

アスファルト

第36巻 第176号 平成5年7月発行

176

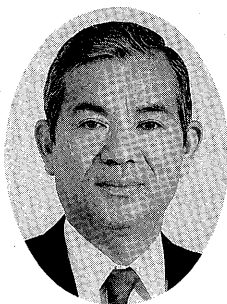
特集・世界の道路事情

特集にあたって	松野三朗	2
米国の道路事情	神谷恵三	3
フランスの道路事情	太久保高秀	10
ドイツの道路事情	川村彰	15
北 欧	久下晴己	21
東欧の道路事情	野村敏明	25
チェコ共和国の道路	PETR MELUZIN・MICHAL VARAUS	31
マレーシアの道路事情	三宅篤	35
フィリピンの舗装事情	藤島幸年	40
発展を続けるタイランド	小坂寛巳	44
ミャンマーの道路事情	石井一生	49
エジプトの道路交通現況と課題	松村哲男	52
発展中の中国の道路	沈金安	57
ベネズエラ国の道路維持管理技術協力	長友秀実	69
アフリカ	千葉喜味夫	73
資料・世界の道路現況と自動車保有台数		78

会長就任のご挨拶	新美春之	1
平成4年度日本アスファルト協会論文賞発表		81
〈平成4年度論文賞入選第2席〉		
排水性舗装用混合物評価方法としての		
カンタブロ試験の有効性について	長谷川宏・石井武・荒井孝雄	82
〈平成4年度論文賞佳作〉		
MC砕石マスチックの鋼床版舗装への適用		
～耐流動性および防水性混合物として～	山田実・重並弘道・荒井明夫	90
〈用語の解説〉		
ひびわれ防止目地	小島逸平	98
水理用アスファルト	児玉充生	100
〈統計資料〉石油アスファルト需給統計資料		102
主な石油アスファルト製造用原油の輸入状況		104

ASPHALT

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



会長就任のご挨拶

社団法人 日本アスファルト協会
会 長 新 美 春 之

この度、通常総会後の臨時理事会において当協会の会長に選任され、大任をお引受することとなりました。

内外の社会秩序や価値観の変動する中その責務を全うされました高島前会長の後をお引受する訳でございますが、今後も経済政策、環境問題、外交問題等の社会情勢がなお一層様々に変化することは必至であります。これらの変化に対応し当協会の発展に誠心誠意尽力いたす所存でございますので、会員各位の一層のお力添えをお願い申し上げます。

日本をとりまく国際情勢は、日本の経済力に見合った貢献を求めており、国際収支の改善、ODA、日米構造協議、PKO等々数多くの課題を抱え、あらゆる局面でその役割を果たさざるを得なくなっています。国内においては、自由民主党が分裂するなど政局の混迷が深まり、経済界への影響はまぬがれません。こうした状況の下で、本年より第11次道路整備五箇年計画がスタートしましたが、その策定に際しては、21世紀初頭を目途としてとりまとめられた「道路整備の長期構想（案）」を基本として、「公共投資基本計画」（概ね430兆円の投資総額）や「生活大国5か年計画—地球社会との共存をめざして—」との整合性を図りつつ実施されます。この第11次道路整備五箇年計画は、生活者の豊か

さの向上、活力ある地域作り、良好な環境創造等の課題をかけた、これまでの量的なものばかりでなく、たとえば高齢者や女性ドライバーの増加にともなう「だれもが使いやすい道路」といった質的な向上も求めた道路整備が推進されます。

道路整備を行うにあたってアスファルトは、最も重要な建設資材の一つであることに変化はなく、製造・供給にたずさわる者にとっては、使用者の方々の正当な評価や待遇を頂き、アスファルトの安定供給、品質改善さらに高品質なアスファルトの開発を行うことを使命とし、製造・供給者と使用者共に相互理解の基に今後の道路整備の責務を負わなければならないと考えます。

アスファルト協会におきましても、このような国際社会からの要請や国内情勢の変動の中で果たす役割は、ますます重要になってくるという自覚と同時に、より透明度の高くなつた近代的商習慣の確立に向け関係各位の一層のご理解を得る必要があるものと考えております。

今後とも会員の皆様のご理解とご協力をお願い申し上げますとともに、関係官公庁、需要業界の皆様のご支援を賜り、当協会とアスファルト関係業界の発展をお祈り申し上げましてご挨拶とさせていただきます。

（昭和シェル石油株式会社 専務取締役）

特集にあたって

松野三朗

佐藤道路(株)常務取締役技術研究所長

ここ2、3年アメリカの道路舗装に取りつかれ、毎年数千キロのドライブを繰り返している。今更何のために、何故にアメリカか、と聞かれる。車を転がし、舗装と道路、それも主に舗装の破損とパフォーマンスを写真に撮るという極めて単純なことである。それで得られるものは何か、それが何の役に立つのか、と聞かれれば、“舗装の設計の目的は何か？ 舗装の破損を把握しないで設計ができるのか？”と至極真面目に答えたい。しかし本当のところは、アメリカにも我が“わだちわれ”があるはずであり、そしてそれが橋の下の日影では消えているはずであるという、いわば松野理論の現地検証のためのパトロールと言った方が手とり早い。いずれにしろ具体的な形として破損やパフォーマンスの写真は残るし、我が国では見られないアメリカ独特の実にバラエティに富んだ舗装の破損形態も眺められる。そして有難いことに、アメリカの舗装の破損もパフォーマンスも我が国のそれと同じ言語で語りかけてくれる。それが技術屋バカにはこの上なく嬉しい。これはもうホビーである。

しかし回数を重ね、舗装の破損もパフォーマンスもパターンが類型化してくると、どうも純技術に焦点をおいた最初の意気込みは少しずつ先細りになってきた。それよりもむしろアメリカの道路と舗装の実態の方が強い印象を残すようになる。それは、道路の長さでもあり、幅であり、交通量や速度であり、ひいては生活の中の道路である。焦点を絞れば、どこか箱庭的な我が国の舗装と違い、長大で、極めて多様で、長寿であるなどという、アメリカ独特の舗装とそのパフォーマンスのパターンに気付くことになる。同じ言語でも我が国とでは、青森と鹿児島の方言以上の差があることに気付く。アメリカの技術文献の言うところは、この独特のパターン、方言の認識がなくしては生きた知識にはなりえない。しかして、あの多様な破損とパフォーマンスのデータがまとめられた時、コンクリート舗装におけるDARTER教授のデータの如く、アメリカは圧倒的な説得力を生み出してくる。

先日生まれて始めて熱帯のある国を旅した。この国は、先進国に追い付こうといま生き生きとした成長が進められている。極めてわずかな滞在ではあったが、

この常夏の国のアスファルト舗装に、ほとんどわだち掘れが見られないのには大変なショックを受けた。この話をするに我が国の舗装屋からは必ず次の反論がある。交通量が少ない、重量車が少ない、車線規制がない等々。私の辞書の言葉に近い。しかし骨材の粒度や材質が特に我が国とは異なるものではないし、アスファルトの針入度は80~100である。過積載車は多いし、大都市周辺の交通量は少なくはない。常夏であることは、我が国の7、8月が1年中続くことであるから、単純に6倍は暑い。これは真夏の交通量が6倍であるとも解釈される。舗設後すぐに交通に開放して、初期わだちがけない。車線区分のある交差点でもわだち掘れは極めて少ない。わだち掘れで悩む日本の舗装屋に突き付けられて、逃げることの出来ない現実である。これは理解することの難しいひどい訛の方言だ。

先日あるアメリカの知人に、這いつくばって舗装の破損を見て歩く技術屋バカが、世界に一人ぐらいはいてもよいではないかと書いた。また舗装の破損やパフォーマンスがうたえる世界共通の言語のこと、交通や環境条件などの違いは方言みたいなものであることも。しかしこの言語や方言も、こちらが積極的に理解しようとしなければ、世界とのコミュニケーションは生まれない。

近年諸外国との道路と舗装に関する技術的交流が益々盛んになってきたことは、我が国の道路舗装技術にとっては真に喜ばしいことである。世界が多極時代に入り、表向き紛争の拡大のみが目にとまるが、本来は前向きな発展向上のための国際協力の必要性が、ますます高まってきていることは論をまたない。従来にまして、より積極的な、より緊密な、そしてより高度な技術的国際交流が進められねばならない。近年は我が国で、このような役割りを、容易に引き受けられる若い多くの人材が得られることは特筆すべきことと考えられる。

舗装という、経験則の多い、またその必要な分野においては、本物の相手を知らずして相互理解は出来ない。今回の企画は時宜を得たものであり、我が国の舗装屋、アスファルト舗装屋が世界に飛躍する土台となるものであることを期待したい。

米国の道路事情

神谷 恵三*

1. 国土について

米国の国土は、日本の国土(378千km²)の約25倍に相当する9,373千km²である。緯度的にはシベリア以北に位置するアラスカ州を北端とし、亜熱帯のフロリダ州を南端とする気象条件の広い国土となっている。また、国土の横断方向では、東海岸と西海岸側とは3時間もの時差が発生する経度となっている。しかしながら、人口は日本の約2倍程度であり、住居区域の1km²当たりにおける人口密度も20人程度と少数であることから、広い国土に点在した都市部を中心に、ゆったりと住居が散在していることになる。したがって、このような都市環境を形成する米国では昔から車が必要とされ、ハイウェイ網が国内最大のインフラストラクチャーとなる必然性があったと思われる。

2. 道路網について

米国内のハイウェイを管轄している組織は、交通省(Department of Transportation)の傘下である連邦道路局(Federal Highway Administration)および州政府(State Highway Agency)を始め、地方自治体を含めると膨大な総数となる。米国のハイウェイを運用予算で区分¹⁾すると、連邦道路局から配付される予算(Federal-Aid System)を使用した道路と、これ以外の道路とに分類される。前者の道路は、大都市・産業地帯・州政府が重要と判断した区域を結ぶInterstate Highway、第一主要道路、都市内道路、第二主要道路という幹線道路をカバーしている。これに対し、後者は市町村道・地方自治体が管轄する道路等、州政府内部の予算を使用した全ての道路をカバーしている。前者に属する都市内道路の“都市(Urban Areas)”²⁾とは、5千人以上の人口を有する地域を指し、これ以外の地域を“地方(Rural Areas)”としている。さらに“都市”は、人口5万人を境に“小都市部(Small Urban Areas)”と“大都市部(Urbanized Areas)”とに分類

される。

米国のハイウェイを機能(Functional System)で分類³⁾すると、図-1に示すように5種類の道路で表現することができる。つまり、高速度で走行が可能な幹線道路(Arterial or Primary Highway)、速度を減少させるランプ(Transition)、一般速度で走行させる分散道路(Distributor)、目的地の近隣となるコレクター道路(Collector)、住居・地方区域内の道路(Local Access Road)という分類である。

表-1⁴⁾は、予算および機能的な区分によってハイウェイの延長を分類したものである。これによると、全米ハイウェイの総延長は3,880,151マイル(=6,208,242km)、Interstate Highwayの総延長は45,074マイル(=72,118km)、連邦道路局から配布される予算道路の総延長は853,001マイル(=1,364,802km)となっている。

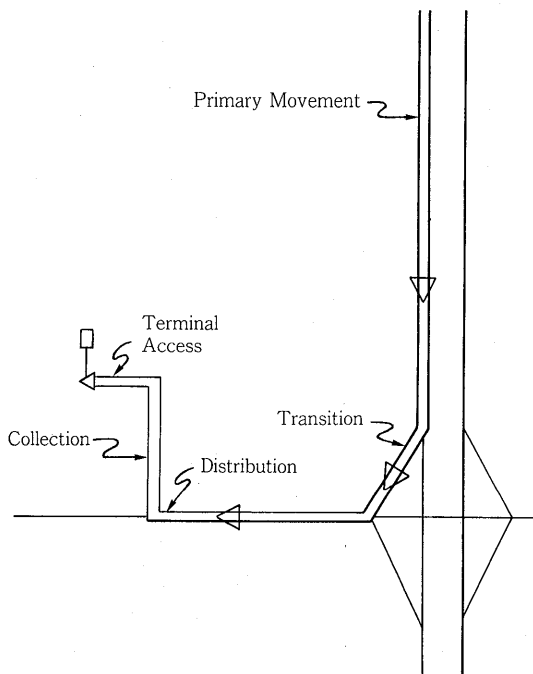


図-1 道路の機能別分類

*かみや けいぞう 日本道路公団試験研究所舗装試験研究室

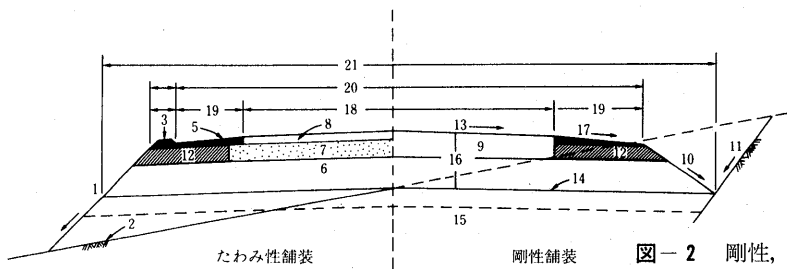
表－１ 予算および機能的な区分による公共道路の延長

MILEAGE AS OF DECEMBER 31, 1990
COMPILED FROM REPORTS OF STATE AUTHORITIESTABLE HM-18
SEPTEMBER 1991

FUNCTIONAL SYSTEM	FEDERAL-AID SYSTEM					NON-FEDERAL-AID	TOTAL
	INTERSTATE	PRIMARY	URBAN	SECONDARY	TOTAL		
RURAL:							
PRINCIPAL ARTERIAL:							
INTERSTATE	33,547	—	—	—	33,547	—	33,547
OTHER	—	83,085	—	—	83,085	717	83,802
SUBTOTAL	33,547	83,085	—	—	116,632	717	117,349
MINOR ARTERIAL	—	142,993	—	—	142,993	1,742	144,735
MAJOR COLLECTOR	—	—	—	399,974	399,974	36,391	436,365
MINOR COLLECTOR	—	—	—	—	—	293,912	293,912
SUBTOTAL	—	—	—	399,974	399,974	330,303	730,277
LOCAL	—	—	—	—	—	2,130,427	2,130,427
TOTAL-RURAL	33,547	226,078	—	399,974	659,599	2,463,189	3,122,788
SMALL URBAN:							
PRINCIPAL ARTERIAL:							
INTERSTATE	1,336	—	—	—	1,336	—	1,336
OTHER FREEWAYS	—	—	—	—	—	—	—
AND EXPRESSWAYS	—	1,169	24	—	1,193	14	1,207
OTHER	—	10,128	3,013	—	13,141	274	13,415
SUBTOTAL	1,336	11,297	3,037	—	15,670	288	15,958
MINOR ARTERIAL	—	470	14,873	—	15,343	2,003	17,346
COLLECTOR	—	—	13,872	—	13,872	5,109	18,981
LOCAL	—	—	—	—	—	107,166	107,166
TOTAL-SMALL URBAN	1,336	11,767	31,782	—	44,885	114,566	159,451
URBANIZED:							
PRINCIPAL ARTERIAL:							
INTERSTATE	10,191	—	—	—	10,191	—	10,191
OTHER FREEWAYS	—	—	—	—	—	—	—
AND EXPRESSWAYS	—	5,295	735	—	6,030	433	6,463
OTHER	—	16,224	21,851	—	38,075	497	38,572
SUBTOTAL	10,191	21,519	22,586	—	54,296	930	55,226
MINOR ARTERIAL	—	909	51,613	—	52,522	4,788	57,310
COLLECTOR	—	—	41,699	—	41,699	17,568	59,267
LOCAL	—	—	—	—	—	426,109	426,109
TOTAL-URBANIZED	10,191	22,428	115,898	—	148,517	449,395	597,912
TOTAL URBAN:							
PRINCIPAL ARTERIAL:							
INTERSTATE	11,527	—	—	—	11,527	—	11,527
OTHER FREEWAYS	—	—	—	—	—	—	—
AND EXPRESSWAYS	—	6,464	759	—	7,223	447	7,670
OTHER	—	26,352	24,864	—	51,216	771	51,987
SUBTOTAL	11,527	32,816	25,623	—	69,966	1,218	71,184
MINOR ARTERIAL	—	1,379	66,486	—	67,865	6,791	74,656
COLLECTOR	—	—	55,571	—	55,571	22,677	78,248
LOCAL	—	—	—	—	—	533,275	533,275
TOTAL-URBAN	11,527	34,195	147,680	—	193,402	563,961	757,363
TOTAL-RURAL AND URBAN	45,074	260,273	147,680	399,974	853,001	3,027,150	3,880,151

機能分類で見ると、幹線道路（Arterial Highway）の総延長は407,924マイル（＝652,678km）、コレクター道路の総延長は808,525マイル（＝1,293,641km）、地方道路の総延長は2,663,702マイル（＝4,261,923km）となっており、幹線道路の占める割合は全体の10%を越えている。日本の道路を機能分類して米国の道路と比較

すれば、同レベルの道路を走行する旅行時間は日本の方が長くなることが予想される。これは、米国に比べて幹線道路・コレクター・地方道路における車線数が少ないこと、交通量が多いこと、信号が多いこと等が推察されるからである。



1. 盛土法面
2. 原地盤
3. 排水用縁石
4. 路床土
5. 路肩舗装
6. 下層路盤
7. 上層路盤
8. 表層
9. コンクリート版
10. 排水溝法面
11. 切土法面
12. 路肩路盤
13. 横断勾配
14. 路床
15. 路件
16. 舗装構造
17. 路肩勾配
18. 走行車線
19. 路肩
20. 車道
21. 路体幅

図-2 剛性、たわみ性舗装の典型的な断面

3. 舗装構成・標準幅員・車線数について

AASHTO舗装設計マニュアルによると、米国の標準舗装構成は図-2⁵⁾のとおりである。全米の標準マニュアルという意味で概略図となっているが、日本の舗装構成と大きな違いはないと思われる。(たわみ性舗装における「表層」とは、日本でいう表層と基層をまとめたものを意味している。)たわみ性舗装と剛性舗装を同時に記載してあるが、これは後述するように、剛性舗装の使用頻度も高いためであると考えられる。

表-2⁶⁾は、連邦道路局から配布される予算道路について、車線幅員別の道路区間延長を示したものである。これによると、12フィートを採用している区間が最も多いことが判る。‘Interstate’では97.9%の区間が12フィートを採用しており、規格の統一性が見られる。これ以外の道路では、9～12フィートを越えるまでの車線幅となっており、ローカル性が表れているようである。

表-3⁷⁾は、連邦道路局から配布される予算道路について、片側車線数別の道路区間延長を示したものである。2車線区間の割合は、地方部 (Rural Areas) においては89.6%、都市部 (Urban Areas) でも、62.4%と高いようである。都市間で車線数が2車線に収束する現象は、日本の高速道路と同じである。しかしながら、都市部では4車線以上の道路区間が34.4%もあり、空間的にゆとりのある道路構造設計となっているようである。この点は、都市部において空間および環境的な制約が常に伴う日本とは大きく異なる。

4. 舗装種別

表-4⁸⁾は、表層タイプの延長を道路管理者・道路機能別に表示したものである。これによると、表層を舗装した総延長は全体の58.2%となっている。‘都市部 (Urban)’における舗設率は94.6%であるが、‘地方部 (Rural)’では50%に達していない。道路管理者別にみると、‘州政府管轄 (Under State Control)’の道路延長が‘連邦管轄 (Under Federal Control)’の延長よりも大きいことが判る。これは、連邦道路予算を使用

表-2 連邦道路局から配布される予算を使用する道路の車線数別延長

MILEAGE AS OF DECEMBER 31, 1990 COMPILED FROM REPORTS OF STATE AUTHORITIES													MILEAGE AS OF DECEMBER 31, 1990 COMPILED FROM REPORTS OF STATE AUTHORITIES												
TABLE HM-33, SHEET 1 OF 2, SEPTEMBER 1991													TABLE HM-33, SHEET 2 OF 2, SEPTEMBER 1991												
STATE	INTERSTATE SYSTEM						FEDERAL-AID SYSTEM						FEDERAL-AID SYSTEM						TOTAL FEDERAL AID PRIMARY SYSTEM INCLUDING INTERSTATE						
	RURAL MILEAGE			URBAN MILEAGE			RURAL MILEAGE			URBAN MILEAGE			RURAL MILEAGE			URBAN MILEAGE									
	LANE WIDTH IN FEET			LANE WIDTH IN FEET			LANE WIDTH IN FEET			LANE WIDTH IN FEET			LANE WIDTH IN FEET			LANE WIDTH IN FEET									
	TOTAL			TOTAL			TOTAL			TOTAL			TOTAL			TOTAL									
	<12	12	>12	<12	12	>12	<12	12	>12	<12	12	>12	<12	12	>12	<12	12	>12		<12	12	>12	<12	12	>12
TOTAL	246	32,851	450	33,547	106	11,287	134	11,527	351	3,499	19,489	36,192	156,612	9,935	226,078	12	136	2,170	3,707	25,123	3,047	34,195	305,347		
%	0.8	97.9	1.3	100.0	0.9	97.9	1.2	100.0	0.2	1.5	8.6	16.0	69.3	4.4	100.0	0.0	0.4	6.3	10.8	73.6	8.9	100.0	—		

MILEAGE AS OF DECEMBER 31, 1990 COMPILED FROM REPORTS OF STATE AUTHORITIES													MILEAGE AS OF DECEMBER 31, 1990 COMPILED FROM REPORTS OF STATE AUTHORITIES												
TABLE HM-33, SHEET 2 OF 2, SEPTEMBER 1991													TABLE HM-33, SHEET 2 OF 2, SEPTEMBER 1991												
STATE	FEDERAL-AID SECONDARY SYSTEM-RURAL						FEDERAL-AID URBAN SYSTEM						FEDERAL-AID URBAN SYSTEM						TOTAL						
	LANE WIDTH IN FEET			LANE WIDTH IN FEET			LANE WIDTH IN FEET			LANE WIDTH IN FEET			LANE WIDTH IN FEET			LANE WIDTH IN FEET									
	TOTAL			TOTAL			TOTAL			TOTAL			TOTAL			TOTAL									
	<9	9	>12	<9	9	>12	<9	9	>12	<9	9	>12	<9	9	>12	<9	9	>12		<9	9	>12	<9	9	>12
	9,928	40,198	119,260	93,554	126,674	10,360	399,974	2,306	8,391	27,377	23,720	68,615	17,271	147,680											
TOTAL	9,928	40,198	119,260	93,554	126,674	10,360	399,974	2,306	8,391	27,377	23,720	68,615	17,271	147,680											
%	2.5	10.1	29.8	23.4	31.6	2.6	100.0	1.6	5.7	18.5	16.1	46.4	11.7	100.0											

表-3 連邦道路局から配付される予算を使用する道路の幅員別延長

TRAFFIC LANES AND ACCESS CONTROL	FEDERAL AID SYSTEM									
	INTERSTATE		PRIMARY		URBAN		SECONDARY		TOTAL	
	MILEAGE	%	MILEAGE	%	MILEAGE	%	MILEAGE	%	MILEAGE	%
RURAL:										
ONE-WAY STREETS			108	0.0	—	—	413	0.1	521	0.1
2 LANES	1,048	—	195,639	86.5	—	—	394,854	98.7	591,541	89.6
3 LANES	3	0.0	2,047	0.9	—	—	313	0.1	2,363	0.4
4 OR MORE LANES, UNDIVIDED	88	0.3	4,871	2.2	—	—	1,834	0.5	6,793	1.0
DEGREE OF ACCESS CONTROL: 5/										
NONE	—	—	12,173	5.4	—	—	2,071	0.5	14,244	2.2
PARTIAL	25	0.1	5,627	2.5	—	—	417	0.1	6,069	0.9
FULL	32,383	96.5	5,613	2.5	—	—	72	0.0	38,068	5.8
TOTAL RURAL	33,547	100.0	226,078	100.0	—	—	399,974	100.0	659,599	100.0
SMALL URBAN AREA:										
ONE-WAY STREETS			205	1.7	367	1.2	—	—	572	1.3
2 LANES	—	—	5,796	49.4	28,175	88.5	—	—	33,978	75.7
3 LANES	—	—	168	1.4	254	0.8	—	—	422	0.9
4 OR MORE LANES, UNDIVIDED	6	0.4	2,109	17.9	2,036	6.4	—	—	4,151	9.2
DEGREE OF ACCESS CONTROL: 5/										
NONE	—	—	1,876	15.9	815	2.6	—	—	2,691	6.0
PARTIAL	3	0.2	937	8.0	116	0.4	—	—	1,056	2.4
FULL	1,320	98.9	676	5.7	19	0.1	—	—	2,015	4.5
TOTAL SMALL URBAN AREA	1,336	100.0	11,767	100.0	31,782	100.0	—	—	44,885	100.0
URBANIZED AREA:										
ONE-WAY STREETS	12	0.1	565	2.5	3,379	2.9	—	—	3,956	2.7
2 LANES	15	0.1	6,334	28.3	80,146	69.1	—	—	86,495	58.2
3 LANES	3	0.0	214	1.0	1,037	0.9	—	—	1,254	0.8
4 OR MORE LANES, UNDIVIDED	75	0.7	3,350	14.9	15,878	13.7	—	—	19,303	13.0
DEGREE OF ACCESS CONTROL: 5/										
NONE	—	—	5,899	26.3	13,155	11.4	—	—	19,054	12.8
PARTIAL	11	0.1	2,220	9.9	1,743	1.5	—	—	3,974	2.7
FULL	10,075	99.0	3,846	17.1	560	0.5	—	—	14,481	9.8
TOTAL URBANIZED AREA	10,191	100.0	22,428	100.0	115,898	100.0	—	—	148,517	100.0
TOTAL URBAN:										
ONE-WAY STREETS	12	0.1	770	2.3	3,746	2.5	—	—	4,528	2.3
2 LANES	22	0.2	12,130	35.5	108,321	73.3	—	—	120,473	62.4
3 LANES	3	0.0	382	1.1	1,291	0.9	—	—	1,676	0.9
4 OR MORE LANES, UNDIVIDED	81	0.7	5,459	16.0	17,914	12.1	—	—	23,454	12.1
DEGREE OF ACCESS CONTROL: 5/										
NONE	—	—	7,775	22.7	13,970	9.5	—	—	21,745	11.2
PARTIAL	14	0.1	3,157	9.2	1,859	1.3	—	—	5,030	2.6
FULL	11,395	98.9	4,522	13.2	579	0.4	—	—	16,496	8.5
TOTAL URBAN	11,527	100.0	34,195	100.0	147,680	100.0	—	—	193,402	100.0
TOTAL RURAL AND URBAN	45,074	—	260,273	—	147,680	—	399,974	—	853,001	—

5/ FULL ACCESS CONTROL - PREFERENCE HAS BEEN GIVEN TO THROUGH TRAFFIC MOVEMENTS BY PROVIDING INTERCHANGES WITH SELECTED PUBLIC ROADS AND BY PROHIBITING DIRECT DRIVEWAY CONNECTIONS. PARTIAL ACCESS CONTROL - PREFERENCE HAS BEEN GIVEN TO THROUGH TRAFFIC MOVEMENT. IN ADDITION TO POSSIBLE INTERCHANGES THERE MAY BE SOME CROSSINGS AT GRADE WITH PUBLIC ROADS, BUT DIRECT PRIVATE DRIVEWAY CONNECTIONS HAVE BEEN MINIMIZED.

表-4 道路管理者・機能的区分による表層タイプの延長

MILEAGE AS OF DECEMBER 31, 1990
COMPILED FROM REPORTS OF STATE AUTHORITIESTABLE HM-12
SEPTEMBER 1991

JURISDICTION FUNCTIONAL SYSTEM	UNPAVED MILEAGE 2/				PAVED MILEAGE 3/						TOTAL MILEAGE
	UNIM- PROVED	GRADED AND DRAINED	GRAVEL OR STONE	TOTAL	LOW TYPE	INTER- MEDIATE TYPE	HIGH TYPE			TOTAL	
							FLEXIBLE	COMPOSIT	RIGID		
RURAL:											
UNDER STATE CONTROL:											
PRINCIPAL ARTERIAL:											
INTERSTATE	-	-	-	-	-	1,039	15,034	5,671	11,803	33,547	33,547
OTHER	-	-	-	-	487	4,019	53,592	15,698	9,732	83,528	83,528
MINOR ARTERIAL	-	-	36	36	2,253	18,053	97,215	18,732	5,886	142,139	142,175
MAJOR COLLECTOR	35	297	2,551	2,883	21,359	40,956	125,087	14,320	3,873	205,595	208,478
MINOR COLLECTOR	27	290	907	1,224	12,471	19,753	34,619	1,678	234	68,755	69,979
SUBTOTAL	62	587	3,494	4,143	36,570	83,820	325,547	56,099	31,528	533,564	537,707
NOT UNDER STATE OR FEDERAL CONTROL:											
PRINCIPAL ARTERIAL:											
INTERSTATE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OTHER	-	-	-	-	-	1	136	-	-	137	137
MINOR ARTERIAL	-	-	-	-	3	180	706	35	109	1,033	1,033
MAJOR COLLECTOR	299	2,384	45,283	47,966	36,259	55,813	75,218	1,928	6,102	175,320	223,286
MINOR COLLECTOR	821	9,197	83,364	93,382	23,035	48,306	44,333	746	1,910	118,330	211,712
SUBTOTAL	1,120	11,581	128,647	141,348	59,297	104,300	120,393	2,709	8,121	294,820	436,168
UNDER FEDERAL CONTROL:											
PRINCIPAL ARTERIAL:											
INTERSTATE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OTHER	-	-	-	-	-	-	137	-	-	137	137
MINOR ARTERIAL	-	-	-	-	46	541	938	2	-	1,527	1,527
MAJOR COLLECTOR	-	115	500	615	816	1,321	1,849	-	-	3,986	4,601
MINOR COLLECTOR	385	2,455	5,262	8,102	363	1,948	1,808	-	-	4,119	12,221
SUBTOTAL	385	2,570	5,762	8,717	1,225	3,810	4,732	2	-	9,769	18,486
LOCAL 4/	129,743	209,455	1,086,474	1,425,672	309,260	154,630	210,597	14,663	15,605	704,755	2,130,427
TOTAL RURAL	131,310	224,193	1,224,377	1,579,880	406,352	346,560	661,269	73,473	55,254	1,542,908	3,122,788
PERCENT-RURAL	4.2	7.2	39.2	50.6	13.0	11.1	21.1	2.4	1.8	49.4	100.0
URBAN:											
UNDER STATE CONTROL:											
PRINCIPAL ARTERIAL:											
INTERSTATE	-	-	-	-	-	58	2,979	3,381	5,082	11,500	11,500
OTHER FREEWAYS AND EXPRESSWAYS	-	-	-	-	5	43	2,943	1,374	2,923	7,288	7,288
OTHER	-	-	-	-	46	1,522	19,155	10,375	4,530	35,628	35,628
MINOR ARTERIAL	13	1	3	17	358	2,020	11,895	4,195	1,176	19,644	19,661
COLLECTOR	-	-	47	47	361	2,351	4,212	825	214	7,963	8,010
SUBTOTAL	13	1	50	64	770	5,994	41,184	20,150	13,925	82,023	82,087
NOT UNDER STATE OR FEDERAL CONTROL:											
PRINCIPAL ARTERIAL:											
INTERSTATE	-	-	-	-	-	-	2	11	14	27	27
OTHER FREEWAYS AND EXPRESSWAYS	-	-	-	-	2	5	173	60	83	323	323
OTHER	-	-	57	57	243	1,741	11,581	1,386	1,258	16,209	16,266
MINOR ARTERIAL	14	45	324	383	2,197	9,869	34,656	3,816	4,011	54,549	54,932
COLLECTOR	16	103	884	1,003	4,416	16,433	42,123	2,786	3,430	69,188	70,191
SUBTOTAL	30	148	1,265	1,443	6,858	28,048	88,535	8,059	8,796	140,296	141,739
UNDER FEDERAL CONTROL:											
PRINCIPAL ARTERIAL:											
INTERSTATE	-	-	-	-	-	-	59	-	-	59	59
OTHER FREEWAYS AND EXPRESSWAYS	-	-	-	-	-	-	90	3	-	93	93
OTHER	-	-	-	-	-	-	46	14	3	63	63
MINOR ARTERIAL	-	-	-	-	-	6	38	3	-	47	47
COLLECTOR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUBTOTAL	-	-	-	-	-	6	233	20	3	262	262
LOCAL 4/	1,210	5,042	33,367	39,619	78,745	157,492	196,727	13,352	47,340	493,656	533,275
TOTAL URBAN	1,253	5,191	34,682	41,126	86,373	191,540	326,679	41,581	70,064	716,237	757,363
PERCENT-URBAN	0.2	0.7	4.5	5.4	11.5	25.3	43.0	5.5	9.3	94.6	100.0
TOTAL RURAL AND URBAN	132,563	229,384	1,259,059	1,621,006	492,725	538,100	987,948	115,054	125,318	2,259,145	3,880,151
PERCENT-TOTAL	3.4	5.9	32.5	41.8	12.7	13.9	25.3	3.0	3.3	58.2	100.0

2/ UNPAVED MILEAGE INCLUDES THE FOLLOWING CATEGORIES: UNIMPROVED ROADWAYS USING THE NATURAL SURFACE AND MAINTAINED TO PERMIT PASSABILITY. GRADED AND DRAINED ROADWAYS OF NATURAL EARTH ALIGNED AND GRADED TO PERMIT REASONABLY CONVENIENT USE BY MOTOR VEHICLES AND WHICH HAVE ADEQUATE DRAINAGE TO PREVENT SERIOUS IMPAIRMENT OF THE ROAD BY NORMAL SURFACE WATER SURFACE MAY BE STABILIZED; AND SOIL, GRAVEL OR STONE A GRADED AND DRAINED ROAD WITH A SURFACE OF MIXED SOIL, GRAVEL, CRUSHED STONE, SLAG, SHELL, ETC. SURFACE MAY BE STABILIZED.

3/ PAVED MILEAGE INCLUDES THE FOLLOWING CATEGORIES: LOW TYPE: AN EARTH, GRAVEL OR STONE ROADWAY WHICH HAS A BITUMINOUS SURFACE COURSE LESS THAN 1" THICK, SUITABLE FOR OCCASIONAL HEAVY LOADS. INTERMEDIATE TYPE: A MIXED BITUMINOUS OR BITUMINOUS PENETRATION LOAD ON A FLEXIBLE BASE HAVING A COMBINED SURFACE AND BASE THICKNESS OF LESS THAN 7". HIGH TYPE: FLEXIBLE: A MIXED BITUMINOUS OR BITUMINOUS PENETRATION ROADWAY ON A FLEXIBLE BASE WITH A COMBINED SURFACE AND BASE THICKNESS OF 7" OR MORE. ALSO INCLUDES BRICK, BLOCK OR COMBINATION ROADWAYS. HIGH TYPE COMPOSITE: A MIXED BITUMINOUS OR BITUMINOUS PENETRATION ROADWAY OF MORE THAN 1" COMPACTED MATERIAL ON A RIGID BASE WITH A COMBINED SURFACE AND BASE THICKNESS OF 7" OR MORE. HIGH TYPE RIGID: A PORTLAND CEMENT CONCRETE ROADWAY WITH OR WITHOUT A BITUMINOUS WEARING SURFACE OF LESS THAN 1".

4/ LIMITED SURFACE TYPE AREA-WIDE DATA REPORTED FOR THE LOCAL FUNCTIONAL SYSTEM AND FACTORED TO TOTAL MILEAGE OBTAINED FROM 1990 HPMS AREA-WIDE DATA. DISTRIBUTION OF LOCAL FUNCTIONAL SYSTEM SURFACE TYPES ESTIMATED BY FHWA.

する幹線道路の殆どが、州政府によって管轄されているという事実⁹⁾を反映している。

表層タイプでは、たわみ性 (Flexible) 舗装が全体の 51.9% (=12.7+13.9+25.3%) を占めており、舗設部全体では 89.1% (=51.9/58.2) という比率である。高規格 (High Type) の表層タイプに限定すると、たわみ性：コンポジット：剛性舗装の使用割合は、80：10：10 となる。日本と同様に米国においても、たわみ性舗装が主流であることが判る。しかしながら、高規格の表層タイプを 'Interstate' に絞りこめば、3 種類の

舗装割合は、地方部では 46：18：36、都市部では 26：30：44 となつて、重交通区間におけるコンクリート舗装の使用割合が顕著になっていることが判る。コンポジット舗装は、コンクリート舗装上をアスコンのオーバーレイによって修繕したケースを含むので、都市部ではたわみ性舗装よりもコンクリート舗装を中心に計画されていたことが推察される。

5. 交通量について

表-5¹⁰⁾は、交通量・車線幅員別に 'Interstate' の延長

表-5 Interstateの交通量・幅員別延長

MLEAGE AS OF DECEMBER 31, 1990
COMPILED FROM REPORTS OF STATE AUTHORITIES

LANE WIDTH AND DEGREE OF ACCESS CONTROL	INTERSTATE SYSTEM - RURAL					INTERSTATE SYSTEM - URBAN					
	AVERAGE DAILY TRAFFIC VOLUME				TOTAL	AVERAGE DAILY TRAFFIC VOLUME					TOTAL
	LESS THAN 6,000	6,000- 9,999	10,000- 19,999	20,000 AND OVER		LESS THAN 15,000	15,000- 34,999	35,000- 59,999	60,000- 99,999	100,000 AND OVER	
UNDIVIDED:											
LESS THAN 9 FEET	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9 FEET	64	—	—	—	64	—	—	—	—	—	—
10 FEET	42	—	—	—	42	—	1	—	—	—	1
11 FEET	83	—	—	—	83	—	—	—	1	1	2
12 FEET	851	27	54	33	965	19	13	15	12	41	100
GREATER THAN 12 FEET	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL UNDIVIDED	1,040	27	54	33	1,154	19	14	15	13	42	103
DIVIDED:											
NO ACCESS CONTROL:											
LESS THAN 9 FEET	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9 FEET	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10 FEET	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11 FEET	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12 FEET	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
GREATER THAN 12 FEET	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SUBTOTAL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PARTIAL ACCESS											
CONTROL: 4/											
LESS THAN 9 FEET	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9 FEET	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10 FEET	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11 FEET	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12 FEET	—	6	12	6	24	1	9	1	—	—	11
GREATER THAN 12 FEET	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
SUBTOTAL	—	6	12	6	24	1	10	1	—	—	12
FULL ACCESS											
CONTROL: 4/											
LESS THAN 9 FEET	3	28	—	2	33	—	—	—	—	—	—
9 FEET	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
10 FEET	—	11	7	—	18	—	1	1	30	—	32
11 FEET	—	—	4	1	5	—	3	5	22	42	72
12 FEET	4,406	6,073	11,678	9,705	31,862	858	2,923	2,638	2,485	2,271	11,175
GREATER THAN 12 FEET	—	132	206	112	450	22	55	27	26	3	133
SUBTOTAL	4,409	6,244	11,895	9,821	32,369	880	2,982	2,671	2,563	2,316	11,412
TOTAL DIVIDED	4,409	6,250	11,907	9,827	32,393	881	2,992	2,672	2,563	2,316	11,424
TOTAL	5,449	6,277	11,961	9,860	33,547	900	3,006	2,687	2,576	2,358	11,527

区分を表示したものである。年平均日交通量(AADT)は、地方部(Rural)では10,000~20,000台の範囲が、都市部(Urban)では15,000~35,000台の範囲が最も多いようである。米国'Interstate'の交通量(AADT)も、東名高速道路のように100,000台を越える区間が存在するようであるが、前述したとおり都市部では車線数が充実しているため、渋滞の発生状況は日本ほど深刻ではないと思われる。また、これに伴う路面の損傷速度も、日本ほど速くはないと推察される。

6. 現在抱えている問題点について

米国は消費社会であると言われているが、これは道路産業においても当てはまるようである。現在、米州政府では使い古したタイヤの処理に苦慮¹¹⁾しているようである。古タイヤは年間2.75億個という速度で増加し、これまでの累計で30億個の古タイヤが未処理となっているようである。この処理方法は、ゴムチップとして加熱アスファルト混合物に添加することが考えられている。しかしながら、加熱混合の際に有毒ガスの発生が懸念されるので、各機関でこれの研究に取り組んでいる。"Intermodal Surface Transportation Efficiency Act of 1991"という法令によると、連邦政府の予算を使用する全ての道路に対して、94年までに

年間合材量の5%, 95年までに10%, 97年以降には20%の割合で使用を義務づけている。

7. 舗装の研究機関について

連邦道路局の傘下には、Turner-Fairbank Highway Research Centerという研究機関がある。ここでは、舗装関係のセクションとして、'Pavement Division'および'Long-Term Pavement Performance Division'が組織されている。前者は、米国内で発生する諸問題に関する調査・研究(前述の古タイヤ問題・合材のリサイクル方法・試験方法の開発・新工法及び新材料の開発等)を取り扱っている。後者は、87年から5年間にわたって実施された"Strategic Highway Research Program (SHRP)"の一部である"Long-Term Pavement Performance Program (LTPP)"を引き継いだものである。LTPPでは、舗装の評価をロングスパンで行うために、SHRPで設定した舗装セクション上の路面観測を今後15年間継続し、限られた予算内で良好な供用性を提供できる舗装設計法を開発することをゴールとしている。LTPP以外のSHRP研究成果については、州政府に正式導入させるべく、連邦道路局が中心となって広報を進めると共に、AASHTO・AI等への協議を進めているところである。

— 参考文献 —

- 1) Federal Highway Administration: Highway Statistics 1990. FHWA-PL-91-003, 1991, P1-2.
- 2) American Association of State Highway and Transportation Officials: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 1984. 1984, P11.
- 3) American Association of State Highway and Transportation Officials: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 1984. 1984, P1-3
- 4) Federal Highway Administration: Highway Statistics 1990. FHWA-PL-91-003, 1991, P124.
- 5) ㈱セメント協会: 舗装に関するAASHTO指針, 1990, 11, P3.
- 6) Federal Highway Administration: Highway Statistics 1990. FHWA-PL-91-003, 1991, P133-134.
- 7) Federal Highway Administration: Highway Statistics 1990. FHWA-PL-91-003, 1991, P137.
- 8) Federal Highway Administration: Highway Statistics 1990. FHWA-PL-91-003, 1991, P122.
- 9) Federal Highway Administration: Highway Statistics 1990. FHWA-PL-91-003, 1991, P1.
- 10) Federal Highway Administration: Highway Statistics 1990. FHWA-PL-91-003, 1991, P141-142.
- 11) Strategic Highway Research Program: FOCUS. 1991, 7, P1.

☆

☆

☆

☆

☆

☆

フランスの道路事情

大久保 高 秀*

1. まえがき

一昨年6月から1年間、フランス政府土木関係の技術研修生としてフランスに留学する機会がありました。研修先は橋梁部門の会社が主で、プレストレストコンクリートの工法の一つとして有名なフレッシュ工法を開発したFreyssinet Internationale (フレッシュ社)、擁壁などの構築工法として用いられているテールアルメ工法を開発したTèrre Armée (テールアルメ社) などでした。道路舗装の部門での企業あるいは国の機関には行く機会がなかったが、ここでは文献および日常目にした道路維持管理の状況などを通してフランスの道路の事情について報告することとしたい。

2. フランスについて

2.1 フランスの概要(図-1¹⁾)

フランス共和国はよく知られているとおり、ヨーロッパの北西部に位置し、西は大西洋に、

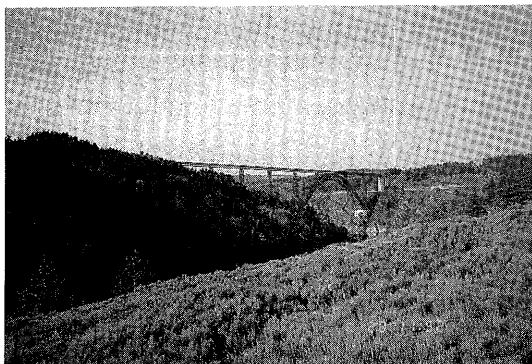


写真-1 ギュスタブ・エッフェルが設計した橋梁

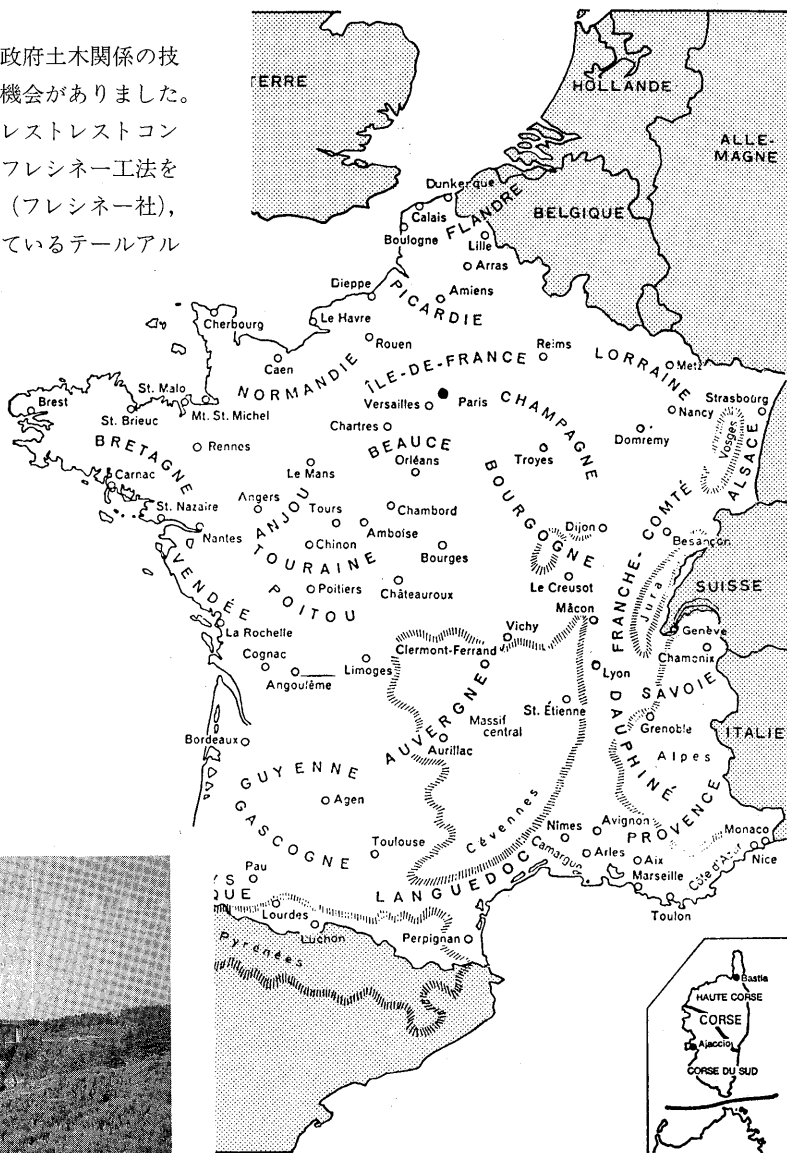


図-1 フランス全図

*おおくば たかひで 首都高速道路公団 工務部工務企画課

南は地中海に接するとともに、南はスペインとの境にピレネー山脈、東南部にはアルプス山脈に囲まれ国土の殆どが平地である。その面積は、約55万km²（日本の約1.5倍）であり、緯度から見ると北緯40°から50°付近に位置し、たとえばパリが日本列島でいうと樺太付近に相当し相当寒いイメージがありますが実際は、まわりが大西洋、地中海に囲まれているため気候は温暖で、パリでも東京とそれほど変わらない気候である。（ただし、四季の区別が日本ほど明確でなく春夏冬の3シーズンしかないといった方が適切でしょう。）人口は約56百万人で日本の約半分である。そのなかにはポルトガル、イタリア等南ヨーロッパからの移民をはじめモロッコ、アルジェリア等北アフリカ地域からの移民が約4百万ほどいる。

2.2 フランスと土木

フランスというとファッションの国、ワインの国、グルメの国といったようにどちらかというと農業国としてのイメージが強い。たしかに国土の約3割近くが耕地でありワインの生産量は世界第1位、輸出に占めるものも小麦や畜産品など農産物が主力である。

フランスと土木技術という点とあまり繋がりが無いように思われるが、鉄道では国際鉄道連合(UIC)という機関がまた道路部門では常設国際道路会議(PIARC)がパリにあり、フランスの交通部門への意欲がうかがえるところである。また具体的には日本の新幹線とその速さを常に競っているTGVは、フランスで開発され、いまや技術輸出されようとしているのは周知である。また橋梁技術という面では現在ではコンクリート橋の殆どにもちいられ、またコンクリート舗装にも一部用いられているプレストレストコンクリート、連続地中壁工法として著名なソレタンシュ工法、土中にア

ルミ板などを加えて転圧し擁壁などを構築するテールアルメ工法などがフランスで開発されており、その発想が斬新なものも多い。

3. 道路の整備状況について

フランスにおける道路は大きく分類して、Autoroutesと呼ばれる高速道路とRoutes Nationaleと呼ばれる国道、そのほかRoutes Régionaleと呼ばれる県市道により構成される。その整備状況は図-2²⁾のとおりである。また、1990年に策定された新道路整備計画は図-3のとおりで、高速道路を12,000km余り建設しようというものである。

高速道路は表-1³⁾に示すとおり、SEMと呼ばれる官

表-1 高速道路の会社

会社 (略称)	意味	創設年	許可延長
ACOB	バスコ高速道路会社	1973 1984よりSEM ^{注)}	66.5
AREA	ローヌ・アルプス 高速道路会社	1971 1984よりSEM	272
ASF	南仏高速道路会社	1957 SEM	1,471
COFIROUTE	コフィールート社	1970 民間	734.5
ESCOTA	東コートダジュール 高速道路会社	1956 SEM	368
SANEF	フランス 東北高速道路会社	1963 1984よりSEM	930
SAPN	パリ・ノルマンディ 高速道路会社	1963 SEM	213.5
SAPRR	パリ・ライン・ローヌ 高速道路会社	1961 SEM	1,205
STMB	モンブラン・トンネル 道路会社	1958 SEM	105.5
合 計			5,366km

注) SEM = 混合経済会社

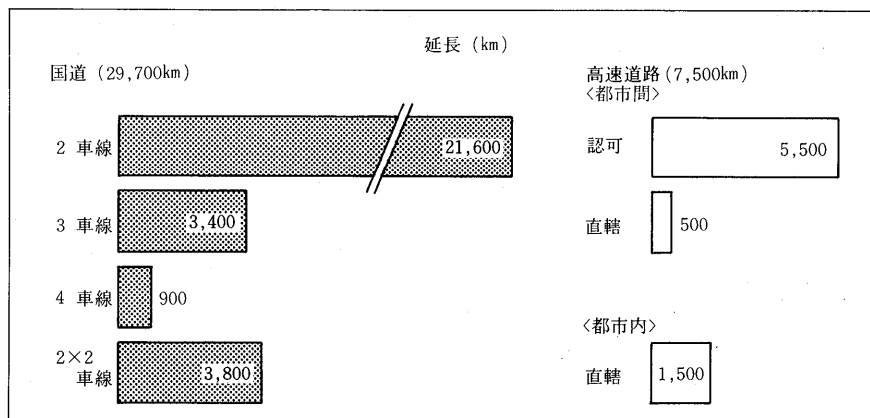


図-2 道路延長 (1991年)

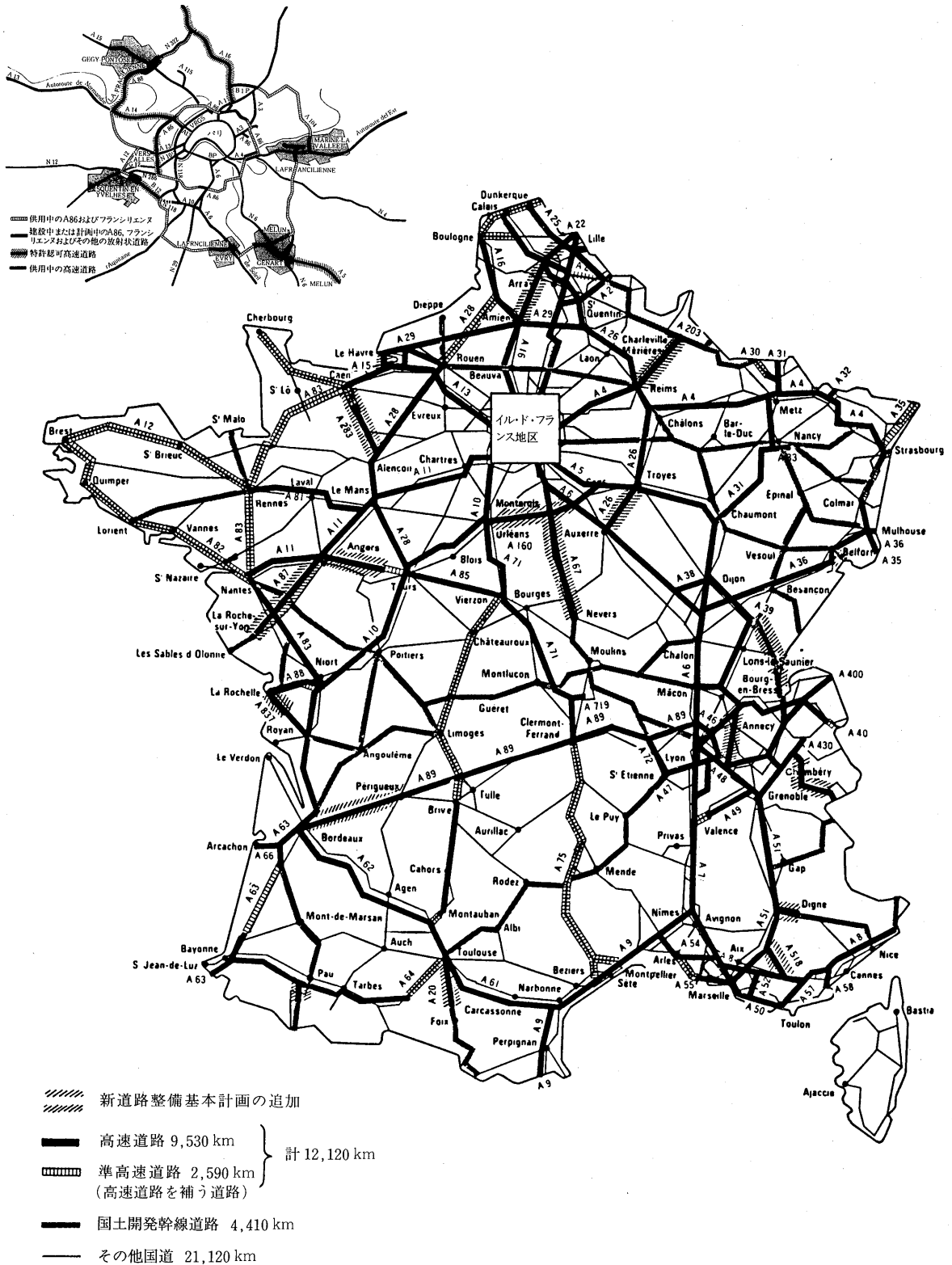


図-3 フランスの道路網の計画図

民混合会社により建設されているが、純民間会社にも政府により建設認可がなされている

4. 道路の構造等について

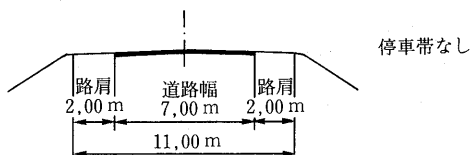
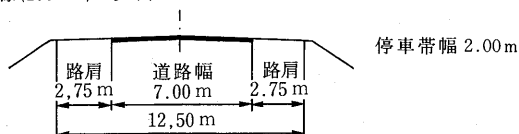
フランスにおける道路構造の規格を表-2⁴⁾に示す。日本の道路構造令とほぼ同じ考えかたで5種類の分類を行い、それぞれ設計速度に応じた構造を定めている。表に示すとおりアスファルト舗装とセメント舗装で分けているところが興味深い。また、道路の標準的な構成は図-4⁴⁾の通りで標準的な幅員は、3.5mである。

表-2 構造規格

		記号と単位	道路分類				
			4	3	2	1	その他
速度		V(km/h)	40	60	80	100	120
規格	最大勾配	δM(%)	7	7	7	7	7
	最小	R _{hm} (δ%)	40 7	120 7	240 7	425 7	665 7
	通常	R _{HN} (δ%)	120 5	240 5	425 5	665 4	1000 4
	最小勾配に対してBB (1) BC	RH'(2.5%) RH'(2%)	250 300	450 500	650 700	900 1000	1500 1600
	勾配ゼロ	RH'	400	600	900	1300	1800

(1) BB: アスファルトコンクリート
BC: セメントコンクリート

2車線(100 km/h以下)



2車線(80 km/h以下)

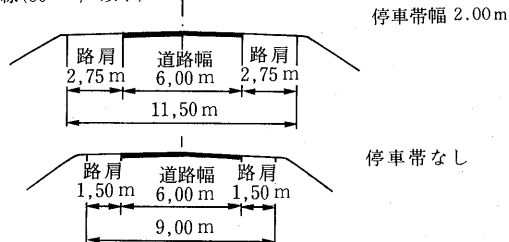


図-4 道路幅員一覧 (例)

5. 舗装に関する話題について

5.1 石畳舗装

ヨーロッパで古くから残っている石畳の舗装は、自動車騒音あるいは乗り心地改善等の関係等からアスファルト舗装に変えられつつある。その様子は写真-2に示すとおり石畳の上にオーバーレイをするという簡単な方法である。ただし一部では現在も健在で補修が必要な場所では石畳をすべて取り除き路盤等を補修してからそれを再び使用するという方法がとられていた。(写真-3)

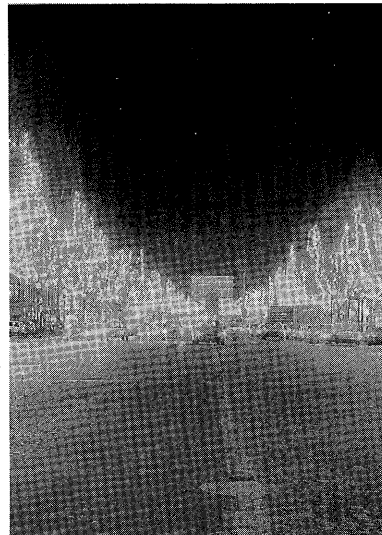


写真-2 石畳の上に舗装したシャンゼリゼ通り

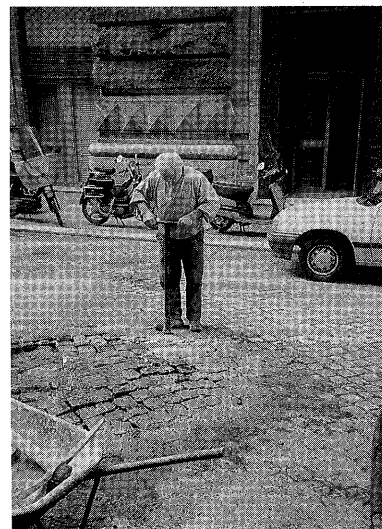


写真-3 石畳を補修している光景

5.2 道路清掃について

フランスでは日本の様な道路清掃機械というものは無いようである。側溝に大量の水を流しそこにゴミをすべて流し込むという方法をとるようである。またパリで見かけた面白そうな歩道用清掃機械を見かけたので紹介したい。その様子は写真-4のようであり、歩行者の多いシャンゼリゼ通りなどでも歩道の上を歩行者を巧くさけて掃除している。このほかにバイクに掃除機を取り付けたタイプの小型道路清掃機械も見かけた。(ただしその清掃効率は極めて悪く細かいたばこのかすなどは拾いきれないのが実情のようである。



写真-4 歩道用清掃機械

5.3 コンクリート舗装のコネクター

フレシネーというプレストレストコンクリートの会社と土木研究所(LCPC)でコネクターという装置を開発中である。これはコンクリート舗装においてコンクリート版相互間に写真-5に示すような特殊な装置を用いてその走行連続性を図るというものである。フランスでは空港などで試験的に使用されているようであり、良好な結果が得られているようである。

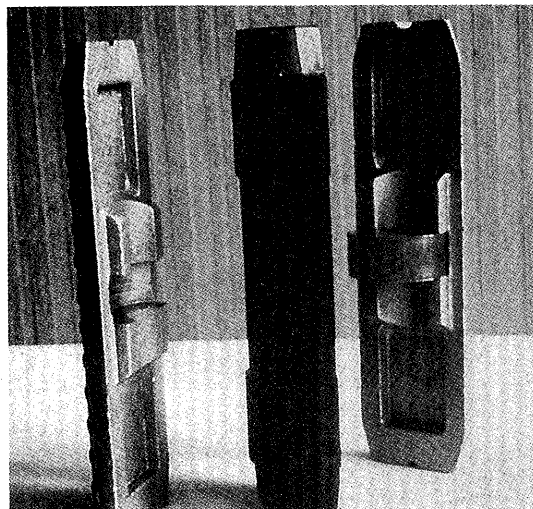


写真-5(1) コンクリート版相互をつなぐコネクター

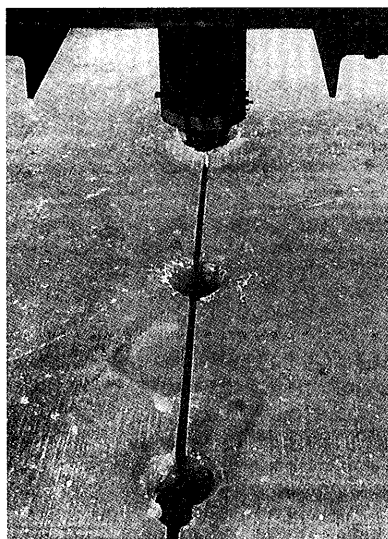


写真-5(2) コネクターを挿入するための穴

6. 結び

今回のフランスでの土木技術研修では主として橋梁

関係の会社での研修であったので、舗装関係の情報は詳しく収集できなかったが、ご参考になれば幸いである。

—— 参考文献 ——

- 1) 駿河台出版社: ecoutons et parlons à paris
- 2) LA ROUTE EN FRANCE フランス道路局
- 3) 財高速道路調査会: 高速道路と自動車 最近のフ

- ランス高速道路事情 1992
- 4) TRAVAUX Décembre 1990
- 5) ESTP: COURS DE ROUTES

☆

☆

☆

☆

☆

☆

ドイツの道路事情

川村 彰*

1. はじめに

現在のドイツ連邦共和国（以下ドイツと呼ぶ）は、従来分裂状態にあった東西ドイツを1990年10月に統一し、今日に至っており、国土面積は35万7千平方キロメートル、人口は約8千万人で、各州は自治意識が強く、それぞれ独自の政府、議会及び憲法を有している。

また、地理的に欧州の中央に位置するため、様々な面から欧州のTreff-punkt（集合地点）とよく称される。1950年から1992年の約40年間に旧西ドイツにおいて道路の総延長が、約1.4倍増加したのに対して乗用車台数は約62倍までに増加し、2000年には全ドイツで約43百万台の車両台数になると予想されている（1992年現在の乗用車台数は、約36百万台）。

したがって、ドイツにおいてアウトバーンに代表される先進の道路交通技術にも、近年の道路交通を取り巻く環境の量的質的变化の影響が表れてきている。それらには、道路先進国に共通のものやドイツの統一やEC市場との調和の影響などが含まれているわけであるが、以下に道路設計法とともにその現状や将来の道路計画などを紹介する。

2. 今日の道路概況

ドイツにおいては道路の総延長が、621,685 kmあり（DER ELSNER 93年版による。そのうち、アウトバーンは、10,955km）、その約1/3kmが郊外部にあり、図-1に示すように、非常に整備された道路網を有している。

道路網密度は、地方道路を含む全ての道路に対し、2.0km/km²であり、これはヨーロッパにおいては、ベネルクス国に次ぐものである。道路網における主幹線道路は、表-1に示すアウトバーンと連邦道であり全道

路延長の8%であるが、走行距離においては全ての道路の約半分を占めているうえ、24時間平均交通量ではアウトバーンが他を大きく凌いでいる。また、道路種別の幅員は、図-2のとおりであり、アウトバーンではほとんどが11m以上の幅員を有している。

舗装種別では、表-2に示すように全ての道路でアスファルト舗装が数の上でコンクリート舗装に勝っているが、コンクリート舗装はアウトバーンでは最も多

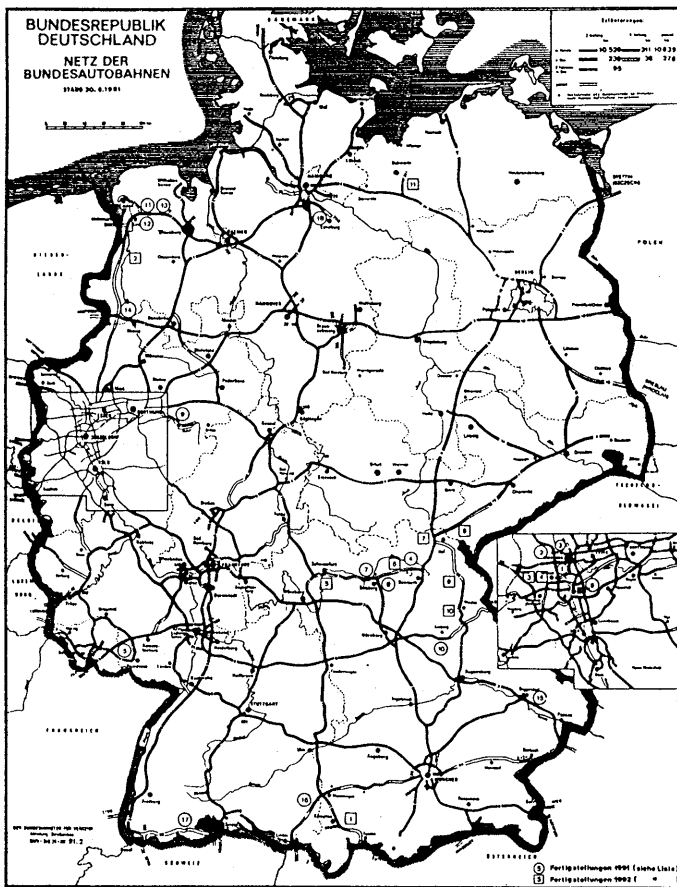


図-1 アウトバーンの道路網

*かわむら あきら 函館工業高等専門学校土木工学科助教授

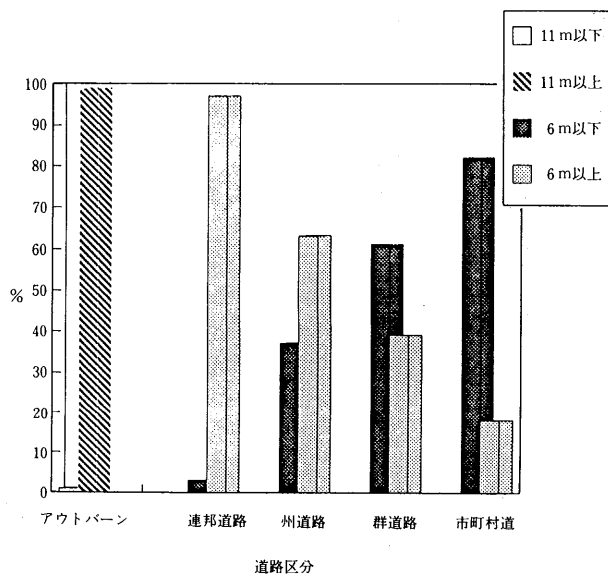
表－１ 道路交通の現状

道路区分	道路の総延長におけるシェア ¹⁾	総交通量 ²⁾ (十億台キロ/年)	交通量の ²⁾ シェア	日交通量 ³⁾ (台/24時間)
アウトバーン	6.3 %	135.5	29.6%	43,000
連邦道路	1.7 %	101.9	22.2%	9,090
州道	13 %	80.0	17.5%	3,530
群道	15 %	45.1	9.8%	1,660
市町村道	64 %	96.0	20.9%	
合計	621,685 km ¹⁾			

1) DER ELSNER-Handbuch für Straßen-und Verkehrswesen, 1993年による

2) 旧西ドイツのデータでVerkehr in Zahlen: ドイツ連邦道路局 (BMV) およびドイツ経済調査研究所 (DIW), 1990年による

3) 旧西ドイツのデータで1991年のもの



図－２ 道路別車道幅員

表－２ 道路の舗装種別 (%)

舗装種別	アスファルト舗装			コンクリート舗装	その他
	重交通	中間交通	簡易舗装		
アウトバーン	71 (45グース舗装) (26アスコン舗装)	—	—	29	—
州道	64	31	3.5	0.52	
群道	30	48	17	—	5
市町村道	11	36	30	1.4	21.6

上記は1988年のデータ (旧西ドイツ) であり, 旧東ドイツにおいてはコンクリート舗装の割合が旧西のものに比べてかなり高いと思われる。

く用いられている。

3. 道路設計

道路設計は, いくつかのパートからなる「道路設計指針 (RAS : Richtlinien für die Anlage von Straßen)」に基づき行われる。そのうち最も重要なものは, 道路網に関するもの (RAS-N), 線形に関するもの (RAS-L), 幾何構造に関するもの (RAS-Q) と景観処理に関するもの (RAS-LG) である。その基準が連邦自動車道へ適用される場合, 手順の中で全般を通じて重要なのは, 自然と景観との調和を考慮することとされている。

3.1 道路の区分と横断構成

ドイツにおいて道路を設計する際は, まず最初に道路の機能的な面から要求される道路の区分をRAS-Nで設定される道路のカテゴリ－表 (表－３参照) に従って, 選定することから始まる。

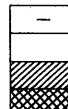
この表から, 路線選定, 道路の横断構成および交差接続型式に関する設計及び運用の基準が決定されるこ

表－３ 道路のカテゴリ－表

Category		out-side built-up areas		within built-up areas		
		no adjacent buildings		with adjacent buildings		
		link		de-velopment	local resi-dence	
		A	B	C	D	E
long-distance link	I	A I	B I	C I	D I	E I
supra-regional/regional link	II	A II	B II	C II	D II	E II

link between municipalities	III	A III	B III	C III	D III	E III
link serving area development	IV	A IV	B IV	C IV	D IV	E IV
minor road link	V	A V	—	—	D IV	E V
farm-road or estate road link	VI	A VI	—	—	—	E VI

normally not to be found
problematic
especially problematic
not justifiable



となる。また、道路の設計に用いられる車両の諸元を表-4に示す。ここで、近年における大型車（特に、タンデム車やトライデム車など）の増加とEC市場内での規格統一に対応して、軸重（単軸、動力付き）が、最近11.5 tに改訂されている。

道路の横断構成は、先に示した道路の категория に添って、設計速度、交通荷重、交差接続の形式（立体交差か平面交差か）等に基づき、標準的なものが図-3に示すようにRAS-Qで設定されており、特に郊外部では、遠距離を同じ走行環境の基で定速走行できるように配慮されている。図に示すようアウトバーンにおける片側二車線の幅員は、一般的に路肩を含み11mであり、三車線では15.25mである。

また、三車線道路は安全面からこれまであまり設置されなかったが、他の諸国において経験されたプラスの面を考慮して、現在（2+1システムのように）広範囲にわたって付加車線としての設置が試みられている。

3.2 舗装設計法

ドイツにおける舗装設計は、交通荷重に対する支持力と凍上対策に重点が置かれており、標準的な舗装構成のタイプが、「車道舗装の標準設計指針（RStO : Richtlinien für die Standardisierung des oberbaues von Verkehrsflächen）」により規定されている。RStO 86/89においては、交通荷重に基づく交通荷重指数（VB）により表-5に示す7種の建設等級を設定している。標準的な舗装構成の一例を図-4に示す。

ここで、VBは、最も交通量の多い車線において舗装の耐用年数（一般に20年）の中間時点における24時間交通量に重み付けをして算定される。VBの算定式は次

のとおり、

$$VB = DTV^{(SV)} \cdot f_p \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_{sv}$$

ここで、 $DTV^{(SV)}$ ：重車両の日平均交通量（DTV）、

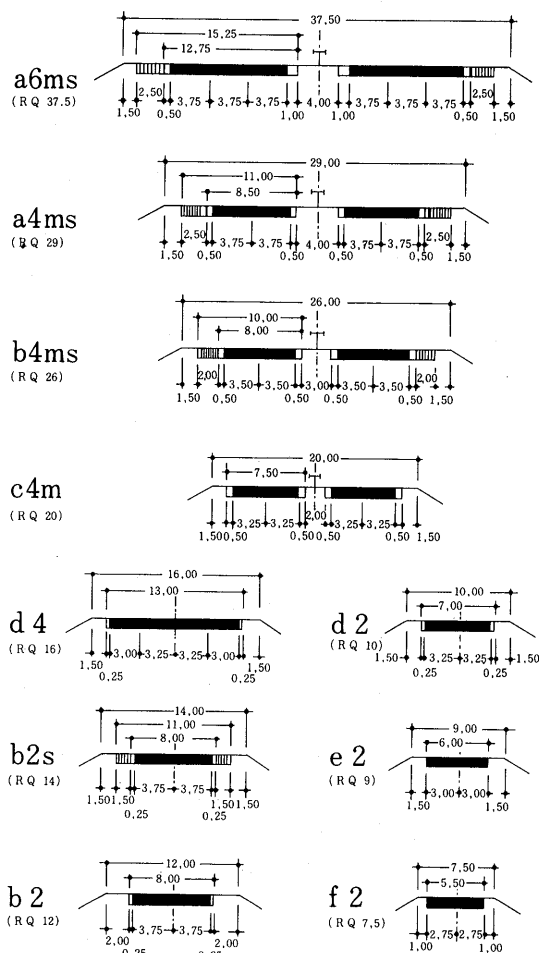


図-3 道路の標準的横断面図（RAS-Q-82による）

表-4 道路設計で考慮される自動車の諸元

車両制限寸法		m			m
長さ	単車	12.0	幅員	通常の単車	2.5
	セミトレーラ	16.5*		冷凍車	2.6
	フルトレーラ	18.0		コンテナ用	2.5
総重量		t	軸重		t
単車	2 軸	18.0	単軸，非動力		10.0
	3 軸	26.0		動力付き	11.5
	4 軸	32.0		タンデム（軸距）	
トレーラ	2 軸	18.0*		($d < 1.0\text{m}$)	11.5
	3 軸	24.0		($1.0 \leq d \leq 1.3\text{m}$)	16.0
フルトレーラ	(2 + 2) 軸	36.0		($1.3 \leq d \leq 1.8\text{m}$)	18.0
				($d \geq 1.8\text{m}$)	20.0
				3 軸 ($d \leq 1.3\text{m}$)	21.0
				($1.3 \leq d \leq 1.4\text{m}$)	24.0
(2 + 3) , (3 + 2) 軸		40.0			
連結車（コンテナ用） 軸		44.0			

* 1992年のデータで、将来改訂の方向（StVZOによる）

表-5 交通荷重と建設等級

標準交通荷重値 (VB)	建設等級
more than 3200	SV
more than 1800 up to 3200	I
more than 900 up to 1800	II
more than 300 up to 900	III
more than 60 up to 300	IV
more than 10 up to 60	V
up to 10	VI

f_p : 計画年次におけるDTVの伸び(年間1~3%を想定)に基づく係数, f_1 : 車線数に基づく係数, f_2 : 車線幅員に基づく係数(1.0~2.0の値を取り, 3.75mの時1.0, 2.5m未満2.0), f_3 : 縦断勾配に基づく係数(1.0~1.14の値を取り, 2%の時1.0, 6%の時1.14)および f_{sv} : 今後の需要に基づく係数(EC市場統一後, EC参加国内で設計車両の最大軸重が増加する影響などで通常1.5)

また, 凍上対策に用いられる凍上抑制層厚は, 建設等級と現場の状況(気候, 縦断及び横断線形, 水の状況)に依存し, 40cmから90cmになる。従来の凍結抑制層に代わるものとして, フルデプスアスファルトやフルデプスコンクリートなどによる方法が例外的に用いられることもある。

さらに, 最近需要が高まっている既設舗装の修繕に関しては, 1991年に新たに制定された「道路舗装の改良に関する設計指針(RStO-E91)」により, 路面の破損状況(凹凸, ひびわれ, わだち掘れなど)を考慮し, 3種の施工法(高温, 常温, それらの組み合わせ)を用いて修繕等級と建設等級による標準的な舗装構成が提案されている。なお道路施工に際しては, 「施工の一

般的技術規制(ATV)」を道路建設に関する幾つかの「補足技術規制(ZTV)」などととも参照し合せて行われている。

4. 道路研究機関の紹介

ドイツにおける道路交通に関する研究機関は, 政府・民間・大学等を含めると数多く存在し, 新技術の研究開発等に長年従事している。そのうち, 連邦交通省と共同で研究を進めている機関の中で代表的なBAST(ドイツ連邦道路交通研究所)とFGSV(道路及び交通工学研究会)についてここで紹介する。

4.1 BAST: Bundesanstalt für Strassenwesen

BASTは, 現場における試験研究を目的として1951年に設けられた連邦政府に所属する研究機関であり, ボン郊外に本部がある。1971年からは交通事故に関する研究が主となっている。しかしながら, 活動内容は「人・車・道路(環境)」によって生じる道路交通問題の全てが含まれている。BASTは交通省が道路交通に関する政策を決定する際には, 技術的支援を行い道路の設計基準や交通規則を設けるのに重要な役目を演じている。BASTには, 舗装の凍結シミュレーション施設, フルスケールの道路構造物の力学実験施設や車両衝突実験施設など道路交通に係わる多くの実験設備がある。

4.2 FGSV: Forschung Gesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen

FGSVは, 道路研究分野における標準化に関する準備及び普及だけでなく, ドイツ国内外の研究面での交流活動のための広範囲な場を提供している。本部はケルンにあり, 会員数は, 個人会員のほか, 連邦や地方自治体, 道路建設企業の団体などを含め, 現在2150名で

Zeile	Bauklasse	SV	I	II	III	IV	V	VI
	Verkehrsbelastungszahl (VB)	>3200	1800-3200	900-1800	300-900	60-300	10-60	<10
	Dicke d. frostsich. Oberbaues	60 70 80 90	50 60 70 80	50 60 70 80	50 60 70 80	50 60 70 80	40 50 60 70	40 50 60 70
1	Bituminöse Tragschicht auf Frostschutzschicht:							
	Deckschicht							
	Binderschicht							
2	Bituminöse Tragschicht und Bodenverfestigung auf Frostschutzschicht							
	Deckschicht							
	Binderschicht							
	Dicke der frostsich. Schutzschicht	26 ²¹ 36 ¹¹ 46 56	30 ¹¹ 40 50	34 ¹¹ 44 54	28 ²¹ 38 ¹¹ 48 58	32 ¹¹ 42 52 62	26 ¹¹ 36 46 56	30 40 50 60

図-4 舗装厚の標準構成例 (アスファルト舗装)

ある。

また、FGSVは技術研究に関する活動を主体としているが、国や州の自治体における道路建設当局及び民間の道路建設企業とも積極的に共同活動を行っている。現在は交通計画、道路設計、交通安全、道路建設材料など9のワーキング・グループがそれぞれの研究テーマの基で活動を行っている。

さらに、FGSVはアメリカのSHRP計画との共同研究やECのSPRINT計画の実施を行っている他、PIARCのドイツ国内における事務局がある。

5. 将来道路計画

ドイツにおける道路の政策に係わる国家レベルの計画は、

ー連邦交通基盤整備計画 (Der Bundesverkehrswegeplanung : BVWP)

ー連邦幹線道路需要計画 (Bedarfsplan für die Bundesfernstraßen)

である。

1970年以来、これら両基本計画に基づく計画と評価が様々な輸送計画に対し導入されている。

このうち、交通基盤整備に関しては、1) 連邦幹線道路、2) 連邦鉄道網、3) 連邦水上輸送、4) 航空輸送に関する総合的投資計画を基礎に行われる。

ドイツ統一以前は、主として交通路の安全整備、交通ネットワークの有機的連絡、交通路の質的需要の変化に対する対応、地域開発と地域間の関係などについて計画が行われてきた。

1992年の連邦交通基盤整備計画では、1) 統一ドイツの再建に起因した東西ドイツ全域を含む輸送に関して連邦交通省の管轄領域を拡大していくこと、2) 統一ドイツと東ヨーロッパ隣国への国境を開くことでこれまで長い間抑制されていた東西方向の交通関係を再び活発にすること、3) (旧東ドイツから旧西ドイツへ移住することにより) 従来無かった人口数の増加とモ

ータリゼーションの進展に対処すること、4) EC内部市場の道路交通規格統一に関連した問題に対策を施すこと、5) 交通からのCO₂の放出量を減少させること、などを目標としている。

また、幹線道路需要計画は、連邦交通基盤整備計画 (BVWP) の一環として道路交通需要の計画として行われるが、現在進行中のものは1991年から2010年間を目標に、経費は1992年のBVWPにおける財政枠内で支出されることとなっている。その内容は、従来からの需要計画と新たに策定された計画を合わせて、緊急需要として2010年までに996億マルクが以下のように割り当てられている。

＋アウトバーンの改良に240億マルク

＋アウトバーンの新設 (付加車線の設置を含む) に336億マルク

＋連邦道の新設及び改良に420億マルク

(その内訳は、旧西ドイツにその約2/3とし、残りの約1/3に旧東ドイツに割り当てている。)

それを、道路延長から述べると、アウトバーンにおいては、2010年までに13,160km (1992年1月1日においては、10,970km) に達すると予想される。

6. おわりに

本文章の大部分は、Routes Roads (1988年) のドイツ特集を参考にしているが、本文章執筆にあたってはIGSV (道路及び交通工学協会) のシュトラウベ博士とブッパータール大学のベッケダール教授ならびに東亜道路の林部長、北海道大学の姫野先生から貴重な資料をいただき、最新の情報を掲載することができた。ここに紙面を借りて厚く御礼申し上げたい。旧東独のデータで不明な点が多いこと、ならびに取り上げた各項目の詳細にあたっては、紙面の都合から省略した点も多いので、何かの機会に発表できればと考えている。ドイツにおける道路事情の一端を読者に見ていただき、今後の何かのお役に立てて頂ければ幸いである。

—— 参考文献 ——

本文章を執筆するにあたって、参照した主な文献は以下のとおりである。

- 1) Betonstraßen in der DDR : Straße und Autobahn - Heft 4/'90 Lissi Pfeifer
- 2) DEGES - Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und Baugesellschaft mbH in Berlin gegründet : Straße und Autobahn - Heft 11/'91
- 3) Die "Richtlinien für die Standardisierung des

oberbaues bei der Erneuerung von Verkehrsflächen" (RStO - E, Entwurf 1991) - Teil 1 : Straße und Autobahn - Heft 3/'92

Peter von Becker

- 4) Die "Richtlinien für die Standardisierung des oberbaues bei der Erneuerung von Verkehrsflächen" (RStO - E, Entwurf 1991) - Teil 2 : Straße und Autobahn - Heft 4/'92

Peter von Becker

- 5) Die Ersterfassung und -bewertung des Fahrbahnzustandes der Bundesautobahnen : Straße und Autobahn - Heft 10/'92
Wolfgang Burger, Rainer Kretz und Peter Sulten
- 6) Stand der Bundesverkehrswegeplanung und der neue Ausbauplan für Bundesfernstraßen : Straße und Autobahn - Heft 11/'92
Jürgen Huber
- 7) Neue Aspekte der Bundesverkehrswegeplanung : Straße und Autobahn - Heft 2/'93
Wolfgang Dörries
- 8) Neuer Bedarfsplan 1992 Grundlagen, Ausbauziel, Analyse der Ergebnisse : Straße und Autobahn - Heft 2/'93
Dieter Reschke
- 9) Zustandsbezogener Erhaltungsbedarf für kommunale Straßennetze Lösungsansatz und Vorgehensweise bei der Ermittlung des Erhaltungsbedarfs : Straße und Autobahn - Heft 3/'93
Günther Maerschalk
- 10) Tätigkeitsbericht 1991/1992 : Forschungsgesellschaft für Straßen - und Verkehrswesen - August 1992

chaft für Straßen - und Verkehrswesen - August 1992

- 11) Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues bei der Erneuerung von Verkehrsflächen RStO - E
Entwurf 1991 : Forschungsgesellschaft für Straßen - und Verkehrswesen - 1991
- 12) Aral - Taschenbuch
 - (1) Straßenverkehrsunfälle im bisherigen Bundesgebiet :
Statistisches Bundesamt
 - (2) Straßenverkehrsunfälle in der ehemaligen DDR bzw. in den neuen Bundesländern :
Statistisches Bundesamt
 - (3) Straßenverkehrsunfälle - Anteile der Unfallursachen bei Unfällen mit Personenschaden in V.H. - : BVM, DIW
- 13) Elsner '93
 - (1) TEIL B STRASSENSTATISTIK
 - (2) TEIL D STRASSENVERKEHR UND STRASSENVERKEHRSTECHNIK
- 14) World Road Statistics : I.R.F., 1991

☆

☆

☆

☆

☆

☆

北 欧

久 下 晴 己*

1. まえがき

日本道路技術研究所より、スウェーデンの南部にあるルンド大学へ客員研究員として招待され、昨年7月末より来瑞している。ルンド大学は、1666年創立で、学生数3万人(女性48%)、スタッフの数6千人(女性47%)をかかえ、9の学部からなる北欧を代表する大学である。

こちらでは、大学において、高齢者、身障者に優しい道路づくりをテーマとした研究生活を行っている他、スウェーデン道路局、スウェーデン道路交通研究所等の道路関係の各種機関を訪問したり、ヨーロッパで開催される国際会議に参加したり、日本の道路技術の紹介などを行っている。

北欧は、アイスランド、スウェーデン、デンマーク、ノルウェー、フィンランドの5カ国で構成され、これらの国は、道路に関して同じ様な問題点を抱えていることから、4年毎に、Nordic Road Association Conference(北欧道路会議)を開き、情報交換を行っている。今回の会議は、1996年6月に、ノルウェーで開催される予定である。したがって、ここでは、北欧の道路事情を述べるに当たり、国の概要、気候、道路網等については、各国の状況を述べ、その他、現在抱えている問題点、舗装の事情等については、北欧を代表するスウェーデンを中心に述べてみたい。

2. 北欧諸国の概要、気候

北欧諸国の国の概要は表-1のとおりである¹⁾。北欧はかなり高緯度に位置しており、北欧最南部の北緯55°は、北海道の北に位置するサハリンの最北端に相当する。

国土の面積は、スウェーデン、ノルウェー、フィンランドは日本とほぼ同じであり、アイスランド、デンマークはそれぞれ、ほぼ日本の北海道、九州と同程度の面積である。人口は、スウェーデンが最も多くて約

表-1 北欧諸国の概要

項目 \ 国	アイスランド	スウェーデン	デンマーク	ノルウェー	フィンランド	日本
位置する緯度	63°～67°	55°～69°	55°～58°	58°～71°	60°～70°	24°～45°
国土の面積(万km ²)	10.3	45.0	4.3	32.4	33.7	37.8
人口(万人)	24	835	511	415	491	12075
人口密度(人/km ²)	2.3	18.6	118.8	12.8	14.6	319.4

(国際地学学会：世界地図帳)

800万人、デンマーク、ノルウェー、フィンランドは約500万人、アイスランドは20万人あまりである。

北欧諸国の首都の1月、7月の平均気温²⁾および年間の降雨量は表-2のとおりである。なお、アイスランドについては、データが得られないため省いた。各国ともかなり高緯度の割にはそれ程気温が低くないが、これは大西洋を北上する暖流のおかげである。北欧でも近年はもう少し気温が高い。また北欧では、日本のように雨期(梅雨)がないこと、冬に嵐がたまにあるが日本の台風のように頻繁でないこと等の理由から降雪量が多い割には降雨量は少ない。

表-2 北欧の気候

都市(国)	ストックホルム (スウェーデン)	コペンハーゲン (デンマーク)	オスロ (ノルウェー)	ヘルシンキ (フィンランド)	東京
項目					
1月の平均気温(℃)	-2.9	0.1	-6.9	-6.8	3.4
7月の平均気温(℃)	17.8	17.8	16.0	17.1	25.8
年間の降雨量(mm)	555	602	832	641	1460

(1931～1960年の統計)

*くげ はるみ 日本道路技術本部技術研究所主任研究員

3. 北欧の道路網と舗装種別

北欧諸国の道路総延長は表-3のとおりである³⁾⁴⁾。

北欧諸国の自動車保有率はほぼ2人に1台で、日本と大体同じ程度である。したがって、道路延長当たりの自動車保有台数は、日本が約50台/kmに対し、北欧諸国は、10～35台/kmである。

道路のうち、コンクリート舗装の割合は、スウェーデンが国道約10万kmの内0.1%であり、その他の北欧諸国もかなり少ない。ただ後で述べるように、スウェーデンでは1990年代になってコンクリート舗装が増える傾向にある。

表-3 北欧諸国の道路総延長

国	アイスランド	スウェーデン	デンマーク	ノルウェー	フィンランド	日本
道路の総延長(千km)	12	410	71	160	76	1,100

4. スウェーデンにおける道路の設計

スウェーデンでは、舗装厚は、舗装構造のタイプ(アス処理、セメ処理等を用いるかどうか)ごとに設計表が準備されており、ADTに基づく交通分類、路床土の土質分類、粒状路盤材の種類およびその地域の平均寒冷指数によって決定される⁵⁾。車両の設計軸荷重は10トンであり、アスファルト舗装の設計寿命は20年である。ここで、ADTは一日一方向当たりの平均交通量であり、通常はこの10%が設計軸荷重通過回数として交通分類に使用される。また、平均寒冷指数($d \cdot ^\circ C$)は日本の凍結指数と同じ方式で算出されるものである。国道(高速道路を含む)のADTは一般的に200～20,000

であり、平均的には3,000～4,000である。スウェーデンの最も代表的な舗装構成において、交通量が最も多い区分ADT30,000以上と、平均的な交通区分ADT1,000～5,000における設計断面は図-1のとおりである。国道と高速道路では、同じ設計法が用いられており、設計条件が同じであれば舗装構造に差はない。日本の舗装構造と比較すると、重交通になってもアスコン表層の厚さは変わらず、下層路盤が日本より厚めである。また、スウェーデンでは、最も南部の平地でも凍上抑制層が必要である。北部では、凍結深は400cmにも達する地域があり、30cm程度の凍上が発生する場合がある。

標準的車道幅員は3.75mである。アスファルト混合物の配合設計は、マーシャル法によって行われ、現場密度はコアを採取して測定される。

大規模な舗装の修繕は、建設の10年以降に行われており、アスファルト舗装の修繕工法の選択は、以前は舗装の表面性状に基づくインデックス(MCIのようなもの)で行っていたが、表面性状だけで判断するのは限界があるため、現在は、環境対策、経済性なども加味して、プロジェクトごとに総合的に判断して決定されている。

5. スウェーデンにおける舗装に関する問題点と取り組み

スウェーデンが現在抱えている舗装に関するいくつかの問題点と、その取り組みについて述べる。

5.1 設計方法

スウェーデンにおいてもPerformanceに基づいた舗

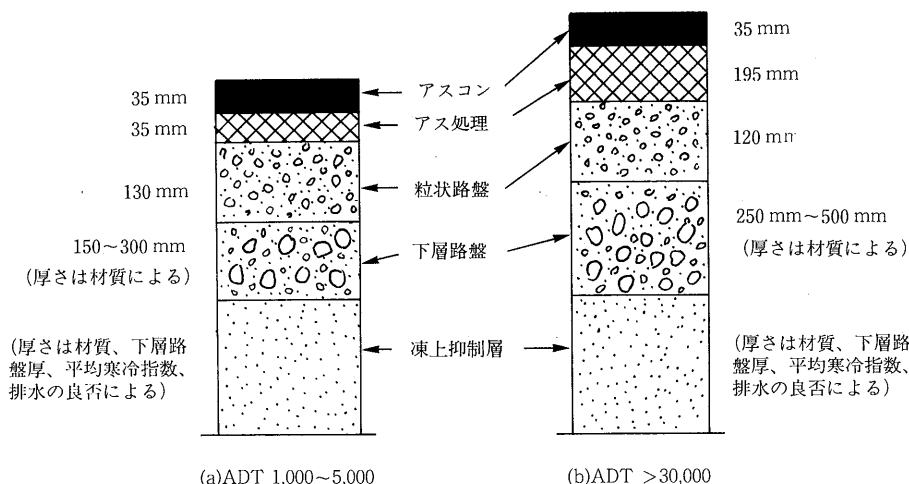


図-1 スウェーデンの標準舗装断面

装の設計方法の研究が盛んに行われているが、リンシェーピング(Linköping)にあるスウェーデン道路交通研究所道路部においても、最も力を入れているのはこのテーマである。現在、スウェーデン国内では、このテーマに関連して約450のテストセクションを設けて舗装の供用性を調べており、その内30のセクションはSHRPともコネクティングしている。この研究結果の一部を受け、また、5.3「流動対策」で述べるように、法定軸荷重が変更されるのに伴って、スウェーデンでは、1993年より舗装構造の設計方法が若干改訂される。新しい設計法では、アスコン表層、アスファルト安定処理の厚さは従来の設計法と変わらず、粒状路盤層が少し厚くなる。

5.2 摩耗対策

スウェーデンでは、冬期には多くの車両がスパイクタイヤを装着するが、このスパイクタイヤによってアスファルトコンクリートが削られ、発生する粉塵が年間40万トンにも達する。スウェーデンでは、冬期における交通安全を確保するため、現在のところスパイクタイヤを規制しようという具体的な動きはない。このため、従来のアスファルト混合物として、密粒度アスコン(Gmax16mm、アスファルトの針入度80)が用いられてきたが、スパイクによる摩耗を少なくするため、スプリットマスチックが仕様書に掲載され、使われつつある。スプリットマスチック(Split Mastic)はドイツから導入されたものであるが、アスファルトとしてPen85にPen180を少しブレンドしたものをを用い、良好な結果を得ている。

5.3 流動対策

北欧でも夏期のわだち掘れが年々問題視されるような傾向にあり、また、現在スウェーデンの法定軸荷重は10トンであるが、1993年中に11トンになることが決まっており、将来は、ECとの関係で12~13トンになる予定である。流動対策としては、耐摩耗用としても実績のあるスプリットマスチックの効果が確認されており、また、1980年代にはほとんど使用されなかったコンクリート舗装が、再度検討され始めている。コンクリート舗装としては、目地間隔が5mで鉄網なしの舗装か、CRCPが試験的に採用されている。

5.4 リサイクル, その他

スウェーデンでは道路の近くに家がないため、道路の修繕工法としては、オーバーレイを採用することが多いが、省資源、省エネルギーの観点より、リサイクル工法についても研究が行われ、一部で実施されてい

る。実績としては、リペーブが約10万 m^2 、リミキシングがその3倍程度ということだから決して多くはないが、プラントリサイクリングにおいて、大気汚染を生じないように、スチームによる中間加熱(Half Warming)が研究されている。

また、ポーラスアスファルトは一時使用されていたが、スパイクによる摩耗が著しいために、次第に使われなくなった。



写真-1 スウェーデンの道路の一例



写真-2 スウェーデンの歩道の一例

6. スウェーデンにおける交通安全、環境保全の取り組み

スウェーデンは、交通安全、環境保全に特に力を入れている国である。

交通安全について言えば、スウェーデンの年間の交通事故による死者は850人程であり、人口に対する割合は0.01%で、日本とほぼ同じである。スウェーデンの自動車保有台数は約450万台であり、道路延長当たりの自動車保有台数は日本の約1/5と少ないにもかかわらず交通事故死の割合が日本と変わらないのは、車が高速で走るからであろうと思われる。一般道でも郊外

の制限速度は80km/hr, 90km/hrである。環境保全についていえば, 広い国土に少ない人口と少ない自動車保有台数であり, 日本人の目から見ると交通による環境汚染や交通渋滞はどこにも見られず, 特に環境の保護に力を入れなければならない状況は見受けられないが, 将来を見据えた取り組みのように思われる。

以下, 交通安全, 環境保全の観点からみたスウェーデンの最近の取り組みについて触れてみたい。

6.1 区画線の視認性

交通安全としては, 交通標識を見易くすることと, 区画線の視認性を高めるために図-2のような櫛形をしたKam Flex Lineが開発され, 導入されつつある(Kamとは英語のComb(櫛)のことである)。

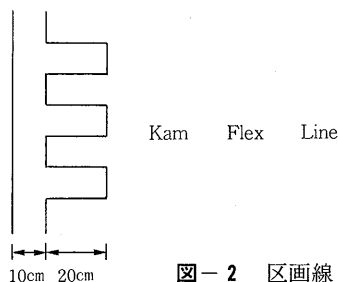


図-2 区画線

6.2 融雪剤の散布方式

スウェーデンでは現在のところ, スパイクタイヤを規制しようという具体的な動きがないことは既に述べたとおりであるが, 粉塵の発生量が多いため出来れば規制したいと思っていること, また, 現在のスパイクタイヤを装着した状態においても, より冬期の交通安全を確保するため, 融雪剤の散布について熱心に研究を行っている。

融雪剤としては, 塩化ナトリウムに化学物質を添加したCMA (Calcium Magnesium Accelerator) を使用すると, 鉄筋の腐食も起こさず, 植物に対する悪影響もないことが確認されているが, スウェーデンでは, CMAの値段が塩化ナトリウムの15~20倍もするため使われてはいない。その代わりこの10年は, 塩化ナトリウムに水を加えたPre-Wetted Saltを用いており, 塩化ナトリウムと水の混合方式の工夫によって, 凍結温度が-12℃まで下がることが確認されている。CMAは日本では塩化ナトリウムの2~3倍とのことである。

以上の内容については, スウェーデン道路交通研究所の専門家が, 1月に北海道において発表を行っている⁶⁾。

7. 舗装の研究機関

スウェーデンで舗装の研究をしている主な機関とし

ては, スウェーデン道路交通研究所を筆頭に, ストックホルムにある王立工科大学, 民間の大手建設会社の研究所等があるが, ここでは, スウェーデン道路交通研究所について紹介してみたい⁷⁾。

道路交通研究所は, 運輸通信省に属する研究機関の1つであり, スタッフの数240名で, 所長は, 男女平等の国であるスウェーデンでは別に珍しくもないが, 前に運輸通信大臣の秘書を務めた女性である。研究所は, 道路部門, 道路利用者および車両部門, 交通部門, 鉄道運輸部門, 管理部門の5つに分かれて研究を行っている。これらの内, 道路部門は, 道路建設, 材料, マネージメントとメンテナンス, 測定技術等について研究を行っている。また, 道路利用者および車両部門は, 日本の自動車研究所(JARI)に近い研究を行っており, JARIともコンタクトを持っている。交通部門は, 交通計画, 道路の安全, 交通環境等について研究を行っている。



写真-3 スウェーデン道路交通研究所にて
(中央の女性がFärm所長)

— 参考文献 —

- 1) 国際地学学会: 世界地図帳, 1988
- 2) 実業之日本社: ブルーガイド・ワールド「北欧」
- 3) EAPA: Asphalt road construction in Sweden, European Asphalt Magazine, 1992
- 4) Vejdirektoratet: MINI-information, Denmark, 1990
- 5) Vägverket: BYA 84 Byggnadstekniska föreskrifter och allmänna råd, Sweden, 1984
- 6) Gudrun Öberg and Kent Gastafson (VTI), Lennart Axelson (SNRA): More effective de-icing with less salt, VTI rapport, 1991
- 7) Swedish Road and Traffic Research Institute: VTI Annual Report, 1990/91

東欧の道路事情

野村 敏明*

1. はじめに

東欧または東ヨーロッパとは、西欧の資本主義国家群に対比して、ヨーロッパ東部の第二次世界大戦後に生まれた社会主義国家群を指している(図-1)。それにより、東欧は一方では旧ソ連と、他方ではオーストリアやギリシャと区分されてきた。この東欧という概念は、たかだか40年あまりの歴史をもっているにすぎなく、冷戦が生み出した政治的、人工的な定義であり、ヨーロッパの東西分裂を固定し、その後長く東欧の人々を東側に閉じ込めてしまう原因になったともいわれている。

1989年11月、「ベルリンの壁」の崩壊に始まる「東欧革命」により、東欧各国の民主化が急激に進み自由を回復したが、今日、各国は例外なしに苦境の道を歩んでいる。どの国も大幅な生産の低下、失業の増大、激しい物価上昇に見舞われ、経済は民主化以前より悪化している。また、東欧は、民族、言語、宗教、歴史的背景などが錯綜していて、しかも共通のものと異質のものが複雑に絡み合っているのも、一元的に捉えづらく、最近のユーゴスラビア内戦に代表される民族間の争いが熾烈になっている¹⁾。

本文では、東欧諸国として、チェコスロバキアを除いたポーランド、ハンガリー、ルーマニア、ブルガリア、ユーゴスラビアおよびアルバニア各国の概況と道路事情について報告する。なお、ユーゴスラビアについては、旧ユーゴスラビアの道路事情を述べる。

2. 東欧諸国の概況

東欧は、日本人にはあまりなじみのないことから、先に東欧諸国の概況について説明する^{2,3)}。表-1に東欧諸国の概要を、また、主要都市の気候を表-2に示しておく。平均気温は、わが国の東北、北海道に近く、降水量はわが国よりも少なく、ほぼ半分の量のようにある。



図-1 東欧諸国

表-2 主要都市の気候

都 市	月平均気温 (℃)		年間総雨量 (mm)
	最 高 月	最 低 月	
ク ラ ク フ	17.1 ⑦	-3.4 ①	697
ブ グ ベ ス ト	21.7 ⑦	0.6 ①	561
ベ オ グ ラ ド	22.5 ⑦	0.5 ①	636
東 京	27.3 ⑧	5.8 ①	1,089
札幌	22.9 ⑧	-5.2 ②	1,121

2.1 ポーランド

ポーランド共和国は、ヨーロッパ大陸の北東部を占め、東欧一の面積を誇り、全体に起伏の乏しい平地が多い国である。ベルリンの壁の崩壊前から、東欧の先頭に立って自由化の方向を歩み、1990年のショック療法といわれる大胆な自由化により、当初はインフレ抑

*のむら としあき 日産化学工業㈱技術研究所主任研究員

表－1 東欧諸国の概要

項目 国名	首都	国土面積 (千km ²)	人口 (万人)	住 民	宗 教	言 語
ポーランド 共 和 国	ワルシャワ	313	3,830	ポーランド人98%, ウクライナ人 ドイツ人, 白ロシア, ユダヤ人	プロテスタント95%	ポーランド語
ハンガリー 共 和 国	ブダペスト	93	1,037	マジャール人98%, ドイツ人 スロバキア人, ジプシー	カトリック65%, プロテスタント25% ギリシャ正教	マジャール語
ルーマニア	ブカレスト	238	2,326	ルーマニア人88%, マジャール人8%, ドイツ人2%	ルーマニア正教	ルーマニア語
ブルガリア 共 和 国	ソフィア	111	897	ブルガリア人88%, トルコ人7% ジプシー, アルメニア, ロシア人	ブルガリア正教, キリ スト教, イスラム教	ブルガリア語
アルバニア 共 和 国	チラナ	29	325	アルバニア人97%, ギリシャ人 ユーゴスラビア人	イスラム教, ギリシャ 正教, カトリック	アルバニア語
新ユーゴスラビア 連邦共和国	ベオグラード	102	1,041	セルビア人, アルバニア人 モンテネグロ人, ハンガリー人	ギリシャ正教 イスラム教	セルビア語, アルバニ ア語, ハンガリー語
スロベニア 共 和 国	リュブリャナ	22	197	スロベニア人91%	カトリック	スロベニア語
クロアチア 共 和 国	ザグレブ	56	476	クロアチア人75% セルビア人12%	カトリック	クロアチア語, セルビア語
ボスニアヘルツェ ゴビナ共和国	サラエボ	51	437	イスラム系40%, セルビア人32% クロアチア人18%	イスラム教, ギリシャ 正教, カトリック	セルビア語, クロアチ ア語, スロベニア語
マケドニア 共 和 国	スコピエ	26	203	マケドニア人67% セルビア人20%	ギリシャ正教 イスラム教	マケドニア語, セルビア語

制, 通貨安定で効果をあげたが, その後失業者が増え, 東欧の経済再建のモデルとされた改革路線はいまや修正を余儀無くされている。

2.2 ハンガリー

ハンガリー共和国は, ヨーロッパのほぼ中央, ドナウ川の中流域に位置し, 周囲を数カ国に囲まれた, 海を持たない小さな内陸国である。国の大半を占めるマジャール人はヨーロッパ唯一のアジア系民族である。

ハンガリーは, 中央アジアのフン族が築いたと言われ, 9世紀には, 同じ中央アジアの遊牧民族マジャール人が建国して, 今日ハンガリーの基礎を築いている。東欧諸国の中では, 地理的にも中心に位置し, ドナウ川を中心とする交通の要所でもあり, 早くから自由化路線を進めて来たこともあるため, 他の諸国より一段と進んだ国でもある。

2.3 ルーマニア

ルーマニアは, バルカン半島の北東部に位置し, 面積は日本の本州とほぼ同じで, 中央にカルパチア山脈が走り, その南に平野部が広がる。東欧唯一のラテン

系民族であるルーマニア人が9割を占めている。

1989年12月に, チャウシェスク政権が崩壊した後, 国名から「社会主義」を削除し, 複数政党制, 人権擁護, 市場経済の導入などの民主化に取り組んでいるが, 国内総生産の減少, インフレ・失業率の増加による経済危機に直面している。

2.4 ブルガリア

ブルガリア共和国はバルカン半島の南西部黒海側に位置し, 民族は9割がスラブ系ブルガリア人である。

ブルガリアは19世紀半ばまで5世紀にわたってオスマン・トルコに支配されてきたため, 国内の反トルコ感情は極めて強いものがあり, また, 旧ソ連との関係は非常に緊密で, 東欧諸国の中でもっともソ連寄りの国とされてきた。

1990年に国名を「ブルガリア人民共和国」から「ブルガリア共和国」に改め, 世界銀行やIMF(国際通貨基金)の指導を受け, 経済改革を進めているが, 失業者の増加, 国民総生産の減少, 国有企業民営化に伴う外資導入問題など多くの課題を抱えている。

2.5 アルバニア

アルバニア共和国は、バルカン半島の西部、アドリア海岸に位置し、ユーゴスラビアやギリシャと国境を接する。民族はインド・ヨーロッパ系のアルバニア人である。

労働党（共産党）の1党独裁に終止符を打ち、1992年にアルバニア初の民主党内閣が誕生した。新政権は市場経済化、民営化の政策を掲げているが、経済状況が非常に悪く失業率は40%に達するといわれている。

2.6 ユーゴスラビア

旧ユーゴスラビアはバルカン半島の西南部にあり、日本の北海道とほぼ同緯度にある。地勢的には山が多く、全体の7割が200m以上の高地にある。気候的には、日本と似て四季の区切りがあり、アドリア海沿いはいわゆる地中海性気候で年間降水量が2,000mmを越えることもある。東欧の中でもっとも西欧に近い国といわれ、東西の要所にあり、古くから海洋貿易の重要地点として栄えてきた。

6つの共和国で構成されていた連邦国家の旧ユーゴスラビアは、5つの民族、4つの言語、3つの宗教を持つ多民族国家であり、歴史的経緯も極めて複雑である。第二次大戦後のチトー大統領の指導により、旧ソ

連邦とは一線を画した独自の社会主義路線を歩んで来ており、経済体制も、労働者自主管理による市場経済主義を取り入れてきた。1980年、チトーの死によって民族問題が噴出し、91年から連邦を構成していた6共和国の中、4共和国が連邦から独立し、旧ユーゴスラビア連邦は解体した。92年4月、残るセルビア、モンテネグロ両共和国は、新たに「ユーゴスラビア連邦共和国」の樹立を宣言したが、ボスニア・ヘルツェゴビナへの武力介入を続けているため、国連は、新ユーゴは旧ユーゴの継承国家ではないとして、国連から追放している。

3. 東欧の道路現況

東欧諸国の道路現況として、交通機関別の貨物輸送状況および道路状況を表-3、表-4に示す。また、主要舗装道路の状態で維持修繕の必要量を表-5、表-6に示す。

東欧諸国の貨物輸送量は、ポーランド、ルーマニア、旧ユーゴ、ハンガリー、ブルガリア、アルバニアの順に多く、1987年～90年の伸び率で見るとさほど上昇しておらず、減少している国もある。また、貨物輸送の交通機関別では、鉄道は減少し道路が増える傾向にあ

表-3 交通機関別貨物輸送トンキロおよび分担率⁴⁾

国 名	年 度	道 路		海 運		鉄 道		合 計	
		輸 送 量 10億トンキロ	分担率 %	輸 送 量 10億トンキロ	分担率 %	輸 送 量 10億トンキロ	分担率 %	輸 送 量 10億トンキロ	伸び率 %
ポ ー ラ ン ド	1987	37.2	23.3	1.5	0.9	121.4	75.8	160.1	—
	1990	49.8	36.5	1.0	0.8	85.5	62.7	136.3	0.85
ハ ン ガ リ ー	1987	12.8	28.2	10.7	23.7	21.7	48.1	45.2	—
	1990	5.9	16.0	14.5	38.9	16.8	45.1	37.2	0.82
ル ー マ ニ ア	1987	4.9	9.0	2.2	4.0	46.9	87.0	54.0	—
ブ ル ガ リ ア	1987	7.6	32.7	—	—	15.6	67.3	23.2	—
	1990	13.8	53.2	—	—	12.2	46.8	26.0	1.12
ア ル バ ニ ア	1991	1.20	65.9	0.04	19.3	0.58	32.2	1.82	—
旧ユーゴスラビア	1987	22.4	42.6	4.2	7.9	26.1	49.5	52.7	—
	1990	21.8	41.3	5.1	9.5	25.8	49.2	52.7	1.00

表-4 東欧の道路状況⁴⁾

項 目 国 名	全 道 路 延 長 (km)					舗 装 率 (%)	道路密度 (km/km ²)	四 輪 車 保有台数 (千台)
	高速道路	主要道路	二級道路	そ の 他	合 計			
ポ ー ラ ン ド	257	45,342	128,705	191,061	365,365	63.4	1.17	7,441
ハ ン ガ リ ー	351	6,745	23,151	75,683	105,930	50.4	1.14	2,194
ル ー マ ニ ア	113	14,570	58,133	80,198	153,014	51.0	0.64	1,662
ブ ル ガ リ ア	276	2,933	3,797	29,924	36,930	91.8	0.33	1,450
ア ル バ ニ ア	—	7,450	10,000	1,000	18,450	—	0.64	48
旧ユーゴスラビア	—	17,470	32,229	72,872	122,571	73.0	0.48	3,570

表-6 東欧諸国の維持修繕の必要量⁶⁾

区 分 国 名	オーバーレイまたは 5～15cmの構造強化 (km)	5cm以下のオーバー レイまたは表面処理 (km)	合 計 (km)	主 要 道 路 ネットワーク に対する%
ポーランド	7,350～16,000	7,000～540	14,350～16,540	34～38
ハンガリー	7,500	5,500	13,000	44
ルーマニア	12,000～12,050	0～8,150	12,000～20,200	41～63
ブルガリア	2,250～3,750	0～6,020	2,250～9,770	18～76
旧ユーゴスラビア	20,000～17,000	0～9,500	20,000～26,500	47～62

表-5 東欧諸国の主要舗装道路の状態⁵⁾

区 分 国 名	舗 装 の 状 態 (%)			
	A	B	C	D
ポーランド	34	4	60	2
ハンガリー	26	3	47	24
ルーマニア	31	0	28	41
ブルガリア	3	79	0	18
旧ユーゴスラビア	4	13	50	33
東欧諸国平均	18	19	41	22
フランス	50	20	27	3
イギリス	75	9	15	< 1

A: 平坦, 破壊なし

B: 平坦性不良で運転コスト増, 構造的には良

C: 平坦性不良, 破壊には至っていないが2～3年以内に補修が必要

交通量多→5～15cmのオーバーレイ

交通量少→4cm程度の表面処理

D: 平坦性不良, 構造的破壊あり, 15cmの構造強化, または交通量に応じて5～15cmの強化必要

る。次に, 道路延長および道路密度は, いずれもポーランドが一番高いものの, 全体的に低い水準にある。また舗装の状態は, ブルガリア, ポーランドが比較的に良好であり, 一方, 舗装状態の悪いのは, 旧ユーゴ, ルーマニア, ハンガリーであり, 早急な維持修繕を必要とされている。

現在, ヨーロッパでは欧州縦断南北自動車道路整備が進められているので, その概要を次に示す⁷⁾。

〔欧州縦断南北自動車道路TEM〕

TEMは, 1977年に国連開発計画 (UNDP) に基づいて, 国連欧州経済委員会 (ECE) が支援する正式なプロジェクトとして開発された。この欧州輸送史上前例のない国際共同事業となるTEM建設に10カ国 (オーストリア, ブルガリア, チェコスロバキア, ギリシャ, ハンガリー, イタリア, ポーランド, ルーマニア, トルコ, ユーゴスラビア) が参加している。TEMは, 延長1万kmにおよぶ高規格道路であり, 上下各二車線, 各車線の幅員は直線部分で最低3.75m以上, 標準設計速度120km/hrであって, 中央および東南ヨーロッパの交通の大動脈となり, 西アジアおよび北アフリカへのアクセスとしての役割を担うことになる。

以下に, 各国の道路現況について述べる。

3.1 ポーランド

1950～90年の40年間でポーランドの道路密度は2倍になり, アスファルト舗装の割合は18%から88%に増加したものの (表-7), 舗装状態は, 総延長の約3分の1がユーザの要求を満足していない (例えば, 支持力不足28%, 滑り抵抗性の低下34%, わだち掘れ6%)。

表-7 ポーランドにおける舗装の変遷⁸⁾

舗装のタイプ	1950年	1990年
アスファルト	18%	88%
コンクリート	7%	2%
ブロック	20%	5%
マカダム	55%	5%

これまでの舗装は, ①低品質のアスファルトを使用したため耐久性が低い, ②舗装厚が薄いためひびわれが発生しやすい, ③タールを使用していたため舗装の質が低下する, などの技術的問題があげられていた。

今後, ポーランドでは, リサイクルが重要テーマになると考え, また, 材料としては, 耐久性向上のための改質アスファルトおよび表面処理材料としてのアスファルト乳剤の使用が増加するだろうと予測している (表-8)。

表-8 ポーランドにおけるバインダーの需要量 (千トン)⁸⁾

バインダーの種類	1992年	1995年	2000年
アスファルト (200PEN)	20	30	50
アスファルト (70PEN)	210	520	740
アスファルト (35/50PEN)	30	20	10
改質アスファルト	—	50	200
アスファルト乳剤	20	350	500
タール	70	30	—
合 計	350	1,000	1,500

道路の建設と維持への投資は, 86年から年々減少しており, 92年の予算は86年の4分の1となった。現在2つの投資計画が進行中であり, 1つは主要道路の格

上げ(3,500km), もう1つは高速道路の建設(2,000km)である。この計画には外部の財源が必要であり, 世界銀行やヨーロッパ銀行と交渉中である。

3.2 ハンガリー

ハンガリーの交通には, 道路, 鉄道, 水運があり, 特に国際河川ドナウ川を有し, 水運は盛んである。また, 交通網は, 歴史的に首都ブダペストを中心とし, 放射状に延びている。

道路の総延長は, 公道のみで10万km, 私道も含めて15万kmであり, 舗装率は約50%である。この内, 国道網は3万kmであり, ほとんどが舗装済みで, その内約350kmが高速道路となっている。

次に, ハンガリーの舗装構成の変遷を図-2に示す。1970年頃からアスファルト舗装の比率が伸びているが, アスファルト生産量は以前は年間700~800万トンまであったものが, 現在では年間200万トン以下に低下したという報告もある¹⁰⁾。

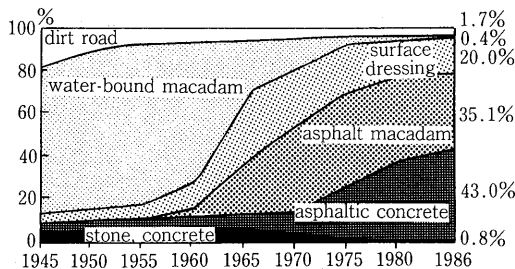


図-2 ハンガリーの舗装構成の変遷⁹⁾

自動車保有台数は220万台であり, 国民一人当たり台数は西欧の半分以下であるが, 近年の体制の変革による外国車両の増加が著しくなり, 道路整備が追いつかない状況にある。

舗装路面の損傷は重量オーバー車に起因することが多く, 重車両のチェックは厳しく行っている。軸重制限は1軸当たり10t, 2軸16tとなっている。

また, 以前は100%国営の道路建設企業が存在するのみであったが, 体制の変革によって, 現在では95%までが民間資本に転換されている。

ハンガリーでは, 民主化のためのインフラ整備として道路整備を重要な柱としており, 次のような道路整備計画目標を掲げている。

①既存のブダペストを中心とする放射状道路を, 環状道路で連結する (外環状自動車専用道路M-0の建設), ②バイパスおよび橋梁の建設により混雑を解消する, ③高速道路の建設, ④鉄道との立体交差化。

また, 建設費の確保として, 有料道路制, BOT方式 (Build Operate Transfer, 民間資金によりプロジェクトの建設・運営を行い, ある期間中に資金を回収し, 契約期間後プロジェクト施設を政府へ返還するシステム) などを検討している¹¹⁾。

3.3 ルーマニア

ルーマニアの道路ネットワークは他のヨーロッパの国々よりも低いレベルにあり (道路密度0.64km/km², 1.98km/1,000人), 主な道路事情は次のようである。(1980~90年の道路交通の発展)

- ・幹線道路は地方道の2倍以上の増加を示し, それにより交通量は20%アップした。
- ・92年の重車両交通量は, 85年の1.7倍である。
- ・日交通量は, 1990年と比較して, 1996年に1.3倍, 2005年には2.3倍になるだろう。

(幹線道路14,683kmの内訳)

- ・新しい道路 12,795km (87.1%) — 72.3% (9,038km) が設計寿命を過ぎ, 5,000km以上が悪い状態である。
- ・貧アスファルト道路道路 1,648km (11.3%)
- ・砂利道 240km (1.6%)

(二級道路58,133kmの内訳)

- ・砂利道 26,658km (46.0%)
- ・新しい道路 22,968km (39.4%) — 61% (14,200km) が設計寿命を過ぎ, 7,000km以上が悪い状態である。
- ・未舗装道路 8,607km (14.6%)

道路財源は毎年大変に低いレベルであり, 必要量の40~50%にすぎなく, 毎年10%以上の増加を示す交通量の伸びに追いつかない状況である¹²⁾。

3.4 ブルガリア

全道路延長は1991年12月時点で, 36,930kmで, その内13,300kmは幹線道路ネットワークである。この幹線道路は高速道路と3つのクラスに分割され, 高速道路276km (2.1%), 4車線道路326km (2.5%), 3車線道路221kmである。幹線道路で車両輸送の40%以上をまかなっている¹³⁾。ブルガリアの舗装状態についてまとめると以下のようなものである¹⁴⁾。

(全道路の概要)

- ・舗装道路 91.42%
- ・設計軸重10トンによる舗装道路 75.35%
- ・2車線以上 2.28%
- ・橋2,415(86.8km, この内, 10%の橋は交互交通ができない狭い橋である)

(幹線道路舗装の内訳)

- ・アスファルト舗装 96.7% (この内, 18.5%は高いすべり抵抗性を有している)
- ・舗装碎石 0.5%
- ・マカダム 1.1%
- ・未舗装 1.7%

(アスファルト舗装の種類)

- ・Aタイプ 5mm以上, 40~55%
- ・Bタイプ 5mm以上, 25~40%
- ・B₁, B₂タイプ 5mm以上, 20~35%
(ホットローランドアスファルト)
- ・Gタイプ 5mm以上, 0~10%
(サンドアスファルト)

(舗装状態)

- ・良い 82.1%
- ・普通 10.6%
- ・悪い 7.3%

(補修方法)

- ・支持力が不十分な箇所——4cm厚アスファルト混合物によるオーバーレイ
- ・支持力が十分な箇所——2.5cmサンドアスファ

ルトまたはスラリーシール

3.5 アルバニア

アルバニアは情報を集めにくい国であり, 道路に関するデータも収集することができなかった。

3.6 ユーゴスラビア

旧ユーゴスラビアは, 古くから市場主義経済が取り入れられていたため, 高速道路には既に有料道路制度が導入されている。道路財源については, 道路建設のための資金を世界銀行, ユーロッパ興業銀行などの外資導入によるところが大きい。維持管理のための財源が, 現在投入されている5倍は必要とされており, 財源不足が問題となっている¹⁵⁾。

4. おわりに

海外調査報告書や国際会議論文等をもとに東欧諸国の道路事情についてまとめたが, 舗装構造や設計法などの詳細については不明であった。東欧は民主化, 自由化の流れの中で, 財政難のために道路をはじめとする社会資本整備の遅れが指摘されており, 今後, 外国資本や有料道路制度等の導入による道路整備が必要とされているようである。

—— 参考文献 ——

- 1) 森安達也, 南塚信吾: 地域からの世界史-12 東ヨーロッパ, 朝日新聞社, 1993.4
- 2) 世界ニュース・ダイジェスト, 現代用語の基礎知識-別冊付録, 自由国民社, 1993
- 3) エリア・スタディ, imidas, 集英社, 1993
- 4) World Road Statistics 1987-1991, IRF
- 5) 飯島尚: OECD道路運輸研究計画第49回運営委員会および中・東欧諸国への技術移転セミナー, 道路, pp.59~65, 1992.12
- 6) Rey, M.: Financial Requirements for Road Rehabilitation and Maintenance, Seminar on Technology Transfer and Diffusion for Central and East European Countries-OECD, pp.335~348, 1992.10
- 7) 高速道路調査会: 第24回海外道路調査団報告書, 1990.3
- 8) Suwara, T.: Strategy of Road Construction and Maintenance in Poland, Proceedings 5th EUR-ASPHALT Congress-EAPA, pp.47~50, 1992
- 9) 建設省, 国際建設技術協会: 東欧インフラストラクチャー調査報告書, 1990.12
- 10) Bondnar, G.: Needs and Necessities in Road Construction and Road Maintenance and the Opportunities and Risks Associated with Asphalt Road Construction in Hungary, Proceedings 5th EURASPHALT Congress-EAPA, pp.31~33, 1992
- 11) 一瀬久光ほか: 平成4年度海外交通事情調査団報告: 高速道路と自動車, pp.30~34, 1993.4
- 12) Boicu, M.: The Long-Term Strategy of Romania's National Highways Administration, Proceedings 5th EURASPHALT Congress-EAPA, pp.36~41, 1992
- 13) Trayko, T.: Assessment of Needs and Priorities for Road Network Improvement in the Republic of Bulgaria, IRF-Regional Conference for Europe, Roads between East and West Europe after 1992, pp.105~119, 1991.5
- 14) National Report of the Republic of Bulgaria, Seminar on Technology Transfer and Diffusion for Central and East European Countries-OECD, pp.124~128, 1992.10
- 15) 竹内義人: 東欧の国々と道路, 道路, pp.74~79, 1991.2

チェコ共和国の道路

PETR MELUZIN*・MICHAL VARAUS**

1. 道路の概況と道路網

チェコ共和国は、旧チェコスロバキアがチェコ共和国とスロバキアに分裂した後、1993年1月1日、独立国として誕生した。チェコとスロバキアの主要な都市は、歴史的には全ヨーロッパの確立時にその起源を発している。この国が中央ヨーロッパに位置しているということは、道路網の状況という問題を顕在化させることにもなっている(図-1)。自動車道が中心地区を結び、それらが近隣諸国の同様な道路に連結されている。チェコ共和国の地域、人口、道路網についての主なデータは以下のようである。

面積	78,864km ²
人口	10,362,600人
人口密度	131人/km ²
供用中の高速道路の延長	357km
幹線道路の延長	55,074km
街路の延長	57,400km
高速道路と幹線道路の密度	0.703km/km ²

チェコの道路は3つの主なタイプに分けられる。即ち、高速道路、幹線道路(密集地域を貫く道路を含めた地方道路)、及び都市道路である。幹線道路は次の3つのクラスに分けられる。

- 1級-全長 6,467km
- 2級-全長14,191km
- 3級-全長34,416km

図-2はチェコ共和国の主要道路網を示し、供用中の高速道路(図中太線D)、計画中の高速道路(点線)、1級幹線道路が含まれている。高速道路や主要道路は「欧州道路網」の一部であり、その長さは2,590km(図中細線E)である。

高速道路及び幹線道路の新設と既存の道路の近代化、補修、維持、及び管理は国家財政によって行われてい

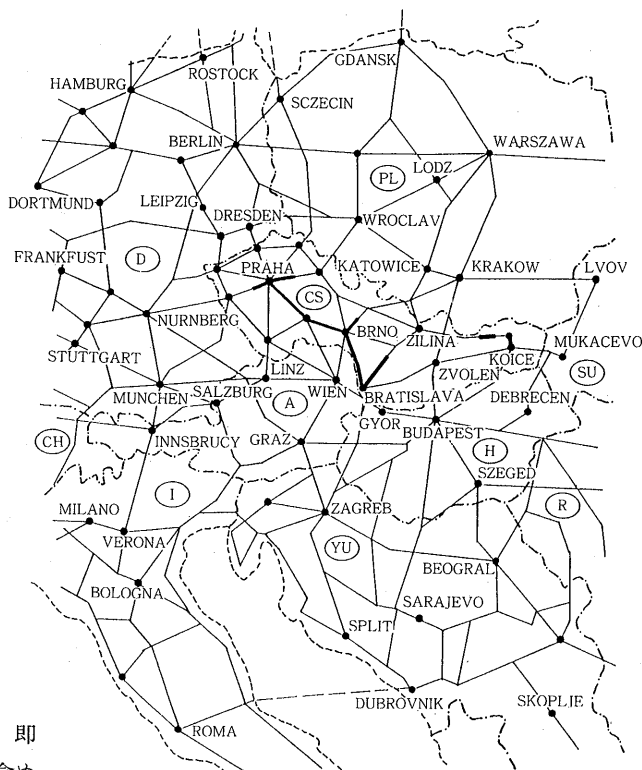


図-1 中央ヨーロッパにおける主要道路網

る。全ての高速道路及び幹線道路の通行は無料である。

チェコは、道路網の密度の点では良く整備されている国家の中に数えられる。しかしその質に関してはそれほど良いとは言えない。それでも、道路網とその舗装の状態は国のモータリゼーションのレベルに対応している(図-3及び図-4)。

2. 主な問題

旧チェコスロバキアでの道路基盤のための資金調達には中央集権型かつ行政管理型のものであった。国家経済は市場や自由経済的要素を無視した国家予算によっ

*ピーター・メルツェン 工学博士、東亜道路工業㈱技術研究所研修生

**マイケル・ファラウス 工学博士、東亜道路工業㈱技術研究所研修生

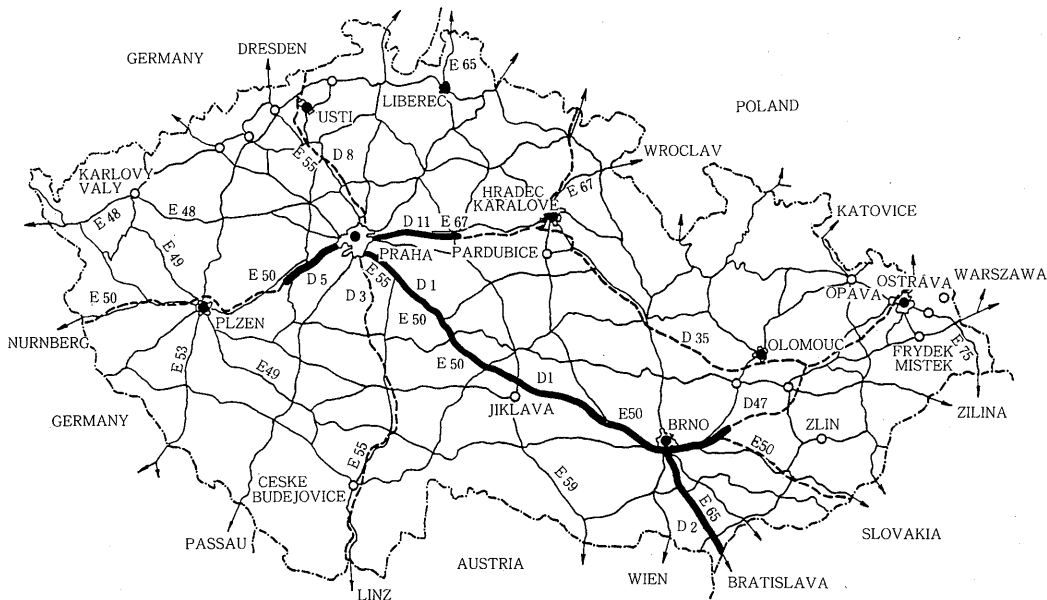


図-2 チェコ共和国における高速道路と1級幹線道路

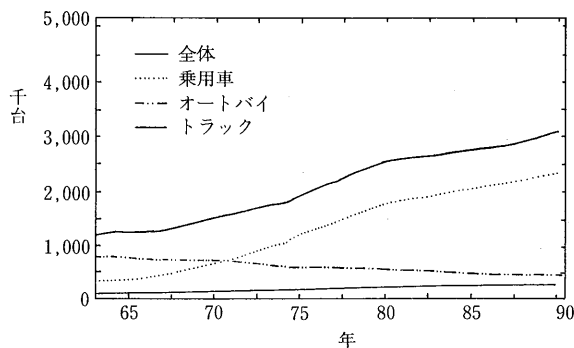


図-3 チェコ共和国における自動車の登録

て資金調達されていた。

チェコスロバキアと西ヨーロッパ諸国との道路利用者の税負担を比較すると、チェコスロバキアでは道路利用者から得た税金で道路網の経費をカバーするために使われていたのは三分の一以下であったことがわかる。

現在、西ヨーロッパの経験をベースに取り入れて、資金の調達方法を変更する案を準備中である。それらは今後、市場経済の状況に順応する税制に取り入れられ、区別的な税の形式を排除することになるであろう。外国のものを含む信用供与の使用の可能性も検討されている。

3. チェコ共和国の高速道路

主要道路網は建設が一応完了し、これ以上延長は伸

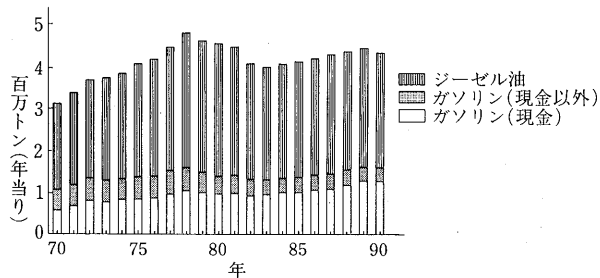


図-4 自動車燃料の消費

びないが、高速道路網の建設と主要道路網の近代化はまだ遅れている。

チェコで計画中の高速道路網の延長は1,200kmである。

高速道路網の舗装域は全体で786万㎡であり、そのうち454万㎡はコンクリート舗装で、332万㎡はアスファルト舗装である。高速車道路網のアスファルト舗装の路盤はコンクリート舗装のものと同じである。基層と表層は厚さ22cmまたは25cmのアスファルト層で施工される(最高級品質アスファルトでできた摩耗層)。それに比較して、幹線道路での舗装の表層は99%がアスファルト混合物層である。

図-5から図-8は、チェコスロバキアにおける高速道路の20年にわたる歴史において、道路、特に高速道路関係の、投資部門、保全部門に分けた経費及びその全長の変化を示したものである。

高速道路に用いるコンクリート舗装の標準的な構造は、図-9に示すとおりである。

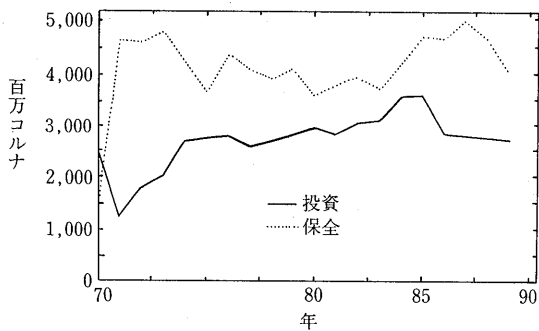


図-5 チェコ共和国における道路関係予算

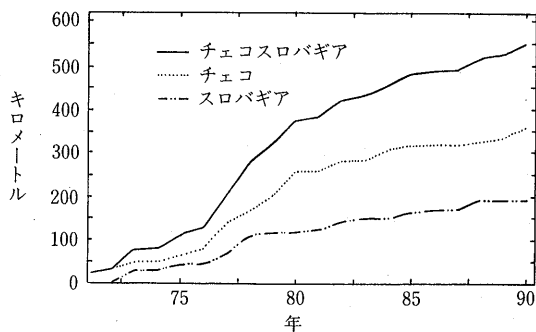


図-6 供用中の高速道路

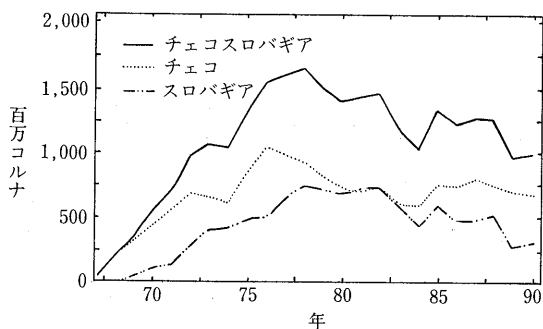


図-7 高速道路関係経費—投資

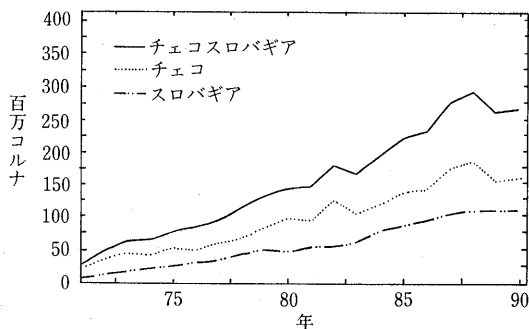


図-8 高速道路関係経費—保全

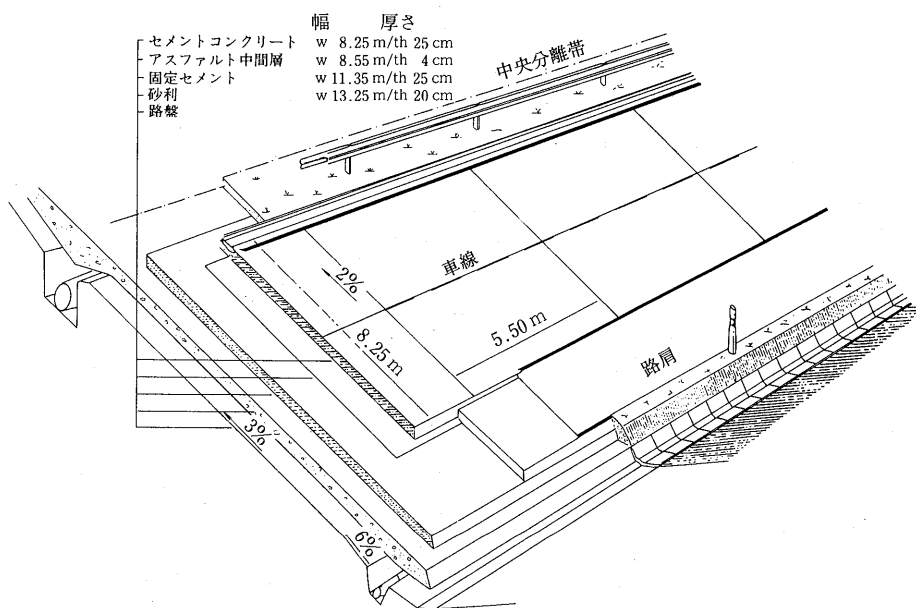


図-9 高速道路舗装の断面

高速道路の今後の発展については、以下を優先させるべく方針が定められている。

- ・プラハからチェコとドイツの国境までを結ぶ全長148kmのD 5 高速道路の建設（最優先）。

- ・プラハからチェスケブジェヨビチェ (Cheske Budejovice) を経てチェコとオーストリアの国境までを結ぶ全長170kmのD 3 高速道路の建設。

4. 交通

高速道路網における日平均交通量は近年、毎年約10%の割合で増え続けているが、一方幹線道路網を見ると、全体的には事実上停滞気味である。幹線道路と高速道路における交通量は、年間平均で見ると、その約3分の1がトラックとバス、3分の2が乗用車で占められており、オートバイの割合は2%以下に過ぎない。

全国的な交通量調査が、1級2級の全幹線道路、また一部の3級幹線道路について5年毎に実施されている。最近の調査は1990年に行なわれたが、高速道路における日平均交通量は10,185台、1級幹線道路で4,758台、2級幹線道路で1,489台、3級幹線道路では466台となっている。最も交通量の多かったD1高速道路(ブラハブルノ(Brno)間)では、1日当り34,000台を数えた。

5. 材料

5.1 アスファルト材料

先に述べたように、チェコ共和国における幹線道路舗装の殆どは、アスファルト材料の表層、基層、また部分的にアスファルト材料からなる路盤という構造のたわみ性舗装である。

チェコスロバキア全土の道路建設におけるストレート・アスファルト、セミブローン・アスファルトの生産高は、ここ数年、年間約650,000トンであった。

道路の積載量と交通量が増え続け、表層、及び基層の耐久性を更に強めなければならぬ状況にあるが、このことは今日道路建設に用いられているアスファルトの品質を向上させることを意味している。基本的には、ここで次の2つの問題を解決しなければならない。

- ・永久変形に対するアスファルト混合物の抵抗力を高めること
- ・低温でのアスファルト混合物の抵抗力を高めること

これらの問題を解決するには、多くの要因を考慮に入れなければならない。使用されたアスファルトの軟化点を高め、またフラース脆化点を向上させる必要がある。こうした要件は、アスファルト生産技術の変革や、様々な種類の添加剤の使用によって達成可能である。

技術について言えば、石油化学工場においてはすでに変革が行なわれている。その結果、塑性域は約15℃上げることができ、これはセミブローン・アスファルトの使用を20%増加させることとなった。

道路用アスファルトの品質を高める第2の方法は、プラスチック材料、ゴムあるいは様々な無機及び有機質添加剤を使用することである。プラスチック材料の使用は今日非常に一般化しているものである。しかし、この分野で残された問題として、試験方法が確立していないことが挙げられる。

ここに比較のために、今日チェコ共和国で使用されている2つの基本的なアスファルトのタイプについて紹介したい。一つはA-80と称されるストレート・アスファルト、いま一つはAP-80と称されるセミブローン・アスファルトである。これらの特性を次の表-1に示す。

表-1 アスファルトの規格

特 性		アスファルトのタイプ	
		A-80	AP-80
25℃における針入度(0.1mm)		80	81
針入指数		-1.6	-1.0
軟化点 (℃)		44.5	47.0
フラース脆化点 (℃)		-10	-16
パラフィン含有量 (%)		1.18	1.44
25℃における粘度 (kPa.s)		100	124
老化試験	質量損失 (%)	0.03	0.01
	針入度の減少 (%)	29.0	20.6
	軟化点の上昇 (℃)	2.0	2.5

ストレート・アスファルトA-80の品質は高くない。このタイプのアスファルトはパラフィンの含有量が多く、これを用いたアスファルト混合物は感温性が高い。AP-80の特性もまた満足できるレベルのものではない。これは輸入原油によるためとも考えられる。

5.2 上層および下層路盤に用いられる粒状材料

上層および下層路盤に用いられる粒状材料は、これに適した土、砂利、粉碎した骨材、及び様々な種類の骨材を混合したものである。上層路盤は、支持力という意味で建設全般に関わる最も重要な層であり、支持力そのものは弾性係数によって表される。

弾性係数を測定するには、CBR試験、三軸試験があり、または層の表面に静的あるいは動的な荷重を直接加えることにより測定する。

5.3 セメントを用いた上層および下層路盤

今日、道路建設に用いるセメント系材料には、主としてセメント安定処理、セメントコンクリート、セメントで結合した骨材がある。

マレーシアの道路事情

三宅 篤*

1. 国の概要

マレーシアは図-1に示すようにマレー半島の半島マレーシアとボルネオ島北部の東マレーシアから成り、国土面積は約33万km²（日本の約87%）で、半島マレーシアはその40%を占めている。人口は約1800万人、この内80%強が半島マレーシアに住んでおり、更にその内の約75%が西海岸に集中している。西海岸地域が経済活動の中心となったのは、東海岸側に比べモンスーンの影響が小さく、河口を中心として港が開け、交通網が発達してきたという地理的条件によるところが大きい。



図-1 東南アジア

マレーシアは天然資源が豊富であり、輸出では第一次産業が中心であったが、現在は電気・電子製品をはじめとする工業製品が一次産品の輸出額を凌ぐまでになっている。これは、税制上の優遇策、安価な人件費、政治的安定等による、日本等の外国企業の進出に負うところが大きく、国民一人当りのGNPも日本の約10分の1でASEANではシンガポールに次いで大きく、ま

た、世界的に高い経済成長率を維持している。マレーシア政府は、外国の資本や技術の導入、民営化政策に力を入れており、2020年までに先進工業国の仲間入りをしようという目標を掲げている。

1.1 気候

マレーシアは低緯度地域に位置し、インド洋と南シナ海に面しているために、一様に高温、多湿で降水量の多い海洋性熱帯雨林気候となっており、四季の変化はほとんどない。

気温は、年間を通じて最低24℃から最高32℃の間で変化し、日変化は年変化よりはるかに大きく、日中の強烈な日ざしの酷暑の下では木陰が涼しく感じられ、夜間から早朝にかけては、涼しくてしのぎやすくなっている。

四季の変化のない中にもマレーシアには、雨季の北東モンスーン期と乾期の南西モンスーン期がある。半島マレーシアでは10月から2月までが北東モンスーン期で、特に東海岸地方には多量の雨を降らせ、その降雨量は最多雨量地で、年間6,000ミリ、最小雨量地で年間1,600ミリ程度である。

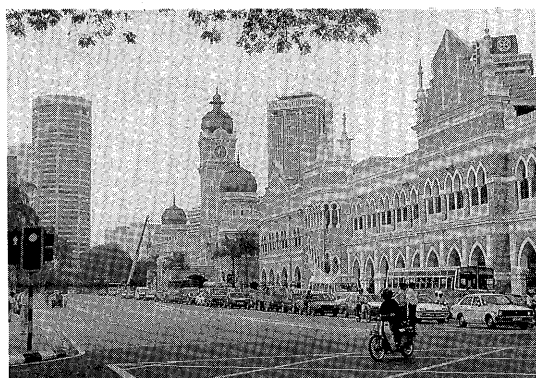


写真-1

クアラルンプールの中心街、セランゴール広場前週末には歩行者天国となり、カラーブロックによる舗装である

*みやけ あつし 建設省道路局企画課建設専門官(前JICA専門家)

また、6月から9月までは南西モンスーン期で、インド洋からスマトラ島を越して季節風が吹くため、概して雨量は少く、特に東海岸地方では好天が続く。これら二つのモンスーン期にはさまれた期間が微風期で、通常最も高温多湿であり、前線性のスコールが多発し、局地的に大雨を降らせる場合がある。

一方、東マレーシアのサバでは、モンスーンの影響を受けて雨季と乾期の別はあるものの、サラワクでは、ほとんど年変化のない多降雨地帯で、無数の河川が発達し水資源開発の可能性を秘めた地域となっている。

1.2 道路網

半島マレーシアの輸送網は、スズ・ゴム産業等によって必要となった道路や鉄道が海路に接続される形で発展してきた。その後道路網は西海岸を中心に発達し、第二次世界大戦前のイギリスの植民地時代に鉄道共々現在の主要幹線網は東海岸を除いてほぼ概成し、現在はアジアでも有数の道路網を誇っている。今後、半島マレーシアでは、既に人口・産業が集積している西海岸地域の南北軸の強化、東海岸地域の発展を促進するための東西軸の強化を基本とする高速道路を含む道路

網の整備により、自動車による輸送量は益々増加するものと考えられる。

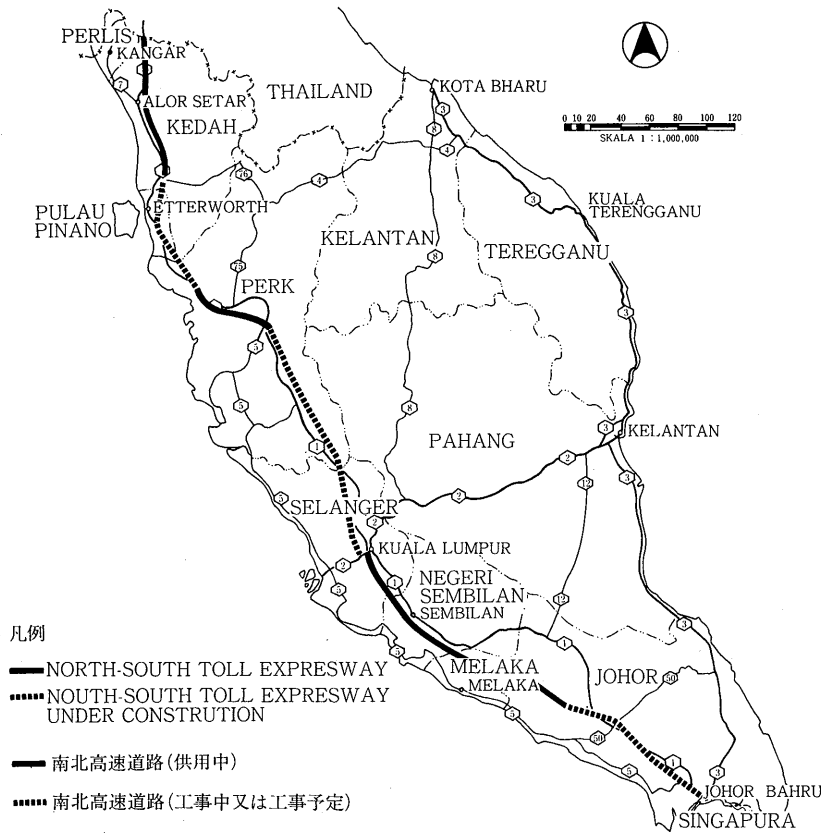
東マレーシアは、広大でこれからの開発に期待される地域であるため、海路・水路・空路に対する依存度が高く、道路網の整備は遅れている。現在は、主要都市を結ぶ幹線道路を中心に整備が行われており、未だに幹線道路であっても大河川によって道路が分断されフェリー輸送を余儀なくされている箇所もあり、基本的な道路網の確立を重点に、整備が進められていくものと思われる（表－1）。

半島マレーシアにおける現在の道路網の根幹を成すのは次の路線である（図－2）。

表－1 道路供用延長及び舗装率
単位km, %

	半島 マレーシア	舗装率	東マレ ーシア	舗装率	全 国	舗装率
有料道路	492	100	—	—	492	100
一般国道	10,561	85.9	2,500	50.4	13,061	79.1
州 道 (市道含む)	30,294	81.3	10,630	26.4	40,924	67.1

※1990年末現在（有料道路は1991年）



図－2 半島マレーシアの主要幹線道路(1990年現在)

(1) 南北高速道路 (762km)

ほぼ国道1号に沿い、北端のタイ国境と南端のジョホールバルを結ぶ。現在約半分が供用されており、1994年の全通を目指している。

(2) 国道1号 (878km)

半島西岸部を北端のタイ国境から南端のジョホールバルまで、マレー半島を縦貫する道路。

(3) 国道2号 (292km)

半島西岸のクラン港からクアラルンプール市を経て半島中央部を横断し、東海岸のクアンタンに至る道路。

(4) 国道3号 (696km)

東海岸に沿って北はコタバルから南端ジョホールバルへ通じる道路。

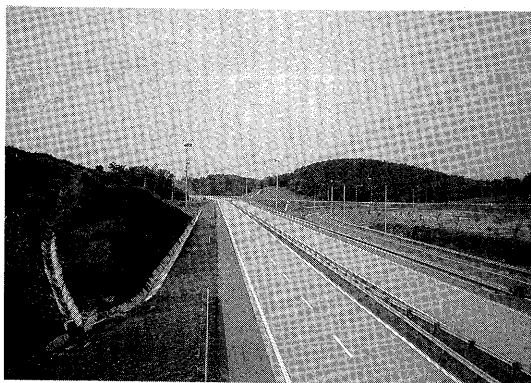


写真-2

国会議事堂付近道路風景 (クアラルンプール市内)

1.3 交通量

交通量は、全国で35箇所ある車両感知器による連続調査と、年2回、全国数百箇所ですて人手により車種別・時間別・方向別を調査する定期調査により把握されている。

この調査によれば、半島マレーシアの西海岸地域で交通量が多く、交通量は、国道1・2・3号の都市間で1日当たり1万台弱から2万台、都市部で2万台から5万台となっているが、クアラルンプール周辺の国道2号では約20万台/日にもなっている。東マレーシアでは全般に交通量が少なく、都市部でもあまり多くない。

2. 舗装事情

2.1 舗装構造と標準幅員

2.1.1 高速道路

マレーシアの高速道路は、設計速度110km/hで設計さ

れており、中央分離帯によって分離された片側2車線または3車線であり、1車線は幅員3.65mとなっている。また、区間によっては、将来の交通量の増大に備えて、中央分離帯幅に余裕を持たせた設計となっている。

高速道路の舗装には、アスファルトとセメントコンクリートの2種類があり、その舗装構造の一例を図-3に示す。これは南北高速道路の舗装構造であるが、両舗装タイプとも、下層路盤(LSB)は路床(Formation)の全幅に設けられている。

アスファルト舗装		CRC舗装	
ACWC	t=40	CRC	t=230~260
ACBC	t=60		
DBM	t=75		
WMM t=250		CBM	t=150
USB (CBR $\geq$ 30%) t=150		USB (CBR $\geq$ 30%)	
LSB (CBR $\geq$ 20%) t=150		LSB (CBR $\geq$ 20%)	
Subgrade (CBR $>$ 5%)		Subgrade (CBR $\geq$ 20%)	

(注釈)

ACWC ---- Asphaltic Concrete Wearing Course

ACBA ---- Asphaltic Concrete Base Course

DBM ---- Dense Bitumen Macadam Roadbase

WMM ---- Wet Mix Macadam Roadbase

CRC ---- Continuous Reinforced Concrete (G-40)

CBM ---- Cement Bound Macadam ($\sigma_7 \geq 10^N/cm^2$)

USB ---- Upper Subbase

LSB ---- Lower Subbase

図-3 南北高速道路における舗装標準断面構造

図-4は、連続鉄筋コンクリート舗装(CRCP)の構造であるが、南北高速道路のセメントコンクリート舗装としてはこのタイプが使われている。この舗装で上層路盤に用いられているCBM (Cement Bound Macadam)は、40mmトップのクラッシャーランにセメントを5~7%添加した混合物であり、RCCに近い品質のものである。また、横筋は斜め方向に設置されているのが特徴的である。

2.1.2 一般道路

表-2に、国道及び州道の舗装構造を示す。国道及び州道とも、アスファルト舗装によるものがほとんどである。日本と同様、路床の設計CBRに基づいて、各材料の厚さが決定されている。

2.2 舗装種類の割合

一般道路においては、アスファルト舗装がほとんど

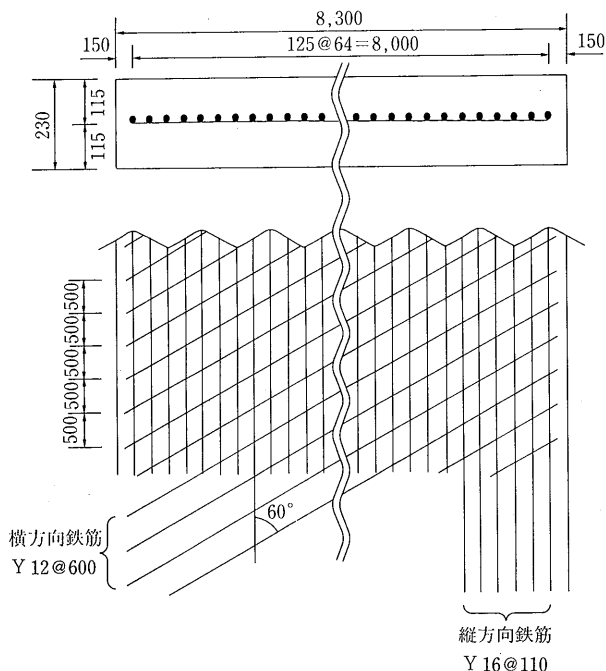


図-4 CRCPの構造(南北高速道路)

表-2 舗装材料厚

舗 装 材 料		材 料 厚	リフト厚
Wearing course		4-5 cm	4-5 cm
Binder course		5-10 cm	5-10 cm
Base Course	Bituminous	5-20 cm	5-15 cm
	Wet mix	10-20 cm	10-15 cm
	Cement treated	10-20 cm	10-20 cm
Subbase Course	Granular	10-30 cm	10-20 cm
	Cement treated	15-20 cm	10-20 cm

である。セメントコンクリート舗装としては、1989年ランカウイ島内の2車線道路延長約15kmで施工されたのが数少ない例である。



写真-3

ラワン-タンジェンマリム(南北高速道路)

一方、高速道路においては、アスファルト舗装が主体ではあるが、1980年代中頃南北高速道路の北部と南部の短区間においてセメントコンクリート舗装が施工されている。更に、1989年に南北高速道路の建設維持管理が民営化されてからは、マレーシア政府の経済政策もあり、クアラルンプール近郊においてセメントコンクリート舗装が大幅に採用された。その延長は約150 kmであり、民営化後の総工事延長(約512km)の約30%にあたる。尚、このセメントコンクリート舗装はCRCPであり、スリップフォームペーパーによって施工されている(写真-4)。

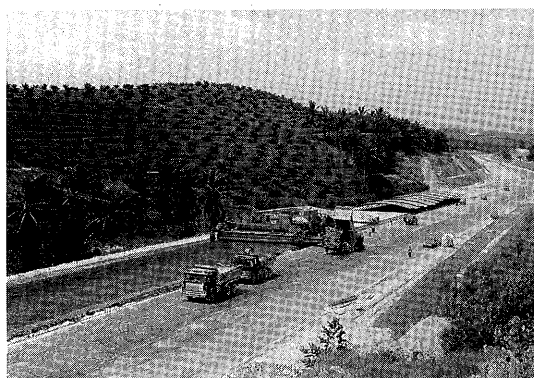


写真-4

ラワン付近(南北高速道路)

スリップフォームペーパーによる施工

2.3 舗装材料

アスファルトコンクリート及びセメントコンクリート舗装に使用される材料及び混合物を以下に示す。

2.3.1 アスファルト混合物の材料

(1) 骨材

① 碎石

使用される碎石は岩砕であり、石質は花崗岩及び石灰岩である。石灰岩は、路面のすべりの問題から、表層用混合物には使用されていない。碎石の分級も5 mmまでで、5 mm以下はQuarry Dust(スクリーニングス)として混合物に使用される。

② 砂

混合物用には、川砂も使われるが、すず鋸跡の砂が水洗いされ使われる場合が多い。

③ 石粉

炭カルに代って普通ポルトランドセメントが用いられている。このセメント添加の効果によってか、アルファルト混合物において剥離現象がみら

れない。

(2) 瀝青材

マレーシア国内の精油所で生産されるアスファルトが主に使用され、その針入度は80/100である。一部地域においてはシンガポールからの輸入アスファルト(針入度60/70)が使用されている。

また、プライムコート用にはカットバックアスファルトが、タックコート用にはアスファルト乳剤が国内で製造され、使用されている。

2.3.2 CBM材

粒度調整材にセメントを混入した材料であり、材令7日の圧縮強度が10N/mm²以上の規定に従うものである。

2.3.3 粒度調整材(WMM材)

上層路盤用クラッシャーランあるいは、それと砂をソイルプラントで混合し、含水比調整した材料である。

2.3.4 上層路盤材(USB材)

CBR $\geq$ 30%の規定と粒度規定により、主に花崗岩質のクラッシャーランが使用されている。地域によっては石灰岩質のものも使用される。

2.3.5 下層路盤材(LSB材)

CBR $\geq$ 20%の規定と粒度規定から、粗砂(マニング砂)やQuarry Dust(スクリーニングス)が使用される。

2.4 現在抱えている問題点

2.4.1 舗装補修基準及び補修方法の確立

マレーシアの経済的發展に伴い自動車交通量も増大し、初期に建設された幅員の狭い高速道路、一般有料道路及び幹線国道の改修が急務となっている。また、高速道路の舗装については、1980年代前半に開通した区間の破損が進み、補修の時期を迎えている。南北高速道路のアスファルト舗装については、疲労設計が為されており、通行車両による繰り返し軸重載荷回数(累計が設計寿命の70%を越えればオーバーレイをする)の目安があるが、まだ試行の段階であり、補修基準、補修方法の確立が急がれている。

一方、一般国道・州道においても交通量の増大に伴い舗装の破損が著しい。これら道路の補修頻度としては、原則として国道7年毎、州道12年毎となっているが、実態は個別箇所(状況)に応じて補修が行われている。このような状況を打開するため、1994年からのシス

テム稼働を目指し、舗装マネジメントシステムBS(M)が導入され、現在、データを蓄積しつつあるところである。このシステムでは、年一度目視による現地調査を実施して舗装の破損程度を把握し、必要に応じ路面凹凸、すべり抵抗、たわみを測定し、それらデータと交通量をBS(M)に与えることによって補修工法、工費、補修優先順位等が得られる。このシステムが有効に機能し合理的補修が行われるよう期待されている。

2.4.2 アスファルト混合物の製造方法

マレーシアでは、アスファルト混合物の製造は、従来ドラム式及びバッチ式のプラントが用いられてきた。近年、交通量の増大とともにアスファルト混合物の品質に起因する舗装損傷が目立つようになり、混合物の製造方法が問題視されるようになってきている。

ドラム式のプラントはバッチ式に比べ建設費用が安いことから、定位置プラントとしても用いられてきたが、使用する材料及び製造管理が十分行われていないために品質のばらつきも大きく、供用後において問題が生じている。

このような状況の中で、発注者側も混合物の製造方法について注目し始めている。

2.5 舗装関係研究機関

舗装の分野で最も充実した研究を行っているのは、マレーシア公共事業省の研究所(Institut Kerja Paya Malaysia)である。この研究所は1988年1月に発足し、舗装、交通安全、交通工学、土質工学、水理工学等の調査研究を行っている。現在イギリスとは研究交流を行っており、日本との研究交流も希望している。

3. マレーシアの舗装についての印象

マレーシアの舗装は維持管理の状況等日本に比べれば全般的には良くないという印象を受けるが、海外からの技術導入による優れた舗装も見うけられ、また、日本の専門家の協力も得た、道路管理者側の舗装維持管理に向けた努力もあり、国全体として着実に舗装についての技術を向上させているように思われる。

— 参考文献 —

- 1) マレーシア日本人商工会議所：「マレーシアハンドブック92」
- 2) 高橋 勉：「マレーシア新道路事情」

フィリピンの舗装事情

藤 島 幸 年*

1. まえがき

筆者は国際協力事業団の専門家として、1992年8月より、フィリピン国、公共事業道路省、研究基準局に派遣されており、当国の道路舗装プロジェクトの一員として指導を行っている。

研究基準局は日本の建設省土木研究所的な存在にあたり、公共事業に関する唯一の公的研究機関である。

道路舗装プロジェクトの目的は、日常のアドバイスの他、舗装に関する規準の見直し及びマニュアル作成に取り組んでおり、直面している最大の課題は、現在フィリピンで定められているAASHTO準拠の規準と、実態のギャップをいかに埋めるということである。本文では、フィリピン在住の見地から、道路事情、特に舗装に関するフィリピンの状況を紹介する。

2. フィリピンについて

フィリピンは、7,000の島々からなる群島国家であり総面積は約30万km²、これは日本の北海道を除いた大きさにあたる。1991年現在、人口約6,200万人に対し、全道路延長は約16万kmである。近年、フィリピンでは、地震、火山噴火と突発的な世界的にも最大規模の自然災害に見舞われていることは日本でも御承知の事と思う。

気候は熱帯性気候だが常に海からくる風の影響で温度は極端には高くならない。年平均気温は27℃で、最も高くなるのが3～5月である。

フィリピンの社会形成を理解してもらうために、歴史を簡単に述べる。16世紀にマゼランが上陸以来、スペインの統治下にあり、19世紀にアメリカの支配下に入った。その後第二次世界大戦で日本軍に占領された経緯をもっている。フィリピンは、スペイン統治以前から、マレー文化圏に属するものの、部族間の連絡がほとんどなかったため、他国の侵略により国家形成がなされた事になる。従って他の東南アジアの様な王制

がなかったため、古い文化というものが全く存在しない国である。戦後、独立国になったとはいえその再興にはアメリカの援助が大きな役割りを果たした。その中で日本は、昭和31年に対比賠償協定に調印し20年間にわたって履行している。

現在では、OECFローンを主とする諸外国の援助はフィリピンの国家予算のかかなりのウエイトを占めている。1991年の国家予算、約1,947億ペソ（9,735億円）のうち、道路予算は約5.4%の106億ペソ（約530億円）であるが、道路予算のうち諸外国の援助額が占める割合は総額のおよそ50%を占め、国道においてはなんと70%が援助によるものである。

3. 道路の現状

3.1 輸送機関

フィリピン国内における輸送機関は海運の他道路、鉄道および一部飛行機がある。そのうち道路輸送は、貨物輸送が約220億トンキロ／年で全体の約60%を占め、旅客輸送量をとれば、約530億人キロ／年で旅客量の80%を占めている。この様に輸送量からみても、道路利用が最大でかつ重要な交通体系である。

3.2 道路区分

道路区分はフィリピンの行政区分と対応しており、行政区分は70の州、60の市、約1,500の町、さらにその下に約40,000のバラングイから構成されている。表-1に、区分ごとの延長と舗装率、全天候率を示す。

表-1 フィリピンの道路現況

区 分		延 長 (km)	舗装率 (%)	全天候型率 (%)
国道	幹線国道	15,798	58	89
	二級国道	10,706	40	81
	全 体	26,504	51	86
州 道		28,960	12	62
市 道		3,949	67	93
町 道		12,820	26	80
バラングイ道		88,363	4	51
全 道 路		160,596	16	62

*ふじしま ゆきとし (財)高速道路調査会主任

全天候率というのは、舗装率と同じくフィリピンでは重要な指標であり、雨期、台風等にも関わらず通行可能な道路という意味をなす。中期道路整備計画(1993～1998)では、幹線道路の全天候率を現在の89%から100%とすることが目標にあげられており、道路の新設よりも維持修繕を優先させる政策がとられている。

高速道路については、供用中122km、建設中約47kmという状況であり、表-1では幹線道路に含まれている。

写真-1はマニラ市内の最大の幹線道路(10車線)、EDSAのコンクリート舗装道路のメンテナンス状況である。

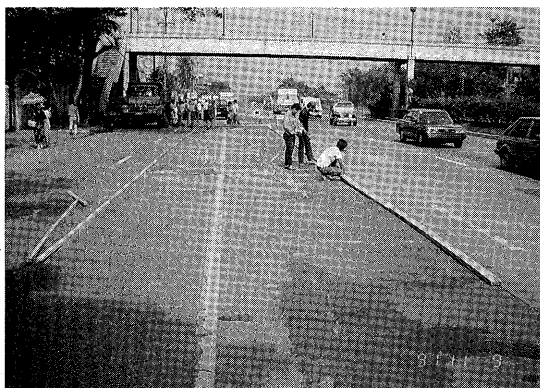


写真-1 市街地のコンクリート舗装

4. 道路舗装

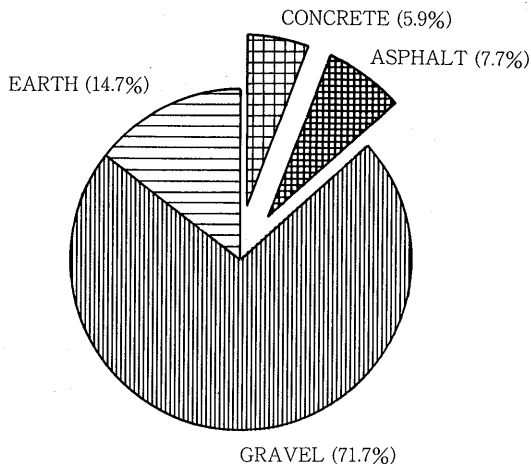
4.1 道路舗装の状況

フィリピンの舗装はコンクリート舗装、アスファルト舗装、砂利道(マカダム簡易舗装を含む)及び未舗装にわけられる。全道路を対象として延長比で表すと、コンクリート舗装、アスファルト舗装は、それぞれ5.9%と7.6%であり、日本でいういわゆる舗装道は全体の13.5%でしかない。その他砂利道が約70%を占め、未舗装(土道)が15%程度である。舗装タイプの比率を図-1に示す。

国道の舗装タイプは、コンクリート舗装23.5%、アスファルト舗装21.4%であり、砂利道は50%強を占める。これを、マニラ等、市街地道路を対象とすると、コンクリート舗装16%、アスファルト舗装が50%であり、アスファルト舗装の比率が高くなる。

これら舗装タイプは、他国の常識と比べて、セメントコンクリート舗装の比率が多いといえる。その理由は次の2点である。

- ①施工がアスファルトに比べ簡単であり、設備が小規模である。特に地方部で、アスファルト舗装を



注) TOTAL LENGTH: 161,018.356 km

CONCRETE PAVEMENT:	9,544.115 km
ASPHALT PAVEMENT:	12,361.207 km
GRAVEL ROAD:	115,416.119 km
EARTH ROAD:	23,696.915 km

図-1 フィリピンの舗装タイプ

注) 図-1は1986年調査であり
表-1と若干延長が異なる。

満足に施工できる設備がなく、技術者の数も十分ではない。

- ②コンクリートスラブの強さにより、道路の排水の悪さあるいは、路盤の施工不良をある程度カバーできる。写真-2は地方部のコンクリート舗装である。

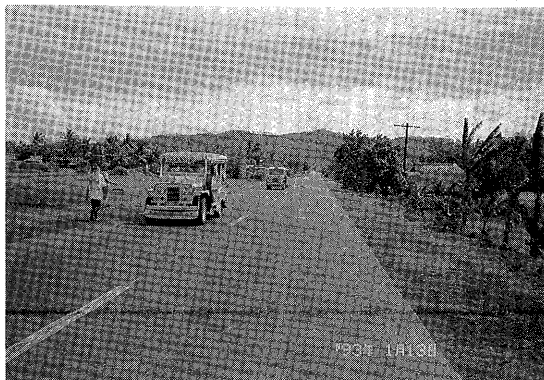


写真-2 地方部のコンクリート舗装

4.2 舗装設計

フィリピンの舗装設計は、公共事業道路省のデザインガイドにおおまかな設計手法が定められている。

デザインガイドの内容はAASHTO(1972)とロード

ノート29（イギリス，TRLの熱帯向け基準）を基に一部フィリピン向けに修正している。

アスファルト設計のうちAASHTOの修正箇所は，舗装厚を決定するのに用いるSN（舗装厚指数）を算出のための各層の係数を低減あるいは割増しをしているが，その根拠については明確ではない。

コンクリート舗装版の厚さは下層路盤の強度と設計交通量から決定される様になっているが，実施工では版厚23cm，目地間隔4mで，無筋コンクリートといった例がほとんどである。現在工事中的の新規道路は版厚25～26cmのものも，見られるものの，コスト高と施工難から，メッシュ筋入りのコンクリート舗装は普及していない。

4.3 舗装構造

前述のデザインガイドと実施工が合致しているとはいえず，舗装構造の実態を述べることは難しいが，図-2に幹線道路，図-3に簡易，砂利道路として比較的多く用いられている舗装構造を示す。

4.4 舗装の問題点

この国の舗装の問題点を論じる場合でも，問題点が

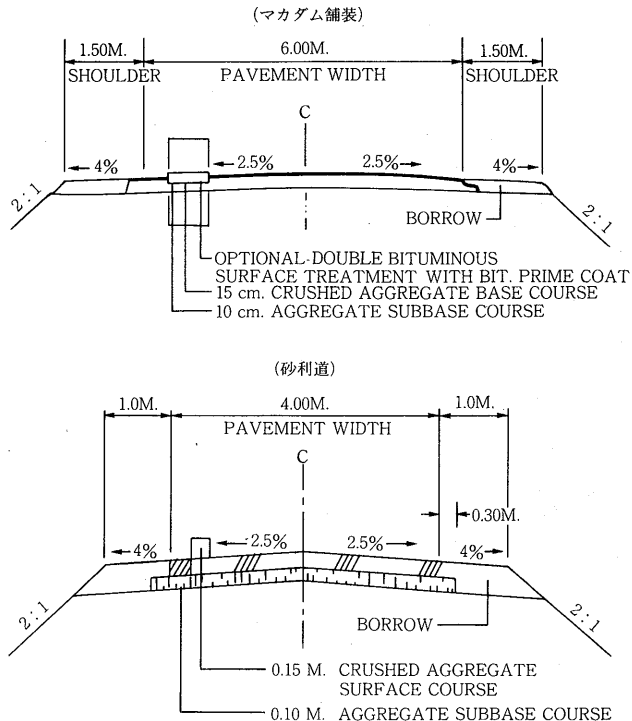


図-3 簡易，砂利道路の舗装構造

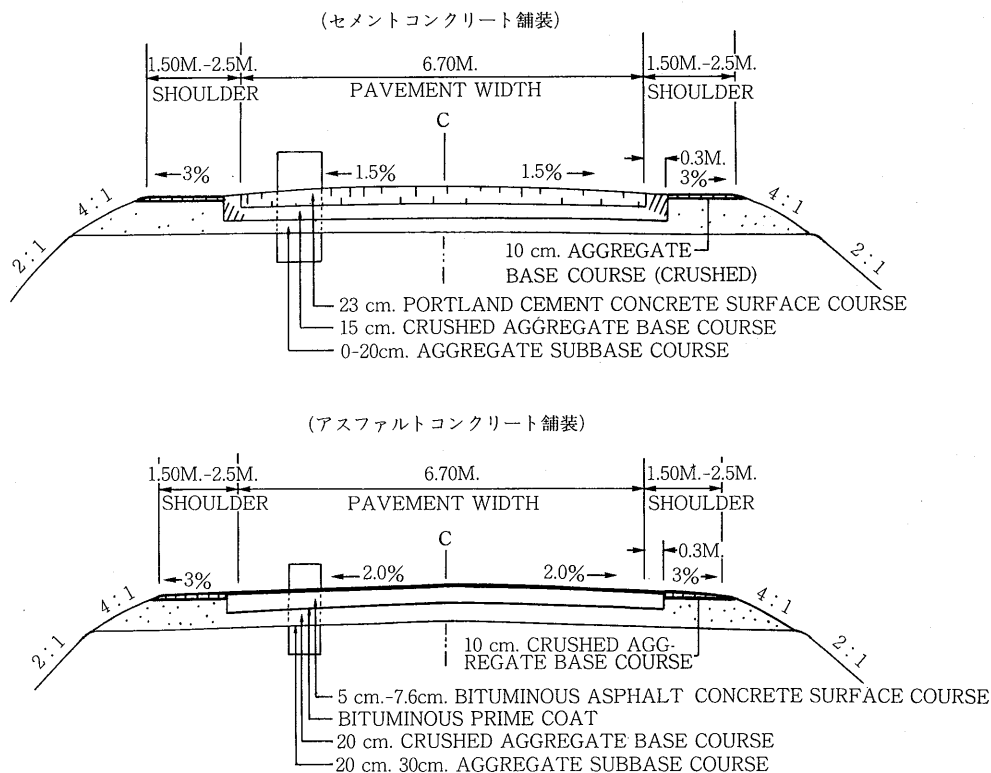


図-2 幹線道路の舗装構造

大きい程それがそのまま、フィリピンの社会問題に起因する事が多い。

すなわち、設備、機械不足あるいは技術者不足を理由とした、施工技術レベルの低さがインフラストラクチャー整備上の問題である。

ここではそういった本質に触れることを避け、技術的視野にたった具体的な一般論について述べるものとする。

(1) 基準について

前述の様に、現在公共事業道路省で使用されている基準はAASHTO (1972) の丸写しであり、フィリピン独自の特性に規定値が合致しているかどうか疑問である。

(2) 道路規格等

統一された道路構造令がない事が問題である。フィリピンの道路工事の契約体系からプロジェクトを落札したコンサルタントがどの国の基準をベースとして設計しているかによって設計細部が異なってくる。

舗装設計法に至っては、それこそ自由の国フィリピンを象徴する様に制限はない。落札（設計・工事監督）すれば、設計法も含めて、そのプロジェクトの基準となる。

(3) 材 料

骨材はすべて川砂利である。その為アスファルト用としては、破碎しても、基準値を得られない場合が多い。

また、スクリーンが充分でなく、最大寸法がまもられてなく、軟石、土の混入が多く見られる。

(4) 施 工

施工を規定する基準は大型機械施工を前提にしているが、実際は小規模な人力施工が多く、例えば写真-3の様な1バック練りの容積配合のコンクリート舗装の施工基準に合致しているとはいえない。配合設計で

どれだけ詳細に検討しても実施工での配合は追従していない。

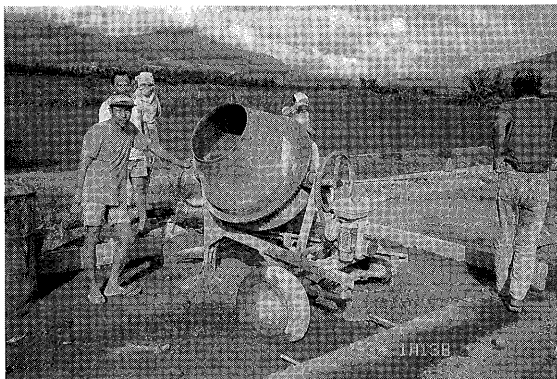


写真-3 地方部のコンクリート舗装の打設

5. おわりに

本文では、海外協力に現地で携わる者の見地から、フィリピンの舗装事情を紹介した。

この国には、高規格道路、超高層ビルが存在する。俗にいわれる様な、日本の何年前に相当する技術といった表現は絶対にできない。最新の工法、昔の工法が混在する国である。

筆者が仕事をさせてもらう上でこの国あるいはエンジニアに願うことは、さらに新しい技術を求める事より現在、実践されている工法を、今おかれている状況で一つ一つこなすことであり“きっちりやる”技術を確立させることである。

最後に本誌に寄稿の紹介をいただいた日本道路公団試験研究所、舗装試験研究室の鶴窪室長、また、本稿に必要な資料提供をいただいた、塚田・澤JICA専門家に対してお礼を申し上げます。

☆

☆

☆

☆

☆

☆

発展を続けるタイランド

小坂 寛巳*

1. 東南アジアの優等生

成田を飛び立って南西へ6時間余り、飛行機が高度を下げるにつれて眼下に広大な水田地帯が広がり、やがて高層ビルが林立するタイの首都バンコクに到着します。空港から市内へ向うハイウェイを走ってまず感じることは、その暑さとタイの人々のバイタリティでしょう。年平均気温が27度ほどの常夏ですが、気候はモンスーンの影響を強く受け、乾期（11月～5月）と雨期（6月～10月）に分けられます。乾期の前半は比較的涼しく過し易いのですが、後半になると次第に気温が上がり、特に4月にはバンコクで40度近くになります。道路を日中歩くものなら忽ち汗びっしょりになり、1km進むのも大変なほどです。また雨期に入ると毎日1～2時間程度のコールドがあり、9～10月には月平均雨量も400mm¹⁾を越え、雨が降り出すと屋外の活動は暫く休止となり南国生活の一面を覗かせてくれます。

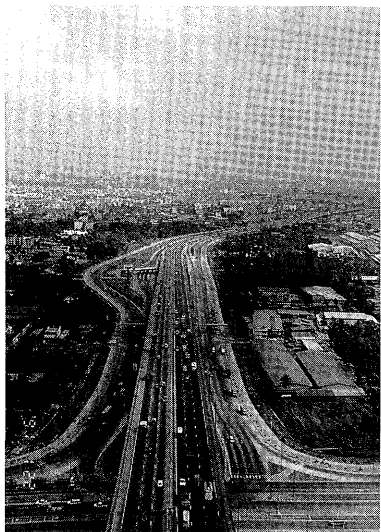


写真-1 ラマ九世橋塔上から望むバンコク市街

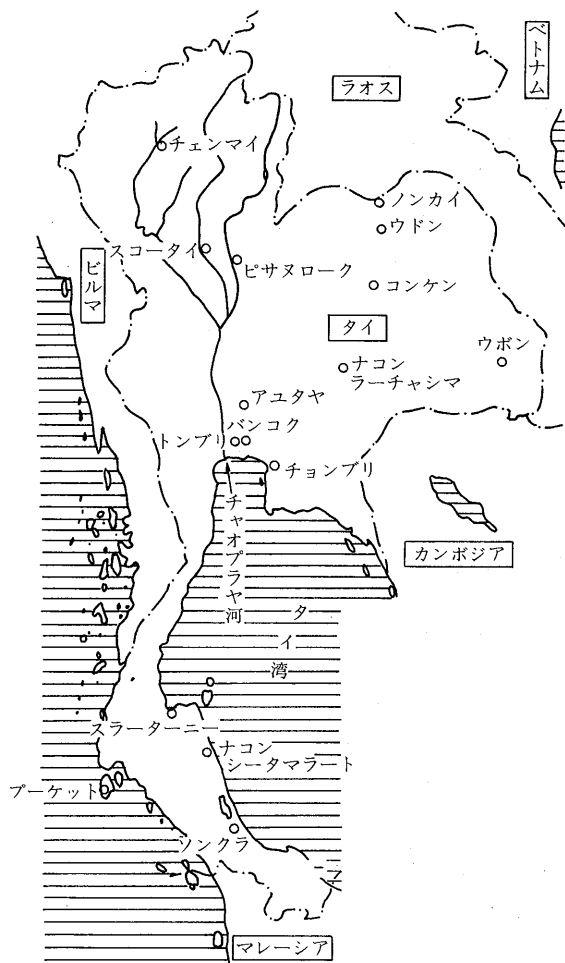


図-1 タイ国土

近年、タイの経済成長は目ざましく、1987年以降10%前後の高い伸びを示しています。一人当たりのGDPも現在では約1,500ドルにまでなっており、バンコクに限れば3,500ドル前後に達していると思われます。地域による所得格差が大きいのもその特徴ですが、バンコク市内のあちこちで高層ビルの建築現場を見かけるとともに、道路の立体化や高速道路等の建設も日夜行われ

*こさか ひろみ 首都高速道路公団神奈川建設局設計課長

ています。暑い国ですので、仕事ぶりは日本と異なりますが、朝早くから、人々は混雑したバスを乗り継ぎあるいは自動車に分乗して通勤通学している様子を見ていると、昭和30年代の日本ともよく似ていて市内全体に活気があり、発展を続けるタイの人々のバイタリティを感じるしだいです。

21世紀に向けて世界の中でも大きな成長を持続すると考えられているアジアにあって、タイは東南アジアの優等生と言われ、所謂発展途上国から中進国入りへの過程にあり、経済援助についても被援助国から脱皮しつつあるのが現状です。

2. 道路交通事情

タイの国土面積は日本の約1.4倍の51万km²です。地形的な特徴としては、バンコクを中心として北部にかけて広大な平地と山地がカンボジア、ラオス、ビルマへと続き、南部にかけてはタイ湾の周りに細長い陸地がマレーシアへと続いています。バンコクを中心とした首都圏の面積は、全国土の約0.3%で、そこに全人口5,600万人のうち約600万人が住んでおり、日本以上に一極集中となっています（第二の都市の人口はおおよそ20万人）。

タイの道路網は表－1のように各種別ごとに整備されており、ここで道路種別について説明しますと次の

表－1 道路種別道路延長（1990年）

（単位：km）

道路種別	道 路 管 理 者	道路延長
特別国道	運輸通信省道路局（DOH）	指定のみ （193）
国 道	運輸通信省道路局（DOH）	18,445
県 道	運輸通信省道路局（DOH）	33,860
地方道路	内務省公共事業局（PWD）	3,592
	内務省地方開発促進局（ARD）	30,120
	国防省最高指令部移動開発隊（MUD）	913
	農業・協同組合省王立灌漑局（RID）	16,901
	県行政連合（CAO）その他	81,074
	計	132,600
市道及び 衛 生 区 道 路	バンコク首都圏庁（BMA）	2,800
	その他の自治体及び衛生区	11,924
	計	14,724
特許道路	運輸通信省道路局（DOH）	0
高速道路	タイ高速道路・鉄道公社（ETA）	27
合 計		199,656

通りになります。

(1) 特別国道

沿道利用を規制し、出入制限を行っている高規格の国道であり、バンコク周辺の交通量の特に多い重要な4路線が指定されています。いずれも暫定供用中または施工中でして、完成した状態で供用されている区間はありません。

(2) 国道

国道は、主要都市間を結ぶ一級国道と、これを補完し各県庁を結ぶ二級国道の二つに分類されており、前者には1桁または2桁の、後者には3桁の路線番号が付されています。

(3) 県道

国道を補完し、県庁と郡庁、郡庁相互間等を連絡する路線であり、近年、この整備が重点的に進められています。路線番号は4桁になります。

(4) 地方道路

タイの地方行政組織に位置付けられる地方自治体または衛生区の外側にある道路であり、地域の生産活動・日常生活と密接に結びついているものです。建設は目的により多数の政府機関によりなされますが、県庁が間接的に責任を持っているほか、建設後は他の機関に移管されることも多いのが現状です。

(5) 市道及び衛生区道路

地方自治体にある道路であり、バンコクなど主要な自治体では自ら建設・管理を行うことができますが、その他の自治体については内務省公共事業局（PWD）が建設し、管理のみ自治体に移管されています。

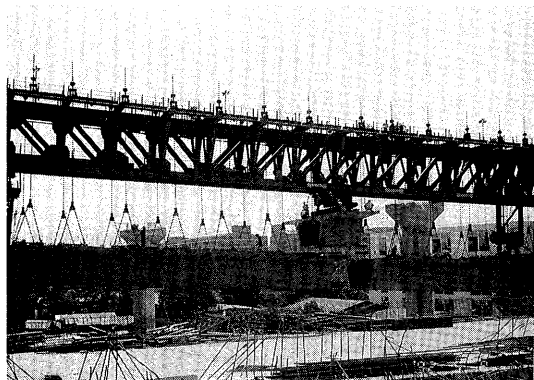
(6) 特許道路

民間セクターが、DOHとの契約により道路を建設し利用者から料金を徴収してその建設・管理資金を回収し、契約期間満了後は公共道路として無料開放される道路ですが、現在はまだ存在しません。

(7) 高速道路

バンコクの交通混雑緩和のために、1972年に内務省の管轄下に設立されたタイ高速道路・鉄道公社（ETA）により建設・管理される有料の自動車専用道路であり、現在、第1期計画27.1kmが供用中です。さらに第2期計画として約32kmをバンコク高速道路株式会社（BECL）とBOT方式で契約がなされ、1990年6月より本格的な工事が行われており、今春の一部（約20km）が開通予定です。

さて、1989年のタイ全国の自動車登録台数は全車種合計で650万台であり、その車種構成は、乗用車10.2



写真－２ 建設中の都市高速道路第２期計画

%, バス7.0%, トラック16.4%, オートバイ63.9%, その他2.5%となっています。乗用車の約75%がバンコクに集中していることと、最近特にオートバイの伸びが大きいことが特徴です。

また、1990年に実施されたDOHの交通量調査によりますと、国道31号のドンムアン空港とバンコク市内を結ぶ区間が121,524台/日と全国一の日平均交通量を示しており、中央地域の主要幹線道路は概ね1万台/日を越えています。しかし、他の地域は主要都市周辺では

高い交通量を示すものの概して交通量は低く、国道の日平均交通量8,000台未満の区間の割合を地域別に示しますと、東北部の93%を最高に、北部85%, 南部80%, 中央部57%の順となっています。

ETAが管理するバンコク市内の高速道路につきましては供用延長27.1kmにも拘わらず一日の通行台数は30万台を越えており、朝夕は日常的にかなり渋滞するようになっています。高速道路上に何人もの警察官が立って交通規制を実施している様子を見ますと、いかにもタイらしいと思えてくるのです。

3. 舗装の現状

国土全体をネットワークする国道、県道の整備状況の推移を表－3に示しましたが、1965年から1990年までの間に国道の舗装延長が5,046kmから17,401kmに、そして舗装率が35.8%から94.3%に増大しています。また、県道についても舗装延長で405kmから22,531kmに、舗装率で4.9%から66.4%に向上しています。

タイで本格的に近代的な道路が建設されるようになったのは、1953～54年にかけてアメリカからの援助で開始された現在の国道2号線の一部区間の事業に始まり

表－2 自動車保有台数の推移

(単位：千台、台/千人)

	乗用車	バス	トラック	その他	小計	オートバイ	計	人口千人当り保有台数	
								タイ	日本
1980	(234) 321	(86) 148	(86) 300	(31) 49	(438) 817	(172) 920	(610) 1,737	(93.6) 18.2	324.2
1982	(282) 382	(122) 200	(122) 537	(37) 58	(563) 1,177	(339) 1,422	(902) 2,600	(103.1) 24.1	349.1
1984	(407) 521	(140) 243	(108) 600	(39) 66	(694) 1,431	(436) 1,917	(1,130) 3,348	(134.2) 28.3	371.0
1986	(435) 540	(159) 269	(123) 608	(44) 69	(760) 1,487	(485) 1,826	(1,245) 3,313	(141.7) 28.7	382.3
1989	(493) 663	(254) 455	(294) 1,064	(36) 169	(1,077) 2,352	(645) 4,154	(1,722) 6,505	(184.6) 42.1	451.2

(注1) その他とは、モーター三輪、トラクター、ローラー、農業用車両、ローリー等である。

(注2) 上段()内の数字は、バンコク分で内書である。

(注3) 人口千人当り保有台数にはオートバイは含まない。

表－3 国道及び県道の整備の推移

(単位：km)

	国 道				県 道				合 計			
	舗 装	未舗装	建設中	計	舗 装	未舗装	建設中	計	舗 装	未舗装	建設中	計
1965	5,046	4,436	4,600	14,082	405	2,389	5,475	8,269	5,451	6,825	10,075	22,365
1970	8,260	1,781	4,284	14,685	1,479	4,413	11,426	17,318	10,099	6,194	15,710	32,018
1975	11,840	818	2,776	15,434	3,396	4,043	15,447	22,886	15,236	4,861	18,233	38,335
1980	13,733	160	980	14,873	8,670	5,587	14,709	28,966	22,403	5,747	15,689	43,839
1985	15,132	86	483	15,701	17,124	4,893	8,440	29,457	31,256	4,979	8,923	45,337
1990	17,401	85	959	18,445	22,531	5,428	5,901	33,860	39,932	5,513	6,860	52,305

ます。従って、タイの道路構造にはAASHTOの影響が大きく反映されています。図-2は、バンコク市内幹線道路の舗装構造の例ですが、各材料の仕様もAASHTOの規格に準じているのが一般的です。アスファルトの針入度については、これまで80~100が多く使用されてきましたが、最近は60~80も使われはじめているのが現状です。また、アスファルト舗装とコンクリート舗装の割合についてですが、バンコク市内の高速道路ではそれぞれ90%、10%となっており、全国の幹線道路でも正確な比率は不明ですが、やはり圧倒的に多くアスファルト舗装が使われています。しかし、近年国道の改築及び拡幅工事ではコンクリート舗装の施工例が見られ、コンクリート舗装の割合も少しずつ増えているように思われます。

4. 今後の道路整備

タイにおける本格的な道路整備は、第1次国家経済社会開発5ヶ年計画（1962~66年）の策定に始まりませんが、表-4に示しますように1991年10月からは第7次道路整備5ヶ年計画が始まっています。この5ヶ年計画では幹線道路の整備、特にその質的整備が中心的な施策となっており、都市間高速道路の整備着手及び主要国道の拡幅が予定されております。タイでは、DOH, ETA, PWD, BMAなどと様々な機関が道路整備を行っています。バンコク首都圏では特にこれらの機関の各計画を調整して実施していくことが重要になってくると思います。

バンコク市内の交通混雑は世界的にも有名ですが、交通量の増加に対して道路整備が間に合わず、その状況は増々深刻化しています。1992年8月には、日本の無償援助により市中心部の目抜き通りが延長1.6kmに渡り立体交差化されました。その他にも、中央環状線を中心にして、あちこちで立体交差化されていますが、今後もこのような改良が積極的に行われていくでしょう。

表-4 第7次道路整備5ヶ年計画

	事業区分	事業 数	延 長 (km)	投資額（百万バーツ）		
				計 画 期間中	次 期 計画へ	合 計 (%)
国 道	高速道路 建 設	5	198	9,200	5,600	14,800(15.1)
	4車線化	91	2,337	23,370	5,171	28,541(29.2)
	立体交差、 長 大 橋	44	18	4,931	1,292	6,223(6.4)
	新設道路 建 設	19	214	1,162	247	1,409(1.4)
	舗 装 化	2	17	37	14	51(0.1)
	改築修繕	89	2,490	8,146	1,867	10,009(10.2)
	小 計	250	5,274	46,846	14,187	61,033(62.4)
県 道	4車線化	7	57	1,318	177	1,495(1.6)
	立体交差、 長 大 橋	9	3	360	48	408(0.4)
	新設道路 建 設	42	773	4,513	960	5,473(5.6)
	舗 装 化	213	5,069	11,871	3,299	15,170(15.5)
	改築修繕	146	3,505	9,844	2,410	12,254(12.5)
	小 計	417	9,407	27,906	6,894	34,800(35.6)
	交通安全対策		—	2,000	—	2,000(2.0)
合 計	667	14,681	76,752	21,081	97,833(100.0)	



写真-3 藤井大使、クリスグ知事が出席して行われたフライオーバー開通記念式典

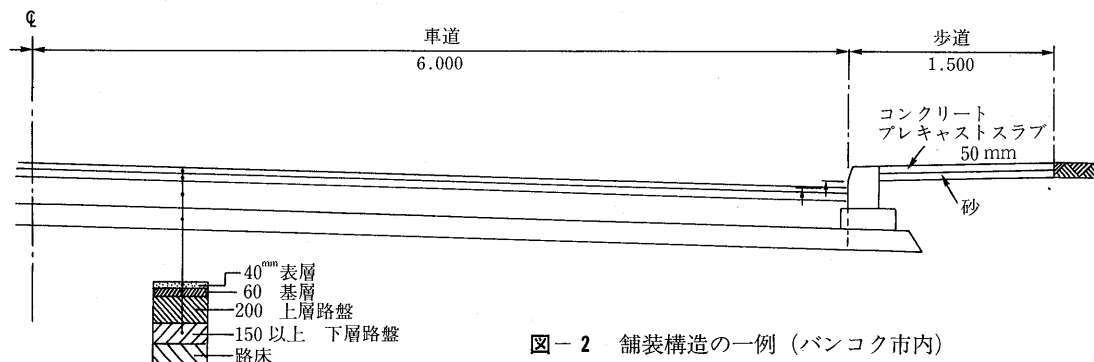


図-2 舗装構造の一例（バンコク市内）

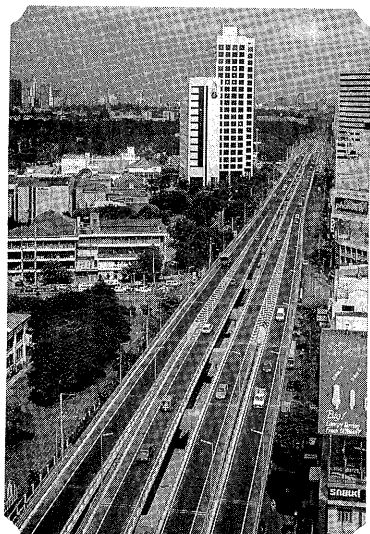


写真-4 ルンピニ公園の脇を通る新しいフライオーバー

う。また、バンコクには現在約200の交差点に信号機が設置されていますが、コンピューターで集中的に制御されておらず、現場の交通警察官により手動制御されているのが現状です。その結果、サイクルタイムも一定ではなく、時には20～30分待たされることもある状況です。これら交差点の交通処理を効率的なものとし、容量を増大していくことも重要な課題となっています。

— 参考文献 —

- 1) バンコク日本人商工会議所：タイ国経済概況
(1991～92年版)

フルデプス・アスファルト舗装設計施工指針（案）

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

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7

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

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

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

目 次

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

ミャンマーの道路事情

石 井 一 生*

1. ミャンマーの道路事情

1.1 国の概要

1.1.1 政治状況

ミャンマーは、英国による植民地化、第二次世界大戦中の日本による占領を経て、1948年独立を果たした。

1962年の軍事クーデター以降ビルマ社会主義計画党による一党独裁体制のもとで、農業を除く主要経済分野を国有化するなど閉鎖的な独特のビルマ式社会主義を実施するが、1980年代にはいと主要輸出産品である米等の一次産品の国際価格の下落により国際収支が悪化し、経済成長率が鈍化、86年からはマイナス成長に転落してしまった。

経済的な困難の高まりの中、高額紙幣の廃貨（いまままで流通していた紙幣を突然廃止する措置）を行ったことなどにより、国民の不満が高まり、1988年3月以降学生や市民による民主化要求デモが多発するようになった。

1988年9月、危機的状況に陥った行政機能を立て直すとして国軍によるクーデターが勃発した。

全権を掌握した国軍は、1989年3月社会主義経済政策の放棄を正式に発表し、以降外資導入政策など経済開放化政策を推進するが、劣悪なインフラや非効率な行政システム、異常な為替政策などのために、一部石油開発関係投資を除けば、小規模な流通関連投資のみ行われたにとどまっている。また、軍事クーデターによる政権奪取に批判を強めた西側先進諸国からの援助停止措置により、当国のみではどうすることもできない大規模経済インフラの整備は進展せず、今後の海外からの一般投資受け入れに対して大きな阻害要因になっている。

1990年5月、かねてからの約束どおり軍事暫定政権は総選挙を実施するが、その前年のアウン・サン・スーチー女史自宅軟禁措置等強権的な政策をとり続けたため、かえってアウン・サン・スーチー女史率いる国

民民主連合が圧勝する結果となった。

しかしながら、選挙後すぐさま召集されると思われた国会は3年過ぎた現在も召集されていない。92年4月にソウ・マウンより政権を引き継いだタン・シュエ議長は、政治犯の釈放など比較的前向きな政策をとり、新憲法起草にあたって基礎となる国民的コンセンサスを形成することを目的として国民会議を93年1月より開催している。今後、そのコンセンサスに基づき国会議員が新憲法を起草し、憲法に基づいて設立された政府に政権が委譲されることになる。

1.1.2 国勢及び社会経済状況

ミャンマーの国土面積は約68万km²、人口は約4,000万人であり、日本の約1.8倍の面積に約3分の1の人々が住んでいる。

一人当たりGDPは500米ドル強（90年度）で、かつては東南アジアの富める国家であったものが、政府の経済運営の失敗から最貧国の一つとなってしまった。

全国民の約8割はビルマ族であるが、カレン族、シャン族、カチン族等の有力な少数民族を含めて総数で135民族が住んでいるとされており、国内の少数民族問題は大きな政治課題となっている。

国民性は極めて穏やかで、感情を外に出すことはほとんどなく、第二次世界大戦中の旧日本軍による占領支配を経験しているにもかかわらず、対日感情は極めて良好である。

気候は大きく雨期と乾期に分けられ、5月下旬から10月中旬にかけての雨期は激しい雨が終日続くことが多々ある。反対に乾期には雨が一滴も降らない日が数ヶ月も続き、その内特に3月下旬から4月下旬にかけては、日中の外気温が摂氏50度近くにも達する。

基本的に農業国であり、年間輸出総額約5億ドルのうち米等の農林水産品が約7割を占める。特にチーク材はカンボジア紛争の影響もあり現在唯一の供給源となっている。なお、年間を通じて温暖な気候と非常に

*いいい かずお 建設省道路局地方道課長補佐（前在ミャンマー日本大使館二等書記官）

広大な耕作可能地域を有しているが、灌漑施設が不備なため、ほとんどの地域において雨期にしか水田耕作は実施されていない。

貿易は慢性的な赤字であるが、現政権による経済開放政策が進められてきた結果、民間部門の経済活動は比較的活発に推移している。しかしながら、劣悪な経済インフラや実勢と大きく乖離した為替レート等経済発展に対する阻害要因が多く、投資は油田開発投資を除けば、シンガポール資本による家電小売店舗への出費など比較的小規模な流通関連投資に限られている。

石油は一応自給されているが、生産量は年間500万バレル程度であり、供給が需要に追いつかないため、ガソリンは配給制になっている。1989年に陸上石油鉦区を日、米、英、豪、加等の石油開発会社に開放し、石油開発を進めたが、一社も当たらず昨年度全社撤退した。

電力状況は極めて悪く、一般住民の居住地域は大規模な計画停電が通年実施されているほか、電圧の変動も極めて大きい。

1.2 道路の状況

1.2.1 道路の種類

行政組織は、国、州 (STATE) または管区 (DIVISION)、県 (DISTRICT)、郡 (TOWNSHIP)、区、村落区、村落からなるが、首都ヤンゴン及び北部ミャンマーの中心都市マンダレーは中央政府直轄の特別市で中央省庁並みの行政権限を有する。



写真-1 ヤンゴン市内のダウントウンの道路

ミャンマーの道路は、道路管理者により連邦道路、幹線道路、市町村道、その他の道路に分けられ、連邦道路及び幹線道路は国 (建設省道路公社) が、市町村道は市町村 (郡、区開発委員会等) が管理する。その他道路を除く道路総延長は約2万マイル (3万2,000キ

ロ) で、うち国道 (連邦道路+幹線道路) は約1万5,000マイルである (2万4,000キロ)。

国土面積に比して国道延長は短い、人口当たりで見れば東南アジア屈指であるといえる。ただし、主要幹線道路を補完する地方道に当たる市町村道の延長は約5,000マイルしかなく、道路網構成上極めて偏った状況にある。

1.2.2 道路整備の状況

1962年のネ・ウィンによる社会主義革命以後約30年にわたる鎖国政策と1980年代以降の農産品の国際価格下落による経済不振、さらには道路等インフラ整備に対する国の優先順位の低さなどにともない、現在の道路整備水準は極めて劣悪である。

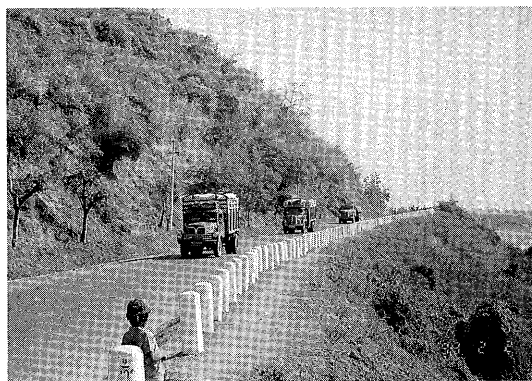


写真-2 首都ヤンゴンと中部ミャンマーの主要都市ピーを結ぶヤンゴンーピー道路

ADB (アジア開発銀行) の援助で92年度完成

南北を縦断するエヤワディ、タンルウィン、シッタソニ河の三大河川があり、現在でもそれらにほとんど橋が架設されていないことから、東西交通についてはほぼ分断状態にある。また、現在の道路のほとんどはイギリス統治時代に建設された幹線道路が主であり、幹線道路をつなぐ地方道が少ないことや、幹線道路においてすらその後の維持管理が不十分であったことなどから、線としての道路はあるものの、国土を結ぶネットワークとしての道路は皆無といっても過言ではない。

1988年の軍事クーデターの原因は、一般国民の民主化要求デモに端を発する暴動激化のためであったが、その背景には経済不振や物価上昇にともなう住民の生活困窮があり、物流インフラの未整備もその一因であった。

その反省にたつて、現政権は交通輸送手段の確保を

国の優先課題の1つに掲げ整備を強力に推進している。そのため首都ヤンゴンや一部都市間を結ぶ主要幹線道路はかなり改善されてきている。しかしながら、1988年の暴動以降日本を含む主要援助国は政府間援助を停止し、そのため政府の外貨予算は極度に逼迫しており、アスファルトや鋼材等の輸入を要する建設資材や一般建設機械は必要量を確保することができず、絶対的に不足している。そのため、内貨部分の投資規模拡大の割には事業は進んでいないのが実情である。特に交通ネットワークの整備上大きなボトルネックとなっている三大河川の架橋については、技術的な面及び資金的な面の双方においてミャンマー独自では対応できず、外国の援助は必須である。



写真-3 イラワジ川を渡るフェリー

2隻で1時間に1本、渡間時間約30分

なお、当国は石油を一応自給しているが、石油はほとんどアスファルト分を含まない軽質油であるため、アスファルトは全て輸入に頼っている。また、鋼材については2つの製鋼所で少量の丸鋼を製造するのみで、建設資材としての鋼材はほとんど輸入に頼らざるを得ず、セメントについては3つのセメント工場で製造しているものの、供給が需要に追いつかず、中国やインドネシアからかなりの量を輸入している状況にある(実数は全く不明)。

1.2.3 道路交通の状況

経済開放化政策の進展から自動車取引が比較的自由に行えるようになったため、良質な日本製中古車の輸入が急増しており、登録車両数はここ数年間で3割増の約20万台に達した。そのため交通事故が急増してい

るといわれている(注：ミャンマーは右側交通である)。

貨物輸送は、民間部門にゆだねられており、国鉄を含む国営企業の輸送トンベースのシェアは10%に満たない。民間部門の輸送手段別内訳は統計上明らかにされていないので、道路交通の占めるシェアは正確にはわからないが、民間部門の輸送手段としては実際上自動車輸送しか考えられないことから、輸送トンベースでは道路交通が全輸送量の9割近くを分担しているものと考えられる。

旅客輸送については、国営機関の統計しかなく、民間部門の輸送人数ベースの数字すら不明であるが、貨物輸送における国営機関の割合が10%に満たないこと及び民間部門は自動車交通が主であること、自動車保有台数が増加していることなどから、自動車交通が相当数を占めなおかつシェアも増加しているものと考えられる。

1.2.4 道路舗装の状況

道路に関する技術基準は、基本的には旧宗主国である英国のものを採用している。ただし発展途上国に一般にみられるように、各援助国による規格が混在しており、最大援助国である日本のJIS規格等も一般的である。

舗装種別は、ほとんどがアスファルトであるが、建設機械や材料不足などから、浸透式工法などの簡易舗装を採用している場合が多い。そのため、激しい降雨を伴う雨期を一度でも過ぎると、舗装表面はかなりのダメージを受ける。

ストレートアスファルトは、日本では積雪寒冷地において一般的な針入度80/100のものが通常使用されており、特に乾期には外気温が50度にも達するため、舗装表面温度の上昇による路面の流動が著しい。

また、舗装材料の品質管理や敷設技術自体も極めてお粗末であり、降雨時に平気で舗設作業をしている姿も度々見られる。

舗設作業を含む建設機械は、援助機材として入れられたものがほとんどであり、当国の外貨不足の影響を受けスベアパーツの購入が困難で、援助対象事業終了後急速に所要の機能を発揮しなくなるものが多くみられる。

エジプトの道路交通現況と課題

松村 哲男*

1. 国の概要

1.1 地理, 気候

エジプトはアフリカ大陸の北東部に位置し、北は地中海、東は紅海、西はリビア、南はスーダンに接する方形の本土とシナイ半島からなっている(図-1)。その面積は約百万km²で日本の約2.7倍に当たる。その国土の95%が砂漠であり、残りの5%がカイロから南はナイル川に添った帯状の、カイロから北はデルタ状の農耕緑地帯である。

気候については、内陸部は砂漠性気候で降雨はほとんどなく、1年中乾燥している。温度も首都カイロでは、最高が35~6℃、最低が5~6℃と寒暖の差がある。一方、北部海岸は地中海に面するため、200mm程度の降雨があり、内陸部に比べて温度差は少ない。また3~5月にはハムシーンと呼ばれる砂嵐が発生する。

1.2 歴史, 人口等

エジプトは世界4大文明の1つであり、5千年の歴史を誇る国である。特に、砂漠に浮かぶピラミッドと

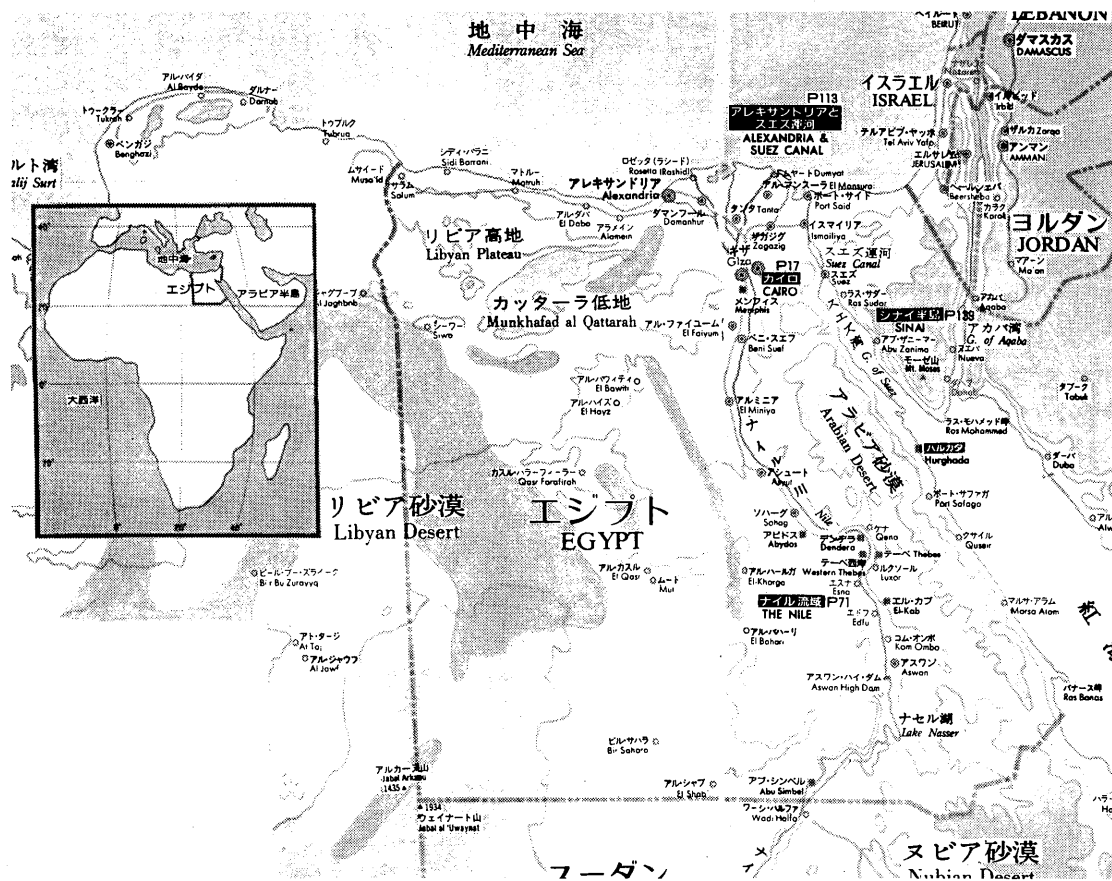
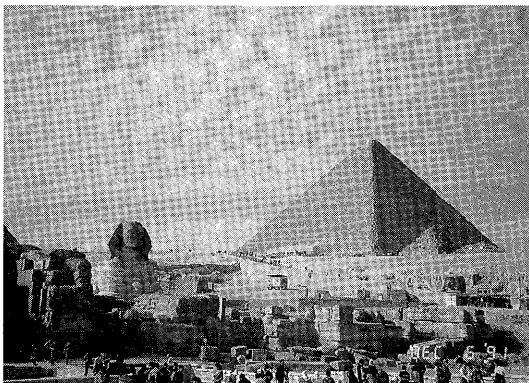


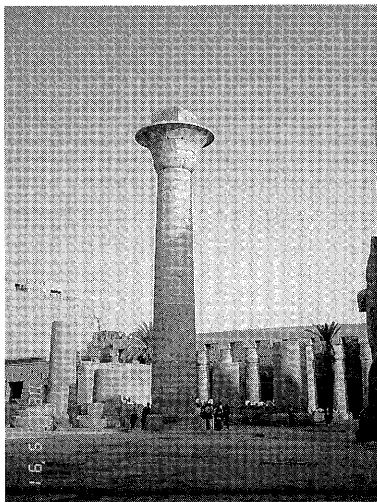
図-1 エジプトの位置

*まつむら てつお 建設省土木研究所総合交通安全研究官

スフィンクス（写真－１）及びルクソール（写真－２）等の古代宮殿は余りにも有名である。その後、1500年代になってオスマントルコ帝国による支配、1800年前後にはナポレオンの遠征、イギリスの占領を経て、近代においては、第１次世界大戦後の1922年にイギリスから独立し、1952年には軍事クーデターにより共和制の国家となった。また、1948年から４次にわたり、イスラエルと中東戦争を行っている。



写真－１ ５千年の歴史を物語るピラミッドとスフィンクス



写真－２ 紀元前21世紀に建造されたルクソール大神殿

人口は約5,500万人で、そのうち約1,600万人が首都カイロとその周辺に住んでいる。

言語は、アラビア語が公用語であるが、カイロ等の大都市では英語も通用する。宗教はイスラム教が国教

となっているが、信教の自由は保証されている。イスラム教以外では、キリスト教系のコプト教徒が人口の約６％を占めている。

1.3 政治、経済

1.3.1 政治機構

立法機関としては、任期５年、議員総数458人の人民議会がある。現在エジプトにおける合法政党は、与党の国民民主党及び野党の社会主義労働党初め合計９党がある。

元首は大統領であり、1954年にナセル大統領が就任し、スエズ運河の国有化を宣言するとともに、ソ連寄りの政策を推進した。1970～1981年の10年間はサダト大統領がイスラエルとの和平、西側諸国との協力関係を重視した政策を推進した。サダト大統領暗殺の後には、ムバラク大統領が国民投票によって選出され、再選を経て今日に至っている。

行政府としては、大統領の下に、総理大臣及び外務省を初め各省が設置されている。道路交通を担当する省として、運輸省（Ministry of Transport）がある。また大統領直属の機関として、社会主義検事総長、スエズ運河庁等がある。

1.3.2 社会経済状況

国内総生産（GDP）は1988年時点では553億エジプトポンド（約２兆２千億円）で、１人当たりの国民総生産（GNP）は約650ドル（約７万８千円）である。国内産業のGDP構成比では、金融・商業（24％）、農林・漁業（21％）、鉱業・製造業（17％）、運輸・通信業（7％）及び建設業（5％）等となっている。

一方、エジプトの主要な外貨収入源は、海外労働者からの送金（35億ドル）、スエズ運河からの収入（13億ドル）、原油生産による収入（11億ドル）及び観光収入（9億ドル）となっている。

また、国家予算は303億エジプトポンド（約１兆２千億円）の規模である。

2. 輸送ネットワーク

エジプトの輸送ネットワークは、空輸を初め、自動車、鉄道及び舟運により構成される。人の輸送は鉄道と自動車がその大部分を分担している。物資の輸送については自動車がその大半を、残りを鉄道と舟運により分担している。ここでは鉄道、舟運及び自動車輸送について触れてみたい。

2.1 鉄 道

エジプトの鉄道の歴史は古く、1852年にカイロ～ア

レキシンドリア間の建設が始まった。1952年の革命以降は運輸省管轄下の国鉄により統轄されている。現在、路線延長は4,990m、カイロを中心に地中海のアレキシンドリア、紅海のスエズ、南のアスワン等の主要都市を結んでいる（写真－3）。1990年には、411億人キロの人々と、32億トンキロの物資を輸送している。



写真－3 カイロとアレキシンドリアを結ぶ鉄道

2.2 舟 運

舟運の総航行距離は、ナイル川本線（写真－4）及びデルタ地帯を流れるナイル川支川、更には、運河を利用しての782万kmである。貨物の輸送量は、約13億トンキロに達する。



写真－4 デルタ地帯を流れるナイル川

2.3 自動車

自動車登録台数は、1990年で約150万台であり、その内、乗用車、トラック、タクシー及びバスが、それぞれ、65%、26%、6%、2%を占める。

人の輸送については、バスとタクシーがその大部分を分担している。バスは、年間200億人キロを輸送して

いる。また、タクシーの1日当たりの乗客数は90万人に及ぶ。

一方、物資の輸送については、国営企業と民営会社があり、合計で年間約200億トンキロを輸送している。その内、国営企業のシェアは約1割程度である。

3. 道路交通の現況

3.1 道 路

3.1.1 現 況

エジプトには、道路の分類が高速道路、1級道路、2級道路、3級道路のように4段階となっている。高速道路は中央分離帯を有する出入り制限された道路である。1級道路は大都市又は人口集中地域を結ぶ道路である。2級道路は州都間または州都と1級道路を結ぶ道路である。3級道路は集落間及び1、2級道路を結ぶ道路である。

道路延長は全体で約49,000kmあり、その内、舗装済み道路は35,000km、未舗装道路は14,000kmである。更に舗装済み道路の内訳は、中央分離帯を有する4車線以上の道路が1,952km、有料道路が650km、主要道路が14,000km、その他の道路が18,000kmである。なお、舗装はほとんどすべてがアスファルト舗装である。エジプトの代表的な道路として、砂漠の中を走る高速有料道路（Desert Road）があり、カイロ～アレキシンドリア間、カイロ～イスマイリア間を連結している（写真－5、6）。また、カイロから北側のナイル川流域のデルタ地帯を走る主要道路として農業道路（Agricultural Road）がある（写真－7）。スエズ運河を横断する道路に、エジプトの唯一のトンネルがある（写真－8）。



写真－5 砂漠の中を走るデザート道路
（カイロ～イスマイリア間）

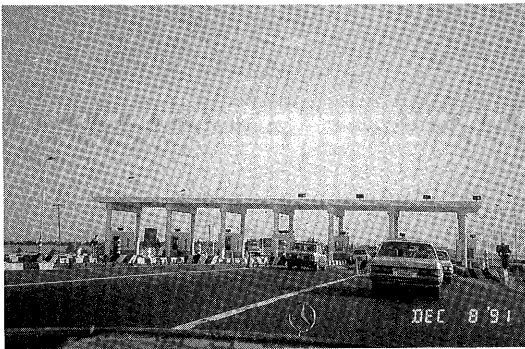


写真-6 有料道路のトルゲート
(料金は乗用車で40円)



写真-7 デルタの穀倉地帯を走る農業道路
(カイロ～アレキサンドリア間)



写真-8 スエズ運河の下を潜るトンネル

3.1.2 設計基準

道路の設計基準は原則として、道路の幾何構造についてはアメリカのAASHTO、橋梁等の構造物についてはイギリスのBS又はドイツのDANEが採用されている。設計速度は、中央分離帯を有する道路は120km/h、それ以外の主要道路は100km/hである。また、道路を通行する車両の大きさは、幅が2.6m、高さが4m、軸重が10トンで制限されている。

3.1.3 道路の維持管理

エジプトで維持管理上問題となっている事項は、舗装(写真-9)及び橋梁の維持補修に関すること、交通安全対策及び春先に発生するハムシーン(砂嵐)によって路面が砂に覆われ、交通不能となること等である。

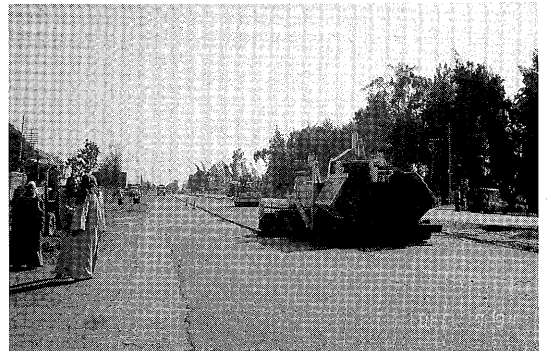


写真-9 舗装修繕の状況
(カイロ～アレキサンドリア間の農業道路)

3.2 交通

3.2.1 交通量

運輸省の下部組織である道路・橋梁局では毎年主要道路における交通量について、143ヶ所の定点観測を行っている。カイロ周辺の主要道路では1日当たり交通量が4万台近くあり、大都市間を結ぶDesert Roadでは1～2万台/日の交通量がある。またカイロ市内では人と自動車で交通が輻輳している(写真-10)。

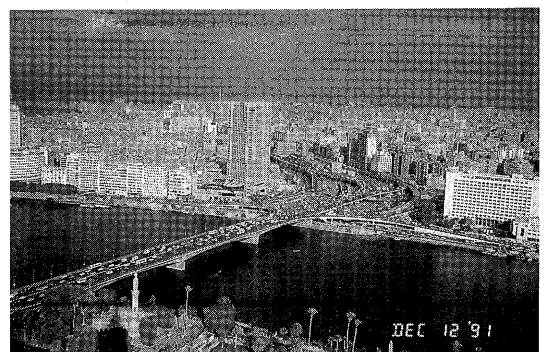


写真-10 カイロ市内の幹線道路の混雑状況

3.2.2 交通事故

死亡事故は年間で3,500件程あり、その内約60%は都市内で発生している。また事故の類型としては、側面衝突が32%、追突が28%、歩行者が23%となっている。

3.2.3 過積載の取締り

主要港湾と主要都市を結ぶ路線には、過積載を取締るための検量所が設置されている(写真-11)。この検量所では、トラックの運転手は貨物の品目、重量を記載した書類を提示することが義務付けられている。軸重を測定した結果、過積載の場合は罰金を支払うことにより通行が許可される。また、検量所以外でも必要に応じて、ポータブル式の軸重計で取締りを行っている。



写真-11 過積載の取締り状況

(カイロ～アレキサンドリア間の農業道路)

4. 今後の課題

道路輸送に関する今後の課題について少しふれてみたい。

1979年にイスラエルとの平和条約締結後は国内も安定を取り戻し、経済も徐々に発展しつつあるものと推測される。今後も着実に発展を持続せしめるための要件としては、道路輸送に関するインフラの整備とその維持管理が重要と思われる。エジプトにおけるモータリゼーションも都市部を中心に進展しており、今後もこの傾向はますます顕著になるものと推測される。そこで、特に重要と考えられる道路輸送に関する今後の課題としては道路インフラに関するマスタープランと道路施設の維持管理システムの2点があげられる。

前者については、将来の経済計画及び人口の伸び等を考慮して効率的な経済活動及び豊かな生活に資するインフラを整備するための全体計画の策定が必要である。後者については、今までに整備してきた貴重な道路施設を友好に機能させるために、舗装及び橋梁を初めとする既存のインフラの維持管理システムの確立及び交通安全対策及びハムシーン時の交通確保が必要である。

—— 参考文献 ——

1) エジプト国全国自動車輸送システム開発計画調査
事前調査報告書 国際協力事業団、平成4年3月

2) エジプト (エリアガイド/149), 昭文社

砂利道の歴青路面処理指針(59年版)増刷

第3刷 B5版・64ページ・実費頒価500円(送料実費)

目 次

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

発展中の中国の道路

沈 金 安*

1. まえがき

このほど「アスファルト」誌で世界の道路事情を特集することになり、我が国の道路事情についても紹介させていただく機会が与えられたことを感謝しております。

表題にもあるとおり、我が国の道路は発展途上にありますが、この原稿を執筆している最中に中国第八回一次全人代が開催され、その中で交通を優先的に発展させようとする計画が国の方針として最高権力機関から再確認されました。

気候資料 上段:平均気温(℃)、下段:雨雪日(日)

都市	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
北 京	-4.7	-2.3	4.4	13.2	20.2	24.2	26.0	24.6	19.5	12.5	4.0	-2.8
大 同	-11.8	-7.9	-0.1	8.2	15.4	19.8	21.8	20.1	14.3	7.4	-1.7	-9.1
沈 陽	-12.7	-8.6	-0.3	9.1	17.0	21.4	24.6	23.7	17.2	9.6	-0.3	-8.7
ハルビン	-19.7	-15.4	-5.1	6.1	14.3	20.0	22.7	21.4	14.3	5.9	-5.8	-15.5
大 連	-5.3	-3.5	1.8	8.9	15.5	19.3	22.9	24.1	20.0	13.8	5.6	-1.5
上 海	3.3	4.6	8.3	13.8	18.8	23.2	27.9	27.8	23.8	17.9	12.5	6.2
南 京	1.9	3.0	8.4	14.7	20.0	24.5	28.2	27.9	22.9	16.9	10.7	4.5
広 州	13.4	14.2	17.7	21.8	25.7	27.2	28.3	28.2	27.0	23.8	19.7	15.2
福 州	10.4	10.6	13.4	18.1	22.2	25.3	28.7	28.2	26.0	21.6	17.8	13.1
厦 門	11.4	13.9	16.7	16.1	18.3	17.0	9.9	12.5	12.7	6.6	7.5	8.5
青 島	12.6	12.5	14.9	19.0	23.2	26.0	28.3	28.3	27.0	23.2	19.7	15.2
鄭 州	-2.6	-0.5	4.6	10.9	16.7	20.9	24.7	25.4	20.5	14.3	7.4	0.5
武 漢	3.5	4.1	5.3	7.1	7.2	9.4	13.7	11.6	8.4	5.5	6.0	3.6
西 安	-0.3	2.1	7.7	14.8	21.1	26.3	27.5	25.9	21.0	15.1	7.8	1.6
蘭 州	3.1	4.4	6.3	7.4	7.5	7.3	12.3	10.8	8.8	6.9	6.1	3.1
ウルムチ	2.8	5.0	10.0	16.0	21.3	25.8	29.0	28.5	23.6	17.5	11.2	5.3
桂 林	8.1	10.0	13.6	14.7	14.1	11.7	9.6	8.5	8.1	8.8	10.3	8.1
成 都	-1.3	2.1	8.0	14.0	19.2	25.3	26.7	25.4	19.4	13.6	6.5	0.6
昆明	4.4	5.7	6.9	9.0	9.4	8.2	11.3	9.7	13.1	10.4	7.8	4.3
ハルビン	-7.3	-2.5	5.3	11.7	16.7	20.5	22.4	21.0	15.9	9.4	1.6	-5.7
ウルムチ	1.8	2.3	3.8	6.6	8.9	9.1	11.4	11.6	10.8	6.7	2.5	1.8
ウルムチ	-10.6	-9.8	-3.8	2.7	8.4	12.9	14.7	13.5	8.6	1.9	-5.5	-8.7
桂 林	5.8	5.6	10.6	11.4	13.1	16.2	18.9	13.9	9.2	6.8	7.4	6.5
成 都	8.0	9.0	13.1	18.4	23.1	26.2	28.3	27.8	25.8	20.7	15.2	10.1
昆 明	12.7	14.7	19.5	20.1	20.7	17.7	15.8	14.6	8.6	9.3	10.6	11.4
厦 門	5.6	7.6	12.1	17.0	21.1	23.7	25.8	25.1	21.4	16.7	12.0	7.3
厦 門	5.4	8.2	10.8	14.0	15.7	16.1	17.2	15.8	16.2	16.1	8.0	6.3
厦 門	7.8	9.8	13.2	16.7	19.3	19.5	19.9	19.2	17.6	15.0	11.5	8.3
厦 門	4.1	3.9	5.0	5.5	11.4	18.9	21.3	21.1	15.2	16.1	6.9	4.6

二年前「アスファルト」誌に中国の舗装用アスファルトについて執筆いたしました¹⁾が、本稿は、その続編として中国の道路概要をご紹介します。

なにぶんにも日本語をだんだん忘れていくので、おかしな所もあると思いますが、ご容赦ねがいます。

なお、本稿は中国大陸の道路事情だけについて書いたもので、台湾のデータは含まれていません。

図-1 中国主要都市の気候

*中国交通部公路科学研究所研究員，主任工程師

2. 概況

2.1 悠久なる歴史

中国は長い歴史を有する“文明古国”で、御存知の「史記」によりますと、4000年位前にはすでに車と車道があり、商代（紀元前16世紀～約紀元前1066年）には“驛道”が、秦代には“馳道”が建設されています。

また、秦の始皇帝の“車同軌”の政策の頃から、道路を国の公衆事情として建設・管理されるようになり、秦始皇35年（紀元前212年）には大臣蒙恬が監督して“秦直道”を約900km建造されておりますが、この道は雲陽（現在の陝西省淳化縣）から九原（内モンゴル包頭市北西）まで一直線に延び、幅7.5～9 m、路面は地平面よりも8 m低い軍用道路で世界最古の“高速道路”或いは“馬車専用道路”といわれています。

なお、1979年湖南省馬王堆墓の出土文物の中から今から2100年前の西漢初期の長沙国南部地図が発見されておりますが、大きさ96×96cm、1：170,000～1：190,000の比例で30本の道路が明確に描かれており、これも世界最古の道路地図であろうと思います。

2.2 道路の現況

960万平方キロの国土を有する広大な中国には、1949年の中華人民共和国誕生までに、都市道路を除いて、全国の道路は8.07万キロしかなく、そのうち瀝青舗装は300km、舗装率0.4%の状態でした。その後、三年経済回復時期を経て、1955年から図-2に示したように、年間約2～3万キロの速さで増え続け、1992年末現在の公路総延長は105.67万キロに達しました²⁾。この内、高級・次高級路面については70年代の初め頃から建設が始められ、1992年末現在では28万キロに及んでおります。また、一級公路については1974年に沈陽－撫順南線が中国で初めて開通し、引き続いて1979年に南京－

六合が開通していますが、一級・二級公路及び高速道路などの自動車専用道路の本格的な建設の幕開けは、1985年に実行された第7国民経済発展5ヶ年計画を待つこととなります。

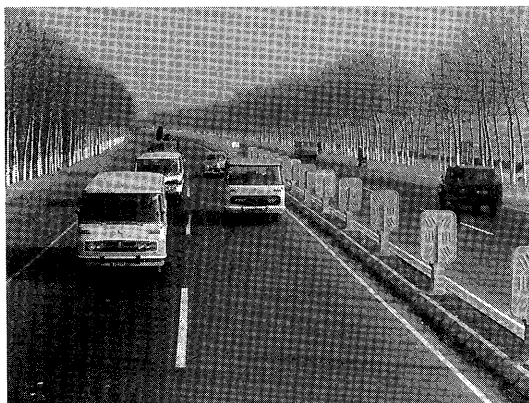


写真-1 中国はじめての一級公路
(沈陽－撫順へ至る南線公路)

表-1と図-3は1985～1992年における公路種別の内訳を示したものです。これによると、1988年から高速道路が年間約130km、一級と二級自動車専用道路が年間約500kmの割合で増加しています。

つまり、1949年以降の中国の道路建設は3つの段階に分けることができます。

第1段階は、1949～1968年までで、主に中低レベルの砂利道路が建設され、わずかですが“渣油表面処理”の黑色道路が建設されていきました。

第2段階は、1968～1985年までで、主に中レベル道路の改造や規格化が行われ、わずかですが高規格道路が建設され始めました。

第3段階は、1985年から現在までで、主に高規格道

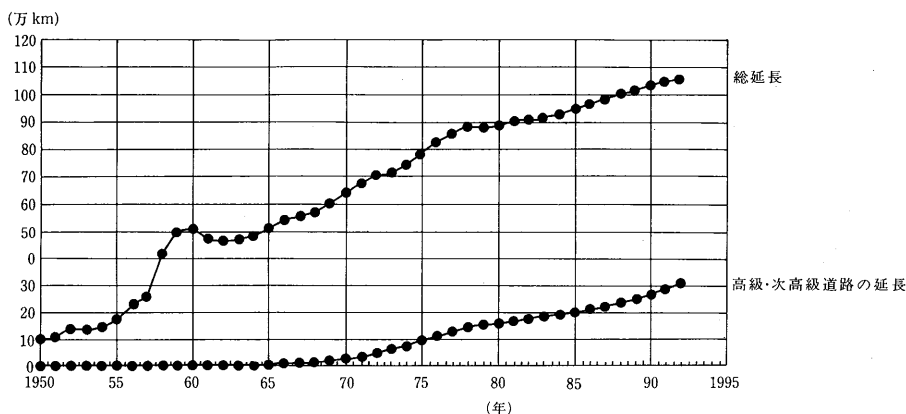
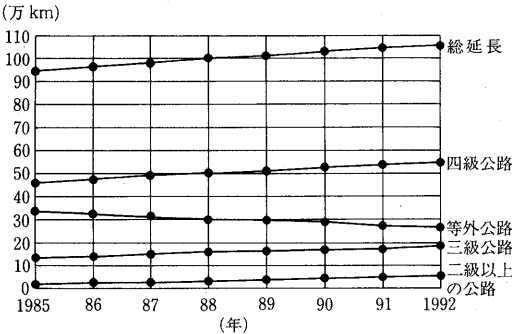


図-2 中国道路の発展状況

表－１ 1985～1992年公路発展の状況²⁾

年	総延長 (万km)	自動車専用道路			一般道路			等外道路 (万km)
		高速公路 (km)	一級公路 (km)	二級公路 (km)	二級公路 (万km)	三級公路 (万km)	四級公路 (万km)	
1985	94.24	0	422	0	2.12	12.85	45.63	33.60
1986	96.28	0	748	0	2.38	13.68	47.64	32.51
1987	98.22	0	1,341	0	2.80	14.84	49.12	31.39
1988	99.96	147	1,673	0	3.29	15.94	50.31	30.28
1989	101.43	271	2,101	683	3.74	16.43	51.11	29.84
1990	102.83	522	2,617	1,119	4.20	17.00	52.50	28.70
1991	104.11	574	2,897	1,459	4.63	17.80	53.54	27.65
1992	105.67	652	3,935	2,086	5.27	18.49	54.29	26.98



図－３ 1985～1992年道路の構成

路を本格的に建設する段階に入りました。

2.3 外国道路との比較

中国の道路網は、工業先進国に比べたら、まだまだ遅れており、表－２に示したように、国土面積及び人口平均あたりの道路延長は非常に少なくなっているものの、自動車保有台数が少ないため、100台あたりの道路延長は高くなっています。

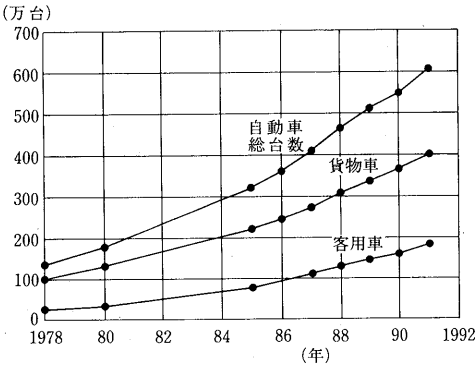
2.4 車両増加との比較

道路は車両に使われるもので、車両数の増加にしたがって道路も延びていくのは当然のことですが、我が国では、自動車の増加に比べると、道路の建設はかなり遅れています。図－４に中国における自動車の保有

台数の変化を表してありますが²⁾、最近10年間の間に、交通量が3.61倍に、道路は９％程度の伸びになっており、特にここ数年間は年間約50万台(13.7%の増加)の割合で自動車が増えてきて、道路の交通量も８～16%の割合で多くなっています。しかし、道路の延長はせいぜい２～３％程度の増加に止まっており、交通の問題は今後とも大きな問題になると思われます。

2.5 国道主幹線建設計画について

中国では、2000年までに公路総延長を22%増やして125万キロに達するような道路建設計画を立てました。現在は、いわゆる２縦２横国道主幹線の建設を中心



図－４ 中国の自動車保有台数（軍用除外）

表－２ 諸外国との道路レベルの比較

国 家	年	総延長 (万km)	国土面積平均 (km/百万km ²)	車輛保有量平均 (km/百台)	人口平均 (km/万人)	舗装率 (%)
米 国	1987	623.33	67	3.48	255.44	56.0
日 本	1988	110.43	292	2.11	90.52	66.7
英 国	1988	35.23	153	1.67	61.80	100
フランス	1988	80.51	146	2.99	143.70	100
イタリア	1987	30.19	100	—	52.69	100
インド	1989	193.20	65	—	24.25	—
中 国	1990	102.84	10.71	18.65	9.00	25.3

とした国道網を整備していますが、この2縦は、北京－深 及び黒竜江の同江－海南省三亜を指し、2横は、上海－成都及び江蘇省連雲港－新疆のオルコス（鄂爾果斯）を指します。

2縦2横国道主幹線は、100以上の省界や中心都市、港を接続し、総延長は1.45万kmにも達する道路で、全国で計画している国道主幹線3.5万kmの41.4%にあたり、主に二級以上の公路で構成されています。

3. 道路行政と管理体制

3.1 公路と都市道路

中国を訪問された日本の方々と会いますと、よく中国の道路体制が分かりにくいという話を聞くことがあります。

そこで、なるべく分かりやすく説明したいと思いますが、中国の道路は大別して、交通部で管理・建設する公路と建設部で管理・建設する都市道路とがあります。また、林業道路、鉱山道路などの専用道路については、各部門で独自に建設しています。したがって、公路の統計データからは都市道路が除外されておりま

す。

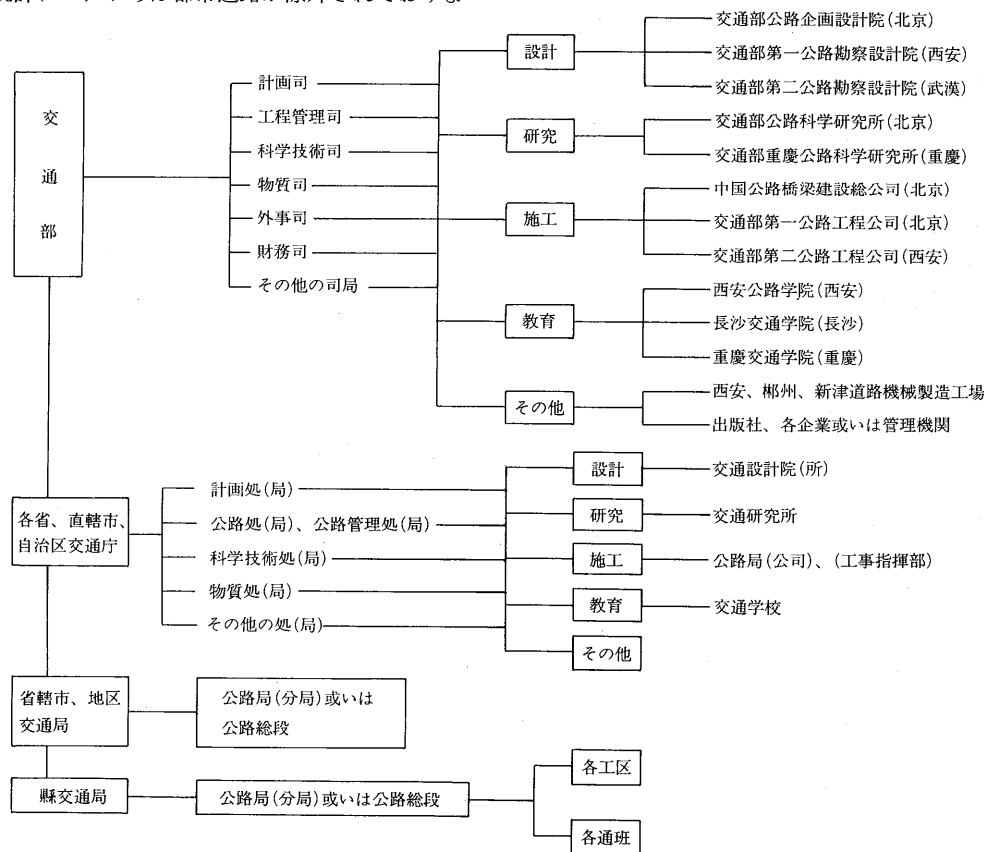
公路とは都市の郊外及び都市間の道路を指しており、例えば、北京市では、大体三環線以外は北京市公路局が所轄する公路に属し、三環線以内は北京市市政工程院が所轄する都市道路に属しています。

なお、道路の建設財源としては、公路は各省・市・自治区の地方収入による道路使用税（いわゆる養路费で、積載重量（トン当たり）に応じて月毎に税金を納入させる）と中央交通部に収める新車購入税が充当されており、政府の費用（国の財源）はほんの少しだけである。しかし、都市道路では全額が都市の政府費用負担となっています。

ここ10年間に政府は、GNPの1.3%程度しか公路に投資しなかったため、資金が不足し道路建設を困難なものにしていた。

3.2 公路管理体制

中国の公路管理体制は図－5 に示しているように、中央の交通部と各地の交通庁が協力して公路の建設・管理を行っています。



図－5 中国の公路管理体制の概要

3.3 道路研究機関

道路や舗装・橋・交通工学を一括して研究している機関としては、筆者が勤務している交通部公路科学研究所がありますが、ここは、日本の建設省土木研究所・運輸省交通安全公害研究所などに相当し、11の研究室を持っています。その中で、私の所属する道路研究室は土質・材料・舗装などを研究しており、世界各国の進んだ試験設備のうち、日本のホイールトラッキング試験機、レオメータ、RTFOT試験機、島津万能試験機、FWD、米国のMTS材料疲労試験機、フランスのラクロワ式自動たわみ試験車、高速路面性状撮影車、英国のSCREMすべり抵抗測定車、BPRラスネスメータ、RRL式プロフィルメータ、APL、オーストラリアのALF加速載荷設備などを保有しています。

また、現在、北京市郊外通縣に1億元（約25億円）の投資を行い、筑波の建設省土木研究所にある試験走路よりも大きい総合道路試験場を建設しており、その財源の一部として、日本のJACAからの援助が当てられています。

この他に、交通部重慶公路研究所と各大学（西安公路学院・長沙交通学院・重慶交通学院・同済大学・東南大学・ハルビン建築工程学院など十数ヶ所、及び各省の交通科学研究所があります。また、アスファルトの研究機関としては、石油化学の研究院などがあります。

4. 公路の分類と構造規格

4.1 分類

中国の公路網は国道・省道・縣道・郷道及び専用道路に分類されますが、国道と省道は幹線道路で、郷道は主に農村のトラック・トラクター・獣力車を通す低規格砂利道路、すなわち設計基準に合わない“等外”道路です。なお、各クラスごとの状況は表-3に示し

てある通りです²⁾。

これによると、公路延長の増加は主に郷道と県道で、国道と省道はほとんど増加しておらず、幹線道路の割合は年々低下しています。

すでに表-1で示したように、中国の公路は、自動車専用道路と一般道路に別れており、一般に高速公路と一級公路は高等級公路と呼ばれています。

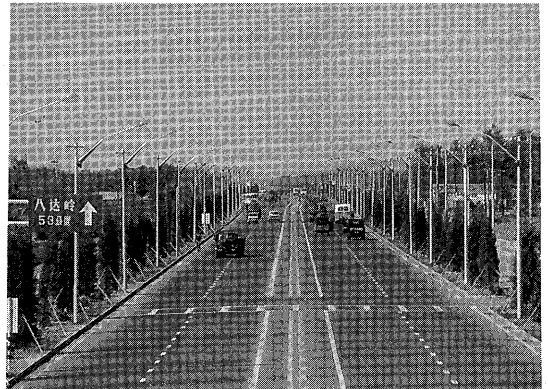


写真-2 北京市昌平公路

真ん中の部分は国賓が万里の長城へ行く時の専用車線です。

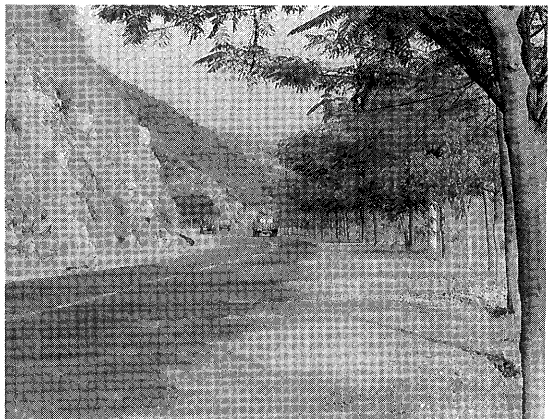
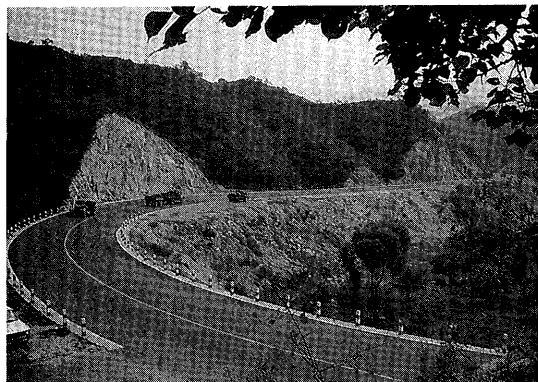


写真-3 四川省一金江公路（山区道路）

表-3 管理別の公路状況

年	総延長 (万km)	国 道 (万km)	省 道 (万km)	県 道 (万km)	郷 道 (万km)	専用道路 (万km)	幹線道路率 (%)
1980	88.83	24.99		31.51	28.10	4.23	28.1
1985	94.24	25.44		33.12	31.36	4.32	27.0
1986	96.28	23.53		34.13	32.26	4.36	24.4
1987	98.22	10.61	16.15	32.94	34.32	4.18	27.2
1988	99.96	10.63	16.27	33.42	35.32	4.31	26.9
1989	101.43	10.68	16.36	33.84	36.24	4.32	26.7
1990	102.83	10.75	16.61	34.08	37.02	4.38	26.6
1991	104.11	10.72	16.94	34.09	37.95	4.41	26.6



写真－４ 北京市－八達嶺（二級公路）

また、現在計画している国道網は、合計70本約10.8万kmであり、中国の国道網の路線番号については、北京から各地へ向かう放射線道路が1を頭に置いた2桁の路線番号を付けられており、南北（縦）方向の道路は2を頭に置き、東西（横）方向の道路は3を頭に置いた2桁の路線番号がそれぞれ付けられています。

例えば、国道107線是北京から鄭州、武漢、広州を經って深圳に至る公路で、国道210線は包頭から西安、重慶、貴陽を經て南寧に至る公路で、国道312線は上海から南京、合肥、西安、蘭州、ウルモチを經って伊寧に至る公路です。

4.2 構造規格

公路の構造規格は1988年改訂した《公路工程技術標

準》によって規定されていますが、これは交通量によって区分されており、表－4に示す通りです³⁾。

4.3 交通量

道路は交通の目的で造ったものですが、中国の場合、交通は自動車だけでなく、一般道路には、自動車のほかに、自転車・獸力車・トラクター・小型トラクターなど色々なものが通ります。特に收穫季節になると、獸力車やトラクターに載まれた荷物が荷台にあふれるように詰まれ、交通量に影響を及ぼしています。したがって、同じ道路でも交通構成の差異によって交通容量は大きく違ってきます。

公路網の交通量は自動車保有台数の増加に伴い年々増えてきており、図－4に示したように、1991末現在における自動車の保有台数は606.11万台となり、その内トラックなどの貨物車が398.62万台、バスや乗用車などの客用車が185.24万台、その他専用車輛は22.2万台、また、個人所有の自動車は96万台になっています（軍用車が含まれていない）。

これは、10年前の1980年に比べると実に3.4倍になっています。したがって、道路の交通量も急速に増えて、1990年における全国公路網の平均日交通量（AADT）は979台／日で、その内国道平均は2,438台／日、省道が1,840台／日となっています。

また、沿海大都市周辺の出入口幹線道路では1日あたり30,000台を超える交通量の道路もだんだん増えて

表－4 公路の設計基準

公路等級	自動車専用公路								一般公路					
	高速公路				一級		二級		二級		三級		四級	
地 形	平地	丘陵	山 岳		平地	山 岳丘陵	平地	山岳丘陵	平地	山岳丘陵	平地	山岳丘陵	平地	山岳丘陵
設計速度 (km/h)	120	100	80	60	100	60	80	40	80	40	60	30	40	20
車 道 幅 (m)	2×7.5	2×7.5	2×7.5	2×7.0	2×7.5	2×7.0	8.0	7.5	9.0	7.0	7.0	6.0	3.5	3.5
道路幅	一般	26.0	24.5	23.0	21.5	24.5	21.5	11.0	9.0	12.0	8.5	8.5	7.5	6.5
	最小	24.5	23.0	21.5	20.0	23.0	20.0	12.0	—	—	—	—	7.0	4.5
最小曲線半径 (m)	650	400	250	125	400	125	250	60	250	60	125	30	60	15
停 止 視 距 (m)	210	160	110	75	160	75	110	40	110	40	75	30	40	20
最大縦断勾配 (%)	3	4	5	5	4	6	5	7	5	7	6	8	6	9
橋梁設計荷重 (t)	特大トラック 20				特大トラック 20		トラック 20		トラック 20		トラック 20		トラック 10	
	トレーラ 120				トレーラ 120		トレーラ100		トレーラ100		トレーラ100		トレーラ 50	
					トラック 20									
					トレーラ 100									
平均日交通量 (台/日)	> 25,000				10,000～25,000		4,500 ～7,000		2,000 ～5,000		2,000以下		200以下	
	(乗用車)				(乗用車)		(中型トラック)		(中型トラック)		(中型トラック)		(中型トラック)	
路面設計寿命 (年)	20				20		15		15		10		10	

きています。さらに、道路の過積載の問題も深刻になっており、例えば、山西省の石炭を港へ運搬するトラックなどは、荷物を倍くらいに積載するため、北京－張家口公路はひどく破壊しております。

5. 高速道路の建設

既に述べたように、中国の道路建設は1985年以降高規格化するなかで高等級公路建設の時代に入りました。その年に北京－天津－塘沽高速公路ではじめて国際入札制度が取り入れられ、世界銀行の援助のもと、中国道路建設の里程碑となる着工の幕が開けました。これを契機として、1988年沈陽－大連高速公路（沈大線）及び上海－嘉定高速公路（滬嘉線）の一部が開通したことによって、中国大陆における高速公路のゼロの時代が終わりました。その後、西安－臨潼、広州－佛山、惠州－深圳、北京－石家荘（北京から深圳までの一部）、上海莘荘－松江、広州環城、京津塘高速公路などが次々に開通し、最近では年間約130kmのスピードで供用されており、1992年末現在、高速公路の総延長が652kmになりました。



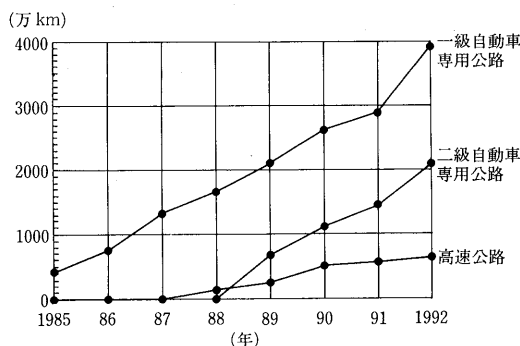
写真－5 広州－佛山高速公路

なお、済南－青島、広州－深圳－珠海（香港も近く）、成都－重慶、広州－花縣、上海－南京、上海－杭州－寧波、福州－廈門、合肥－蕪湖、開封－鄭州－洛陽、長春－四平、包頭－呼和浩特、海南環島東線、沈陽環城、北京首都空港などの高速公路が現在建設中です。このうち、広州環城と沈陽環城高速道路については都市高速道路ともよばれている。

なお、1985年以降の高等級公路の発展状況は図－6に示した通りです²⁾。



写真－6 北京－石家荘高速公路



図－6 中国の高等級公路の発展状況

現在、中国では各省・市・自治区とも高速道路をはじめ高等級公路の企画・設計或いは予備調査などを熱心に行っており、高速公路建設ブームの時代に入ったと考えられます。したがって、各国の道路会社も中国がガット（GATT）に入ることを予想して頻繁に中国各地で視察や交流を行い、共同入札にも参加しています。

しかしながら、高等級公路の建設費は非常に高く、中央と地方の共同負担が原則になっているものの、交通部の新車購入税と地方の養路費だけでは建設費用が不十分なので、世界銀行・アジア開発銀行或いは日本の円借款などを利用するほか、国内で公路建設債を発行しています。例えば、1991年の一年間における公路総投資81.3億元の中に車輛購入税が13.67億元、公路債券が4.712億元含まれています。

各種の借款を返すために、高速道路はすべて有料道路になっており、広仏高速公路では、開通5年間に得た通行料で借款を全額返すことができました。

このような資金不足のため、北京－石家莊高速公路・海南環島東線高速公路などでは中央分離帯までの片側だけを先に建設して交通開放し、何年か後にもう片側を再び建設する方法を試みました。しかし、これらの半幅高速公路では、自動車往復通行の分離が無いため追越しも不可能で交通事故が増大することに批判の声が多く、そのうちに止めなければいけないと思っています。

6. 舗装

6.1 舗装の分類

道路舗装は高級・次高級・中級・低級舗装に分けられています。

このうち高級舗装とは、アスファルトコンクリート舗装・セメントコンクリート舗装・プラント混合式アスファルトマカダム舗装と規則的な舗石舗装を指し、次高級舗装とは、浸透式或いは路上混合式マカダム舗装や表面処理、規則的でない舗石舗装を指します。

また、粒調碎石（砂利）などの碎石路面及び乱石舗装は中級舗装に属し、土砂舗装は低級舗装に属します。高速公路と一級公路は高級舗装で舗設し、二級公路は高級または次高級舗装、三級公路は次高級または中級、四級公路は中・低級舗装で舗設します。

6.2 舗装道路

各種舗装の割合は表－5の通りで、道路の建設とともに舗装道路は増加してきているものの、全体的に見ると舗装道路は少なく、その内本格的な舗装といえる高級・次高級舗装は4分の1強しか有りません。

6.3 “白”と“黒”の戦い

世界各国と同じように、中国でもセメントコンクリ

ート舗装とアスファルトコンクリート舗装との間で強い論争が続けられてきました。

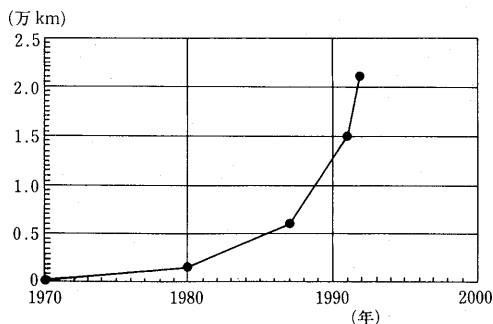
高級・次高級舗装道路286万キロのうち、ほとんどがアスファルト舗装で、その内の半分以上が渣油（精油所の塔底残留分、アス規格に合わない）で表面処理された簡易舗装となっています。

本格的なアスファルト舗装がはじまったのは、1970年代以降のことですが、1985年以前には中国のアスファルトプラントに集じん装置がなかったため石粉が使用されず、混合式マカダムが主体でした。

しかし、1988年になると高速道路を建設するためにヨーロッパ・アメリカ・日本製のプラントが多く輸入されたこともあって、高等級公路の舗装は圧倒的にアスファルトコンクリート舗装が採用されました。

しかしながら、近年のアスファルト価格が徐々に上昇してきたことや（600～800元／トン）、輸入品のアスファルトを沢山使用したことが、アスファルト舗装とコンクリート舗装の初期コストを大体同じ位にしてしまう結果となり、この3～5年来は、コンクリート舗装の建設が増加してきています。

図－7にセメントコンクリート舗装の推移を示しましたが、1970年には全国でせいぜい200km（都市道路は除外）、1980年で1,600km、1987年末で6,166kmにすぎな



図－7 コンクリート舗装の変遷

表－5 各種舗装の割合と舗装率

年	公路総延長 (万km)	舗 装 延 長 (万km)				舗 装 な し (万km)	舗 装 率 (%)	
		高・次高級	中 級	低 級	合 計		高・次高級	合 計
1950	9.96	0.03			4.28	5.68	0.3	57.0
1978	89.02	14.34			65.11	23.91	16.1	73.1
1980	88.83	15.79			66.16	22.67	17.8	66.2
1985	94.24	19.53			75.03	19.21	20.7	70.2
1988	99.96	23.08	31.28	29.86	84.23	15.73	23.1	84.3
1990	102.83	26.00	32.01	30.34	88.35	14.49	25.3	85.9
1991	104.11	27.9	32.3	30.4	90.6	13.5	26.8	87.0
1992	105.67	30.17			92.65	13.02	28.6	87.7

かったものが、交通部から“条件がおりあえばコンクリート舗装を多く建設するように、また一部財政面の補助を与える”と指示が発表されてから1991年末には15,234kmに達し、1992年の一年間に6,000kmのコンクリート舗装が建設され、年末には21,321kmに達しました。高級次高級舗装の内コンクリート舗装の割合も1980年の1.05%から、1992年来現在では7.1%にも達しています。

最近、コンクリート舗装の中で特に注目されているのはローラ転圧コンクリート舗装(RCCP)のブームで、RCCPの性能・施工性とコストは大型のコンクリート舗装機械が少なく、安い労働力を多く確保できる中国にとっては格別に魅力的に見えます。

我が研究所でも早い時期に研究をスタートさせており³⁾、長年の研究成果により広く応用されるようになりました。しかし、コンクリート舗装の目地が長持ちせず、RCCPの平坦性もそんなに良くないことから、主に三級と二級公路に使われていましたが、最近、広州環城高速公路の高架橋、沿海の高速公路軟弱地盤区間の高架橋と一級公路の一部にも使われ始めました。

6.4 舗装の構造

6.4.1 アスファルト舗装

舗装の設計法は多層弾性理論により計算する方法と路面設計法によって規定していますが、パラメータとする舗装材料の回復弾性係数などは厳密な実験で得る

ことが不可能なので、結局は設計者の考えた厚さまでパラメータを選んで計算することになり、半経験・半理論方法に属すると言えます。また、現在は典型的な舗装構造について研究しております。

中国の舗装構造の最大な特徴と言え、路盤はセメント・石灰・フライアッシュなどの無機結合材で安定させた碎石・砂利・スラグ或いは土で、“半剛性路盤”を指します(中国語は路盤を基層という)。三、四級公路には石灰安定土(ソイルライム)を直接に路盤として使いますが、高速道路など高等級公路にはセメント安定碎石(砂利)、石灰とフライアッシュ安定碎石(砂利)を上層路盤とし、石灰安定土は下層路盤にしか用いておりません。この“半剛性路盤”を使ったアスファルト舗装を“半剛性路面”といい、研究により、良い半剛性路盤は強度が強く且つ収縮クラックも少ないので、アスファルト層の厚さは薄くすることができます。京津塘高速公路についてはアスファルト層の厚さを18~25cmとしましたが、ほかの高速公路では、アスファルト層は大体12~18cmの厚さで設計されました。現在行われているアスファルト舗装の代表的な構造例は図-8の通りです。

6.4.2 コンクリート舗装

コンクリート版の厚さは交通量により22cm, 25cm, 28cmとなっていますが、このうち路盤にはアスファルト舗装と同様に半剛性路盤を優先的に採用しています。

20~25	As 層	8~12	As 層	15	As 層
20~25	セメント安定砂利	12	セメント又は石灰安定碎石	20	セメント安定砂利
25~35	石灰又はセメント又は石灰フライアッシュ安定土	43	石灰安定土	15~40	切込砂利或いはスラグ
北京—天津—塘沽高速公路		北京—石家荘高速公路		沈陽—大連高速公路	
17	As 層	12~15	As 層	12~16	As 層
46	石灰、フライアッシュ安定土	20	石灰、フライアッシュ安定土	25	セメント安定碎石
20	切込砂利	20~25	石灰、フライアッシュ安定土	20	切込砂利
上海—嘉定高速公路		西安—臨潼高速公路		莘莊—松江高速公路	

図-8 高速コンクリート舗装構造の代表例

また、ローラ転圧コンクリート舗装についてはいろんな型式を用いており、例えば、下はRCCで上は普通のコンクリート版或いは表層部分に4cmのアスファルトで被ったものがあります。

なお、上下ともRCCの構造にしたものを高等級道路に使うことを検討しています。

6.5 半剛性路盤のリフレクション問題

世界各国ともアスファルト舗装にセメントなどの無機結合材安定処理路盤を採用した場合、収縮き裂つによるリフレクションが第一の問題として重要視されております。

日本ではほとんど使用されていませんが、中国では大部分この種の半剛性路盤を用いています。したがって中国のアスファルト舗装には横断クラックが多数発生しており、数多くのボーリングしたサンプルを見ますと、アスファルト層が10cm以上の構造を持つ路面では、大部分のアスファルト層にひび割れが発生していましたが、路盤にはひびわれが入っておらず、且つアスファルト層の亀裂は表面から下へ伸びていることから、アスファルト層の厚さの影響よりもアスファルトの品質、特にワックス分が一番重要な項目であるといえます。

これまでの結果から、半剛性路盤上のアスファルト層厚は12~15cmまで薄くすることができます⁴⁾。

筆者が1985年に舗設した試験舗装では、単家寺重質油アスファルト（ワックス分2%）を用いたアス層厚12~15cmの間ではひび割れが発生しなかったが、勝利アスファルト（ワックス6%）を用いたアス層厚18~20cmの間では2~3年の供用後に横断クラックが10~20mの間隔で入っていました。

7. 道路用アスファルト

中国の道路用アスファルトについては、すでにアスファルト誌で詳しく紹介したことがありますので¹⁾、ここでは若干補足説明をしておきます。

7.1 アスファルトの生産と供給

中国には、大きい精油所が約15ヶ所、小さい精油所が数十ヶ所あります。

有名な製油所としては、勝利（山東）・茂名（広東）・遼河（遼寧）・蘭州（甘肅）・錦西（遼寧）・燕山（北京）、カラマイ（新疆）・独山子（新疆）などが挙げられます。

1992年の石油生産量は、13,000万トン位で、このうちアスファルトの生産量が300万トン未満、その60%程

度が舗装用アスファルトです。

アスファルト生産量の推移を図-9に示しましたが、アスファルトの供給不足は中国の道路業者の最大の悩みになっており、アスファルトさえあれば道路を建設する速さをもっと早くなると信じられております。

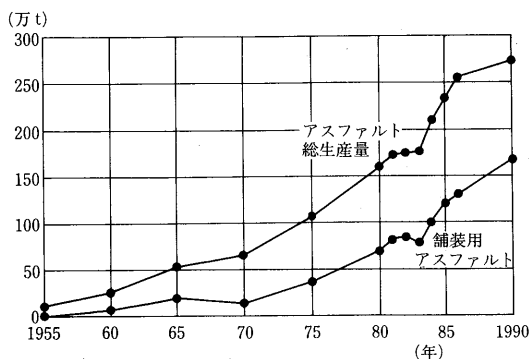


図-9 アスファルト生産量の推移

また、大体年間10万トン以上のアスファルトをシンガポールのSHELL・ESSO社などからドラム缶（バルクの受入れ基地が無いため）で輸入しています。

また、国内のアスファルトの輸送は鉄道タンク・ローリ車を利用しているものの、水上タンカー船を利用すれば、もっと効率が良く経済的であることがわかっています。

7.2 ワックシアスファルトの研究

中国のアスファルトは、ほとんどがワックシアスファルトで、BTDC図のW級に属しています。

ワックシアスファルトの性質については日本を含む多数の学者が研究しておりますが、その大部分はワックス含有量が3%以下のものでした。

例えば(株)日本アスファルト協会の調査結果によりますと⁵⁾、ワックス分と60℃粘度の間には比較的相関が得られたものの、低温伸度との間では相関係数が小さく、関係は認められていません。しかし、これは全部のサンプルのワックス含有量が0.4~3.4%、平均2%の程度を前提として置くことが必要で、私の研究によれば、ワックス分含有量3~4%が限度で、この限度を超えると、アスファルトのレオロジカルな性質は急に変化します。

一例として同じ精油所で造った単純な単家寺重質油アスファルト（ワックス分3%）とその重質油に勝利原油を混合して造った混合油アスファルト（ワックス分4.8%）を同一試験舗装に使った結果、第3年目の冬には温度クラックの発生率が10倍の差になりました。

したがって、中国の高等級道路に使う“重交通道路瀝青”の基準には膨大な研究データからワックス分を3%以下に押えなければならないと結論づけました⁴⁾。したがって、外国から輸入されるアスファルトに対しても(中国のパラフィン基原油を使う可能性がある)、ワックス分が3%を越えないよう指導しています。

7.3 アスファルトの技術基準に関する研究

現在のところ、アスファルトとその混合物の技術基準を策定することが、中国でも最大の研究テーマになっており、特にワックシアスファルト(W級)を多く使用する中国の道路学者の間では、いろいろなノモグラフが適用出来ないで困っています。

軟化点・フラース脆化点・60℃粘度などの正確なデータが取れなく、舗装のパフォーマンスに関係付けすることが出来ません。

しかし、25℃・15℃・35℃(或いは5℃)の針入度基準からPIその他Tpen800, Tpen1.2に変えたら、舗装の高位から低位までのパフォーマンスとの間に良い相関が見られました。また、10℃, 5 cm/minの低温伸度とワックス含有量及び低温きれつ抵抗性との間にも良い相関があるようなので、1995年にこれら成果を基に新しい技術基準案を出す予定です。

8. 交通事故について

“交通戦争”と言われる道路交通事故は各国の道路界でもっとも重視されている問題ですが、中国においては、公安部門で交通安全が管理され、長い間懸命に交通安全に努力が払われてきました。

十数年前には「一慢二看三通過」(まずはスピードおとせ、良く見て、それから渡ろう)というスローガンがあちこちで見えたりしましたが、最近では、交通ルールを守り酒飲み運転禁止し道路立体交差化やすべり止め舗装を舗設するなどに変わってきました。

例えば、今年の七月からはドライバーのシートベルト着用を義務付けする規則が定められるようになりました。しかし、いくら整備しても、交通事故は依然として多く、中国の道路交通事故の統計が表-6に示してありますように、1991年の交通事故死亡率は32.8人/万台に達しました。この交通事故死亡数はロシアに次いで世界第二位で、全世界交通事故死者数の13%を占めています。しかしながら、1992年にはいろんな措置が講じられて、事故数、死・傷者数はそれぞれ13.8%減、10.2%増、11%減になりました。

中国の道路は幅員が広く、車のスピードもわりに遅

く、交通量もあまり多くはないのですが、交通事故の多い原因として、つぎのような理由を挙げることができます。

まず第一には、中国の一般道路が混合交通であることです。道路には車と歩行者のほかに、オートバイ・トラクター・小型トラレー式トラクター・獣力車(馬・牛・らば)・人力車もあり、特に自転車王国の中国では、いたるところで多く見うけられます。

1992年には、自動車約650万台(その内乗用車が8.5%)、オートバイが約450万台、各種トラクターが約900万台に達しています。

表-6 道路交通事故統計²⁾

年	内 訳	総事故数 (件)	死 亡 (人)	傷 (人)	財 産 損 失 (万元)
1991	合 計	264,817	53,292	162,019	42,836
	公 路	177,160	40,970	115,543	—
	都 市 道 路	87,657	12,322	49,476	—
	その内個人経営 車が原因	51,494	11,955	32,419	—
1992	合 計	228,178	58,729	144,264	—

いずれにしても、このように違うスピードのものが一緒に走ったり、追い越したりするので道路の交通混雑による交通事故は避けられません。幸いなのは、これらの事故の大部分が単車による衝突で小事故であるということです。

つぎは、高速道路の開通にともなって、自動車運輸部門に大きな衝撃をあたえたことです。

これまでゆっくり走ることに慣れていた運転手が、急に120km/hの猛スピードで走れるようになり、気分が爽快となった反面、安全面での問題が生じるようになりました。

長い間使用した古い車の性能は悪くなっている上に、高速運転を行った結果、車の故障につながったり、タイヤが摩耗したり高熱になってパンクをしたり、霧や雪氷などで連続衝突の重大事故になったりします。昨年8月19日の朝に京津塘高速道路の200~300mの霧帯で15台のトラック・乗用車・バスがつぎつぎに衝突し、3人即死、重傷9人、軽傷7人という中国始まって以来の特大事故が発生しました(死者3人以上の事故を大事故という)。

もう一つ注目すべきは、中国社会経済の改革の結果、個人経営者が保有する私有車輛がどんどん増えていることです。私有トラックは主に中古車で、新人ドライバーが運転するため、交通ルールに不慣れで、運転技

術は下手、勿論交通安全教育不足もありますが、事故比率は特に高くなっており、表-6によると1991年の個人経営者が保有する車の事故数（トータル）・死・傷人数はそれぞれ全国事故の19.4%、22.4%、20.0%に達しており、1990年に比べ、それぞれ14.5%、18.2%、14.8%増となっております。

9. おわりに

中国における道路事情の概要について紹介しましたが、夢中になって書けば書けるほど思わずページ数を越えたことに気がつき、脱筆しました。

分かりやすく書けたかどうか分かりませんが、読者に概略理解していただきたいと思った気持ちをくんでいただきたい。

もし機会があれば、中国へおいでになって良く中国の道路を視察してください。

—— 参考文献 ——

- 1) 沈金安：中国の舗装用アスファルト。アスファルト誌，32巻163号，1990.4，P61.
- 2) 中国交通年鑑，1992，P424.
- 3) 中国人民共和国交通部標準：公路工程技術標準。人民交通出版社，1989，P45.
- 4) 沈金安：高速公路，中国科学技術出版社，1991，P77.
- 5) 牛尾俊介：道路用ストレートアスファルトの規格と試験法について，アスファルト誌，31巻157号，1988，P31.

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1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
社団法人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

ベネズエラ国の道路維持管理技術協力

長 友 秀 実*

1. はじめに

1990年5月30日から1992年5月29日までの2年間、JICAの専門家としてベネズエラ国の道路維持管理の技術指導にあたったので、ベネズエラ国の道路事情について説明します。

2. ベネズエラ国について

ベネズエラ国は南米大陸の北端部にあり、カリブ海大西洋に面し、コロンビア、ブラジルと国境を接するラテンアメリカの中心的な国である。国土面積は日本の2.4倍で、豊かな天然資源と広大な耕地に恵まれている。人口は約1,800万人で、スペイン系とインディオとの混血が66%、白人が22%、黒人が10%、インディオが2%と言われている。言語はスペイン語である。気候は緯度0°~12°の熱帯地方に位置しているが、海拔高度によって極めて変化に富んでいる。800mまでの熱帯性気候、800~1,500mの亜熱帯性気候、1,500~2,200mの温帯性気候、2,200~3,000mの寒帯性気候、3,000~4,700mのバラモ（荒野）と呼ばれる高山気候

と変化する。人口密集地は主として亜熱帯性気候と温帯性気候のベネズエラ、アンデス山脈の中とカリブ海沿岸地方である。当国は現在、共和国であるが合衆国であった時代もある。1492年のコロンブスの新大陸発見後、長い間スペインの植民地であったが、1821年6月24日、シモン、ボリバルの率いる独立戦争で、現在のコロンビア、エクアドル、ベネズエラの3国が合わさったグランコロンビアが誕生した。1830年に離脱してベネズエラ国ができ、将軍による独裁政治が続いたが、1958年に民主主義政権が誕生し、現在では二大政党による政党政治が行われている。1922年にマラカイボ湖で石油が発見され、アメリカ合衆国の手で大油田が開発された。第二次世界大戦が始まると1945年に日本に宣戦し、まだ中近東地帯に一滴の原油も産出されなかったときであったので、この石油が日本爆撃（東京大空襲等）に大活躍した。1976年に石油産業を国有化したが、OPEC創設の発議国でもある。全輸出金額の76%を石油製品がしめ、1990年の政府経常歳入の77%にあたる。当国には南米第3位の大河、オリノコ川が

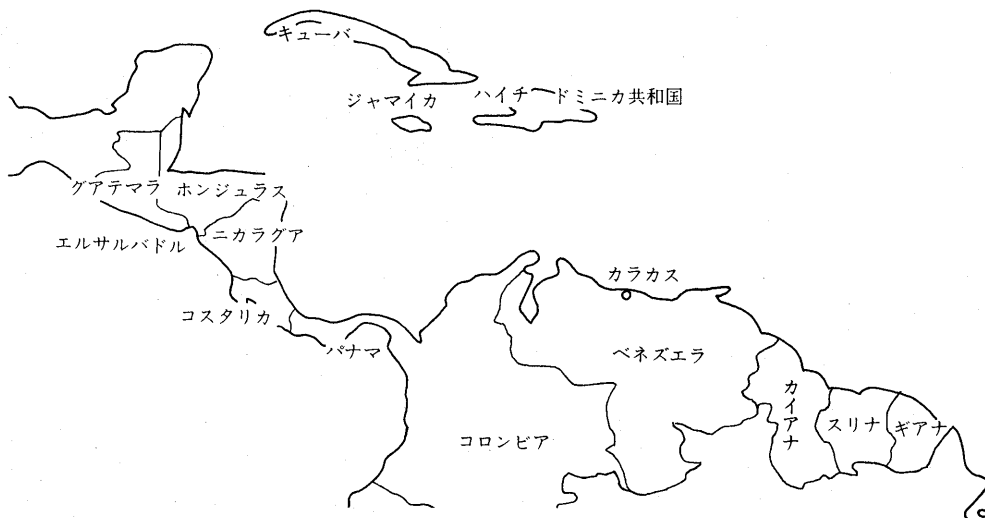


図-1 ベネズエラと周辺諸国

*ながとも ひでみ 首都高速道路公団工務部調査役

国土を縦断して流れており、その支流のカロニ川に世界最大級(1,000万kw)のグリ水力発電所がある。ここから発生する大量の安い電力で、すぐ近くにあるボーキサイトを良質のアルミに変え、外国に輸出しているが、最大の輸入国が、日本であり輸入量の30%にあたる。また鉄鉱石、石灰石、金、ダイヤモンド、石炭等も豊かであり、オリノコ川流域の地下に眠るヘビーオイルは世界一の埋蔵量を誇り、今後の開発が期待されている。

当国は自動車天国であり、車検がない。1990年現在ガソリンは2.5円/lと世界で一番安く、街には最高級乗用車から、いまにも車輪が外れそうな車まで走り廻り、車と車の衝突が街中にあふれていた。国の法律はアメリカ合衆国に学んで、完全に整えられていて、10年前までは、盗む者も強盗をする者も少なかったとのことであるが、現在は全国民が、法律を守れない程に国全体が腐敗しているとのことであった。このようになった主な理由は、1972年の第一次石油ショック(当国は成り金)で国民が金持ちになり、田舎からは若者達が農業を捨てて都市に集まり、殆んどの人が外国旅行等を楽しんだ。この間、10年間で過ぎ1982年から石油下落、対外債務の増大で貧困に落ちこみ、心が荒んでいるためと言われる。豊かな農業国が今では食料輸入国になっている。囲りの国々から流民が都市に流れこみ、治安が悪くなり、夜の車の通行も危険が伴う。当国人は主要な人々は、日常的にピストルを携帯している。我家のマンションにも門に24時間銃を持った守衛が番をしていた。首都カラカスは常春の気候で、3月10日には雷雨が来たがカナリヤ達もやってきて鳴いた。ペランダのゼラニウムの花は一年中咲き、ハチドリが囲りを飛んだ。4月には近くの深山にオリキリア(カトレアの原種)の花が咲き、危険を承知で日系人の友と登山した。カラカスからカリブ海まで車で20分で、海の市場では大きな真鯛(約2kg)が1匹600円で買え

た。

3. ベネズエラ国の道路と橋梁建設の歴史

当国は21州と1連邦区(首都)と2直轄領、1属領からなっているが、国道は政府が管理し、地方道は州が管理している。主要道の総延長77,000kmあり、このうち26,000km(34%)がアスファルト舗装道路である。舗装基準はアメリカ合衆国の基準が適用されている。高速道路もカラカス市を中心に整備されているが1983年以降は財源難で投資が進んでいない。高速道路は有料であるが、300km/10円程度で道路建設費、維持管理費の財源とはなりえないし、徴収料金も人件費に消えるとのことである。橋梁は約3,000橋あり、使用可能橋は2,000橋であろうといわれているが、道路台帳の管理が予算不足のために、長い期間行われていないので、その数は不明である。使用不能橋には、仮設橋として戦時橋が架けられている。当国では1940年代に大々的に、合衆国の協力のもとに鋼製トラス橋が架設され主要幹線が整備された。1950年～1960年代には高速道路の時代となり、マラカイボ湖を横断するラファイエット橋がドイツにより、カラカスーラガイや高速道路にかかる第一陸橋がフランスにより、世界的なPC長大橋として建設された。1970年代には終局強度設計法が合



写真-1 カラカスーマラカイ高速道路

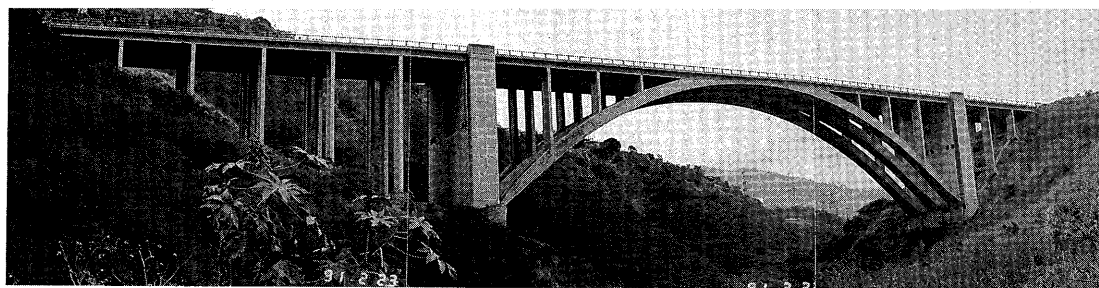


写真-2 第一陸橋(PCアーチ橋)

衆国から取り入れられて、経済的なSRC桁橋やPC桁橋が建設された。1980年～1990年前期代は、巨大な対外債務をかかえ、公共事業が停止し道路建設も行われなくなった。

4. 道路と橋梁の現状

主要幹線道路が山岳地帯に発達しているために、集中豪雨による法面崩壊がたびたび起っている。またベネズエラ国特有の問題と思われるアスファルト舗装道路の滑路面事故が発生している。滑路面とは、舗装面のアスファルトが溶けてつるつるになり、ブレーキがききにくくなっているのである。雨の日が最も危険である。原因は確定されていないが、車検がないことが疑われている。貧しい人々は車が動かなくなるまで乗るので、エンジン油が路面に落下してアスファルトを溶かすのであろうと思われる。中央の役所の広大な地下駐車場を調べると、コンクリート舗装の上に厚い廃油層が形成されている。これをマンチャネグラと呼び大きな問題になっている。毎年の降雨による橋脚、橋台部分の洗掘による橋梁の崩落や車輛の大型化、高速化による耐荷力不足に原因するトラス橋の挫屈等多発している。1941年に建設された鋼製トラス橋を米州開発銀行の調査団と調査した橋が写真-4であり、調査のために、特別に通行を許してみたが、あやうく挫屈するところであった。下弦材が大きく撓んでいるのがわかる。

5. 道路維持修繕の問題点

当国は、歴史的に道路の建設と管理を大きく外国に依存していた。また長期間の莫大な対外債務等によって優秀な土木技術者が育たなかった。私が所属した運輸通信省(MTC=Ministerio de Transportey Comunicaciones)にも土木技術者による高いレベルの組織がつくられなかったこと等によって、1990年現在、道路の維持管理体制は崩壊寸前になっていた。公務員の給料が民間給料の1/2以下であり、役所に優秀な土木技術者が集まらない。問題は山積しているのに、職員達には仕事がなく、局長と次長と秘書だけが、来客で多忙を極め、すべて秘密会議だけが開かれていた。私も技術顧問として会議に参加したが技術内容が広く公開されることはなかった。

6. 日本国の援助と維持修繕技術開発センターの設立

1990年6月、日本国は農業用道路の建設や高速道路

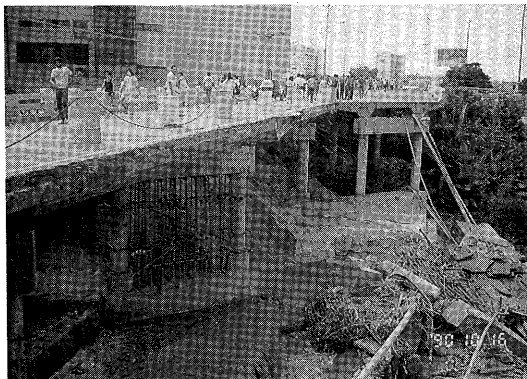


写真-3 集中豪雨による橋桁の崩落

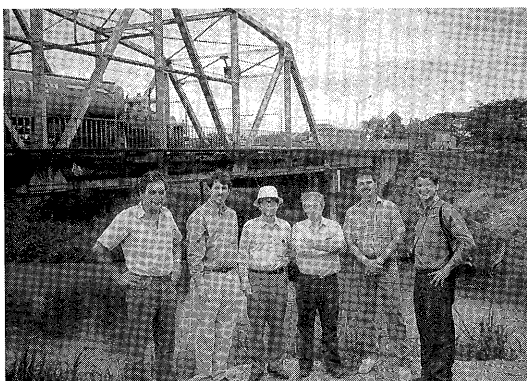


写真-4 耐荷力不足の鋼トラス橋

の建設再開のために6億ドルの有償援助をきめた。それにあわせて、米州開発銀行の職員が2人派遣されて来て、私の部屋の隣に陣取った。私も彼等を手伝って、ガソリンに消費税を導入することが提案された。導入後は諸物価の値上がり等があったが、道路維持管理予算は確保されるめどが立った。2.5円/lのガソリンを17ヶ月で8円/lとし、債務返済と道路維持にまわすのであるが、6円/lとなったときにクーデタが発生し、大統領令で、6円/lに固定された。次に米州開発銀行の職員の大きな協力もあり、私は、道路保全局をたてなおし、当国独自の維持管理体制を確立することが必要であることを主張し、道路維持修繕技術開発センターの設立をMTCの大臣に進言した。

ハーバード大学卒業の32歳の大臣は、すぐに賛成して、写真-5、6の建物を用意し、1991年11月に開所式を行った。土質研究室、アスファルト研究室、コンクリート研究室でスタートし、日本からの援助が中断しているために、イタリア製の機器で整備されている。場所は当国の空の玄関であるマイケティア空港に隣接し敷地も広い。冷房付きの200人収容の講義室と各種研

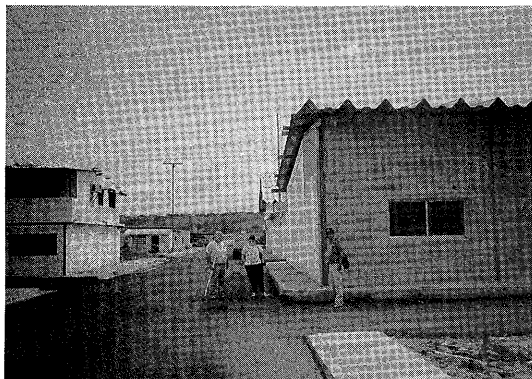


写真-5 維持修繕技術研究棟

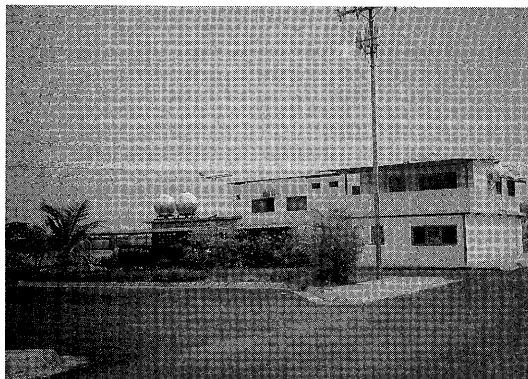


写真-6 維持修繕技術研究所入口

究室、職員棟、食堂等も整えられている。日本からの技術研究協力を熱望している。

7. おわりに

1992年2月に陸軍の一部士官がクーデタを企て失敗し、1993年にもクーデタが発生したが大統領は同じカ

ルロス、アンドレス、ペレス氏である。民主主義が日本国とかなり異なっている。低所得層が圧倒的に多く、少数の大金持が国を導いている。日本国には、資源大国として、ますます重要な国になると思われる。友好を深めるためにも日本の技術協力を進めていくことが大切な時期ではないかと思われる。

☆ 1992年版発行のお知らせ ☆

皆様からご好評をいただいている下記出版物は、毎年改訂発行しております。
ただいま発売中です。

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』 1992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 800円(送料実費は申込者負担)
ハガキにてお申込み下さい。

主 要 内 容

- 石油アスファルトの生産実績
- 石油アスファルトの需要推移
- 石油アスファルトの需要見通し
- 石油アスファルトの製造及び流通
- 石油アスファルトの生産場所及び油槽所
- 石油アスファルトの製造原油
- 石油アスファルトの品質規格
- 石油アスファルトの用途
- 石油アスファルトの価格
- 道路投資額と石油アスファルト需要

- 昭和61年度の道路予算
- 道路の現況
- 道路整備5ヵ年計画
- 参考資料
- 石油供給計画
- 主要諸国の道路事情
- データーシート
- 住 所 録
- 会員名簿
- 関連官庁・関連団体

ア フ リ カ

千葉 喜味夫*

1. 地域の概要

図-1に示すサハラ以南アフリカ地域のうち、赤道を中心に各々西部、中部、東部に位置するガーナ、中央アフリカ、ウガンダ各国の道路事情について記することとする。

いわゆるアフリカと呼ばれるサハラ以南地域の気候、

植生は極めて多様であり、砂漠気候に代表される極端な乾燥地域から、年間降雨量3,000mmを越す熱帯雨林地域までを含んでおり、また地形的には東部アフリカにおける海拔3,000mに達する山岳地域があるほか、ヴィクトリア湖から南部にかけての内陸部には海拔1,000m～2,000mの高原地域が広がっている。

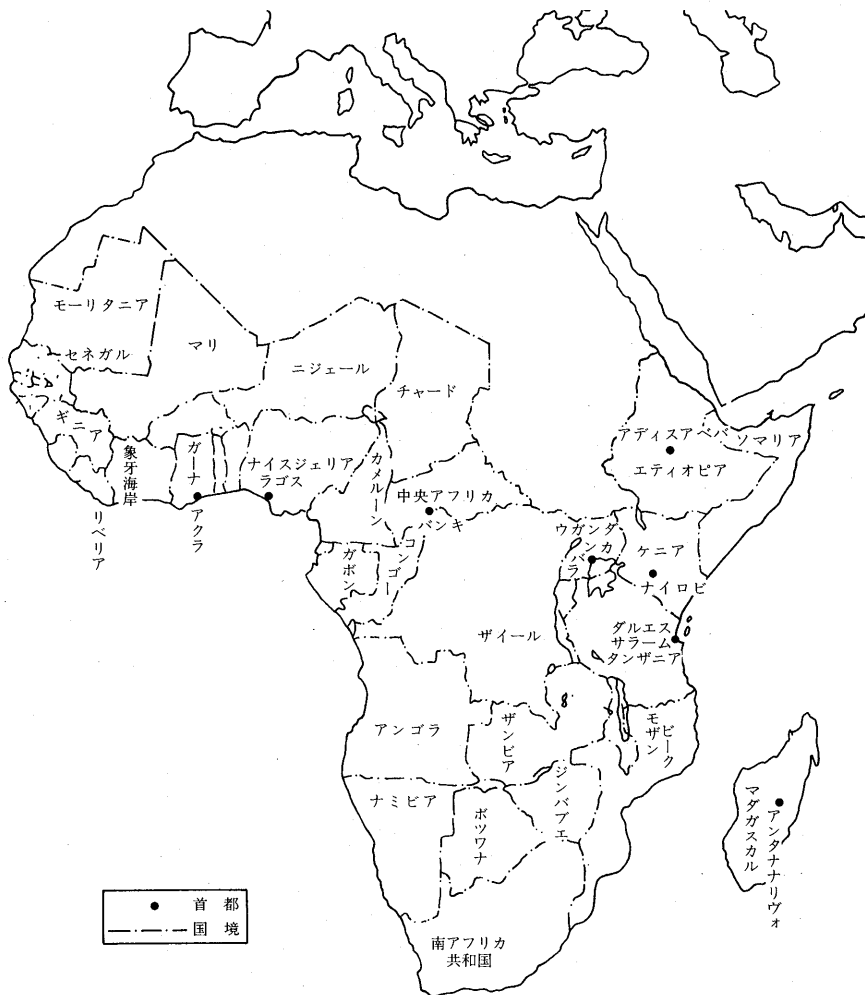


図-1 アフリカ地域

*ちば きみお (株)建設企画コンサルタント副社長

同地域は45か国の開発途上国及び南アフリカ共和国により構成されており、開発援助委員会 (DAC) の基準による、国民一人当たりGNPが750ドル未満の低所得国は37か国に上る。これら諸国の多くは独立後約30年を経過しており、強固な中央集権支配体制を目指した軍事政権ないし一党独裁制から、複数政党制への移行を主な柱とする民主化が行われつつある。また経済的には80年代以降、それまでの社会主義的経済政策から市場経済を目指した、世銀・IMF主導の構造調整政策が多くの国で導入されてきた。

しかしながら主要一次産品の国際価格の低下、石油価格上昇、国内の政治的不安、人口増加の加速等の要因により、経済改革は期待されるまでには進展していない。特に対外累積債務は各国経済の重荷となっており、1990年末において総額1,700億ドルを越えており、経済構造調整の重要性は更に増しているといえる。

2. 各国の道路事情

上述3ヶ国の概要、気候、道路事情全般について表-1に、まとめて示した。

アフリカ地域でも既存の道路をつなぐようにして計画された国際道路網があり、その一つであるトランス・アフリカン・ハイウェイはケニヤのモンバサを起点と

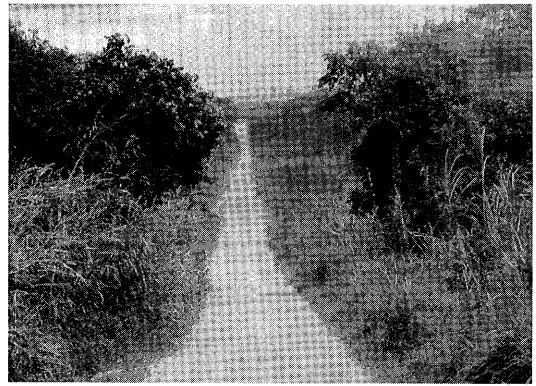


写真-1 ウガンダ国ムベンデ〜フォートポータル間の未改修道路
(トランス・アフリカン・ハイウェイの一環)

し、ウガンダ、ザイール、中央アフリカと西進してセネガルに至る。また、西部の海岸地帯にはナイジェリア、ガーナ、象牙海岸等を東西に結ぶ道路がある。

各国ともにこれらの路線に含まれる既存道路については、改良、改築を進めているが、その進度は遅々たるものである。アフリカ諸国の幹線道路に一般的に見られる標準断面は、図-2に示すように、車道巾員3.0~3.5m×2車線、路肩幅1.0~2.5m×両側、及び路肩外側のスロープ(勾配1:1.5or1:2.0)で構成

表-1 国別道路事情

項 目	ガ ー ナ	中央アフリカ	ウ ガ ン ダ
1. 国 の 概 要	国土面積: 238,573km ² 人 口: 1,487万人 (90年) 年平均増加率: 3.4 % GNP : 総額 5,824百万ドル 一人当たり 390ドル	国土面積: 622,984km ² 人 口: 303.6万人 (90年) 年平均増加率: 2.7 % GNP : 総額 1,194百万ドル 一人当たり 390ドル	国土面積: 241,139km ² 人 口: 1,735.8万人 (90年) 年平均増加率: 3.2 % GNP : 総額 3,814百万ドル 一人当たり 220ドル
2. 気 候 (雨量, 気温, 日射量)	北 部: 熱帯型 南 部: 準赤道型 平均気温: 7月19度, 1月36度	北 部: サヘル・スーダン型 中 部: 熱帯型 南 部: 赤道型	南部・北東部: 熱帯型 その他高地以外: 赤道型 平均気温: 7月16度, 1月32度
3.1 道 路 網	国道: 舗 装 道 6,004km 未舗装道 8,426km 計 14,430km	国道: 舗 装 道 452km 未舗装道 4,592km 計 5,044km	国道: 舗 装 道 2,107km 未舗装道 5,862km 計 7,969km
3.2 自動車保有台数	52,864台 (83年)	41,321台 (83年)	35,492台 (90年)
3.3 道路行政担当機関	ガーナ道路省, 道路公社	公共事業省	建設・運輸・通信省
3.4 道 路 計 画	第4次道路計画 (1991~1993)	第6次道路計画 (1990~1993)	第4次道路計画 (1991~1993)
3.5 主 な 設 計 基 準	BS, AASHTO, ASTM	フランス	BS, AASHTO, ASTM
3.6 標 準 幅 員 (国道)	車道幅員 3.5m×2車線 路肩幅員 2.0~2.5m	車道幅員 3m×2車線 路肩幅員 1.0~1.5m	車道幅員 3.0~3.5m×2車線 路肩幅員 2.0~2.5m
3.7 舗 装 種 別	土 道 (ラテライト系) 砂 利 道 (ラテライト系/ラベル) 簡易舗装道 (SBST, DBST) 舗 装 道 (アスコン)	同 左	同 左
3.8 舗 装 構 造 (舗装構成)	表 層: SBST, DBST, アスコン 上層路盤: 碎石, 自然砂利 セメント, 石灰安定処理 下層路盤: 碎石, 自然砂利 路 床: ラテライト	同 左	同 左

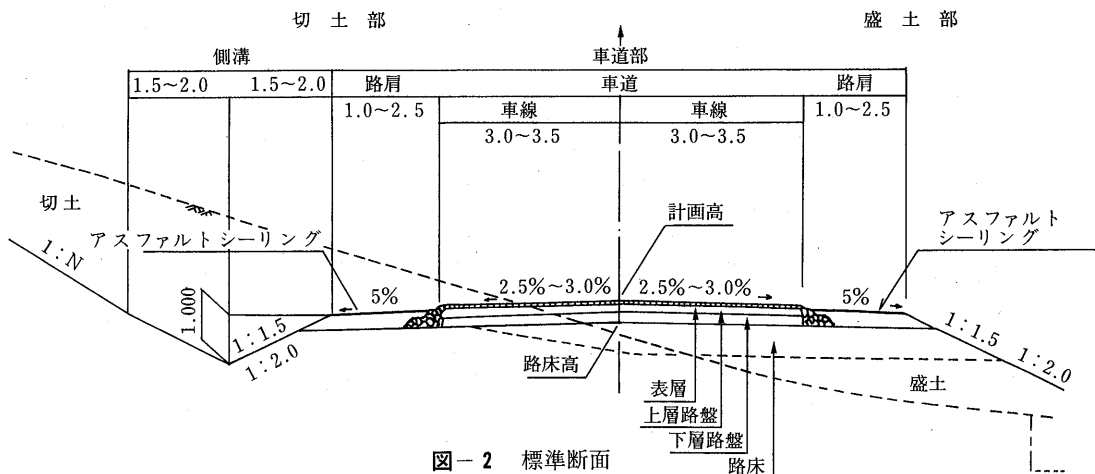


図-2 標準断面



写真-2 ウガンダ国ミチャナ～ムベンデ間の改築(別ルート)道路
(トランス・アフリカン・ハイウェイの一環)

される。

切土部分には素掘側溝を設け、部分的にアスファルトシーリングあるいはコンクリートライニングを行ったり、勾配の急な所には落着工を設置している。集落を通過する部分については、コンクリート側溝や石張り等がみられる。

各国とも舗装関係を研究しているといえる機関は特に存在しない。一般的な材料試験室は所有しており、この中で骨材試験や土質試験その他の材料試験を行っている程度である。

3. 舗装構造

アフリカ諸国の幹線道路に一般的にみられる、舗装構造は図-3に示すようなものである。

いわゆる舗装道路と呼ばれるものの表層の多くは

DBST (図-3, 例-2), SBST等のサーフェスドレッシングで、日本では簡易舗装がこれに相当しよう。アスファルトコンクリート (図-3, 例-1) やセメントコンクリート舗装は都市周辺の産業道路以外稀であり、特に後者はガーナ国の首都アクラ東方にある有料道路以外では見られなかった。

例-1

5 cm	表層	アスファルトコンクリート
15 cm	上層路盤	粒調碎石 CBR>80
20 cm	下層路盤	自然砂利 CBR>40
60 cm	路床	ラテライト礫混り土 CBR>30

例-2

2 cm	表層	ダブルサーフェスドレッシング
15 cm	路盤	セメント安定処理
15 cm	上部路床	ラテライト礫混り土 CBR>40
	下部路床	CBR>30

図-3 標準舗装構造

以下にガーナで採用されている設計基準を中心に、サーフェスドレッシングについて記す。

表層工は、瀝青材散布後、20mm, 16mm等の単粒度碎石を一層分、散布し、以下順次粒度の小さい層を重ねていく構造で、設計上舗装強度には換算しない。瀝青材としてはK1-60又はK1-70クラスのカチオン系アスファルト乳剤*又はMC3000クラスのカットバックアスファルト*を使用している。

* STANDARD SPECIFICATION FOR ROAD AND BRIDGE WORKS, GHANA HIGHWAY AUTHORITY



写真-3 ウガンダ国の首都カンパラ市内の道路状況

骨材は、碎石ダスト、粘土、塩分、有機物、その他有害物を含まない、角状（目視）をなす碎石で、0.075 mmふるい通過重量百分率が0.5%を越えないものである。使用骨材は表-2に示すように交通量区分に従って4クラスに分類される。破碎前の骨材の最小径は製造後碎石最大径の4倍以上とする。粒度分析は表-2に示す値を満足する必要がある。

瀝青材及び骨材の散布量の目安は表-2に示す通りである。

4. 道路整備事業上の問題点

アフリカ諸国においては、1960、70年代を通して道路網の拡張に重点がおかれてきたが、最近はこれら道路網の維持管理の必要性が年を追って高まってきている。既存道路の維持管理は道路新設に比して投資効果が極めて高く、これは限られた資金を節約するというばかりでなく、初期の投資効果を持続させるという意味からも極めて重要なことである。IDAの指導により各国で実施中の道路計画においても、既存道路の復旧・維持管理に重点がおかれており、経済的・財務的便益効果に疑義の残らないプロジェクト以外、道路の新設は有り得ないと言える。

日常の定期的維持管理業務は一般的に政府実施機関（建設省・公共事業省）の直営班が行なっているが、業務を円滑に行ううえで、以下の点が共通の課題となっている。

表-2 表層-サーフェスドレッシング用骨材

材質 一方車両通過台数	タイプ1 300 - 750	タイプ2 150 - 300	タイプ3 25 - 150	タイプ4 0 - 25
- ロサンゼルスすり減り係数	max 25 %	max 27 %	max 30 %	max 35 %
- 破碎値	max 20 %	max 22 %	max 24 %	max 26 %
- S S S	max 12 %	max 12 %	max 12 %	max 12 %
- F I	max 25 %	max 25 %	max 25 %	max 25 %
- 10%細粒（湿潤） （乾燥）	—	—	—	—
- 湿潤／乾燥	min 210 KN 75%	min 210 KN 75%	min 210 KN 75%	min 210 KN 75%
粒度分布 公称サイズ ふるい径（mm）	20 mm	14 mm	10 mm	6 mm
28	100	100	—	—
20	85 - 100	85 - 100	100	—
14	0 - 30	0 - 30	85 - 100	100
10	0 - 7	0 - 7	0 - 30	85 - 100
6.3	—	—	0 - 10	—
5	—	—	—	—
3	—	—	—	0 - 30
2	0 - 2	0 - 2	0 - 2	0 - 10
0.5	—	—	—	0 - 2

サーフェスドレッシング／瀝青材、骨材散布量（目安）		
公称サイズ（mm）	瀝 青 材（ℓ／㎡）	骨 材（kg／㎡）
6	0.7 - 1.2	7 - 9
10	0.8 - 1.4	12 - 15
14	0.9 - 1.6	17 - 20
20	1.1 - 1.9	24 - 28

- (1) 道路維持管理の為の適宜適切な年次予算の確保
- (2) 政府の様々なレベルにおける効果的な組織の確立
- (3) 燃料・スベアパーツの供給の確保（稀少な外貨の安定的な配分）
- (4) 道路維持管理用機材の適切な運用，維持管理及び定期的な更新
- (5) 職員，機械工，オペレーター等道路維持管理専門の人員の確保，トレーニング

しかしながら実施機関の資金不足は恒常的であり，共通する問題点としては以下のものがあげられる。

- (1) 不十分な機材・工具
- (2) 機材に対するスベアパーツの供給不足
- (3) 燃料，オイル，潤滑油及び建設資材の不足
- (4) 不十分な道路整備機材修理能力，修理工場施設
- (5) 職員，機械工，オペレーター等の不足

一方，国際道路網を形成する主要幹線道路の整備も，国際自動車交通量の増加に伴い，重要な課題となっている。このような道路はいわゆる高規格道路の範疇に入るものであり，整備の為のコストは割高とならざるを得ない。特に大規模河川を渡河する橋梁の建設は資金の目途が立たない場合が多いのが実状である。

重交通道路の舗装用アスファルト 「セミブローンアスファルト」の開発

B 5 版・132 ページ・実費頒価 3000 円（送料実費）

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

目

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

次

- 4.4 高速曲げ試験
- 4.5 水浸マーシャル安定度試験
- 4.6 試験結果のまとめ
- 4.7 品質規格の設定
5. 試験舗装による検討
 - 5.1 概 説
 - 5.2 実施要領
 - 5.3 施工個所と舗装構成
 - 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

参考資料・世界の道路現況と自動車保有台数

国名	国土面積 (km ²)	道 路 延 長					舗装率 (%)	道 路 密 度 km／km ²	自 動 車 保 有 台 数		
		高 速 道 路 (km)	主 要 道 路 (km)	二級道路 (km)	その他 (km)	合 計 (km)			乗用車 (台)	バス・ トラック等 (台)	合 計 (台)
〔ヨーロッパ〕											
アルバニア	28,748		7,450	10,000	1,000	18,450	85.0	0.64	16,000	32,900	48,900
アルメニア	29,800		3,975	3,729		7,704	96.6	0.26	2,782	12,034	14,816
オーストリア	83,850	1,499	10,269	25,440	75,000	125,000	100.0	1.49	3,100,014	268,577	3,368,591
ベルギー	30,519	1,631	12,885	1,360	122,000	137,876	94.0	4.52	3,928,906	379,111	4,308,017
ブルガリア	110,994	276	2,933	3,797	29,924	36,930	91.8	0.33	1,316,644	133,375	1,450,019
クロアチア	56,538	302	4,492	7,984	14,600	27,378	81.0	0.485	735,650	43,890	779,540
キプロス	9,125		2,199		8,012	10,211	53.4	1.12	189,701	84,024	273,725
チェコスロバキア	127,905	560	9,588	18,080	45,535	73,215	13.3	0.57	3,341,774	341,809	3,683,583
デンマーク	43,092	653	3,908	7,091	59,390	71,012	100.0	1.65	1,649,074	251,334	1,900,408
エストニア	45,100	50	1,144	2,616	11,001	14,811	52.4	0.328	261,086	85,685	346,771
フィンランド	303,999	249	11,240	29,428	35,707	76,631	61.0	0.22	1,909,787	270,552	2,180,339
フランス	551,000	7,450	28,300	355,000	420,000	810,000		1.47	23,810,000	4,830,000	28,640,000
ドイツ	248,694	8,959	30,860	63,162	398,014	500,995	99.0	2.01	31,309,165	1,569,458	32,878,623
イギリス	229,988	2,903	12,715	35,034	305,774	356,517	100.0	1.55	19,742,000	2,861,000	22,603,000
ギリシャ	131,990	116	8,984	29,122	90,000	130,000	91.7	0.98	1,777,484	802,947	2,580,431
ハンガリー	93,030	351	6,745	23,151	75,683	105,930	50.4	1.14	1,943,946	250,785	2,194,731
アイスランド	104,000		4,082	4,167	3,042	11,291	20.8	0.11	120,862	16,012	136,874
アイルランド	70,282	32	5,255	10,566	76,474	92,327	94.0	1.31	828,225	154,511	982,736
イタリア	301,277	6,767	45,005	110,468	141,666	303,906	100.0	1.01	26,267,431	3,510,313	29,777,744
ラトビア	64,589		8,272	13,312	44,051	64,635	17.9	1.001	328,436	76,990	405,426
リヒテンシュタイン	65,200	376	8,738	11,784	23,617	44,515	80.4	0.683	512,362	14,518	526,880
ルクセンブルグ	2,586	84	869	1,828	2,316	5,097	99.1	1.971	191,588	12,839	204,427
モルトバ	33,760		5,020		5,280	14,062	86.1	0.417	210,385	14,254	224,639
オランダ	41,160	2,092	1,956	7,032	93,460	104,590	88.0	2.54	5,569,000	553,800	6,122,800
ノルウェー	323,886	75	26,146	26,974	35,727	88,922	69.0	0.27	1,614,623	334,351	1,948,974
ポーランド	312,683	257	45,342	128,705	191,061	365,365	63.4	1.17	6,112,171	1,329,650	7,441,821
ポルトガル	88,944	453	9,190						1,800,000	648,200	2,448,200
ルーマニア	238,400	113	14,570	58,133	80,198	153,014	51.0	0.64	1,397,118	332,273	1,729,391
スロベニア		229	1,357	3,395	9,533	14,514	72.0	0.71	578,268	33,844	612,112
スペイン	504,750	2,700	23,442	135,819	170,000	331,961	99.0	0.66	12,537,099	2,541,830	15,078,929
スウェーデン	411,114	936	14,577	83,182	38,100	135,859	72.0	0.40	3,621,114	324,345	3,945,459
スイス	41,288	1,502	18,407	51,197		71,106		1.72	3,085,372	291,457	3,376,829
トルコ	780,576	387	31,261	27,960	308,000	367,608		0.47	2,143,680	952,376	3,096,056
ウクライナ	603,700	1,691	29,184	22,565	115,539	168,979	94.2	0.28	3,570		
ユーゴスラビア	255,400		17,470	32,229	72,872	122,571	73.0	0.48	3,323,940	247,046	3,570,986
〔アフリカ〕											
アルジェリア	2,381,741	400	26,000	22,000	42,000	90,000	70.0	0.04			1,300,000*
アンゴラ	1,246,700		7,955	15,571	49,085	72,611	10.9	0.06			

国名	国土面積 (km ²)	道 路 延 長					舗装率 (%)	道 路 密 度 km/km ²	自 動 車 保 有 台 数		
		高 速 道 路 (km)	主 要 道 路 (km)	二級道路 (km)	その他 (km)	合 計 (km)			乗用車 (台)	バス・ トラック等 (台)	合 計 (台)
ベ ナ ン	112,600		3,400	2,623	2,372	8,435	12.3	0.075			
ブ ル ン ジ	27,834		1,844	2,239	2,182	6,285	17.5	0.49			
中央アフリカ	623,000		5,398	3,909	14,431	23,738	1.8	0.038	8,221	18,541	16,762
コ ン ゴ	342,000		3,421	4,136	5,188	12,745	9.7	0.037	27,000	15,430	42,430
ジ ブ チ	23,200		1,081	1,798		2,879	12.6	0.124			
エジプト	1,000,000		18,300	14,700	12,500	45,500	67.7	0.05	826,915	550,649	1,377,564
エチオピア	1,220,000		19,017		8,955	27,972	15.0	0.02	37,799	20,939	58,738
ザ ン ビ ア	10,360		756	453	1,177	2,386	32.0	0.23			
ガ ー ナ	238,533	21	3,997	10,523	23,604	38,145	19.6	0.16	57,897	30,125	88,022
ケ ニ ア	582,646		6,320	18,982	37,269	62,573	13.3	0.11	157,166	133,968	291,134
レ ソ ト	30,350		1,910	659	1,626	4,195	20.0	0.14			
マダガスカル	592,000		8,539	18,382	7,829	34,750	15.4	0.059	41,900	29,100	71,000
マ ラ ウ イ	118,484		2,701	2,782	6,016	11,499		0.097			
モーリシャス	1,865	29	886	577	339	1,831	93.0	0.98	50,016	16,849	66,865
モ ロ ッ コ	710,781	73	10,906	9,391	39,177	59,474	49.5	0.084			
モザンビーク	799,380		4,384	8,160	14,743	27,287	17.2	0.034	24,700	29,500	54,200
ニジェール	1,267,000		5,971	2,729	2,557	11,258	29.0	0.009	31,427	9,768	41,195
ル ワ ン ダ	26,338		5,200	500	7,473	13,173	9.0	0.5	7,868	2,048	9,916
南アフリカ	1,123,226	2,040	53,395	126,894		182,329	30.4	0.16	3,403,605	1,497,607	4,901,212
スワジランド	1,725		1,362	1,439	750	2,801		1.62	26,415	24,296	50,711
ト ー ゴ	56,000		1,835	1,117	4,593	7,545	24.3	0.14	4,920	254	5,174
チュニジア	164,150	52	10,758	6,163	12,110	29,183	60.0	0.177	320,101	173,986	494,087
ザ イ ール	2,345,000		68,000	77,000		145,000	0.0	0.006			
ザ ン ビ ア 〔アメリカ〕	752,618	56	6,520	8,360	22,423	37,359	17.6	0.05			
ブ ラ ジ ル	8,511,965		114,908	219,735	1,355,734	1,670,148	9.7	0.20			13,000,000
カ ナ ダ	9,970,610	14,985	132,246	134,297	544,215	825,743	35.0	0.083	12,811,318	3,458,368	16,269,686
チ リ	756,945		6,343	16,640	56,610	79,593	13.8	0.11	828,419	145,511	973,930
コロンビア	1,141,748		25,657	95,417	8,043	129,117	8.0	0.11	1,098,895	230,481	1,329,376
コスタリカ	51,100		7,344	28,192		35,536	15.8	0.695	168,814	95,066	263,880
グアテマラ	108,889		18,745	93,447	21,326	133,518	26.2	1.23			
ホンジュラス	112,088		3,092	2,479	5,800	11,371	21.1	0.101	88,982	18,049	107,031
メ キ シ コ	1,969,269	3,166	45,805	61,230	132,093	242,294		0.12	6,067,831	2,696,344	8,764,175
ス リ ナ ム	164,000		1,570	5,483	2,100	9,153	26.0	0.06	36,755	14,473	51,228
ア メ リ カ 〔アジア及び中近東〕	9,809,431	84,865	656,350	702,111	4,884,702	6,243,163	58.2	0.64	143,549,627	45,105,835	188,655,462
バーレーン	622		307	423	1,941	2,671	75.3	4.29	107,657	24,523	132,180
ブ ル ネ イ	3,582					2,023		0.56	115,377	13,019	128,396
中 国	9,596,961	574	4,356	759,700	276,500	1,041,130	87.0	0.11			
香 港	1,070					1,529	100.0	1.42	260,196	139,670	399,866

国名	国土面積 (km ²)	道路延長					舗装率 (%)	道路 密度 km/km ²	自動車保有台数		
		高速 道路 (km)	主 道 要 路 (km)	二級道路 (km)	その他 (km)	合 計 (km)			乗用車 (台)	バス・ トラック等 (台)	合 計 (台)
インド	3,287,263		*** 32,138	*** 1,460,218	*** 350,869	*** 1,843,420	*** 48.0	*** 0.56	* 2,056,696	* 1,607,030	* 3,663,726
イラク	440,000	976	10,110	26,323	8,140	45,554	84.3	0.10	672,205	368,525	1,040,730
イスラエル	20,770	56	4,147		9,153	13,300	100.0	0.64	857,381	174,085	1,031,466
日本	377,801	4,869	47,000	129,040	939,569	1,115,609	70.1	2.95	37,076,065	22,936,389	60,012,454
ヨルダン	89,411	1,712	497	1,657	1,814	5,680	100.0	0.064	172,075	35,854	207,929
韓国	99,173	1,550	12,255	10,577	31,396	55,778	61.4	0.56	1,117,999	917,449	2,035,448
クウェート	17,818	280	1,232	2,761		4,273		0.24	499,388	110,663	610,051
ラオス	236,800		3,502	5,749	4,842	14,093	24.1	0.595	21,269	14,702	35,971
マレーシア	329,284		8,972	27,008	4,194	40,174	69.0	0.12	1,530,401	315,677	1,846,078
パキスタン	796,095		58,677	52,560		111,237	53.0	0.14	278,506	153,823	432,329
フィリピン	300,000		26,070	29,174	102,203	157,448	14.2	0.52	376,646	598,209	974,855
サウジアラビア	2,253,300		20,866	17,647	106,163	144,676	43.0	0.064	2,664,028	2,272,794	4,936,822
シンガポール	633	108	539	1,911	282	2,840	97.1	4.49	285,298	126,389	411,687
シリア	185,000	712	5,052	18,374	7,431	31,569	77.0	0.171			
台湾	36,000	382	4,057	15,033	388	19,860	86.2	0.55	2,328,439	653,869	2,982,308
タイ	514,204	171	19,793	32,546		52,339		0.102	735,326	1,903,220	2,638,546
イエメン	200,000		4,754	2,384	44,329	51,467	9.2	0.096	165,438	237,957	403,395
〔オセアニア〕											
オーストラリア	7,683,000		** 121,167		** 677,400	** 798,567	** 33.0	** 0.104	7,734,100	1,915,400	9,649,500
ニュージーランド	270,500	137.8	11,495	81,467		92,962	73.0	0.34	1,539,809	309,543	1,849,352

出 所：I R F（国際道路連盟）統計資料1992年版による。（1991年末）

〔注〕 1）空欄は不明。

2）韓国・パキスタン・フィリピンは1988年の数値である。

3）イタリー・ユーゴスラビア・エジプト・マラウイ・チュニジア・コロンビア・イラク・クウェート・マレーシアは1989年の数値である。

4）イギリス・スロベニア・アンゴラ・ベナン・ブルンジ・ザンビア・ニジェール・ルワンダ・スワジランド・トーゴ・ブラジル・グアテマラ・ホンジュラス・スリナム・アメリカ・サウジアラビア・台湾は1990年の数値である。

5）*は1990年の数値である。

6）**は1989年の数値である。

7）***は1988年の数値である。

8）中国は、沈氏提供の資料より抜粋。

平成4年度 日本アスファルト協会 論文賞 発表

(注)日本アスファルト協会の論文賞は隔年に実施しているが、平成4年度は、審査の結果、以下の2編が選ばれた。

入選第2席 賞状・賞金10万円

「排水性舗装用混合物評価方法としてのカンタブロ試験の有効性について」

日本石油(株)中央技術研究所 長谷川 宏・石 井 武
日本舗道(株)技術研究所 荒 井 孝 雄

〔講 評〕

排水性舗装用アスファルト混合物の評価方法については定説がないことから、本論文では、既往の試験方法を適用しつつ、これらの試験によって得られた新しい知見から排水性混合物の合理的な評価方法について提案している。

具体的には、低温カンタブロ試験が骨材の剥脱飛散に対する相対的な抵抗性をうまく評価できること、水浸カンタブロ試験が骨材の岩質・バインダーの種類・消石灰の添加の有無による耐水性の差を明確に表現できることが挙げられる。

しかし、本論文のいずれの評価方法も室内試験結果からの評価であり、混合物を使用した実際の排水性舗装の供用性との検証がなされていないので、今後の研究が望まれる。

佳 作 賞状・賞金5万円

「MC碎石マスチック鋼床版舗装への適用 —耐流動性および防水性混合物として—」

首都高速道路公団神奈川管理部 山 田 実・重 並 弘 道
日本舗道(株)関東第一支店試験所 荒 井 明 夫

〔講 評〕

本論文で用いられている混合物そのものについての新規性はないが、混合物の特性を鋼床版舗装に必要な条件に合うようにうまく改善することによって、鋼床版舗装工法に新しい視点を与えている。

具体的には、基層に改質II型のバインダーを使用した植物繊維メチルセルロース(MC)入り碎石マスチック、表層に改質II型バインダーを用いた開粒度薄層舗装(ディックシール)を採用して、従来のグースアスファルト系の鋼床版舗装に比較して耐流動性・防水性・たわみ追従性に優れていることを確認し、実際の現場に施工している。

しかし、鋼床版舗装の評価は基層と床版との接着性の検証、繰返し曲げ疲労の問題といった現場での供用性を見ての総合的な判断が必要であるが、本論文ではそれについて触れられていない点が惜まれる。

〔選考委員〕

委員長	多 田 宏 行	(株)道路保全技術センター理事長
委 員	阿 部 頼 政	日本大学理工学部土木工学科教授
	飯 島 尚	建設省土木研究所研究調整官
	飯 島 博	三菱石油(株)顧問
	牛 尾 俊 介	昭和シェル石油(株)アスファルト部長
	河 野 宏	(社)土木学会専務理事
	千 葉 博 敏	グリーンコンサルタント(株)常務取締役
	南 雲 貞 夫	熊谷道路(株)常務取締役技術研究所長
	橋 本 鋼太郎	建設省近畿地方建設局長
	藤 井 治 芳	建設省技監
	真 柴 和 昌	パシフィック石油商事(株)取締役社長
	矢 野 善 章	建設省道路局市町村道室長

排水性舗装用混合物評価方法としての カンタブロ試験の有効性について

長谷川 宏*・石井 武**・荒井 孝雄***

論文要旨

排水性機能維持のために高空隙率化傾向にある車道排水性舗装用混合物に関して、その耐久性能に関わる骨材飛散性と耐水性、ならびに製造、施工に関わる混合温度について供用性に関連づけた評価方法を検討した。その結果、①骨材飛散の力学的評価方法として低温カンタブロ試験（0～20℃）が有効、②耐水性の評価方法として水浸カンタブロ試験（60℃、48時間の水浸）が有効、また、③骨材とバインダーの混合温度は、耐水性の検討から、動粘度が約500cSt. 以下に相当する温度であればよい、等が得られた。これらを排水性舗装用混合物に関する材料ならびに製造上の工学的評価方法として提案した。

1. まえがき

アスファルト舗装道路は、近年の交通量の増加や交通荷重の増加などから、高性能化が追求され、また、補修や経済性の面からはより長期の供用性が要求されるようになった。また、交通の安全性や快適性、あるいは環境への配慮等からは新しい舗装材料や機能を高めた舗装混合物が開発されてきており、その一つが車道排水性舗装（以下、排水性舗装ともいう）である。そして、その結合材であるストレートアスファルトあるいは改質アスファルトに対して、現場にマッチしたより厳しい品質が要求されるようになってきている。

従来から、舗装の実用性状、即ちパフォーマンスに関連づけた評価方法、あるいは規格についてはその重要性が提唱されてきており¹⁾、近年さらにその傾向が顕著である。例えば、Van Goodswillingenらは²⁾、アスファルトの室内試験と現場供用性との相関性を研究し、実路での供用性を評価する手法を開発しており、米国ではSHRP計画の中でアスファルトに関する新しいアプローチを行い、舗装体の供用性に基づいた新しい規格

(SUPERPAVE)を提案しようとしている³⁾。また、昨年開催された第7回国際アスファルト舗装会議(ISAP)でも、パフォーマンスに基づく仕様を確立するための新しい評価法の提案がなされている⁴⁾。

車道排水性舗装の適用以来、我が国では耐久性改善のための努力がいろいろ行われてきた。そして、ストレートアスファルトについては水浸ホイールトラッキング試験（以下、水浸WT試験と略記）における動的安定度（以下、DSと略記）が小さく^{5),6),7)}目つぶれが大きい⁸⁾ため、そのバインダーとしての適用には問題があること、また、排水性機能の維持には、空隙率20%以上の確保が必要であるが^{8),9)}、改質II型でも空隙率が大きくなるとDSが不十分であること⁷⁾などから、いわゆる高粘度バインダーが開発されてきた¹⁰⁾。

高粘度バインダーは、SBS、SBR等の熱可塑性エラストマーが混合されたもので、60℃における絶対粘度が数10万ポアズという極めて高い粘性を有している。しかしながら、高粘性ゆえに施工条件（適正混合温度、転圧方法など）などの未解決事項がある。さらに、混合物の耐久性に関わる問題として、骨材飛散性や耐水性の問題などがあり、また、長期機能維持に関わる問題として、目つぶれの問題があるが、目つぶれについては、空隙率を高くする方向で解決しようとしている。しかし、空隙率を高くすることは、骨材飛散性など耐久性にとってますます厳しい方向に向かっており、重交通道路やより高い安全性が要求される高速道路へ適用するにあたっては、供用性に基づいた適切な評価試験を行なうことが必要である。

本研究は、上記問題点のうち、排水性機能維持のために高空隙率化した排水性舗装用混合物に対して、その力学的評価の検討として耐久性能に関わる骨材飛散性の問題、改質バインダーの評価検討として耐水性（耐はく離性）の問題、ならびに製造、施工に関わる適正

*はせがわ ひろし 日本石油㈱中央技術研究所主管研究員

**いしい たけし 日本石油㈱中央技術研究所研究員

***あらい たかお 日本舗道㈱技術研究所課長

な混合温度の決定の問題に関して、パフォーマンスに関連づけた評価方法を検討した結果を述べ、いま求められているアスファルトバインダーの品質向上への一助とすべく、いくつかの提案を行うものである。

2. 研究の目的と概要

(1) 排水性舗装用混合物の力学的評価の検討

排水性舗装からの骨材飛散の問題は、配合設計（粒度分布、空隙率、アスファルト量など）、材料（石質、バインダー種など）、混合物製造（混合温度など）、施工（締固め温度、ローラーの種類など）および供用における劣化（アスファルトの酸化劣化、はく離）など様々な要素が関わっている。そして、その飛散は骨材粒子間の力学的強度が脆弱化したとき、タイヤなどの接触による外力の作用によって発生すると考えられる。特に、骨材飛散は低温時に発生しやすくなることが認められている。そこで本研究では、骨材飛散がいわゆるフレッティング作用によって生ずるものと位置づけ¹¹⁾、これを力学的評価試験の方法として検討し考察することとした。

フレッティングは、路面と車両タイヤの接触やタイヤチェーン等の作用によって生ずる現象で、舗装混合物の表面の荒れから始まり、骨材飛散が繰り返されて最終的にはポットホールへと進行する崩壊(Disintegration)と称される破壊形式の初期段階のものを指している。

フレッティングの進行による破損をシミュレートする方法については、サンドブラストマシンを利用したフレッティング試験が有効であることが既に実路面の各種舗装混合物との検証から報告されており¹²⁾、本研究でもこれを骨材飛散の基本試験として取り上げた。しかし、この試験は一般化された汎用的な方法でないため、フレッティング作用の力学的メカニズムに類似した点があると考えられる試験として、カンタプロ試験および圧裂試験を取り上げ、フレッティング試験との相関を検証し、これに代替できる工学的な評価試験法であるか否かを検討することとした。

一方、骨材飛散はそれらを結合しているバインダー部分で発生することから、バインダーの物性が骨材飛散に影響を与えていると考えられる。そこで、本研究では、骨材把握力の評価試験方法として用いられているタフネスおよびテナシティ¹³⁾、あるいは目づまりなど耐久性と関連が深い60℃粘度を取り上げ、上記の工学的評価試験法との関係について検討を加えることとし

た。

(2) 改質バインダーの評価法の検討

排水性舗装混合物は空隙率が大きく、常時水の通過を許すため水によるはく離の影響を受けやすい。そして、特に、耐水性に与えるバインダー特性の影響は多大であることから、耐水性はバインダー品質の一つの評価法とみなさなくてはならない。そこで、本研究では、耐水性に関わるはく離の問題を取り上げ、その工学的評価方法について検討する。

耐水性の評価としては、パフォーマンス(交通作用)も考慮した有効なはく離試験方法として、水浸WT試験があり、建設省土木研究所ではこれを種々検討し、標準条件を定めている¹⁴⁾。ただ、水浸WT試験は試験に長時間を要し、必ずしも汎用的な方法でないため、各種改質材やはく離防止剤の工学的評価には不向きである。

また、従来から混合物のはく離試験として水浸マーシャル試験が行われているが、空隙が大きい混合物に対しては実用性に乏しい。そのため、これに代わる簡便な評価方法として、はく離の影響も考慮できる水浸によるカンタプロ試験と圧裂試験（それぞれ、水浸カンタプロ試験、水浸圧裂試験という名称を用いた）を取り上げることとした。そして、それらと水浸WT試験との相関性を検証し、工学的な実用評価試験としての可否を検討し、これによって改質バインダーの効果を検討することとした。

(3) 改質バインダーの適正混合温度の決定に関する検討

排水性舗装混合物の製造・施工に関わる問題の一つは、それぞれの使用バインダーについての適正な温度の決定に関するものである。アスファルト舗装要綱(以下、舗装要綱と略記する)ではマーシャル供試体作製時の混合温度は、アスファルトの動粘度が $180 \pm 20 \text{ cSt}$ 。(製造時における混合温度は、 185°C を超えない範囲で、 $150 \sim 300 \text{ cSt}$ のときの温度から選ぶ)になるときの温度を混合温度とする。とある。

ただ、これはストレートアスファルトに関して、H. L. Lehman¹⁵⁾の行ったアスファルトの混合温度と混合物のマーシャル安定度等の関係から適正温度が設定されたものである。これを改質アスファルトに適用した場合、混合温度が非常に高くなって、実用上適正でない。舗装要綱には、改質アスファルトなどで混合温度が高くなる場合、熱劣化を考慮して作業性が確保できる範囲で温度を設定するようにと記述されているだけであ

る。

そこで、本研究では、排水性舗装用混合物の適正な混合温度は、供用性に基づいて決定する必要があると考え、混合温度の適否が耐水性に重要な影響を及ぼすという観点から、水浸カンタブロ試験を適用し、混合温度と耐水性との関係から検討を加えることとした。

3. 実施試験と内容

3.1 使用材料

(1) 使用バインダー

本研究に用いたバインダーの性状を表－1に示す。

表－1 使用バインダの性状

	改質A	改質B	改質II型	ストアス
針入度 (25℃)	41	48	43	66
軟化点 (R & B) ℃	93	86.5	64.5	46.0
伸 度 (15℃) cm	86	95	> 150	> 100
フラース脆化点 ℃	-12	-22	-18	- 9
タフネス (25℃) kgf・cm	233*	313*	227	47
テナシティ (25℃) kgf・cm	151*	223*	165	11
把握力 (25℃) kgf・cm	82	90	62	36
60℃粘度 P	552,000	678,000	14,600	1,720
動粘度 (130℃) cSt.	—	—	1,330	410
(140℃) cSt.	—	—	940	277
(150℃) cSt.	736	1,250	675	194
(160℃) cSt.	578	893	431	—
(170℃) cSt.	462	657	286	—
(180℃) cSt.	371	494	197	—

* 途中で破断

表中の改質A、改質Bはそれぞれ開発中および市販の排水性舗装用高粘度改質バインダーである。

なお、表中の把握力とは、タフネスからテナシティを差し引いた値（タフネス－テナシティ）を示す。これは、後述のフレッティング特性との照合において、フレッティングの力学的作用からみて、バインダーの把握力が特に関係していると推定されることから取り上げたものである。

(2) 骨材配合

表－2に示すように空隙率が25%になる配合で設計した。

表－2 排水性混合物の配合 (%)

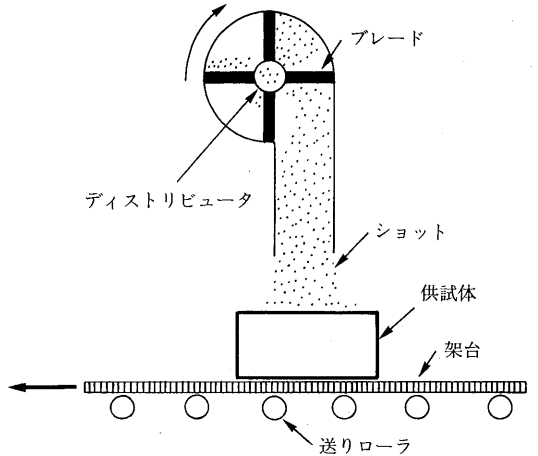
	6号 碎石	砂	石粉	消石灰	バインダー	目標空隙率 %
基 本 配 合	88	8	4	—	4.0	25
消石灰添加	88	8	2	2	4.0	25

なお、骨材は一般的に使用されている硬質砂岩と耐はく離性が悪い石英斑岩を使用した。

3.2 排水性舗装混合物の評価試験

(1) 骨材飛散性に関する試験

骨材飛散特性の評価としてのフレッティング試験は図－1に示すロータ型サンドブラストフレッティング試験機で行った。これは、高速で回転するロータから、研磨材（1.2mmφのスチールショットSB-12を使用）を遠心力で供試体に投射させ（投射速度は63m/s）、表面をすり減り、骨材粒子を離脱させるものである。供試体はマーシャル供試体を円柱方向に直角に中央で切断したものを用い、締固めた面に研磨材を投射して重量減少量を測定した。供試体は予め所定の温度（0℃、20℃）に保持した後、室温で試験した。



図－1 フレッティング試験機の概略図

検討実用試験法の一つとして取り上げたカンタブロ試験¹⁶⁾は、フレッティング試験との関係を把握するため、供試体およびドラムの温度を－10～60℃の範囲で変化させてすり減り量を測定した。

また、圧裂試験は、日本道路協会の舗装試験法便覧¹³⁾に準拠し、試験温度はフレッティング試験と同じ0℃および20℃とした。

(2) 耐水性に関する試験

耐水性の評価試験としての水浸WT試験は、300×300×50mmの供試体を用い、接地圧は0.54MPa(5.5kgf/cm²)とし、水浸のレベルは、模擬路盤面から0mmと25mmの2通りで実施した。

検討実用試験として取り上げた水浸カンタブロ試験の試験条件は、水浸を60℃で48時間行い、乾燥した後、20℃ですり減り量を測定した。また、水浸圧裂試験の

試験条件は、水浸を60℃で48時間行い、乾燥した後、0℃および20℃で圧裂強度を測定した。

(3) 適正混合温度に関する試験

舗装要綱に従って求めた所定の混合温度を標準とし、これを上限として各バインダー毎に15℃間隔で低温側に混合温度を4点設定した。そして、それらの温度でバインダーと骨材を混合した後、締固め後の空隙率を一定化させるためバインダー毎に一定の締固め温度を定め、その温度で締固めてマーシャル供試体を作製し、水浸カンタブロ試験に供した。

4. 試験結果と考察

4.1 力学特性の評価試験法の検討

(1) フレッシング試験による骨材飛散の検討

骨材飛散のシミュレーション試験としてのフレッシング試験の結果を図-2に示す。20℃では改質A、改質Bおよび改質II型ともに大差ないが、脆性領域側である0℃ではそれぞれのバインダーの差が顕著になり、かつ、フレッシングがより大きくなり、排水性舗装の骨材飛散が低温時に多く発生することを示している。

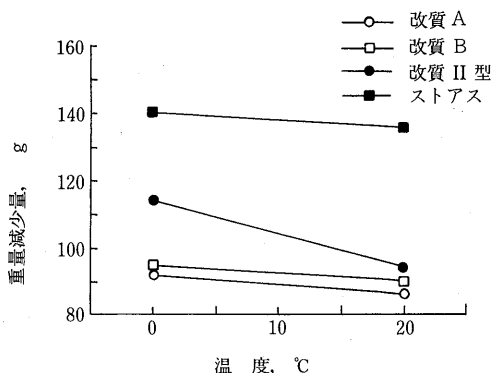


図-2 フレッシング試験結果

(2) 工学的評価試験の検討

温度を変えたカンタブロ試験によれば、図-3に示すように、ストレートアスファルトは軟化点を超えるあたりから急激に損失量が増大し、崩れるようにして破損するが、改質バインダーは高温側（30～60℃）でも十分に結合力を保ち、損失量が小さく、また、それらの間の差異も小さい。これらの結果は、20℃におけるフレッシング試験と同様の傾向にある。

一方、低温側（20℃以下）では、温度が低くなるにしたがって損失率が大きくなり、特に0℃付近ではバインダー間の差も大きくなる。この傾向もフレッティ

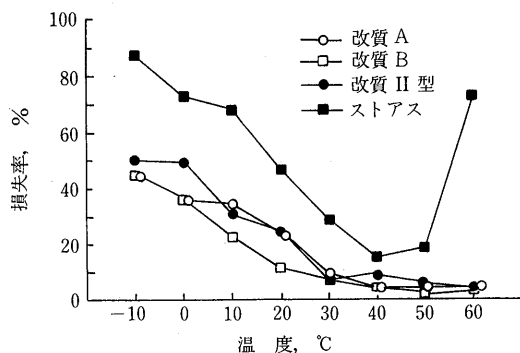


図-3 カンタブロ試験結果

ング試験と類似しており、低温時に多い排水性舗装の骨材飛散の現象とよく符合しているといえる。このように、カンタブロ試験結果は、フレッシング特性と同様な傾向を示しており、フレッシング試験と類似した力学的特性を評価しているものと思われる。

そこでカンタブロ試験による損失率とフレッシング試験による重量減少量との関係を調べてみると図-4に示したようになり、相関係数は $r=0.94\sim0.98$ であり、特に0℃の相関が高い。

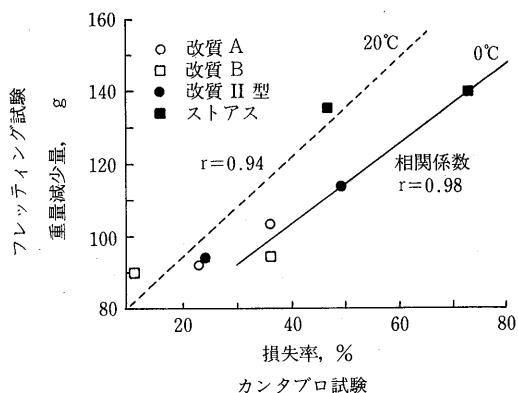


図-4 フレッシング試験とカンタブロ試験の関係

以上の結果から、カンタブロ試験は排水性舗装用混合物の骨材飛散性の力学的評価試験として、フレッシング試験に代わる方法として有効であると考えられる。

次に、この特性をバインダー特性との関係で見ると、図-5に示すように、バインダーの把握力（タフネステナシティ）は、カンタブロ試験との関係が良好であり（相関係数 $r=0.95\sim0.98$ ）、したがって、把握力も、また排水性舗装用混合物の骨材飛散性の評価に結びつくバインダー特性であることが分かった。

一方、図-6に示すように、排水性舗装の耐久性と

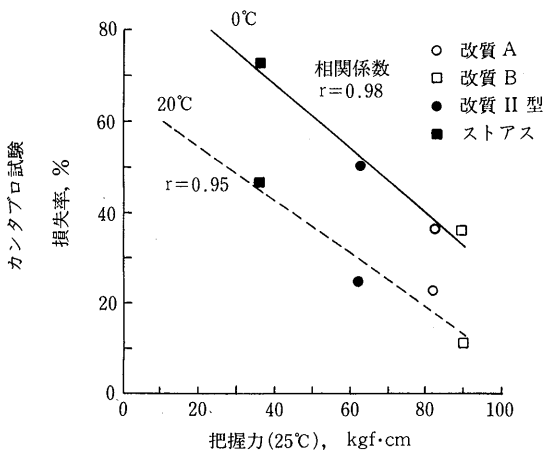


図-5 カンタブロ試験と把握力の関係

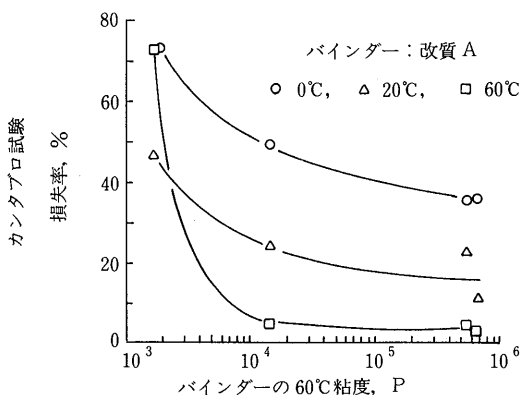


図-6 カンタブロ試験と60℃粘度の関係
カンタブロ試験温度

深く関わっているとされるバインダーの60℃粘度は、カンタブロ試験による損失率と関係はあるものの相関性はそれほど高くない。この結果では、バインダーの粘度が数万以上になると損失量はほぼ一定となることから、骨材飛散性に関する耐久性の観点からは、バインダーの60℃粘度は数万程度あれば十分と考えられる。

圧裂試験については図-7に示す結果が得られた。引張り強度は、0℃ではバインダーの違いによる差異がある程度あるが、20℃では殆どないという結果になっている。引張り強度とフレッチング試験結果の関係は図-8のとおりであり、相関性は認められるものの、バインダー間の有意差が小さいため、圧裂試験は骨材飛散性の評価方法としてはカンタブロ試験よりも適性が低いと思われる。

4.2 耐水性に関する検討

(1) 水浸WT試験結果

はく離のシミュレーション試験としての水浸WT試

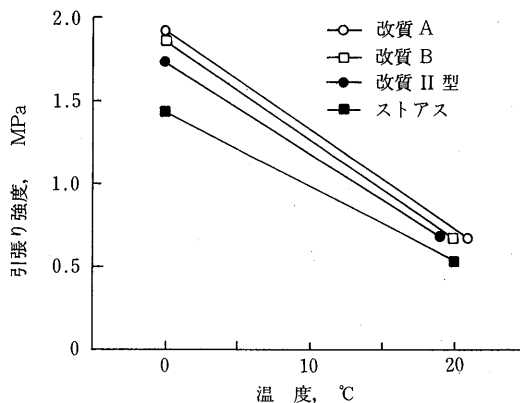
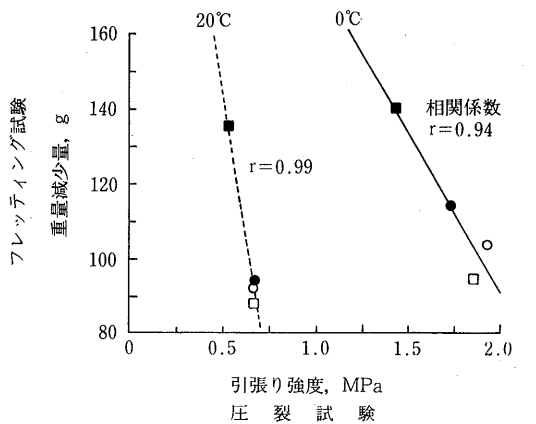


図-7 圧裂試験結果



○ 改質 A ● 改質 B □ 改質 II 型 ■ ストアス

図-8 フレッチング試験と圧裂試験の関係

験の結果を図-9に示す。水浸レベル0 mmでは改質A、B間の差は殆どなく、石質による差だけが現れているが、はく離条件を厳しくした水浸レベル25 mmでは、い

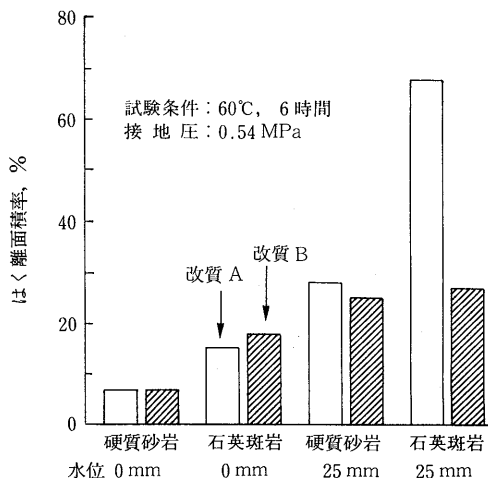


図-9 水浸WT試験結果

ずれのバインダーもはく離面積が大きくなり、とくに石英斑岩と改質Aの組み合わせのはく離が著しくなるなど、バインダーと石質の組み合わせによる交互作用が顕著に認められる。

(2) 工学的評価試験の検討

水浸カンタブロ試験による試験結果のうち、図-10はバインダー種類による比較であり、いずれのバインダーも標準カンタブロ試験（非水浸20℃）に比べて、水浸カンタブロ試験では損失率が明らかに大きく、また、バインダーの種類による耐水性の差も明瞭に現れている。

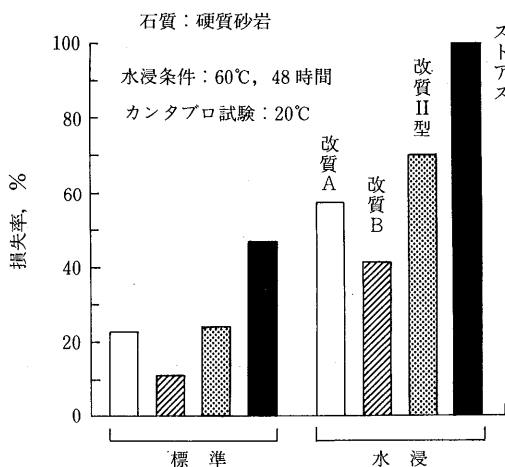


図-10 カンタブロ試験結果

次に、石質の違いによる差を見るため、改質A、Bを用いて行った水浸カンタブロ試験の結果を図-11に示す。これによると、改質Aでは石英斑岩の方が損失が高いが、改質Bは石質による差はほとんどないとの結果になっている。そしてこの結果は、図-9に示した水浸レベル25mmによる水浸WT試験の結果とほぼ

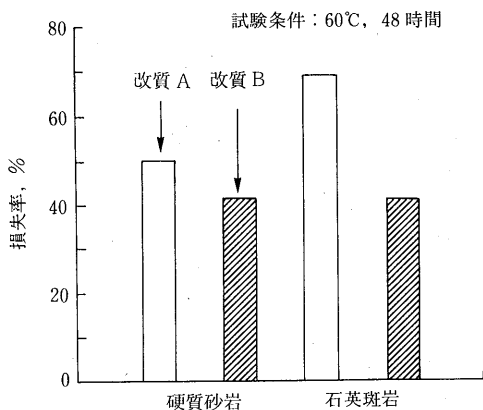


図-11 石質による水浸カンタブロ試験結果

同様の傾向を示していることが分かる。これらより、水浸カンタブロ試験が排水性舗装用混合物の耐水性の評価に使えるものと判断される。

さらに、図-12に、はく離防止剤として消石灰を添加したもののカンタブロ試験結果を示す。これでは標準試験での差異は小さいが、水浸試験では、石質の差異とともに消石灰の添加効果がはっきりと現れている。

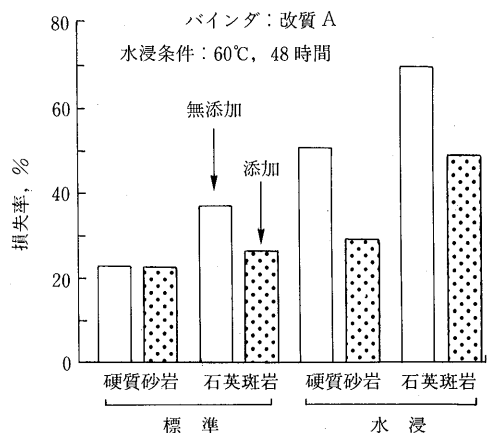


図-12 消石灰添加による水浸カンタブロ試験結果

以上に述べたように、水浸カンタブロ試験は、水浸による影響、石質の差、バインダーの差あるいは消石灰の添加効果等が評価できることから、水浸WT試験の簡便法として、排水性舗装用混合物の耐水性の工学的評価試験として適用できるものと思われる。

水浸圧裂試験による結果については、図-13に標準試験データ（非水浸）とともに示したとおりである。水浸圧裂試験は、水浸カンタブロ試験と同じ条件で水

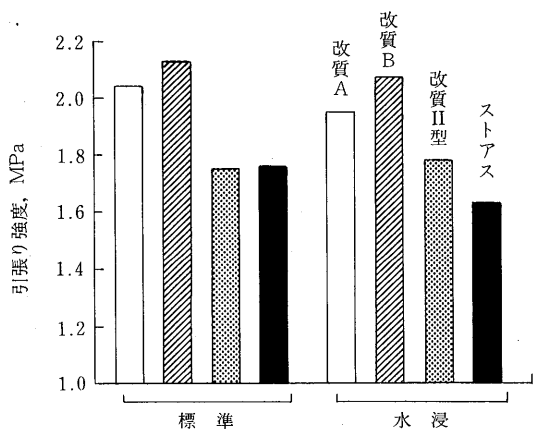


図-13 水浸圧裂試験

水浸条件：改質A、改質B、改質II型（60℃，48時間）
水浸条件：ストアス（45℃，48時間）

浸しているが、図-10と比較して水浸による有意差があまり明確でなく、耐水性の評価試験としては適切でないと考えられる。

4.3 適正混合温度に関する検討結果

図-14は、作製時の混合温度を変えた場合のマージナル供試体による水浸カンタブロ試験の結果である。

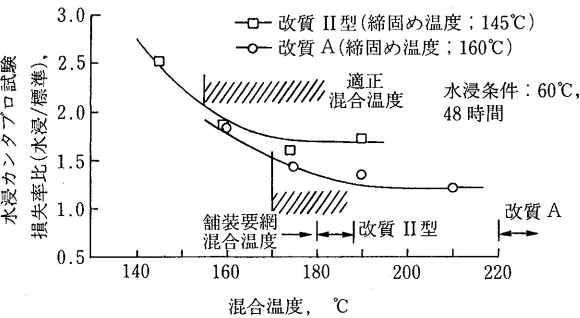


図-14 混合温度と水浸カンタブロ損失率比

損失率比（水浸時の損失率／乾燥時の損失率）は、混合温度が低くなって骨材とバインダーの濡れ(wetting)が悪くなり、その結果機械的結合が不十分になるとともに大きくなることが分かる。図-14の結果によると、改質Aおよび改質II型の適正な混合温度の下限値をそれぞれ概ね170℃および155℃に設定できると思われるが、その温度は舗装要綱の粘度範囲（180±20cSt.）を示す温度より低いところにある。これらの結果から、本研究で得られた適正混合温度を舗装要綱による温度と対比して表-3にまとめて示した。

表-3 最適混合温度の比較（℃）

	改 質 A	改質II型	ストアス
舗装要綱	220～240	179～187	148～156
本 研 究	170～(185)*	155～(185)*	—

*：熱劣化から規定される上限値（舗装要綱による）

一方、図-15は図-14の結果を混合温度でのバイン

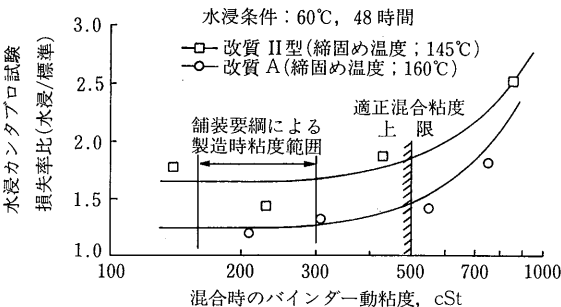


図-15 混合時の動粘度と水浸カンタブロ損失率

ダーの動粘度で整理して示したもので、これによると改質Aおよび改質II型の適正混合温度の下限値における動粘度はいずれも概ね500cSt.であり、これ以下であれば水浸カンタブロ試験の結果が一定値に近づくことが分かる。したがって、動粘度500cSt.が、車道排水性舗装用バインダーの混合温度を決める一つの目安になると思われる。

5. まとめ

高空隙率を有する車道排水性舗装用混合物に対して、今回行った工学的な評価試験法の検討、改質バインダーの検討ならびに製造、施工に関わる混合温度に関する検討等からいくつかの知見が得られた。今後の車道排水性舗装用混合物の品質向上に向けて、いくつかの提案を行うと以下のようなものである。

- (1) 力学的性状評価としての骨材飛散性の評価には、カンタブロ試験が有効である。その試験温度は0～20℃の間が好ましく、とくに0℃で設定して行うのが望ましい。ただし、工学的な評価としては、20℃前後の常温域で十分である。
- (2) 骨材飛散性に対するバインダー特性として、把握力（タフネス・テナシティ）が関係していることが分かった。この試験は、汎用的に行えることから、車道排水性舗装用改質バインダーの性能改善の評価手段として優れている。
- (3) 改質バインダーの特性評価としての耐水性の評価には、60℃、48時間水浸後に実施するカンタブロ試験（これを水浸カンタブロ試験と称する）が有効である。これにより、耐水性の高いバインダーの開発や選定、あるいは骨材種の適性評価や離防止剤の評価等に合理的に適用できる。
- (4) 排水性舗装用混合物に用いるバインダーの混合温度は、動粘度が約500cSt.以下になる温度であればよいことが示され、排水性舗装用混合物に対する製造や施工時の適正温度を与える粘度として適用できると思われる。これはアスファルト舗装要綱の混合粘度範囲から得られる温度よりも幾分低温側にあり、熱劣化を少なくする上で有効である。

6. あとがき

本研究では、排水性舗装用混合物に関わる評価試験方法の一部を提案させていただいたが、これらの成果をもとに、当該舗装用バインダーの品質向上ならびに混合物の耐久性向上への一助となれば幸いである。

— 参考文献 —

- 1) 菅原：「アスファルト舗装の設計法の変遷と最近の研究の動向」，土木学会論文誌，No.420，V-13，(1990)
- 2) Van Goodswillingen et al. : Proceedings of the fourth Eurobitume Symposium, PP290-297, Madrid (Oct. 1989)
- 3) "SHRP Binder specification Draft 7G", SHRP FOCUS, (Aug. 1992)
- 4) 谷口豊明等：「第7回国際アスファルト舗装会議 (ISAP) 出席報告(1)」，道路建設，No.4, P.48 (1992)
- 5) 久保和幸他：「排水性混合物の配合設計手法に関する一考察」，土木学会第46回年次学術講演会，V-30 (1991)
- 6) 吉武美智男他：「排水性アスファルト混合物の高温安定性」，土木学会第46回年次学術講演会，V-35 (1991)
- 7) 塩尻謙太郎他：「排水性舗装用アスファルト混合物の高温安定性」，舗装，Vol.27, No.2, P.3 (1992)
- 8) 久保和幸：「排水性舗装の技術開発と課題」，公共投資ジャーナル講演会，(平成5年1月)
- 9) 鶴窪廣洋：「高速道路における排水性舗装の導入事例と課題」，公共投資ジャーナル講演会(平成5年1月)
- 10) 帆刈浩三：「開粒度アスコンへの適用を考慮した改質アスファルトについて (第1報)」，土木学会第44回年次学術講演会，(平成元年10月)
- 11) 西野裕次郎他：「高架橋の舗装現況調査と補修の考え方」，道路，P.63, (1971,8)
- 12) 山之口浩：「アスファルト舗装のフレットング破壊の評価と試験方法」，第25回土木学会学術講演会要旨集，IV-70 (昭和45年)
- 13) 社団法人日本道路協会編「舗装試験法便覧」，丸善，(平成元年)
- 14) 小島他：「水浸ホイールトラッキング試験によるアスファルト混合物のはく離」，土木技術資料，Vol. 19, No.4, (財) 土木研究センター，P.21-26, (1977. 4)
- 15) H.L.Lehman et al. : "Application of the Marshall Method to Hot Mix Design", ASTM STP No.252, P.30. (1959)
- 16) A Ruiz et al. : "Porous Asphalt Mixtures in Spain", TRB 69th. Annual Meeting, (1990)

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

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 適用範囲 2. 試験方法の概要 3. 用語の意味 <ol style="list-style-type: none"> 3-1. 絶対粘度 3-2. ニュートン流体 4. 装置 <ol style="list-style-type: none"> 4-1. 粘度計 4-2. 温度計 4-3. 恒温そう 4-4. 減圧装置 4-5. 秒時計 5. 校正 <ol style="list-style-type: none"> 5-1. 粘度計の校正 | <ol style="list-style-type: none"> 5-1-1. 粘度計校正用標準液による方法 5-1-2. 標準減圧毛管粘度計による方法 6. 試料の準備 7. 操作 8. 計算および報告 9. 精度 <ol style="list-style-type: none"> 9-1. くり返し精度 9-2. 再現性 |
|---|---|

中 中
実費頒価 400円

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

MC 碎石マステックの鋼床版舗装への適用 ～耐流動性および防水性混合物として～

山 田 実*・重 並 弘 道**・荒 井 明 夫***

論文要旨

従来から鋼床版上の舗装としては防水性、たわみ追従性の機能を有するグースアスファルトが適用されているが、適用箇所によっては、耐流動性や高温施工による塗装への悪影響という問題点を有している。

本報告は、舗装のライフサイクルを念頭において、供用条件が過酷な実橋上の舗装において、従来とは異なる耐久性のある混合物の検討例を示したもので、特に基層について、骨材組成と改質バインダーにより耐流動性を大幅に改善するとともに、アスファルトと植物繊維を使用することにより防水性とたわみ追従性の機能を付与させたMC 碎石マステックについて述べたものである。

はじめに

鋼床版橋は床版厚が薄く、死荷重が小さいことを主たる長所として長大橋や架設条件の厳しい場合等に多く適用されている。鋼床版上に用いる舗装に要求される特性としては、すべり抵抗性、耐流動性、耐摩耗性といった一般部の舗装に求められる特性の他に、鋼床版の変形に追従可能でひび割れ抵抗性を有すること、さらに鋼床版の防錆の面から防水性に優れていること等が要求される。これらの特性に応える舗装材料として、基層にグースアスファルト、表層に加熱アスファルトを適用する場合が一般的である。

基層に使用するグースアスファルトは、デッキプレート上に空隙のほとんど無い舗装体を形成して防水性および鋼床版との接着性に優れているが、耐流動性に劣る欠点がある。耐流動性を付与する必要がある個所での適用にあたっては、使用するバインダーを硬化する方法がとられているが、その設計手法については確立されていない。また、高温での施工は鋼床版の塗

装や歪みに悪影響を与える等の問題も指摘されている。

本論文で対象とした橋梁は、供用後20数年を経た都市内の重交通の鋼床版橋であり、舗装のひび割れが他の橋梁と比較して早期に発生したため、舗装材の検討を数回にわたって行ない対策を施してきたにもかかわらず、その状況はほとんど変わらず、箱桁腹版上におけるデッキプレート上面の引張応力に起因する縦断方向のひび割れと流動性のわだち掘れについて改善されなかった。このため、デッキプレートに最大5mmの腐食減厚を生じ、その補強対策としてデッキプレート上面に鋼床版を添接する方法がとられた。

本論文は、上記の特徴を有する3径間連続鋼床版箱桁橋の舗装として最も適合する舗装材を開発する目的で行なった混合物種の検討と室内試験、およびその結果選定された舗装材の施工について報告するものである。

1. 概要と問題点

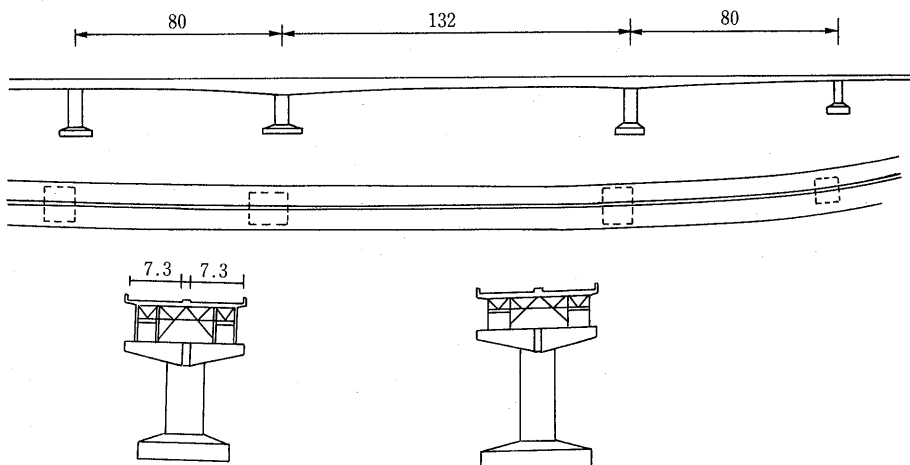
本橋は橋長289.5mの3径間連続箱桁橋（図-1参照）で1968年に供用が開始された。建設当初の舗装断面は基層にグースアスファルト（ストアス20～40）30mm、表層にグースアスファルト（ストアス20～40）20mmを使用し、以後、表-1に示すように舗装構成並びに混合物種は変化してきている。表-1からもわかるように、鋼床版と舗装の接着不良による舗装の流動、縦ひび割れ等の発生により舗装に破損が生じて、補修が重ねられ、1977年に基層にグースアスファルト（20～40+トリニダットアスファルト）、表層に開粒ディックシール（改質I型バインダー使用）という舗装構成が採用され現在に至っている。

本橋の問題点は鋼床版の縦りづ上に沿って舗装面に発生する縦クラックと、わだち掘れにある。

*やまだ みのる 首都高速道路公団神奈川管理部設計調査課課長

**しげなみ ひろみち 首都高速道路公団神奈川管理部設計調査課設計班長

***あらい あきお 日本舗道株式会社関東第一支店試験所所長



図－1 橋梁の概要

表－1 本橋における舗装構成と混合物種の変遷

施工時期	舗装構成と混合物種の変遷	
1968. 9	グース 20mm グース 30mm	・グースのバインダーはストアス20～40を使用
1969. 9	密粒アスコン30mm グース 30mm	・表層を密粒に変更し、舗装厚を60mmに増厚
1977.10	開粒ディック20mm グース 40mm	・表層に開粒ディックシーリングを採用、バインダーは改質1型を使用。 ・グースのバインダーはストアス20～40＋トリニダット ・7号碎石プレコートチップ
1984. 7	開粒ディック20mm グース 40mm	同 上 ・縦断ひび割れ抑制用シート敷設
1986.11	開粒ディック20mm グース 40mm	同 上 ・縦断カッター目地
1988.10	開粒ディック20mm グース 40mm	同 上 ・縦断カッター目地
1991.11	開粒ディック20mm グース 40mm	同 上 ・縦断カッター目地 ・5号碎石プレコートチップ
1992.10	開粒ディック18mm MC碎石マスチック42mm 補強鋼板	本報告による検討の後施工バインダーに改質II型使用

縦クラックについては供用当初からの問題であるが、近年の交通量の増大によってその傾向がより顕著にな

り、後述するように鋼床版そのものの剛性回復のための補強が必要となっていた。

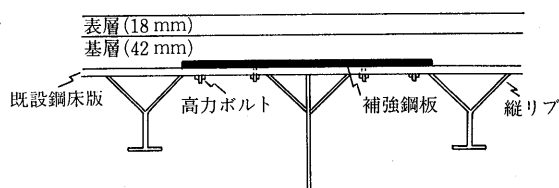
わだち掘れについては、交通量の増大と渋滞がその発生の主因子であり、1991年度の調査によると本橋の交通量は55,218台／日、大型車混入率10.8% (5,963台／日) であった。したがって、累積大型車交通量は2～3年で約500万台に到達する重交通路線となり、通常の鋼床版舗装が具備すべき条件は当然のことながら、特に耐流動性機能の付与が必要条件となっている。

この鋼床版のたわみと重交通量が因子となって補修サイクルが短くなっており、抜本的な対策をとる時期にきていると考えられた。

2. 鋼床版補強による効果と舗装材に要求される機能

2.1 鋼床版の剛性回復

問題点の1つである縦クラックは箱桁腹板部の縦リブ付近で車両走行位置に発生しており、鋼床版の剛性回復を目的として図－2に示すように鋼床版上面に補強鋼板を設置した。補強鋼板の寸法は厚さ12mm、幅は1,000mm(箱桁腹板を中心として両サイドの縦リブまでの幅)長さ2,500mmであり、高力ボルトとエポキシ系接



図－2 補強鋼板設置図

着剤の併用により既設鋼床版と接着させた。

この方法により鋼床版のたわみはFEM解析によれば0.40mmとなり、現橋構造の約1/2に低減されることになる。このようなデッキプレートにおける変形性状の改善は、腹板付近における引張歪みの集中を低減させる効果があり、舗装にひび割れが生じている部位におけるデッキプレート上面の曲率半径は、現橋の20mから約40mへと改善され、ひび割れ防止の観点から効果的な対策であるといえる。

鋼床版の剛性回復がなされ、発生するたわみが抑制された場合、残された問題点として舗装のわだちがあり、現在まで採用されていたグースアスファルト(20～40+トリニ)+開粒ディックシール(改質Ⅰ型)よりも耐流動性が向上し、かつ鋼床版舗装としての基本機能を有する混合物を検討することとした。

なお、鋼床版の補強が鋼床版上面に補強鋼板を設置するという方法のため、鋼床版上面に凹凸が生じることからシート防水は採用しないこととした。

2.2 要求される機能と評価

本橋においてはシート防水を適用しないことから基

層に適用する混合物には防水性が不可欠な機能となり、これに耐流動性、耐ひび割れ性が付与されることが望ましいと考えられた。また表層は車両の安全走行のためにすべり抵抗性が重要な機能となり、これに耐流動性と耐ひび割れ性が必要となってくる。これらを要求される機能としてまとめたものが図-3である。

2.3 舗装材（基層）に関する検討

本橋は、バインダーにストレートアスファルト20～40を用いたグースアスファルトで基層を施工し、その後バインダーにトリニダットアスファルトを加えた硬質グース、さらにプレコートチップ散布等により硬質化を図ってきた。しかしながら、根本的な耐流動対策にはなりえなかった。また、バインダーをさらに硬質化するために改質材を使用することも各機関で検討されているが、改質材の添加はクラックを発生させることになるため適用には自ずと限界があった。

このような状況の中でグースアスファルトにかわる混合物として、植物繊維メチルセルロース（以下MCと称す）を添加した碎石マスタックの適用検討を試みた。本混合物は、粗骨材の割合の多い不連続粒度のア

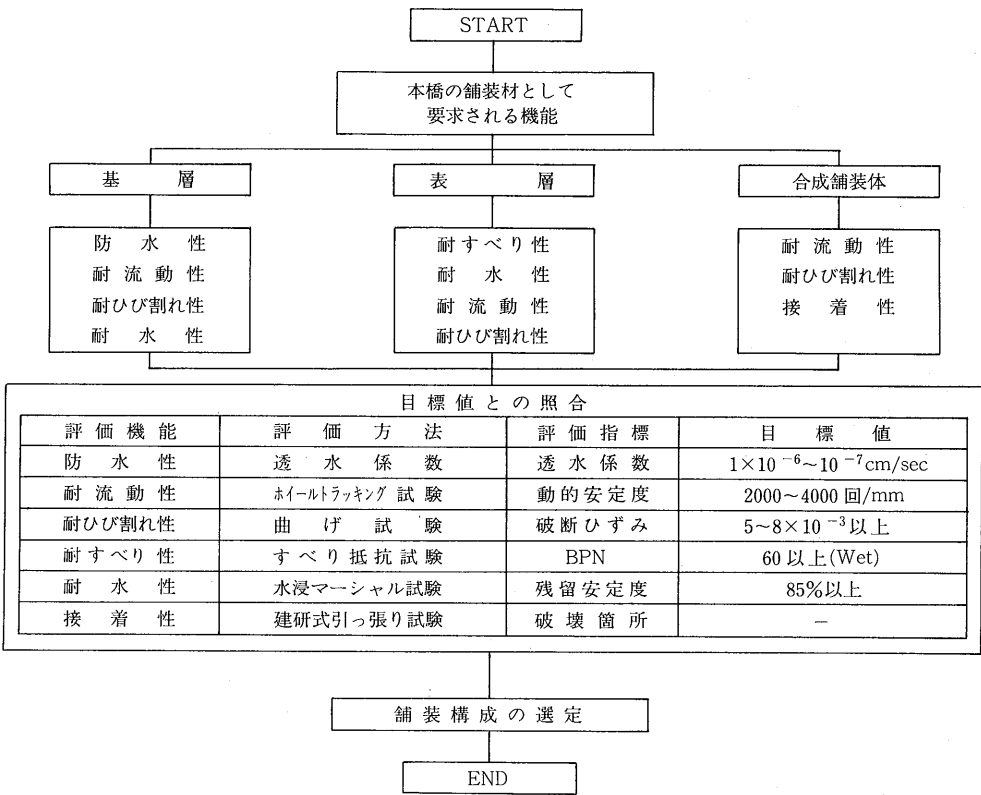


図-3 舗装材として要求される機能

スファルト混合物にMCを混入補強したものであり、特長としては以下のようなことがあげられる。

- 1) 骨材粒度が密粒度ギャップアスコンよりも不連続であり、耐流動性に優れている。
- 2) MCを混入することで見掛け上の軟化点が上昇し耐流動効果をより多く期待できる。
- 3) MCを混入することで最適アスファルト量が増加（1～1.5%）するため耐摩耗性、防水性に優れる。
- 4) 混合物の空隙が少ないことで防水性、耐久性に優れる。

さらに今回は、このMC碎石マスチックにバインダーとして改質II型を使用することでさらに耐流動効果を高めることとし、グースアスファルトとの性状比較を試みた。

なお、MCの一般物性は表－2に示すとおりである。

表－2 MCの一般物性

α-セルロース分	約 75～80%
PH	約 7.5±1
抗酸、アルカリ性	PH 1～11
かさ密度	約 25～35 g/l
最長繊維長	約 5,000μm
平均繊維長	約 1,100μm
平均繊維幅	約 45μm

2.4 舗装材（表層）に関する検討

表層には建設当初はグースアスファルトが適用されていたが、1977年に実施した室内検討および試験施工結果等により開粒ディックシール（改質I型）が採用されている。

開粒ディックシールは、薄層舗装（t=20mm）を念頭においた5mmトップの開粒度混合物で空隙率7%、バインダーには改質I型が使用されている。特長とし

ては薄層舗装が可能であり、またビームコヒジョン試験によって得られる値であるこう着度が大きい、すなわち粘着力が大きく、耐ひび割れ性に優れる点があげられる。今回の検討においては、下層のグースアスファルトを耐流動性のあるMC碎石マスチックに変更した場合、これに対応した表層混合物とする必要があるため、耐流動性を考慮して改質II型バインダーの使用を検討することとした。

また、もうひとつの混合物として米国で施工実績のある薄層の開粒度アスファルト混合物OGFC（Open Graded Friction Courses）についても検討を試みた。OGFCは現在、米国連邦道路庁（FHWA）で採用されているもので、すべり抵抗性の改善を主目的としており、米国においてはすべり抵抗性を改善した舗装として位置づけられているものである。但し、一般的には摩擦層として構造的評価は与えていない混合物である。

この開粒ディックシール（改質II型バインダー使用）とOGFC（改質II型バインダー使用）の2種の混合物について、従来から使用されている開粒ディックシール（改質I型バインダー使用）との比較検討を試みた。

2.5 合成舗装体

本橋においては許容される舗装厚が60mmと薄いことから、表層と基層の合成された舗装体における性状は適用の判断基準として重要と考えられた。したがって、前項であげた各層の混合物を表－3に示す組み合わせで合成した場合の舗装体としての性状比較を試みた。

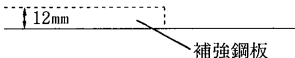
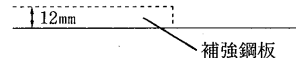
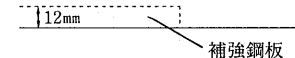
3. 室内試験結果

3.1 配合試験結果と特性値

3.1.1 基層混合物の配合試験結果と特性値

基層混合物の配合試験結果と特性値は表－4に示す

表－3 合成舗装体の組み合わせ

①	②	③
開粒ディック（改I） 20mm グース（20/40+トリニ） 40mm  補強鋼板	開粒ディック（改II） 18mm MC碎石マスチック（改II） 42mm  補強鋼板	OGFC（改II） 18mm MC碎石マスチック（改II） 42mm  補強鋼板
表層 開粒ディックシール Gmax 5mmTop バインダー 改質I型 基層 グースアスファルト Gmax 13mmTop バインダー ストアス20/40+トリニ チップ 5号碎石	表層 開粒ディックシール Gmax 5mmTop バインダー 改質II型 基層 MC碎石マスチック Gmax 13mmTop バインダー 改質II型 添加剤 植物繊維（MC）	表層 OGFC Gmax 13mmTop バインダー 改質II型 基層 MC碎石マスチック Gmax 13mmTop バインダー 改質II型 添加剤 植物繊維（MC）

表－４ 基層混合物の配合試験結果と特性値

項 目		M C 砕 石 マ ス チ ッ ク		グ ー ス ア ス フ ァ ル ト	
骨 材 配 合 (%)	6 号 砕 石	60		23	
	7 号 砕 石	12		26	
	砕 砂	8		—	
	細 砂	8		22	
	石 粉	12		29	
骨 材 合 成 粒 度 (%)	19.0 mm	100	100	100	100
	13.2	98.1	95 ～ 100	99.3	95 ～ 100
	4.75	41.8	30 ～ 50	75.6	65 ～ 85
	2.36	27.7	20 ～ 35	53.0	45 ～ 62
	600 μ m	20.7	—	47.0	35 ～ 50
	300	16.1	13 ～ 20	36.9	28 ～ 42
	150	12.8	—	29.4	25 ～ 34
	75	10.5	8 ～ 13	24.6	20 ～ 27
最 適 バ イ ン ダ ー 量 (%)		6.8		8.3	
一 般 性 状	密 度 (g/cm ³)	2,342	—	2,401	—
	安 定 度 (kg)	970	500 以上	—	
	フ ロー (1/100cm)	35	20 ～ 40	—	
	空 隙 率 (%)	3	2 ～ 4	—	
	飽 和 度 (%)	84	—	—	
	S/F	28	—	—	
	流 動 性 (sec)	—		12	20以下 (240℃)
	貫 入 量 (mm)	—		1.6	1 ～ 2.5mm
特 性 値	動的安定度 (回/mm)	2,880	2,000～4,000回/mm	740	2,000～4,000回/mm
	透水係数 (cm/sec)	3.5×10^{-7}	$1 \times 10^{-6} \sim 10^{-7}$	不透水	$1 \times 10^{-6} \sim 10^{-7}$
	曲げ強度 (kgf/cm ²)	105.3	—	107.0	—
	曲げ破断ひずみ	9.2×10^{-3}	$5 \sim 8 \times 10^{-3}$ 以上	9.2×10^{-3}	$5 \sim 8 \times 10^{-3}$ 以上
	残留安定度 (%)	98.7	85%以上	99.5	85%以上

とおりである。なお、改質Ⅱ型バインダーを使用したMC砕石マスチック〔以後MC砕石マスチック（改質Ⅱ型）と称す〕の配合設計は通常のマーシャル試験法（突固め回数50回）により実施し、OACは空隙率2～4％の中央値3％を選定根拠とした。すなわち、空隙率が3％以下であれば $1 \times 10^{-6} \sim 10^{-7}$ オーダーの透水係数が確保でき、事実上不透水となることによる。また、20～40+トリニグットアスファルトを使用したグースアスファルト（以後単にグースアスファルトと称す）の配合設計は通常のグースアスファルトの設計手法により実施した。

表－４の試験結果よりみれば、一般性状ではMC砕石マスチック（改質Ⅱ型）は空隙率3％でOACが6.8％、安定度が970kg、飽和度が84％、フローが35、S/Fが28であった。また、グースアスファルトはOACが8.3％、流動性が240℃で12sec、貫入量が1.6mmであった。

この両者を同一項目の要求機能で比較すると、まず耐流動性の指標である動的安定度は、グースアスファルトが5号砕石をプレコートチップしたもので740回／

mmであるのに対し、MC砕石マスチック（改質Ⅱ型）は2,880回／mmと約4倍の動的安定度を示した。

次に防水性の指標である透水係数はグースアスファルトが不透水であるのに対し、MC砕石マスチック（改質Ⅱ型）は 3.5×10^{-7} cm/secであった。一般的なゴムや堤防等の水利構造物に適用されるアスファルト混合物の場合、 $1 \times 10^{-6} \sim 10^{-7}$ cm/secレベルで事実上の不透水としており、MC砕石マスチック（改質Ⅱ型）の値はマーシャル試験の突固め回数が50回であることを考え併せれば現場施工でも十分に防水機能を有することが可能と判断された。

さらに、曲げ強度は両者とも約105kgf/cm²、曲げ試験時の破断ひずみは 9×10^{-3} であり、鋼床版の変形に対してMC砕石マスチック（改質Ⅱ型）はグースアスファルトと同レベルの物性を示すことが確認された。

3.1.2 表層混合物の配合試験結果と特性値

表層混合物の配合試験結果と特性値は表－５に示すとおりである。なお、開粒ディックシールの配合設計は通常のマーシャル試験法（突固め回数75回）により

表－5 表層混合物の配合試験結果と特性値

項 目		混 合 物 種			目 標 値
		開粒ディック 改質Ⅰ型	開粒ディック 改質Ⅱ型	OGFC 改質Ⅱ型	
骨材配合 (%)	6号碎石	—			66
	7号碎石	70			19
	細砂	24			11
	石粉	6			4
骨材合成 粒 度 (%)	19.0 mm	—			100 (100) OGFC
	13.2	100			97.9 (95 ~ 100)
	9.5	—			74.1
	4.75	92.9			35.4 (25 ~ 45)
	2.36	35.8			16.5 (10 ~ 25)
	600 μ m	26.3			13.2 (5 ~ 15)
	300	14.7			8.0
	150	7.5			4.6
	75	5.2			3.5 (2 ~ 5)
最適バインダー量 (%)		5.9	5.8	5.9	
一般性状	密度 (g/cm ³)	2.283	2.281	2.401	
	安定度 (kg)	970	1,030	—	
	フロー (1/100cm)	28	31	—	
	空隙率 (%)	7	7	—	
	飽和度 (%)	64	64	—	
	S/F	35	33	—	
特性値	動的安定度 (回/mm)	2,130	3,580	2,750	2,000~4,000 回/mm
	BPN	62	63	63	60 以上 (Wet)
	曲げ強度 (kgf/cm ²)	54.2	74.1	74.8	—
	曲げ破断ひずみ	4.2×10^{-3}	4.9×10^{-3}	6.5×10^{-3}	$5 \sim 8 \times 10^{-3}$ 以上
	残留安定度 (%)	97.5	97.1	96.1	85 % 以上

実施し、従来の実績からOACは空隙率7%を選定根拠とした。また、OGFCは米国連邦道路庁 (FHWA) によって示される配合設定法によったが、詳細は (財) 高速道路調査会「排水性舗装に関する米国調査報告書」を参照されたい。

表－5の試験結果より見れば、一般性状では開粒ディックシール (改質Ⅰ型) に比べ、開粒ディックシール (改質Ⅱ型) は安定度が若干大きい値を示し、S/Fは同レベルであった。また、OGFCは安定度が若干低い値を示し、S/Fはやや小さい値を示した。

この3種類の混合物を同一項目の要求機能で比較すると、まず耐流動性の指標である動的安定度は開粒ディックシール (改質Ⅰ型) が2,130回/mmであるのに対し、開粒ディックシール (改質Ⅱ型) は3,580回/mmと約1.7倍の値を示した。また、OGFCは2,750回/mmと約1.3倍の値を示した。

次に耐すべり抵抗性の指標であるBPNはいずれの混合物もWetで60以上あり、表層混合物としては十分な値を示した。

耐水性の指標である水浸マーシャルによる残留安定度は、いずれの混合物も95%以上の値を示し、問題ない値が得られた。

さらに曲げ強度は開粒ディックシール (改質Ⅰ型) が54.2kgf/cm²であるのに対し、開粒ディックシール (改質Ⅱ型) は74.1kgf/cm²と約1.4倍の値を示し、OGFCも74.8kgf/cm²と約1.4倍の値を示した。また、曲げ試験時の破断ひずみは開粒ディックシール (改質Ⅰ型) が 4.2×10^{-3} であるのに対し、開粒ディックシール (改質Ⅱ型) は同レベルの 4.9×10^{-3} を、OGFCは 6.5×10^{-3} と若干大きい値を示しているのが特徴といえた。

3.1.3 合成舗装体の特性値

表－3に示した3種の合成舗装体における特性値は表－6に示すとおりである。現在適用されている舗装構成である①グースアスファルト (20~40+トリニ) + 開粒ディックシール (改質Ⅰ型) の組合せと②MC碎石マスチック (改質Ⅱ型) + 開粒ディックシール (改質Ⅱ型)、③MC碎石マスチック (改質Ⅱ型) + OGFC (改質Ⅱ型) を比較すると以下のとおりとなる。

表－6 合成舗装体の特性値

合 成 舗 装 体 種	①	②	③
	開粒ディック (改Ⅰ型) ＋ グース (20/40+トリニ)	開粒ディック (改Ⅱ型) ＋ MC 碎石マスチック (改Ⅱ型)	OGFC (改Ⅱ型) ＋ MC 碎石マスチック (改Ⅱ型)
動的安定度 (回/mm)	2,170	3,580	2,540
曲げ強度 (kgf/cm ²)	84.0	95.0	92.7
曲げ破断ひずみ	4.75×10^{-3}	6.05×10^{-3}	6.02×10^{-3}
接着強度 (kgf/cm ²) 供試体破断箇所	8.4 表層混合物中	7.4 表層混合物中	6.2 表層混合物中

合成動的安定度は①が2,170回/mmであるのに対し、②は3,580回/mmと約1.6倍の値を示し、③は1.2倍の値を示した。したがって、耐流動性のみから見ると②MC 碎石マスチック(改質Ⅱ型)＋開粒ディックシール(改質Ⅱ型)の舗装構成が望ましいと判断された。

次いで合成曲げ強度と合成曲げ破断ひずみは、①が84.0kgf/cm²、 4.75×10^{-3} であるのに対し、②は95.0kgf/cm²、 6.05×10^{-3} 、③は92.7kgf/cm²、 6.02×10^{-3} という値を示しており、物性的には②MC 碎石マスチック(改質Ⅱ型)＋開粒ディックシール(改質Ⅱ型)と③MC 碎石マスチック(改質Ⅱ型)＋OGFC(改質Ⅱ型)が望ましいと判断された。

さらに表層が薄層舗装の場合に重要な条件となる基層との接着性は、層間を無処理で付着させても層間はく離とならず、いずれの混合物も表層混合物中で破壊し接着性については問題ないものと判断された。

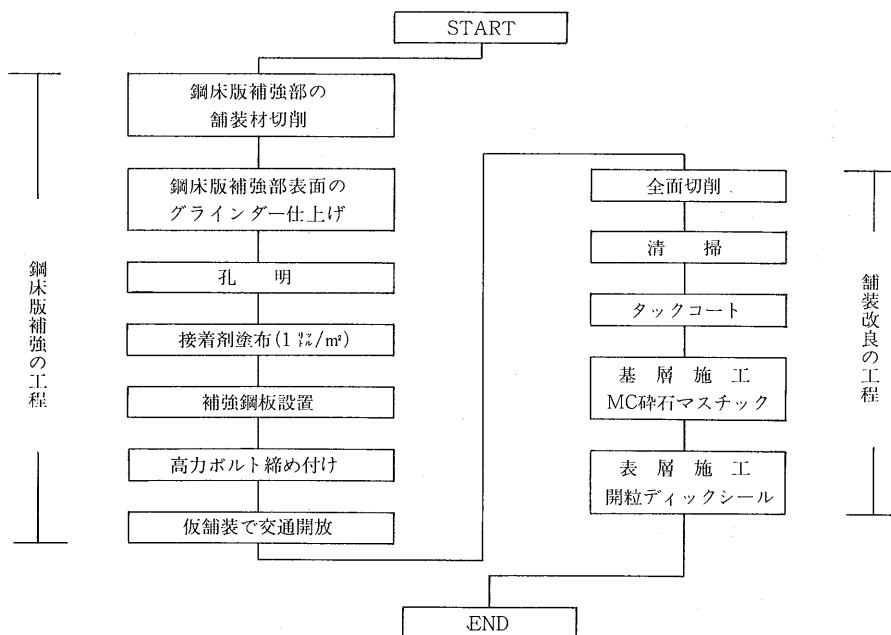
3.2 舗装構成の選定

3.1の結果から、基層についてはMC 碎石マスチック(改質Ⅱ型)が耐流動性に優れ、かつ防水性、たわみ追従性とも従来のグースアスファルトに匹敵する性状が得られることが確認されたことから、基層混合物として適用することとした。

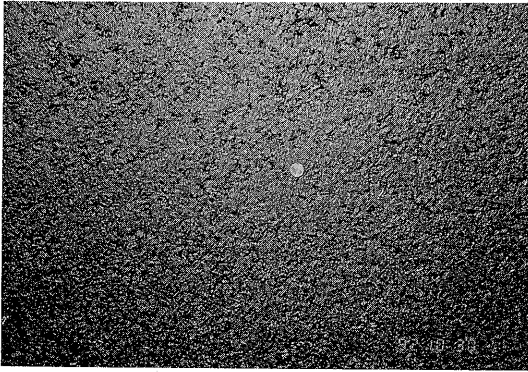
さらに表層については、開粒ディックシール(改質Ⅱ型)が耐流動性に優れ、かつ耐すべり抵抗性、耐水性とも十分な性状であることが確認され、さらに薄層舗装としての実績を踏まえて表層混合物として適用することとした。したがって、舗装構成は表－3に示す②のMC 碎石マスチック(改質Ⅱ型)＋開粒ディックシール(改質Ⅱ型)を選定した。

5. 施工

施工は、図－4に示すとおり、まず補強鋼板をデッ



図－4 施工フロー



写真－１ MC碎石マスチックの転圧後の状況

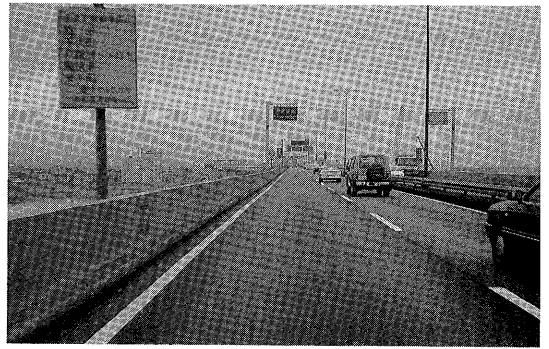
キプレート上面に添接し、次に基層、表層を施工した。

施工において最も注力した点は基層のMC碎石マスチックの転圧と舗装端部処理であった。すなわち、室内検討の結果から耐流動性についての懸念はなかったが、防水性についてはその転圧の程度によって左右されることから、以下の点について注意を払った。

- ・混合物の出荷温度(改質Ⅱ型、運搬時間、外気温)の調整
- ・初期転圧(時期、鉄輪撒水量)
- ・二次転圧(時期、転圧回数、表面のキメ、タイヤへの混合物付着防止→微量の石粉散布)
- ・舗装端部(成型目地材→転圧後ガスバーナーで加熱溶着)

施工における大きな特長は、まず機械編成が通常の舗装と同一で特殊なものを必要としないこと、さらに施工時の混合物温度も通常の改質Ⅱ型バインダーの温度であり、鋼床版塗装への悪影響も少ない等があげられる。

☆



写真－２ 施工完了後
(表層－開粒ディックシール(Ⅱ))

おわりに

我が国においては、鋼床版上の舗装の7割が基層にグースアスファルトを適用している。しかし、構造に特徴を有し、かつ過酷な交通条件の下で供用されている橋梁においては、必ずしも既成概念にとらわれず、適切な材料および工法を選定し、採用することが舗装のライフサイクルを考慮した場合重要であると思われる。

今回、本橋で採用した表層(開粒ディックシール(改質Ⅱ型))と基層(MC碎石マスチック(改質Ⅱ型))の妥当性については、今後の供用性状にその判断を委ねなければならないが、アスファルト自身が持つ防水性能を植物繊維メチルセルロースの添加によって活かし、適正な骨材配合と施工によって耐流動性が付与されれば、今後の鋼床版上の舗装にとって望ましいものとなろう。

今後も引き続き路面性状の把握を続け、今回の舗装材の評価をして行きたいと考えている。

☆

☆

☆

☆

☆

ひびわれ防止目地

鋼床版舗装において、レーン割りの関係上床版構造と密接な関係がある位置に発生するひびわれを防ぐために設ける目地のことを「ひびわれ防止目地」といいます。

鋼床版舗装の現況調査（昭和56年3月，調査橋梁数311橋）によれば，舗装の破損は橋軸方向に等間隔に発生する線状ひびわれが特徴的であります。さらに，代表的な橋梁についてひびわれ発生位置と橋梁構造の対応関係を調べると，表－1に示すような結果を示し，縦リブに直近の位置，主桁ウェブ上，主桁直近の縦リブなど鋼床版構造と密接に関係がある位置の舗装表面にひびわれの発生頻度が高いことを指摘しています。

ひびわれは鋼床版の局部変形とそれに起因して発生する折れ角および，舗装表面の引張りひずみが原因で発生するものであり，FSM (Finite Strip Method) 解析等で確認されています（図－1参照）。

このようなひびわれを防止する方法としてこれまで

- ① 橋梁面ではデッキプレートの剛性を高める補剛桁（三角筋などを設置する）を増やす，デッキプ

表－1 ひびわれの発生位置

ひびわれの発生位置	件 数	割合 (%)
主桁腹板上	12	17.6
主桁の直近の縦リブの間	18	26.5
縦リブ上	7	10.3
縦リブ直近した位置	20	29.4
縦リブと縦リブの間	11	16.2
合 計	68	100

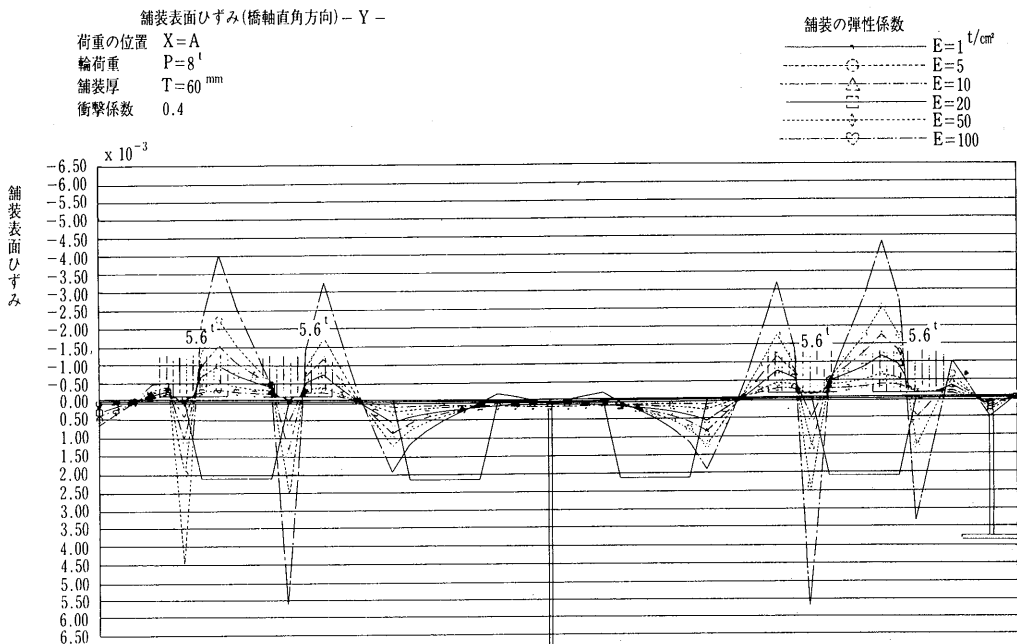
注) 橋梁数 34橋，件 数 マルチカウント

レートの板厚を厚くする。

- ② 舗装面では曲げ疲労特性や鋼床版との接着性に優れたアスファルト混合物（エポキシアスファルト混合物，グースアスファルト（本四硬質グース），改質アスファルト混合物（本四改質Ⅰ型混合物））を用いる。

等の設置が実施されてきました。

しかし，舗装面での対応のみでは根本的な解決策にならないことから，最近では積極的に目地を設け，ひびわれの発生と隣接部への波及を防止しようとする「ひびわれ防止目地」の有効性が認められています（広島県広島大橋，首都高速道路公団大師橋等）。



図－1－1 FMS解析(舗装厚60mm)

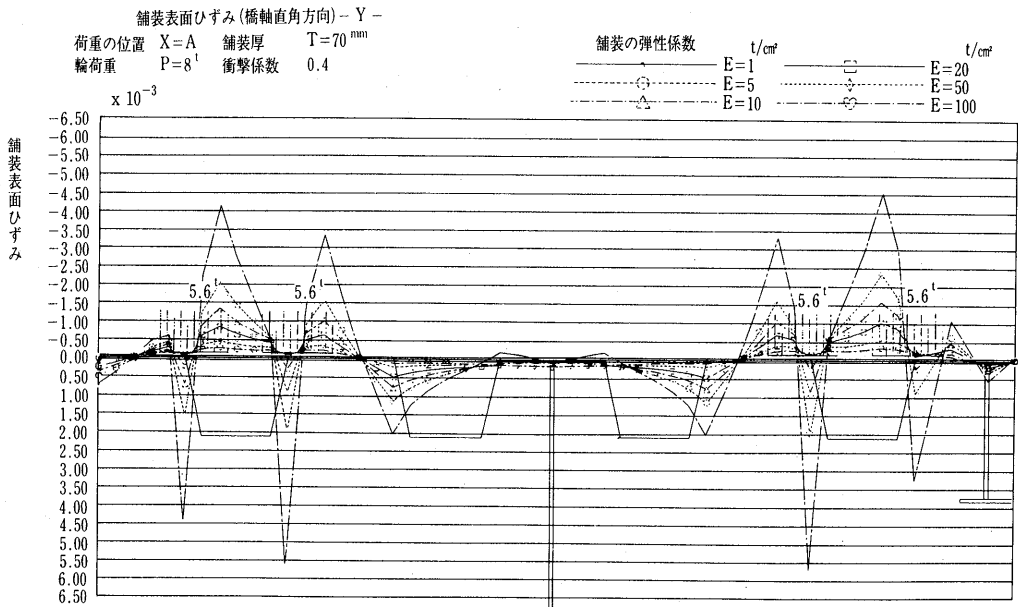


図-1-2 FSM解析(舗装厚70mm)

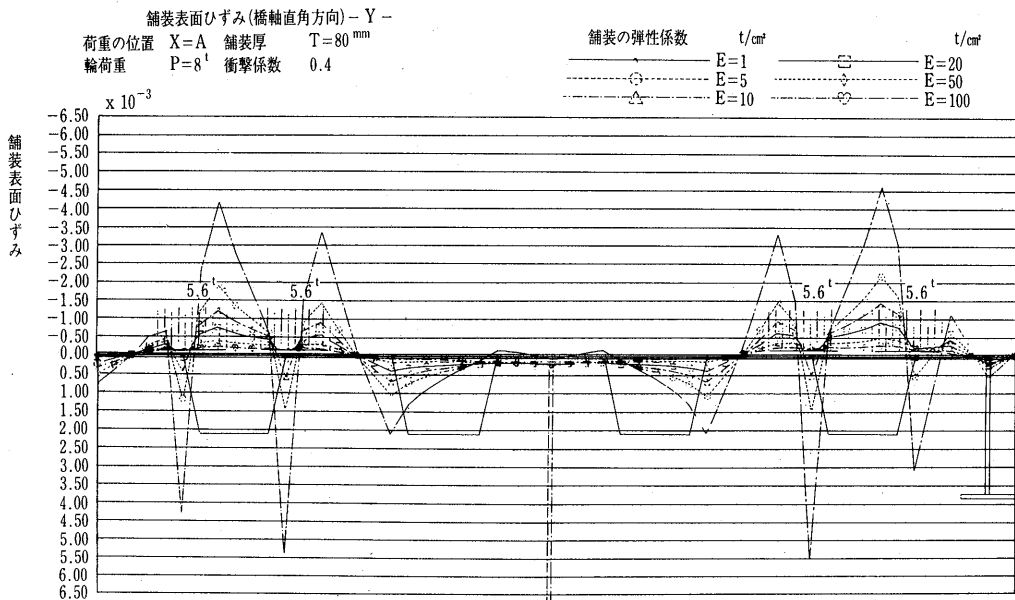


図-1-3 FSM解析(舗装厚80mm)

ひびわれ防止目地の設置位置は前述したFSM法などによって、橋梁構造、交通条件、舗装条件等の条件設定を行うことによって、応力度やひずみの影響線をチェックして決める手法が用いられています。その結果、図-2に示すような目地構造の仕様の例があります。

(小島逸平 熊谷道路㈱技術研究所)

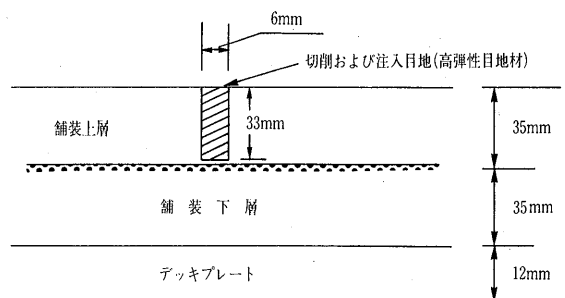


図-2 ひびわれ防止目地構造

水理用アスファルト

水理構造物へのアスファルトの利用は非常に古くから行われている。古代エジプトでは、ナイル河の護岸用岩石のモルタル材として、またメソポタミア地方やインダス河流域では、井戸や風呂に水密性材料として使用したと伝えられている。B.C.1300年頃、アッシャーにおけるチグリス河の堤防に、アスファルトモルタル製の煉瓦や、混合物が使用されている。

19世紀後半、石油産業が発展し、ストレートアスファルトの製造が開始されるようになったことで、水理構造物への利用が促進された。欧米において本格的に使用されるようになったのは1930年代からであり、わが国においては、1957年に長浦干拓堤防で試験施工されたのが始まりで、本格的工事の第1号は、1960年に行われた鍋田干拓堤防である。

水理用アスファルトに用いられるアスファルトは、ストレートアスファルトが最も多く、ブローンアスファルト、アスファルト乳剤、及び特殊アスファルト等がある。

ストレートアスファルトは加熱混合物、ブローンアスファルトはアスコン表面のコーティング、アスファルト乳剤は吹き付け工法に用いられるのが一般である。

最も多く使用されるストレートアスファルトは針入度が40～100のものであり、アスファルト遮水壁には60/80のもので一般である。

水理構造物にアスファルトが用いられる主な理由は、アスファルト混合物の持つ、水密性、たわみ性、セルフヒーリング性、耐薬品性があり、さらに経済性と施工後にすぐれていることなどがあげられる。

水理アスファルトの利用方法は大別して次のものが一般的である。

－アスファルトフェーシング

主としてフィルダム、貯水池(調整池)、堤防等に用いられ、浸食作用、浸透作用、水圧に耐えるように比較的厚い層で構成される表面遮水壁である。

－アスファルトライニング

水路、貯水池等に用いられ、漏水を防ぐことを主な目的とする表面遮水層である。

－アスファルトリベットメント

港湾、海岸、河川等に用いられ、護岸、根固め、床固め、洗掘等を防ぐ目的で使用される。

また、工法からみた分類を行うと、次のようなものがあげられる。

－締固め工法

最も一般的に用いられる工法で、骨材、フィラー、アスファルトを加熱混合した混合物を敷き均し、締固める工法で、フェーシング、ライニング、リベットメント等に使用される。

－流し込み工法

一般に割石を敷いた斜面の安定のために、また堤防や防波堤の捨石の根固めのために、サンドマスチックを注入する工法である。

－プレキャスト工法

一般にアスファルトマスチックを型枠に注入して製造されるもので、ライニング、リベットメント等に使用される。プレキャスト材は、不透水性、耐摩耗性、耐久性等に優れ、地盤の変形に対してよく追従する。

その他特殊工法として、散布工法、吹き付け工法、ジョイント工法等がある。

水理構造物用アスファルト混合物に要求される性能は、構造物の機能により種々異なるが、一般的に次のような性能があげられる。

－水密性（不透水性）

一般に透水係数が 10^{-7}cm/sec 以下であれば、必要な水密性を持つと言われており、アスファルト混合物の場合、通常透水係数は、 $10^{-7}\sim 10^{-10}\text{cm/sec}$ であり、十分な水密性を有している。

この透水係数は混合物の空げき率と密接な関係にあり、図-1に示す通り、空げき率が4%以下になれば透水係数は 10^{-7}cm/sec 以下となる¹⁾。

－変形に対する追従性

変形に対する追従性は、力学的には、アスファルト混合物のクリープ特性と破壊時の許容ひずみで表わされ、温度、ひずみ速度、応力レベルにより変化する。アスファルト混合物の基盤となる、ダム本体の変形量と、ダム本体とコンクリート構造物との相対変位をできるだけ小さくする配慮が望ましい。

－安定性

安定性には、波圧や水圧に対する抵抗性、斜面におけるせん断力に対する安定性、スロープフローに対する安定性等がある。

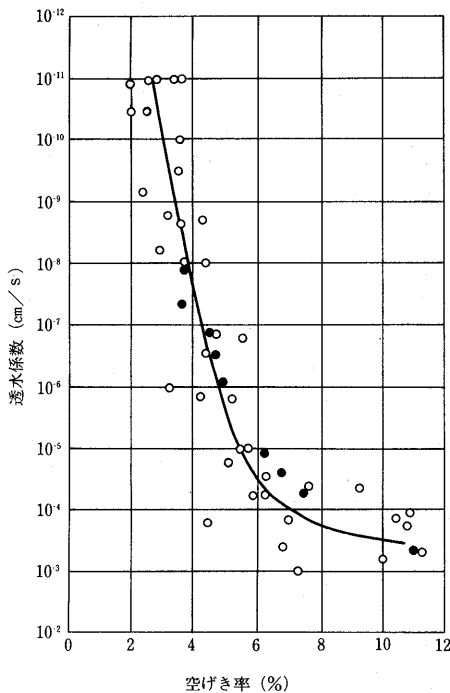


図-1 アスファルトコンクリートの透水係数と空けき率の関係¹⁾

波圧や水圧に対する抵抗性は、アスファルト混合物の曲げ強度、圧縮強度、クリープ特性等に依存しているが、通常の混合物の強度レベルを考えると、波圧や水圧は破壊の主原因とならないと言われている^{2),3),4)}。

斜面におけるせん断強さは、アスファルト混合物の鉛直方向の自重の分圧、内部摩擦角、粘着力によって決定される。施工中あるいは、貯水位が低下し、直射日光にさらされた高温時の流動や、層間と基盤面との滑動に注意する必要がある。

スロープフローによる変形を生じると、アスファルトのはく離や空けき率の増加が起こり、水密性や耐久性の低下をまねく。一般に水密性を保つためにはアスファルト量を多くすれば良いが、一方では、スロープフローが生じやすいこと、また、スロープフローは長期間にわたって継続するので十分な考慮が必要である。(図-2 参照)

一温度変化に対する抵抗性

温度変化による膨張収縮した場合、アスファルト混合物が拘束されているために応力や、くり返し発生することによる疲労のためにひびわれ発生の

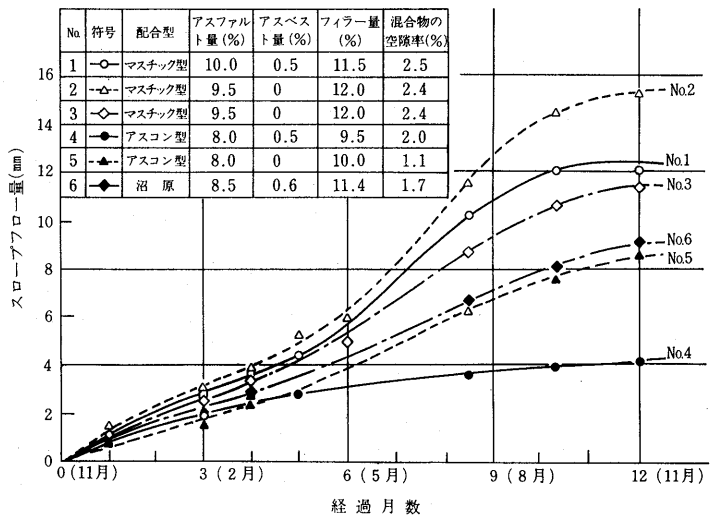


図-2 スロープフロー測定結果⁵⁾

一要因となることがある。特にジョイントや断面の変化しているところでは応力集中するので十分な注意が必要となる。

その他、水理構造物用アスファルト混合物に要求される性能として、空気や紫外線等による耐候性、波浪や水位の変動による疲労等に対する耐久性、酸やアルカリに対する耐薬品性等を有する必要性がある。

— 参考文献 —

- 1) 重松和男, 檜原健, 内藤匠: フィルダム表面アスファルト遮水壁材料および設計・施工について, 鹿島建設技術研究所年報, Vol. 22, pp.27~42, 1972.
- 2) 尾崎晃, 菅原照雄, 刈谷広見: 海岸堤防におけるアスファルト系被覆工に対する波力の影響について, 第14回海岸工学講演会講演集, pp.160~166, 1967.
- 3) Hass: Technische Eigenschaften von Asphaltbeton für wasserbauzwecke, Die Bautechnik, Sep., 1959.
- 4) 工藤忠夫: アスファルトライニングの設計に関する研究, 土木学会論文報告集, 第207号, pp.76, 1976.
- 5) 鹿島建設技術研究所: アスファルトフェーシング工法の研究・開発, KICT 試料74-5, 昭和45年

(児玉充生 昭和シェル石油株式会社)

<石油アスファルト需給統計資料> その1

石油アスファルト需給実績（総括表）

（単位：千 t）

項 目 年 度	供 給					需 要					
	期初在庫	生 産	対 前 年 度 比	輸 入	合 計	内 需	対 前 年 度 比	輸 出	小 計	期末在庫	合 計
55 年 度	236	4,720	(93.2)	1	4,957	4,703	(91.6)	21	4,724	240	4,964
56 年 度	240	4,598	(97.4)	0	4,838	4,562	(97.0)	19	4,581	226	4,807
57 年 度	226	4,624	(99.2)	0	4,850	4,575	(100.3)	18	4,593	213	4,806
58 年 度	213	4,947	(108.4)	0	5,160	4,921	(107.6)	4	4,925	226	5,151
59 年 度	226	5,235	(105.9)	0	5,461	5,221	(106.1)	0	5,221	240	5,461
60 年 度	240	5,029	(96.1)	0	5,269	5,035	(96.4)	0	5,035	215	5,250
61 年 度	215	5,744	(114.2)	0	5,959	5,695	(113.1)	0	5,696	235	5,931
62年度上期	235	2,745	(103.4)	7	2,987	2,681	(104.4)	0	2,681	312	2,993
62年度下期	312	3,146	(101.8)	2	3,460	3,181	(101.7)	0	3,181	274	3,455
62 年 度	235	5,892	(102.6)	9	6,136	5,862	(102.9)	0	5,862	274	6,136
63年度上期	274	2,754	(100.3)	3	3,031	2,734	(102.0)	1	2,735	287	3,022
63年度下期	287	3,150	(100.1)	0	3,437	3,219	(101.2)	0	3,219	219	3,438
63 年 度	274	5,904	(100.2)	3	6,181	5,953	(101.6)	1	5,954	219	6,173
元年度上期	219	2,895	(105.1)	1	3,115	2,732	(99.9)	1	2,733	372	3,105
元年度下期	372	3,170	(100.6)	0	3,542	3,258	(101.2)	3	3,261	276	3,537
元 年 度	219	6,066	(102.7)	1	6,286	5,990	(100.6)	4	5,994	276	6,270
2 年度上期	276	3,046	(105.2)	0	3,322	2,974	(108.9)	5	2,979	323	3,302
2 年度下期	321	3,231	(101.9)	1	3,553	3,231	(99.1)	3	3,234	310	3,544
2 年 度	276	6,277	(103.5)	1	6,554	6,205	(103.6)	8	6,213	310	6,523
3 年度上期	310	2,844	(93.4)	0	3,154	2,841	(95.5)	6	2,847	302	3,149
10～12月	302	1,597	(94.9)	0	1,898	1,638	(93.4)	12	1,650	248	1,898
4. 1 月	248	396	(100.0)	0	644	366	(97.1)	0	366	277	643
2 月	277	463	(95.7)	0	740	461	(103.6)	0	461	279	740
3 月	279	673	(100.7)	0	952	630	(96.0)	0	630	321	951
1～3 月	248	1,532	(99.0)	0	1,780	1,457	(98.6)	0	1,457	321	1,778
3 年度下期	302	3,129	(96.8)	0	3,430	3,095	(95.8)	12	3,107	321	3,428
3 年 度	310	5,973	(95.2)	0	6,282	5,936	(95.7)	18	5,954	321	6,275
4. 4 月	321	523	(98.7)	0	844	510	(96.0)	7	517	326	843
5 月	326	460	(104.8)	0	786	423	(96.1)	23	446	340	786
6 月	340	473	(111.8)	0	813	486	(110.2)	17	503	310	813
4～6 月	321	1,456	(104.6)	0	1,777	1,419	(100.5)	47	1,466	310	1,776
7 月	310	494	(98.0)	0	804	517	(104.7)	15	532	272	804
8 月	272	515	(109.6)	0	787	442	(97.8)	6	448	335	783
9 月	335	503	(105.0)	0	838	512	(105.8)	0	512	326	838
7～9 月	310	1,512	(104.1)	0	1,822	1,471	(102.9)	21	1,492	326	1,818
4 年度上期	321	2,968	(104.4)	0	3,289	2,890	(101.7)	68	2,958	326	3,284
10月	326	502	(97.9)	0	828	499	(95.8)	8	507	321	828
11月	321	553	(104.1)	0	874	571	(104.0)	4	575	299	874
12月	299	594	(107.6)	0	893	594	(104.6)	0	594	298	892
10～12月	326	1,649	(103.3)	0	1,975	1,664	(101.6)	12	1,676	298	1,974
5. 1 月	298	360	(90.9)	0	658	341	(93.2)	0	341	314	655
2 月	314	460	(99.4)	0	774	457	(99.1)	3	460	314	774

〔注〕(1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 5 年 2 月確報

(2) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

<石油アスファルト需給統計資料> その2

石油アスファルト内需実績 (品種別明細)

(単位: 千 t)

項 目 年 度	内 需 量						対 前 年 度 比					
	ストレート・アスファルト			燃焼用 アスファルト	ブローン アスファルト	合 計	ストレート・アスファルト			燃焼用 アスファルト	ブローン アスファルト	合 計
	道路用	工業用	計				道路用	工業用	計			
55 年 度	4,233	183	4,416	—	287	4,703	91.7	103.4	92.1	—	91.5	91.6
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	3,943	185	4,128	187	260	4,575	96.6	91.6	96.4	467.5	94.2	100.3
58 年 度	3,950	177	4,127	540	254	4,921	100.2	95.7	100.0	288.8	98.4	107.6
59 年 度	3,999	162	4,161	806	254	5,221	101.2	91.5	100.8	149.3	100.0	106.1
60 年 度	3,739	139	3,878	911	246	5,035	93.5	85.8	93.2	113.0	96.9	96.4
61 年 度	3,979	241	4,220	1,238	237	5,695	106.4	173.4	108.8	135.9	96.3	113.1
62年度上期	1,949	98	2,047	520	114	2,681	106.8	148.5	108.2	92.0	101.8	104.4
62年度下期	2,304	261	2,565	475	141	3,181	106.9	149.1	110.1	70.6	112.8	101.7
62 年 度	4,253	359	4,612	995	255	5,862	106.9	149.0	109.3	80.4	107.6	102.9
63年度上期	1,987	166	2,153	464	117	2,734	101.9	169.4	105.2	89.2	102.6	102.0
63年度下期	2,319	255	2,574	504	141	3,219	100.7	98.1	100.4	106.1	100.0	101.2
63 年 度	4,306	421	4,727	968	258	5,953	101.2	117.3	102.5	97.3	101.2	101.6
元年度上期	2,043	151	2,194	423	115	2,732	102.8	91.0	101.9	91.2	98.3	99.9
元年度下期	2,317	296	2,613	509	136	3,258	99.9	116.1	101.5	101.0	96.5	101.2
元 年 度	4,360	447	4,807	932	251	5,990	101.2	106.2	101.7	96.3	97.3	100.6
2 年度上期	2,149	269	2,418	432	124	2,974	105.2	178.1	110.2	101.9	108.7	108.9
2 年度下期	2,267	337	2,604	497	130	3,231	97.8	113.9	99.7	97.6	95.6	99.2
2 年 度	4,416	606	5,022	929	254	6,205	101.3	135.6	104.5	99.7	101.2	103.6
3 年度上期	2,090	268	2,358	372	111	2,841	97.3	99.6	97.5	86.1	89.5	95.5
10～12月	1,211	148	1,359	210	69	1,638	95.9	90.8	95.3	81.4	100.0	93.4
4. 1 月	223	54	277	70	19	366	101.8	100.0	101.5	83.3	95.0	97.1
2 月	315	52	367	72	22	461	106.1	94.5	104.3	101.4	100.0	103.6
3 月	472	67	539	71	20	630	96.9	103.1	97.6	84.5	100.0	96.0
1～3 月	1,010	173	1,183	213	61	1,457	100.7	99.4	100.5	89.1	98.4	98.6
3 年度下期	2,221	321	2,542	423	130	3,095	98.0	95.3	97.6	85.1	100.0	95.8
3 年 度	4,311	589	4,900	795	241	5,936	97.6	97.2	97.6	85.6	94.9	95.7
4. 4 月	410	10	420	71	19	510	98.1	100.0	98.1	83.5	105.6	96.0
5 月	300	44	344	60	19	423	92.0	97.8	92.7	120.0	100.0	96.1
6 月	354	67	421	46	19	486	109.3	139.6	113.2	90.2	105.6	110.2
4～6 月	1,064	121	1,185	177	57	1,419	99.6	117.5	101.2	95.2	103.6	100.5
7 月	393	40	433	64	20	517	105.6	71.4	101.2	136.2	105.3	104.7
8 月	321	36	357	68	17	442	101.3	69.2	96.7	95.6	94.4	97.8
9 月	373	55	428	63	21	512	111.0	98.2	109.2	86.3	110.5	105.8
7～9 月	1,087	131	1,218	195	58	1,471	106.2	79.4	102.4	105.4	103.6	102.9
4 年度上期	2,151	252	2,403	372	115	2,890	102.9	94.0	101.9	100.0	103.6	101.7
10月	400	23	423	54	22	499	104.4	47.9	98.1	79.4	100.0	95.8
11月	420	56	476	72	23	571	101.2	116.7	102.8	118.0	92.0	104.0
12月	437	66	503	70	21	594	106.3	124.5	108.4	85.4	95.5	104.6
10～12月	1,257	145	1,402	196	66	1,664	103.8	98.0	103.2	93.3	95.7	101.6
5. 1 月	213	54	267	55	19	341	95.5	100.0	96.4	78.6	100.0	93.2
2 月	320	66	386	51	20	457	101.6	126.9	105.2	70.8	90.9	99.1

- (注) (1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 5 年 2 月確報
(2) 工業用ストレート・アスファルト, 燃焼用アスファルト, ブローンアスファルトは日本アスファルト協会調べ。
(3) 道路用ストレート・アスファルト=内需量合計-(ブローンアスファルト+燃焼用アスファルト+工業用ストレート・アスファルト)
(4) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

主な石油アスファルト製造用原油の輸入状況

(単位：1,000kl, %)

原油名 年度 項目	アラビアンヘビー		イラン・ヘビー		クウェート		カフジ		小計		総輸入量	
	数量	構成比	数量	構成比	数量	構成比	数量	構成比	数量	構成比	数量	構成比
55 年	16,393	6.4	6,865	2.7	7,954	3.1	9,294	3.6	40,506	15.8	256,833	100.0
56 年	16,131	7.0	4,764	2.1	9,060	3.9	6,035	2.6	35,990	15.6	230,239	100.0
57 年	16,429	7.7	8,259	3.8	3,115	1.4	7,893	3.7	35,696	16.6	214,685	100.0
58 年	15,061	10.3	13,238	9.0	3,375	2.3	9,892	6.8	41,566	28.4	146,543	100.0
59 年	11,761	7.8	8,866	5.2	2,728	1.8	10,210	6.8	32,465	21.6	150,606	100.0
60 年	10,454	5.3	6,273	3.1	2,578	1.3	9,698	4.9	29,003	14.6	198,330	100.0
61 年	7,174	3.7	7,506	3.9	5,979	3.1	8,482	4.4	29,141	15.0	194,515	100.0
62 年	12,925	7.0	7,789	4.2	10,311	5.6	6,267	3.4	37,293	20.1	185,364	100.0
63 年	9,130	4.7	6,095	3.1	8,124	4.2	6,374	3.3	29,723	15.3	193,850	100.0
元 年	4,500	2.1	8,991	4.3	9,671	4.6	8,910	4.2	32,072	15.3	209,700	100.0
2 年	6,378	2.8	8,921	3.9	7,492	3.3	7,386	3.2	30,177	13.2	228,760	100.0
3 年	11,219	4.6	8,548	3.5	796	0.3	3,839	1.6	24,402	10.1	242,697	100.0
4 年	7,124	2.8	9,127	3.6	8,568	3.4	7,168	2.9	31,987	12.7	251,233	100.0
55 年度	16,250	6.5	2,865	1.1	8,865	3.5	8,449	3.4	36,404	14.6	249,200	100.0
56 年度	17,571	7.6	7,329	3.2	7,451	3.2	5,685	2.5	38,036	16.5	230,231	100.0
57 年度	14,888	7.2	8,849	4.3	1,865	0.9	8,126	3.9	33,728	16.3	207,395	100.0
58 年度	15,071	7.1	13,057	6.1	3,498	1.6	11,378	5.3	43,004	20.2	212,844	100.0
59 年度	13,447	6.3	6,422	3.0	5,130	2.4	10,385	4.9	35,384	16.6	212,911	100.0
60 年度	6,790	3.4	6,232	3.2	3,330	1.7	8,409	4.3	24,761	12.6	197,261	100.0
61 年度	6,422	3.4	7,636	4.1	5,990	3.2	8,952	4.8	29,000	15.5	187,516	100.0
62 年度	13,793	7.3	7,311	3.9	11,758	6.3	4,577	2.4	37,439	19.9	187,886	100.0
63 年度	7,619	3.8	6,406	3.2	7,126	3.6	8,259	4.1	29,410	14.7	199,756	100.0
元 年度	4,736	2.2	9,143	4.3	10,318	4.9	7,966	3.8	32,163	15.3	210,900	100.0
2 年度	8,209	3.4	9,787	4.1	4,522	1.9	6,417	2.7	28,935	12.1	238,480	100.0
3 年度	10,877	4.6	8,756	3.7	2,095	0.9	5,033	2.1	26,761	11.2	238,646	100.0
4 年度	6,534	2.6	8,411	3.3	10,004	3.9	7,551	3.0	32,500	12.7	255,667	100.0
4 年 1 月	829	3.8	1,082	5.0	384	1.8	370	1.7	2,665	12.3	21,669	100.0
2 月	539	2.6	866	4.2	451	2.2	1,020	4.9	2,876	13.9	20,705	100.0
3 月	975	4.4	1,032	4.7	464	2.1	461	2.1	2,932	13.2	22,133	100.0
1～3 月	2,343	3.6	2,980	4.6	1,299	2.0	1,851	2.9	8,473	13.1	64,507	100.0
4 月	310	1.5	831	4.1	726	3.6	475	2.3	2,342	11.5	20,318	100.0
5 月	350	1.8	374	1.9	853	4.4	544	2.8	2,121	10.9	19,392	100.0
6 月	593	3.4	302	1.8	787	4.6	558	3.2	2,240	13.0	17,245	100.0
4～6 月	1,253	2.2	1,507	2.6	2,366	4.2	1,577	2.8	6,703	11.8	56,955	100.0
7 月	371	1.8	1,205	5.9	525	2.6	368	1.8	2,469	12.0	20,496	100.0
8 月	341	1.6	797	3.8	851	4.0	708	3.3	2,697	12.7	21,210	100.0
9 月	693	3.2	773	3.6	713	3.3	687	3.2	2,866	13.3	21,469	100.0
7～9 月	1,405	2.2	2,775	4.4	2,089	3.3	1,763	2.8	8,032	12.7	63,175	100.0
10 月	833	3.9	852	4.0	860	4.0	600	2.8	3,145	14.8	21,260	100.0
11 月	537	2.5	407	1.9	779	3.7	959	4.5	2,682	12.6	21,320	100.0
12 月	753	3.1	606	2.5	1,175	4.9	418	1.7	2,952	12.3	24,016	100.0
10～12 月	2,123	3.2	1,865	2.8	2,814	4.2	1,977	3.0	8,779	13.2	66,596	100.0
5 年 1 月	742	3.0	1,062	4.2	852	3.4	790	3.2	3,446	13.8	25,055	100.0
2 月	408	1.9	347	1.6	1,136	5.4	697	3.3	2,588	12.3	21,122	100.0
3 月	603	2.6	855	3.8	747	3.3	747	3.3	2,952	13.0	22,764	100.0
1～3 月	1,753	2.5	2,264	3.3	2,735	4.0	2,234	3.2	8,986	13.0	68,941	100.0

〔注〕(1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 5 年 3 月確報。

(2) 構成比は全輸入量に対する 100 分比である。

(3) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

改質アスファルトを用いた混合物の設計・施工の手引き

B 5 版・37ページ・実費頒価 ¥ 500 (送料実費)

申込先 (社) 日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門 2-6-7

和孝第10ビル

改質アスファルトは、アスファルト舗装の耐久性向上を目的として、舗装用石油アスファルトの性質を改善したアスファルトで、改質方法によってその性能も多様です。したがって、これを十分に理解したうえで利用しなければ、その機能を十分に発揮させられないところがあります。

そこで、(株)日本アスファルト協会では、改質アスファルトを使用する場合の適用場所の選定をはじめ、混合物の製造および施工についての手引きをとりまとめました。

この手引きは、わが国における現今の改質アスファルトに関する標準的な技術を示したもので関係者必読の書としておすすめします。

目 次

- | | |
|---------------------|------------------------|
| 1. 総 説 | 5.3 最適アスファルト量の決定 |
| 1.1 概 説 | 5.4 流動対策 |
| 1.2 本手引きの適用にあたっての注意 | 5.5 摩耗対策 |
| 2. 改質アスファルト | 5.6 すべり対策 |
| 2.1 分 類 | 5.7 その他 |
| 2.2 特 徴 | 6. 混合物の製造・運搬 |
| 2.3 品質規格 | 6.1 概 説 |
| 3. アスファルト混合物の破損と対策 | 6.2 改質アスファルトおよび改質材料の準備 |
| 3.1 概 説 | 6.3 混合物の製造の準備 |
| 3.2 流 動 | 6.4 混合物の製造・貯蔵・運搬 |
| 3.3 摩 耗 | 7. 混合物の舗設 |
| 3.4 すべり | 7.1 概 説 |
| 3.5 その他 | 7.2 舗設準備 |
| 4. 改質アスファルトの適用 | 7.3 プライムコートおよびタックコート |
| 4.1 一般地域における適用 | 7.4 舗設温度 |
| 4.2 積雪寒冷地域における適用 | 7.5 敷きならし |
| 4.3 特殊箇所における適用 | 7.6 締固め |
| 5. 配合設計 | 7.7 継 目 |
| 5.1 概 説 | 7.8 寒冷期の施工 |
| 5.2 配合設計における確認試験 | 8. 管理と検査 |

日本のアスファルト事情 1992年版

A 5 版・50ページ・実費頒価 ¥800 (送料実費)

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

石油アスファルトを取り巻く環境は、年々変化し複雑になってきております。
そこで、当面するアスファルト事情についてわかりやすく解説した資料を作成しました。
広くご利用いただけるよう編纂いたしましたので、関係者必読の書としてお進めいたします。

目 次

はじめに

1. 需 要

(1) 用 途

(2) 需要の推移

2. 供 給

(1) 生 産

(2) 流 通

(3) 施 策

3. 課 題

参考資料

1. 品質規格・試験方法・品質管理
2. アスファルト舗装の特長
3. 石油アスファルト需給等対策会議
4. アスファルト関連統計
 - (1) 道路投資額の推移

(2) 年度別舗装延長

(3) 主要諸国の道路事情

(4) 世界の国別原油確認埋蔵量

(5) OPECバスケット原油価格の推移

(6) 市場連動価格フォーミュラの一例

(7) OECD諸国のアスファルト生産量・内需量

(8) OECD諸国のアスファルト輸入量・輸出量

(9) 地域国別原油輸入状況

(10) 平成4～8年度石油需給計画

付 記 社団法人 日本アスファルト協会の概要

1. 沿 革
2. 機 構
3. 当面の主な事業
4. 関係官庁との主な共同研究実績
5. 役員等名簿
6. 会員名簿

アスファルト統計史 B 5 版・187ページ

アスファルト統計史(昭和62年度～平成3年度) B 5 版・55ページ

実費頒価

「アスファルト統計史」+「アスファルト統計史(昭和62年度～平成3年度)」¥3,000(送料実費)
「アスファルト統計史(昭和62年度～平成3年度)」のみ ¥500(送料実費)

申込先 (社)日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7

和孝第10ビル

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

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

当協会の調査委員会において、我が国のアスファルト統計について資料の収集・整理に努めて参り、「アスファルト統計史」を30周年記念として昭和62年12月に出版し、「アスファルト統計史(昭和62年度～平成3年度)」を平成4年12月に出版いたしました。

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

目 次

I. 生産量

1. アスファルト年別生産量
2. アスファルト品種別月別生産量
3. 石油アスファルト月別生産量
4. 石油アスファルト品種別月別生産量

II. 内需量(販売)

1. アスファルト販売量
2. アスファルト品種別月別販売量
3. 石油アスファルト月別内需量
4. 石油アスファルト品種別月別内需量

III. 輸出入

1. アスファルト年別輸入・輸出货量
2. アスファルト月別輸入・輸出货量

IV. 在庫量

1. 石油アスファルト年別在庫量
2. 石油アスファルト月別在庫量
3. 石油アスファルト品種別月別在庫量

V. 販売量

1. 石油アスファルト品種別針入度販売量
2. 石油アスファルト品種別荷姿別販売量
3. 石油アスファルト地域別月別販売量

社 名	住 所	電 話
〔メーカー〕		
出 光 興 産 株 式 会 社	(100) 千代田区丸の内3-1-1	03 (3213) 3 1 3 4
エ ッ ソ 石 油 株 式 会 社	(107) 港区赤坂5-3-3	03 (3585) 9 4 3 8
鹿 島 石 油 株 式 会 社	(102) 千代田区紀尾井町3-6	03 (5276) 9 5 5 6
キ グ ナ ス 石 油 株 式 会 社	(104) 中央区京橋2-9-2	03 (3535) 7 8 1 1
キ グ ナ ス 石 油 精 製 株 式 会 社	(210) 川崎市川崎区浮島町3-1	044 (288) 8 4 4 5
九 州 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区内幸町2-1-1	03 (3502) 3 6 5 1
極 東 石 油 工 業 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (3270) 0 8 4 1
興 亜 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町2-6-2	03 (3241) 8 6 3 1
コ ス モ 石 油 株 式 会 社	(105) 港区芝浦1-1-1	03 (3798) 3 1 2 1
三 共 油 化 工 業 株 式 会 社	(100) 千代田区丸の内1-4-2	03 (3284) 1 9 1 1
昭和シェル石油株式会社	(100) 千代田区霞が関3-2-5	03 (3503) 4 0 7 6
昭和四日市石油株式会社	(510) 四日市市塩浜町1	0593 (45) 2 1 1 1
西 部 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区丸の内1-2-1	03 (3215) 3 0 8 1
ゼ ネ ラ ル 石 油 株 式 会 社	(105) 港区西新橋2-8-6	03 (3595) 8 4 1 0
東 燃 株 式 会 社	(100) 千代田区一ツ橋1-1-1	03 (3286) 5 1 1 1
東 北 石 油 株 式 会 社	(985) 仙台市宮城野区港5-1-1	022 (363) 1 1 2 2
株式会社 日 鉱 共 石	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03 (5573) 6 0 0 0
日 本 石 油 株 式 会 社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (3502) 1 1 1 1
日 本 石 油 精 製 株 式 会 社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (3502) 1 1 1 1
富 士 興 産 株 式 会 社	(100) 千代田区永田町2-4-3	03 (3580) 3 5 7 1
富 士 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町1-2-3	03 (3211) 6 5 3 1
三 菱 石 油 株 式 会 社	(105) 港区虎ノ門1-2-4	03 (3595) 7 4 1 3
モ ー ビ ル 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (3244) 4 6 9 1

〔ディーラー〕

● 北 海 道

コスモアスファルト(株)札幌支店	(060) 札幌市中央区大通り西10-4	011 (281) 3 9 0 6 コ ス モ
ツ タイ 石 油 商 事 株 式 会 社	(064) 札幌市中央区南4条西11-1292-4	011 (518) 2 7 7 1 コ ス モ
株式会社 トーアス札幌販売支店	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (281) 2 3 6 1 日 鉱 共 石
東光商事株式会社札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7-2	011 (241) 1 5 6 1 三 石
中西瀝青株式会社札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (231) 2 8 9 5 日 石
株式会社 南部商会札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011 (231) 7 5 8 7 日 石
株式会社 ロ ー ド 資 材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (281) 3 9 7 6 コ ス モ

● 東 北

株式会社 男 鹿 興 業 社	(010-05) 男鹿市船川港船川字埋立地1-18-2	0185 (23) 3 2 9 3 日 鉱 共 石
----------------	-----------------------------	---------------------------

社団法人 日本 アスファルト 協会 会員

社 名	住 所	電 話
カ メ イ 株 式 会 社	(980) 仙台市青葉区国分町 3-1-18	022 (264) 6 1 1 1 日 石
コスモアスファルト(株)仙台支店	(980) 仙台市青葉区中央 3-3-3	022 (266) 1 1 0 1 コ ス モ
正興産業株式会社 仙台営業所	(980) 仙台市青葉区国分町 3-3-5	022 (263) 5 9 5 1 三 石
竹中産業株式会社 新潟営業所	(950) 新潟市東大通 1-4-2	025 (246) 2 7 7 0 昭和シェル
株式会社 トーアス仙台営業所	(980) 仙台市青葉区大町 1-1-10	022 (262) 7 5 6 1 日 鉦 共 石
常盤商事株式会社仙台支店	(980) 仙台市青葉区錦町 1-10-11	022 (224) 1 1 5 1 三 石
中西瀝青株式会社 仙台営業所	(980) 仙台市青葉区中央 2-1-30	022 (223) 4 8 6 6 日 石
株式会社 南部商会仙台営業所	(980) 仙台市青葉区中央 2-1-17	022 (223) 1 0 1 1 日 石
ミヤセキ 株 式 会 社	(980) 仙台市宮城野区榴岡 2-3-12	022 (257) 1 2 3 1 三 石
菱油販売株式会社仙台支店	(980) 仙台市青葉区国分町 3-1-1	022 (225) 1 4 9 1 三 石
● 関 東		
朝日産業株式会社	(103) 中央区日本橋茅場町 2-7-9	03 (3669) 7 8 7 8 コ ス モ
アスファルト産業株式会社	(104) 中央区八丁堀 4-11-2	03 (3553) 3 0 0 1 昭和シェル
伊藤忠商事株式会社	(107) 港区北青山 2-5-1	03 (3497) 6 5 4 8 九 石
伊藤忠燃料株式会社	(107) 港区赤坂 2-17-22	03 (3584) 8 5 2 1 日 鉦 共 石
梅本石油株式会社	(162) 新宿区揚場町 2-24	03 (3269) 7 5 4 1 コ ス モ
エムシー・アスファルト株式会社	(100) 千代田区内幸町 1-3-3	03 (5251) 2 0 6 0 三 石
株式会社 木 畑 商 会	(104) 中央区八丁堀 4-2-2	03 (3552) 3 1 9 1 日 鉦 共 石
共立石油株式会社	(101) 千代田区神田西福田町 3	03 (3256) 6 3 5 5 日 鉦 共 石
株式会社 ケイエム商運	(103) 中央区八重洲 1-8-5	03 (3245) 1 6 3 1 三 石
コスモアスファルト株式会社	(104) 中央区八丁堀 3-3-5	03 (3551) 8 0 1 1 コ ス モ
国光商事株式会社	(164) 中野区東中野 1-7-1	03 (3363) 8 2 3 1 出 光
株式会社澤田商行関東支店	(104) 中央区入船町 1-7-2	03 (3551) 7 1 3 1 コ ス モ
三徳商事株式会社東京支店	(101) 千代田区神田紺屋町 11	03 (3254) 9 2 9 1 昭和シェル
新日本商事株式会社	(101) 千代田区神田錦町 2-5	03 (3294) 3 9 6 1 昭和シェル
住商石油アスファルト株式会社	(105) 港区浜松町 2-3-31	03 (3578) 9 5 2 1 出 光
竹中産業株式会社	(101) 千代田区鍛冶町 1-5-5	03 (3251) 0 1 8 5 昭和シェル
中央石油株式会社	(160) 新宿区新宿 2-6-5	03 (3356) 8 0 6 1 モービル
株式会社 トーアス	(160) 新宿区西新宿 2-7-1	03 (3342) 6 3 9 1 日 鉦 共 石
東京レキセイ株式会社	(150) 渋谷区恵比寿西 1-9-12	03 (3496) 8 6 9 1 富 士 興
東京富士興産販売株式会社	(100) 千代田区永田町 2-4-2	03 (3591) 3 4 0 1 富 士 興
東光商事株式会社	(104) 中央区京橋 2-1-4	03 (3274) 2 7 5 1 三 石
東新瀝青株式会社	(103) 中央区日本橋 2-13-10	03 (3273) 3 5 5 1 日 石
東洋国際石油株式会社	(104) 中央区八丁堀 3-3-5	03 (3552) 8 1 5 1 コ ス モ
東和産業株式会社	(174) 板橋区坂下 3-29-11	03 (3968) 3 1 0 1 三共油化
中西瀝青株式会社	(103) 中央区八重洲 1-2-1	03 (3272) 3 4 7 1 日 石
株式会社 南 部 商 会	(100) 千代田区丸の内 3-4-2	03 (3213) 5 8 7 1 日 石
日石丸紅株式会社	(104) 中央区築地 5-4-14	03 (3541) 4 0 1 5 日 石
日東商事株式会社	(170) 豊島区巢鴨 4-22-23	03 (3915) 7 1 5 1 昭和シェル
日東石油株式会社	(104) 中央区新川 2-3-11	03 (3551) 6 1 0 1 昭和シェル
パシフィック石油商事株式会社	(103) 中央区日本橋蛸殻町 1-17-2	03 (3661) 4 9 5 1 モービル
富士興産アスファルト株式会社	(100) 千代田区永田町 2-4-2	03 (3580) 5 2 1 1 富 士 興
富士鉦油株式会社	(105) 港区新橋 4-26-5	03 (3432) 2 8 9 1 コ ス モ
富士石油販売株式会社	(103) 中央区日本橋 2-13-12	03 (3274) 2 0 6 1 日 鉦 共 石

社団法人 日本 アスファルト 協会 会 員

社 名	住 所	電 話
富士油業株式会社東京支店	(106) 港区西麻布1-8-7	03 (3478) 3 5 0 1 富士 興
丸紅エネルギー株式会社	(101) 千代田区神田錦町3-7-1	03 (3293) 4 1 1 1 モービル
三井石油株式会社	(101) 千代田区神田駿河台4-3	03 (3293) 7 1 1 1 極 東 石
ユニ石油株式会社	(101) 千代田区神田東紺屋町30	03 (3256) 3 4 4 1 昭和シェル
菱東商事株式会社	(101) 千代田区神田和泉町1-13-1	03 (5687) 1 2 8 1 三 石
菱油販売株式会社	(160) 新宿区西新宿1-20-2	03 (3345) 8 2 0 5 三 石
瀝青販売株式会社	(103) 中央区日本橋2-16-3	03 (3271) 7 6 9 1 出 光
● 中 部		
コスモアスファルト(株)名古屋支店	(460) 名古屋市中区錦2-14-21	052 (223) 0 7 1 1 コ ス モ
株式会社 澤 田 商 行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (353) 5 1 1 1 コ ス モ
三徳商事株式会社静岡支店	(420) 静岡市紺屋町11-12	0542 (55) 2 5 8 8 昭和シェル
三徳商事株式会社 名古屋支店	(453) 名古屋市中村区則武1-10-6	052 (452) 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 コ ス モ
静岡鉱油株式会社	(424) 清水市袖師町1575	0543 (66) 1 1 9 5 モービル
新東亜交易株式会社名古屋支社	(450) 名古屋市中村区名駅3-28-12	052 (561) 3 5 1 4 富士 興
竹中産業株式会社 福井営業所	(910) 福井市大手2-4-26	0766 (22) 1 5 6 5 昭和シェル
株式会社 田 中 石 油 店	(910) 福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1 7 2 1 昭和シェル
株式会社 トーアス名古屋営業所	(450) 名古屋市中村区名駅4-2-12	052 (581) 3 5 8 5 日 鉱 共 石
富安産業株式会社	(939) 富山市若竹町2-121	0764 (29) 2 2 9 8 昭和シェル
中西瀝青株式会社名古屋営業所	(462) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5 0 1 1 日 石
松村物産株式会社	(920) 金沢市広岡2-1-27	0762 (21) 6 1 2 1 三 石
丸福石油産業株式会社	(933) 高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2 8 6 0 昭和シェル
三谷商事株式会社	(910) 福井市豊島1-3-1	0776 (20) 3 1 3 4 モービル
● 近 畿		
赤馬アスファルト工業株式会社	(531) 大阪市北区中津3-10-4	06 (374) 2 2 7 1 モービル
飯野産業株式会社 神戸営業所	(650) 神戸市中央区海岸通り8	078 (333) 2 8 1 0 日 鉱 共 石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市北区中津1-11-11	06 (372) 0 0 3 1 出 光
木曾通産株式会社大阪支店	(530) 大阪市北区西天満3-4-5	06 (364) 7 2 1 2 コ ス モ
共和産業株式会社	(700) 岡山市富田町2-10-4	0862 (33) 1 5 0 0 日 鉱 共 石
コスモアスファルト(株)大阪支店	(550) 大阪市西区西本町2-5-28	06 (538) 2 7 3 1 コ ス モ
コスモアスファルト(株)広島支店	(730) 広島市田中町5-9	0822 (44) 6 2 6 2 コ ス モ
三徳商事株式会社	(532) 大阪市淀川区新高4-1-3	06 (394) 1 5 5 1 昭和シェル
昭和瀝青工業株式会社	(670) 姫路市北条口3-51	0792 (77) 5 0 0 1 日 鉱 共 石
信和興業株式会社	(700) 岡山市西古松363-4	0862 (41) 3 6 9 1 三 石
スーパーストロングインターナショナル(株)	(532) 大阪市淀川区西中島2-11-30	06 (303) 5 5 1 0 昭和シェル
正興産業株式会社	(650) 神戸市中央区海岸通り6	078 (322) 3 3 0 1 三 石
中国富士アスファルト株式会社	(711) 倉敷市児島味野浜の宮4051-12	0864 (73) 0 3 5 0 富士 興
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-10-17	06 (358) 5 5 3 1 三 石
株式会社 ナ カ ム ラ	(670) 姫路市国府寺町72	0792 (85) 2 5 5 1 日 鉱 共 石
中西瀝青株式会社 大阪営業所	(530) 大阪市北区西天満3-11-17	06 (316) 0 3 1 2 日 石
平井商事株式会社	(542) 大阪市中央区東心斎橋筋1-3-11	06 (252) 5 8 5 6 富士 興
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀2-3-19	06 (441) 5 1 9 5 富士 興
富士商株式会社	(756) 小野田市稲荷町6539	0836 (83) 3 2 1 0 昭和シェル
平和石油株式会社	(530) 大阪市北区中之島3-6-32	06 (443) 2 7 7 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
株式会社 松 宮 物 産	(522) 彦根市幸町32	0749 (23) 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 コ ス モ
横 田 瀝 青 興 業 株 式 会 社	(672) 姫路市飾磨区南細江995	0792 (33) 0 5 5 5 日 鉱 共 石
株式会社 菱 芳 礦 産	(671-11) 姫路市広畑区西夢前台7-140	0792 (39) 1 3 4 4 日 鉱 共 石
● 四国・九州		
伊藤忠燃料株式会社 九州支社	(812) 福岡市博多区博多駅前3-2-8	092 (471) 3 8 5 1 日 鉱 共 石
今 別 府 産 業 株 式 会 社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4 1 1 1 日 鉱 共 石
大 分 九 石 販 売 株 式 会 社	(870) 大分市中央町1-1-3	0975 (34) 0 4 6 8 九 石
株式会社 カ ン タ	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5 1 1 1 昭和シェル
株式会社 九 菱	(805) 北九州市八幡東区山王1-17-11	093 (661) 4 8 6 8 三 石
コスモアスファルト(株)九州支店	(810) 福岡市中央区鳥飼1-3-52	092 (771) 7 4 3 6 コ ス モ
サ ン ヨ ウ 株 式 会 社	(815) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7 6 1 5 富 士 興
三 協 商 事 株 式 会 社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5 1 3 1 富 士 興
株式会社 トーアス高松営業所	(760) 高松市亀井町8-11	0878 (37) 1 6 4 5 日 鉱 共 石
中西瀝青株式会社 福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神4-1-18	092 (771) 6 8 8 1 日 石
株式会社 南部商会福岡営業所	(810) 福岡市中央区天神3-4-8	092 (721) 4 8 3 8 日 石
西 岡 商 事 株 式 会 社	(764) 仲多度郡多度津町家中3-1	0877 (33) 1 0 0 1 三 石
畑 砒 油 株 式 会 社	(804) 北九州市戸畑区牧山新町1-40	093 (871) 3 6 2 5 コ ス モ
平和石油株式会社高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7 2 5 5 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) 7 5 6 1 昭和シェル

編集顧問

多 田 宏 行
藤 井 治 芳
松 野 三 朗

編集委員

委 員 長 : 河 野 宏	副 委 員 長 : 真 柴 和 昌
秋 葉 國 造	菅 野 善 朗
阿 部 忠 行	栗 谷 川 裕 造
荒 井 孝 雄	小 島 逸 平
安 崎 裕	児 玉 充 生
飯 島 尚	田 井 文 夫
	辻 保 人
	山 田 実
	鶴 窪 廣 洋
	野 村 敏 明
	姫 野 賢 治
	室 賀 五 郎

アスファルト 第176号

平成5年7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 03-3502-3956

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 03-3571-0997(代)

印刷所 アサヒビジネス株式会社

〒107 東京都港区赤坂1-9-13 TEL 03-5563-0123(代)

ASPHALT

Vol. 36 No. 176 JULY 1993

Published by THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION