

この工事は、前工事スレンダー橋梁工事の実績が評価され、ザンジバル政府より調査、設計、施工、管理のすべてを一括し、特命で受注した工事である。20世紀初めのイギリス統治時代につくられ、既に60年以上経過し、道路、橋等が老朽化し、交通に支障をきたす幹線道路を全面改修したものである。現地政府の要望で、既存のアスファルトプラント、アスファルトフィニッシャーなどの使用を義務づけられたが、購入後、野積みになれ6年以上も放置されたもので、稼動状態にするまでには、相当の時間を要した。この様に設備があっても、技術者がいないため、独自で、新設及び維持工事ができない状態である。その様な理由で、この工事では、政府派遣の研修生を受け入れ技術指導の役割も兼ねたものであり、現地政府の信頼をより高めたものであった。

前回と同様に、日本の仕様及び規格で工事が進められたが、舗装工事において、スレンダー橋梁工事の実績を



写真-1 スレンダー橋梁工事の全景

基に、アスファルト混合物について、配合設計、試験施工を繰返し、密粒度アスコンより粗粒度アスコンがベターであり、資源のないこの国では、経済的であるとの観点から、図-2, 3に示す配合を採用した。

4. あとがき

タンザニアは、遊牧民が多く、牛を飼うために草を求めて移動する。その牛たちが群をなして、私達の現場を、時々、来訪し、新設された道路にフンを落して行軍し、交通渋滞をひき起こします。このような状景をみると「誰のための道路か？」と考え込まれた。車は、オイルを漏して走り廻り、かと思えば、マンゴーを取るために道路一面を石ころだらけにする。この国の人々には、立派な道路を持つのは早すぎたのかもしれない。

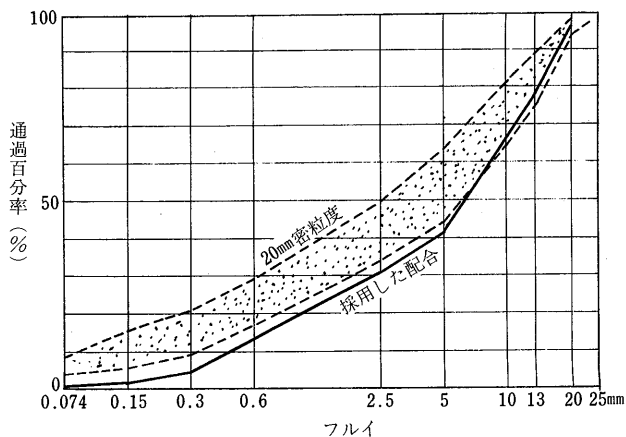


図-2 粒度曲線

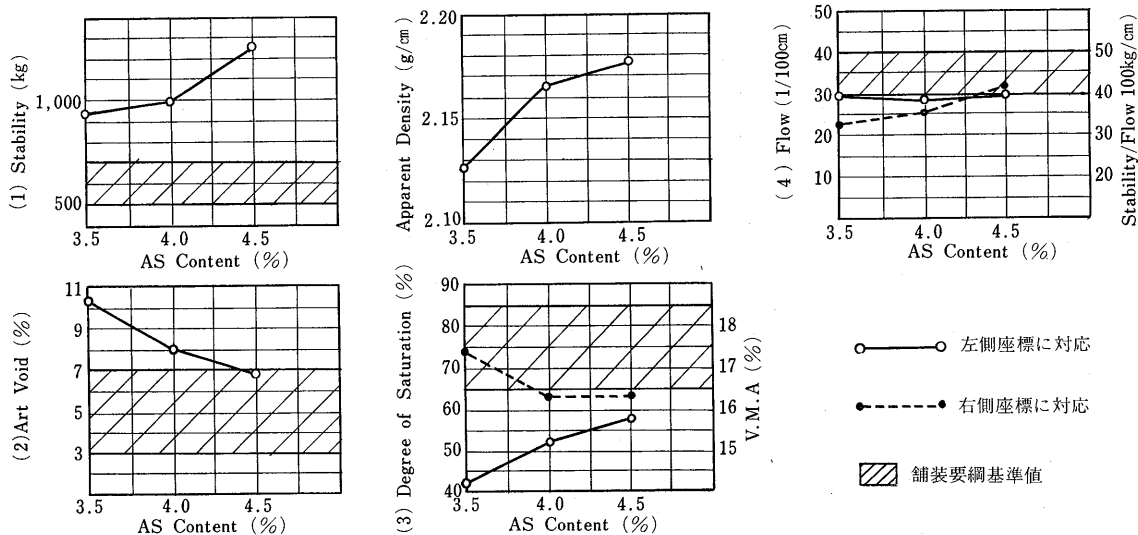


図-3 表層用合材マーシャル安定度試験結果



写真-2 ザンジバル7 km道路工事舗設状況

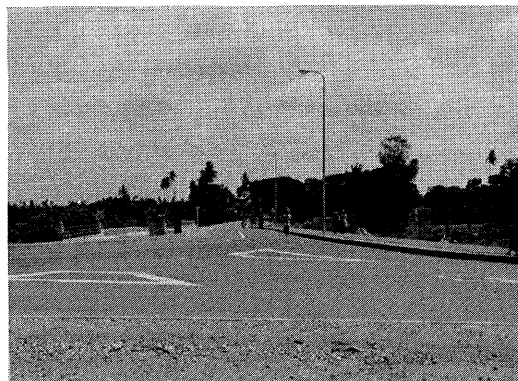


写真-3 完成した交差点の施工部

パラグアイ共和国国道6号線整備工事について

市川 隆*

1. はじめに

南アメリカ中央部に位置する内陸国パラグアイ共和国において、世界銀行借款による公共土木通信省発注の国道6号線整備工事に、昭和50年から昭和54年まで現地滞在し、施工業者として工事に携る機会がありましたので、その体験の中から舗装の施工関係について紹介する。

首都アスンシオンがあり、人口46万人、赤い屋根と白い壁のコントラストが美しい、レンガ、石造りの家が多い町である。

2. パラグアイ共和国

(1)一般状況

パラグアイ共和国はブラジル、アルゼンチン、ボリビアの3国にかこまれ、面積407,000km²(日本の約1.1倍)、人口327万人(1981年)、人口密度8人/km²、標高80mから800m程度の平坦な地形に、牛の頭数が人口を上回る農牧国である。

気候は亜熱帯性に属し、北部は暑く人口も少ないが、南部は温暖で住みやすい。

また、パラグアイは海と接していない内陸国であるが、世界4位の流域面積のラプラタ川の上流にあたるパラグアイ川とパラナ川を有している。パラグアイ川に接して

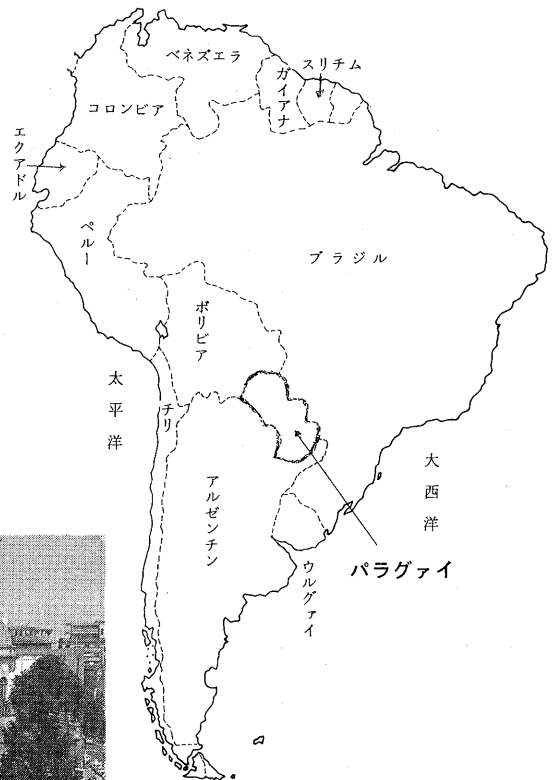


図-1 南アメリカ

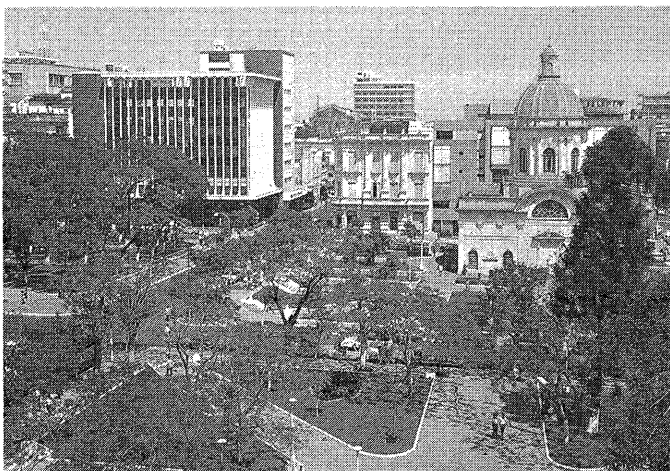


写真-1 アスンシオン中心街

*いちかわ たかし 大林道路㈱技術部EC課長

パラナ川の上流には、世界最大の水力発電所のあるイタイプダムと世界最大の流量を持つ瀑布イグアスの滝がある。

公用語はスペイン語であるが、市街地を離れるとガラーニ語（現地語）を話す人が多く、日本語と似ている単語が多いとのことであった。

(2)道路状況

道路は首都アスンシオンを中心として、南のエンカルナシオンとの間を結ぶ国道1号線（舗装済み）、東方向へは国道2号線、国道7号線（ともに舗装済み）と繋り、

ストロエスネルを抜けイグアスでブラジルとの国境になる。ボリビアへ向う国道9号線はトランスチャコと呼ばれ、滞在中工事の最盛期であった。

舗装済み道路の構造は、舗装巾6.0m、路肩1.5～3.0m程度でその外側に排水溝（素掘側溝）が設けられ、表層は表面処理タイプのものが多く、その上を乗用車、バス、トラック、フルトレーラ等が時速80～100kmで通過して行く。

アスンシオン市内の幹線道路はアスファルトコンクリートにより舗装されているが、砂の上に15cm角程度の石を敷いた舗装も多く残っている。

(3)交通機関

アスンシオン市内は市内電車、バス、タクシーなどが公共機関としてあり、一方通行に規制された街路はそれぞれ名前がつけられ、住所は街路名と番地を表示されているため、住所がわかれば簡単に行くことができる。

都市間の交通機関としては大型バスが利用され、アスンシオン～エンカルナシオン間約400kmは、定期バスが4～5時間で走り、広大な景色を見ながら快適なバスツアーが楽しめる。また、同区間は南米最古と言われている蒸気機関車が、薪を燃料として走っているが、バスと比べると時間を要し、脱線などでダイヤが不規則になりがちなのであまり利用され

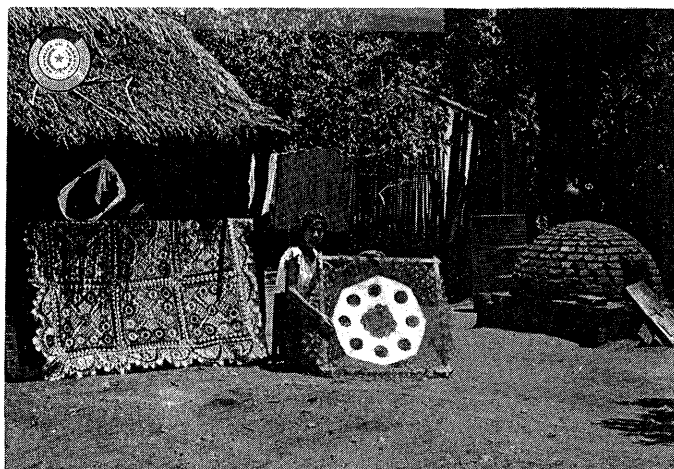


写真-2 パラグアイの名物ニャンヌティの織物

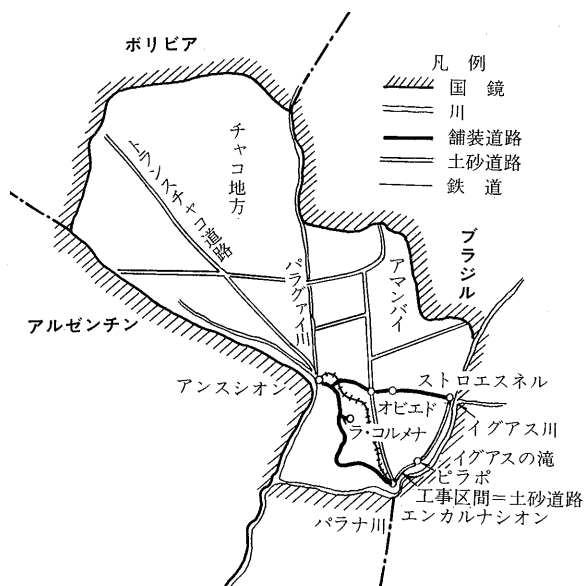


図-2 パラグアイ概略図

ていない。

国際空港はアスンシオン郊外にあって、ブラジル、アルゼンチン、チリ、ペルーなどに定期便が飛び、一番便数が多いサンパウロへは約2時間で行ける。

物資輸送機関としては、川を利用した水上輸送と道路による陸上輸送がある。海外からのものは、ブエノスアイレスの港で一度陸揚げ後、小型貨物船に積替えられ、ラプラタ川、パラナ川、パラグアイ川を上り、約1,400km離れたアスンシオンの港に着く。ブラジルからのものは、大型トラックが利用され、イグアスを通りアスンシオンへ来る。工事に使用したアスファルトは、サンパウロの近くから約1,700km離れた現場まで、4～6日間要して運搬された。

3. 工事受注の経緯

(1)工事見積り

工事見積り業務のため、昭和50年6月にパラグアイを

訪れ、その後約3ヶ月間アスンシオンを中心に、現地にも数日間出張して調査し、工事費の算出を手伝った。

工事対象路線は2路線で、3工区に別れ、ひとつは南のエンカルナシオンから東部のストロエスネルを結ぶ国道6号線のうち、エンカルナシオン～ピラボ間76kmであり、中間点付近においてⅠ工区とⅡ工区に別れていたが、入札は工区別あるいは両工区一括どちらでも選択できた。Ⅲ工区は国道2号線をアスンシオンから約150km離れた地点を南下した、ボカヤチ～コロニアインデペンデンスア間27kmの道路整備工事であった。

(2)国際入札

昭和50年9月8日アスンシオン市内において、国際入札が公開で行われた。エンカルナシオン～ピラボ間には8グループ（日本、パラグアイ、ブラジル、アルゼンチン、チリ、イタリアの建設業者）のうち、4グループが棄権したが、日本から参加した大林組とパラグアイのコンストラクタ C, C, C 連合が1,095万USドルで最低価格となり、ボカヤチ～コロニアインデペンデンスア間は、9グループ中3グループが棄権したが、アルゼンチン、パラグアイ連合が最低価格になった。

国際入札の場合は、入札までは整然と進行したが、開封と同時にされる各グループの工事金額の発表が終ると、高かったグループのメンバーが書類のミスはないかと壇上に上がり、大声で言い合うシーンがしばらく続いた。

しかし、地球の裏側にもあたる日本から参加し、最低価格になった時の感動は今でも忘れることはできない。

4. 施工

(1)概要

工事延長76kmのうち、エンカルナシオンと工事中間点のオエナウ間は、未舗装の道路があり、雨が降ると通行止め、乾くと土粒子が舞い上る状態での、供用しながらの改良工事である。オエナウ～ピラボ間は原生林の伐開から始まる新設工事であった。

表-1 工事概要

項目	工区 エンカルナシオン ～ ピラボ	ボカヤチ ～ コロニアインデペンデンスア
工期	800日	600日
延長	76km	27km
舗装面積	460,000㎡	165,000㎡
盛土量	685,000㎡	295,000㎡
構造物コンクリート	4,800㎡	1,000㎡

表-2 主要工種数量表

工種	規格	数量
盛土		685,000㎡
岩掘削		80,000㎡
下層路盤	厚25cm	100,000㎡
上層路盤	厚20cm	95,000㎡
ストレートアスファルト	120～150	1,400t
表層用骨材		21,000t
プライムコート	MC-70	480,000ℓ
排水管	φ600～1,200	2,800m
構造物	橋梁 70m	1ヶ所
	ボックスカルバート	8ヶ所

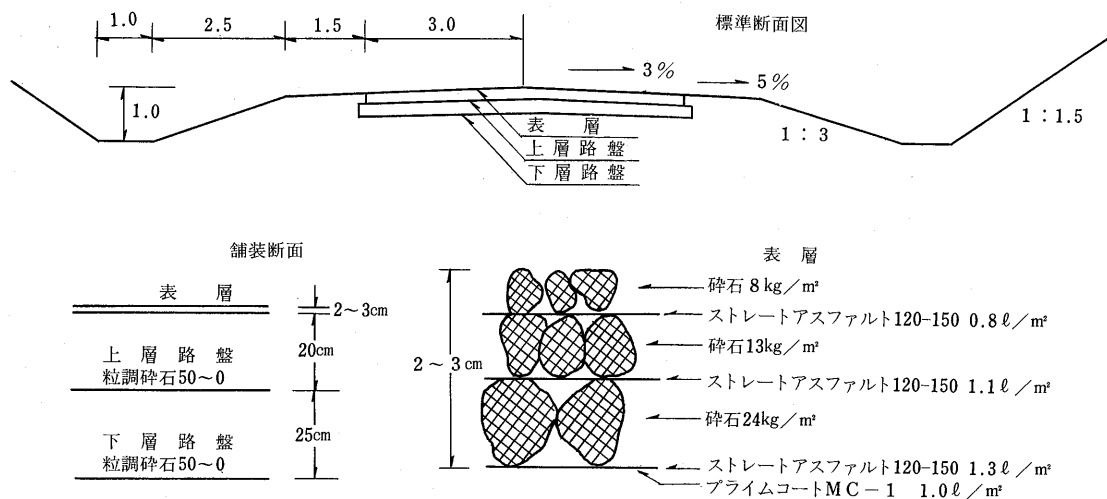


図-3 標準断面図

(2) 施工体制

構造物、土工の一部は、パラグアイの業者に任せたが、その他の工種については、機械、材料を直接購入し、作業員と雇用契約を結ぶ直営方式の組織となった。舗装関係では図-4に示すように、工種ごとにグループを編成し、世話役を置いてその下にオペレータ、作業員を配置した。直営方式のため、賃金、労働条件などについてはすべて個人交渉である。はじめのうちは通訳の人を介して話をしていたが、私の経験不足と交渉技術の拙劣さでは会話内容が分らない方が良い面もあることから、数ヶ月のうちに身振り、手振りを主武器として、時々怪しげなスペイン語で彼らに立向った。

また、一人で歩くようになると共に、スペイン語の覚えも良くなり、世話役との打合せ時において、言葉の違いはあまり障害にはならず、正確な言葉による表現も大切だが、お互いの感情を表面に出して考えをストレートに表現する方が重要であることを知り、日本人とパラグアイ人、技師と作業員といった関係より、人と人との触

合いという意味においては直営方式は良い経験になった。

しかし、解雇通告する時あるいは辞職して去って行く者を見送る時のことは、悲しくいやな思い出として残っている。

(3) 施工管理

パラグアイにおける大型土木事業の発注者側の施工管理体制は、施工管理会社に委託し、直接には関与しない。この工事においてもパラグアイ、アルゼンチン連合が請負い、細部にわたり管理した。

(4) 路床工

路床土としては、AASHO 分類法のA-6、A-7（日本統一土質分類法：粘性土）がほとんどを占め、中間地点付近にA-2-4（砂質土）が存在した。A-6、A-7のタイプはパラグアイの代表的な紅土（Laterite）で農作物には適している。しかし、自然含水比が35~40%に対し、最適含水比は25~30%のため、冬期あるいは降雨後になると、10%以上の含水比低下が必要となった。逆に、夏期の場合は、地表部分が乾燥し、ひびわれが入

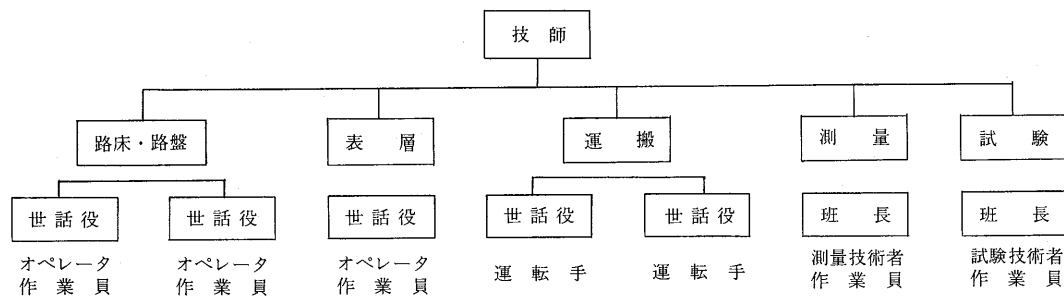


図-4 施 工 組 織

表-3 管理項目と規格

工 種	項 目	規 格	頻 度
盛 土 工	突固め試験 AASHO T 99		
	締 固め度 AASHO T 191	97%~103%	300 m ² に1回
	最適含水比との差	±2%以内	"
路 床 工	突固め試験 AASHO T 99		
	締 固め度 AASHO T 191	97%~103%	300 m ² に1回
	最適含水比との差	±2%以内	"
	高 さ (計画高との差)	±2 cm以内	
	安 定 性 (ブルーフローリング)		全 面 積
下 層 路 盤 工	突固め試験 AASHO T 180		
	締 固め度 AASHO T 191	98%以上	250 m ² に1回
	最適含水比との差	±2%以内	"
	粒 度 AASHO T 27	粒度範囲内	250 m ² に1回
	ロスアンゼルス試験 AASHO T 96	40%以下	
上 層 路 盤 工	安 定 性 (ブルーフローリング)		全 面 積
	突固め試験 AASHO T 180		
	締 固め度 AASHO T 191	100%以上	250 m ² に1回
	最適含水比との差	±2%以内	"
	粒 度 AASHO T 27	粒度範囲内	250 m ² に1回
	ロスアンゼルス試験 AASHO T 96	40%以下	
	高 さ	±1 cm	12.5 m 3点
	安 定 性 (ブルーフローリング)		全 面 積

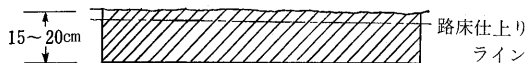
り、路床施工時には散水車が不足する状態だった。

A-2-4の土は比較的取扱いが簡単だったが、転圧後でも降雨を受けると雨水が浸透し、含水比が高くなり安定性を失い、再施工を余儀なくされた。降雨対策については種々検討したが、路床、路盤の施工範囲だけでも4 km以上あり、夕立などの対策は不可能だった。

作業順序については図-5に示すが、この中で工事進捗に大きな影響を与えたのが含水比調整と測量で、含水比調整については、日射利用の乾燥と散水による湿潤化の方法しか対処できなかった。測量についてはいろいろ検討しテストもしたが、路床面の仕上がり精度は、どの地点においても計画高に対して±2 cm以内(上層路盤では±1 cm以内)であること、オペレータと作業員の慣れの問題などからこの方法に頼らざるを得なかった。

この施工方法では、300 m仕上げるのに、降雨なしで4～5日必要とした。

①路床面のかき起し(モータグレーダ)



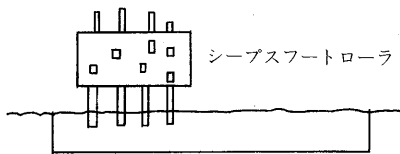
②かき起した土のほぐし(ディスクハロ)



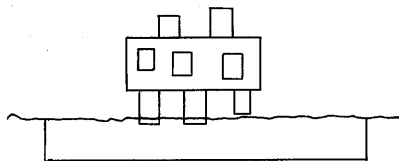
③含水比調整

高い場合 ディスクハロによるばっ起乾燥
低い場合 ディスクハロと散水車による調整

④整正(モータグレーダ)後転圧(シブスフトローラ)



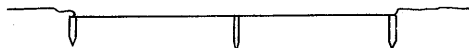
⑤転圧(振動式シブスフトローラ)



⑥測量(2.5×2.5×15cmの木杭を、横断3点縦断12.5mごとに路床の計画高になるまでハンマで打込む)



⑦整形(モータグレーダ)



⑧転圧(振動ローラ・タイヤローラ)

図-5 路床施工順序

(5)路盤工

路盤材は現場の中間点近くに原石山を見つけ、クラッシング設備を置き生産した。岩質は玄武岩(Basalt)で非常に硬く、重い(比重2.9～3.0)材質であり、舗装用骨材としては優れていたが、生産の面では非常に問題が多く苦労した。また、碎石だけでは粒度範囲に入らず、山砂を重量比で10%、クラッシングヤード内においてホ

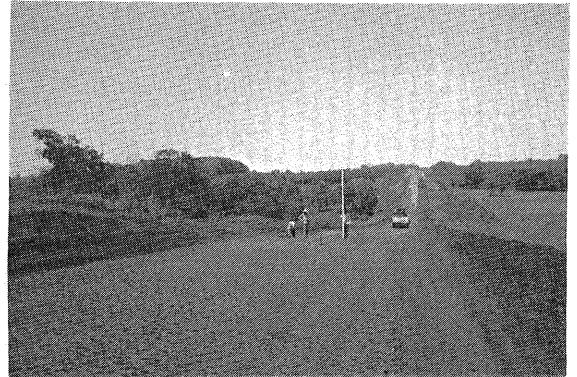


写真-3 測量状況

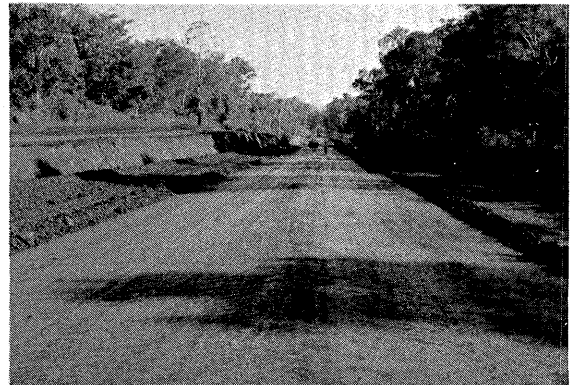


写真-4 路床完了状況

表-4 路盤材の粒度

ふるいの呼び名 mm	下層・上層 路盤用材料	粒度調整M-40 (舗装要綱より)
50 mm	100	100
40 mm		95 - 100
25 mm	75 - 95	
20 mm		60 - 90
10 mm	40 - 75	
5 mm	30 - 60	30 - 65
2.5 mm	20 - 45	20 - 50
0.4 mm	15 - 30	10 - 30
0.074 mm	5 - 20	2 - 10

イールロードを用い混合した。それでも2.5mmフルイの部分が粒度範囲の下限に近く、粗骨材の形状が薄く、細長いものが多いことと重なり、転圧に関しては大変問題があった。

特に、上層路盤工では100%以上の締固め度が要求されたため、2層仕上げを余儀なくされ、転圧機械(振動ローラ12tクラス)を増すことになった。

上層路盤の仕上り面は、路床工と同様に、路盤材を高く敷きならした後転圧し、モータグレーダ(ブレード巾4m級)により整形(カット)したため、想像できないような均一で素晴らしい仕上げとなった。精度も非常に良く、プライムコート後の路面を走行した感じでは、アスファルトコンクリートと差のないものと思われた。このように、モータグレーダのオペレータの技量には、驚くべきものがあり日本では不可能と思われるような精度であった。

しかし、このようなオペレータは非常に少なく、賃金面において優遇されている。

(6)プライムコート

プライムコートに使用した材料は、カットバックアスファルトのMC-70でブラジルからローリ車で搬入し、基地内のタンクに貯蔵した。

散布前の路盤面については非常に厳しく、大型送風機を使用して路面のゴミ、ダスト分などを完全に除去し、乾燥の確認をしてから散布した。MC-70は表面から10~15mm程度浸透して、養生後交通開放を行っても数ヶ月はその状態を保持した。

(7)表層(表面処理)

プライムコート上にストレートアスファルト(針入度120~150)を散布後、自走式のチップスプレッダで骨材を敷ならし、タンデムローラで転圧する。この作業を3回繰返し、最後にタイヤローラで仕上げ転圧した。交通開放前にもタイヤローラで転圧し、開放後、3~5日間は、速度を30km以下に規制し、交通転圧による路面の安定を図った。施工のポイントは骨材とアスファルトの付着であるため、骨材についてはダスト分、含水比、アスファルトについては散布温度、気温などに最も留意した。

(8)交渉、支払

施工管理者との打合せ、交渉はすべてスペイン語で行われ、特記仕様書の解釈の違い、設計図面の不備、試験方法、設計変更、契約外の仕事など問題が発生したが、語学力、表現力、説得力不足から時間を要し、文書(レター)の交換もしばしばあった。

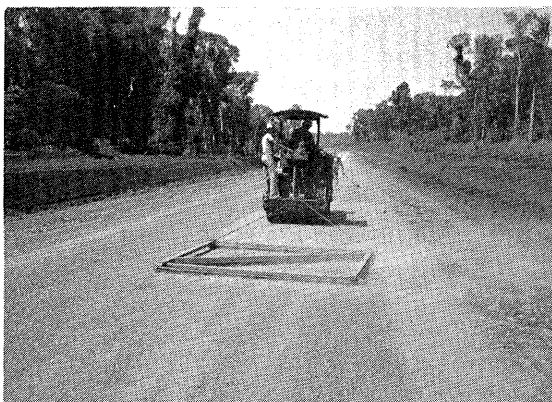


写真-5 上層路盤仕上げ状況



写真-6 上層路盤完了後の路面

契約は各項目ごとの単価契約で、月末に出来形を検測して2ヶ月以内にパラグアイ通貨とUSドル、45:55の比率で支払われた。

5. 施工に関する感想

この工事について思いついた事をまとめると、

(1)施工管理(発注側)に関して

①基本的で重要な事は、施工管理(発注側)とは対等の関係、立場にあることである。

②彼らとの交渉には、語学力が必要である。

③施工条件が少しでも変われば、小さな事でもレター(文書)を出す必要がある。証拠書類として後日の交渉資料でもあるから事実関係を正確に記さなければならぬ。そのためには、打合せ内容、交渉内容は工事日誌として毎日書いて残すべきである。

(2)施工に関して

①表層処理の場合、上層路盤の仕上り精度がそのまま表層に反映すること、強制的にも路盤で支持するタイプで

あることから、路盤の出来形、品質が大きなポイントである。そのため材料の分離、含水比、締固め度、仕上り高さ、仕上り面などに対する考え方は、非常にしっかりしていた。

②盛土、路盤、表層などの締固め作業に対する考え方も基本に忠実で、転圧機種を選定、転圧回数など学ぶことが多かった。

③骨材を約70万t生産したが、予想しなかった問題がいろいろ発生した。今回のような道路工事においては、原石、クラッシング設備が工事の命運を握っていることを痛感した。

6. おわりに

月日が経つのは早いもので、最初にパラグアイに乗込

んだ日からは、10年以上が過ぎている。

過去のデータ以上の降雨による低稼働率、再施工、セメント、火薬、燃料などの資材不足、品質不安定、ドル安円高の影響などが重なり難工事であった。私は工事完成まで残ることが出来ず、途中で帰国したが、昭和55年に終了し開通している。便りによると、非常に良い出来映えですが日本人が作った道路というような事も聞いている。嬉しい限りである。しかし交通量の増加と舗装構造を考えると、オーバーレイなどの修繕工事が当然必要であろうが、1日でも長く建設時の状態で残っていて欲しいと願うものである。

最後に、長い才月が流れた現今で当時の資料もほとんどなく、記憶をたどっての記述となってしまう、誤りも多々あると思われるがご容赦願いたい。

☆1985年改訂版発行のお知らせ☆

皆様からご好評をいただいている下記出版物は、毎年改訂発行しております。

ただいま発売中です。

日本アスファルト協会・発行

『アスファルト・ポケットブック』1985年版

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

主 な 内 容

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

ヨーロッパ主要3国の舗装

高橋 正明*

1. はじめに

ヨーロッパ主要3ヶ国（西独、英、仏）のアスファルト舗装およびその技術について調査を進めて気がついたのは、同一の時点でながめた、まとまった資料が意外に少ないということであった。そのなかである程度の数の文献、伝聞による資料をつなぎあわせて、できるだけ最新の時点における解説を試みたつもりである。したがって内容の一部については、既に過去の情報であったり、情報の時期が不揃いであったり、または一次情報の不足から不十分な記述とならざるを得ない点が出てしまう。これらについてはなにとぞ御容赦願いたく、また読者諸賢の御叱正を願う次第である。

個々の国々について話を進める前に、事前知識として以下の興味ある点を御紹介しておきたい。

表-1はやや古いが、上記3ヶ国に米国およびわが国

を加えて、主要先進諸国と日本を道路整備水準の観点から比較してみたものである。日本の道路交通／舗装の特徴は、短い舗装延長に加えるに、高い大型車混入率と圧倒的な車の密集状態であることをよく示している。ごく簡単な比較をしてみると、次のように云える。

日本は、国の面積で、西ドイツ、イギリスの1.5倍、フランスの70%

人口で、西ドイツ、イギリス、フランスのいずれに対しても2倍

舗装延長で、西ドイツの40%、イギリスの50%、フランスの20%

車保有台数で、西ドイツの1.5倍、イギリスの2.2倍

大型車台数で、西ドイツの9倍、イギリスの8倍、フランスの5倍

表-1 主要国の道路整備水準

国名	舗装延長 A 千km	自動車保有台数 B 千台	大型車台数 C 千台	$D = C / B$ %	$E = B / A$ 台/km
アメリカ	5,169	154,118	33,870	22.0	29.8
西ドイツ	419	24,769	1,533	6.1	59.1
イギリス	340	16,951	1,878	11.1	49.9
フランス	738	21,780	2,650	12.2	29.5
日本	178	337,874	14,214	37.5	212.8

国名	$F = C / A$ 台/km	年間総走行 G 億台キロ	$H = G \times D$ 億台キロ	$I = H / A$ 百万台	国土面積 (万 km ²)	人口 (万人)
アメリカ	6.6	24,250	5,335	10.3	936.3	23,450
西ドイツ	3.7	3,259	199	4.7	24.9	6,142
イギリス	5.5	2,774	308	9.1	24.4	5,638
フランス	3.6	3,030	370	5.0	54.7	5,465
日本	79.9	4,380	1,640	92.1	37.8	11,926

(注) 1. IRF Edition 1981による。ただし、日本は道路統計年報1981および建設省道路局資料による。5カ国の人口は1983年7月1日現在の総理府統計。

2. 日本の舗装延長欄 市町村道も含む全道路（簡易舗装を除く）

*たかはし まさあき 昭和シェル石油㈱中央研究所

さて表-2は、これらの国々の高速道路の整備水準を比較したものである。欧米主要国の整備状況は計画に対

して73~95%であるに対し、わが国は30%であり $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ の整備状態である。わが国の整備目標10000kmは、彼等の

表-2 高速道路の整備状況¹⁾

項目 国名	供 用 済		計画延長 (km) (B)	整備率 (%) (A/B)	備 考
	延長(km) (A)	年 次			
アメリカ	65,211	1981年 末	68,380	95	州際高速道路のみを示す
イギリス	2,652	1981年	3,433	77	このほか準高速道路が1981年で 2,799 kmある
西ドイツ	7,696	1982年 4月	10,500	73	
フランス	5,670	1981年 末	7,500	76	このほか準高速道路が1981年末 で 850 kmある
日 本	3,010	1982年 4月	10,000	30	

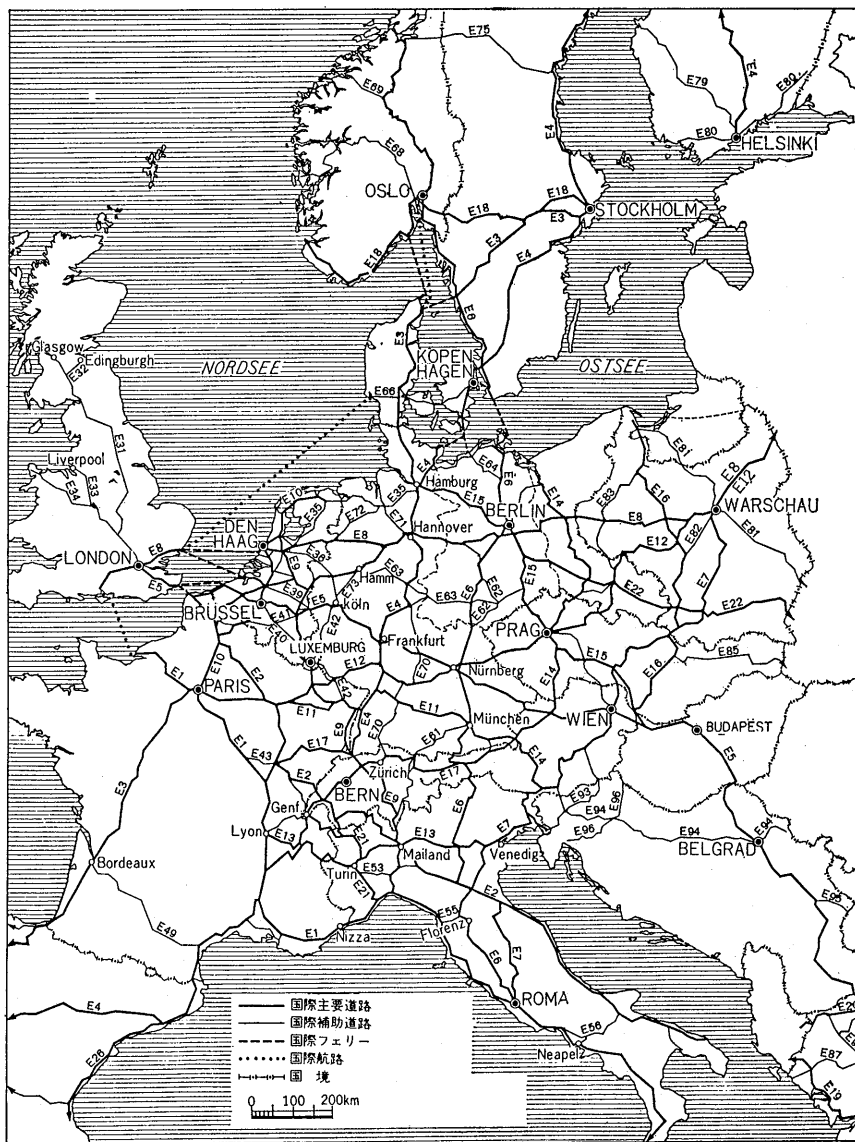


図-1 ヨーロッパ道路網²⁾

それに比べて、概ね妥当な値と考えられるが、その整備の推移を見ると、特にアメリカ、西ドイツに比べて実に20年の遅れがある¹⁾。更に道路幅員やネットワークの充実度を比べたら彼我の差は圧倒的であろう。

ヨーロッパ諸国の舗装技術・動向を理解するにあたって、忘れてはならないのがヨーロッパ道路 (European Road) の考え方である。既に古く1950年に、ヨーロッパ経済委員会 (ONU) が、常設国際道路会議協会 (PIARC) との協力のもとに、協約「ヨーロッパ幹線道路建設に関する宣言」を決定し、現EEC加盟国よりも多い18ヶ国がこれに加盟した²⁾。本来は交通上の必要性に適合できる機能を、宣言に記載された道路に与えるものであって、各国の思惑を越えた強力な意志決定権があるわけではないが、沿道制限、広告物禁止、税関の統一化等、できるだけ協力しあっている。それにしても東はソビエトと、イランの国境に至るまでのヨーロッパの国々が、自由、共産主義を越えて、高速道路で結ばれあい (まるで有料道路料金所の感じで税関があるだけ)、ヨーロッパ道路の頭文字Eの標識を付した道路を共有しあっていることは、島国日本と比べてまことに感慨深いものがある (図-1参照)。欧州で購入した道路地図には、緑地に白抜きでこの記号が示してあった。マイカーで、外国から自由にしかも無料で出入りできるヨーロッパ道路や、15ヶ国を結んで走るヨーロッパ横断特急 (TEE) の存在だけをとりあげても、ヨーロッパは基本的にはひとつの大型国家であると考えたほうが、いろいろと理解しやすいようである。

西ドイツ

(ドイツ連邦共和国, Bundesrepublik Deutschland)

1. 概 説

この国を地理的に見ると、最南端のミュンヘンが樺太中部であるから、北半球ではかなりの高緯度であるのがわかる。したがって冬の寒さはきびしいが、同じ西独でもライン河流域は比較的温暖であり、北東部や標高の高いミュンヘンの地方へ行くと寒くなる。

ドイツにおける自動車道路の歴史は古く、1928年にはケルン-ボン間の自動車道路の建設が開始された。これを皮切りにヒトラーは、膨大な戦備を整えながらも、1933年~1942年の10年間に実に3800kmもの自動車道路を完成しているのは誠に偉大といわざるを得ない。その内訳は、90%がコンクリート、2%は小舗石で、残りがアスファルトであった。敗戦後のドイツからドイツ連邦共和国が再生したのは1949年であり、これは現在、全ドイ

ツの70%の国土面積、80%の人口を有する。また3900kmのアウトバーンの遺産のうち53%の2100kmを西ドイツが引継いだ。

現在、アウトバーンおよびその他道路は次のような規模を有している¹⁾。

公 道	1982年1月1日現在	172,490 km
連邦自動車道路 (Autobahn)	7,784 km	
連 邦 道 路 (Bundesbahn)	32,356 km	
1 級, 2 級州道	65,643 km	
郡 道	66,707 km	
その他道路	1981年1月1日現在	480,492 km
市 街 地 域	172,490 km	
そ の 他 地 域	120,112 km	
合 計		480,492 km

2. 道 路 行 政

中央の道路行政機関については、やや古い資料であるが図-2のような組織になっている²⁾。この下部機関として、連邦体の11州にそれぞれ建設/交通部門があり、幹線道路たる連邦自動車道と連邦道路の建設と管理は、それぞれの州に委託されていたという。

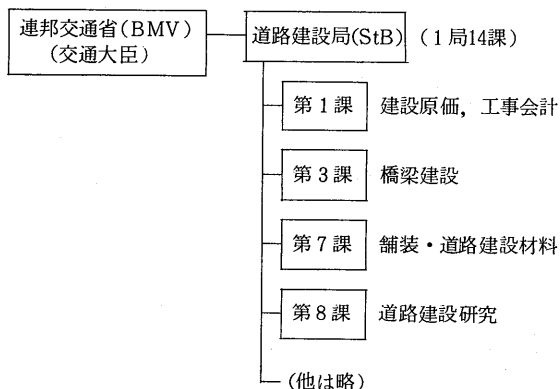


図-2 西ドイツの道路行政機関 (1967)²⁾

次に投資予算的な面からながめてみると、1976~1982年の道路支出は次のようになる¹⁾。

(単位10億マルク)

	1977	1978	1979	1980	1981	1982
連 邦 政 府	7.0	7.6	8.3	8.0	7.5	7.3
州 政 府	5.7	6.1	6.7	7.0		
郡・市町村	5.3	6.3	7.3	8.2		
	18.0	20.0	22.3	23.2	?	?

すなわち連邦政府、州政府、郡市町村の3団体が約1/3ずつ

つ出資している。そして1983年(昭和58年)の連邦幹線道路への支出内訳をみると次のようになっている¹⁾。

非資本支出	10.56	
・うち維持補修	(8.5)	(単位)
建設費	43.98	(1億マルク)
・うち連邦自動車道の建設, 改築, 維持補修	(21.08)	
・うち連邦道路の維持補修	(20.91)	
その他の投資(用地費, 州への補助等)	6.93	
合計	61.47	

これは年間の道路全支出の約 $\frac{1}{3}$ 近いので、前述の行政区分と合せて考えると、州政府が出資した金額分が、おおむね連邦幹線道路(アウトバーン+連邦道路)の建設、維持管理にあてられていると云える。そしてこれまでのところ財源的にはあまり問題がないので、本来道路は無料であるべきとの原則に立って西ドイツ内には有料制度は採用されていない。しかし導入の検討はされている。

3. 構造設計

従来、西ドイツでは舗装厚を理論的な方法でなく、経験と経済的な考慮に基づいて決定してきた。1966年になってAASHO道路試験の成果と凍上抑制層の考えを取り入れた舗装設計基準を作成したが、その後の技術進歩と経験を加えて、1975年新施工指針(RStO 75)を実施することにした³⁾。これにより舗装厚も無理なく低減されて、工費低減にも寄与している。以下、その手続きの概要を述べる^{4), 5)}。

3-1 設計交通量の決定

設計交通量は、供用開始時における積載重量5 t以上の大型車およびバスの日平均交通台数を推定し、この台数をもとに表-3に示す建設区分を求める。

3-2 路床土の凍上性の判定

路床土の土質により、表-4にしたがって、路床土の凍上性を判定してF1, F2, F3に分類する。路床土がF2, F3に属する場合には、表-5にしたがってそれぞ

表-3 建設区分

建設区分	日平均交通量*
I	3,000台以上
II	1,500~3,000台
III	500~1,500台
IV	100~500台
V	5~100台

注) *積載重量5 t以上の大型車およびバスの日平均交通量

れの凍上に対して安全な舗装の最小厚を求めてやる。

3-3 凍上抑制層厚さの算出

路床土が前記区分F1に属する場合には、特に凍上抑制層を設ける必要はない。しかしその場合、路床面上の変形係数 E_{v2} は表-6の基準値を満足する必要がある。もしこの値を満足しないような場合、図-3を用いてそ

表-4 路床土の凍上性区分⁵⁾

凍上性	土性 (DIN 18196)
F1 凍上しない	GE } 川砂利, 海砂利, 段丘礫, 氷成礫, 火山噴出岩および灰 GW } GI } SW } 氷堆砂, 段丘砂, 海砂 SI } SE } 砂丘砂, 川砂, 谷砂(ベルリン砂), 盆地砂, 第三紀層(フリンツ)
F2 わずかに~中程度に凍上しやすい	TA } タラス(Tarras), セプタリン粘土(Septarinenton), ジュラ粘土(Juraton) HN } HZ } 低位湿原泥炭, 中位湿原泥炭, 沼沢森林泥炭, 黒泥土, 腐土 F } OT } OK } シュリック(Schlick), クライ(Klei), 耕土, 石灰質土, 凝灰質土 OH } TM } レスコーム, 盆地粘土, コイパー泥炭土(Keupermergel) ST } GT } ローム質土, クイックサンド, 風化した礫, ガイスイ堆積土, ローム質礫, フロットサンド(Flott sande) SU } GU }
F3 非常に凍上しやすい	TL } 氷成泥炭土 UL } レス, ハンラン堆積ローム UM } 海成粘土, 盆地シルト OU } 海成チョーク, ケイソウ土 ST } 氷成ローム SÜ } 草原ローム, 砂質粘土(Auelehm) GT } 風化した礫, ガイスイ堆積土, ローム質礫 GT }

注) G=礫, S=砂, U=シルト, T=粘土, O=有機質混合物, H=泥炭, F=黒泥土

表-5 凍上に対して安全な舗装構造の最小厚⁴⁾

凍上性の分類	建設区分ごとの厚さ(cm)		増分(cm)*	
	I~IV	V	A	B
F2	50	40	10	10
F3	60	50	10	10

*増分A: 含水量が非常に多い場合にこの値をプラスする
B: かなりの寒冷地になるとこの値をプラスする

表-6 凍上抑制層上の満足すべき変形係数(E_{v2} 値)⁵⁾

建設区分	E_{v2} 値
I~IV	$\geq 1,200 \text{ kg/cm}^2$ *
	*路盤以上に締め固められれば最小限 $1,000 \text{ kg/cm}^2$ で可
V	$\geq 1,000 \text{ kg/cm}^2$

の表面の変形係数 E_{VF} が基準値を満足するように、下層路盤を設けるか路床を安定処理するかする。

路床上が凍上性区分 F 2 または F 3 に属する場合は、

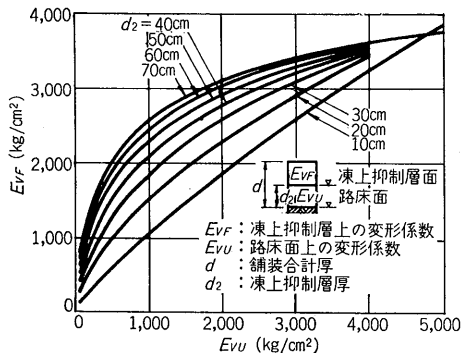


図-3 凍上抑制層厚の推定方法⁵⁾

表-5 により求めた舗装構造の最小厚と、図-4 に示す建設区分によって決まる標準舗装断面の合計厚との差を凍上抑制層の厚さとする。凍上抑制層には一般に碎石層が用いられる。

様式	建設区分	I	II	III	IV	V
	5t以上の大型車とバス (24時間)	>3000	3000-1500	1500-500	500-100	<100
1	表層 基層 歴青路盤 凍上抑制層	歴青路盤 4 8 18 30	4 8 14 26	4 8 14 22	4 8 10 18	4 10 14
2	表層 基層 歴青路盤 土質安定処理路盤 凍上抑制層	歴青路盤およびセメントあるいは歴青バインダによる土質安定処理 4 8 14 15	4 8 10 15	4 8 10 15	4 6 10 15	4 6 15 25
3	表層 基層 歴青路盤 粒調碎石路盤 凍上抑制層	歴青路盤および粒調碎石路盤 4 8 10 42	4 8 10 38	4 6 20 34	4 6 20 30	4 4 20 28
4	表層 基層 歴青路盤 砂利路盤 凍上抑制層	歴青路盤および砂利路盤 4 8 14 25	4 8 10 25	4 6 25 43	4 6 25 39	4 6 25 35
5	表層 基層 歴青路盤 水硬性粒調碎石路盤 凍上抑制層	歴青路盤および水硬性粒調碎石路盤 (セメントまたは石灰) 4 8 10 37	4 8 16 33	4 6 15 29	4 6 15 25	4 4 15 23
6	表層 基層 歴青路盤 水硬性砂利路盤 凍上抑制層	歴青路盤および水硬性砂利路盤 (セメントまたは石灰) 4 8 10 42	4 8 16 38	4 6 20 34	4 6 20 30	4 4 20 28

図-4 アスファルト舗装の標準舗装断面 (単位: cm)⁵⁾

3-4 標準舗装断面の決定

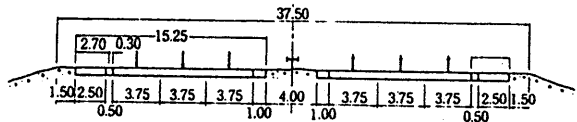
交通条件から決定された建設区分に対応する標準舗装断面を図-4の6種類の中から選んでやる。この場合歴青路盤を用いる時には、混合物に占める碎石分が重量比で45%以下ならば、建設区分に関係なく同歴青路盤の厚さを2cm増す。また表層にグースアスファルトを用いる場合には表層を3.5cm厚さとし、その不足分だけ基層を厚くする。以上で構造設計は終了する。

4. 道路断面、混合物タイプ等

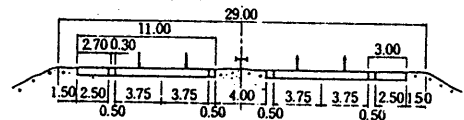
主要な幹線道路の標準断面を図-5に示す⁶⁾。アウトバーン、連邦道はいずれも簡単な盛土の上に築かれているようで、土工や路肩工事の費用 (それに用地買収費) は、わが国のそれに比べて相当低廉なものであろう。連邦道はいわゆる国道に相当するものであるが、すべて片側一車線で中央分離帯がなく、高速道路の機能に乏しいようである。しかし走行レーン巾は一車線当り最低3.25mある。

アウトバーン

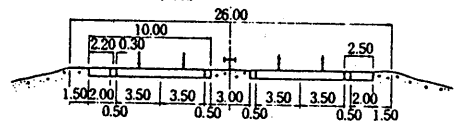
標準断面 37.50 (6車線)



標準断面 29 (4車線)

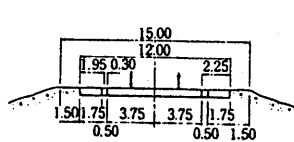


標準断面 26 (4車線)

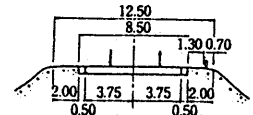


連邦道

標準断面 15



標準断面 12.50



標準断面 10.50

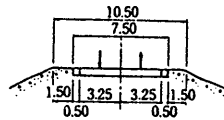
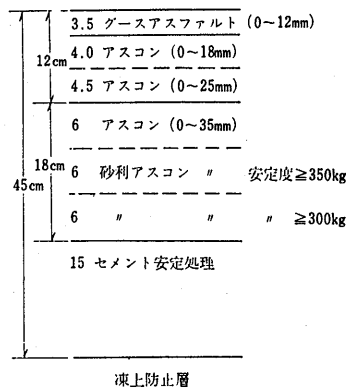


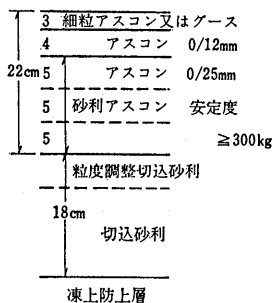
図-5 道路断面図⁶⁾

また同国で使用する混合物のタイプを知るために、やや古い資料であるが、ハンブルク周辺の実例を図-6に紹介する⁷⁾。グースアスファルト舗装は現在でも表層としてアスコン以上に多く使用されている。このへんの事情を物語るものとして、最近の西ドイツ国内でのセメントコンクリート、グースアスファルト、アスファルトコンクリートの使用比率を表-7に示しておく。アウトバーンでみると、コンクリート28%，グース48%，アスコン24%という構成比で、アスファルト系舗装の2/3はグースアスファルトが占めている⁶⁾。

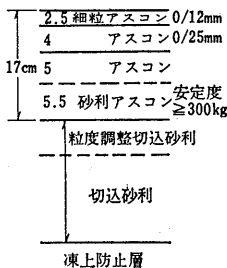
(1) 主要交通路 (アウトバーンに用いられるものと同一)



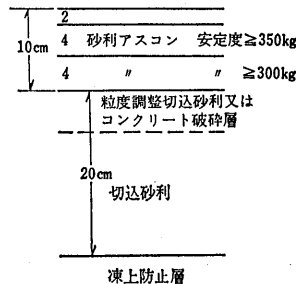
(2) 交通街路 22/40cm



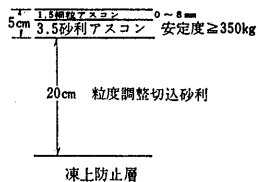
(3) 集合街路 17/35cm



(4) 近接街路



(5)~1 住宅地道路



(5)~2 住宅地道路 9/25cm (ステージ施工)

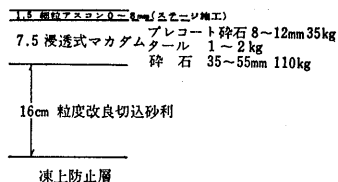


図-6 舗装構造の例 (ハンブルク)⁷⁾

表-7 舗装構造別道路延長⁶⁾ (1980年1月1日現在)

道路種別	連 邦 高 速 道 路		州 道	地 方 道
	連邦高速道路 L = 7,292km	連邦道路 L = 32,248km	L = 65,543 km	L = 66,438 km
舗装種別				
重交通舗装				
コンクリート舗装	2,037 km	27.9 %	0.76 %	0.71
グースアスファルト舗装	3,482 "	47.8	—	—
アスファルト	1,773 "	24.3	56.67	24.46
石 敷	— "	—	1.96	11.85
小 計	7,292 km	100.0 %	59.39	13.54
他の舗装				
水締めマカダム	—	—	0.02	0.27
アスファルト (軽)	—	—	4.20	22.88
(表面処理, カーベット)	—	—	34.82	46.84
" (中)	—	—	1.57	3.55
そ の 他	—	—	—	—
合 計	100.0 %	100.00 %	100.00	100.00

イギリス

(大ブリテンおよび北部アイルランド連合王国,
United Kingdom of Great Britain and
Northern Ireland)

1. 概 説

イギリスは、北緯50～59度にあり、日本列島の32～46度に比べると、はるかに北方の海洋国である。日本に比べ、平均最高気温は10℃程低い、メキシコ湾暖流の影響で平均最低温度は5℃程高い。(札幌とグラスゴーの年間降水量はそれぞれ1119mmと945mmである。) イギリスの気候は北海道のそれによく似ているが、それよりは温和であるといえる。このことはイギリスのアスファルト舗装工法を検討する上で大事なことで、夏季の軟化、流動と、冬季の脆化、摩耗が日本ほど強く影響していない。夏季の路面最高温度も45℃程度である。

歴史を簡単にながめてみると、17世紀以降、四輪馬車(コーチ)と四輪幌馬車(ワゴン)の発達とあいまって有料道路ブームを惹起した。これは道路の改良と、商業移送速度の増大をもたらし、産業革命前後の発展に絶大な貢献をしている⁸⁾。これらの経験をとおして、浸透マカダム、コーテッド(タール)マカダム、ロールドアスファルト等の特異な舗装工法が生まれ、有料道路はなくなったものの、馬車交通時代の名ごりは欧米では珍らしい車の左側通行となつて今日も続いている。

1954年以降、財政改革に伴う鉄道網の縮小にともなつて、高速道路(Motorway)の整備に力が注がれ、1959年11月にイギリスで最初的高速道路 M1(往復6車線)

が誕生した。しかし表-2にも見られるごとく、包括的な高速道路網の建設では、イギリスはスイスと並んでヨーロッパ諸国の中では最も遅れた国のひとつであった。

舗装率100%(実際には96.3%-1981年)は既に伝説になっていて、まことにうらやましい限りであるが、これは同国が発展させてきたローコストの簡易舗装がかなり含まれている。すなわちタールを用いた(通称)タールマカダム、エマルジョンを用いたサーフェスドレッシング、ローコストのコールドアスファルト、サンドミックス工法などの力があずかって大きかったようである⁹⁾。

2. 道路行政

イギリスの公道(highway)は、図-7のように分類されているといわれる。個人が維持する公道があるのは奇妙であるが、その意味するところは、本人がこの公道を所有し、維持につとめるが、ただし管理者にはならないということである。また道路行政機関については最新の資料が見当たらないので、かなり古いものであるが図-8としてかかげる。技師長というポストが非常に高い位であることや、スコットランドの孤立性めいたものが感じられる。

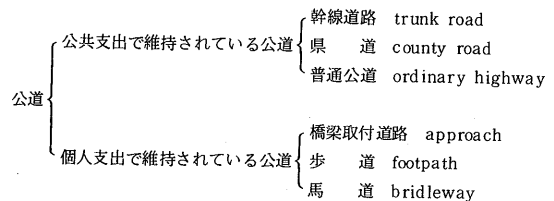


図-7 イギリスの公道²⁾

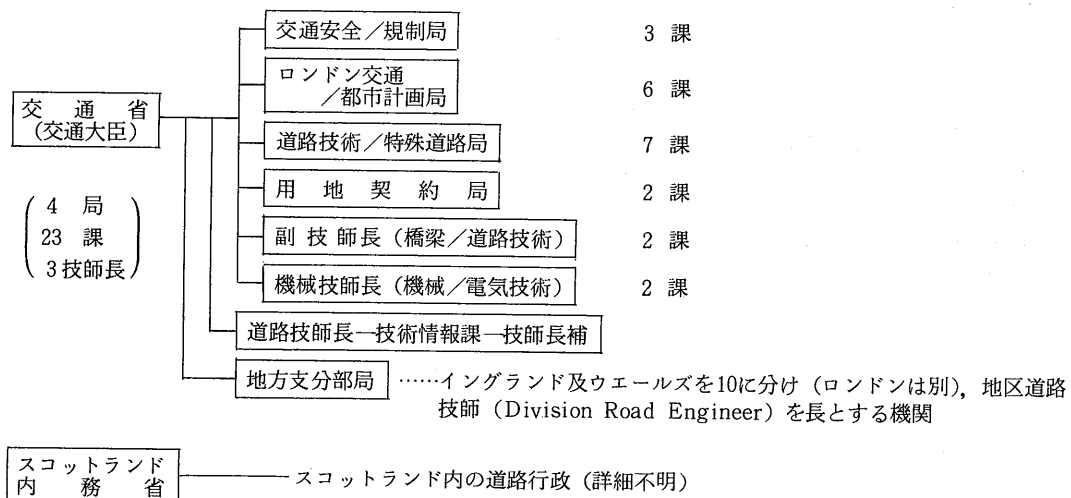


図-8 イギリスの道路行政機関(1967)²⁾

道路支出については、既に1907年（明治40年）に道路基金をつくり、道路の特定財源制度の発足をみたが、1955年以降次第に縮小されて、石油危機以来急速に削減されていった。この7年の間に道路支出は実質価値で実に半減している。表-8に示すごとく、1982/1983年度で自動車関係税収入は92.5億ポンドであるに対し、道路支出はその32%、総額にして29.5億ポンドにすぎない。この国では道路関係予算の規模縮小は実に深刻である。

道路延長は1981年現在で約353,000km、うち高速道路2,657km、主要道路12,460km、その他の道路338,000kmとなる。この国のセメントコンクリート舗装の比率については、はっきりとしはないが、舗装の伝統から考えておそらく非常に少ないものであろうと思う。しかし例えばモーターウェイM4にはかなりコンクリート舗装が施工されている由である。

3. 構 造 設 計

1960年初版制定の Road Note 29 (TRRL 発行) が、大規模試験舗装の成果をとり入れて1970年に全面改訂されて今日に至っている。その設計手順を以下に述べる^{5), 10), 11)}。

3-1 設計交通量の決定

設計交通量は商業車の8.2t換算軸荷重（標準軸荷重）が、設計寿命期間中にどのくらい通過するかという累積通過軸数をとっている。ここで商業車とは無積載時重量1.5t以上のトラック又はバスのことである。計画され

た道路の供用開始時における一日一方向あたりの商業車通過推定台数と、その伸び率および設計寿命（通常20年とする）が正しく予測されれば、表-9および表-10より求めた係数を乗じて標準軸荷重の累積通過軸数を算出する。

表-9 18KiP (8.2t) 換算標準軸数を求めるための換算係数⁵⁾

道 路 の 種 類	商業車1台あたりの平均軸数 (a)	商業車1軸あたりの18kip換算標準軸数 (b)	商業車1台あたりの18kip換算標準軸数 (a)×(b)
建設時の1日1方向あたりの商業車交通量が1,000台を越す高速道路、商業車道路	2.7	0.4	1.08
建設時の1日1方向あたりの商業車交通量が250~1,000台として設計される道路	2.4	0.3	0.72
その他の公共道路	2.25	0.2	0.45

(注) KiP (キロポンド; 1,000ポンド)

表-10 設計寿命期間中の伸び率が一定の場合の累積軸数を求める係数⁵⁾

設計年数 (年)	伸 び 率 (r) (%)			
	3	4	5	6
10	11.8	12.5	13.2	14.0
15	19.2	20.8	22.7	24.7
20	27.7	31.0	34.7	39.0
25	37.6	43.3	50.1	58.1
30	49.0	58.3	69.8	83.8
35	69.3	76.6	94.9	118
40	77.7	98.8	127	164

表-8 1982/1983会計年度の自動車関係税収入と道路費用¹⁾

税 収 見 込 み							
車 両 の 種 類	車 両 数 *1 (千台)	車両消費税 (百万ポンド)	燃 料 税 (百万ポンド)	乗 用 車 税 (百万ポンド)	合 計 (百万ポンド)	各車種への 道路費用の 割 当 *2 (百万ポンド)	収入と支出 の 比
乗用車とタクシー							
自家用	15,864	930	2,800	440	4,170	1,310	3.2 : 1
営業用		340	1,030	160	1,530	480	3.2 : 1
バス	76	4	140	—	144	100	1.5 : 1
ライトバン	1,244	110	330	—	440	110	4.0 : 1
トラック							
3.5トン未満	79	10	20	—	30	10	3.0 : 1
3.5トン以上	469	350	600	—	950	940	1.0 : 1
全 車 両	17,732	1,744	4,920	600	7,264 *3	2,950	2.5 : 1 *3

(注) *1 1981 (昭和56) 年12月現在。

*2 道路費用は1980/1981, 1981/1982, 1982/1983年度間の3年間の平均値 (1982/1983年価格)。

*3 道路利用者の納入する税金総額は9,250百万ポンドである。表中の7,263百万ポンドとの差は、燃料付加価値税約800百万ポンド、乗用車付加価値税約1,100百万ポンド、その他車種(モーターサイクルなど)の付加価値税約110百万ポンドを除外しているからである。これらを算入すると、税収入と道路支出の比は2.5 : 1ではなく、3.1 : 1となり、道路支出額は道路関係税収入の32%となる。

3-2 路床の支持力評価

路床の支持力は路床土の平衡含水比状態におけるCBR値で評価する。これは路床土を高い自然含水比で突固めるという条件下の値であるので、ヨーロッパの他の国々で採用しているCBR値と比べるとかなり小さな値となる。

3-3 路床土の凍上性の判定

路床土の種類や、排水のよしあしに応じて、それぞれ判定基準があり、その路床土が凍上作用をうけやすいか否かを判定する。凍上をうけにくければ問題はないが、凍上をうけやすいと判定されれば、舗装合計厚が45cm以上になるように下層路盤を増す。これは過去の厳寒期でも0℃等温線が50cmを越えていないことにより決められたものである。

3-4 下層路盤厚さの決定

設計交通量と、路床CBR値から図-9にもとづいて下層路盤の厚さを決定する。

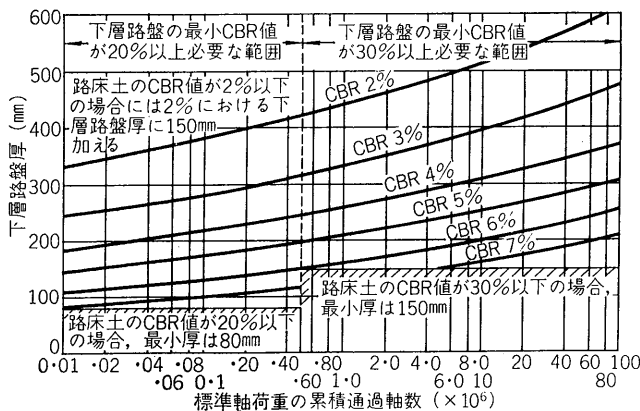


図-9 下層路盤厚の設計曲線⁵⁾

3-5 上層路盤厚さの決定

標準軸荷重の累積通過軸数が 2.5×10^6 以上においては、上層路盤の工種は以下のものを用いる。

リーコンクリート、デンスタルマカダム、デンスアスファルトマカダム、ロールドアスファルト、ウエットミックスマカダム、ドライバウンドマカダム、セメント処理粒調材料（以上7種類）

上層路盤の厚さを決定するにあたり、ロールドアスファルトを上層路盤材に用いる場合を図-10に示す。

累積通過軸数が 2.5×10^6 以下の場合には、上記の工種にかかわることなく経験から判断してクラッシュランなどを用いてよい。

3-6 表層の厚さ決定

表層の厚さは、上層路盤の工種と厚さが決まれば、自動的に決まるようになっている（図-10参照）。この場合、表層の工種はまた表-11のように、累積通過軸数によって4段階にわけて推奨されている。いわゆるアスコンが全くみられず、軽交通を除いては最上層はロールドアスファルト一辺倒であるのが興味深い。余談になるがロールドアスファルト（又はホットロールドアスファルト）の表面チップングには、英国内で通常産出する青黒色の碎石が多く用いられる。ロンドン市内の随所にこれが見られ、クラシックで壮麗な街並にマッチして見惚れる美しさであった。これ以外にも天然に赤褐色あるいは淡黄色の碎石が産出され、例えばバッキンガム宮殿の前はまるで赤いカーペットを敷いたようなあざやかさである。

以上が構造設計の概要であるが、このようにして決定された高速道路の標準断面図を図-11にかかげておく。片側2車線又は3車線で1車線当りの幅員は12フィート（3.66m）を標準としているらしい。ちなみに制限速度は時速80マイル（128km），また霧の多い国柄ゆえ、郊外でも照明灯を設置していることが多く、暗い冬のシーズンでもあれば、これが昼間でも一斉にオレンジ色の花を咲かせる。そして朝は一斉に消えていくのである。

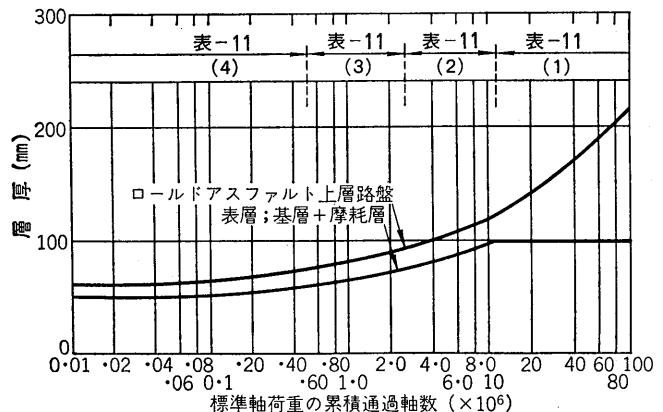


図-10 表層および上層路盤の最小所要厚
（ロールドアスファルト上層路盤の場合）

表-11 新設アスファルト舗装の推奨表層

交 通 (標準軸荷重の累積軸数)			
11×10 ⁶ 以上 (1)	2.5~11×10 ⁶ (2)	0.5~2.5×10 ⁶ (3)	0.5×10 ⁶ 以下 (4)
摩耗層: 最小厚 4 cm ロールドアスファルト (BS 594)	基層: ロールドアスファルト (BS 594) *1) デンスピチュールマカダム あるいはデンスタールマカダム (BS 4987) *2)	摩耗層: 最小厚 2 cm ロールドアスファルト (BS 594) デンスタール コールドアスファルト (BS 4987) ミディウムテクスチャー マカダム (BS 4987) *3) デンスピチュールマカダム (BS 4987) デンスタールマカダム (BS 4987) オープンテクスチャーピチュール マカダム (BS 4987) 基層: ロールドアスファルト (BS 594) *1) デンスピチュールマカダムあるいは デンスタールマカダム (BS 4987) 1層式ピチュールマカダムあるいはター マカダム (BS 4987) *4)	2層式: a) 摩耗層: 最小厚 2 cm コールドアスファルト (BS 4987) コーテッドマカダム (BS 4987) (デンスあるいはオープンテクスチャ ーピチュールマカダムについては *1), 3)参照) b) 基層 コーテッドマカダム (BS 4987) (デンスあるいはオープンテクスチャ ーピチュールマカダムについては *1)参照) 1層式 ロールドアスファルト摩耗層 (BS 594) デンスタール表層 ミディウムテクスチャーターマカダム *3) デンスピチュールマカダム (BS 4987) *3) 1層式ピチュールマカダム60mm厚 *1)

注)*1) 石灰岩以外の砂利を用いたとき、細骨材を2%減じ
ポルトランドセメントを2%加えなければならない。

2) 標準軸数2.5×10⁶以上の場合基層に砂利ターマカ
ダムを用いてはならない。

3) 摩耗層がロールドアスファルトやデンスタールマカダムでないとき、また摩
耗層を直ちに表面処理しないところでは、上層路盤または基層のどちらかに
表面処理を行い、水の浸入に対し、その層をシールすることが必要である。

4) 摩耗層がロールドアスファルトかデンスタールのときには、基層にロール
ドアスファルトまたはデンスコーテッドマカダムを用いる。

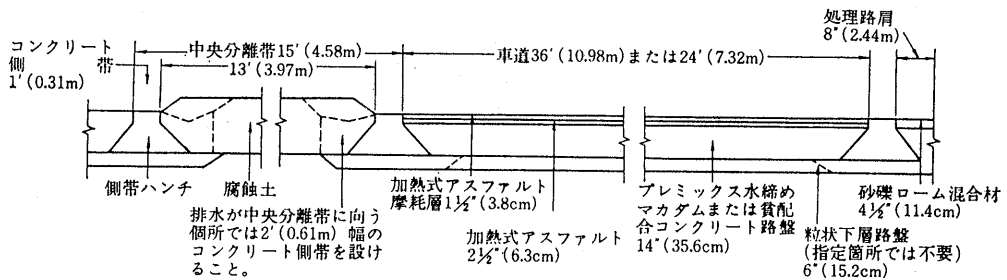


図-11 London-Birmingham Motorway 標準横断面図

フランス

(フランス共和国, Republique Française)

1. 概 説

その地理的好条件から、ヨーロッパの中でも早くから人の住んだところであり、幾多の歴史の変遷から人種構成は複雑である。西ヨーロッパのはほぼ真中に位置し、国土面積もヨーロッパの中では、最も大きい。よく図案化されるほぼ正六角形の国土の形や、コントラスト豊かな三色旗、音楽のように洗練された国語等々、フランス共和国はEECの中心を自負する誇り高い国家である。

気候は、多様性に富むといわれるが、メキシコ暖流、

地中海暖流の影響で、総じて夏涼しく、冬暖かい。年間降水量は、パリで585 mm、リヨンで535 mm、とロンドンの594 mmとあまり変らない。

ヨーロッパ3国どこでもそうであるが、この国でも「道路」を支えている景観が美しく、「道路」と周囲が見事に調和していることに感心する。電柱や架空線がない、広告物がない、周囲に建物の密集がない、建物があってもそのサイズ、形状、色相が統一されている。地方へ出れば、森や平野、丘陵、畑が多く、防音壁など全く見られず、道の両側には並木が植えられ、古い舗装でも実に丹念に補修されている。走行してまことに快適である。いま我々は道路なら道路に目を向けがちであるが、彼等

の思想の根本には、ゆったりとした生活空間をそこなわ
ない中に道路も存在する、すなわち道路は快適な生活の
ほんの一部なのだという信念があるように思えてならな
い。そしてそれを実現することのできる希薄な人口密度
または広大な平野部があることはうらやましい限りであ
る（オランダ、ベルギーは世界でも人口密度が最大の方
であるが、車で走ると日本より広々と感じる）。

フランス国内では、概して平坦な土地にまんべんなく
道路がつくってある感じで、事実、道路は国土面積との
比率では世界最長であるといわれる。

1982年1月1日現在の、この国の道路構成および延長
は次のようになっている（単位キロメートル）。

自動車道路 (Autoroutes)	6,000
国 道 (Routes nationales)	28,000
県 道 (Chemins departmentaux)	335,000
地本自治体道 (Voies communales)	1,075,000
合 計	1,444,000km

前述の表-1で考えれば、このうちの約50%が舗装され
ていることになるが、それにしても実によく舗装されて
いる感じで、郊外都市の路地裏の古い小舗石舗装などは
舗装率に算入されているのであろうか。（最近是小舗石
の上をマスチック等で平坦にシールすることも多いとい
う¹²⁾）。舗装のタイプについてはくわしい資料が見当ら
ないが、オートルートについて云えば6000km中500km（8
%）がセメントコンクリート舗装であり、最近これは増
加する傾向にある。たとえばパリーリオン間に新設され
たA-6は164km中109kmがコンクリート舗装である。
アスファルト舗装は、従来からマカダム舗装と、エマル
ションによるサーフェスドレッシングが非常に発達して
きた。最近ではアスコンがマカダムにとってかわりつつあ
るようである。

2. 道 路 行 政

フランスの道路行政機関は、やや古い資料であるが図
-12のようなもので、地方支分部局として各県（90県）

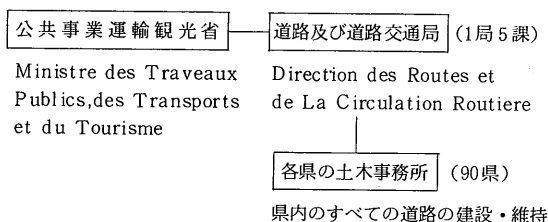


図-12 フランスの道路行政機関 (1967)²⁾

ごとに土木事務所が設けられ、国家公務員である職員が
国費および郡市町村費（預託）により県内のすべての道
路の建設、維持工事を行うという。このように予算-実
施の一元性がフランスの道路行政の最大特徴であった。
しかしこのかたちも変化しつつあり、民間の資産と活力
を有効に利用して、高速道路網を整備していく方法が段
々定着している。すなわちフランスでは、過去の遺産と
しての国道、地方道網が立派だったせいもあり、高速道
路の整備は意外に遅く1950年代後半であった。そこで先
行する西ドイツ、イタリア等に追いつこうと、民間資金
を導入するべく有料道路制が採用された。現在、高速道
路の建設は国、公社、民間会社のそれぞれが行う3つの
方式があり、民間建設分は30年間管理してあとは国家に
帰属するという¹²⁾。ともあれこの有料道路制による高速
道路網の急ピッチの整備は、他の国々から成功として評
価されている。前述のオートルート6000kmのうち、4200
kmが会社委託の有料道路であるという。道路通行料金は
1981年（昭和56年）現在で、キロメートルあたり乗用車
0.2フラン（9円）、トラック0.35フラン（16円）であ
った。ちなみに制限最高速度は130km/hである。

この国の自動車税収の推移を表-12に、道路関係予算
の推移を表-13にそれぞれ示す。1977年の数字を単純に
考えても、自動車税収入450億フランに対して、国家/
地方の道路の支出合計330億フランで3/4程度しかない。
このことは道路特定財源制度の廃止とあいまって、道路
投資が低迷していることを意味し、高速道路有料制への
移行もうなずけるものがある。

3. 構 造 設 計

現在のフランスの構造設計法は、AASHO 道路試験
の結果と、AI の研究成果をとりいれて1965年に制定し
た方法を、1971年に設計図版をとりいれた方法に全面改

表-12 自動車関係税収の推移
(単位：100万フラン)

	1976	1977	1978	1979	1980
自動車購入時 登録税	863	880	868	1,075	1,080
付加価値税	4,500	5,760	6,720	7,590	8,430
自動車保有時 個別賦課税	3,010	3,266	4,175	4,570	5,855
法人所得税	775	780	772	800	1,250
車 軸 税	352	360	379	380	385
保 険 料 税	384	430	500	1,100	1,300
燃 料 税	25,600	33,500	47,100	52,000	54,000
合 計	35,484	44,976	60,514	67,515	72,300

(出典) フランス自動車工業会

表-13 道路関係支出

(単位: 100万フラン)

	1976	1977	1978	1979	1980
国 家 支 出					
維持・管理	3,276	4,565	5,080	5,486	6,035
交通警察	2,373	2,862	3,044	3,348	3,683
高速道路, 国道建設および地方補助	6,880	6,045	6,350	6,410	6,600
計	12,529	13,472	14,474	15,244	16,418
地 方 支 出					
地方公共企業体	726	910	1,061	1,128	1,242
地方自治体(地方道整備・国道整備地方負担)	15,780	15,607	—*	—*	—*
高速道路公社への出資金・補助金	2,668	2,740	3,161	3,068	3,089
計	19,174	19,257			

(注) *数値は不明

(出典) 道路交通

訂し, さらに改善を加えて1977年に改訂版としてできあがったものである¹³⁾。これは17枚の設計図版中に合計201種類の舗装断面図を示すもので, 最終結論にいたるまでに実に複雑な手続きを必要とする¹⁴⁾が, 紙面の都合でできるだけ簡単にその概要を以下に紹介した。

3-1 設計交通量の決定

設計交通量は, 積載荷重5t以上の大型車の交通量で示す(同国の法定軸荷重は13tである)。表-14にしたがって, 供用開始時における外側車線の両方向平均日交通量を大型車について推定し, 交通区分 T_0, T_1, T_2, T_3 を決定する。これには将来交通量の伸び率を7%に見込んでいる。

3-2 路床土の分類

表-15にしたがって, 路床土を土質工学的に分類する。それにしたがって求めた記号A, B, C, D, E, Fを用いて, こんどは表-16からSkを決定する。Skは構造設計を目的とした分類で S_0, S_1, S_2, S_3 に細分類される。 S_0 に該当する場合は, 路床面下1mを S_1 以上の分類に入るよう改良することになっている。

表-14 交通区分

交通区分	両方向平均日交通量※(台)
T_0	750~2,000
T_1	300~ 750
T_2	150~ 300
T_3	50~ 150

注) ※: 積載荷重5t以上の大型車

表-15 路床土の土質工学的分類¹⁴⁾

		0%	5%	12%	35%	80 μ 通過量
最大 粒 径 d	$d < 50\text{mm}$	2mm残留分<30% : [D ₁] 2mm残留分>30% : [D ₂]	2mm残留分<30% $E_s \geq 35$: [B ₁] $E_s < 35$: [B ₂]	2mm残留分>30% $E_s > 25$: [B ₃] $E_s < 25$: [B ₄]	$I_p \leq 10$: [B ₅] $I_p > 10$: [B ₆]	$I_p < 10$: [A ₁] $10 < I_p < 20$: [A ₂] $20 < I_p < 50$: [A ₃] $50 < I_p$: [A ₄]
	$d > 50\text{mm}$	$d < 250\text{mm}$: [D ₃] $d > 250\text{mm}$: [D ₄]	$d < 250\text{mm}$: [C ₂] $d > 250\text{mm}$: [C ₃]	(粒度の連続性によって判断する) [C ₁]		
		注) ※: E_s =砂当量 ※※: I_p =塑性指数				
		[A] 細粒土(シルト, ローム, 粘土など) [D] 水の影響を受けない土, 砂, 砂利混合物 [B] 砂質土または砂利まじり細粒土 [E] 変成岩 [C] 粗粒成分を含む細粒土 [F] 有機質土など				

注) ※: E_s =砂当量 ※※: I_p =塑性指数

表-16 舗装の構造設計を目的とした土の分類(Sk)¹⁴⁾

土質工学的分類	最適含水比と自然土の上部1mの含水比との差(%) -3 -2 -1 0 +1 +2 +3 +4
A ₁ , B ₂ , B ₄ , B ₅	S ₁
A ₂ , B ₆	または S ₁
C ₁ , A ₃	S ₂
A ₄	※S ₂ の採用にあたっては他の補足試験または経験によって正当化されたものとする。
B ₁ , D ₁	現地自然土の上部1mの飽和度特性 50% S ₂ 90% S ₁ S ₀
B ₃	S ₂
D ₂ , D ₃ , D ₄	S ₃ : 変形係数1,200kg/cm ² 以上 S ₂ : その他の場合 D ₃ , D ₄ については、平坦な性確保のため、路面面の整正が必要となる場合があるが、その整正層が支持力を低下させるおそれがないときは、上記の規定に関係なくS ₃ を採用する。
非変成岩の切土	整正層が必要、整正用材料によってS _k を決定する
C ₂ , C ₃	長期的な変化を評価してS ₀ , S ₁ , S ₂ に分類する
E, F	長期的な変化を評価し、その結果に従って分類する

注) *: 最適含水比はプロクタ法による。

3-3 路床支持力区分PFjの決定

前述のようにして求めたSkを、こんどは路床の構築方法を加味してPFjの区分を決定する。表-17にしたがって行ないPFjを求めればよい。

表-17 設計路床支持力(PFj)の区分¹⁴⁾

支持路床の等級	路 床 の 性 状	PFj
路床上部に等級S ₁ 以上のもの0~30cm 路床上部に S ₂ 70cm以上 S ₃ 50cm以上 S ₃ 80cm以上	S ₁	PF ₁ PF ₂ PF ₂ PF ₃
	S ₂	PF ₂ PF ₃
	S ₃	PF ₃
安定処理路床の場合	石灰処理細粒土 50cm以上 (2層のとき上層は搬入土)	PF ₂
	セメント(必要ならば+石灰)処理細粒土 35cm以上 (2層のとき上層は搬入土)	PF ₂
	搬入土のセメント処理35cmを上層とする石灰現場処理細粒土 35cm以上	PF ₃
	石灰処理細粒土 50cm以上 (2層のとき上層は搬入土) セメント(必要ならば+石灰)処理細粒土 35cm以上	PF ₃ PF ₃

注) *: 整正層は路面面の平坦性を確保するための搬入土層をいう

3-4 凍上性による区分

路床を安定処理しない場合には、表-18の区分にしたがう。該当しないケースでは、凍結融解試験によって比較検証する。路床上部の安定処理層については、原則として凍結融解試験によって比較検証することになってい

るが、通常はセメント(必要ならばセメント+石灰)の6%添加でSGnに分類している。

表-18 路床土の凍上性区分¹⁴⁾

土質工学的分類*	凍 上 性
(D ₁)(D ₂)(D ₃)(D ₄)	SG _n (非凍上性)
(A ₄)(B ₁)(B ₂)(B ₃)(B ₄)	SG _o (あまり凍上しない)
(A ₁)(A ₂)(A ₃)(B ₅)(B ₆)(E ₁)	SG _t (非常に凍上しやすい)

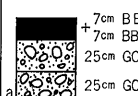
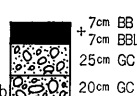
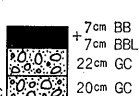
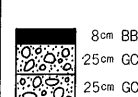
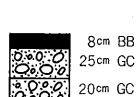
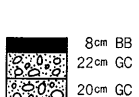
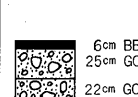
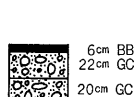
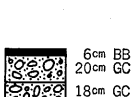
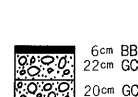
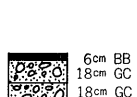
注) *: 表-15および表-16参照

3-5 凍結融解に対する安全性の検証

該当地の凍結試験(IR)と舗装の許容凍上指数(IA)との対比によって、凍結融解に対する安全性(すなわちIA≥IRならば安全)を検証するのであるが、ここに前述のSGnが用いられる。この手続きは複雑となるので省略する。

3-6 舗装断面の決定

設計条件(Ti, PFj)と、凍結融解に対する安全性の検証がすんだら、最終的な舗装断面を決定する。舗装構造図版で求めるわけであるが、これの一例を図-13に示す。交通区分Tiについては大型車が最も多く通行する最外側車線について考えられているので、一方向2車線道路においては、中央側車線について路盤の厚さを低減してもよいことになっている(表層厚はそのままである)。この低減厚みΔHの決定には規程(省略)があって、それによりΔH=3~10cmが採用される。

	PF ₁	PF ₂	PF ₃
T ₀			
T ₁			
T ₂			
T ₃			

注) BB: 表層 GC: 上層路盤は粒調碎石のセメント安定処理
BBL: 基層 下層路盤は砂利のセメント安定処理

図-13 タイプ1の舗装構造図版¹⁴⁾

3-7 施工例

パリーボルドー間のオートルートA-10、第3工区(60km)の構造、材料の例を図-14、図-15に示す⁶⁾。
表層は最大粒径10mmの密粒アスコン、基層は同20mmの粗粒砂利アスコンである。延長60kmのこの工区で使用された舗装材料は下記になるという。

密粒度アスコン	(10/0mm)	190,000t
粗粒砂利アスコン	(20/0mm)	320,000t
粒度調整路盤材	(20/0mm)	540,000t

路肩路盤ソイルセメント(32/0mm) 260,000t

以上でヨーロッパ主要3ヶ国のアスファルト舗装のあらましを述べた。リサイクリング、バインダー性状等は紙幅の都合でやむなく割愛した。やや構造設計主体になったきらいはあるが、それとても詳細にわたることができなかったもので、御不満の方々は下記の参考文献をお読みいただきたいと思う。

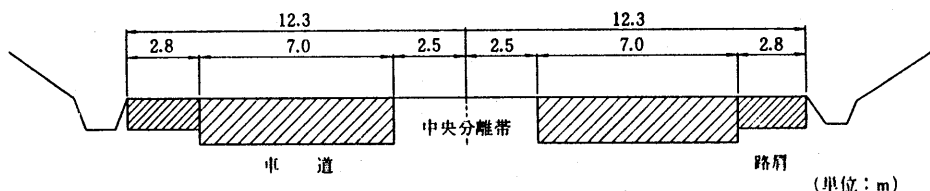


図-14 道路標準断面⁶⁾

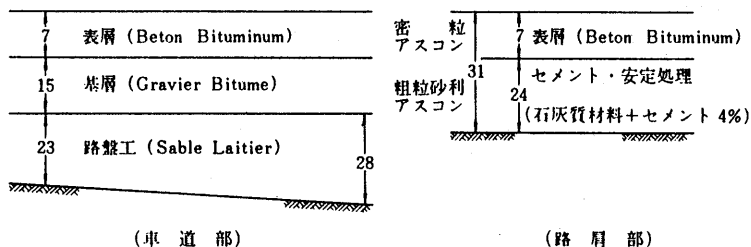


図-15 舗装断面⁶⁾ (単位: cm)

参考文献

- 1) 「欧米主要国道路の光と影」, 欧米主要国道路政策調査団最終報告書, 日本道路協会 (1982)
- 2) 「欧米の道路維持」, 第3回海外道路調査団報告書, 日本道路協会 (1967)
- 3) Die Richtlinien für den Straßenoberbau — Standardausführungen Ausgabe, RStO 75 (Der Bundesminister für Verkehr Abteilung Straßenbau) (1975)
- 4) 小坂「西ドイツの道路舗装の標準構造および施工指針」, 道路, 1976-7 (1976)
- 5) 山下「主な国のアスファルト舗装構造設計法(3)」, 舗装 14-8, (1979)
- 6) 「世界の道路事情(ヨーロッパ)」, 第17回海外道路調査団報告書, 日本道路協会 (1981)
- 7) 「欧州のローコスト道路」, 第2回海外道路調査団報告書, 日本道路協会 (1966)
- 8) M. Folkus, J. Gillingham "Historical Atlas of Britain, 1981" (1981)
- 9) Royal Dutch Shell "The Petroleum Handbook" (1966)
- 10) J. Leigh et al "The Current design procedure for flexible pavements" (1972)
- 11) D. Croney "The design and performance of road pavements" (1977)
- 12) 座談会「欧州諸国の舗装修繕と再生技術を視察して」 道路建設 60-3 (1985)
- 13) Catalogue des structures types de Chaussées neuves (Ministère de l'Équipement et de l'aménagement du Territoire) (1977)
- 14) 山下「主な国のアスファルト舗装構造設計法(4)」 舗装 14-9 (1979)

アメリカ合衆国における道路舗装の現状

飯 田 章 夫*

1. 緒言

明治5年(1872年)1月より5月までワシントン D. C. に滞在した岩倉具視以下約50名の米欧使節団の一行は、処々に加熱式タール舗装を目撃した。路面を深さ約5寸掘り下げ、砂土を敷き堅固にし、石炭タールに石末を和して煉り、厚さ1寸ばかりに平らに敷き均し、その面に灰を撒布し、鉄製の転軸(ロール)にて平らに築固して冷硬させる。タールは雨露に耐え、変壞に鈍く、100°Fの熱にて軟質となる。故にワシントン府でこの方法によって舗装した路は盛夏に車轍馬蹄の跡を留めることがある……云々⁽¹⁾。

不平等条約改正の予備交渉は成らなかったものの、米欧先進諸国の制度・文物の調査という目的を果たして明治6年に帰国した視察団の成果は各所において採用されることとなり、道路の修築に関する法律等も逐次整備されたのは既に周知のことである。

第二次大戦前までは特にアメリカ合衆国(以下単に「合衆国」と呼ぶ。)からの技術導入が多くあったかどうかは筆者には未詳であるが、戦後より今に至るまで、わが国の舗装技術に合衆国の技術が非常に大きな影響を与えたことは否めない事実であろう。終戦直後には米軍仕様によるコンクリート舗装が施工され、PCA(アメリカ・ポルトランドセメント協会)の設計法が紹介された。アスファルト舗装ではCBR法が、引き続きAASHOによる設計法が取り入れられた。これらはわが国固有の条件を加味した変形をとげながら、現在の舗装設計法として定着している。また高速道路の工事を行うこととなった日本道路公団では、世界銀行からの借款の関係から合衆国の方式とほとんど同様の設計や図面作成、発注の形式を彩用し、現在に至っている。

また他のあらゆる面において、合衆国ほど現在のわが

国に影響を及ぼしている国は無いであろう。多くの人々が合衆国の文化を語り、経済動向を分析し、合衆国の道路史さえもが翻訳されている⁽²⁾。

海外における道路舗装の現状の紹介というのが本号の特集趣旨であるが、合衆国からは舗装に関する情報が毎日のように流入しているのが実情であって、他の諸国とは比較にならないほど既知の国である。筆者は日本道路公団より機会を与えられたが、1978年より80年までの2年間インディアナ州立パデュー大学のBituminous Lab(瀝青物研究室)に滞在したにすぎず、合衆国の舗装現況を全般的に紹介するだけの知識を持っているわけではないが、手持ちの資料等の範囲で責任を何とか果たさせて頂くことにしたい。

2. 道路の現状

2-1 道路延長と予算

合衆国の道路延長と予算を、それぞれ表-1, 2に示す。

表-1 合衆国における道路延長 (1982年現在)

管理者 区分	連邦政府	州政府	郡 庁	市・町	その他 地方道路	有料道路 公 社 等	計
延 長	419,800 km	1,495,500 km	2,523,900 km	778,520 km	968,200 km	7,600 km	6,193,520 km
機 関 数	5	50	2,500	10,000	25,000	35	38,000

(注) TRB Special Report 202 による。

*州際道路の延長は別の統計によれば65,200kmである。

表-2 合衆国の道路予算 (1982年現在, 単位 100万ドル)

費用 区分	連邦政府	州政府	その他	計
一般管理費, 研究諸費等	266.4	5,609.1	3,873.6	9,749.1
維持費	129.1	4,845.4	6,676.4	11,650.9
大規模改良を含む新規建設費	713.6	12,329.1	4,659.1	17,701.8
合 計	1,109.1	12,783.6	15,209.1	39,101.8

(注) IRF 統計年鑑による。

*いいだ あきお 日本道路公団名古屋建設局松阪工事々務所勢和工事長

道路の舗装工種別延長については手許に資料がなく残念ながら不明であるが、州際道路では延長比で55%がコンクリート舗装、45%がアスファルト舗装であると報告されている⁽³⁾。

2-2 道路の構造

道路構造のうち線形や幅員構成などの幾何構造は、その設計法が AASHTO の "Blue Book"⁽⁴⁾ と通称される構造基準に従うことになっており、全国的に道路種別に応じて統一がなされている。なお設計速度とは別に、規制速度は道路種別に関係なく1974年より55mph (88km/h) となっているが、賛否両論があり T R B 等が中心となって再評価を行なっているようである⁽⁶⁾。

舗装構造についてはコンクリート舗装もアスファルト舗装も全国統一の基準というものはなく、州によってそれぞれ異なった設計手法を採用している。ごく一般的に言えば、コンクリート舗装の場合には粒状もしくはセメント安定処理の路盤上に厚さ20~25cmの普通コンクリート舗装または連続鉄筋コンクリート舗装を設けるのが通常であり、アスファルト舗装では粒状下層路盤の上にアスファルト安定処理路盤を設けアスファルト表層工を施工するのが一般的で、わが国と大略において変るところはない。最近合衆国ではアスファルト乳剤の利用が盛んであり、安定処理路盤のバインダ材として使われることが多いのは、わが国と多少事情が異なるようである。

3. アスファルト舗装の技術の現状

合衆国ではコンクリート舗装が比較的高級な道路に多く用いられているのは2で述べたとおりであるが、ここではアスファルト舗装を中心にして現状を見ることとしたい。

3-1 構造設計法

合衆国で実用に供されているアスファルト舗装の設計法としては、AASHTO の Interim Guide による設計法、AI (米国アスファルト協会) の設計法、アメリカ砕石協会の設計法等があるが、大半の州では Interim Guide の方法そのまま、あるいは AASHTO 道路試験のデータに基づく設計法を用いているようである⁽⁶⁾。これらの設計法は既にわが国でも紹介されており^(7, 8) あらためて述べる必要はないと思われるが、A I の設計法は1981年に改訂されているので、そのあらましだけを紹介することとしたい。

A I の舗装厚設計法は1955年にマニュアルとして発行されて以来改訂をうけてきており、1963年には AASHTO 道路試験の成果を基にした設計法が導入され、1970年の

第8版を経て、1981年に第9版が出版された。

A I の第8版の設計法の特徴は次のとおりである⁽⁷⁾。

- ① 設計交通量は8.2t軸重に換算した日平均通過軸数で表現する。
- ② 路床条件はCBR値、R値(スタビロメータによる Resistance Value)、もしくはK値(平板載荷試験による支持力係数)のいずれかで表わし、設計値は測定値の90パーセントイル値をとる。
- ③ アスファルトコンクリート層厚 T_A が路床条件と設計交通量の関係から求められる。
- ④ 各層の厚さは換算係数により求められる。

この設計法は AASHTO 道路試験の結果を基礎としている。AASHTO 道路試験の結果は全世界で高く評価され、その後の舗装設計を方向づけたものであるが、実験である限り、限界があることは否めなかった。A I では力学的 (mechanistic) な設計手法を採用することによりこれらの限界を越えることができるとし、1977年より研究を開始した⁽⁹⁾。その結果、換算係数の概念をすて多層弾性理論を採用することとし、また供用性の指標として疲労によるクラックと交通によるわだちぼれの双方を考慮して設計法を確立し、第9版として出版することとしたものである。この設計法の特徴は次のとおりである⁽¹⁰⁾。

- ① 設計交通量は8.2t軸重に換算した設計寿命中(20年)の累積通過軸数(EAL)で表現する。
- ② 路床条件はレジリエント・モジュラス M_r で表わし、測定値からEALによって変化するある値のパーセントイル値を求めて設計値とする(M_r とCBR、あるいはR値との換算式が与えられている)。
- ③ 舗装厚は路盤の種類ごとに、EALと M_r の関数として示されるチャートより読み取る。

チャートの作成に際しては、Chevron のN層弾性理論解析用プログラムをベースとしたDAMAという名称のコンピュータ・プログラムが開発された(A I より225ドルで入手可能である)。また疲労破壊に関するデータは AASHTO 道路試験の結果を利用し全面積の20~25%が疲労破壊に至った時点を限界とし、わだちぼれはカリフォルニア州による実測結果を利用し約13mmを限界としているようである。

詳細については紙面の関係でここではふれないが、研究の領域を出なかった多層弾性体理論がアスファルト舗装設計へいよいよ実用化されたという点で、今回のA I の設計法の改定は高く評価されるものであろう。わが国においても検証と適用性の検討がまたれる所である。

なおオーバーレイの設計法についても、Odemark に

よる2層弾性体の式と類似のKirkの式に基づくたわみによる方法が取り入れられ⁽¹¹⁾、1983年に出版されている⁽¹²⁾。これは既にわが国で翻訳が行われているので、ここでは省略する。

3-2 配合設計法

アスファルト混合物のうち使われることの多い加熱アスファルトセメント混合物に対する配合設計法としては、古くは1920年代に開発されたHubbard-Field法があり、1930年代にニーディングコンパクタを用いたHveem法、さらに1940年代にMarshall法が出現した。また1940年代後半にAIにおいてSmith 3軸試験法が研究されたり、1950年代にはジャイレトリ締固機が開発されている。詳しくは参考文献⁽¹³⁾を参照されたい。

現在ではHveem法とMarshall法が加熱アスファルトセメント混合物に対する配合設計法として一般的に用いられており、AIの出版物ではこの2つの配合設計法について解説がなされている⁽¹⁴⁾。これらの試験法はASTMではD1559およびD1560、1561に規格化されているが、供試体作成と安定度などの試験法のみが述べられており、その評価法すなわち最適アスファルト量の決定法までは含まれておらず、試験を行う者の判断に委ねられている。評価法はわが国と合衆国では異なり、合衆国でも機関によっても異なるものと考えられるが、ここではAIの方法について紹介したい。

(1) Marshall 法

Marshall法による配合設計は昭和35年に名神高速道路などで採用されて以来わが国に定着しており、またその経緯も報じられている⁽¹³⁾ので詳細は省き、相異点のみを列挙する。

① AIの方法とわが国の方法で最も異なるのはOAC（最適アスファルト量）の決定法である。わが国では、安定度、空隙率、フロー値、飽和度の各基準値の範囲を満たすアスファルト量の範囲をバーチャートに示し、その共通範囲の中央値をとってOACとする。一方、AIの方法では、最大安定度、最大密度、および空隙率の基準値範囲のほぼ中央値を、それぞれ示すアスファルト量を取り、3つの値の算術平均をもってOACとする。

② 基準値は気候等の環境条件や使用材料、交通量等によって変るものであるが、AIによる推奨値は表-3のとおりである。VMAが最大粒径によって変るところが大きな違いといえよう。

(2) Hveem 法

Hveem法は、狭義にはMarshall法と同じくある骨

材配合に対するOACを求めるための配合設計法の一つであり、次の操作からなる。

- ① CKE (Centrifuge Keresene Equivalent) 試験によってOACの推定値を求める。
- ② OACの推定値の前後のアスファルト量をもつ混合物でニーディングコンパクタにより供試体を作製する。
- ③ スタビロメータにより安定度Sを求める。

表-3(1) 米国アスファルト協会による Marshall 設計法基準値

交通量区分*	軽交通		中交通		重交通	
工種	表層および路盤		表層および路盤		表層および路盤	
項目	最小	最大	最小	最大	最小	最大
締固め回数(片側)	35		50		75	
安定度(kg)	227	—	341	—	681	—
フロー値(0.01cm)	20	50	20	45	20	40
空隙率	3	5	3	5	3	5
VMA	下表による					

(注) * 交通量区分は次のとおりである。

- 軽交通 設計EAL < 10⁴ の交通量
- 中交通 設計EAL が10⁴ ~ 10⁶ の交通量
- 重交通 設計EAL > 10⁶ の交通量

** 加熱アスファルト路盤は、合衆国で一般的な気象条件下で、かつ路面より10cmより深い位置にある場合には、標準の試験温度(60℃)において基準値に適合しなくとも、38℃で基準値を満たせば使うことができる。

表-3(2) VMAの基準値

骨材最大粒径	VMA最小値
1.18 mm	23.5 %
2.36 mm	21
4.75 mm	18
9.5 mm	16
12.5 mm	15
19.0 mm	14
25.0 mm	13
37.5 mm	12
50. mm	11.5
75. mm	11

表-4 米国アスファルト協会による Hveem 設計法基準値

交通量区分	軽交通		中交通		重交通	
項目	最小	最大	最小	最大	最小	最大
安定度(S値)	30	—	35	—	37	—
水浸膨潤(mm)	—	0.762	—	0.762	—	0.762

(注) 上記の項目には含まれないが、空隙率は最低4%程度を確保すること。路盤については表-3の注と同じ扱いをする。

- ④ 水浸膨潤試験 (Swell Test) を行う。
- ⑤ 以上の結果から基準値 (表-4) と照合して OAC を求める。

なお AI の方法では省略されているが, ASTM D 1660 ではこれらの操作の他に粘着性試験 (Cohesion Test) を行うこととしている。

Hveem 法は Marshall 法に比べて操作数が多く機具類も複雑であり, 現場で簡単に試験を行うことは難しい。また CKE 試験により骨材の吸油量を測定し OAC を推定しても, 粒度規定が厳しい現在ではさほど大きい意味をもたないので CKE 試験を省略したり, 水浸試験もほとんど行われないうである。すなわち実用的には, ニーディングコンパクタによって締固めた供試体によりスタビロメータで安定度を求め, 空隙率の計算値と併せて OAC を決定する簡易的な方法が通常は行われているようである。

さて Hveem 法と Marshall 法のいずれを選ぶべきか, がわが国では議論されるところであろう。しかしこれを「原則的に技術上の好みの問題 (a matter of engineering preference)」⁽¹⁵⁾ と片付けているのは, いかにアメリカ的と筆者には思える。

3-3 工事仕様書

たとえば道路舗装工事を施工するということは, 地理上の特定の位置に舗装を具現化させることであり, そのためには骨材やアスファルトなどの「材料」を, どの位置にどのような状態で, かつ経済的に構築するかを決める「設計」の行為が先行する。工事仕様書は, 設計図面とともに, そのような設計上の思想を工事施行者 (発注者) から施工者 (受注者) に文章により伝えるための手段である。

工事の施工が受注者との請負契約により行われるのが通常である現在では, 工事の施工に対する対価の支払法が契約書類に明記されていなければならない。対価の支払法としては, わが国では総価契約方式が一般的であるが, 欧米諸国では工種ごとに検測単位当りの価格で契約し, 出来上った数量を乗じて支払金額とする単価契約方式が一般的である。わが国では例外的に日本道路公団が総価で契約し同時に工種ごとの単価を契約する総価・単価契約方式を採用している。これは名神高速道路の建設にあたって世界銀行より建設費の借款を受ける際に, 高速道路のような大規模工事では単価契約の方が合理的であるとの指導を受けたことによっている⁽¹⁶⁾。従って日本道路公団の設計図面や工事仕様書の形式は, 合衆国の型式を反映しているものと考えてよい。

工事仕様書は, 発注者側で常備してあって工事の一般的事項を記した共通仕様書 (Standard Specifications) と, 契約工事ごとにその工事固有の設計条件や共通仕様書との相違点を明記した特記仕様書 (Special Provisions) の 2 種類から成るのが通常である。

共通仕様書の内容をインディアナ州の場合⁽¹⁷⁾ について紹介すると, 総則, 土工, 路盤工, アスファルト舗装工, 剛性舗装工, 雑工, 構造物工, 交通管理施設工, 照明工, 材料, の 9 章からなる。このうちアスファルト舗装工を項目でみると, プラント混合舗装総則, 加熱アスファルト乳剤舗装, 加熱アスファルトコンクリート舗装, 瀝青処理骨材舗装, 路上混合瀝青舗装, 常温混合瀝青舗装, シールコート, プライムコート, タックコートの 9 節から構成されている。どの項目においても適用範囲, 材料 (混合物の粒度規定, 温度等を含む), 施工法 (舗装法, 養生法, 仕上げ規定を含む), 数量の検測, 支払, の各方法が記述されており, 各項目の最後に単価項目の名称と支払単位 (たとえば, 加熱アスファルトコンクリート表層工……ton) が示されている。この型式は日本道路公団の共通仕様書も同じである。

3-4 材料と規格

インディアナ州道路工事共通仕様書の材料の章をみると, ほとんどの材料の規格は AASHTO か, もしくは ASTM, またはこれらの一部修正したものによることになっており, これらに含まれないものは州規格を設けている。他の州も同様と考えれば, 道路関係の規格は AASHTO と ASTM を把握しておけば大半が理解できることになる。また舗装関係についてみれば両者は同じか類似の規定が多く, たとえば AI の文献では類似規格を () 書きで示してあり, 筆者の経験では ASTM だけを把握していてもさほどの不便を感じない。

材料のうち骨材の実情をみると, 合衆国では近い将来に必要なような高品質の骨材を生産するだけの資源は十分にあると言われている⁽¹⁸⁾ が, 環境関係法の規制により採掘の制限や土場の修復などの問題が発生しており, これがリサイクリングの経済的可能性の一原因ともなっている。

次にアスファルトについてみると, まず分類法が複雑であることがわが国と異なる所である。ASTM によれば, 針入度による分類 (D 946) の他に粘度による分類 (Visgrade) (D 3381) があり, その中に原アスファルトによる分類 (AC) が 2 種, 回転式薄膜加熱試験後の粘度による分類 (AR) が 1 種, 計 3 種の分類が行われている。さまざまな地域で生産されるアスファルトを 1

つの規格（針入度）で考えるのは難しく、アスファルトの分類と特性づけを更に合理的にするため、経験的な針入度分類法にかわって基本的な単位である粘度に基づく分類を行おうという動きが1960年代からあり、10年以上の議論を経てD 3381の規格ができたのである⁽¹⁹⁾。

しかしD 3381の成立（1975年）前後にオイルショックがあり、それまでの原油供給系統が乱れてしまい、アスファルトの性質が変化したのではないかという批判が続出し、以後TRBなどを中心としてアスファルトの変化の有無がしばしば調査されている。ある調査結果⁽²⁰⁾をみると、オイルショック以後にアスファルトの品質は低下しているわけではないが、原油供給元が多くなって、1つの精油所から出されるアスファルトの品質の変動の幅が大きくなっている傾向にある、ということができそうである。

またわが国と異なる点として、合衆国ではアスファルト乳剤の利用が多いように思われる。アスファルトセメントに比べて常温もしくは低い（60℃位）加熱温度で使える乳剤はエネルギー節約の点で有利であり、またたとえばハイフロート・アスファルト乳剤（ASTM D 977-80のHFMSシリーズ）のように添加剤を加えてアスファルトセメントの改質を行う際に操作が簡単であるなどがその理由である。一方配合設計や構造設計でも乳剤を利用できるような研究が行われている。なおカットバック・アスファルトは養生中に蒸発する軽質油分が環境関係法の規制にかかる場合があり、利用は減少しているようである。

3-5 施工法

アスファルト舗装の施工法はAIのMS-22⁽¹⁵⁾などに説明されているとおりであり、施工機械も方法も両国の間に違いを見出すのは難しい。細部についてみれば、ドライヤ・ドラム・ミキサの使用や大型のボトム・ダンプ・トラックが現場でよく見かけられる点が、違っているといえよう。

ドライヤ・ドラム・ミキサは、簡単に言えば、振動ふるい、ホットビン、バグミル型ミキサがないプラントであって、コールドビンで配合比に従って吐出された骨材をドライヤへ送り込み、加熱しながらアスファルトを噴射して混合する一種の連続式プラントである。構造が簡単であって能力が600 t/h程度と高いので、合衆国では好んで使われている。形式は種々あるが、最近ではリサイクリング混合物も混合可能なセンターフィード式のプラントが優れているとされ、全国で約4000基あるアスファルトプラントのうち、およそ500基がこの方式である

といわれている⁽²¹⁾。

ボトム・ダンプ・トラックは通常セミトレーラ式で、20～22トンの混合物を一度に運搬することが可能である。わが国で使われるリアダンプ式は後軸が2軸で11トン位が限界であるのに対し、能力は高い。

ドライヤ・ドラム・ミキサもボトム・ダンプ・トラックもともに大型機械であって、合衆国のように広大な国土を有する国でこそ経済的に利用できるものと考えべきであろう。

4. 最近の話題

合衆国における舗装技術の最近の話題は種々あるが、インフラストラクチャの荒廃に伴って、1960～70年代の隆盛からは後退した印象をまぬがれないのが実感であった。しかし拡大し続ける荒廃に対し何とかしなければならぬという気運が国民の中で高まりつつあり、これに呼応するかのように、荒廃した道路施設を単に取り換えるだけでは長期的な解決法とはならず、新しい材料や工事・維持方法の開発が不可欠であり、そのために革新的な研究（Search for Innovation）を展開すべし、という報告がTRBより出されている⁽²²⁾。ここではこれを簡単に紹介し、最近の話題としたい。

TRBではこれをSTRS（Strategic Transportation Research Study、戦略的交通運輸研究）と呼び、AASHTOがこれを支援して連邦政府補助金の0.25%を研究資金として出すことを立法化するように要求しており、また連邦議会がこの計画を取り入れ研究費用の増額を奨励している。

TRBの報告⁽²²⁾によれば、個々の研究が成功した場合の経済的メリット、現在の研究状況などから優先度を求め、結局表-5に示す6つのテーマを最優先すべきものとして提案している。

特にアスファルトについてみると、次のような研究が必要であるとされている。

- ① さまざまなアスファルトの性質を定義すること。
- ② 試験法、測定法の改善。
- ③ アスファルトの性質と舗装供用性の関係を知ること。
- ④ アスファルト系バインダ材の改良。
- ⑤ 現場における供用性の確認。

これらの研究は総額1億5,000万ドルにより5ヶ年計画で達成するものとし、表に示す予算が必要としている。なお舗装の長期挙動測定は20年間の計画として、1年に1,000万ドルが必要と推定されている。

表-5 STRS 計画の概要

研究領域	目的	5ヶ年計画 中の予算額 (100万ドル)	予想される効果
アスファルト材料	アスファルトの物理化学的性質を明らかにし、舗装体の供用性との関係を知る。	50	良質の材料と品質管理の向上、および設計の向上と供用性の推定の向上。 1年に、1億ドルの節約となる。
舗装の供用性	各種の載荷条件・環境条件下における各種の舗装の長期供用性を評価する。(データの収集と解析のため、5ヶ年計画をさらに3期継続することになる。)	50	舗装の維持修繕戦略の代替案を評価するための新しい能力、および設計と施工法の向上。100億ドルの節約となる。
維持費用の経済効果	維持作業計画の管理手法の開発。新しい手法、機械、材料を開発し、維持作業の効率化をはかる。	20	新しい道路管理システムと、維持作業の効率化。 1年に1.5億ドルの節約となる。
コンクリート橋梁部材の保護対策	塩素に汚染された橋梁床版などの悪化を阻止する新しい方法の開発。	10	コンクリートより塩素を除去する有効な手法あるいは塩素汚染よりコンクリートを守る手法。 1年に、4億ドルの節約となる。
セメントおよびコンクリート	水和現象の物理化学現象の解明と、リサイクルコンクリートやエネルギー節約が可能な部材等の評価。非破壊試験法の開発。	12	高品質で耐久性の大きいコンクリートの生産が可能となる。 1年に5000万ドルの節約となる。
雪氷対策	新しい化学薬品に加えて機械式または加熱式装置の最適な使用法や管理手法により塩の使用を減少させる。	8	雪氷対策におけるサービスレベルを低下させることなく、腐食と環境問題を減少させる。たとえば、自動車の腐食を減少させることで、1年に、4500万ドルの節約となろう。

(注) TRB TR-News, July-August 1984, No. 113, p.8 より引用

このような革新的な研究を行うには従来の組織では難しく、AASHTO や TRB の研究体制をどのように組織し、研究機関の間の壁を取り除くにはどうすべきか、という問題も検討されている。まだ体制が固まったという報告には接していないが、遠いことではないだろう。

なおついでながら、おもしろい統計があるので表-6 に紹介しておきたい。研究費が不足しているという合衆国よりもまだ低いのはわが国だけであるが、報告書では「日本はもっと研究費を支出しているはずである。ここ

によれば、政府機関を含め11の団体がリサイクリングに関係しているとされている。合衆国のこれらの団体は、大会の開催や出版等を通じ何らかの情報活動をしており、わが国の舗装界に多少とも影響を及ぼしているものが多い。そこで主な機関、団体についてその活動状況を紹介することとしたい。

- (1) FHWA (連邦交通省道路局, Federal Highway Administration, 連絡先: Offices of Research & Development, Washington D.C. 20590, U.S.A.)

FHWA は連邦政府交通省の管轄下にあり、道路行政を所管とする官庁である。その内部組織として道路研究所がある。1982年の研究予算は2,150万ドルでその前の5ヶ年間はほぼ同額の予算規模であるが、インフレーションのため実質的には規模は縮小されている。スタッフは1970年には257名であったが、1982年に165名となり、さらにそのうち44名は他の研究結果の情報整理に携わっている。

FHWA 研究所の役割は、職員の15~25%が研究を行っている他に他機関への研究資金配賦にあり、TRB や大学、民間研究機関と委託契約を結んで研究を行っている。その結果は報告書として公刊され、一般人の入手が可能である(現在は不明であるが、1980年頃はTRBの大会などで配布されていた)。

- (2) TRB (交通運輸研究委員会, Transportation

表-6 各国別にみた道路研究支出額の比較 (1982年現在)

国名	全道路支出額 (100万ドル)	道路研究支出額 (推定値) (100万ドル)	全支出額に占める 研究支出額 (%)
イギリス	3,000	45	1.47
日本	19,486	16.8	0.09
オーストリア	2,350	19	0.81
西ドイツ	9,800	20.5	0.20
スエーデン	955	30	3.14
合衆国	43,278	72	0.17

にあげたデータは公共機関による支出額であって、日本政府が奨励している官民共同研究のような資金は含まれていない。」と親切なコメントが付されている。

5. 舗装関係諸団体の状況

舗装についての調査や研究に関係している機関や団体は合衆国内に実に多く、たとえばリサイクリング指針⁽¹⁸⁾

Research Board, 連絡先: 2101 Constitution Avenue, NW, Washington D.C. 20418 U.S.A.)

TRB は旧称 HRB (Highway R.B.) といい、1920 年に道路研究の促進を目的として国立科学アカデミー (National Academy of Sciences) の一組織として設立され、1960 年代に道路以外の運輸交通部門を取り入れて TRB となった。約 3300 名からなる 270 の部会をもち、1983 年度の予算額 1151 万ドル、個人会員 2100 名、賛助会社 214、スポンサー 56 の大規模な団体である。

年 1 回 Washington D.C. で開催される大会や年数回開催される特定テーマによる集会などの行事のほか、隔月刊の機関紙 TR News や大会の論文をジャンル別にまとめたレポート (R シリーズ)、特別レポート (SR シリーズ)、NCHRP レポートなど数多くの刊行物の出版も行なっている。その大会には日本道路協会から毎年 1 ～ 2 名が派遣されて出席しており、その盛況ぶりは「道路」誌上に毎年掲載されている。

年会費は個人会員の場合 35 ドル、他のレポート類は選択制で購入できる。わが国からの加入状況は日本道路協会の他に 1 県が法人会員であるが、個人会員は不明である。

NCHRP (道路研究に関する全国協力計画, National Cooperative Highway Research Program) は、州際道路の建設開始当時の 1962 年に、新しく建設する高規格道路に関して各州で生じた類似の問題を処理するために設立された組織である。各州で個々に問題を解決するのではなく、AASHTO, FHWA および TRB の三者により特定の共通問題にしばって研究計画をたてるように運営されている。設立以来 358 件の研究を行い、既に 100 冊の集成 (Synthesis) が TRB を通して出版されている。

- (3) ASTM (アメリカ材料試験協会, American Society for Testing and Materials, 連絡先: 1916 Race St., Philadelphia, PA 19103 U.S.A.)

ASTM は工業材料や製品に対する特性や供用性に関する規格をつくり、それに関する知識を普及するために 1898 年に設立された非営利の法人である。現在は ASTM の名称のもとに、石油や鉄鋼から原子力に至るまでの各種の産業を対象として約 6700 の規格があり、138 の技術委員会が規格の制定や改正に携わっている。

わが国の JIS に相当する規格として、ASTM は合衆国の規格の代表的なものと考えられており、舗装の分野でも道路および舗装材料委員会 (D-4)、セメント委員

会 (C-1)、コンクリート委員会 (C-9)、土質委員会 (D-18)、すべり抵抗委員会 (E-17) などが舗装関係の規格に関する作業を行っている。特に材料関係の最近の動向をみると、橋梁防水層の定義や仕様、レジリエントモジュラス測定法、アスファルト成分分析法などの規格化がすすめられている。

ASTM は国の事業と考えられがちであるが、実際にはその経費は約 28,000 人の会員からの会費 (個人会費は毎年 50 ドル) (全体の 15%)、および出版物の販売 (全体の 85%) によってまかなわれている民間の事業である。規格の作成等の作業はボランティアの会員が行い、その案に対して全会員の投票を行なって承認または不承認を決定する制度をとっており、まさに参加することに意義がある組織といえよう。出版物としては 66 分冊の Annual Books of ASTM Standards (全部で 55,000 ページ、全冊購入価格 2800 ドル) があり、他に月刊の機関誌、STP (Special Technical Publications) と呼ばれる特定テーマの論文集、その他いくつかの専門誌がある。

- (4) AASHTO (米国州政府道路運輸担当官協会, American Association of State Highway and Transportation Officials, 連絡先: 444 North Capitol St., N.W., Suite 225, Washington D.C., 20001 U.S.A.)

AASHTO は旧称 AASHO であり、TRB の例と同じく T を加えた形となって現在に至っている。

この組織は AASHO 道路試験を企画し、また道路幾何構造のバイブルともいうべき "Blue Book" を発行し、また AASHTO 材料規格・試験法を制定するなどの活動を行なっている団体である。その会員は州政府、市、郡などの道路・運輸担当者であり、各州間の意見を調整し連邦政府の行政に反映させるのが目的で設立されたとのことであるが、組織等については筆者は情報を得るに至っていない。

- (5) AAPT (アスファルト舗装技術者協会, Association of Asphalt Paving Technologists, 連絡先: Office of the Secretary-Treasurer, University of Minnesota, 134 Civil & Mineral Eng. Building, 500 Pillsbury Drive, S.E., Minneapolis, Minnesota 55455-0220 U.S.A.)

この組織は会員制の民間団体であり、会規約では会員資格としてアスファルト舗装技術に関心を有する者で 3 年以上の経験を有する者など、厳しい条件が課せられて

いる。年に1回の大会が開催されており、その後刷は1冊にまとめて論文集として出版されている。大会での論文発表は会員でなくてもよいが、論文の書き方、発表方法等に条件が付されており、発表論文の向上に努力している。TRBの発表より難しいらしく、論文を用意する者は気をつかうようであり、またそれだけに年1回の論文集はその1年間のアスファルト舗装技術の達成度の指標ともいえるものであろう。

AAPTの入会費は正会員・準会員に対し15ドル、年会費は50ドルで、1984年現在812人の会員があり、わが国からは4名が加入している。

(6) AI (米国アスファルト協会, The Asphalt Institute, 連絡先: Asphalt Institute Bldg., College Park, Maryland 20740 U.S.A.)

AIはアスファルト産業関連会社48社(1984年1月現在、合衆国27社、カナダ6社、南アメリカ2社、ヨーロッパ8社、中近東3社、アジア2社)を会員とする非営利の国際的な協会であり、アスファルト材料の生産者と消費者に技術協力・研究・教育を通じて奉仕することを目的に設立されたものである。

この協会はアスファルト舗装関係の出版物を多く出しており、マニュアルシリーズ(MS)22冊、仕様書シリーズ(SS)3冊、研究レポート(RR)13冊、教育シリーズ(ES)12冊、その他のリーフレット類、コンピュータプログラム、教育用映画、スライドなどが入手可能である。いずれも平易な用語を用いて記述されており、初級から高度の技術まで豊富にとりそろえられている。わが国ではMS-8、16および3のマニュアルが日本道路建設業協会より翻訳出版されている。またES-1の講義用資料を購入すると追加情報が送付されてくる制度もある。いずれのマニュアルも定期的に改訂されており、見のがせない情報源のひとつである。

6. あとがき

先年日本道路公団がリサイクリングに関してFHWAより招聘したMr. BernardはDirector of Technology Transfer(技術転移部々長)であった。ベトナム戦争のあと謙虚になった合衆国は、技術転移によって技術を世界に広げ、国際協力に貢献しているのであるが、舗装技術について両国の関係をみると、明治の初期から今に至るまで、わが国は明らかに輸入超過ではないだろうか。研究予算が少ないとはいえわが国の舗装界に技術力が無いわけではなく、情報が外国に伝達されてい

ないがその原因であるように筆者には思える。言語の壁に屈することなく、わが国の技術も国際社会に寄与する努力を怠ってはならないと、合衆国の文献類を読み返しつつ、思った次第である。

参 考 文 献

- (1) 久米邦武編, 田中彰校注, 特命全権大使米欧回覧実記, 岩波文庫33-141-1, 1977年, 岩波書店。
- (2) アメリカ連邦交通省道路局編, 別所正彦・河合恭平訳, アメリカ道路史, 1981年, 原書房。
- (3) セメント協会発行のパンフレットによる。
- (4) A Policy on Geometric Design of Rural Highways, AASHO, 1965.
- (5) TR News, Mar.-Apr. 1985, No. 117, TRB.
- (6) 南雲貞夫, 阿部忠行, 安崎裕, 飯田章夫, 道路舗装の設計, 道路実務講座6, 1984年, 山海堂。
- (7) 山下弘美, 森道夫, 松浦精一, 永井英章, 主な国のアスファルト舗装構造設計法(1)および(2), 舗装, Vol. 14, No. 6および7, 1979年, 建設図書。
- (8) Yoder, E.J., M.W. Witzczak, Principles of Pavement Design, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc., 1975. なおこの文献の全文が日本アスファルト協会舗装技術研究グループで翻訳されているが出版に至っていない。
- (9) Research and Development of The Asphalt Institute's Thickness Design Manual (MS-1) Ninth Edition, RR-82-2, The Asphalt Institute, Aug., 1982.
- (10) Thickness Design-Asphalt Pavements for Highways and Streets, MS-1, The Asphalt Institute, Sept., 1981.
- (11) Deflection Method for Designing Asphalt Concrete Overlays for Asphalt Pavements, RR-83-1, The Asphalt Institute, Aug., 1983.
- (12) Asphalt Overlays for Highway and Street Rehabilitation, MS-17, The Asphalt Institute, June, 1983. 日本道路建設業協会 道路建設1984年6月~1985年8月に14回にわたり翻訳が掲載されている。
- (13) 松野三朗, 三浦裕二, アスファルト混合物の歴史(1)~(6), 舗装 Vol. 13, No. 1~No. 6, 1978年, 建設図書。
- (14) Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot-Mix Types, MS-2, The Asp-

- halt Institute, Mar., 1974.
- (15) Principles of Construction of Hot-Mix Asphalt Pavements, MS-22, The Asphalt Institute, Jan., 1983.
 - (16) 高橋朋和, 道路公団における実践譜, 土木学会誌 1985年7月号。
 - (17) Indiana State Highway Standard Specifications, 1978.
 - (18) Epps, J. A., D. N. Little, R. J. Holmgreen, R. L. Terrel, Guidelines for Recycling Pavement Materials, NCHRP Report 224, TRB, Sept., 1980. 日本道路建設業協会より「舗装材料のリサイクリング指針」(昭和59年4月)として翻訳が出ている。
 - (19) Viscosity Testing of Asphalt and Experience with Viscosity Graded Specifications, STP 532, American Society for Testing and Materials, 1973.
 - (20) Epps, J. A., J. W. Button, B. M. Gallaway, Paving with Asphalt Cements Produced in the 1980's, NCHRP Report 269, TRB, 1983.
 - (21) 日本道路建設業協会第1回海外技術調査団, アメリカにおける舗装再生技術の調査, 昭和59年。
 - (22) America's Highways-Accelerating the Search for Innovation, SR 202. TRB, 1984.

砂利道の歴青路面処理指針 (59年版) 増刷

第2刷 B5判・64ページ・実費頒価400円(送料実費)

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

カナダにおける道路舗装の現況について

菊 川 滋*

1. はじめに

筆者は、国際協力事業団（JICA）の長期在外研修員として昭和58年7月から2年間にわたってカナダはオンタリオ州にあるウォータールー大学に留学する機会を得た。大学では、最近、舗装技術者の間で俄に脚光を浴びてきた舗装管理システム（Pavement Management Systems：PMS）を、その分野では世界的な権威と言われ、PMSに取り組む技術者のすべてが手にするといわれる単行本（Pavement Management Systems）の著者の1人でもあるハース教授（Dr. Haas）について勉強した。カナダ滞在中、大学を離れて州の舗装技術者や民間コンサルタント会社の技術者と交流する機会があり、カナダやアメリカの道路を視察という名目で延々と車で走り回ったりもした。本文では、こういったカナダ滞在中のデスクワーク及び野外活動の成果として得たカナダの道路舗装に関する知識の一端を紹介することにする。

なお、舗装のハードの技術については日加寒冷地舗装ワークショップなどで詳しく報告されているので、ここでは簡単な紹介に止め、PMSを中心にソフトの面でのカナダ舗装事情について主に記述することにする。

2. カナダという国及びその道路事情

倒立三角形の形をして北米大陸の北半分に横たわるカナダは、ソビエト連邦について世界第2位、日本の27倍の約10,000,000㎡という広大な面積を持っている。国土の広さもさることながら、その東西の広がりはおそろしく大きく、東岸の大西洋に面するハリファックス市から大陸の西岸のバンクーバー市までを結ぶトランスカナダハイウェイの道程はほぼ6,000kmに及び日本の北海道から九州までの距離の3倍強にあたる。これだけ東西に広がっていると、国内で使われる時間もどこでも同じというわけにはいかず、東のニューファウンドランドから西のブリティッシュコロンビアまで7つの異なる時間帯にわ

かれている。しかし、約2,200万人の総人口のほとんどはアメリカとの国境に面する200kmの帯状の範囲に住んでおり、それ以北には疎に小さな町が点在するにすぎない。このような北方の町と南部の都市との往来は、冬の過酷な気象条件のため自動車では不可能で、主に小型の飛行機によって受けもたれている。

このような事情を反映してカナダの道路の総延長は国土の面積のわりには短く、日本の約8割の928,258kmにすぎない。表-1にカナダの道路統計をしめす。カナダの道路は、連邦道路、州道路、地方道路の3つに大別されており、全体の70%強を地方道路が占めている。舗装率についてはデータのある連邦道路と州道路の合計で約53%となっている。ただ、州によって隔差が大きく、たとえばオンタリオ州では93%、ノースウェストテリトリとよばれる北方州ではわずかに6%にすぎない。しかし、全般的にみると、鉄道などの大量輸送機関の発達していない、正確には経済性の点で発達しなかったカナダでは、自動車交通の国民生活に占める役割はきわめて大きく、従って、都市部及び都市近郊の道路網は極めてよく整備されている。

カナダは多民族国家である。日本に日本人がいるように、カナダにカナダ人がいると考えるのは間違いである。世界中のあらゆる国からの移民を受け入れているこの国では、それぞれ母国の文化や伝統を引きついだ人々が自分たちのアイデンティティを失うことなく一つの国家と

表-1 カナダと日本の道路網の比較

道路種別	カナダ 延長 km (%)	日本 延長 km (%)
幹線道路	266,915(28.7%)	175,514(15.6%)
その他の道路	661,243(71.3%)	947,516(84.4%)
総計	928,258(100%)	1,123,030(100%)

注) 幹線道路——カナダ：連邦道路及び州道路
日本：高速自動車国道、一般国道及び都道府県道
(PICA 論文集：1984より)

* きくかわ しげる 建設省土木研究所 舗装研究室

してまとまっている。そして、国も政策として多様文化主義をとり異なる文化の共存を目指している。このことの具体的な例としてしばしば出されるのが英語とフランス語の2カ国語を公用語としている憲法の規定であり、行政面では、アメリカに比べて極端に強い州政府、逆に言えば極端に弱い連邦政府の権限である。こういった事情を反映して道路についてみて、日本の道路構造令のような全国共通の基準はなく、各州でそれぞれに構造基準や設計基準を持っており、中央政府による道路事業費の補助と言った制度も存在しない。

3. 舗装の設計

カナダにおける舗装の設計と言っても、先に述べた理由から全国統一の設計基準があるわけではなく州により、或は道路の規格により異なった方法が採用されている。しかしながら、設計の考えかたの点で諸外国や日本と大きな差があるわけではなく、基本的には、1950年代にアメリカで行われた AASHO 道路試験の結果を基礎に気象条件などの地域的特質を考慮したうえでそれぞれの地域に適した設計法が整備されている。最近では、理論計算によって求まる舗装体内の応力や歪を用いて設計する方法も一般的になりつつある。

(1) 大型車の軸重及び総重量に関する規制

大型車の軸重及び総重量は、舗装の耐久性に大きな影響を及ぼすため、設計にあたって最も重要な要因の一つである。カナダと日本の大型車重量規制を単純化してまとめたのが表-2である。カナダでは州によって規制値が異なるので幅をもたせた表現になっているが、最大許容軸重については日本とほぼ同じレベルに定められている。一方、総重量の規制値はカナダが50%程度高くなっている。オンタリオ州の高速道路上で頻繁に8軸の大型トレーラーを見掛けたが、これもこの高い規制値と無縁ではないだろう。

(2) 舗装の設計法

カナダ道路協会(RTAC)刊の「舗装管理指針」(Pa-

vement Management Guide)によれば、カナダの舗装設計の基礎にある哲学は「設計は、それ自身独立したものではなく、与えられた供用予定期間を通して舗装の必要な供用水準を確保する全体戦略の一部である」という考えかたである。この思想は比較的新しいもので、後で述べるPMSに通ずるものである。図-1に、「舗装管理指針」に示されている舗装設計の手順を示す。

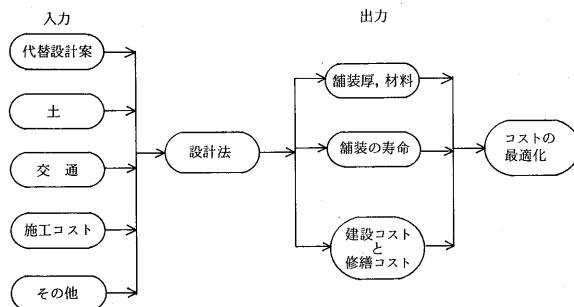


図-1 舗装設計の手順

(「Pavement Management Guide」より)

カナダで用いられている舗装の設計法は大きく次の3つのカテゴリに分けられる。

- 1) 標準断面を利用した試行錯誤法や経験にもとづく方法
- 2) 既設舗装より得られるたわみ等の実測値と層厚の関係や図表を利用して設計する経験法
- 3) 理論計算によって求まる応力や歪を使って設計する方法

表-3に、この3つの設計法の概要を示す。1)と2)の方法の多くは、国内のそれぞれの州によって長年の経験を経て開発されたものであり、各設計法の中に凍上や春先の強度低下などの地域的な問題に対する回答が組み込まれている。なお、各設計法に共通して15-20年の設計寿命が仮定されており、供用予定期間中の通過全軸重の評価は80kn(18000lb)単軸重(ESAL)に換算して行われる。オンタリオ州の経験法(アスファルト舗装の場合)のフローチャートを図-2に示す。この経験法の大きな特徴は、舗装の供用性を乗り心地指数(Riding Comfort Index: RCI)という道路利用者の立場からみた評価指数を用いて表わしていることと、経時的なRCIの低下を交通条件によるものと気象条件によるものに分けて考えていることである。各州で使われている典型的な舗装厚の例を表-4に示す。なお、この表は平均的な強度を持った路床上の舗装を対象にしている。

表-2 大型車重量規制(カナダと日本の比較)

	単位: kg	
	カナダ	日本
最大軸荷重		
シングル	9,000 - 10,000	10,000
タンDEM	16,000 - 20,000	20,000
総重量	50,000 - 63,500	34,000

注) 日本の総重量に関する規制は最大軸距によって幅をもたせてある。

(PICA 論文集: 1984より)

表-3 舗装の設計法の概要 (たわみ性舗装の場合)

	方式	マニュアル又はコンピュータ	設計に要する労力	入力データ	適用性
たわみ性舗装					
1. 標準断面	1)	マニュアル	小	路床、交通量、材料	同様の条件で建設された舗装がある場合
2. たわみデータにもとづく (RTAC)	2)	マニュアル	中	舗装の層厚とたわみ、交通量	種々の試験舗装についてたわみ量のデータがある場合
3. 応力-歪にもとづく					
a) サスカチワン	2), 3)	マニュアル	中	路床のCBR、排水条件、交通量	特殊な交通条件の場合、新材料を使う場合
b) オンタリオ	2), 3)	コンピュータ	大	舗装厚、路床条件、等価換算係数、コスト、交通量、ESAL、RCI (乗り心地係数)	費用の最適化に特に有効
破壊モードでの照査					
1. 疲労破壊	2), 3)	コンピュータ	大	舗装厚、弾性係数、温度、As 混合物のスティフネス、疲労特性、交通量 (ESAL)	
2. わだち掘れ	2), 3)	マニュアルとコンピュータ	中	舗装厚、弾性係数、温度、As 混合物のスティフネス、軸重	
3. 温度ひびわれ	1)	マニュアル	小	設計温度、アスファルトの針入度と粘度	
	2),	マニュアル又はコンピュータ	中	設計温度、As 混合物のスティフネス、路床の種類、舗装厚、供用年数	

注) 方式の1), 2), 3) は本文中の3カテゴリーに対応する。

(「Pavement Management Guide」より)

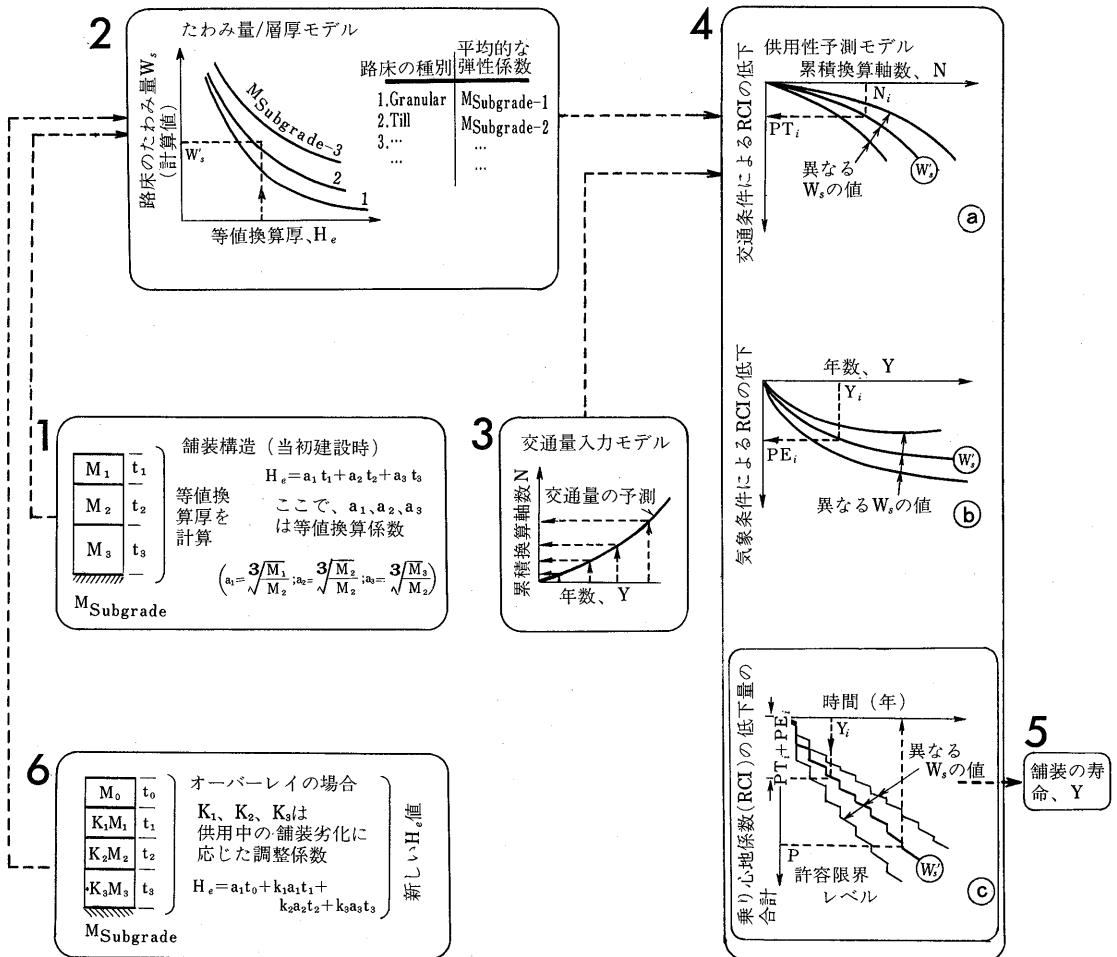


表-4 カナダの各州で採用されている典型的な舗装厚

交 通 荷 重			5×10 ⁵ ESAL (80kN)								1×10 ⁶ ESAL (80kN)								2×10 ⁶ ESAL (80kN)									
路 床	舗装のタイプ	舗 装 構 成	BC	AL	SA	MA	ON	QU	NS	NB	BC	AL	SA	MA	ON	QN	NS	NB	BC	AL	SA	MA	ON	QN	NS	NB		
シルト質 粘度	通常の舗装	アスファルト表層	100	100	100	65	75	140			75	100	115	100	100	115	165			100	125	100	140	125			190	
		歴青安定処理層	50									50	50							50								
		粒状上層路盤	180	150	100	150	100		150			100	255	165	100	150	150	205	150			330	180	100	150	150		150
		粒状下層路盤				180	125	380	230	455		150		180	205	205	230	255	455				190	305	380	230		455
		合計厚	330	430	325	595	405		745			375	405	460	405	455	480	575	770			480	495	505	670	505		795
群指数 = 5.0	フルデプス 舗装	アスファルト表層	205	215	215			255			255	230	255				280			305	255	330					305	
		下層路盤							305									305									305	
		合計厚	205	215	215			560			255	230	255					585			305	255	330				610	
統一分類 = CL	ソイルセメ ント舗装	アスファルト表層	50	100	75		75	25			75	100	115	100		100				100	125	100		125				
		歴青安定処理層	50									50								50								
		粒状上層路盤					100				75					150									150			
		ソイルセメント路盤	180	140	150		150	180			205	205	150	150		150					255	150	205		150			
		合計厚	280	240	225		225	205			355	355	265	250		400					405	275	305		425			

注2) BC: ブリティッシュコロンビア AL: アルバータ SA: サスカチワン MA: マニトバ ON: オンタリオ
QU: ケベック NS: ノバスコシア NB: ニューブルンズウィック の各州

(Pavement Management Guide」より)

4. 舗装管理システム（PMS）

カナダ、アメリカの舗装界において、過去10年程の間に、従来のハード面だけの取り組みから一歩踏み出して舗装をマネジメントしようという考えが広まりつつある。このような考えが出てきた背景には、近年、舗装の建設投資と合せて多額の維持修繕投資がなされるようになってきたこと、そしてその一方で、舗装の建設及び維持修繕のための予算が厳しく制限されて、限られた予算を最大限に利用するためのマネジメントが必要になってきたことがある。PMSの目的は「舗装部門に配分された公的資金の最も有効な利用方法を見つけだし、道路利用者に対して安全、快適、かつ経済的な舗装を提供すること」と定義されている。PMSと一口に言っても、その中には多様な行為と機能が含まれているため、これを簡潔に

説明することは非常に困難であるが、PMSの重要な特徴を列記すると以下ようになる。

- 1) PMSは、舗装に関するすべての行為（計画、設計、施工、維持、修繕、評価、研究）を統合したシステムである。（図－3）
- 2) PMSにおいては、定量的に表された舗装の供用水準にもとづいて代替案の評価分析が行われる。
- 3) PMSは、舗装に関する公的資金の最適配分計画、あるいは、投資の優先順位計画を作成する武器である。
- 4) PMSは、舗装投資の最適化に関する制約条件、評価基準についてフィードバックの可能な動的なシステムである。

又、PMSを考える際に注意しておかなければならないのは、PMSがプロジェクトレベルとネットワークレベルの2つのレベルに分けられることである。プロジェクトレベルは、個別の舗装区間を対象とし、その最適設計を目的とする。ただ、従来のように設計だけを切り離して考えるのではなく、与えられた計画期間を通じて、供用性の時間的推移をベースに、供用後の維持修繕はもちろん道路管理者側コスト、利用者側コストなどの経済的な評価を含めて全体として最適化を目指すという点に特徴がある。図-4は、PMSにおける舗装評価（支持力、乗り心地、路面損傷、すべり抵抗）と維持修繕コスト及び利用者コストの関係を示している。一方の、ネットワークレベルは、行政区内のすべての舗装を一括してマネジメントの対象とし、与えられた予算制限のもとで

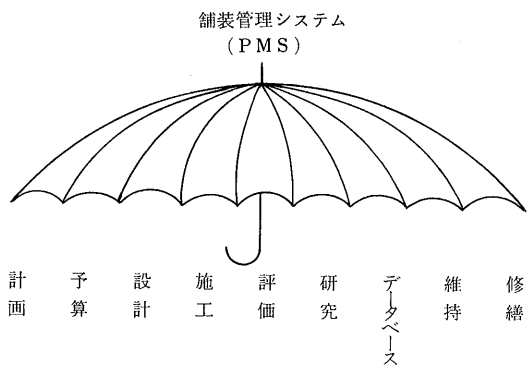


図-3 舗装管理システムのアンブレラコンセプト(傘概念)

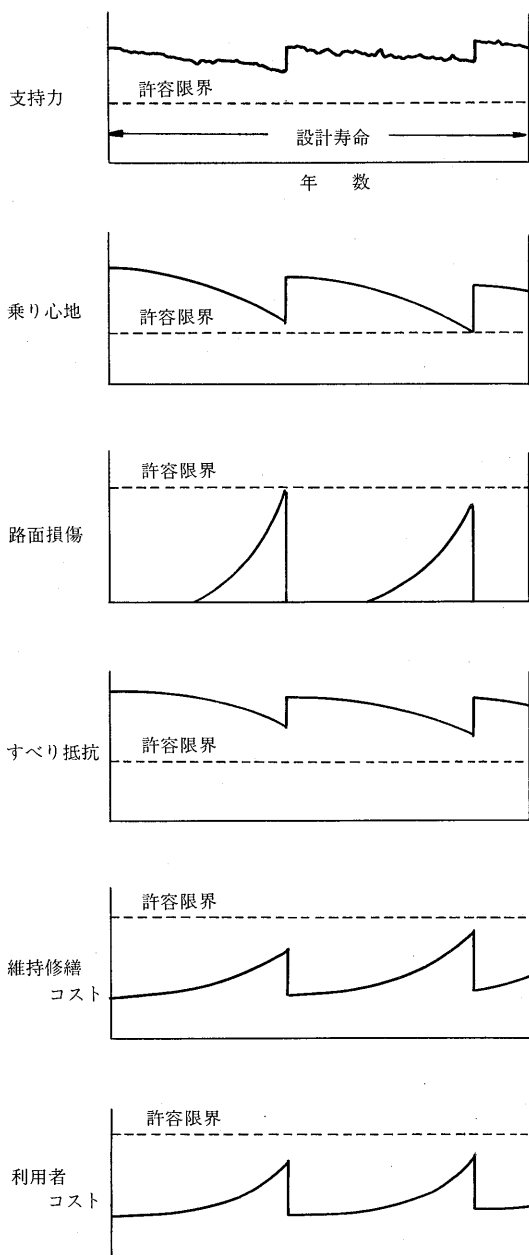


図-4 PMSにおける舗装の評価と経済分析

のプロジェクトの選定や優先順位の決定、さらには、長期の維持修繕ニーズの算定等を行う。なお、図-5に、PMSの概念を模式的に示すが、この図から明らかなようにデータベースが、全体の要の役割を果たしている。

カナダでは、PMSはすでに舗装界の大きな流れとなっており、多くの道路管理者によって、現実の道路網に

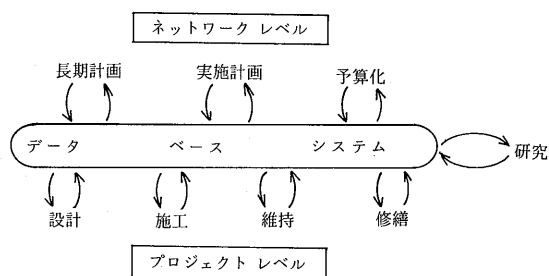


図-5 舗装管理システムの構造

適用されてきている。日本の舗装要綱に相当し、カナダの舗装技術者の座右の書でもある舗装管理指針もその名のとおり、一貫したPMSの哲学のもとにまとめられている。さらには、PMSを専門にしたコンサルタント会社も幾つか育ってきており、州や市町村などからの委託で、路面性状調査、データ解析、予算要求配分システムの開発などの業務を実施している。

5. まとめ

本文では、カナダにおける道路舗装の設計法と、近年カナダ、アメリカで発展の著しい舗装管理システム(PMS)について紹介した。カナダは、日加科学技術協議「寒冷地舗装」ワークショップの相手国でもあり、今後舗装の分野での技術交流が益々深まっていくものと期待されている。勿論、先進国の1つであるこの国を、わが国の建設業の進出先として考えることは非現実的であるが、カナダで蓄積された舗装のマネジメントに関するソフトの技術や寒冷地舗装に関する技術は、これから大いに参考にしていかなければならないと考えている。

本文がカナダの舗装とPMSについての理解の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) R.C.G. Haas, W.R. Hudson "Pavement Management Systems" Krieger Publishing Company, 1982.
- 2) Road and Transportation Association of Canada "Pavement Management Guide" 1977.
- 3) Proceeding of Paving in Cold Areas, Mini-Workshop, Canada/Japan Science and Technology Consultation, October, 1984.

「OECDのレポートから(1)」

今回から3～4回にわたり、OECD発行のレポートをとりまとめる。それぞれ1回ごとに独立した内容で、担当者も毎回若手の新人が登場する。

この企画に先だち、これまで1度も本欄に執筆した経験のない者ばかりで小グループを編成した。鹿島道路の佐藤さんが中心で、目的は、1975年以降(過去10年間)の文献整理と本研究報告の課題選択。その成果は、すでに定例会で報告があり、研究報告の課題としてはOECDのレポートをとりあげることになったわけである。

定例会では、「Pavement Management Systems」をまた読み終え、飯田さん提案によるAIのMS-1(最新版)とその解説書を読み始めている。また、小グループからの報告によって、システムに関する論文が100編ほどあることがわかったため、これを全員の宿題とし、各論文の内容を4～5枚程度に圧縮して紹介するレポー

トを1月末に提出してもらうことになっている。これは製本して誰でも自由に閲覧できるようにしたいと考えているので、興味のある方は日本アスファルト協会に連絡されるとよい。

—昨日(11月10日)、舗装の研究所関係8機関による野球大会が開催された。すでに6回目(年1回)であり年々さかんになっている。また、去る9月には土木学会年次学術講演会の中、舗装関係懇親会(第9回)が開かれ空前の出席者があった。当研究グループもすでに8年を経過し、順調な活動が続いている。これらは、いずれも数人の有志から始まった会合であるが、年を経るにしたがって輪が広がっていくのを見ると、舗装は人に恵まれた世界だなという感を強くする。

(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
荒井 孝 雄 日本舗道技術研究所
安 崎 裕 建設省土木研究所舗装研究室
飯田 章 夫 日本道路公団名古屋建設局企画調査課
池田 拓 哉 建設省土木研究所舗装研究室
井上 武 美 日本舗道技術研究所
井上 正 日瀝化学工業技術研究所
大久保 高 秀 首都高速道路公団湾岸線設計課
太田 健 二 日瀝化学工業技術課
大坪 義 治 日瀝化学工業関東営業所
亀田 昭 一 新東京国際空港公団
栢野 宏 日本大学理工学部土木工学科
古財 武 久 大成道路技術研究所
児玉 充 生 シェル石油技術研究所
佐藤 喜 久 鹿島道路東京支店技術部

田井 文 夫 日本道路技術研究所
滝 瀬 穰 日本大学理工学部土木工学科
竹田 敏 憲 東京都第二建設事務所
田中 輝 栄 東京都土木技術研究所
谷口 豊 明 大林道路技術研究所
丹治 和 裕 ㈱パスコ道路調査部
栃木 博 日本道路公団試験所土工試験室
中村 州 章 日本道路公団試験所舗装試験室
西沢 典 夫 大成道路技術研究所
野々田 充 日本道路技術研究所
野村 健一郎 大成道路技術研究所
野村 敏 明 日瀝化学工業北海道営業所
八谷 好 高 運輸省港湾技術研究所滑走路研究室
羽山 高 義 日本舗道工事開発部
姫野 賢 治 東京工業大学工学部土木工学科
吉村 啓 之 前田道路技術研究所

路面のメンテナンス技術

～OECDレポートより～

野々田 充*

1. はじめに

OECD (経済協力開発機構) は、1961年に欧州を中心とした先進国で相互の経済協力を図ることを目的として発足した。OECD 道路研究運営委員会は、その下部組織として、1968年に発足し、道路に関する計画・設計・建設等についてテーマごとに研究グループを組織し、委員会を開催するほかセミナーやシンポジウムを開催するなど道路に関する幅広い研究活動を行なっている。

OECD Road Research グループは、研究グループの一つであり、研究計画運営委員会で決定されたテーマを実行する。通常、各部門ごとに毎年2テーマ程度を選定し、1～3年間程度でとりまとめている。

ここで紹介する "Maintenance techniques for road surfacings" (1978年、以下本レポートと呼ぶ。) は、「運輸・観光」部門の「道路と橋梁の建設維持保全」セッションである。

本レポートは、1978年と少し古い報告ではあるが、メンテナンス技術 (実際に実施しているもの) が総括されている点とOECDメンバー諸国の対応が分り、我が国の関係技術者にとっても有効と思われるのでここに紹介する。

2. 背景

道路建設にあたっては、その道路を用いるさまざまなタイプの利用者に一貫して快適かつ安全というサービスを与えると同時に、沿道住民など直接利用していない人が被る被害を最小限度にとどめることに留意すべきである。メンテナンス作業とは、このような姿勢に立脚するものであり、道路がもつ主要な利点 (たとえば、スムーズに人や車両が移動する空間を与える) を保持することにある。

OECD メンバー諸国においては、道路ネットワークが比較的充実しており、総道路予算中にしめるメンテナンス費の比率は、上昇の一途にある。こうした予算規模

の点からも "メンテナンス" は、もはや二次的存在とは見なしえないことが明らかとなった。

また、"Maintenance of rural roads" (1973年、OECD レポート) において、メンテナンス技術の研究によってPMS (舗装管理システム) を推進すべきことを勧告した。OECD道路研究運営委員会は、これらの要請を受け本レポートのとりまとめを決定した。本レポートの検討課題は、以下のとおりである。

- ① 路面損傷のタイプ別分類および各々のケースに適したメンテナンス技術を指示するための判定法の研究。
- ② 交通量に応じて分類した各道路について、各種メンテナンス技術のうちで現段階において最適と考えられる工法の検討。最適と考えられるメンテナンス機材の検討。質量両面から最も有効である方法を研究。
- ③ 路面メンテナンス技術を用いて保全した時の舗装路面の有効寿命に関する情報 (経費に関するものを含む。) の収集。

3. OECDレポートの概要

本レポートでは、各種舗装の表層のメンテナンスについてのみ限定して述べられている。

メンテナンス作業の主目的は、以下のとおりである。

- ① すべり抵抗の回復
- ② 平坦性の復元 (わだち堀れが生じたり、変形・崩壊または摩耗した路面の補修)
- ③ 防水性の保全もしくは復元 (ひびわれの修繕、目地のシーリング)

このため用いられるメンテナンス技術の主要なものは、以下のとおりである。

- ① パッチング
- ② 表面処理
- ③ 薄層オーバーレイ
- ④ 切削またはグレーピング

なお、本レポートの内容は、図-1に示したような構成になっている。

* ののだ みつる 日本道路技術研究所

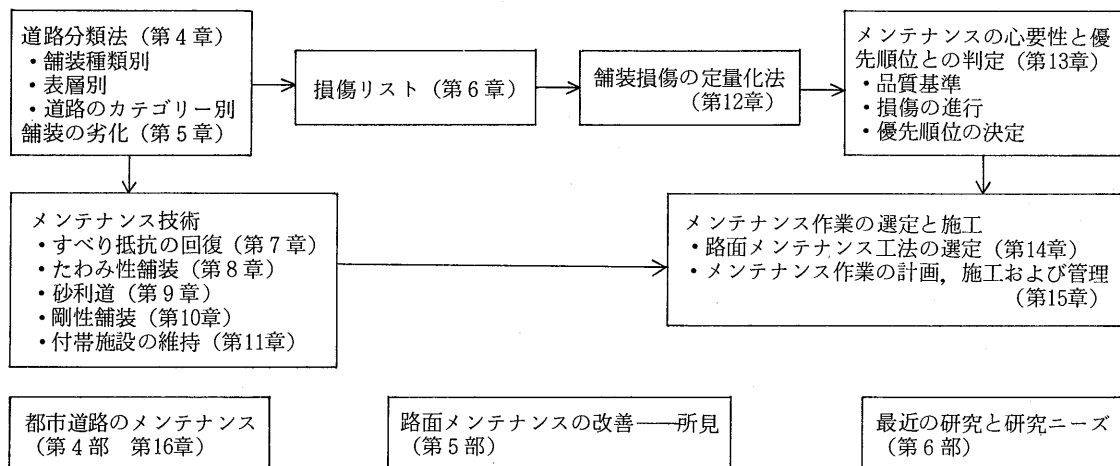


図-1 本文の内容構成

4. 道路の分類

各種の道路について、舗装構造・表層材料・道路カテゴリ別による分類法を紹介している。その中の舗装構造によるものを図-2に示す。ここで、コンクリートスラブ基層+アスファルトコンクリート表層+セメント安定処理上層路盤+アスファルトコンクリート表層のような舗装を複合性(半剛性)舗装に分類し、通常のたわみ性舗装とは分けて考えている。これは、リフレクションクラックに対するメンテナンスの点からもすぐれた分類法と思われる。

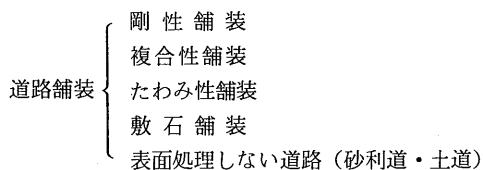


図-2 舗装構造による分類

本レポートでは、各損傷のプロセスと原因を概説している。損傷リストは、本報告の付録に示す。

5. メンテナンス技術の一覧

ここでは、各々のメンテナンス技術を紹介する。しかし、厚層のオーバーレイや再建設(全面打換え)といった大型の修繕技術は、含まれていない。また、材料についての詳細データや試験段階にあるものも含まれておらず、OECDメンバー諸国において、通常実施している技術の総括である。

5-1 すべり抵抗の回復

各種のメンテナンス技術のうち「すべり抵抗の回復」

のみに1つの章が与えられており、すべり問題が重要な位置をしめていることが分かる。図-3に路面の形状を示した。ここでマクロテクスチャーとは、主に粗骨材を単位としたような1~10mm程度の粗さであり、ミクロテクスチャーとは骨材表面の形状による1mm程度より小さい粗さを言う。すべり抵抗から見るとマクロテクスチャーは、路面の排水を促し、タイヤの変形によるエネルギーの吸収機能をもつ。ミクロテクスチャーは、骨材とタイヤ間の摩擦抵抗を与える。通常、マクロテクスチャーは、フラッシング、ブリージング、変形、ラベリング等による摩耗によって失われ表面粗度(サンドパッチ法)で評価される。ミクロテクスチャーは、車のタイヤによる摩損作用で失われ、PSV(Polished Stone Value)で評価される。一般的なすべり抵抗の対策として、PSV

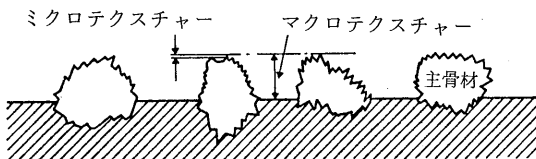


図-3 チッピングを有する路面のミクロ、マクロテクスチャー

の高い骨材の使用を強調している。しかし、舗装材料のすべてにPSVの高い骨材を使用するというよりも、表面もしくは表層のみの利用やその道路の重要性(速度、事故率)についても配慮すべきである。

メンテナンス工法の概要と各種舗装への適用状況を表-1にとりまとめた。

各種メンテナンス工法の選定において、メンテナンス

表-1 すべり抵抗の回復に用いる各種工法とその適用

工 法	概 要	適 用	
		アスファルト路面	コンクリート路面
ブッシュハンマリング	タングステン鋼製の突端を装着した一連のエアーストンで衝撃を与え、舗装面を凹凸化する。	可 ただし耐久性が非常に悪い。	可
ミリング	円板状の硬鋼製のカッターを適当な間隔で装着した数本の軸を持つカゴ状ドラムを回転させ、路面に溝入れ衝撃を与える。	可 ただし溝部の耐久性は欠く。	可
グルーピング	ダイヤモンドカッター板を水平シャフトに適当な間隔で設置し、溝入れを行なう。	可 ただし溝部の耐久性は欠く。	可
塩酸散布	50%の塩酸と50%の水を0.2～0.5 l/m ² 散布し、15分間の反応後、多量の水で路面を洗浄する。	不 可	路面上に石灰質の骨材がなければ可。
サンドブラスト	6～7 kg/cm ² の圧搾空気ドライ研磨材(砂、銅くず、細砕石)を路面に吹きつけて研磨する。	可 ただし耐久性に欠く。	可
ガス洗掘	アセチレンバーナー(3000℃)を用いて、表面スポーリングを起こさせる。	不 可	可
プレーニング	グラインダー(ドラムに一連のカッティングヘッドを取りつけたもの)を用いて薄く路面を削り取る。	可 ただしマクロテクスチャーの耐久性は欠く。	可
路面加熱と細砕石の埋め込み	バーナーでアスファルト路面を加熱(100℃)し、非摩耗性の細砕石を散布し、ローラーで圧入する。	路面に十分なモルタル分があれば可。	不 可
樹脂系表面ドレッシング	樹脂系バインダーを塗布(1.5 kg/m ²)し、高PSV骨材(6～7 kg/m ²)を散布する。	可	可 ただし、目地やひびわれは再出する恐れあり。
アスファルト系表面ドレッシング	アスファルト系バインダーを塗布し、終了するものと、細骨材を散布・転圧するタイプもある。	可	特殊バインダーを用いれば可。 ただし目地やひびわれは再出する恐れあり。
骨材散布・転圧	フラッシュ路面に砂や細砕石(加熱やコーティングすることもある)を散布し、ローラー転圧する。	フラッシュ部があれば可。	不 可
溶剤散布	フラッシュ路面に0.2～0.4 kg/m ² の溶剤を散布し、余分なバインダーを溶解し、砕砂を散布後、ブラッシングによりこれを取り除く。	フラッシュ部があれば可。	不 可
開粒度型混合物の薄層仕上げ	開粒度混合物(アスファルト量4～7%、フィラー量2～5%細骨材10～15%、粗骨材、その他)を薄層(1～2 cm)でオーバーレイする。	可	可 ただし、目地やひびわれは再出する恐れあり。

技術者が注意すべきことは、以下のとおりである。高PSV骨材と深いマクロテクスチャー路面がすべり抵抗にとって最重要ではあるが騒音などのマイナス面もあり、これらは無条件に適用すべき箇所は、「事故多発地域」である。「高速道路」においては、重車両交通量、速度および骨材の入手しやすさなどのバランスによって決定すべきである。

路面排水不備によるすべり抵抗不足に対しては、①排水システムの管理、②路面の平坦性、③路面の縦横断勾配の適性化、④マクロテクスチャー改善問題がある。

5-2 たわみ性・複合性舗装のメンテナンス

メンテナンス工法としては、プレーニング・パッチング・シーリング・表面ドレッシング・薄層オーバーレイ

・リサイクルがある。各工法の概要を表-2にとりまとめた。また、各損傷への適用を表-3に示した。

1978年時点での評価のため、リサイクル(特にサーフェイスリサイクリング)については、あまり詳細には述べられていない。これについては同じOECDレポートの“road surface characteristics”(1984年)の9章 construction and maintenance techniques で述べられており、この6年間で、サーフェイスリサイクリング技術に対する評価の変化がうかがわれる。

複合性舗装については、特にリフレクションクラック問題に1節が与えられている。重交通道路(一部の都市道路)へ適用されている複合性舗装は、交通開放後2～5年でひびわれが発生しており、その対策は現在各国でい

表-2 たわみ性・複合性舗装の各種メンテナンス工法の概要

工 法		概 要			備 考
		材 料	施 工 法	作業量と経費	
スクレーピング、ブレーニング、加熱	ホットスクレーパー	_____	ディーゼル油・プロパンガスにより路面を加熱し、振動・非振動のブレードで路面を切削する。	ベルギーの例 スクレーパー 5～7万ドル ブレーナー 10～20万ドル 経 費 1～2ドル/㎡ (ブレーニング深度2～5cm)	用途 ・欠陥を有する路面の切削 ・わだち部の平坦化 ・フラッシュ路面の切削 ・局部的凹凸路面の切削
	ホットブレーナー	_____	同上の方法で加熱し、タングステンカーバイト工具を装着した回転軸で路面を切削する。		
	コールドブレーナー	_____	常温で、バイトを装着した回転軸で路面を切削する。		
	加熱技術	_____	_____	_____	
パッチング	暫定型	・常温式粗粒アスファルト混合物 ・加熱アスファルト混合物	バインダーを散布し、砕石を散布・転圧後、砂を散布する。	1チーム 5～7名 50～80㎡/日/チーム	加熱式の方が供用性は良好 ほとんどの国は、常温式である
	永続型	・加熱アスファルト混合物 ・常温式高濃度アスファルト乳剤混合物 ・粒状材	補修部分を長方形にカット（必要な場合は、路盤層もとのぞく）し、切断面等に適当なアスファルト乳剤を塗布後、アスファルト混合物（路盤には粒状材等）を充填し、転圧する。	_____	ほとんどの国は、加熱アスファルト混合物である
		・常温式高濃度アスファルト乳剤混合物	移動式ミキサー	1チーム5～8名、出力5～10トン/日 経費 約5米ドル/㎡	フランスで試験的に運用
	表面型	ひびわれ幅6mm以下 シーコート（アスファルト乳剤、カットバックアスファルト）	ブラッシングで清掃し、バインダーを1.4～1.7ℓ/㎡塗布後、適切な砕石を散布し、簡易な機械で転圧する。	_____	カナダでの例である
		ひびわれ幅6mm以上 薄層オーバーレイ（シートアスファルト混合物、加熱式・常温式アスファルト混合物）	補修面を清掃し、ひびわれ部にシートアスファルトを充填後、タックを散布し、加熱アスファルト混合物でオーバーレイする。	_____	
シーリング	標準	アスファルト乳剤	ひびわれ部を清掃後、アスファルト乳剤を注入し、砂等を散布しておく。	_____	寿命が短かく1～2冬
		加熱アスファルトマスチック	同上	_____	試験的な段階
表面ドレッシング	標準	各種バインダー（タール、樹脂入りタール、タールアスファルト、浸透式アスファルト、アスファルト乳剤、カットバックアスファルト、樹脂入りアスファルト、樹脂、等）各種粒径の骨材	_____	スイスの例 費用 単一層表面ドレッシング 1 一層式アスファルト乳剤 1.2 表面ドレッシング 1.2 二層式アスファルト乳剤 2.7 表面ドレッシング 2.7 タール・アスファルト 1.5～1.7 表面ドレッシング 1.5～1.7 樹脂入りアスファルト 1.5～2.6 表面ドレッシング 1.5～2.6 エラストマー入り 13.5 表面ドレッシング 13.5 比較用 スラリーシーラー(0.8cm) 1.5 アスファルトオーバーレイ (4cm) 5～6	欠点 ①気候条件に左右される ②細骨材が飛散しやすい ③構造強化しない ④路面の凹凸を改善しない ⑤フラッシュの危険がある ⑥はく離・骨材欠損の危険がある ⑦日常メンテナンスが頻繁に必要である。 利点 ①迅速かつ簡便な施工 ②安価 ③防水性がすぐれている ④すべり抵抗を改善 ⑤排水性を改善 ⑥路面水結を防止
薄層オーバーレイ (1～4cm)	標準	・加熱アスファルト混合物 ・ホットローランド ・グースアスファルト	_____	加熱アスファルト混合物 ペーパー 3000～8000㎡/日 経費 0.3～0.6ドル/㎡・1cm	用途 ・乗り心地の改善 ・わだち掘れの補修 ・防水性の維持 ・すべり抵抗の回復 ・道路外観の改善
	試験的	・マイクロコンクリート ・開粒度アスファルト混合物 ・エラストマー入りアスファルト混合物 ・プラスチック繊維の補強	_____	_____	
	スラリーシーラー	細骨材、アスファルト乳剤、石粉、水、添加剤	スィーパー、ミキサー、散布機で施工	散布機（出力6～16t/日） 散布量（4～10kg/㎡）	
リサイクル	リサフエイス	_____	リフォーム リペーパー	_____	試験的に用いられている
	再生路盤工	アスファルト乳剤	再生スタビ工法	_____	
複合性舗装に特有のメンテナンス技術	シーリング充填	アスファルト乳剤 加熱アスファルトマスチック	_____	_____	目的 ・ひびわれからの水の浸透防止もしくは低減 ・表層自体の損傷防止
	表面ドレッシング	_____	_____	_____	
	薄層オーバーレイ	_____	_____	_____	
	特殊対策（試験的）	_____	・中間層に砂層を入れ分離 ・ゴム入りアスファルト ・入れ耐ひびわれ膜の形成 ・エラストマー入りアスファルト混合物のオーバーレイ ・繊維補強アスファルト混合物	_____	

表-3 たわみ性・複合性舗装の各種損傷に対するメンテナンス工法

損傷の種類		対策工法	プレーニング**	パッチング	シーリング	表面ドレッシング	薄層オーバーレイ	リサイクル
3	局部的な隆起		○	◎			△	△
4	起伏		◎	○		△	◎	
5	洗たく板状、コルゲーション		◎				◎	
6	小鳥の水浴び場、凹み			◎	△	△		△
7	変形		△	◎			◎	○
8	わだち堀れ		◎	○		△	◎	○
9	ずれ		○	△		△	◎	△
10	アリゲータ状、亀甲状ひびわれ			○	△	◎	◎	△
11	ブロック状、地図状ひびわれ		△	○	○	○	◎	
12	センターライン、縦方向ひびわれ		△	△	◎	△	△	△
13	走行軌跡上のひびわれ*			△	○	○	○	△
14	舗装端ひびわれ			△	○	○	△	
15	蛇行状ひびわれ			△	○	△	○	
16	縮み、収縮、横方向ひび割れ			○	△	△	○	
17	リフレクションクラック			△	○	△	○	△
18	すべり、三日月状、放物線状、引裂ひびわれ			△		△	△	
20	押し跡	△		○	△	○	○	△
21	路面骨材の飛散			△		○	◎	
23	摩耗、劣化			○	△	◎	◎	△
26	骨材の摩耗	△				○	○	
27	ブリージング、フラッシング	○				△	○	△
28	ポットホール			◎	△	△	○	
29	水分の浸出***			△	△	△		
31	排水不備***						○	
	すべり抵抗不良	△				○	◎	

* 補強が望ましい

** 他の工法に対する予備手段として用いることができる

*** 第1に排水施設の改善をはかる必要がある

△ ほとんど用いられていない

○ 一部の道路に対して使用している国もある

◎ ほとんどすべての国で用いられている

ろいろな試みがなされている。

5-3 砂利道のメンテナンス

砂利道は、世界中で最も多く存在する道路である。スカンジナビア諸国、カナダでは50%以上、アメリカでは34%以上、アフリカではそれ以上が砂利道でしめられている。これらの多くは、たんに未処理のまま放置されている。

交通量の多い道路の場合、砂利道を使用可能な状態に

保つためには、なんらかの処置や保護手段が必要である。

OECDメンバー諸国の中では、スカンジナビア諸国がそのメンテナンスに多くの努力をさいている。

砂利道のメンテナンス工法の概要を表-4にとりまとめた。この種の道路においては、日常管理のウエイトが大きく、その経費も増大しつつある。このため、交通量の多い地区から順にたわみ性舗装への転換が進んでいる。

表-4 砂利道の各種メンテナンス工法の概要

工 法	概 要			備 考
	材 料	施 工 法	作 業 量 と 経 費	
砂利整正	粒状材 塩化カルシウム	モーターグレーダで整正 パッチング	ノルウェーの例 25~100m ³ 砂利/km (6m幅員)	メンテナンス費は、交通量に対応して急激に増加するため、アスファルト混合物表層に変わりつつある。
表面ドレッシング	アスファルトマカダム 表面ドレッシング	—————	アイルランドの例 (地方部) 0.16~0.18 英ポンド/m ²	
油処理砂利	油砂利	路面をかきほぐし、新材 (油砂利) を混合し、同時転圧	フィンランドの例 420~582フィンランドマルッカ/km	

5-4 剛性舗装のメンテナンス

剛性舗装のメンテナンスは、路面性状に対するメンテナンス（目地やひびわれのシーリング、スポーリングの補修、路面スケーリングの補修、再整形）と構造的メンテナンス（圧力グラウチング、部分的・全体的再舗装、

バーによる補修）に分けて説明されている。

剛性舗装の各種メンテナンス工法の概要を表-5にとりまとめた。また、各損傷に適用する各工法を表-6に示した。

剛性舗装において、目地やひびわれのシーリングが重

表-5 剛性舗装の各種メンテナンス工法の概要

工 法	概 要				備 考
	材	料	施 工 法	作 業 量 と 経 費	
すべり抵抗の回復 シーリング（目地、ひびわれ）	ゴムアスファルト		古いシーリング材やゆるんだひびわれ部を取りのぞき（サンドブラス）、必要に応じて部分的な装着をの補修、溝幅の拡張、バッキング材の設置を行ない、シーリング材を注入もしくは設置する。	3.5mのひびわれ30箇所/4km/2人/1日	他の章で説明。
	常温注入型シーリング材				安価であるが、加熱の必要がある。また熱可塑性のため温度によりもろくなったり流れたりすることがある。
	成型シーリング材				高価であるが、常温で付着性がすぐれている。伸縮に対する抵抗性が強く、スポーリングを起すことがある。
	モルタル（セメント：砂＝1：3）		破損したコンクリートを取りのぞき、必要に応じて目地部・ひびわれ部の補修をし、グラウトを塗り、コンクリート打設、締固め、高さ成形、はつき目仕上げ、養生布を敷き終了する。		高価であるが、耐久性が高い。ひびわれ幅が一定でなければならぬ。
	モルタル（セメントか樹脂ベース）		同上、ブッシュハンマリングとパッチングと薄層オーバーレイを規模に応じて使いわけ。		
パッチング	コンクリート		同上		
	セメントベースの混合物				
	合成樹脂ベースの混合物 エポキシ：砂＝1：5～8			全工程3日間（作業4時間、硬化2～3日間、シーリング2時間）	Dクラックは、それ以上損傷が進まなければ、対策は不要である。
含 浸	プレキャスト版の挿入		ブッシュハンマーがカットした後、プレキャスト版を設置し、樹脂モルタルを注入する。		
	あまに油 エポキシ樹脂				北方諸国（カナダ、アメリカ）で試験的利用。
圧力グラウチング	セメントグラウト ブローンアスファルト 砂+圧縮空気（ドイッ）				穴下の補正とスラブの固定のためすべりの箇所で用いられている。
	バーなし				
部分打換え	スリップバー、タイバーの利用 枕版の利用			1面のみスリップバーのある場合、1スラブ/1日・1チーム（3～4名）全工程3日間	
	交通量が小				
	交通量が小				ベルギーで実施例がある。
全面打換え	連続鉄筋コンクリート舗装				
目地・ひびわれ部の構造的補修	スリップバー設置		目地やひびわれに垂直（ひびわれが斜めの時は異なる）さく岩機で溝を形成する。バーをセット機具によりつければ正しい位置にセットし、樹脂モルタルを流し込む。	人力作業 1～数スラブ/1日 機械作業 より広範	
	タイバー設置				
	樹脂注入（エポキシ）		シーリングと同様		スリップバー設置の方が信頼性が高い。

表-6 剛性舗装の損傷とその適切なメンテナンス工法

損 傷			マイクロ・マクロテクスチャーの回復	グルーピング	目地の再シーリング	コンクリートの層・パッチング	スポーリングした目地やひびわれ端の補修	ひびわれのミリングとシーリング	注 入	圧力グラウチング	部分的・全体的再舗装	スリップ・タイバー接合によるひびわれ補修
種類	番号	タ イ プ										
路面損傷	35	すべり抵抗不良	○									
	36	路面排水不備		○		○						
	37	わだち堀れ（溝）		○		○						
	42	目地の防水性損失			○		○					
	43	目地材の盛り上がり			○		○					
	51	膨張目地欠陥					○					
	53	スポーリング					○					
	54	破裂（ポップアウト）				○						
	55	ポットホール				○						
	56	亀裂，アリゲーター状ひびわれ							○			
構造損傷	57	スケーリング				○			○			
	58	露出				○						
	38	沈下								○		
	39	ボンピング								○		
	40	スラブの上下動								○		
	41	段差				○				○		○
	44	縦方向の目地の開き			○							○
	45	横または斜方向のひびわれ									○	○
	46	縦方向の長いひびわれ							○			○
	47	横方向の長いひびわれ							○			○
傷	48	コーナークラック，角欠け							○			
	49	Dクラック							○			
	50	座屈，グローアップ									○	
	52	ブロック，ランダム状のひびわれ								○		

要な位置を占めている。シール材には、ゴム入りアスファルト、常温注入型化合物、ゴム・プラスチックの圧縮ストリップが用いられている。

その他、含浸等の工法については、比較的新しい試みとして、アメリカ・カナダ等の北方諸国で行なわれ始めている。これは、コンクリートの塩害対策としても有効な方法と思われる。

5-5 附帯設備のメンテナンス

附帯設備のメンテナンスは、①道路構造全体の安全性の保持、②適切な排水システムの保持、③標識・信号およびマーキングの保持、④植生の管理等が目的である。附帯設備の管理は、気候・地域（たとえば、南ヨーロッパ）の状況により、道路全体に対し重大な影響を及ぼす

場合がある。

この種のメンテナンス作業は、専門チームによって進められている場合が多い。

6. メンテナンス作業の計画，組織ならびに実施

メンテナンス計画の実施にあたりメンテナンス技術者が直面する種々の問題について検討する。基本的プロセスは、以下のとおりである。

- 1) 舗装状態の評価とメンテナンスの必要度を確定する事。
- 2) 問題を分析（診断）し、最適処理方法を決定する事。
- 3) 年間計画に基づくメンテナンス作業の実施。

以上の関係を図-4に示した。

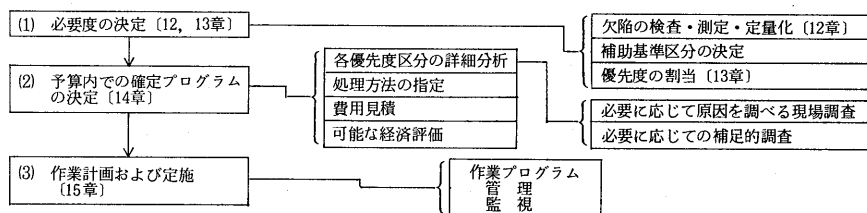


図-4 メンテナンス計画のプロセス

6-1 舗装欠陥の数量的な把握

舗装の欠陥を把握する方法には、目視観察と特殊な測定装置を用いる方法がある。現在OECDメンバー諸国では、特殊な路面性状測定装置の開発が進められている。しかし、すべての舗装特性が評価できない（一部の重要な情報が欠ける。）ため、目視観察が重要な位置を占めている。各国の状況を表-7に示した。

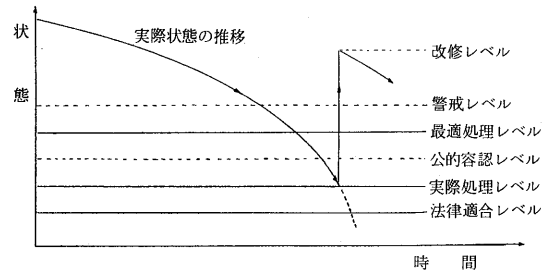
欠陥の数量的な把握のため総合的な検査が必要であり、様式の統一や欠陥水準の判定基準の明確化が必要である。

6-2 メンテナンスの必要性和優先度の評価

道路の欠陥区間が確認されたならば、それらの部分のメンテナンスの必要性の確認ならびに必要とされるメンテナンスの優先度の決定を行わなければならない。これを行なうには、供用可能と認められる舗装状態を基準（基準性）として、実際の舗装状態を評価できるシステムが必要である。

舗装状態の評価は、測定された時点のみの評価だけでなく、時間的推移を考慮して評価しなければならない。このためアセスメントシステムの開発が必要である。

このアセスメントシステムの中で最も重要なものは、各レベルの設定基準であり、その基本概念を図-5に示す。理想的には、実際処理レベルが最適処理レベルに一致すべきである。しかし、利用可能な資源（財源）に大きく制限されるため、実際処理レベルが公的容認レベルから法律適合レベルまで変動するのが通常である。



- 警戒レベル：補修の発注を考慮して、現在の状態をさらに綿密に監視する必要性を示すレベル。
- 最適処理レベル：補修工事のタイミングを調整し、最適な工事方法と補修方法を合わせて用いれば、長期的に見た全体の維持費用を最小にできるレベル。
- 実際処理レベル：実際に補修工事を実施するレベル、利用可能な財源との関連において特定のグループあるいはクラスに対する管理によって設定する。
- 法律適合レベル：法律あるいは裁判所の決定によって示される最低レベル。
- 改修レベル：補修によって修復しなければならない目標レベル。

図-5 各種欠陥と処理レベルの関係

表-7 舗装の表面状態の記録法

カテゴリー		使用国、州	測 定	測 定 特 性																					
				変 形				欠 陥		破損およびクラック				表 面			修 理		外観						
				沈下	隆起	波状	変形	わだち掘れ	凹み・水たまり	はく離	スロープの陥没	蛇行状ひびわれ	縦方向ひびわれ	横方向ひびわれ	アリゲータ状ひびわれ	リフレクションクラック	コーナークラック・破損	グレーズ		露出	ブリージング	泥の移動	切削	パッチング	
目視評価	たわみ性舗装	オンタリオ州 ワシントン州 カリフォルニア州	_____				○	○	○			○	○	○	○	○				○	○			○	
		ケベック州 ミネソタ州							○				○	○	○									○	
		フランス		○					○	○			○	○	○			○		○	○			○	
		カナダ		○	○	○	○	○			○		○	○	○	○			○				○	○	○
		英 国				○	○	○		○			○		○	○			○		○	○		○	○
	剛性舗装	ワシントン州	_____	○	○					○			○	○				○					○		
		ケベック州 ミネソタ州											○	○			○						○		
	複合性舗装	モンリオール州	タイプおよび頻度 による全体記録				○						○	○	○	○							○	○	○
写 真 記 録		米 国	航空写真	舗装の下およびクラック周辺の水分を検出するための赤外線写真																					
		フランス ノルウェー 日 本	写真	欠陥の測定。欠陥は定量化可能で測定目的にあう。																					
		米 国 英領コロンビア	フォトログ	写真を舗装に対して平行に撮る。この方法では舗装とその周囲環境の全体図をユーザーが見ると同じに示す。大きい舗装欠陥を検出できる。																					

アセスメントシステムのもう一つの柱である予測技術（特に予測を伴った経済評価）は、現在の知識水準では十分ではないため、ある程度主観的にならざるを得ない。

以上のようなアセスメントシステムに従った品質基準で個々のプロジェクトを評価したとしても、ネットワーク全体においては、基準以下の区間（メンテナンス作業を必要とする区間）だけで、利用可能な資源（財源）をオーバーすることがある。このためどの路線を優先すべきかの政策が必要である。優先度は、交通量が重要な因

子ではあるが、社会的判断も必要である。

メンテナンスの基準・優先度等について、各国の実施状況を表-8に示す。これらのシステムが進んでいる国においては、道路データバンクに情報が集中管理されつつある。

6-3 路面メンテナンス工法の選択

路面メンテナンスを実施することが必要と決定したならば、それに続いて処理工法の選択が必要である。その意志決定プロセスを図-6に示した。

前節までに述べた一般的な欠陥や管理基準の概念に関

表-8 実施しているアセスメントシステムの形式と内容

国 (州)	定量的基準	絶対基準	危険度評価	優先度評価	機械測定値をシステムに組入れ	検 査				区間の長さ	小区分	定 量				データ処理		出 力			舗装	その他要素	
						徒歩	車両	目視	写真			測定	推定	推定	定	処	コン	ピュータ	危険長さ	優先度			その他
ドイツ	No	No	Yes	No	No	○	○	○		最小1 km	No			○		○			○	○	○		
カナダ (オンタリオ)	No	No	Yes	Yes	No	○	○	○		変化	No			○		○			○				
スペイン	No	No	No	Yes	No	○	○	○		5 ～25km	No			○		○			○		○		
アメリカ (テキサス)	Yes	—	Yes	Yes	Yes		○	○		変化	No			○		○			○				
フィンランド	Yes	Yes	No	No	No	○	○	○		変化	1 km	○				○				○	○		
フランス	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes			○	○	変化	200 m		○			○					○		
イタリア	No	Yes	—	No	No	○	○	○	○	変化	No			○	○	○				○	○		
ノルウェー	Yes	No	Yes	Yes	Yes		○	○		1 ～15km	1 km	○		○			○			○	○		
オランダ	Yes	Yes	No	Yes	Yes	○		○		変化	100 m			○		○			○				
イギリス	Yes	No	Yes	Yes	Yes	○		○		変化	100 m	○					○	○	○	○	○		
スウェーデン	Yes	No	No	No	Yes		○	○		変化	No			○		○	○			○	○		
スイス	No	No	Yes	Yes	No	○	○	○		変化	No			○		○				○	○		

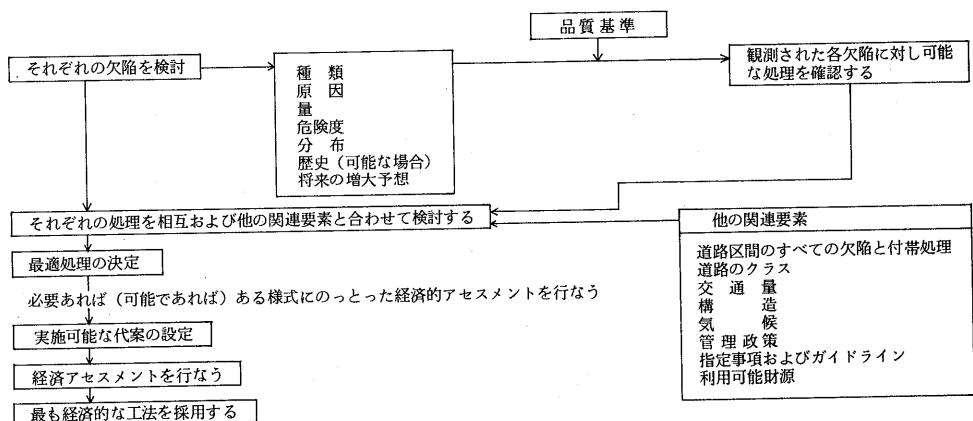


図-6 意志決定プロセス

連する各々の舗装欠陥に対する処理工法は、表-3、6に示した。これらを見るとわかるように、一種類の欠陥に対しても数種類の処理工法が存在する。これらの中から最も適切な工法を選択するためには、以下の項目を考慮しなければならない。

- 1) 欠陥自身
- 2) 関係区間の特性、クラス、交通量、環境条件等
- 3) 管理政策および資金
- 4) 処理工法の技術的可能性

この中でも経済アセスメント（長期的な費用見積り）が大きな位置をしめつつある。

6-4 メンテナンス工事の計画・実施・管理

路面メンテナンス事業の長期的支出計画への必要性に対する認識が高まって来ており、一部の高速道路管理機関ではすでに運用しているところもある。ここでは、承認された年間メンテナンス計画を短期の計画・実施および管理への移行について述べる。

企画は、年間計画に基づいて1~3ヶ月の短期計画を作成し、緊急作業・緊急事項・人員不足等の事項を調整する。

実施・管理は、各維持管理センターが担当し、工事規模・内容により直営・外注を決め運営している。

OECDメンバー諸国の報告から維持管理センターの受け持ちは、通常200~500km（高速自動車道路の場合、30~50km）あり、5~15kmごとに1チーム（技術者1名・アシスタント2~4名・管理スタッフまたは作業員1名）を配置していることが多い。基本設備（清掃用トラック、道路標識用設備、除雪関係設備、作業員用ライトバン等）は、各センターの主要な作業の種類によって異なっている。また、センターは、巡回移動チーム・パッチングチーム・雑工事チーム等の専門チームを備えている場合もある。

7. 都市道路のメンテナンス

ここでは、都市道路のメンテナンスに特有な問題点について述べている。都市道路の特性（たとえば、交通渋滞）と都市道路舗装における特有の欠陥（たとえば、わだち堀れや地下設備の影響による損傷）について述べ、メンテナンス工事計画で発生する工事の調整・公開情報および交通対策に関する問題についてもふれている。

処理技術の選択に関しては、メンテナンス工法と材料の選択、制約事項すなわち場所および時間の制限、交通負荷のアセスメント、霜の防止、表層のすべり抵抗と耐摩耗性の問題が重要である。樹木と地下設備の問題点は、

特に重要なので別項で説明されている。最後にメンテナンス工事の実施に関連する交通管理、排出する舗装廃材の処理および環境条件について取扱っている。

8. メンテナンスの改善——主な問題点に関する所見

本レポートで強調されている点は、以下のとおりである。

- 1) 共通の用語が必要である。

- ① 舗装の分類
- ② 欠陥のカタログ
- ③ メンテナンス工法の分類
- ④ 品質基準システムの確立

- 2) メンテナンス技術として以下の技術開発が望まれる。

- ① パッチング（現位置での製造技術の開発）
- ② 表面ドレッシング（チップング装置の開発）
- ③ 薄層オーバーレイ（ギャップ粒度の改善）
- ④ 砂利道に適用する表面処理工法
- ⑤ コンクリート舗装の表面処理技術
- ⑥ プレーニング技術
- ⑦ リサイクル技術
- ⑧ 道路付属物のメンテナンス技術

- 3) 定期的なメンテナンスが必要である。

- 4) 技術者・作業員に対する訓練とメンテナンスに対する責任を明白にしておくことが重要である。

9. 最近の研究と研究ニーズ

最近（1978年）に完成した研究が、道路メンテナンスに対して大量の新しい情報を提供している。それらには、以下のようなものがある。

- ① 道路メンテナンスの編成および実施における管理技術
- ② メンテナンス管理戦略の最適化方法
- ③ 舗装状態を判定するための最新の測定法
- ④ 舗装状態を判定するためのアセスメント方法
- ⑤ 効率的で耐久性のある補修技術

既存の知識および専門技術をできるだけ利用し、試験道路のような応用研究（開発研究）が望まれる。これらの過程で、研究者とメンテナンス技術者の緊密な情報交換が必要であり、重要である。

メンテナンスの目的・複雑性・経済性を考慮するとメンテナンスに関する研究は、より一層重要性が増すだろう。今後の研究開発が望まれるテーマを表-9にとりまとめた。

表-9 必要な研究テーマ

道路欠陥の種類と原因		表層の塑性変形の研究 スパイクタイヤによる表層の摩耗の研究 表面組織による骨材の摩耗因子の研究 ジョイントシステムの劣化の研究 道路の損傷に対する舗装の開削の影響についての研究
メンテナ ンス技 術	剛性舗装	コンクリート舗装と他のもの（アスファルト舗装や路肩）との目地部を再シールする方法 目地およびクラック溝をシールする設計基準の改善 クラック部のバーを用いた修理技術の開発 コンクリートスラブの迅速な交換方法の開発 ブレーニング技術の改良 薄層オーバーレイの利用
	たわみ性舗装	効果的なパッチング方法と装置 欠陥・わだち掘れを除去するミリング・ブレーニング技術 薄層オーバーレイの耐久力改善
	砂利道	砂利道を、オイル処理または加熱アスコンに置替える判定基準の確立
設備（機械）		ある種の修理およびメンテナンス作業の簡易化 パッチングの機械化とスピードアップ 都市部における欠陥舗装の迅速な平坦化方法 欠陥コンクリートスラブの迅速な交換 表面処理用バインダーの効果的な散布
メンテナ ンス材 料		重交通用表面ドレッシングの性能改善 アスファルト表層材料の再利用技術 他のタイプの表層材料のリサイクル すべり止め用表面ドレッシングの経済的樹脂バインダーの開発 冬期修繕や市街地での修繕（水道復旧等）における耐久性のある材料開発 表層材料の性能改善 シーリング用混合物の性能改善 表層のリフレクションクラック防止技術 道路の状況から表層タイプ選択の最適化方法
舗装状態のア セスメントと その 定量化		通常の交通速度で、舗装のアセスメントに関するすべての情報を収集できる測定機 測定データの迅速な翻訳および解析方法の開発 アセスメントおよびデータ処理に関する既存技術の向上 交通荷重の自動測定技術の改良
メンテナ ンス管 理		種々の組織形態におけるメンテナンスサービスの研究 管理システム 集中データベースの開発 道路欠陥に関するデータ記録方法の標準化 品質・数量および生産性規格の作成 観測された損傷と走行快適性との関係 予防保全の利点 舗装劣化速度の予測技術 費用および資材割当の予測モデル 各種サービスレベルのメンテナンスの経済的影響 メンテナンス戦略の最適化 道路メンテナンスに対する軸荷重の影響の研究

10. おわりに

なるべく詳細に紹介するつもりではあったが、筆者が未熟なため片寄ったおそれもあるので、興味のある方は原文を一読されることをおすすめする。

参考文献は、本報告を書くにあたって筆者が参考にしたものである。本レポートには参考文献も多く示されており、詳細に検討される向きにはおおいに参考になる。

PMS（舗装管理システム）の立場から考えると「6. メンテナンス作業の計画、組織ならびに実施」は、プロジェクトレベルとネットワークレベルの関係がかならずしも明確には分けられていないように思われる。このた

め優先度や品質基準については、概念的な説明にとどまっている。これらの点については、それぞれの国において、それぞれの状況にあわせて決定していかなければならない重要な課題である。

全体的にOECDメンバー諸国は、維持管理問題に積極的に取組んでおり、日本も維持修繕の増大からその重要性は増している。今後、これらの進んだ国の経験を学びながら、我が国の状況に見合った研究が必要である。

最後に、未熟な筆者に適切なアドバイス等をいただいた日本大学理工学部助教授の阿部頼政氏と東京都土木技術研究所主任研究員の阿部忠行氏に感謝いたします。

参考文献

- 1) OECD road research group, "maintenance techniques for road surfacings", October 1978年
- 2) OECD road research group, "catalogue of road surface deficiencies", October 1978年
- 3) OECD road research group, "road surface characteristics", 1984年
- 4) R.G.Hicks ほか, "Development of Rational Pay Adjustment Factors for Asphalt Concrete", TRR 911, pp 70~79, 1983年
- 5) "Maintenance Management Systems", NCHRP SYN 110, pp 1~49, 1984年 8月
- 6) 阿部頼政, 「舗装の維持管理システムに関する研究, 第1~3回」, アスファルト 140~142号
- 7) 大坪義治, 「セッションIV: 舗装管理システム」, アスファルト 140号, pp 57~70
- 8) 羽山高義, 「セッションV: 修繕」, アスファルト 141号, pp 57~69
- 9) 野村健一郎, 「セッションVI: 材料特性」, アスファルト 142号, pp 51~63
- 10) 深沢淳志, 「供用中の調査」, アスファルト 144号, pp 48~54
- 11) 成田保三, 「一般国道の維持修繕について」, アスファルト 144号, pp 55~62
- 12) 道路・空港舗装の補修に関する訪米調査団, 「米国における道路・空港舗装の補修に関する新材料および新施工技術実態調査報告書」, 昭和58年 6月
- 13) 南雲貞夫ほか, 道路舗装の設計, 山海堂
- 14) 辻吉昭, 「OECDセミナーに参加して」, 道路, pp 76~80, 1983年 8月
- 15) 日本道路協会, 道路維持修繕要綱, 昭和53年 7月
- 16) 西沢昌恭ほか, 「各種アスファルト混合物の追跡調査」舗装, Vol. 16 No. 10, pp 10~15, 1981年10月
- 17) 市原薫, 「路面性状とすべり・騒音」舗装, Vol. 8 No. 9, pp 94~98, 1973年 9月

付 録

1. たわみ性舗装

① settlement 沈下 ② subsidence 陥没 ③ bump 局所的な隆起 ④ wave 起伏(波の間隔が60cm以上のもの) ⑤ rippling, wash board corrugation 波形, 洗たく板状(④より間隔がせまいもの) ⑥ depression, bird bath 凹み, 小鳥の水浴場 ⑦ distortion 変形 ⑧ rutting わだち掘れ ⑨ shoving すれ(車の制動等により舗装の押しつけから生じたすれ) ⑩ alligator cracking, chicken wire cracking, fish net cracking アリゲータ状, 金網状, 魚網状ひびわれ ⑪ block cracking, map cracking ブロック状, 地図状ひびわれ ⑫ centre line crack, longitudinal crack センターライン, 縦方向ひびわれ ⑬ wheel track cracking 走行軌跡上のひびわれ ⑭ pavement edge crack 舗装端ひびわれ ⑮ meandering crack 蛇行状ひびわれ ⑯ contraction crack, shrinkage crack, transverse crack 縮み, 収縮, 横方向ひびわれ ⑰ reflection crack リフレクションクラック ⑱ slippage, crescent, parabolic, tearing crack すべり, 三日月状, 放物線状, 引裂ひびわれ ⑲ hair line cracks ヘアークラック ⑳ imprint, indentation, scarring 押し跡(ローラマークやタイヤの跡) ㉑ loss of surface aggregates 路面骨材の飛散 ㉒ stripping はく離 ㉓ ravelling, weathering 摩耗, 劣化 ㉔ protrusion of aggregates 骨材の突出 ㉕ glaze グレーズ(全面的なフラッシュやブリージングが生じた路面) ㉖ polished aggregates 骨材の摩耗 ㉗ bleeding of binder, flushing ブリージング, フラッシング(㉕の局所的な路面) ㉘ pothole-chuckhole ポットホール(局所的なへこみ) ㉙ bleeding of water, water retention, wet spot 水分の浸出(アスファルト舗装クラックのポンピング現象) ㉚ migration of mud to the surface 泥土の路面への移動(㉙が水だけでなく泥土を含んだ場合) ㉛ inadequate drainage 排水不備 ㉜ peeling 露出(寒冷地等で摩耗が進み下層が露出した路面) ㉝ blistering ブリスタリング ㉞ streaking 縞状のブリージング

2. 剛性舗装

㉟ inadequate skid resistance すべり抵抗不良 ㊱ inadequate drainage 排水不備 ㊲ wheel track wear (rutting) わだち掘れ(溝) ㊳ settlement 沈下 ㊴ pumping ポンピング ㊵ beating of slab スラブの上下動 ㊶ stepping, step off, step faulting 段差(㊴が固定して段差のついた状態) ㊷ loss of waterproofing of joint, loss of seal, joint stripping 目地の防水性損失, シールの欠落, 目地のはく離 ㊸ joint sealant extrusion 目地材の盛り上がり ㊹ longitudinal joint opening 縦方向目地の開き ㊺ transverse crack, diagonal crack 横方向, 斜め方向ひびわれ ㊻ long longitudinal crack 縦方向の長いひびわれ ㊼ short longitudinal crack 縦方向の短いひびわれ ㊽ corner crack, corner break コーナクラック, 角欠け ㊾ D cracking Dクラック ㊿ buckling, blow up 座屈, ブローアップ ㉑ expansion joint failure, shattering 膨張目地欠陥, 粉砕 ㉒ block cracking, random cracking, third stage crack ブロック, ランダム, 第3段階のひびわれ ㉓ spalling スポールリング(目地部でのコンクリートの破損) ㉔ pop-outs 破裂(モルタル部の飛散) ㉕ pothole, chuckhole ポットホール(局所的な凹み) ㉖ crazing, alligator cracking 亀裂, アリゲータ状ひびわれ ㉗ scaling スケーリング(㉔が進行し, 粗骨材が飛散) ㉘ peeling 露出(㉔と同様)

3. 砂利道

㉙ pothole ポットホール ㉚ bare spots 露出(㉔が進行し, 路床が露出) ㉛ corrugation コルゲーション ㉜ dusting 塵埃 ㉝ loose verges 路肩の損傷 ㉞ rutting わだち掘れ

讃岐の国と南海道

泉 堅 二 郎

建設省四国地方建設局香川工事々務所長

＜讃岐の国＞

ここ讃岐地方は地理的、地形的条件に恵まれ古くから人が住みついていたようである。まず地理的には瀬戸内海に面していることから海上交通が容易であり、交易や文化の吸収に便利であったし又海は魚貝類等の食料源確保の面からも重要な役割を果たしたと思われる。次に地形的には北は中国山脈、南は四国山脈でさえぎられているため冬の北西季節風、夏の台風から守られ年間を通じて気候温暖で災害の少ない恵まれた気候を作り出している。このことは一面では雨が少ないという稲作にはマイナスの要素もあるが、古くから溜池を作ることにより農業開発を行い対処してきている。

古代の人々はまず海岸の周辺、島に住んだようで多くの貝塚が発見されており、仁尾町の小鷲島からは8,000年前の瀬戸内地方では最も古い貝塚が見つかっている。

瀬戸内海は古くから重要な交通路であり、九州と近畿に栄えた日本最初の二大文化の中間地点としてそれぞれの影響を受けている。弥生時代には青銅器・鉄器が使われるようになり北九州を中心とする銅剣文化と近畿を中心とする銅鐔文化があったとされているが、香川と岡山の一帯は銅剣と銅鐔の両方が出土しており、瀬戸内海を利用した広域的な交流があったことが伺える。

その後弥生時代の終わり頃には、豪族が勢力を持つようになりこれら豪族のものと思われる数多くの古墳が残されている。

この頃から稲作を行うための新田開発が盛んに行われるようになるが、水の少ないこの地方ではまず溜池の造成が必要不可欠であった。溜池の初期のものは川が山合いから平地へ出る付近に小規模の堤でせき止めるといった形式が多く、現在地形図を見ても各沢にびっしりと溜池群があるのがわかる。

このような形式は堤の延長が短いことから土木工事としては容易であるが、貯える水量が少ないこと、すぐに

土砂で埋ること、急激な洪水に持ちこれえられないこと等から力を持った豪族は平地部の治水工事を行った上で四方を堤防で囲んだ溜池（皿池）を作っている。これは土木工事として大規模になるが、貯える水の量が多く勢力の増大につながったものと推測される。

溜池の造成はその後近世に至るまで続けられているが中でも弘法大師（空海）が作ったと言われる満濃池は特に有名で貯水量1,540万㎡、灌漑面積46㎢で現在でも丸亀平野をうるおす重要な役割を持っている。

讃岐の平野部は東の方から大川平野、高松平野、丸亀平野、三豊平野に分れているが、溜池の築造により平野部の開発も進められ律令時代に入ってから条理制がひかれ整然とした条理地割がなされている。現在でも古代の条理にまつわる「二条」「三条」「四条」等の地名が残っている。このような讃岐の発展をささえる交通としては、まず瀬戸内海の海上交通であったが、内陸部の開発が進むにつれて陸上交通も必要になりその幹線道路となったのが南海道である。

＜南海道と高速道路＞

大和朝廷は全国支配のための地域制度として五畿七道を定めたが、地方組織である七道は京を中心として東海、東山、北陸、山陽、山陰、南海、西海である。このうち南海道は紀伊、阿波、讃岐、伊予、土佐で現在の和歌山県と四国四県がこの地域に当る。七道はそこを通る官道を中心とした地域の総称であるがここではその官道のことを南海道として述べることにする。

『大宝令』によれば「凡そ諸道すべからく駅を置くべし、そは三十里（約16キロ）毎に1駅を置く」とあり、また延喜式によれば讃岐には次の6駅がおかれた。東から引田駅、松本駅、三谷駅、河内駅、みか井駅、柞田駅である、駅には各四匹の駅馬が備えられ緊急を要する使者に馬と食料が提供された。

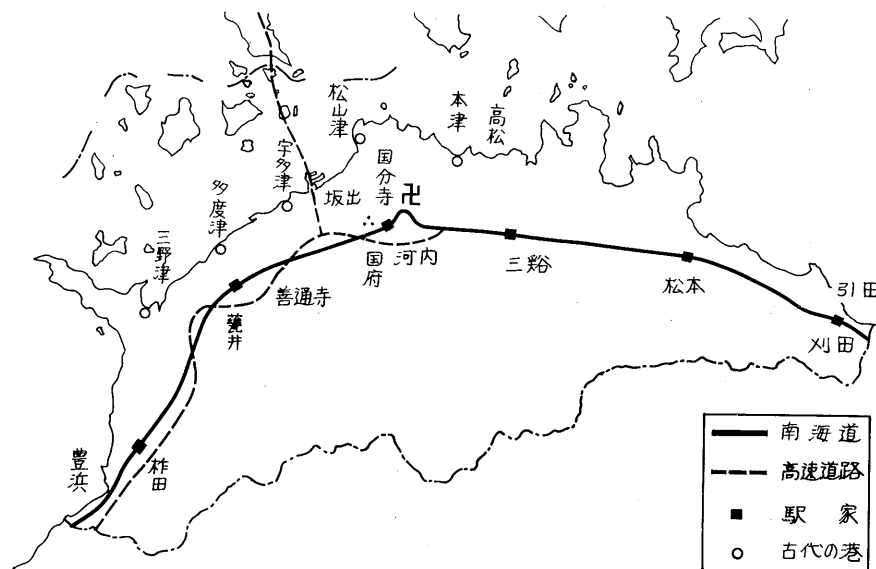
讃岐を通る南海道のルートとしては阿波から大阪峠を越えて引田に入る（現在の㊤徳島引田線）。ここから西の方に向うがこのルートは先に述べた讃岐の四大平野のや山側を通過しており、ちょうど条理制地割の中心部付近を貫いている。現在の国道11号と比較してみると、徳島県境の引田付近、愛媛県境の豊浜付近はほぼ同じルートであるが高松、坂出、丸亀等の都市部では現在の幹線ルートである国道11号よりかなり南（山側）に寄っている。これは南海道ができた当時とその後現在に至る土地利用の変遷によるものと推測される。当時の開発状況および景観を想像すると山側の溜池の築造により水が確保され山から海へと続く扇状地の部分がまず開発されたものと思われる。この部分より海側の地域は地盤も低く海水と河川の氾濫により自然のままに放置されていたであろう。その後治水事業を行うことにより、川筋が固定され洪水の心配がなくなると新田開発は海岸近くに及び近世になると港に近いこともあって街はすべて海側に発展し、道路（11号）もそれらの街を結ぶ形で整備されている。

さてここでもう一度南海道に目を向けると東の端は、引田駅であるが大阪峠を越えて讃岐に入ると引田駅から白鳥、三本松を通り長尾、三木を経由して高松方面へ向

う。この道は今から800年前源平屋島の合戦の時に源義経が屋島に陣取る平氏の大军をわずか150騎で寄襲し源氏に勝利をもたらした際に通った道でもある。当時の讃



写真-1 讃岐国府跡



南海道と高速道路

岐の国府は現在の坂出市府中に位置しており当然南海道はここを経由して西へ向っている。国府のあった府中は讃岐の中心部に位置し当時港であった松山津にも近く讃岐を治めるのには好都合であったものと思われる。この府中の近くには国分寺・国分尼寺がつくられ、現在でも国分寺町という町名がつけられている。

学問の神様として有名な菅原道真も平安時代886年に讃岐の国司としてこの地に赴任し多くの逸話が残されている。

南海道は府中から丸亀平野、三豊平野を通り伊予の国へ向っている。

さてここで現在的高速道路に目を向けてみよう。現在四国縦貫自動車道(218km)と四国横断自動車道(150km)が計画されているが、ここで先に述べた千数百年前にできた南海道と比べてみると路線はほぼ似かよっているが、大変残念なことは現在的高速道路計画では高松―徳島間が抜けているということである。

南海道を含む律令時代の7道は京の都と各地方の拠点(国府)を結ぶ政治的・経済的・文化的な経路であったはずである。今日においても全国を結ぶネットワーク(高速道路網)の整備は新しい日本国土の創造のために欠くことのできない物であり類似の発想・形態が伺える。そこでこの古代の南海道のルートと現在計画されている高速道路のルートであるが、ほぼ同じような場所を通っているのは偶然であろうか。私にはそうは思わない。古



写真-2 讃岐国分寺跡

代も今も地形・地質・地勢には共通のものがあり、科学技術の発達した現在ルートを選定しても古代人の知恵の結果と同じ所に落ち付いたのではないかとと思われるのである。

讃岐の海の玄関であった松山津の近くには本四架橋が完成し、南海道に変わる高速道路、又昔の駅に変わってインターチェンジやサービスエリアができる日も近い。

南海道から高速道路へと千年以上の歳月が流れ、讃岐の景観もかなり変貌したようであるが讃岐富士の雄姿や瀬戸内海の海の風景等基本的なものは何ら変わっていないと思うのだからいいがだろうか。



検査基準

アスファルト舗装工事において、完成した舗装が設計書や仕様等の規定を満足するものであるか否かを判定する基準のことをいう。アスファルト舗装工事共通仕様書（Ⅰ）、（Ⅱ）（日本道路協会）に示されている検査項目と検査方法は表－１に示すとおりである。

検査は抜取検査と全数検査がある。抜取検査とは一群の製品（ロット）から抜取った小数の製品（サンプル）を検査して、ロットに対する判定基準と比較して、合格のロットと不合格のロットに選別する検査方式をいう。全数検査とは製品全てを、良品と不良品に選別する検査方式をいう。舗装工事の検査は原則として抜取検査方式がとられている。

ロットの品質の表示方法は、舗装の品質が材料・工法に応じて、cm, kg/cm³等の単位で測定されることから計量抜取検査が多い。

抜取方式はロットからサンプルを抜取る回数（あるいは組数）によって一回抜取検査、二回抜取検査、多回抜取検査、逐次抜取検査に分けられる。一回抜取検査とは例えば、表層の工事において大きき10,000 m²のロットから無作為に一回10個のコアを抜取りその厚さの個々の測定値および10個の平均値がそれぞれの合格判定値 X_i = 設計厚さ - 0.7 cm, $\bar{X}_{10}$ = 設計厚さ - 0.2 cm より大きければ合格とする方式のことである。

二回抜取検査は例えば、下層路盤工事において大きき10,000 m²のロットから無作為に1回3個の締固め度を測定し、その平均値 ($\bar{x}_3$) が3個の合格判定値 ($\bar{X}_3 = 97\%$) 以上であれば合格とする。不合格の場合は、さらに3個の測定値を加えた合計6個の平均値 ($\bar{x}_6$) が6個の

合格判定値 ($\bar{X}_6 = 96\%$) 以上あれば合格とする方式のことである。

多目抜取検査とは二回抜取検査の回数が増えた方式のことであり、逐次抜取検査とはロットから1個ずつサンプルを抜取り、そのつど合格、不合格、あるいは検査続行を決めて行く方式の検査である。

抜取検査の型には規準型、選別型、調整型、連続生産型に分類されるが、共通仕様書では、生産者（施工業者）の保護と消費者（発注者）の保証という両者の要求を満たすように規定した検査方式がとられている。その1例を、下層路盤の締固め度の例で示すと先ず

$$\alpha = 5\% \text{ (生産者危険率)}$$

$$\beta = 10\% \text{ (消費者危険率)}$$

$$p_0 = 7\% \text{ (合格させたいロットの不良率)}$$

$$p_1 = 30\% \text{ (不合格としたいロットの不良率)}$$

$$\sigma = 2.0\% \text{ (標準偏差)}$$

$$S_L = 93\% \text{ (下限規格値)}$$

を条件に組立てられた検査方式がとられているので、

$$m_0 = S_L + K_{p_0} \times \sigma \text{ (良いロットの平均値)}$$

$$= 93 + 1.476 \times 2 = 95.95\%$$

$$m = S_L + K_{p_1} \times \sigma \text{ (悪いロットの平均値)}$$

$$= 93 + 0.524 \times 2 = 94.05\%$$

$$\bar{X}_{10} = m_0 - K_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 95.95 - 1.645 \frac{2}{\sqrt{10}}$$

$$= 94.91$$

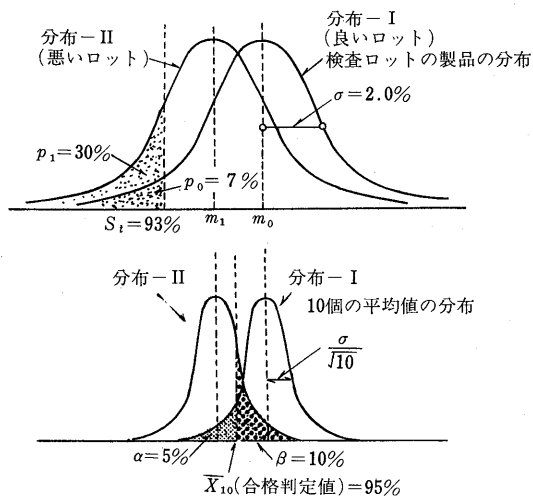
となる。

これらの関係を図示すると図－１のようになる。

計量検査における保証の対象にはロットの中にある不良品の割合が一定値以下であることを保証する場合と、

表－１ 検査項目と検査方式

検 査 項 目		表示方法	型 式	抜取方式	保証の対象	σ (既知, 未知)
出 来 高	厚 さ	計数及計量	規 準 型	1 回 (計量の場合は1回及び2回)	不良率保証	標準偏差既知
	高 さ	計 数				
	幅 平 坦 性					
品 質	締 固 め 度	計 量	規 準 型	1 回 及 び 2 回	不良率保証	標準偏差既知
	粒 度					
	アスファルト量					
	セメント量					



ロットの平均値がある規定値以上であることを保証する場合がある。1例を表層工の厚さの規定を例にとると、表層工の厚さが規格値 (S_L =設計厚-0.7 cm) を下まわるものが $p_1=25\%$ 程度のロットは不合格としたい規定は不良率保証の表現があり、これを平均値保証にするためには m_1 を計算し ($m_1=S_L+K_{p_1} \cdot \sigma=0.7+0.674 \times 0.45$)、厚さの平均値 m_1 が設計値-0.40 cm 程度のロットは不合格としたいという規定になる。

ロットの品質の分布が正規分布するとして、そのバラツキ (標準偏差) がほぼ一定な値であることがわかっている場合これを σ 既知の場合といい、逆に σ が推定できない場合これを σ 未知の場合といい、それぞれ検査方法が異なるが、共通仕様書では表-2 に示す数値をベースに、 σ 既知の検査方式をとっている。

表-2 アスファルト舗装工事共通仕様書の検査基準(I)に用いた諸数値

(個数 $n=10$, $\alpha=5\%$, $\beta=10\%$)

工 種	項 目	規格率 ($S_{U,L}$)	標準偏差の目標値 (σ)	p_0	p_1	合格判定値 ($X_{U,L}$)
下 層 路 盤	厚 度	- 4.5 cm 以上	3.0 cm	7 %	30%	- 1.5 cm
	締 固 め 度	93% 以上	2.0 %	7	30	95%
上 層 路 盤	粒 調 砕 石	厚 度	- 2.5 cm 以上	7	30	- 0.8 cm
		粒 度 { 2.5 mm	$\pm 15\%$ 以内	7	30	$\pm 10\%$
		0.074 mm	$\pm 6\%$ 以内	7	30	$\pm 4\%$
		締 固 め 度	93% 以上	7	30	95%
	瀝 青 安 定 処 理	厚 度	- 1.5 cm 以上	7	30	- 0.5 cm
		粒 度 { 2.5 mm	$\pm 15\%$ 以内	7	30	$\pm 10\%$
		0.074 mm	$\pm 6\%$ 以内	7	30	$\pm 4\%$
		アスファルト量	$\pm 1.2\%$ 以内	7	30	$\pm 0.8\%$
	セメント安定処理	厚 度	- 2.5 cm 以上	7	30	- 0.3 cm
		粒 度 { 2.5 mm	$\pm 15\%$ 以内	7	30	$\pm 10\%$
		0.074 mm	$\pm 6\%$ 以内	7	30	$\pm 4\%$
		セメント量	$\pm 1.2\%$ 以内	7	30	$\pm 0.8\%$
表 層 ・ 基 層	アスファルト加 熱混合物	締 固 め 度	93% 以上	7	30	95%
		厚 度 { 基 層	- 0.9 cm 以上	5	25	- 0.3 cm
		表 層	- 0.7 cm 以上	5	25	- 0.2 cm
		粒 度 { 2.5 mm	$\pm 12\%$ 以内	5	25	$\pm 3.0\%$
		0.074 mm	$\pm 5\%$ 以内	5	25	$\pm 3.5\%$
		アスファルト量	$\pm 0.9\%$ 以内	5	25	$\pm 0.55\%$
		締 固 め 度	94% 以上	5	25	96%
		1.75%				

 p_0 : 合格させたい不良率の上限 p_1 : 不合格としたい不良率の下限

〔小島逸平 熊谷道路機技術研究所〕

比 重

アスファルトの比重は、JIS K 2207 (石油アスファルト) のストレートアスファルトの品質規格で、1.000 以上と規定されているが、任意の温度におけるアスファルトの質量・容積換算を行なうさいや、締め固めたアスファルト混合物の空げき率を求めるとき必要な理論密度の算出のさいにも利用される。

比重は、一般に15℃におけるある体積の試料の質量とそれと等体積の4℃における水の質量との比をいい、比重15/4℃と呼ばれる。しかし、アスファルトの比重は、普通25℃におけるアスファルトの質量と、それと等体積の25℃における水の質量の比、つまり比重25/25℃で表される。

比重試験には、JIS K 2249 (原油及び石油製品の比重試験方法並びに比重・質量・容積換算表) に、うきばかり法、比重びん法などのいくつかの方法が規定されているが、ストレートアスファルトのように試験温度で固体の試料には、ハーバード比重びん法が用いられる。またカットバックアスファルトなどの液体の試料にはうきばかり法が用いられる。

ハーバード比重びん法は、溶融した試料を比重びんに約半分くらい流し込み、デシケータ中で1時間以上放冷した後、その質量を測定する。次に、新たに煮沸し試験温度以下に冷却した水で比重びんを満たして堅くせんをし、これを試験温度に保った恒温水浴中に浸して1時間保持し、余分の水を吸い取って水面を標線に合せる。比重びんを水浴から取り出し容器の外側を乾燥した後、その質量を求める。

$$S = \frac{W_M - W_B}{W - (W_F - W_M)}$$

ここに

S : 比重 25/25℃

W_M : 試料の入った比重びんの質量 (g)

W_B : 比重びんの質量 (g)

W : 比重びんを25℃の水で満したときの水の質量
(水当量と呼ぶ) (g)

W_F : 試料と水の入った比重びんの質量 (g)

また、他の温度条件での比重に換算する場合、次式が用いられる。

$$dt/4 = \frac{0.9971 \times d_{25/25}}{1 + \alpha(t - 25)}$$

ここに

$dt/4$: 比重 $t/4^\circ\text{C}$ $d_{25/25}$: 比重 25/25℃

α : 熱膨張係数 (0.00063)

熱膨張係数

アスファルトの体積は、温度が上がれば増加するが、この温度変化に対する体積の変化率を表す熱膨張係数は種々の温度でのタンク中のアスファルトの容積を計算するさいに必要となる。

アスファルトの熱膨張係数は、アスファルトの種類や針入度には余り関係なく、軟質のもので0.00063、より硬めのタイプで0.00060程度である。アメリカのNBS (the National Bureau of Standards) では、60°F (15.6℃) での比重が1.076 から0.9665 のアスファルトについて、熱膨張係数の標準値として0.00063を採用している。

下記の表は、JIS K 2249 (原油及び石油製品の比重試験方法並びに比重・質量・容積換算表) に規定する温度に対する容積換算係数略表の抜粋である。

係数は任意の温度での容積を15℃の容積に換算するさいの乗数として表されている。

使用例 ①150℃で1 m³のアスファルトは、15℃の容積に換算すると0.9177 m³となる。

②120℃で1 m³のアスファルトは、180℃で1.0393 m³ (0.9356 ÷ 0.9002) となる。

表一 容積換算係数 15℃
グループ0 (比重15/4℃ 0.9654~1.0754)

0℃	1.0095	65℃	0.9689	130℃	0.9296
5	1.0063	70	0.9658	135	0.9266
10	1.0031	75	0.9628	140	0.9236
15	1.0000	80	0.9597	145	0.9207
20	0.9969	85	0.9567	150	0.9177
25	0.9937	90	0.9536	155	0.9148
30	0.9906	95	0.9506	160	0.9118
35	0.9875	100	0.9476	165	0.9089
40	0.9844	105	0.9446	170	0.9060
45	0.9813	110	0.9416	175	0.9031
50	0.9782	115	0.9385	180	0.9002
55	0.9751	120	0.9356	185	0.8973
60	0.9720	125	0.9326	190	0.8944

(井町弘光 昭和シェル石油(株)中央研究所)

＜石油アスファルト需給統計資料＞ その1

石油アスファルト需給実績（総括表）

（単位：千t）

項目 年度	供 給					需 要					
	期初在庫	生 産	対前年 度 比	輸 入	合 計	内 需	対前年 度 比	輸 出	小 計	期末在庫	合 計
52 年 度	256	4,790	(115.3)	0	5,046	4,765	(116.2)	0	4,765	287	5,052
53 年 度	287	5,229	(109.2)	0	5,516	5,218	(109.5)	0	5,218	297	5,515
54年度上期	297	2,624	(98.6)	0	2,921	2,576	(97.7)	0	2,576	348	2,924
54年度下期	348	2,440	(95.0)	1	2,789	2,562	(99.2)	2	2,664	236	2,800
54 年 度	297	5,064	(96.8)	1	5,362	5,138	(98.5)	2	5,140	236	5,376
55年度上期	236	2,374	(90.5)	0	2,610	2,323	(90.2)	12	2,335	278	2,613
55年度下期	278	2,346	(96.1)	1	2,625	2,380	(92.9)	9	2,389	240	2,629
55 年 度	236	4,720	(93.2)	1	4,957	4,703	(91.5)	21	4,724	240	4,964
56年度上期	240	2,244	(94.5)	0	2,484	2,215	(95.4)	5	2,220	266	2,486
56年度下期	266	2,354	(100.3)	0	2,620	2,347	(98.6)	14	2,361	226	2,587
56 年 度	240	4,598	(97.4)	0	4,838	4,562	(97.0)	19	4,581	226	4,807
57年度上期	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
1～3月	220	1,149	(98.5)	0	1,369	1,134	(101.4)	1	1,135	226	1,361
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. 4月	226	483	(113.4)	0	709	425	(115.5)	0	425	288	713
5月	288	395	(115.5)	0	683	365	(107.7)	0	365	319	684
6月	319	360	(109.4)	0	679	376	(99.2)	0	376	301	677
4～6月	226	1,238	(112.9)	0	1,464	1,166	(107.4)	0	1,166	301	1,467
7月	301	429	(104.6)	0	730	452	(110.2)	0	452	278	730
8月	278	433	(93.7)	0	711	429	(100.9)	0	429	281	710
9月	281	441	(105.4)	0	722	469	(107.8)	0	469	252	721
7～9月	301	1,303	(100.9)	0	1,604	1,350	(106.3)	0	1,350	252	1,602
59年度上期	226	2,541	(106.4)	0	2,767	2,516	(106.7)	0	2,517	252	2,769
10月	252	453	(97.4)	0	703	484	(102.5)	0	484	219	703
11月	219	486	(106.6)	0	705	510	(104.3)	0	510	196	706
12月	196	514	(106.0)	0	710	512	(109.2)	0	512	196	708
10～12月	252	1,453	(103.3)	0	1,705	1,506	(105.3)	0	1,506	196	1,702
60. 1月	196	332	(106.1)	0	528	286	(115.3)	0	286	243	529
2月	243	376	(119.7)	0	619	343	(114.0)	0	343	276	619
3月	276	533	(102.1)	0	809	570	(97.4)	0	570	240	810
1～3月	196	1,241	(108.0)	0	1,437	1,199	(105.7)	0	1,199	240	1,439
59年度下期	252	2,694	(105.4)	0	2,946	2,705	(105.5)	0	2,705	240	2,945
59 年 度	226	5,235	(105.9)	0	5,461	5,221	(106.1)	0	5,221	240	5,461
60. 4月	240	416	(86.1)	0	656	391	(92.0)	0	391	266	657
5月	266	384	(97.2)	0	650	326	(89.3)	0	326	321	647

（注） (1)通産省エネルギー統計月報 60年5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）

年月	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
	一般用	工業用	計				一般用	工業用	計			
52 年 度	4,242	235	4,477	—	288	4,765	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年度上期	2,309	100	2,409	—	167	2,576	98.0	74.3	96.7	—	115.2	97.8
54年度下期	2,311	75	2,386	—	176	2,562	101.2	57.3	98.8	—	104.8	99.2
54 年 度	4,620	175	4,795	—	343	5,138	99.6	65.5	97.8	—	109.6	98.5
55年度上期	2,099	87	2,186	—	137	2,323	90.9	87.0	90.7	—	82.0	90.2
55年度下期	2,134	96	2,230	—	150	2,380	92.3	128.0	93.5	—	85.2	92.9
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
1～3月	858	44	902	169	63	1,134	92.6	102.3	92.1	203.6	96.9	101.4
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. 4月	322	13	335	71	19	425	105.9	86.7	105.0	244.8	100.0	115.5
5月	276	13	289	56	20	365	100.7	130.0	101.8	155.6	105.3	107.7
6月	284	12	296	60	20	376	92.5	80.0	92.2	162.2	100.0	99.2
4～6月	882	38	921	187	59	1,161	99.7	97.4	99.6	181.6	100.0	107.4
7月	360	15	375	59	18	452	105.6	107.1	105.6	168.6	90.0	110.2
8月	321	13	334	74	21	429	93.3	86.7	93.0	160.9	105.0	100.9
9月	352	13	365	83	21	469	101.4	92.8	100.8	159.6	104.8	107.8
7～9月	1,033	41	1,074	216	60	1,350	100.1	93.2	99.8	162.4	103.3	106.3
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
10月	391	15	406	54	24	484	99.2	78.9	98.3	145.9	109.1	102.5
11月	412	17	429	56	25	510	100.0	130.8	100.9	143.6	100.0	104.3
12月	394	11	405	83	24	512	106.8	61.1	104.7	140.7	104.3	109.2
10～12月	1,197	43	1,240	193	73	1,506	101.9	86.0	101.2	143.0	104.3	105.3
60. 1月	179	14	193	71	22	286	114.7	87.5	112.2	129.1	104.8	115.3
2月	243	12	255	67	21	343	114.1	85.7	111.8	126.4	100.0	114.0
3月	465	14	479	72	19	570	95.1	93.3	95.2	118.0	90.5	97.4
1～3月	887	40	927	210	62	1,199	103.4	90.9	102.8	124.3	98.4	105.7
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. 4月	302	12	314	59	18	391	93.8	92.3	93.7	83.1	94.7	92.0
5月	238	9	247	60	19	326	86.2	69.2	85.5	107.1	95.0	89.3

〔注〕(1)通産省エネルギー統計月報 60年5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)一般用ストレート・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

日本のアスファルト事情 1985年版

B5・48ページ・¥500（送料は実費）

当面するアスファルト事情を
わかりやすく解説した資料です。

広くご利用いただけるよう編
纂致しました。

ハガキにてお申込み下さい。

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

—目 次—

- ★需 要
- 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
- 原油輸入量の推移
- 原油価格
- 石油需給計画

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
〔メーカー〕		
ア ジ ア 石 油 株 式 会 社	(105) 東京都港区芝浦 1-1-1	03 (798) 3 4 0 0
大 協 石 油 株 式 会 社	(105) 東京都港区芝浦 1-1-1	03 (798) 3 5 0 0
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
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
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
海 南 石 油 精 製 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区永田町 2-4-3	03 (580) 3 5 7 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
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
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
丸 善 石 油 株 式 会 社	(105) 東京都港区芝浦 1-1-1	03 (798) 3 1 1 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
日 本 ア ス フ ァ ル ト 株 式 会 社	(102) 東京都千代田区平河町 2-7-6	03 (234) 5 0 2 1
日 本 鉱 業 株 式 会 社	(105) 東京都港区虎ノ門 2-10-1	03 (582) 2 1 1 1
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
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
西 部 石 油 株 式 会 社	(100) 東京都千代田区大手町 1-1-3	03 (215) 3 0 8 1
昭 和 シ ョ 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 5
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	02236 (5) 8 1 4 1

〔ディーラー〕

● 北 海 道

アサヒレキセイ ㈱ 札幌支店	(060) 札幌市中央区大通西10-4	011 (281) 3 9 0 6	日 ア ス
中西瀝青 ㈱ 札幌出張所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (231) 2 8 9 5	日 石
㈱ 南部商会 札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011 (231) 7 5 8 7	日 石
レキセイ商事株式会社	(060) 札幌市中央区北4条西12	011 (231) 5 9 3 1	出 光
株式会社ロード資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (281) 3 9 7 6	丸 善
東光商事 ㈱ 札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7	011 (261) 7 9 5 7	三 石
㈱ トーアス 札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (281) 2 3 6 1	共 石
蔦井石油株式会社	(060) 札幌市中央区南4条西11-1292-4	011 (518) 2 7 7 1	丸 善

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 日 アス
(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
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
宮城石油販売株式会社	(980) 宮城県仙台市東7番丁102	0222 (57) 1231 三 石
中西瀝青(株)仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-30	0222 (23) 4866 日 石
(株)南部商会仙台出張所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-17	0222 (23) 1011 日 石
有限会社 男鹿興業社	(010-05)秋田県男鹿市船川港船川字化世沢178	01852 (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
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
● 関 東		
アサヒレキセイ株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3-3-5	03 (551) 8011 日 アス
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 日 アス
アスファルト産業株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀4-11-2	03 (553) 3001 昭和シェル
富士興産アスファルト株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-4-3	03 (580) 5211 日 アス
富士鉱油株式会社	(105) 東京都港区新橋4-26-5	03 (432) 2891 丸 善
富士石油販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-13-12	03 (274) 2061 共 石
富士油業(株)東京支店	(106) 東京都港区西麻布1-8-7	03 (478) 3501 日 アス
パシフィック石油商事株式会社	(103) 東京都中央区日本橋蛸殻町1-17-2	03 (661) 4951 モービル
伊藤忠燃料株式会社	(107) 東京都港区赤坂2-17-22	03 (584) 8555 共 石
関東アスファルト株式会社	(336) 埼玉県浦和市岸町4-26-19	0488 (22) 0161 昭和シェル
株式会社 木 畑 商 会	(104) 東京都中央区八丁堀4-2-2	03 (552) 3191 共 石
国光商事株式会社	(165) 東京都中野区東中野1-7-1	03 (363) 8231 出 光
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
三菱商事株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2-6-3	03 (210) 6290 三 石
三井物産石油株式会社	(101) 東京都千代田区神田駿河台4-3	03 (293) 7111 極 東 石
中西瀝青株式会社	(103) 東京都中央区八重洲1-2-1	03 (272) 3471 日 石
株式会社 南 部 商 会	(100) 東京都千代田区丸の内3-4-2	03 (213) 5871 日 石
日東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区新川2-8-3	03 (551) 6101 昭和シェル
日東商事株式会社	(170) 東京都豊島区巢鴨3-39-4	03 (915) 7151 昭和シェル
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
菱東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区八重洲2-7-16	03 (281) 2030 三 石
菱洋通商株式会社	(104) 東京都中央区銀座6-7-18	03 (571) 5921 三 石
菱油販売株式会社	(160) 東京都新宿区西新宿1-20-2	03 (345) 8205 三 石
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
(株)澤田商行東京支店	(104) 東京都中央区入船1-7-2	03 (551) 7131 丸 善
新日本商事株式会社	(101) 東京都千代田区神田錦町2-7	03 (294) 3961 昭和シェル
住商石油アスファルト株式会社	(160-91)東京都新宿区西新宿2-6-1	03 (345) 3904 出 光
大洋商運株式会社	(103) 東京都中央区日本橋本町3-7	03 (245) 1632 三 石
竹中産業株式会社	(101) 東京都千代田区鍛冶町1-5-5	03 (251) 0185 昭和シェル
東光商事株式会社	(104) 東京都中央区京橋1-6	03 (274) 2751 三 石
株式会社 トーアス	(160) 東京都新宿区西新宿2-7-1	03 (342) 6391 共 石

社団法人 日本 アスファルト 協会 会 員

社 名	住 所	電 話
東京富士興産販売株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門1-13-4	03 (591) 3 4 0 1 日 ア ス
東京レキセイ株式会社	(150) 東京都渋谷区恵比寿西1-9-12	03 (496) 8 6 9 1 日 ア ス
東新瀝青株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-13-5	03 (273) 3 5 5 1 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) 8 1 5 1 日 ア ス
東和産業株式会社	(174) 東京都板橋区坂下3-29-11	03 (968) 3 1 0 1 三共油化
梅本石油株式会社	(162) 東京都新宿区揚場町9	03 (269) 7 5 4 1 丸 善
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) 3 4 4 1 昭和シェル
渡辺油化興業株式会社	(107) 東京都港区赤坂3-21-21	03 (582) 6 4 1 1 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) 1 1 1 1 日 ア ス
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) 2 8 6 0 昭和シェル
松村物産株式会社	(920) 石川県金沢市広岡町ト25	0762 (21) 6 1 2 1 三 石
三谷商事株式会社	(910) 福井県福井市中央3-1-5	0776 (20) 3 1 1 1 モービル
名古屋富士興産販売(株)	(451) 名古屋市西区城西4-28-11	052 (521) 9 3 9 1 日 ア ス
中西瀝青(株)名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5 0 1 1 日 石
三徳商事(株)静岡営業所	(420) 静岡市紺屋町11-12	0542 (55) 2 5 8 8 昭和シェル
三徳商事(株)名古屋支店	(453) 名古屋市中村区則武1-10-6	052 (452) 2 7 8 1 昭和シェル
株式会社 三 油 商 会	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	052 (231) 7 7 2 1 日 ア ス
株式会社 澤 田 商 行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (361) 7 1 5 1 丸 善
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) 3 5 1 4 日 ア ス
静岡鉱油株式会社	(424) 静岡県清水市袖師町1575	0543 (66) 1 1 9 5 モービル
竹中産業(株)福井営業所	(910) 福井県福井市大手2-4-26	0766 (22) 1 5 6 5 昭和シェル
株式会社 田 中 石 油 店	(910) 福井県福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1 7 2 1 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) 2 2 9 8 昭和シェル
● 近 畿		
赤馬瀝青工業株式会社	(531) 大阪市淀川区中津3-10-4-304	06 (374) 2 2 7 1 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) 2 7 3 1 日 ア ス
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-8-8	06 (358) 5 5 3 1 三 石
飯野産業(株)神戸営業所	(650) 兵庫県神戸市中央区江戸町98	078 (391) 8 9 6 5 共 石
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀2-3-19	06 (441) 5 1 9 5 日 ア ス
平和石油株式会社	(530) 大阪市北区中之島3-6-32	06 (443) 2 7 7 1 昭和シェル
平井商事株式会社	(542) 大阪市南区長堀橋筋1-43	06 (252) 5 8 5 6 日 ア ス
木曾通産(株)大阪支店	(550) 大阪市西区九条南4-11-12	06 (581) 7 2 1 6 日 ア ス
株式会社 松 宮 物 産	(522) 滋賀県彦根市幸町32	07492 (3) 1 6 0 8 昭和シェル
丸和鉱油株式会社	(532) 大阪市淀川区塚本2-14-17	06 (301) 8 0 7 3 丸 善
三菱商事(株)大阪支社	(530) 大阪市北区堂島浜1-1-5	06 (343) 1 1 1 1 三 石
株式会社 ナ カ ム ラ	(670) 兵庫県姫路市国府寺町甲14	0792 (85) 2 5 5 1 共 石
中西瀝青(株)大阪営業所	(532) 大阪市淀川区西中島3-18-21	06 (303) 0 2 0 1 日 石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市淀川区豊崎5-8-2	06 (372) 0 0 3 1 出 光
株式会社 菱 芳 砒 産	(671-11) 兵庫県姫路市広畑区西夢前台7-140	0792 (39) 1 3 4 4 共 石
三徳商事株式会社	(532) 大阪市淀川区新高4-1-3	06 (394) 1 5 5 1 昭和シェル
正興産業株式会社	(662) 兵庫県西宮市久保町2-1	0798 (22) 2 7 0 1 三 石
(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) 0 6 8 1 昭和シェル

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
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
アサヒレキセイ(株)広島支店	(730) 広島市田中町5-9	0822 (44) 6262 日アス
富士商株式会社	(756) 山口県小野田市稲荷町6539	08368 (3) 3210 昭和シェル
共和産業株式会社	(700) 岡山県岡山市蕃山町3-10	0862 (33) 1500 共 石
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
中国富士アスファルト株式会社	(711) 岡山県倉敷市児島味野浜の宮4051	0864 (73) 0350 日アス
● 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 日アス
畑 礦 油 株 式 会 社	(804) 北九州市戸畑区牧山新町1-40	093 (871) 3625 丸 善
平和石油(株)高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255 昭和シェル
今別府産業株式会社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4111 共 石
伊藤忠燃料(株)福岡支店	(812) 福岡市博多区博多駅前3-2-8	092 (444) 8353 共 石
株式会社 カ ン ダ	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111 昭和シェル
丸 菱 株 式 会 社	(812) 福岡市博多区博多駅前4-3-22	092 (431) 7561 昭和シェル
中西瀝青(株)福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神4-1-18	092 (771) 6881 日 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
西岡商事株式会社	(764) 香川県仲多度郡多度津町家中3-1	08773 (3) 1001 三 石
菱油販売(株)九州支店	(805) 北九州市八幡東区山王1-17-11	093 (661) 4868 三 石
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131 日アス
サ ン ヨ ウ 株 式 会 社	(815) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7615 日アス

編集顧問

編集委員

多田宏行
萩原 浩
松野三朗

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

アスファルト 第145号

昭和60年12月発行

社団法人 日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7 TEL 03-502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 廣業社

〒104 東京都中央区銀座8-2-9 TEL 03-571-0997(代)

ASPHALT

Vol. 28 No. 145 DECEMBER 1985

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION