

アスファルト

第29巻 第149号 昭和61年11月発行

149

特集・材料(歴青材料)から見た重交通道路舗装への対応

特集にあたって	飯島 尚	1
車両重量の現況と道路舗装への影響	安崎 裕	3
歴青材料と配合設計の考察	阿部 頼政	9
ストレートアスファルト (40~60)	児玉 充生	11
セミブローンアスファルト AC-100	林 誠之	16
天然アスファルト	羽山 高義	21
改質アスファルトの現況と問題点	川野 敏行	26
ストレートアスファルト(40~60)を用いた施工状況	岩崎 建治・酒井 守久	31
セミブローンアスファルトAC-100の試験施工について	山田 悦夫	36
天然アスファルトを利用した舗装の施工例	野々田 充	51
ゴム入りアスファルト	坂本 浩行・池田 拓哉・伊藤 正秀	61
樹脂混合による橋面舗装試験施工と追跡調査の報告	高橋 松男	69

アスファルト舗装技術研究グループ・第24回研究報告 75

アスファルト舗装の寿命予測

— コンピュータ・プログラム DAMA — 阿部 忠行・田中 輝栄 76

〈工事事務所長シリーズ・その30〉

技術協力の体験から 石河 信一 82

〈用語の解説〉

橋面舗装 小島 逸平 84

BTDチャート 井町 弘光 85

〈統計資料〉 石油アスファルト需給統計資料 86

第54回アスファルトゼミナール開催予告 (62.2.6 京都市) 巻頭

ASPHALT

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

読 者 各 位 殿

日頃は、弊協会事業活動の一貫であります「アスファルト」誌
をご購読いただき有り難うございます。

さて、本号の発行は10月の予定でございましたが、諸般の事
情により12月までずれこんでしまい大変ご迷惑をおかけいたし
ました。

ここにおわび申し上げるとともに、今後このようなことのない
ように勤めてまいりますので、引き続きご愛読を賜りますようお
願いする次第でございます。

(社) 日本アスファルト協会

***** 第54回アスファルトゼミナール開催のご案内 *****

拝啓 時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。

さて、恒例の弊協会主催の「アスファルトゼミナール」を下記要領にて開催致します。

内容等参考の上、奮ってご参加くださいますようご案内申し上げます。

敬 具

記

- 1.主 催 社団法人 日本アスファルト協会
- 2.協 賛 社団法人 日本アスファルト乳剤協会
- 3.後 援 社団法人 日本道路建設業協会、社団法人 日本道路建設業協会関西支部、
京都道路建設業協会、社団法人 日本アスファルト合材協会、
団体会員 大阪アスファルト合材協会、団体会員 京都アスファルト合材協会、
団体会員 兵庫県アスファルト合材協会、団体会員 滋賀県アスファルト合材協会

4.開催日時 昭和62年2月6日(金) 9:30~16:45

〔案内図〕

5.会 場 京都府立勤労会館大ホール (案内図参照)

京都市中京区烏丸通竹屋町上ル大倉町212 ☎075-221-7821

6.内 容 裏面「プログラム」参照

7.申込方法 昭和62年1月16日までに下記参加申し込み書に必要事項を
ご記入のうえ会費を添えて現金書留でお申し込み下さい。
申し込み受付次第受講券、領収書をお送りいたします。

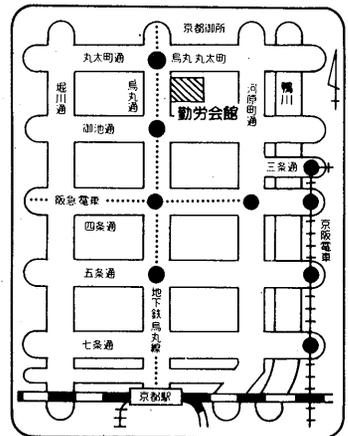
8.申 込 先 社団法人 日本アスファルト協会 アスセミ係

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7 和孝第10ビル ☎03-502-3956

9.会 費 4,000円

10.定 員 700名 (締切日以前でも定員になりしだい締め切らせていただきます。)

- 11.注意事項 ①払い済み済みの会費は、不参加の場合でも払い戻しいたしません。なお、不参加者には、後日テキストを送付致します。
- ②宿泊のあつ旋は、勝手ながら致しませんので、各自にてお願いします。
- ③会場には駐車設備がありませんので、車でのご来場は、ご遠慮願います。



〔地下鉄〕

- 丸太町駅下車、北口③を左へ
- 京都駅から……………約7分
- 四条駅から……………約3分
- (阪急烏丸駅)

〔バ ス〕

- 烏丸丸太町下車、すぐ
- 三条京阪から……………約10分

-----キリトリ線-----

第54回 アスファルトゼミナール参加申込書

勤 務 先		
所 在 地	〒	Tel
申込責任者氏名		
所属・役職		
参 加 人 数	合 計	名

プログラム

開催日時 昭和62年2月6日(金) 9:30~16:45

開催場所 京都府立勤労会館大ホール

京都市中京区烏丸通竹屋町上ル大倉町212 ☎075-221-7821

1. 挨拶

9:30~9:45

社団法人 日本アスファルト協会会長	鹿島 實
建設省近畿地方建設局長	萩原 兼脩
京都府土木建築部長	金子 冬吉
京都市技監	浪江 司

2. 講演にあたって

9:45~10:00

社団法人 日本アスファルト協会名誉会長	谷藤 正三
---------------------	-------

3. 昭和62年度道路予算案と近畿圏道路整備計画について

10:00~10:40

建設省道路局企画課道路事業調整官	橋本 鋼太郎
------------------	--------

4. 維持補修の技術的問題点と対策

10:40~12:00

建設省土木研究所舗装研究室主任研究員	菊川 滋
(昼食休憩)	12:00~13:20)
(石油関連映画「産油国は今」)	12:55~13:20)

5. リサイクル工法の適用例と課題

13:20~14:40

建設省大臣官房政策企画官	河野 宏
(休憩)	14:40~14:45)

6. 道と歴史

14:45~15:45

エッセイスト	吾嬬 東二郎
--------	--------

7. アスファルト乳剤の歩み

——その経緯と今後の展望——

15:45~16:45

社団法人 日本アスファルト乳剤協会技術委員長	鈴木 紀章
------------------------	-------

(講師は都合で変更することがあります)

特集にあたって

飯島 尚

(財)国土開発技術研究センター 研究第2部長

現在、我国において陸上交通部門のうち自動車輸送は経済・社会の発展とともに他の輸送機関に比べて著しく進展してきており、国民生活を支えるうえで大きな役割を果たしている。例えば自動車貨物輸送や自動車旅客輸送の伸びで見ると、昭和40年から60年にかけて貨物輸送の総トン数では約22億トンから約52億トンであり2.4倍の伸びとなっている。また旅客では150億人が340億人となり、ほぼ2.3倍の伸びがある。自動車保有台数も40年の720万台が60年では実に4600万台となり、6.4倍の伸びとなっている。15年後には21世紀を迎える訳であるが、伸び率がこれまでよりは鈍化するとしても、12年間で50万～100万台の間で増加するとすれば、5300万台から6100万台の自動車保有台数ということになる。

さらに、これらの自動車の使われ方も広域化しており、300～500kmの中距離輸送、500km以上の長距離輸送においてもシェアが拡大している現状であり、かつ各地方生活圏間の交通量が増加している。

一方、国民生活の多様化、産業構造の高度化が著しく、付加価値の高い品目、あるいは日常生活必需品の大部分が道路交通によって輸送されており、また高速志向が増え強まってきている現状である。一例を挙げると現在遠方のゴルフ場へ行くのに宅急便を利用したり、前の週に大阪でゴルフをして次の週に手ブラで帰って東京でゴルフをする等ということができるようになったのも、偏に道路輸送の高速性、定時性の確保が前提になっている訳である。恐らく今後はこのような傾向はますます強まり、関東や近畿、あるいは中部地方など一日生活圏として意識され、距離感覚が異なったものとなっていることであろう。私事でいえば25年前大学に入るまで関東地方を出たことがなく、自家用車を持って日曜日に日光や箱根や赤城などへ日帰りで行くなどとは思ってもよらないことであったが、さらに15年後を思うと予想もつかないことではある。

ちなみに、国土庁の推計によれば、昭和100年(2025年)には保有台数は5800万台、総輸送トン数、総輸送人員は現在の2倍になるものと予測されているところである。

このような状況にあって受け皿となるべき道路は現在

の112万kmが大幅に増加することは物理的に不可能である。すなわち、高速国道や一般国道、あるいは都道府県道や幹線市町村道を合計したおおよそ40万kmの道路がこの機能を果たさなければならない訳であるが、現状では高速国道は目標の半分であり、一般国道もバス等の大型車が楽にすれ違える幅員7m以上の区間は22.5%(1/4)と極めて低い状況にある。

いずれにせよ、21世紀に向けて、幹線道路を中心とした骨格づくりが急がれる訳であり、かつ現状のストックをいかに良好な状態に保善し21世紀に引き継ぐかという両極面に立たされている訳である。

このためには延長そのものが、保有台数、及び利用率の増加に比例して増せないということであれば、現行の道路の質を高めることによってのみ対応が可能であると考えられる。即ち、幹線道路を中心とした骨格作りに当って幹線道路そのものの高規格化と現状ストックの保善に当っての耐久性向上技術の開発と実際への導入である。そして高規格化もさることながら耐久性向上技術の開発導入は緊急を要する課題であると思われる。例えば「荒廃するアメリカ」が引金になって邦貨数100億円にのぼる研究計画「SHRP」をスタートさせた米国の例を考えると、現状道路舗装の耐久性向上技術に関する、広範囲、組織的、包括的な研究が望まれるものである。

さて、今月号は耐久性向上技術の一環として瀝青材料から見た重交通道路舗装への対応について特集号を組んでいる。前述のようにわが国は先進諸国の中でも有数の重交通にさらされている訳であるが、その第1の理由は狭隘な道路に4600万台の車がひしめき、さらにその多くは大型貨物自動車を中心とする商業車となっていることである。舗装1m²当りに通過する大型自動車の割合は他の先進諸国に比較して数倍になるというデータもあり、また輪荷重が法定の5ton以上の割合が高いという状況がある。御承知のように輪荷重の舗装の破壊に与えるインパクトは輪荷重の4乗に比例するということから、単位面積当りの通過原単位が高く、しかも輪荷重が大きいという相乗効果はきわめて大きいといわなければなりません。

せん。第2の理由は地盤が良好で均一な条件であれば舗装構造も比較的对応が容易であるが、日本は火山国であり、地盤条件が千変万化していることから舗装構造もキメ細かく考えなくてはならないということである。そして北海道から沖縄までの気象条件は例えていえば北欧の北部あるいはカナダ内陸部から南欧、北アフリカ又は中南米の気象条件に相当するといっても過言ではない。これらの条件を考えるとアスファルトの使い方も交通量や気象条件、あるいは舗装構造を加味したキメ細かい工夫をする必要があるものといえる。

特集号ではまず車輛重量と舗装への影響の解析であります。舗装設計に関する最も基本的なデータであり、法定軸荷重5tonを超えるものがB、D交通で1.6～3.1%も含まれていることに注目されます。これらのデータを基礎に4重則の分析、さらに軸距の影響を歪、圧縮応力の両面から分析を進め、貴重な結論が述べられています。

次に各論に入る訳ですが、その前提として、特に流動に着目して瀝青材料と配合設計について考察が述べられています。特に瀝青材料では粘度を高めることによって耐流動を図る手段としてセミブローンアスファルト、及びゴムアスファルトの可能性が述べられています。そして配合設計での留意点として粘度及びアスファルト量の設定の注意点が述べられています。これらの注意に加えて施工法の検討に対する問題提起がなされています。材料開発や構造での対応と同時に混合、運搬、舗設等の一連の作業の改善について研究を行なう必要性が高いものと考えられます。

ストレートアスファルトについて、針入度40～60を中心に製造、流通、規格の変遷、品質管理が述べられています。現在40～60は国道14号千葉市幕張地区における試験舗装の結果をふまえて関東地方で概ね年間6万トンが使用されています。

特に幕張試験舗装の結果の概要が述べられています。問題解決のためには地道でしかも長期間にわたる基礎的研究の必要があることが理解されます。

セミブローンアスファルトはアスファルト協会におい

てここ数年における最も広範囲、包括的に行なわれた研究の成果であります。ほぼ10年にわたって第1次、第2次、第3次の試験舗装が大規模に行なわれました。その結果粘度や粘度比などが改められ中部地方を中心にかなりの量が使用されるようになっていきます。アスファルト協会における研究成果は59年に協会から刊行され広く利用されているところでありますが、今回の報文は、その後の使用性の評価が述べられていることから貴重なものであります。特に使用材料、配合設計、ホイールトラック試験結果、供用性状、さらに回収アスファルトの性状が詳細に述べられています。これらの一連のデータは単にセミブローンアスファルトのみならず、広く試験舗装を実施するときの標準的な手法として利用できましよう。

天然アスファルトについての利用の歴史、分類とその性状、さらにそのうちの代表的なものとしてT.L.A.について使用実績が述べられています。我国では天然アスファルトという殆んどなじみがなく、使用実績がないと考えられがちですが、グースアスファルトにはかなりの割合で使用されています。さらにこの例として因島大橋やフォームドラマスチックの例が述べられていますが、特に因島大橋の例は最新の技術が要求される本四架橋での工事例であり、今後の技術の発展に大いに寄与するものと考えられます。

ゴム入りアスファルト、及び樹脂入りアスファルトについて分類、規格、施工実績が進められています。最近では実に種々な材料が用いられていますが、使用に当たって場所や目的などと品質特性の関連について十分に検討する必要があります。また使用に当たってコストパフォーマンス、つまり効果と値段のバランスについても配慮する必要があります。試験舗装も全国各地で行われていることから統一的に評価を行なうことが可能になっているものといえます。

今回の特集号が、前述のような耐久性向上技術の一環として位置づけられ、また、これを基礎にさらに研究が促進されることとなれば幸甚であります。

車両重量の現況と道路舗装への影響

安 崎 裕*

1. はじめに

舗装寿命ないし供用性に影響を与える因子として気温や雨量などの気象条件を含めて数多くのものが考えられるが、我が国における現行の舗装構造設計法では路床土の設計CBRと交通荷重を外的設計条件として考慮している。

とくに、我が国の交通は、諸外国に比べ、大型貨物車の割合が大きく、かなりの重交通道路といえ、それだけ車両重量が舗装に与える影響には苛酷なものがある。

現在のアスファルト舗装要綱では、全国の交通荷重の実態調査の結果から、大型車の交通量によって舗装新設を行う道路の区分をL, A, B, C, D交通の5つに分け、それぞれの区分毎に標準的な設計荷重(累積5t換算輪数)を設定して、所要舗装厚の算定を行っている。

しかし、過積載の著しい車両の存在もあり、早期に修繕を必要とする箇所も生じてきている。

ここでは、その交通荷重の実態と道路舗装への影響に

ついて述べてみたい。

2. 交通荷重の実態

舗装や橋梁などの設計を適切に行うには、交通荷重の的確な把握が不可欠である。そのため、道路交通を、単に量だけでなく質の面からも把握するために、道路管理者は走行車両の重量(輪荷重、軸荷重、総重量)の実測を行っている。建設省でも昭和39年より、全国の国道での車両重量調査を開始し、現在70ヶ所余りの地点で年2回、24時間にわたって走行車両の台数及び輪荷重を測定している。表-1は、その測定結果における輪荷重の分布を交通量区分毎にとりまとめたものである。また、各調査地点における全交通量と大型車交通量及び大型車混入率との関係を図-1、図-2に示す。国道の場合、大型車混入率は平均して30%前後であるが、昭和48年以前は約20%であったので、幹線的な要素の強い国道では大型車の割合はふえていることがわかる。また、大型車混入率の値そのものについては箇所によるバラツキが大きく、路線によっては、50%を超えている所もある。一般

全 体 $N = 1510$ $y = 0.295x - 2425$ $r = 0.7176$	S48~S53 $N = 738$ $y = 0.3172x - 359.9$ $r = 0.72$
~S47 $N = 246$ $y = 0.1779x + 349.8$ $r = 0.65$	S54~S57 $N = 531$ $y = 0.3142x - 318.1$ $r = 0.75$

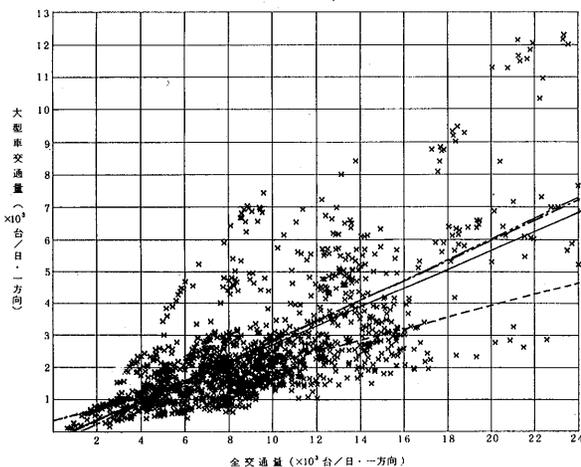


図-1 全交通量と大型車交通量の関係

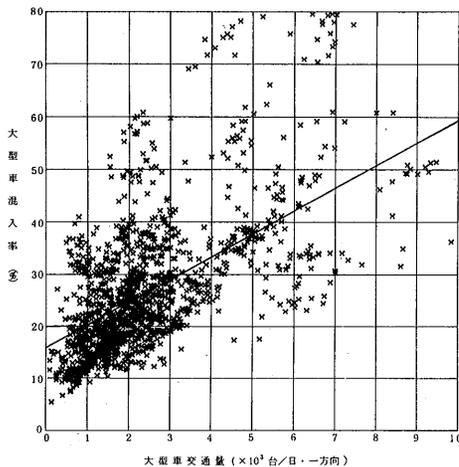


図-2 大型車交通量と大型車混入率の関係

*あんざき ひろし 建設省土木研究所舗装研究室長

表-1 平均輪荷重分布

区分	測定年度	デー ク タ 数	全交通量の 平均 (台/日・ 1万向)	大型市交通 量の平均 (台/日・ 1万向)	大型車混入 率の平均 (%)	輪 数 () : 5 トン換算輪数													
						0~1 t	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	10~12	12~14	14 以上	計
A	S 40~45	2	933	141	15	1,573 (0.2)	187 (1.5)	58 (3.5)	23 (5.8)	10 (6.5)	13 (19.5)	3 (7)	1 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1,868 (49)	
	A 46~49	1	1,263	183	15	2,108 (0.2)	193 (1.5)	74 (4.4)	59 (14.8)	22 (34.5)	23 (34.5)	15 (42)	10 (50)	2 (17)	10 (130)	9 (210.6)	1 (45.7)	0 (0)	2,526 (565)
B	S 40~45	2	2,469	193	8	4,457 (0.4)	251 (2.0)	127 (7.6)	63 (15.8)	40 (25)	21 (31.5)	21 (58.8)	16 (80)	10 (65)	5 (81.9)	4 (0)	0 (0)	5,015 (454)	
	S 54~57																		
C	平均	5	1,600	170	11	2,833 (0.3)	214 (1.7)	89 (5.3)	46 (11.5)	24 (15.6)	18 (27)	12 (33.6)	9 (44)	4 (37.4)	4 (52)	3 (74.9)	0 (9.1)	3,256 (312.4)	
	S 40~45	33	5,068	762	15	8,273 (0.8)	901 (8)	401 (24.1)	204 (51)	104 (67.0)	69 (103.5)	40 (112)	23 (115)	17 (144.5)	7 (85.8)	5 (110)	5 (35.7)	1 (7.3)	10,145 (865.3)
D	S 46~49	39	5,052	746	15	8,561 (0.9)	735 (5.9)	378 (22.7)	228 (57)	129 (83.9)	88 (132)	52 (145.6)	36 (180)	18 (153)	8 (106.6)	5 (114.7)	1 (27.9)	10,239 (1,061)	
	S 50~53	62	4,904	744	15	8,305 (0.8)	757 (6.1)	455 (27.3)	241 (60.3)	119 (77.4)	76 (114)	43 (120.4)	23 (115)	13 (110.5)	6 (76.7)	4 (88.9)	0 (19.7)	10,042 (817.1)	
E	S 54~57	58	4,852	726	17.7	8,151 (0.8)	843 (6.8)	469 (29.3)	220 (52.8)	126 (82.7)	80 (117.1)	39 (111.3)	19 (96.2)	10 (83.5)	5 (65.2)	4 (93.7)	2 (45.7)	9,969 (947.1)	
	平均	192	4,947	742	16.1	8,305 (0.8)	820 (6.6)	434 (27.1)	226 (54.3)	121 (79.4)	78 (114.2)	43 (122.8)	24 (121.5)	14 (116.9)	6 (78.2)	4 (93.7)	2 (48.6)	17,864 (1,917.9)	
F	S 40~45	103	8,924	1,727	19	13,940 (1.4)	1,872 (15.0)	955 (57.3)	450 (112.5)	246 (159.9)	183 (274.5)	105 (294)	55 (275)	35 (297.5)	13 (169)	8 (180.2)	2 (68.6)	17,864 (1,917.9)	
	S 46~49	155	9,550	1,881	20	15,146 (1.5)	1,762 (14.1)	1,176 (70.6)	669 (167.3)	357 (231.1)	217 (325.5)	134 (375.2)	77 (385)	42 (357)	22 (286)	16 (374.4)	2 (86.8)	19,621 (2,724.9)	
G	S 50~53	234	8,523	1,959	22	13,187 (1.3)	1,904 (15.2)	1,331 (79.9)	657 (164.3)	356 (236.4)	212 (318)	113 (316.4)	49 (245)	20 (170)	8 (107.9)	5 (105.3)	1 (64.0)	17,843 (1,818.7)	
	S 54~57	339	8,372	1,992	26	12,995 (1.3)	1,832 (14.8)	1,327 (82.9)	686 (164.7)	361 (236.9)	196 (287)	103 (294.2)	36 (182.3)	14 (116.9)	6 (78.2)	2 (46.9)	0 (0)	17,558 (1,506.1)	
H	平均	831	8,701	1,929	22.9	13,567 (1.4)	1,844 (15)	1,254 (78.3)	645 (154.9)	345 (226.4)	203 (297.2)	112 (319.9)	50 (253.1)	24 (200.5)	11 (143.3)	6 (140.6)	1 (45.7)	18,062 (4,670.3)	
	S 40~45	25	13,265	3,780	29	19,493 (2.0)	2,967 (23.7)	1,685 (101.1)	1,049 (262.3)	555 (350.8)	425 (637.5)	327 (915.6)	167 (835)	75 (637.5)	25 (325)	17 (397.8)	3 (128.0)	1 (44.6)	26,789 (4,670.3)
I	S 46~49	54	12,771	4,627	36	17,017 (1.7)	3,388 (27.1)	2,846 (170.8)	2,122 (530.5)	1,015 (659.8)	628 (942)	392 (1,097.6)	191 (955)	88 (748)	36 (468)	15 (351)	2 (105.1)	27,741 (6,097.1)	
	S 50~53	94	12,558	4,980	40	15,824 (1.6)	3,863 (30.9)	3,501 (210.1)	2,070 (517.5)	1,085 (705.3)	657 (985.5)	379 (1,061.2)	168 (840)	87 (739.5)	38 (494)	22 (514.8)	1 (59.4)	0 (0)	27,695 (6,163)
J	S 54~57	136	15,538	5,566	37.5	19,800 (2)	5,128 (41.5)	4,592 (287)	2,101 (504.5)	1,140 (748)	597 (874.1)	254 (725.4)	104 (526.5)	49 (402.3)	21 (273.7)	15 (351.4)	3 (137.1)	1 (81)	33,803 (4,961.5)
	平均	309	13,964	5,079	37.3	18,079 (1.8)	4,264 (34.5)	3,720 (232.5)	2,010 (482.6)	1,054 (691.5)	607 (888.7)	322 (920)	144 (729)	69 (576.3)	29 (377.9)	17 (398.2)	2 (91.4)	0.7 (56.7)	30,318 (5,481.1)

に大型車交通量がふえると大型車混入率自体も大きくなっており、それだけ重量車の割合も増えるものと推察されるが、路線の性格や地域の状況によって、かなりの差がみられる。

ところで、道路を通行する車両に対して、円滑で安全な交通の確保の観点から、各種の法令により、その大きさ、重量等について制限が設けられている。(表一2) そのうち、車両重量に関していえば、総重量20トン以下(単車の場合で、トレーラ連結車などを除く)、軸重10トン以下、輪荷重5トン以下と定められている。この規制

値の大きさそのものについては、車両総重量を除いては、諸外国もほぼ同じような値を採用している。(表一3)

しかし、表一1の昭和54年～57年のデータに着目すると調査地点を通過した輪数のうち、5トンを超える輪荷重はB交通で1.6%、C交通で2.0%、D交通で3.1%含まれており、規制値の5トンの2倍である輪荷重10トン以上のももD交通では毎日、平均して20回前後、走行している。

有料道路でも同様な重量車の走行実態を継続的に調査しているが、輪荷重5トンを超えるものは、大型車の数

表一2 法令による通行車両の制限値

関係省庁 法律	建設省		運輸省		警察庁
	道路法		道路運送車両法 施行令		道路交通法 道路交通法 施行令
政令	車両制限令		—		—
幅 (m)	その他 車両の幅(積載物を含む)は 2.5以下	高速自動車国道 同 左	—		積載物は自動車(積載物を含む)の左右にはみ出してはならない
高さ (m)	車両の高さ(積載物を含む)は3.8以下	同 左	自動車の高さ(積載物を含む)は3.8以下		
長さ (m)	車両の長さ(積載物を含む)は12以下	同 左 ただしセミトレーラ連結車 16.5以下	自動車の長さ(積載物を含む)は12以下		積載物のはみ出しは自動車の前後に自動車の長さ×0.1以下、また牽引する自動車+被牽引車両は25以下
重量 (t)	総重量(積載物の重量+乗車人員の重量+車両の自重)は20以下。ただしバン型、コンテナ用セミトレーラ連結車は27以下で建設省令で定める値	同 左 ただしバン型、コンテナ用セミトレーラ連結車は34以下で建設省令で定める値	総重量(最大積載量+乗車人員×55kg+車両の自重)は20以下		積載物の重量は最大積載量以下
	軸重は10以下	同 左	同 左		規定なし
	輪荷重は5以下	同 左	同 左		規定なし
最小回転半径(m)	12以下	同 左	同 左		規定なし

表一3 各国の車両重量の制限値

	Belgium	Canada	Denmark	Finland	France	Germany	Italy	Japan	Netherland	Norway	Spain	Sweden	Switzerland	United Kingdom	United States (7)
Total load (kN)	400	500 to 613(6)	440	420	380	380	440(2)	200	500	420	380	515	280	325	363
Load per axle (kN)	130	82 to 91(6)	100	100	130	100(1)	120	100	100	100	130	100	100	102	91
Load for a group of tandem axles	200	145 to 182(6)	160	160	210	160(1)	190	—	200	160	147 to 210(9)	200	180	203	154
Load per wheel (kN)	50	—	50	—	65	—	—	50	50	50	—	50	50	—	45
Load per group of twin wheels (kN)	65	—	—	—	65	—	—	50	65	50	—	160	50	—	—
Contact pressure of tyres (N/mm ²)			0.9	—	—	—	0.8	—	—	0.9	0.9	—	—	—	—
Width (m)	2.5	2.59	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.44
Length (m)	18	19.8 to 21.3	18	22	18(2)	18	— (2)	12	18	18	18(2)	24	18	11(4) 15(5)	(8)

(1) Respectively 130 and 210 kN for Sarre traffic.

(2) Depending on the vehicle.

(3) Semi-trailers.

(4) Non-articulated vehicles.

(5) Articulated vehicles.

(6) According to province.

(7) Interstate highway system.

(8) Varies with bridge formula.

(9) Depending on axle spacings.

少ないし20%前後あることが報告されている。但、有料道路の場合、料金所もしくは入口において車両重量のチェックをしている所もあることから、国道と比べて、極端な過積載車は少ない。

3. 舗装への影響

(1) 荷重の換算係数

交通荷重による舗装への影響としてでてくるものは、ひびわれの発生に代表される構造的な破損と重交通道路における塑性流動に代表される路面性状の破損である。

このうち、交通荷重の舗装への構造的な影響度について、有名な AASHO 道路試験結果の解析により、アスファルト舗装の場合、ほぼ荷重（輪荷重）の大きさの4乗に比例するといわれている。これは、タイヤの種類や車軸の配置等によっても異なるものであるが、OECDの報告では、それらの影響度を次のような式で示している。

$$D_i = \left[K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \left(\frac{P_i}{P_0} \right)^4 \right]$$

P_0 : 標準軸重

P_i : 実際の軸重

K_1, K_2, K_3 は表-4 に示す値

表-4 パラメータの値

K_1 (車軸の配列)	単軸	1
	タンデム軸	0.6
	トリデム軸	0.45
K_2 (タイヤの種類)	複輪	1
	ワイドベース	1.2
	単輪	1.3
K_3 (サスペンション)	従来型	1
	改良型	1.95

注：この表はアスファルト舗装でタンデム、トリデム軸の軸距が1.35~1.50mの場合に適用できる。

わが国の設計法を規定するアスファルト舗装要綱では AASHO 道路試験の結果を基に、車両重量の換算方法として4乗則を舗装設計に用いている。

法令による論荷重の上限でもある5トン輪荷重を基本に、4乗則によって、換算輪数を求めると、6トン輪荷重1輪で $(6/5)^4 = 2$ 輪分、7.5トン輪荷重1輪で $(7.5/5)^4 = 5$ 輪分、9トン輪荷重1輪で $(9/5)^4 = 10$ 輪分の損傷を舗装に与えることとなり、輪荷重をますことは、1回当りの積載量がふえることにより、走行輪数が仮にその割合で減ったとしても、舗装にとって大きな影響を与え、寿命を著しく縮めることがわかる。

(2) 近接車輪の影響

ここで舗装にとって問題となるのは、走行車両の輪荷重（あるいは軸重）であって、車両総重量は通常の場合、あまり問題とはならない。しかし、大型車両に多く採用されているタンデム軸やトリデム軸については、2軸の車両にくらべて、その軸間距離が短いこともあって車輪相互の影響がでてくる。この点について、舗装を多層弾性体として扱って、計算結果により説明してみよう。

図-3に示す大型トラックの車軸配置と輪荷重を想定し、表-5の計算条件で、図-3の②のタイヤ直下の応力、歪について計算を行った。なお、舗装各層は等方弾性体と仮定し、層間のすべりはないものとした。

舗装破壊に影響あると考えられる表面たわみ量、アスファルト層下面の引張りひずみ量、路床面の圧縮応力について、その結果を表-6のとおりを示す。

アスファルト層下面の引張りひずみについてみると、ケース2のタンデム軸の片側についてのみ考慮した場合が、最もひずみが大きく（ケース1の約5%増し）なるが、反対側の車輪の影響をも考慮した3、4のケースでは、ケース2にくらべ、ひずみは小さくなっている。

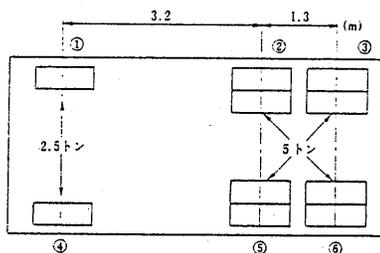


図-3 車輪の配置と輪荷重

表-5 設計条件と計算ケース

(計算条件)		弾性係数 30,000 kgf/cm ²
アスファルト層 (厚さ20cm)	路盤	ポアソン比 0.35
路床	路盤	弾性係数 1,500 kgf/cm ²
	路床	ポアソン比 0.35
	路床	弾性係数 600 kgf/cm ²
	路床	ポアソン比 0.45
(計算ケース)		
ケース 1	車輪②のみ	
ケース 2	車輪②+③	
ケース 3	車輪②+③+④+⑤+⑥	
ケース 4	車輪①+②+③+④+⑤+⑥	

表-6 車輪相互の影響

ケース	表面たわみ量 (mm)	アスファルト層下面の引張りひずみ(×10 ⁻⁶)	路床面上の圧縮応力(kgf/cm ²)
1	0.55	203	0.241
2	0.73	212	0.265
3	0.94	204	0.272
4	1.00	204	0.272

また路床面上の圧縮応力についてみると、ケース2はケース1より約10%程度、応力度が大きくなるが、ケース3、4との違いはさほど大きくない。

したがって、舗装に対する車両重量の影響を評価する場合、シングル軸の後軸又はタンデム軸の場合では後前軸と後後軸の輪荷重に着目すればよく、軸間距離の長い単軸車両の前軸を無視してもさほど大きな影響はない。

また、タンデム車の軸間距離を0, 0.6, 1.3, 2, 3 mとして、表-7に示す計算条件で、先と同様に、アスファルト層下面の引張りひずみと路床面での圧縮応力について計算した一例を図-4と図-5に示す。この図は、荷重を移動荷重としたときの、アスファルト層下面及び路床面の一点に着目した場合の引張りひずみ及び圧縮応力を示すものである。なお、計算でタンデム軸の軸距が0 mや0.6 mということは、大型トラックに用いられるタイヤの直径が約1 mなので、ありえないことであるが、傾向をみるために試算したものである。

また、図中の破線は、5トン単軸載荷の場合の引張りひずみ及び圧縮応力の最大値である。

アスファルト層下面の引張りひずみの場合、軸距の大小にかかわらずピーク値の前後で必ずひずみは0より小さくなり圧縮ひずみが生じている。輪荷重によって引張りひずみが生じているのは、載荷位置付近の狭い範囲であることから、荷重同士の相互作用で引張りひずみが重ね合されて、単軸車より大きなひずみが生じることはない。図では、タンデム軸車は一方の車輪の圧縮ひずみが他方の車輪の引張りひずみを打消す方向に作用するため、5トン単軸車よりピーク値がさがることになり、有利に作用すると考えられる。

また、路床面の圧縮応力をみると、図-5から、車輪の相互の重ね合せは正の方向に働くが、軸距が2 m程度あればその影響は殆ど無視できる程度に小さくなっている。一般のタンデム軸車に相当する軸距が1.3 mの場合、ピーク値そのものは単軸の場合と殆ど変わらないが、タンデム軸の中間点の応力がピーク値の約6割と、かなり大きな値を示しており、全体として1回の荷重が通過したのと同様な作用を路床面に与えていることになる。従って、タンデム軸車の圧縮応力の

作用時間は単軸車の場合に比べて長くなるものの、アスファルト層下面の引張りひずみの低減効果をも合せ考えると、輪荷重がそれぞれ5トンのタンデム軸1回の通過が舗装に与える影響は5トン輪荷重の単軸が2回通過するより小さくなるものと考えられる。

表-7 設計条件

輪荷重	5,000 kgf
接地半径	17 cm
アスファルト層	弾性係数 30,000, 10,000 5,000kgf/cm ² ポアソン比 0.35
路盤	弾性係数 1,500 kgf/cm ² ポアソン比 0.35
路床	弾性係数 600 kgf/cm ² ポアソン比 0.35
軸距	0.0, 0.6, 1.3, 2.0, 3.0 m

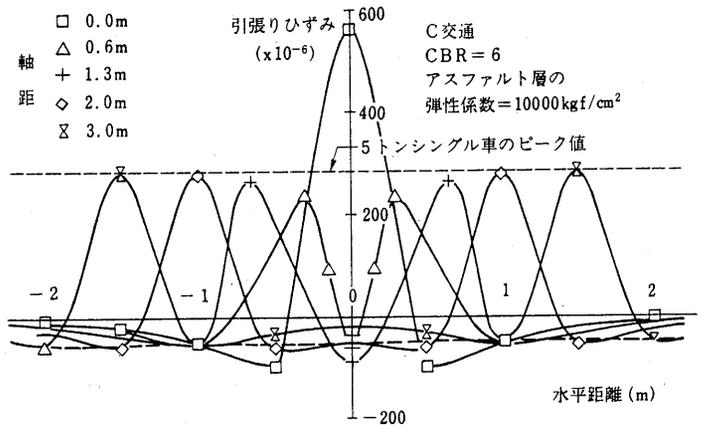


図-4 軸距とアスファルト層下面の引張りひずみの関係

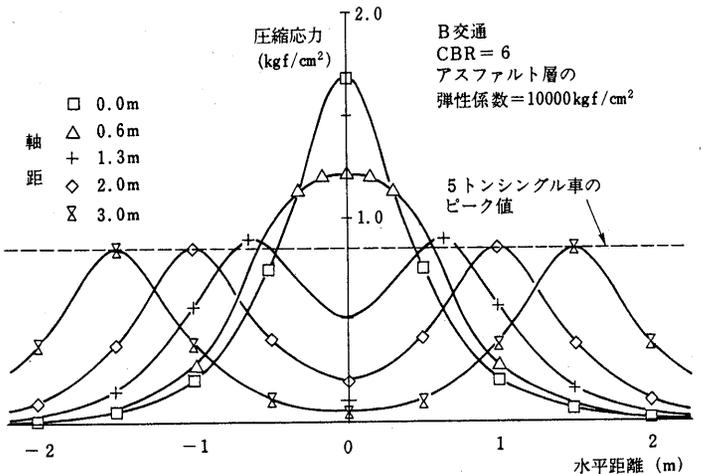


図-5 軸距と路床面上の圧縮応力の関係

このように、道路を走行する車両が舗装に与える影響について考えてみると、輪荷重の4乗で効くといわれているだけに、過積載車の影響はきわめて大きい。また、タンDEM軸車における近接車輪の相互作用による影響は

舗装にとって、同一輪荷重の単軸2回の通過と変わらないか、逆に小さくなるものと推定できるので、軸数の多い車両でも個々の輪荷重もしくは最も近接する車軸の相互作用の舗装に与える影響のみを考慮すればよい。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所「車両重量調査結果の解析」土木研究所資料第2205号, 昭和60年3月
- 2) (財)日本道路交通情報センター「過積載車通行防止対策調査研究報告書」, 昭和60年2月
- 3) OECD Road Research Group: "Impacts of Heavy Freight Vehicles" Dec. 1982
- 4) 建設省土木研究所「道路・交通に及ぼす大型車の影響に関する報告書」土木研究所資料第2274号, 昭和60年12月

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。

目次

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. 研究の概要<ol style="list-style-type: none">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<ol style="list-style-type: none">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<ol style="list-style-type: none">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<ol style="list-style-type: none">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<ol style="list-style-type: none">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 | <ol style="list-style-type: none">1. セミブローンアスファルトの規格(案)<ol style="list-style-type: none">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 |
|---|--|

歴青材料と配合設計の考察

阿部 頼 政*

1. はじめに

重交通道路舗装とか、塑性流動(plastic flow)という用語が頻繁に使用されるようになったのは昭和40年代後半からである。また、セミブローンアスファルトの開発研究が着手されたのは昭和50年代当初であった。而来十数年、自動車保有台数もこの間にほぼ倍増し、主要道路はいずれも重交通になったと言っても過言ではなからう。重交通化の傾向は今後も続くものと思われる。それに対する歴青材料、配合設計面での対策はどうか。基本的な考え方を一覽し、今後の方向を考えてみたい。

2. アスファルト混合物の流動

混合物の流動に対する海外の研究例は少ない。海外におけるアスファルト舗装の構造設計は、一般にひびわれとわだち掘れの2大破損を対象としているが、ここでいうわだち掘れは、路床を含めた各層の沈下の累積としてとらえられている。わが国のように、路盤以下の変形がなく表層だけが流動してできたわだち掘れは少ないとされている。わが国では、わだち掘れと言えば表層の流動を意味するほどに流動が顕著であるが、この原因は、わが国のアスファルト舗装が置かれた次のような特殊環境によるものである。

- ① 重車両の通行がきわめて多い。
- ② 車線規制により大型車の通行する位置が一定している。つまり、同一地点に載荷が繰り返される。
- ③ 夏季に高温が連続するため、アスファルト混合物の支持力が小さくなる。

以上の3項目が多重効果となり流動が促進されているわけである。したがって、流動対策としてはこれらの3項目のうちいずれかを消去する方法をさぐることになるが、まず①は舗装の使命であり、これを軽減することは舗装の意味を失うことになりかねないから無理である。②は、検討の余地はあるものの交通安全という舗装とは別の問題にウエイトがあるため、技術から離れた次元の議論となってしまふ。残るは③である。夏季の高温が続

くことは自然現象で制御することはできないが、高温になっても支持力のある程度確保できる材料の開発は不可能ではない。このため、流動対策は主としてこの線に沿って研究が進められた。すなわち、高温時に変形が少なくなるような歴青材料と混合物の開発であった。

3. 歴青材料

アスファルト混合物を構成する材料の中で、温度の影響を受けるのは言うまでもなくアスファルトだけである。混合物の高温時における支持力低下を抑制するため、より硬いアスファルトを使用するという発想はきわめて自然であり、昭和40年代に中心となっていた針入度80~100のアスファルトは、昭和50年代に入るとしだいに60~80にとってかわられ、さらに場合によっては40~60も使用されるようになった。わだち掘れ対策がかなり優先されるようになってきた経緯がうかがえる。

以上のようなストレートアスファルトのゆるやかな動きに対し、高温時の粘度に焦点を合わせて人為的にこれを高めて開発されたのがセミブローンアスファルトであった。この開発研究は、耐流動性に富んだ材料を新しく生みだしたばかりでなく、60°C粘度という尺度をわが国に取り入れてアスファルトを理論的に、ミクロに見つめる風潮をもたらした点に大きな意義がある。また、粘度比という概念の導入、ホイールトラッキング試験による動的安定度の活用、大規模な試験舗装の推進など舗装技術の発展に寄与してきた。

60°Cの粘度を高めるといっても、無制限に高めるわけにはいかない。180°C前後の粘度が高すぎると施工が困難になるためである。また、低温(0°C前後)時の粘度が高すぎても混合物が脆くなる危険がある。すなわち、粘度だけからみても、所要の性状を有するアスファルトの製造は大変である。研究が進行するにつれて、60°C粘度を高くしすぎると施工はできても後にクラックの早期発生を誘発しやすいことが明らかとなった。現在では、60°C粘度の妥当な値は10,000ポアーズ程度とされている。

*あべ よりまさ 日本大学理工学部教授

耐流動バインダーとしては、セミブローンアスファルトのような衆知を集めた研究とは別に、改質アスファルトの流れがある。これは主として各企業の新製品開発という形で発展してきたものであるが、その性格上、秘密の部分があり、また、数多くの種類が市販されているため統一的な評価を下すことは無理のようである。その中で、建設省土木研究所、土木研究センター、日本ゴムアスファルト協会の3機関で昭和56年度より始めた「耐流動・耐摩耗舗装用ゴム入りアスファルトの開発に関する研究」は注目に値する。試験舗装の結果が判明するのはこれからであるが、期待を持って見守りたい。

4. 配合設計

耐流動を目的とした場合、アスファルト舗装要綱では混合物を、密粒度アスファルトコンクリート(20, 13)、密粒度ギャップアスファルトコンクリート(13)などから選ぶように指示してある。また、配合設計にあたっては次の点に注意することとしている。

- (1) 骨材粒度は中央値を目標とし、0.074mmふるい通過分は少なめにする。
- (2) アスファルト量は共通範囲の中央値を目標とする。
- (3) マーシャル安定度は75回突固めで750kg以上、安定度/フロー値は25以上であること。
- (4) 0.074mmふるい通過分のうち、プラントの回収ダスト分は30%を超えないこと。

以上のような配合設計は、耐流動という特徴を生みだそうとはしているものの、抜本的な対策とはなっていない。これは、表層のアスファルト混合物に要求される性状が多様で、一方を向上させようとするれば他の性状の低下を招く恐れが随所に生じるためである。そのため改質アスファルト等の使用を推奨し、動的安定度(DS)の目標値を1500回/mm程度にして耐流動の効果を期待している。

5. 今後の方向

これまで、我々は重交通道路舗装の歴青材料、混合物に対しオールラウンドな優等生を求めてきた。すなわち、耐流動効果を特に重視するものの、クラックの心配がなく、不透水性であり、乗心地がよく、騒音が少ないもの

等……。しかし、今後、交通量の重量化、混雑と渋滞などがますます激しくなることを考えると、従来の枠組の中では対処しきれなくなるのではなからうか。

アスファルト舗装の設計寿命は10年である。これは、各種の破損(わだち掘れ、クラック、凹凸など)を総合的にとらえた供用性による判定であるが、このうち、わだち掘れだけが卓越して3年毎に補修を繰り返すようであれば、わだち掘れの進行を1年でも2年でも遅らせることが急務となろう。そのために他の性状が5年目に限界となることがあっても従来の方法よりは寿命が伸びている。すなわち、わだち掘れだけが原因で補修を繰り返すような箇所では、クラックの発生等をおそれず、わだち掘れの抑制に力を注ぐべきではないだろうか。そうすると材料の開発、配合設計でも自由度が大きくなる。最大粒径をさらに大きくし、粒度分布を工夫し、締固め度をさらに上げて……。そしてこの際、施工法をあらためて検討してはどうだろうか。従来、新しい工夫もともすれば施工が困難であるという理由で排除されてきた。施工を聖域にしておかず、重要な研究対象とすることも今後の大きな課題であろう。また、これにともなって構造設計、維持修繕の新たな対応も必要になると思われる。

一方、流動によるわだち掘れを是認してしまうのも一つの考え方である。無理をして抑えずに、わだち掘れが限界にきたら削って表層だけ修繕するが、基層以下は痛めない……。畳の表替えという考え方である。とすると、ここでは、材料に派生した問題を維持修繕、構造設計、経済性まで含めてとらえる必要がでてくる。

いずれにしろ、流動対策は単なる材料のカテゴリーに閉じておくべきではなく、設計、施工、修繕、経済性など総合的な観点からとらえていくのが今後の方向であろうと思われる。そして、「舗装をどのようにとらえるか」すなわち舗装に対する基本的な哲学の確立が最も重要な課題となろう。

6. あとがき

セミブローンの開発もここまでたどりつくのに10年の歳月を要した。今、新しい方向の研究を始めても成果が得られるのはやはり10年先のことであろう。早期の研究着手を望みたい。

ストレートアスファルト (40~60)

児玉 充生*

1. まえがき

わが国のアスファルト舗装設計法は昭和42年の舗装要綱においてほぼ確立され現在に至っているが、近年10年来、重交通道路のわだち掘れが年を追う毎に著しくなり、その対策が取られるようになってきた。このわだち掘れの発生原因は、①重車輛の通行が多い、②夏期に高温が連続する、③一般に幅員が狭く、車輛の走行位置が一定している、④アスファルト混合物は載荷時間と温度に依存する粘弾性挙動を示す等があげられる。

ストレートアスファルト(40~60)(以下ストアス(40~60)と記す)は、建設省土木研究所で実施した岡部試験舗装(昭和40~48年)及び幕張試験舗装(昭和42~55年)、さらに建設省関東地方建設局管内の使用実績を検討した結果、アスファルト混合物の耐流動性の改善を計る目的として採用されている。

現在、ストアス(40~60)は主に関東地方において交通量の多い道路の舗装に用いられているが、本文では、その供給、規格の変遷、及び品質管理について述べるものである。なお、ストアス(40~60)の供用性等は「ストレートアスファルト(40~50)を用いた施行状況」を参照して下さい。

2. アスファルトの供給

2.1 生産

石油アスファルトは一般に図-1に示される生産工程により製油所で製造されている。昭和60年度において、製油所は全国で52か所、そのうち33工場(潤滑油業社4工場を含む)でアスファルトを生産しているが、地域的には京浜京葉地区と瀬戸内海沿岸地域に大部分が集中している。

ストアス(40~60)の製造方法は、図-1に示されている減圧蒸留装置より生産されるストレートアスファルト方式が主体となっているが、ブレンドアスファルト方式及びセミブローンアスファルト方式がとられる場合もある。

また、舗装用アスファルトを製造するためには、アラビアンヘビー、イランヘビー、カフジ、クエート等特定の重質原油を処理する必要がある。ここで、近年日本の石油製品の需要構造の白油化に伴い、経済的な原油の輸入及び製油所の装置改造や操業条件の変更が行われていることや、厳しい経済情勢を反映して、生産流通機構の改善整備が行われている中で、アスファルトの安定供給のために努力が払われていることも考慮しなければならない。

2.2 流通

アスファルトの流通経路は、製油所から全国にバルク海上輸送され、油槽所で保管された後、需要家へ配送されるものと、直接製油所から陸上輸送で需要家へ配送されるものがあり、その一例を図-2に示した。

流通設備として、従来から需要の増大に応じた製油所、油槽所における貯蔵出荷設備、及びタンカー、ローリー等の輸送手段等の強化拡充が行われてきたが、石油危機以降は需要の変化

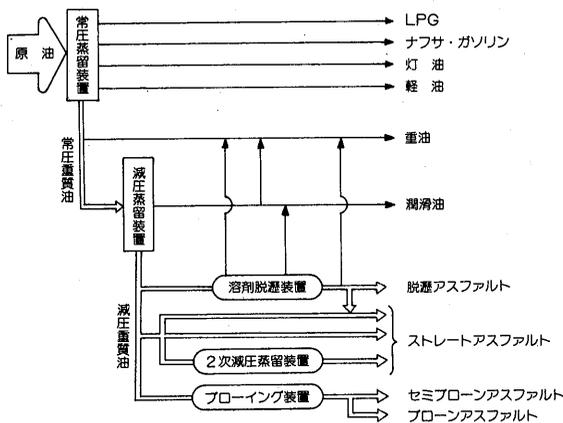
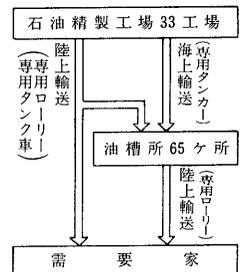


図-1 アスファルトの生産工程



出所：アスファルト流通基礎調査資料

図-2 アスファルトの流通経路(昭和60年)

*こだま みつお 昭和シェル石油株式会社アスファルト課

に応じて、生産及び流通設備の更新あるいは合理化が行われている。

2.3 販売量

ストレートアスファルトは燃焼用を除くと95%近くが舗装に用いられており、昭和50年迄はストアス(80~100)が最も多く使用されていたが、その後流動及びわだち掘れ対策を反映してストアス(60~80)が主体となり、さらにわだち掘れ対策としてストアス(40~60)の使用も始まった。表-1にストアス(40~60)の販売量をストアス(60~80)と比較して示したが、ここ10年間でストアス(40~60)がコンスタントに使用されていることがわかる。

3. 規格の変遷

わが国の舗装用ストアス(40~60)の規格は様々な変遷を経て現在のものに至っているが、本章では、主にJIS規格及び日本道路協会規格の変遷について述べる。

3.1 JIS規格

日本のアスファルト舗装は明治11年に始まったと言われ、²⁾昭和に入り隆盛に向かうにつれ規格の統一化が進み昭和9年に発行された日本標準規格(JES: Japan Engineering Standard)第173号K27石油製品³⁾がわが国で制定された最初の規格である。この中でストアス

(40~60)は40~50と50~60の2種類に分類されていた。その後、昭和18年発行の臨時JES59号石油製品第21条³⁾は戦時色が強く、規格値も緩いものであった。

戦後、昭和24年に国内で石油精製が再開されるにつれて、石油アスファルトの規格の改正が進められ、昭和31年に日本工業規格(JIS)K2207が制定された。その後、昭和35年、44年及び55年に規格の改正が行われ現在に至っている。そのストアス(40~60)のJES及びJIS規格の変遷を表-2に示した。

昭和31年に制定されたJISにおいて、ストアス(40

表-1 スト・アス(40~60)の販売量

(単位: t)		
年 度	ストアス(40~60)	ストアス(60~80)
昭和50年度	52,003	1,509,722
" 51 "	55,298	1,993,274
" 52 "	67,195	2,520,925
" 53 "	72,764	2,958,641
" 54 "	71,465	3,011,152
" 55 "	71,613	2,930,264
" 56 "	70,000	2,806,202
" 57 "	49,819	2,638,357
" 58 "	43,559	2,651,605
" 59 "	47,618	2,660,223
" 60 "	60,310	2,496,454

(出所: アスファルト協会調査)

表-2 スト・アス(40~60)のJES及びJISの変遷

規 格 名	JIS 173号類別 K27石油製品21条	臨時JES59号 石油製品第21条	JIS K-2207-56	JIS K-2207-60	JIS K-2207-69	JIS K-2207-80	
印 刷 発 行 日	昭和9年2月28日	昭和18年5月18日	昭和31年10月15日	昭和35年4月5日	昭和44年3月31日	昭和55年2月12日	
担 当 官 庁	工業品規格 統一調査会	工業品規格 統一調査会	日本工業標準 調 査 会	日本工業標準 調 査 会	日本工業標準 調 査 会	日本工業標準 調 査 会	
針 入 度	40~50 50~60	40~50 50~60	30~60	40~60	40~60	40~60	
軟 化 点	40~50 50~60	45°C以上	45°C以上	40°C以上	40.0~60.0	45.0~60.0	47.0~55.0
伸 度	40~50 50~60	5以上(15°C) 50以上(15°C)	100以上(25°C)	50以上(15°C) 舗装用は100以上 が望ましい 100以上(25°C)	甲 10以上(15°C) 100以上(25°C) 乙 100以上(15°C)	10以上(15°C)	10以上(15°C)
蒸 発 量	40~50 50~60	0.8%以下	0.6%以下	0.5%以下	0.3%以下	0.3%以下	
蒸発後の針入度	40~50 50~60	65%以上	65%以上	70%以上	75%以上	75%以上	(蒸発後の針入度比) 110%以下
薄膜加熱質量変化率	40~50 50~60	—	—	—	—	—	0.6%以下
薄膜加熱後の針入度変化率	40~50 50~60	—	—	—	—	—	58%以上
四塩化炭素可溶分	40~50 50~60	99%以上	99%以上	99.5%以上	99.5%以上	99.5%以上	(三塩化エタン可溶分) 99.0%以上
引 火 点	40~50 50~60	220°C以上	—	230°C以上	240°C以上	240°C以上	260°C以上
比 重	40~50 50~60	—	—	—	—	—	1.000以上

～60)は、針入度が40～60となり、また蒸発量、蒸発後の針入度、四塩化炭素可溶分が他と比較して厳しいものとなっているとともに伸度が15°Cと25°Cの2つに分かれた規格となった。

昭和35年の改正において、伸度の大小により甲乙に分類され、また軟化点に上限を設け幅20°Cとなった。さらに蒸発量、蒸発後の針入度及び引火点も改正されている。

昭和44年の改正において、アスファルト原油が中東系混合原油に落ちついたため、伸度による甲乙の分類は廃止された。また、伸度は15°Cに一本化され、軟化点の幅も15°Cに狭められた規格となった。

昭和55年の改正において、すべての石油関係の規格を体系的に見直し、かつ整理統廃合が計られた。蒸発量及び蒸発後の針入度が廃止され、新たに薄膜加熱質量変化率、蒸発後の針入度比、比重が設けられた。四塩化炭素

可溶分に代り、有害性の低い三塩化エタン可溶分に改められ、又軟化点の幅が8°Cに、引火点も20°C高いものとなった。さらに、120°C、140°C、160°C及び180°Cの各温度における動粘度も付記することが義務づけられた。

この改正により舗装用アスファルトのJIS規格は、日本道路協会規格と整合されたものとなった。

3.2 日本道路協会規格

日本道路協会規格は、昭和25年発行の舗装要綱において、舗装用アスファルトとして米国のAsphalt Instituteの規格の紹介したことに始まり、昭和31年のJIS規格の制定に伴って、この規格に準拠していたが、昭和36年発行の舗装要綱からは独自の規格を制定し、昭和53年に規格改正した後、現在に至っている。その日本道路協会規格の変遷を表-3に示した。

昭和36年発行の舗装要綱において、ストアス(40～60)は10°C、15°C、25°Cの伸度によりA、B、C型に分類

表-3 日本道路協会規格の変遷

規格名 要綱発行日	アスファルト セメント 昭和25年5月1日		石油アスファルト 昭和36年2月1日			舗装用石油 アスファルト 昭和42年12月30日	舗装用石油 アスファルト 昭和50年11月1日	舗装用石油 アスファルト 昭和53年6月15日
	針入度	40～50 50～60	40～50 50～60	40～60			---	---
軟化点	40～50 50～60	---	40°C以上			---	---	47.0～55.0
伸度	40～50 50～60	100以上 (25°C)	10°C A 100以上 B 30以上 C 5以上	15°C 100以上 100以上 70以上	25°C 100以上 100以上 70以上	---	---	10以上 (15°C)
蒸発減量	40～50 50～60	1%以下	0.5%以下			---	---	---
蒸発後の針入度	40～50 50～60	70%以上	70%以上			---	---	---
蒸発後の針入度比	40～50 50～60	---	---			---	---	110%以下
薄膜加熱質量変化率	40～50 50～60	---	---			---	---	0.6%以下
薄膜加熱後の針入度変化率	40～50 50～60	---	---			---	---	58%以上
四塩化炭素可溶分	40～50 50～60	99.5%以上	99.5%以上			---	---	(三塩化エタン可溶分) 99.0%以上
引火点	40～50 50～60	230°C以上	230°C以上			---	---	260°C以上
比重	40～50 50～60	---	---			---	---	1.000以上
適要			A型：アスファルト基原油より製造したもの。 固形パラフィン1%以下 低温でも伸びる B型：混合基原油より製造 固形パラフィン3%内外 伸度特性はA、Cの中間 C型：パラフィンを比較的多く含む混合基原油 より製造 わずかに空気処理している。					120°C、140°C、160°C 180°Cのそれぞれにお ける動粘度を試験表に 付記しなければなら ない。

されているのが特徴であり、それ以外はJISと同一の規格であった。

昭和42年及び50年発行の舗装要綱において、ストアス(40~60)は舗装用アスファルトとして一般的ではないという理由で規格から削除された。なお、他の舗装用アスファルトにおいても伸度によるA、B、C型の分類も見直された。

昭和53年発行の舗装要綱において、ストアス(40~60)が、岡部・幕張試験舗装及び建設省関東地方建設局の使用実績により、重交通道路用に効果があるということから再び規格として取り入れられた。この改正によって、蒸発減量、蒸発後の針入度が廃止され、新たに蒸発後の針入度比、薄膜加熱後の質量変化率及び針入度変化率、比重が設けられた。また四塩化炭素可溶分に代り、有害性の低い三塩化エタン可溶分に改められた規格となり現在に至っている。

3.3 建設省関東地方建設局の規格

現在、ストアス(40~60)のほとんどが使用されている建設省関東地方建設局の規格を表-4に示した。

関東地方建設局では、ストアス(40~60)を塑性流動の問題に対処するために使用されており、同アスファルトは表層及び基層で使用するものとしている。

また、関東地方建設局規格では、JIS規格及び日本道路協会規格に加えて、蒸発減量及び蒸発後の針入度が設けられている。

4. 品質管理

昭和49年に関東地方建設局によって行われた試験舗装に用いられたストアス(40~60)の品質管理試験結果を表-5に示した。ストアス(40~60)は6社によって製造されたものであるが、品質試験は関東地方建設局関東技術事務所及び日本道路建設業協会道路試験所において

表-4 建設省関東地方建設局の規格

針入度	軟化点	伸度	蒸発減量	蒸発後の針入度 (原針入度に対して)	蒸発後の針入度比	薄膜加熱減量	薄膜加熱後の針入度	三塩化エタン可溶分	引火点	比重
25°C, 100g 5秒	°C	15°C cm	%	%	%	%	%	%	°C	25°C/25°C
40を超え ~60以下	47.0 ~55.0	10以上	0.3以下	80以上	110以下	0.6以下	58以上	99.0以上	260以上	1,000以上

表-5 針入度40~60アスファルトの品質管理試験結果(全試験)

試験項目	暫定基準	試料数	平均値μ	標準偏差σ	変動係数γ	μ±1σ	μ±2σ	μ±3σ	累積分布(%)			
									μ+2σ以上	μ-2σ以下	μ-2σ -μ+2σ	基準値より外れるもの
針入度(1/10mm)	40<60	290	48.09	3.92	0.082	52.01 44.17	55.93 40.25	59.85 36.33	2.0	2.0	96.0	0
軟化点(°C)	47<55	290	51.76	1.35	0.026	53.11 50.41	54.46 49.06	55.81 47.71	2.1	1.9	96.0	0
伸度(cm)	10以上	290	121	36.0	0.298	157 85	193 49	22.9 13	2.7	2.3	95.0	0
蒸発減量(%)	0.3以下	290	(+0.001)	0.017	8.50	(+0.0172 (-)0.0168)	(+0.0342 (-)0.0338)	(+0.0512 (-)0.0508)	2.6	2.0	95.0	0
薄膜加熱減量(%)	0.6以下	290	(+0.040)	0.076	1.90	(+0.116 (-)0.036)	(+0.192 (-)0.112)	(+0.268 (-)0.188)	2.5	2.5	95.0	0
蒸発後の針入度残留率(%)	80以上	290	91.7	3.96	0.043	95.7 87.7	99.6 83.8	103.6 79.8	2.3	2.3	95.0	0.2
蒸発後の針入度比	110以下	290	99.2	3.40	0.034	102.6 95.8	106.0 92.4	109.4 89.0	2.0	2.0	96.0	0
薄膜加熱後の針入度比	58以上	290	69.7	4.32	0.062	74.0 65.4	78.3 61.1	82.7 56.7	3.2	1.9	95.0	0.3
比重	1,000以上	290	1.033	0.005	0.005	1.038 1.028	1.043 1.023	1.048 1.018	2.5	2.5	95.0	0
針入度指数PI	---	290	0.99	0.252	0.255	1.242 0.738	1.494 0.486	1.746 0.234	2.2	2.6	95.0	---
SF 120°C/160°C	---	290	7.7	1.02	0.122	8.7 6.7	9.7 5.7	10.8 4.6	2.5	2.5	95.0	---

総数 290 件を対象に行ったものである。

ストアス (40~60) は、ストレートランタイプ、ブレンドタイプ及びセミブローイングタイプと製造方法は異なるが、規格をはずれたものは 1 件と極めて少なく安定した満足すべき品質管理が行われていることが確認された。

5. あとがき

ストアス (40~60) の試験舗装や使用実績によりその耐わだち効果がストアス (60~80) やストアス (80~100) と比較して認められ、さらにその品質についてもほぼ安定した満足できる水準であった。

しかしながら、ストアス (40~60) を使用して、わだち掘れが防止できるというまでの結論は得られてなく、

ストアス (40~60) は耐わだち掘れ対策用アスファルトと言うよりは、温暖な地域の重交通な場所で利用することを考慮したものであると位置づけられている⁸⁾⁷⁾

ここで、重交通道路の耐わだち掘れ対策用アスファルトとして、セミブローンアスファルトの研究が昭和50年から進められ、3次にわたる試験施工(昭和52年~56年)の結果、最終的にヤミブローンアスファルト AC-100 の使用により耐流動、耐わだち対策の目的は達せられたと結論づけられている⁸⁾⁹⁾

また、ストアス (40~60) の使用効果も、その使用方法や施工方法によって大いに左右されるので、同アスファルトの使用効果を十分引き出せるよう配慮することが必要である。

参考文献

- 1) 日本のアスファルト事情, 日本アスファルト協会, 昭和60年9月, p.11
- 2) 日本舗道株式会社「日本舗道五十年史」, 昭和60年12月
- 3) 岸文雄; アスファルト舗装回顧録(その1), アスファルト, Vol.8, No.44, 1965, p.2
- 4) アスファルト小委員会; アスファルト舗装要綱の改訂, 道路, 昭和54年, 2月, p.4
- 5) 岩崎建治, 中沢徳安, 竹野照夫; アスファルトの針入度と路面性状について, 第15回日本道路会議論文集, 昭和58年, p.193
- 6) 小島逸平; 講座アスファルト舗装, 舗装, Vol.15, No.3, 1985, p.8
- 7) アスファルト舗装小委員会; アスファルト舗装要綱に関する質疑応答, 道路, 昭和54年, 2月, p.13
- 8) 林誠之; 重交通道路用アスファルトに要求される性状, アスファルト, Vol.20, No.112, 1977, p.11
- 9) 飯島尚, 伊藤正秀; セミブローンアスファルト AC-100 を用いた試験舗装の供用性, 土木技術資料, Vol. 27, No.3, 1985, p.9~14

セミブローンアスファルト AC-100

林 誠 之*

1. まえがき

わが国では10数年前から特に重交通道路において混合物の流動によるわだち掘れが顕著となり始め、それが原因で補修に到るケースが増大している。セミブローンアスファルト AC-100(以下、AC-100と略す)は、こういった重交通道路のわだち掘れ対策用として、しかも現行のアスファルト舗装工法ならびに設備がそのまま活用できるアスファルトとして開発されたものである。この目的のために、昭和50年度から58年度まで建設省と日本アスファルト協会は一体となって研究、大規模試験施工などを行い、完成させたものがこの AC-100 であり世界的にも類のない新しいアスファルトである。すなわち、日本アスファルト協会舗装技術委員会(委員長 多田宏行氏)では、昭和50年4月にアスファルト舗装の緊急的課題としてわだち掘れ対策用アスファルトの材料開発を行うことを決定し、以後専門の分科会(歴代分科会長 蒔田実、昆布谷竹郎、南雲貞夫、飯島尚の各氏)を設け、表-1に示すような詳細かつ大規模な研究を行った。

この研究によって、昭和53年当時室内試験ならびに重交通道路における第1次試験施工の結果から、60°C粘度が14,000 poise(ポアズ)級のセミブローンアスファルト AC-140 がわだち掘れ対策に有効であることがわかった。そこで昭和53年6月に改訂された日本道路協会発行のアスファルト舗装要綱(以下、舗装要綱と略す)においては、この結果が反映され、第7章特殊材料の中でセミブローンアスファルト AC-140 が重交通道路の流動対策用として規格化された¹⁾。一方日本アスファルト協会の分科会ではその後も大規模試験施工あるいはその供用性の追跡調査などの研究を続行し、セミブローンアスファルトの一層の改良を図った。その結果、最終的に60°C粘度が10,000 poise 級の AC-100がひび割れ発生の危険性を十分抑えた上で重交通道路のわだち掘れ対策に有効であることを見出し、研究を終了し現在実用化されている。この結論が得られた後、舗装要綱の本格的な改訂がないこともあって、同要綱ではAC-100がまだ規格化されていないが、現在は前述の研究結果をふま

表-1 セミブローンアスファルト AC-100 の研究開発経過

内 容	年 度	50	51	52	53	54	55	56	57	58	
舗装の実態調査		→									
文 献 調 査		→									
市販アスファルトの調査		→									
セミブローンアスファルトの試作			室内	現場	現場			現場	現場		
室 内 試 験			↔	↔							
規格と施工法の作成											
第1次試験舗装			舗設		追 跡 調 査						
規格の第一次改訂											
第2次試験舗装				舗設		追 跡 調 査					
規格の第二次改訂											
施工基準の作成											
第3次試験舗装								舗設	追 跡 調 査		
総括報告書とりまとめ(含規格、舗装施工基準)										↔	

*はやし しげゆき 日本石油(株)中央技術研究所第3研究室主任研究員

実質的に AC-100 のほうが実用に供されている。したがって、今回の同要綱の改訂の際には AC-140 から AC-100 への移行が検討されるものと考えられる。

なお、AC-100 の AC はアスファルトセメント (Asphalt Cement) の略であり、100 はこのアスファルトの 60°C 粘度値 (10,000 poise) を 100 で割って得られた値 (商) を示しており、この命名法は米国における 60°C 粘度を基準としたアスファルトの命名法に合せたものである。

2. 性状

2.1 規格

まえがきで述べた経緯から、AC-100 はまだ舗装要綱規格となっていない。したがって、現在は日本アスファルト協会の発行した最終研究報告書²⁾に示されている「舗装用セミブローンアスファルトの舗装施工基準」に規定されている品質規格 (表-2) が AC-100 の規格として運用されている。この AC-100 規格が舗装要綱の AC-140 規格¹⁾と異なっている点は、60°C 粘度および粘度比の値がそれぞれ AC-100 のほうが小さい値となっている点である。

2.2 各性状の意義

AC-100 の規格性状のうち特徴的なものとしては 60°C 粘度および粘度比があるが、その他の性状も含め各規格性状の意義を以下に述べる。

(1) 60°C 粘度

この性状が規格性状として採用された根拠としては、わだち掘れのシミュレーション試験であるホイールトラック試験の変形率 (あるいは動的安定度) が、アスファルト混合物に用いるアスファルトのコンシステンシー性状のうち、60°C 粘度と最も相関性が高いことが見

出された点²⁾³⁾にある。両者の関係の一例を図-1 に示す。このためわだち掘れ対策を目的とする AC-100 ではこの性状がわが国で始めて用いられた。現行の舗装用アスファルトの 60°C 粘度の概略値は、針入度 80~100 で約 1,500 poise, 同 60~80 で約 2,000 poise, 同 40~60 で約 4,000 poise 程度であることから、AC-100 は従来のものと比べ 60°C 粘度が非常に高いことがわかる。また 60°C 粘度が 10,000 poise という値の妥当性に関しては、3 次に渡る大規模模試験舗装結果²⁾, および先進諸外国の中でわだち掘れの少ない国なみにわが国のわだち掘れを抑えるために必要なアスファルトの 60°C 粘度値を検討し

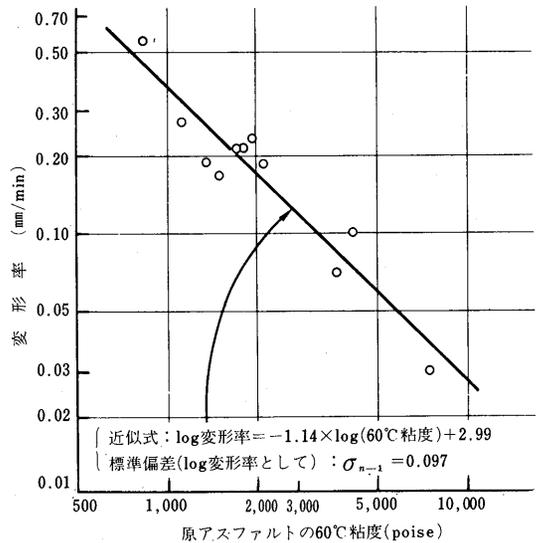


図-1 原アスファルトの 60°C 粘度と密粒度混合物の 60°C 水浸ホイールトラック試験変形率の関係

表-2 セミブローンアスファルト AC-100 の規格値および流通品の性状

項目	AC-100 規格	製油所出荷性状 (n=17)				混合物製造時タンク内性状 (n=17)			
		平均値	最大値	最小値	標準偏差 (σ_{n-1})	平均値	最大値	最小値	標準偏差
粘度 (60°C) poise	10,000±2,000	9,540	11,200	8,410	960	10,800	13,000	9,580	960
動粘度 (180°C) cSt	200 以下	125	138	98	12.8	132	153	102	15.6
薄膜加熱重量変化 %	0.6 以下	-0.03	0.10	-0.16	0.08	-0.05	0.09	-0.18	0.08
針入度 (25°C, 100g, 5sec)	40 以上	51	62	42	7.1	50	59	41	5.6
三塩化エタン可溶分 %	99.0 以上	99.84	99.99	99.65	0.10	99.63	99.99	99.1	0.28
引火点 °C	260 以上	299 (n=13)	306	294	6 (n=13)	300	312	286	7
比重 (25°C/25°C)	1.000 以上	1.024	1.034	1.012	0.006	1.025	1.031	1.015	0.005
粘度比 60°C (薄膜加熱後/加熱前)	5 以下	3.9	4.6	2.9	0.6	3.7	4.9	2.9	0.6

た研究結果⁴⁾、などによって裏付けられている。また60°C粘度の規格値における許容幅は±2,000 poise となっているが、これは軟化点でいうと約±1°Cに相当し、きわめて厳しい品質管理が求められているといえる。

なお、アスファルトの60°C粘度の測定法は、日本アスファルト協会の試験法規格⁵⁾が用いられており、図-2に示す装置の中の減圧毛管粘度計(AI型)にアスファルトを入れ、-300mmHg・gの減圧下で測定される。ま

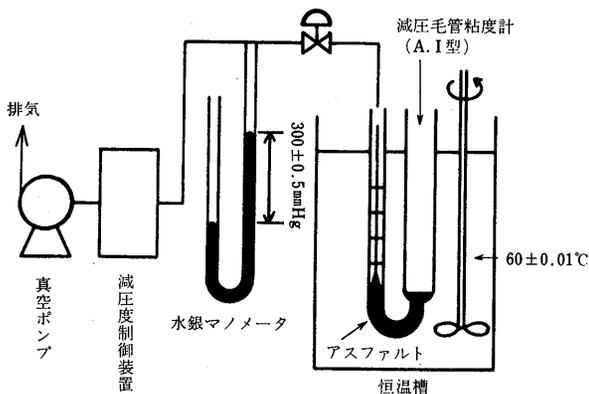


図-2 減圧毛管粘度計を用いる60°C粘度測定装置の構成

た測定上の注意などを解説したものに文献(6)がある。

(2) 180°C動粘度

60°C粘度が高いアスファルトは高温においても粘度が高くなる。しかし、あくまでも現行の舗装要綱にのっとった施工ができるアスファルトを開発するという観点、すなわち混合温度が185°C以下を守りうるアスファルトという考え方から、高温粘度の上限値は若干安全をとった180°Cで200 cstとしたものである。図-3にAC-100の高温粘度を現行の舗装用アスファルトのそれと比較して示した。一般にAC-100の施工温度はストレートアスファルト80~100と比べ約15~20°C高くなる。

(3) 薄膜加熱質量変化

タンク貯蔵あるいは混合物作成時など高温下において蒸発減量が多いアスファルトは、その間の品質変化が大きくなることから、現行の舗装用アスファルト40~100の値をそのまま適用したものである。

(4) 針入度

アスファルトの耐低温クラック性を考慮したもので、混合物の曲げぜい化温度が現在舗装用に用いられている最も硬目のアスファルトである40~60のそれより高くないという観点から決った値である。一般的に考えると針入度の値は大きいほど25°Cの硬さが柔らかくなり、

低温時のひび割れ発生に対して抵抗力がありそうに思えるが、最近の研究結果⁷⁾によると針入度指数があまり高いAC-100は逆に低温クラックに対する抵抗力が落ちるという報告もあり、このことからあまり高すぎる針入度のは避けたいほうがよさそうである。これまで試験舗装などで使用実績のあるAC-100の針入度の最大値は62である。

(5) 三塩化エタン可溶分、引火点、比重

それぞれの意義は異物の混入が無いことを確認する、高温でアスファルトを扱っている際の引火の危険性を回避する、あまり異質なアスファルトは除く、といった点にある。そしてこれらの性状の規格値としては、現行の舗装用アスファルト40~100と同等の性状を確保するという観点から、それらの規格値と同じ値が適用されている。

(6) 粘度比

粘度比とは、薄膜加熱試験によりアスファルトの60°C粘度が何倍高まったかをみるものである。この値はアスファルトが硬目になるほど、またストレートアスファルトよりセミブローンアスファルトのほうが大きくなる傾向にある。粘度比の上限を定めた意義は舗装のひび割れ発生を抑えることにある。ひび割れの発生原因は複雑で、アスファルトの粘度比さえ規定すればすむというものではないが、AC-140の初期の試験舗装において粘度比の特に大きなものを使用した場合には、早期にひび割れが発生する傾向がみられたことからこれを規定したもので

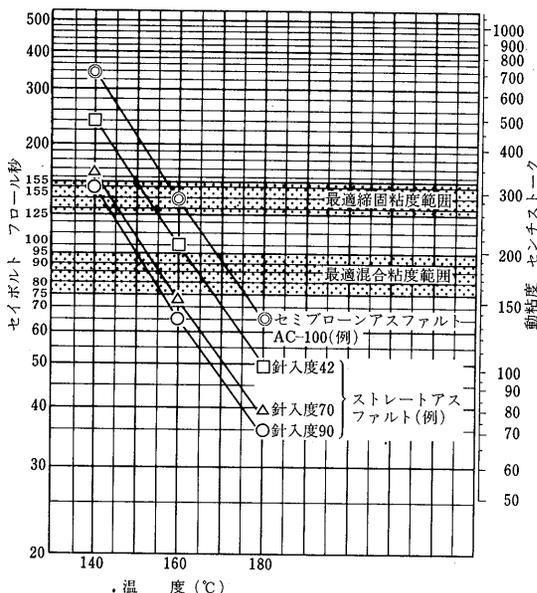


図-3 AC-100とストレートアスファルトの高温粘度の比較

ある。規格値「5以下」は安全をみて極めて厳しく低目に抑えた値であり、一般には4付近の値を示すものが多い。

2.3 メーカー出荷性状の実態と流通段階におけるアスファルト性状の変化の状況

アスファルトメーカーの出荷性状の実態を示すデータとして、AC-100の試験舗装において当時研究開発に参加したメーカー5社が製造した17ロットの性状の範囲を表-2に示した。このように厳しく品質管理された製品が出荷されている。

AC-100の流通段階における性状の変化の状況を把握したデータとして、上で示した17ロットのAC-100が流通経路を経て、最終的に合材プラントで混合物を作る段階で調査した性状の状況を表-2に示した。なお、AC-100はストレートアスファルトと比べ高温での熱履歴による粘度上昇が若干大きい傾向にあるため、この試験舗装では合材プラントのアスファルトタンク中におけるAC-100の高温下における貯蔵は1週間以下とし、それ以上長期にタンク保存する場合は一旦アスファルトタンクの加熱を中止し、施工前に再加熱して使用するよう舗装施工基準で定め実施されたものである。表-2から、流通段階における性状の平均的な変化としては、60°C粘度が約13%の上昇、180°C粘度が約6%の上昇、針入度が1ポイントの低下程度であった。60°C粘度が約13%上昇したことは一見大きいように見えるが、これは軟化点の変化で表わすと約0.7°C程度の上昇にすぎず、結局AC-100の流通段階における性状の変化はストレートアスファルトのそれと比べそれほど大きなものとはいえないことがわかっている。したがってAC-100の場合もストレートアスファルトと同様に、合材プラントで受け入れる段階でのアスファルトの性状チェックで十分であるといえる。なお60°C粘度の変化率約13%の内訳は、2.5%分がローリーによる輸送中の変化で、残りの10.5%分が合材プラントのアスファルトタンク中での熱履歴による変化である。

3. 製造方法および生産量

AC-100の基本的な製造原理は、潤滑油留分を若干含む軟質のアスファルトを原料とし、230~280°C程度の高温に加熱し、そこへ空気を吹込み（ブローイング）アスファルトの酸化重縮合を行い、60°C粘度の高いアスファルトを作るものである。製造方法としては回分式と連続式の2種類があるが、必要とする機器類は大きさの点を除くと大差はない。そこで回分式の場合について図-4の系統図で説明する。

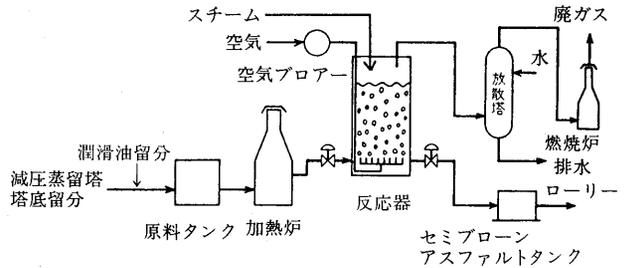


図-4 回分式ブローイング装置系統図

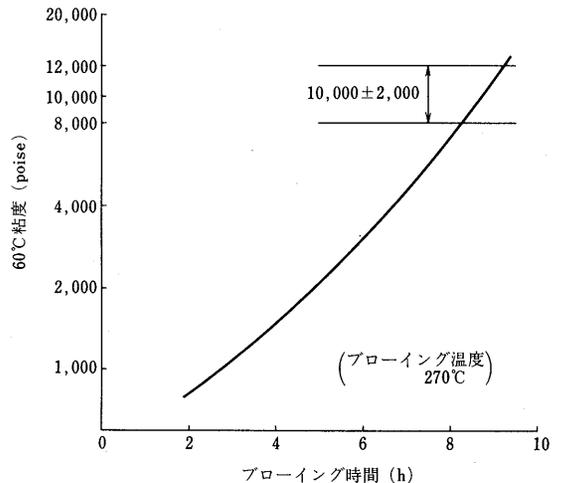


図-5 ブローイングの進行にともなう60°C粘度変化の一例

ブローイング原料は製油所の減圧蒸留塔塔底留分と必要に応じ潤滑油留分を調査したものをを用いる。原料は加熱され反応器に所定量（すなわち回分式で）張込まれる。空気は反応器内下部のノズルから泡状に吹込まれ、アスファルトの60°C粘度が所定の値に達するまで続けられる。この間反応器中のアスファルトにみられる60°C粘度の経時変化を図-5に示す。反応器の上部から出る排ガスは酸性物質あるいは油のミストなどを除き更に燃焼炉への導入や触媒による処理などを行い無臭ガスとした後大気放出される。

ブローイングの終了したAC-100はタンクに貯められ、通常はタンクが充満した段階でそのタンク内のアスファルトの全性状が測定されロット性状とされる。製品タンクは複数あり、出荷はロット性状の決定したタンクから行い、この間の反応器からのアスファルトの受け入れは別のタンクで行われる。また連続式の場合は反応器への原料アスファルトの張込みと反応器からのアスファルトの抽出しが連続的に行われる点だけが異なるだけで、その他の点は回分式と同じ方法で行われる。

また昭和58年に実用化されて以来AC-100は主に建設省の各地方建設局において使用されており、昭和60年までの3年間に全国で使用された量は合計約11,300tonとなっている。これは基層(5cm)および表層(5cm)の両方に使用した場合、3.5m幅の道路として約280kmの延長に相当するアスファルト量である。

4. あとがき

大規模試験舗装の結果を基になされた試算²⁾によれば、舗装のPSIが3.0まで低下する間の大型車交通量は、AC-100を用いた場合には従来のアスファルトを用いた場合(約900万台)より約300万台多く、これはD交通の下限値3,000台/日・方向の交通量で計算すると約3年間の供用期間の延長に相当する。またAC-100の施行は、施工温度を最高15~20°C高める以外は現行の舗装用アスファルトのそれと変わりなく行えることから、今後AC-100はわだち掘れ発生が多い道路などで一層活用されるものと予想される。

引用文献

- 1) 日本道路協会：アスファルト舗装要綱，丸善，(1978)，p142.
- 2) 日本アスファルト協会：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，(1984)，p128,p32,p112,p113.
- 3) 林 誠之，アスファルトの25°C針入度，軟化点，60°C粘度と密粒度混合物の60°C水浸WT試験変形率の関係，アスファルト，(1977)，No.110，p32.
- 4) 林 誠之，わだち掘れ対策上必要とされるアスファルト粘度の推定に関する一つの考え方，アスファルト，(1977)，No.110，p39.
- 5) 日本アスファルト協会：試験法規格JAA-001（石油アスファルト絶対粘度試験方法），(1978).
- 6) 林 誠之，JIS化されていない試験方法とその問題点(1)アスファルトの60°C粘度試験，舗装，(1984)，No.4，p30.
- 7) 林 誠之，高粘度セミブローンアスファルトの特性と低温クラック性への影響，ペトロテック，(1985)，No.9，p822.

☆1986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』1986年版

ポケットブック版・表紙ビニール製・本文72ページ・実費領価1部 700円(送料実費は申込者負担)
ハガキにてお申込み下さい。

主 要 内 容

- | | |
|---------------------|--------------|
| ○石油アスファルトの生産実績 | ○昭和61年度の道路予算 |
| ○石油アスファルトの需要推移 | ○道路の現況 |
| ○石油アスファルトの需要見通し | ○道路整備5ヵ年計画 |
| ○石油アスファルトの製造及び流通 | ○参考資料 |
| ○石油アスファルトの生産場所及び油槽所 | ○石油供給計画 |
| ○石油アスファルトの製造原油 | ○主要諸国の道路事情 |
| ○石油アスファルトの品質規格 | ○データシート |
| ○石油アスファルトの用途 | ○住所録 |
| ○石油アスファルトの価格 | ○会員名簿 |
| ○道路投資額と石油アスファルト需要 | ○関連官庁・関連団体 |

天然アスファルト

羽山 高 義*

1. まえがき

天然アスファルト (Native Asphalt) の鉱床は世界各地で確認されているが、一部の例を除き商業的には採掘されていない。それは、天然アスファルトのアスファルト成分含有量と、含有アスファルトの性状とが産地、鉱床によってまちまちなためで、規格化された石油アスファルト (Petroleum Asphalt) が容易に入手できる現在ではやむを得ないことである。しかし、アスファルト舗装の始まりは天然アスファルトの利用によってもたらされたものであり、今でもトリニダッドレーキアスファルト (Trinidad Lake Asphalt, 以下 TLA) のように盛んに用いられているものもある。また、良質な硬質アスファルトが求められている現在、天然アスファルトのある種のもは石油アスファルトの改質材としての期待も持たれ、全く過去の材料というわけでもない。

2. 天然アスファルト利用の歴史¹⁾⁻⁵⁾

天然アスファルトは、古くから塗料、接着材、目地材などとして用いられているが、記録に残る最古の利用は、紀元前 3800~2500 年代のシュメール人によるものといわれる。また、道路への最初の利用は、紀元前 600 年代、バビロニアにおいてブリック舗装の締結材として用いた例とされる。しかし、科学的に道路用材料として使われ始めるのはずっと後のことで、産業革命以降の 1800 年代に入ってからである。近代アスファルト舗装の黎明は、1850 年代のバリにおけるロックアスファルト (Rock Asphalt) の利用とされるが、その前後の年譜を表一 1 としてまとめておく。

一方、わが国においても古い記述があり、日本書紀に示されている「越国献燃土燃水」の「燃土」が土歴青すなわち天然アスファルトであるといわれている。道路へ

表一 1 アスファルト舗装揺籃期の年譜

1824	仏, Paris	・Pillot & Eyquem 商会, As.ブロックの製造を始める。
1829	仏, Lyons	・Morand 橋に Seyssel As. 使用マスタック舗装実施される。
1832	英, Gloucestershire	・タールマカダム舗装実施される。
1835	仏, Paris	・Royal 橋に Seyssel As. マスタック舗装実施される。
1836	英, London	・遊歩道舗装に Seyssel As. 用いられる。
1837	仏, Paris	・Concorde 広場および Champs Elysées に As. ブロック使用。
1838	米, Philadelphia	・Merchants' Exchange ビル玄関歩道舗装に Seyssel As. を使用。
1841	英, 不詳	・コールター含浸木塊が舗装に用いられる。
1849	スイス, Val de Travers 鉱床近在	・Merian 技師, 交通転圧により Val de Travers As. が舗装状になることを記す。
1852	仏, Paris~ Perpignan	・Val de Travers As. を用いたマカダム式 As 舗装実施される。
1854	仏, Paris	・Léon Malo, M.Vaudrey ら Bergère 通りに As 転圧舗装実施
1858	仏, Paris	・コンクリート基礎15cmの上に Val de Travers As. を用いた 5 cmのマスタックを Palais Royal 等で実施
1869	英, London	・Val de Travers As. による As 転圧舗装実施される。
1870	米, Newark	・De Smedt, Val de Travers As. を用い小規模な As 舗装を実施。
1876	米, Pennsylvania	・C.Richardson, TLA を用いたシート As 舗装を実施する。

注 1 : 文献 1)より初期のアスファルト舗装に係る事項を抜粋表化、文献 5) 7)も参考とした。

注 2 : Seyssel As., Val de Travers As., および TLA の産地, 性状については表 4 に示す。

* はやま たかよし 日本舗道(株)技術開発部

の利用はやはり近代に入ってからで、疎通社社長由利公正が東京府知事時代に訪米収集した情報を参考とし、明治11年(1878年)神田昌平橋に秋田の原鉱アスファルトを使用したのが始まりとされる。

天然アスファルトの利用は、石油アスファルトの出現により1900年代に入ると急速に衰退してゆくが、例外的なものとしてTLAがある⁹⁾⁷⁾。また、古くからその存在が知られているインドネシアの Buton Asphalt(Butas)のように、近年になって積極的に利用され始めた例もある⁹⁾¹⁰⁾。わが国においても、表-2に示すとおり天然アスファルト(国産)は石油アスファルトにとって替られたが、第二次大戦直後の一時期、新潟および秋田のロックアスファルトが代用資材として脚光をあびたこともある¹¹⁾。当時、これらの国産ロックアスファルトは、アスファルトマカダミックス舗装、アスファルトモルタル舗装、アスファルトカーペット舗装、あるいはアスファルトコンクリート舗装などに用いられていた⁴⁾¹¹⁾¹²⁾。

表-2 明治・大正時代のアスファルト供給量の推移⁴⁾

(単位: t)

年度(西暦) 年	国産石油 アスファルト	国産天然 アスファルト	輸 入 アスファルト	合 計
明治39(1906)	0	382	不詳	
40(1907)	0	577	"	
41(1908)	0	2,374	"	
42(1909)	0	4,137	"	
43(1910)	0	2,942	"	
44(1911)	0	不詳	"	
45(1912)	0	3,223	745	3,968
大正 2(1913)	0	2,726	478	3,204
3(1914)	157	1,849	535	2,541
4(1915)	220	1,955	305	2,480
5(1916)	865	1,436	787	3,088
6(1917)	1,970	1,902	657	4,529
7(1918)	2,539	461	894	3,894
8(1919)	6,004	670	1,123	7,797
9(1920)	6,500	431	2,922	9,853
10(1921)	6,574	365	3,964	10,903
11(1922)	7,388	280	12,405	20,073
12(1923)	6,454	—	8,483	14,937
13(1924)	8,681	—	11,587	20,268
14(1925)	8,772	—	7,782	16,554

- 注1: 国産石油アスファルトは大正6年まで中外石油, 7年から宝田石油, 10年から日本石油が製造。
 2: 輸入アスファルトは、大正10年までの全量がブロンアスファルトで、そのほとんどが建築の防水工専用。
 3: 大正11年から急速に増加した分は道路舗装用ストレートアスファルト。

3. 天然アスファルトの鉱床および性状¹⁾²⁾

天然アスファルトなどは歴青質物質と呼ばれるが、その分類例を示せば、図-1のとおりである。天然に産す

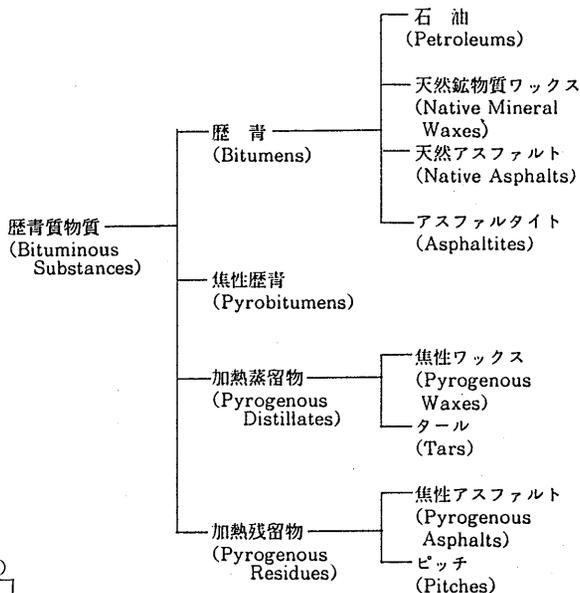


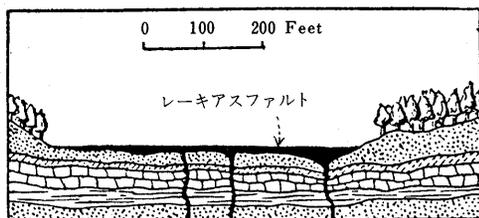
図-1 歴青質物質の分類(文献1)より図化)

る歴青質物質は、石油が長い時間のうちに化学的、物理的に変性したものと考えられている。これらは、④地下から湧出した状態(湧出鉱床)、⑤水成岩等に浸透した状態(浸透鉱床)、あるいは⑥断層裂開を充填した状態(割目充填鉱床)で存在するが、アスファルトの場合、特に湖状湧出したものをレーキアスファルト(図-2(a)参照)、岩に浸透したものをロックアスファルト(図-2(b)参照)と呼んでいる。また、断層裂開に存在するアスファルト(図-2(c)参照)は一般に純度が高く硬質とされ、後述するアスファルタイトもこうした鉱床に産する。

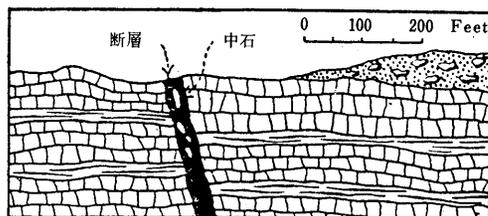
天然アスファルトが世界各地に産すること、およびその品質性状が産地、鉱床によりバラついていることを前述したが、ここでは、鉱床区別にみた品質性状の傾向を表-3に、また代表的なものの品質性状を表-4に各々示しておく。

表-3 天然アスファルトの鉱床と品質の傾向

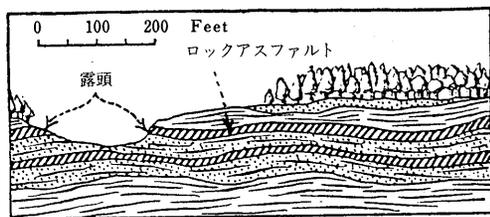
鉱床区分	鉱床の数	アスファルト含有率	含有アスファルトの硬さ
湧出鉱床	少い	比較的高い	一般に硬い
浸透鉱床	多い	比較的低い	概して軟らかい
割目充填鉱床	極めて少い	かなり高い	硬質



(a) 湖状湧出鉱床



(c) 割目充填鉱床 (断層)



(b) 浸透鉱床 (水平地層)

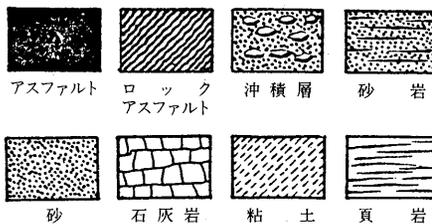


図-2 天然アスファルトの産出状態(文献1)より抜粋)

表-4 天然アスファルトの品質性状

国名	アメリカ	カナダ	トリニダッドトバゴ	ヴェネズエラ	フランス	スイス	アルバニア	インドネシア
鉱床名	Texas Uvalde	Alberta McMurray	As. Lake	Bermudez	Seysse	Val de Travers	Sélinintza	Buton Lawele (A)
鉱床区分	湧出鉱床		○	○				
	浸透鉱床	○	○(サンドAs.)		○	○		○
	割目充填鉱床						○	
(原鉱成分)								
CS ₂ 可溶分 %	約15	約16	39.0	64.4	約8	9.2	81.7	約30
CS ₂ 不溶非鉱物 %	約85	約84	0.3	3.5	約91	90.8	3.2	約1
鉱物分(結晶水含む) %			31.5	2.1			11.6	約67
自由水 %	—	—	29.0	30.0	約1	—	—	約2
(性状組成)								
	抽出As.	抽出As.	精製品	精製品	抽出As	抽出As.	精製品	抽出As.
比重(25°C)	1.12	1.02	1.41	1.07	—	1.02	1.23	1.06
針入度(25°C)	4	軟質	3	25	軟質	軟質	0	73
軟化点(R & B) °C	(K & S) 46	17	97	67	—	26	128	47
CS ₂ 可溶分	96.4	97.3	57	95	—	—	84.6	—
アスファルテン %	—	—	35.0	35.3	12.2	19.9	38.2	—
オイル %	—	—	31.5	39.6	48.0	42.2	20.7	—
レジン %	—	—	24.5	14.4	39.0	32.2	15.9	—
酸 %	—	—	6.4	3.5	—	7.1	—	—
酸無水物 %	—	—	3.9	2.0	—	1.3	—	—

注1: 文献1)より地域(国)、鉱床タイプ、性状、および知名度などを助察し選んだ。

2: 同じ鉱床でも工区が変わると品質が異なるので、上表品質は目安である。

4. アスファルタイトの性状¹²⁾

アスファルトに類似した天然歴青にアスファルタイトがある。アスファルタイトは鉱物質物質をほとんど含まず、不揮発性硬質で石炭のような外観を呈すが、二硫化炭素には良く溶解する。アスファルトとの区分は必ずしも明白ではないが、軟化性のうえからはアスファルトが「Fusible(軟化性)」、アスファルタイトが「Difficultly fusible(難軟化性、軟化点 133°C以上)」として定義されている。

アスファルタイトには、ギルソナイト(Gilsonite)、グランスピッチ (Glance Pitch)、およびグラハマイト (Grahamite) の3種があり、H.Abrahamは固定炭素量で区分している(表-5参照)。これらの産地は天然アスファルトに比べてずっと少く、塗料、インク等の用途はあるが商業ベースで採掘を行っている例はきわめて少いと思われる。ただし、米国ユタ州の American Gilsonite Company のように 100年間も採掘を続けている会社もある¹³⁾。

表-5 アスファルタイトの区分¹²⁾

	条痕色	比重(25°C)	軟化点 (環球法°C)	固定炭素(%)
ギルソナイト	褐色	1.03~1.10	133~205	10 ~ 20
グランスピッチ	黒色	1.10~1.15	133~190	20 ~ 30
グラハマイト	黒色	1.15~1.20	188~330	30 ~ 55

5. TLA の利用⁶⁾

天然アスファルトのうち最も代表的なものが TLA であり、各種の改質アスファルトが入手できる現在でもその存在価値は失われていない。それは、単に鉱床が大きいとか、TLA の性状が硬質であるとかの理由ばかりでなく、TLA が人為的には得ることのできない特性を有しているからである。例えば、グースアスファルトに TLA を用いると、作業性(流動性)を高めながら安定性(貫入量、動的安定度)の向上がはかれるといわれる¹⁴⁾。

表-7 TLA の使用規格(英国)⁶⁾

B.S.594:1973 "Rolled Asphalt (hot process) for Roads & other Paved Areas."
B.S.988/1076/1097/1451:1973."Mastic Asphalt for Building. (Limestone Aggregate)."
B.S.1162/1410/1418:1973. "Mastic Asphalt for Building. (Natural Rock Asphalt Aggregate)."
B.S.1446:1973 "Mastic Asphalt (Natural Rock Asphalt Aggregate) for Roads and Footways."
B.S.1447:1973 "Mastic Asphalt (Limestone Fine Aggregate) for Roads and Footways."
B.S.1858:1973 "Bitumen Based Filling Compounds for Electrical Purposes."
B.S.3672:1963 "Coloured Pitch Mastic Flooring."

このような特性は、次のような TLA の特異性に起因するものと考えられている¹⁵⁾。

- ① 可溶アスファルトの酸価が高い(石油 As.の数倍)
- ② アスファルテンの炭素/水素比が大きい(同約2倍)
- ③ マルテンの粘着力、接着力が極めて大きい
- ④ 微細な天然鉱物を多量含有する(精製品の約43%)
- ⑤ 各成分は一体不可分の状態で混じり合い、独特の安定構造を形成している。

TLA は、現在世界中で年間5~6万t使われている(表-6参照)が、欧米における用途は、①ホットロールアスファルト、②アスファルトコンクリート、③コーテッドマカダム、④浸透式マカダム、⑤グースアスファルト、および⑥マスチックアスファルトなどであり、重交通舗装、橋面舗装、水理構造物などに適していると評価されている。ここでは英国における使用規格を表-7に、また西独における用途別にみた TLA標準ブレンド比を表-8¹⁶⁾に各々示しておく。

わが国においては、TLAは大正10年(1921年)に始めて輸入されているが、「アスファルト舗装要綱(53年版)」(日本道路協会)に示されるような石油アスファルトとブレンドする利用は、本格的には昭和47年以降である。今では主として鋼床版グースアスファルト舗装に使用されており(例えば、本四橋のグース用硬質アスファルト)、数多い報告例がある。また、昨年開催された T

表-6 TLA の年間輸出入量(1985年)⁷⁾

輸 出 先	輸 出 量
西独および周辺ヨーロッパ諸国	25,000 t
英国	12,000 t
西インド諸島	5,000 t
アフリカ	3,000 t
米国	2,000 t
日本	500 t
その他	10,000 t
合 計(年間輸出入量)	57,500 t

表一八 TLA の標準ブレンド比とブレンド品の性状
(西独)¹⁶⁾

混合物種別	ブレンド比			ブレンド品中の可溶性成分 %	可溶性成分	
	道路用アスファルト		TLA (Epure)		針入度 1/10 mm	軟化点 °C
	等級	%	%			
グニスアスファルト	B 45	70	30	86.2	29~43	63~57
	B 45	75	25	88.5	30~44	62~56
	B 45	80	20	90.8	31~45	61~55
	B 65	65	35	83.9	39~57	59~53
	B 65	75	25	88.5	43~61	58~52
アスコンおよびアスモル	B 65	80	20	90.8	44~63	57~51
	B 80	75	25	88.5	60~86	53~48
	B200	70	30	86.2	130~173	50~43
アスファルトマッシュ	B 80	80	20	90.8	62~89	52~47

LA 国際会議 (1985年1月, 於トリニダッド島) では, 日本道路協会舗装委員会多田委員長がわが国における橋面舗装への TLA の利用等について紹介を行っている¹⁷⁾。

— 参 考 文 献 —

- 1) H.Abraham, Asphalts and Allied Substances, Vol. 1, D.Van Nostrand Company, INC. (6th Edit), Sep., 1960
- 2) アスファルト及びその応用 (改訂増補版), (社) アスファルト同業会, 昭和40年11月
- 3) フロンティア物語, 道ひとすじ (日本舗道のあゆみ), ダイアモンド社, 昭和49年11月
- 4) 日本舗道五十年史, 日本舗道 (株), 昭和60年12月
- 5) 昆布谷, アスファルト舗装 / この未知なるもの, 道路, 1958-2, pp. 99~102
- 6) D.C.Broome, The Modern Use of Trinidad Lake Asphalt, Trinidad Lake Asphalt 4 (Well Ltd.), Aug., 1979, pp. 3~12
- 7) 山之口, 天然アスファルト見聞記 (上), (中), (下), 舗装, 20-7 (pp. 23~29), 20-8 (pp. 25~31), 20-10 (pp. 22~29), 1985
- 8) インドネシア・ブトン島天然アスファルト開発利用計画調査報告書, 建設省 (委託先: (社) 海外建設協会), 昭和55年3月
- 9) 川野, 芦原, 河島, 若松, インドネシアの天然ロックアスファルト, 舗装, 20-10, 1985, pp. 3~7
- 10) 陶山, インドネシアの舗装道路, アスファルト, Vol. 28, No. 145, 1985, pp. 8~13
- 11) 道路工法新書第3輯, ロックアスファルト舗装, 日本道路協会, 昭和23年6月
- 12) 谷藤, 埴原, 亀卦川, 高橋, 最新土木施工法講座第2巻, 道路舗装施工法, 山海堂, 昭和34年11月
- 13) American Gilsonite Company (Pamphlet), 1986
- 14) 本州四国連絡橋橋面舗装基準 (案), 本州四国連絡橋公団, 昭和58年4月
- 15) D.C.Broome, Trinidad Lake Asphalt and its Use in Road Construction, Roads and Road Construction, 42-493 (pp. 4~9), 42-494 (pp. 41~45), 1964
- 16) Merkblatt für die Verwendung von Naturasphalt in bituminösen Strassenbau, Forschungsgesellschaft für Das Strassenwesen, 1977
- 17) H.Tada, The Japanes Pavement Environment and The Adoption of Modified Asphalts, Particularity in Bridge Pavement, Trinidad Asphalt World Congress, Port-of-Spain, 1985

改質アスファルトの現況と問題点

川野 敏行*

1. はじめに

近年の飛躍的な車輛交通(特に重交通)の増加, およびアスファルトの品質の変化などにより, 現存のアスファルトでは苛酷化した条件に満足できない状態となってきた。これに対処するために改質アスファルトに目が向けられるようになった。その代表的なものがゴム(天然ゴム, 合成ゴム)入りアスファルトであり, 樹脂入りアスファルトである。しかし, これら改質アスファルトが使われはじめて十数年を経過しているが, その効果に対する評価はまちまちである。

現在, 様々な改質アスファルトが市場に出回っているが, 使用者は, その内容に関し充分把握できぬ状態で施工を行い, 施工時, ならびに施工後に様々な問題に直面しているのが実情といえよう。すなわち室内的に, いかにも理想的な材料であっても, 現場の有する種々の条件に適さなければ完全な道路材料とはいえないと考える。

そこで, すでにゴム入り, ならびに樹脂入りアスファルトに関する資料は出そろった感があるが, ここでもう一度振り返ってみることにする。

表一 プレミックスタイプゴム入りアスファルトの標準的性状⁷⁾

項目	種類	60~80	80~100
針入度 [25°C, 100g, 5g]		60をこえ80以下	80をこえ100以下
軟化点 (°C)		48.0~56.0	46.0~54.0
伸度 [17°C] (cm)		20以上	50以上
蒸発後の針入度比 (%)		110以下	110以下
薄膜加熱重量変化 (%)		0.6以下	0.6以下
薄膜加熱後の針入度 (%)		55以上	55以上
三塩化エタン可溶分 (%)		95以上	95以上
引火点 (%)		260以上	260以上
比 重 [25°C/25°C]		1.000以上	1.000以上
タフネス [25°C] (kg·cm)		60以上	50以上
テナシティ [25°C] (kg·cm)		30以上	25以上

(注) タフネス, テナシティ試験方法はベンソン法に準拠する。ただし試料採取量は50gとし, 引張速度は1,500mm/min, チャートスピードは1,000mm/min, 測定対象伸び30cm, チャートからの換算は重量法または面積法とする。なお, 面積法を用いる場合はプランメータの操作を充分注意して行わなければならない。

2. アスファルトの改質について

一般的にアスファルト舗装にバインダーとして用いられているストレートアスファルトは“高温では軟化するため流動・わだち掘れが生じ, 低温では硬化するためクラックが生じる”と云うように理解されてきた。そこでわだち掘れを有する地域では針入度の低いものが, またクラックを生ずる地域では逆のものをを用いる手法がとられてきたが, 苛酷な条件に対して耐えられず, 十分な対応策とはなり得なかった。そこで, ゴムや樹脂を混入して, ストレートアスファルトの持つ性質を生かし, ゴムや樹脂の性質を加味することによって, その性質を補足することを目的にして登場してきたのが改質アスファルトである。なお, アスファルト舗装要綱はタフネス・テナシティの増加に重点を置いたゴムアス, 高温時の流動抵抗性の改善に重点を置いた樹脂アスとゴムアスと樹脂アスの位置付けをし, ゴムアスについて表一, ならびに二に示した標準的性状を示している。しかし, 最近ではゴムアスと称して樹脂アスに求められている性状を有する製品が登場し, 混乱をまねいており, 今後これらを含めた改質アスファルトの位置付け, すなわち目的別に分類がなされるべきであると考えられる。

3. 改質アスファルトの種類

アスファルトの改質材として, 通常ポリマーが用いられており, ポリマーとしてゴム, 樹脂およびプラスチックが添加されている。この3者の定義は判然としないが, 一般にゴムとは天然ゴム, SBR等に代表されるように屈曲性を有し, 力を加えてある程度引っ張り, 力を取り去っても元に戻る性質のものであり, 樹脂とは力を取り去ってもその変形が元に戻らない性質を持つプラスチック

表二 プラントミックスタイプのゴム入りアスファルトの標準的性状⁷⁾

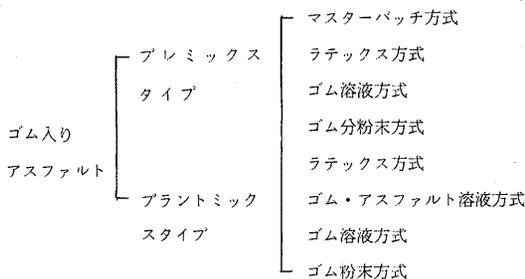
(原料として用いた舗装用石油アスファルトの性状と対比すると次のような性状を示している)	
軟化点 (°C)	+5以上
伸度 [17°C] (cm)	+50以上
タフネス [25°C] (kg·cm)	+15以上
テナシティ [25°C] (kg·cm)	+8以上

*かわの としゆき 東亜道路工業(株) 工事部

と同じで、アスファルトの改質に用いられている樹脂は熱を加えると軟化するため熱可塑性樹脂と呼ばれている。

3-1 ゴム入りアスファルトの種類

ゴム入りアスファルトは下に示した様にあらかじめアスファルトにゴムを混合溶解したプレミックスタイプと、プラントでアスファルト混合物を製造する際にラテックスなどを添加混合するプラントミックスタイプの2種類に大別される。アスファルトに添加するゴムには天然ゴム、合成ゴムが用いられている。天然ゴムは、木から採られたゴムラテックスを濃縮して安定化したもので、60~70%の固形分を含む。合成ゴムは図-1の様に分類され、この中で、ブタジェン・スチレン共重合体(SBR)が一般的に使用されている。



3-2 熱可塑性樹脂入りアスファルト

熱可塑性樹脂入りアスファルト(以下樹脂アスと呼ぶ)もゴムアスと同様プレミックスタイプとプラントミックスタイプの2種類があり、ポリエチレン(PE)、エチレン酢酸ビニル共重合体(EVA)が古くから用いられており、最近ではポリプロピレン(PP)、エチレン・エチルアクリレート共重合体(EEA)、ポリブテン樹脂なども用いられている。

3-3 改質アスファルトの製造

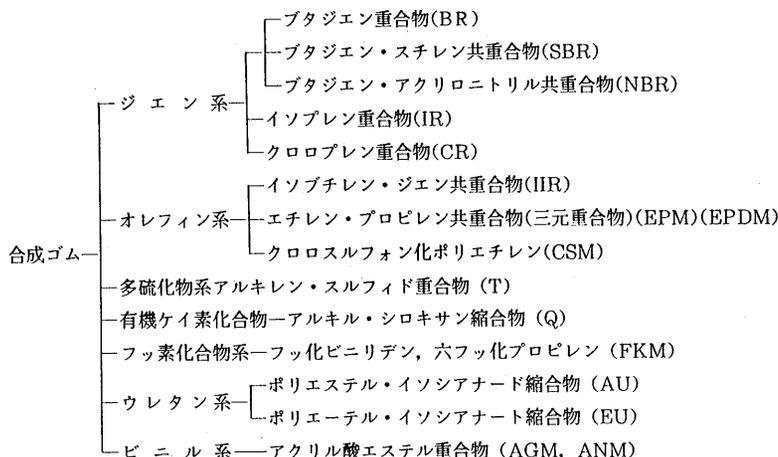
改質アスファルトの製造はメーカによりまちまちであるが、一般に改質材料はラテックス、粉末、固形状となっており、アスファルトに添加する量は2~5%の範囲にある。改質アスファルトは先に述べた様にプレミックスタイプとプラントミックスタイプの2種類があり、プレミックスタイプのものは、あらかじめ120~160°Cに加熱溶解されたアスファルトに一定温度に保ちながら改質材料を溶解したもので、この間に必要に応じて付着力、および粘結力を与えるための添加剤を加えている場合もある。なお改質材料が粉末の場合、溶解にはアスファルトと改質材料を完全に均一にするために、高温で長時間加熱する必要がある。

4. 改質アスファルトの性質

改質アスファルトの性質は使用するアスファルトの性状はもちろんのこと、改質材の種類、形態(たとえば液状、粉末状、固形状)および製造条件などによって大きく支配される。また室内試験では改質アスファルトの効果は認められるものの、現場の評価が疑問視されている様に、施工条件、他のアスファルト混合物の構成材料の質、ならびに配合によってもその効果は大いに支配される。

4-1 ゴム入りアスファルトの性状

ゴムアスの性状を最もよく表現する特性はタフネスとテナシティである。図-2はゴムの種類とゴムアスのタフネス・テナシティを示したものである。ゴムの添加によるタフネス・テナシティの発現が分る。このタフネス・テナシティの発現により、図-3に示す様に低温伸度



(注) ()内の記号は ASTM: D1418-72a によるが、今日ではこの略語が国際的に採用されている。しかし、上記のうち BR については PB, IR については PI の略語で呼ばれることがある。

図-1 合成ゴムの分類

をそこなく骨材間の接着力が大きくなり、ねばり強さが増大され、この力を利用して耐摩耗性に、また耐流動性に富んだアスファルト混合物が得られるとされている。図-4は北海道における試験舗装の結果である。この中で摩耗に対してはアスファルトの種類による差が明らかで、ゴムアスの改質効果は認められるものの、流動に対してはアスファルトの種類による差はみられない

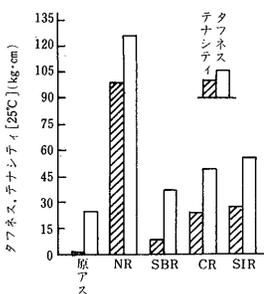


図-2 ゴムの種類とゴムアスのタフネス、テナシティ¹⁾

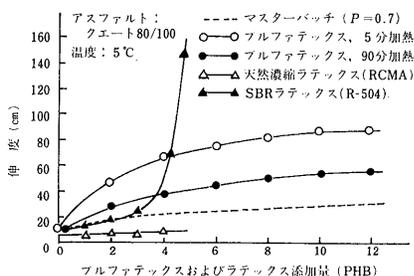


図-3 マスターバッチ以外のゴムを添加したアスファルトの伸度²⁾

と考察されている様に、流動に対しては表-2に示されているように、流動と関連があるとされている軟化点は数度しか改質されておらず、ゴムアス自身には流動抵抗性はあまり期待することができないことが分る。ゴムアスを耐流動を目的に使うのは、耐流動アスファルト混合物のもう1つの要因である骨材粒度に期待し、それによって発生する欠点(骨材が飛散しやすく、耐久性に欠ける)をゴム入りアスファルトの持つ特性タフネス・テナシティによって補うことにある。このことは、ゴムアスがすべり抵抗性に用いられるのと同じである。すなわちゴムアスにすべり抵抗性があるのではなく、すべり止め用アスファルト混合物のアスファルトの結合力を高めることに目的がある。

4-2 熱可塑性樹脂入りアスファルトの性状

樹脂アスはストレートアスファルトの持つ性状をそこなく感温性を改善したものである。現在市販されている樹脂アスはエチレン酢酸ビニル共重合体(EVA)、エチレン・エチルアクリレート(EEA)が改質材として最も多く用いられている。図-5, 6はEVA, EEAをストレートアスファルト 80/100に添加した場合の性状を示したものである。針入度は低下し、軟化点と粘度が上昇していること分る。このことから樹脂アスはこれ自身でストレートアスファルトの性状をそこなく流動に抵抗することが分る。しかし図-4に示されている様に試験施工における効果は必ずしも充分に発揮されているとはいえない。これは一般にゴムアスと同様に粘性が高いため施工温度が高く、混合、敷均し、ならびに締固めを高くして行なわなければならないなど、施工条件に大きく左右されるためであり、樹脂アスの効果を充分に

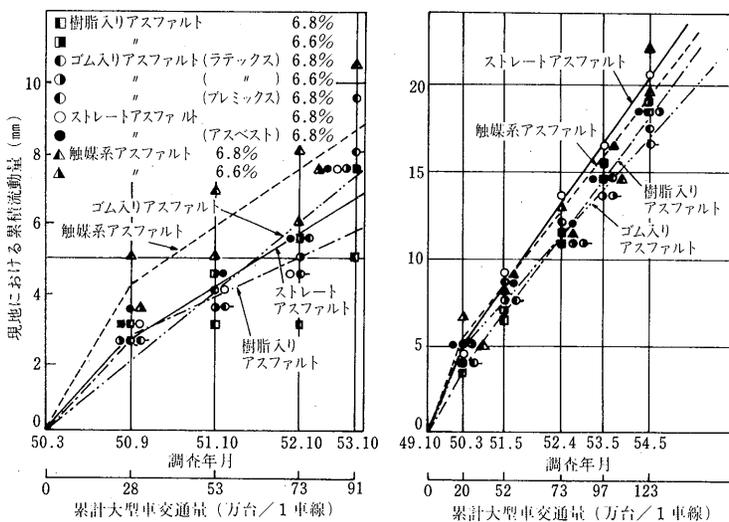
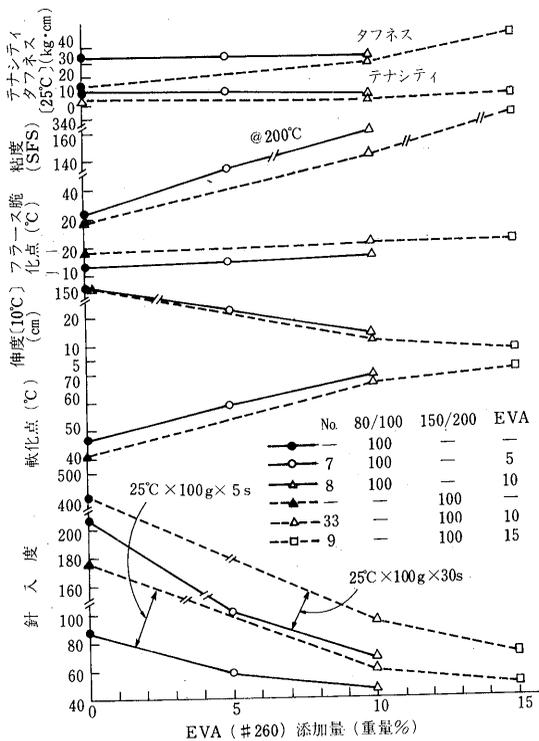
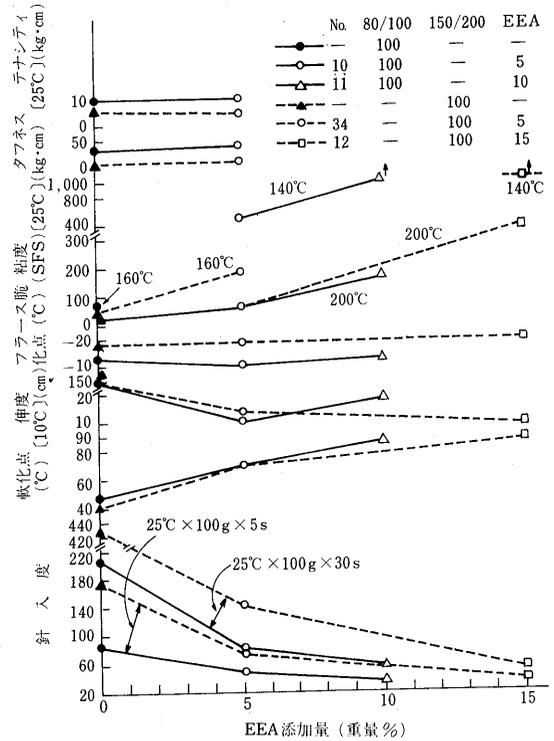


図-4 現地における摩耗および流動量の経年変化²⁾



図一五 EVA 添加効果³⁾



図一六 EEA 添加効果³⁾

發揮するためには施工条件を熟知して、ストレートアスファルトの場合以上に施工に留意する必要がある。なお表一三に樹脂アスの標準的な性状を示した。

表一三 熱可塑性樹脂とゴムを添加した場合のアスファルトの性状²⁾

項目		規格値
針入度	(1/10mm)	60~100
軟化点	(°C)	60~75
伸度	(10°C)(cm)	10以上
フラス破点	(°C)	-12以下
タフネス	(25°C)(kg·cm)	30以上
テナシティ	(25°C)(kg·cm)	10以上
精 度	60°C (P)	16,000以上
	160°C (SFS)	1,000以下
	200°C (SFS)	300以下
引火点	(°C)	280以上
灰分	(%)	1.0以下
比 重	(25°C/25°C)	1.000以上
薄膜加熱(180°C×2.5時間)後	蒸発量(%)	0.3以下
	残留針入度(%)	65以上

5. ゴムアス、樹脂アスの問題点

過去数10年の歴史を持つ改質アスファルトはそれなりの評価を受けて来たが、その評価は現場によってまちまちである。この一因として考えられることは、改質アス

ファルトの性質が改質材料の種類と質、形状、製造方法、添加量、さらに施工条件によって異なってくることである。しかし、これらを標準化することは困難なことである。したがって、今後改質アスファルト本来の位置付けを見なおし、それに要求される性状を整理し、用途別に標準的規格を確立する必要がある。また改質アスファルトを用いた場合の施工性の悪化がいわれ、これによる失敗が見られるが、これはあくまでも従来の施工方法を規準としているためであって、今後従来の施工方法にこだわることなく、改質アスファルトの効果を十分に發揮するための作業標準の確立が必要であると考える。

6. おわりに

ゴムアス、ならびに樹脂アスに関する資料はすでに出つくした感があるが、その効果に対する評価がまちまちであるなどの声を耳にする中において、両者の本来あるべき姿を見直さなければならない時期にある現在、諸先輩の資料を借用しながらまとめてみました。これが若干なりとも参考になれば幸いです。

参考文献

- | | |
|--|---|
| 1) 大田健二 改質アスファルトの特性 アスファルト誌118, 119. 1979-1,3 | 5) 日瀝化学 アスファルト舗装講座 I |
| 2) 久保宏 積雪寒冷地舗装の摩耗とその対策について アスファルト誌, 121. 1979-11 | 6) 脇阪三郎 アスファルトの改質について 舗装14-6 |
| 3) 日本道路協会 本州四国連絡橋舗装規準調査報告書 昭和49年中間報告, 1975-3 | 7) 日本道路協会 アスファルト舗装要綱 |
| 4) 南雲貞夫, 阿部頼政 新体系土木工学27, 技報堂出 | 8) 成沢, 国沢, 浅尾 ゴムアスファルト製造用ゴム・アスファルト・マスターバッチ ゴムVol.8, No.1 1961-1 |

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 700円 (後払い不可)・申込先 (社)日本アスファルト協会
〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7

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

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

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

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

目次

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 1. 総説 | 3-4 アスファルト混合物 |
| 1-1 フルデプス・アスファルト舗装の定義 | 4. 路床および路盤 |
| 1-2 適用範囲 | 4-1 概説 |
| 2. 構造の設計 | 4-2 路床 |
| 2-1 舗装の構造 | 4-3 路盤 |
| 2-2 設計の方法 | 5. 表層および基層 |
| 2-3 排水 | 6. 品質管理および検査 |
| 3. 材料 | 6-1 概説 |
| 3-1 概説 | 6-2 出来形および品質の管理 |
| 3-2 瀝青材料 | 6-3 検査 |
| 3-3 骨材 | 7. 記録 |

ストレートアスファルト(40~60)を用いた施工状況

岩崎建治*・酒井守久**

1. まえがき

昭和29年、第1次道路整備5ヶ年計画が実施され昭和40年になると、全国一般国道の舗装率は59%となり、管内の舗装率は90.5%に達した。このような道路整備状況に追従し交通量の増大や車輛の大型化に伴ない舗装に作用する荷重は極めて大きなものとなり、管内各地においてわだち掘れが多く発生しわが国において大きな問題となった。

これらの現象は路面の平坦性を損ない、利用者に対し舗装の供用性を大きく低下させると共に、交通事故、車の走行性、及び舗装の破損に少なからず悪影響をおよぼしている。これらを踏えてアスファルト混合物の耐流動の改善を図る目的で、関東地建は試験舗装及び試行舗装を踏え昭和50年管内全域でストレートアスファルトの針入度40~60(以下スト・アス40~60とする。)を使用し現在に至っている。

本文ではスト・アス(60~80)をベースにスト・アス(40~60)の採用から実施までの報告とする。

2. 採用までの経緯

一般国道の舗装延長は表-1で示すとおり着実な伸びを示している。

2-1 幕張試験舗装

(1) 試験舗装の概要

昭和42年6月、一般国道14号、千葉市幕張地先(幕張バイパス)において、試験舗装を実施した。本バイパスの完成断面は往復6車線であるが42年度は暫定3車線を施工し、断面は図-1に示すとおりである。

試験舗装は「アスファルト混合物の配合設計に関する試験舗装」と「アスファルト材料に関する試験舗装」に分け、第1・3車線の各表層で1種類につき25mの混合物121種類を舗設し基層以下は同一とした。それぞれA、B工区とし、A区間はスト・アスの(40~60)と(80~100)

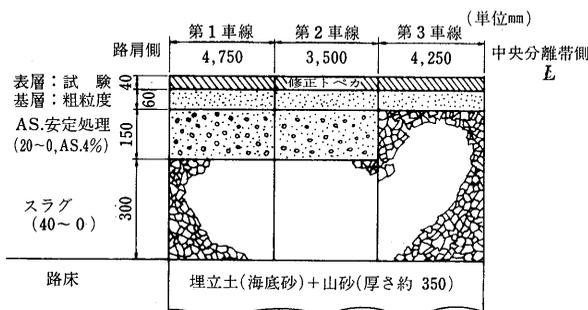


図-1 試験舗装断面図

表-1 舗装延長の推移

年度	A 実延長	B 舗装延長	舗装率		(単位: km, %)		
			アスファルト舗装 C	コンクリート舗装 D	舗装率		
					B/A	C/B	D/B
29	24,092	3,781	1,875	1,906	15	50	50
30	24,130	4,157	1,952	2,205	17	47	53
35	24,938	8,141	4,471	3,670	32	55	45
40	28,030	16,540	12,518	4,022	59	76	24
50	38,540	35,136	32,037	3,099	91	91	9
58	46,417	38,383	36,215	2,168	83	94	6

* 道路統計年表

*いわさき けんじ 建設省関東地方建設局
道路工事課長補佐

**さかい もりひさ 建設省関東地方建設局
道路工事課舗装係長

を比較した。又、アスファルト量、骨材の種類、混合物の種類等について第1車線と第3車線に同じ種類の混合物48種類の舗設を行い、96区間の試験舗装を行った。

B区間は、密粒度アスコンに砂岩を用いアスファルトの種類(13種)のみを変え第1車線と第3車線に25区間の舗設を行った。

(2) 試験および解析

施工中に実施した試験は表-2のとおりであり、施工後、次に示す観測試験を行った。

- i) ひび割率測定
 - ii) ベンゲルマンビームによるたわみ測定
 - iii) 縦横断凹凸量測定
 - iv) 密度測定(コアによる)
 - v) すべり抵抗係数の測定
- 施工中の試験結果の解析は、次の事項について行った。
- i) 配合試験より定められた規定のAs量について
 - ii) 供用成績について

iii) 室内試験(トラックテスター)について特に混合物の流動に影響を与える要因は

- i) 2.5mmフルイ通過量では、通過量の大きい修正トベカの方式が流動量も大きく、0.074mmフルイ通過量では、通過量の小さい方が流動が大きくなる。
- ii) 今回の試験では、粗骨材の性状は、玉砕よりも砂岩の方が流動が多くなった。
- iii) スト・アスの針入度は針入度の大きい方が流動も大きい。
- iv) As量については、As量の大きい方が流動が大きい。以上の事が明らかになった。

管理試験によれば、平均値 \bar{x} 、不偏分散の平方根($\sqrt{V_e}$)を表-3に、アスファルト舗装要綱の規格値と合格判定値を算出するために用いられた標準偏差と今回の施工データの内、規格値をはずれるものの100分率を表-4に示す。これらは締固め度以外は管理試験結果の $\sqrt{V_e}$ と要綱との標準偏差が大差のないことにより、今回の施工精度は全国的なものであり、試験舗装より得られた結論は

表-2 試験一覧

項 目	試 験 項 目	要 領	試 験 件 数
路 床 土	現 場 CBR	試験舗装全区間10カ所	各 3 点
	設 計 CBR	" "	" 3 個
	不攪乱 CBR	" "	" 1 個
	K ₃₀ 値	" "	" 2 点
下 層 路 盤	修 正 CBR	" "	各 2 個
	K ₃₀ 値	" "	" 2 点
	ベンゲルマンたわみ量	" 10m間隔	約 200 点
基 層	"	" "	" 200 点
表 層	"	" 5m間隔	" 400 点
骨 材	粒度試験	搬入骨材, 5, 6, 7号碎石, 粗細砂, フィラー	各 2 回
	比重試験	搬入骨材, 5, 6, 7号碎石, 粗細砂, フィラー	" 2 回
	吸水量試験	搬入骨材, 5, 6, 7号碎石, 粗細砂	" 2 回
ア ス フ ェ ル ト	比重試験	使用アスファルト14種類	" 1 回
	針入度試験	" "	" 1 回
	軟化点試験	" "	" 1 回
	粘度試験	" "	" 1 回
	伸度試験	" "	" 1 回
配 合 設 計	密粒度アスコン	8種類のマーシャル試験 供試体 9個	" 72 個
	修正トベカ	" " "	" 72 個
	粗粒度アスコン	" " "	" 72 個
	修正トベカ	1種類のマーシャル試験	" 9 個
アスファルトプラント	粒度試験	各混合物毎のホットピン合成骨材	各 区 間 1 回
	マーシャル試験	各混合物毎のマーシャル供試体作成	" 3 個
	抽出試験	各混合物毎のアスファルト抽出	" 4 個
	抽出後の粒度試験	各混合物毎の粒度試験	" 4 個
コ ア 供 試 体	表層厚さ	表層の厚さ測定	" 6 個
	密度	表層混合物コア密度	" 6 個
	マーシャル試験	コア供試体のマーシャル試験	" 6 個
	抽出試験	コア供試体のアスファルト抽出試験	" 3 個
	抽出後の骨材粒度	抽出後の骨材粒度試験	" 3 個
トラックテスター	大型安定度試験	各混合物毎に大型試験用供試体作成	

特に施工に注意しなくても全国的どこでも現場で利用できる再現も出来るものである事がわかった。

(3) 追跡調査結果

昭和53年までに、土木研究所等より数々の調査報告が出版された。これらは色々な角度より解析を行っているがアスファルトの針入度の特性として

① DSとアスファルトの関係

DSとアスファルト針入度との関係は、図-2の要因効果図に示すが、修正トベカ、密粒度、粗粒度アスコンいずれの混合物においても針入度によるDSの差異は極めて顕著であり、その値はいずれも針入度40~60の方が80~100より大きくなっている。

② DSとわだち掘

舗装のわだち掘は図-3に示すように大型車交通量の累積数と関係がありパラメータとして舗装体混合物の動的安定度でとれば、DSの大きい方がわだち掘れは少なくスト・アス40~60の方が80~100に比べて、わだち掘れがすくないと言える。本試験において表-5に示す流

動抵抗係数との要因関係が求められわだち掘れの面では優れている事が認められた。

2-2 試行舗装

(1) 試行舗装の概要

昭和49年8月、幕張試験舗装を踏えてアスファルト混合物の耐流動性の改善を図る目的でスト・アス(40~60)をもちいて、首都周辺8事務所により72件の工事を試行

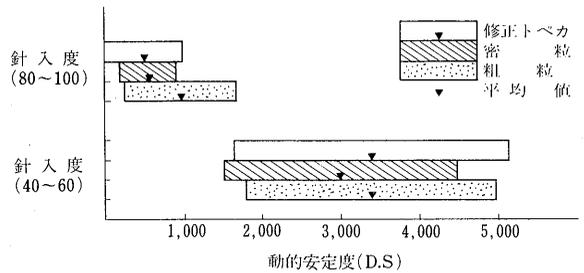


図-2 要因効果

表-3 平均と不偏分散

	アスファルト量 (%)	0.074mmフルイ通過量 (%)	2.5mmフルイ通過量 (%)	仕上り厚 (cm)	縮固め度 (%)
\bar{x}	+0.11	-0.90	-0.34	0.22	99.1
$\sqrt{V_e}$	0.3	1.50	4.1	0.63	4.1

表-4 要綱との比較

	アスファルト量 (%)	0.074mmフルイ通過量 (%)	2.5mmフルイ通過量 (%)	仕上り厚 (cm)	縮固め度 (%)
要綱の規格値	±0.9	±5	±12	-0.9	94
標準偏差	0.3	1.35	3.5	0.55	2
規格を外れるものの百分率	0.6	0.3	0.2	3.8	10.5

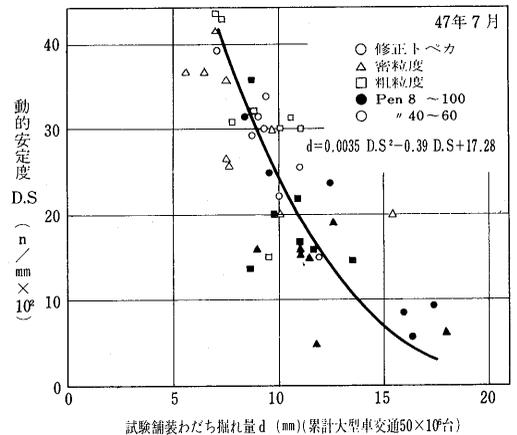


図-3 DSとわだち掘れの関係

表-5 流動抵抗係数との要因効果²⁾

要	因	小 ← Pfr → 大	要	旨
イ) 2.5mm 通過量		大	小	細粒度アスコン、密粒度アスコンよりも粗粒度アスコンが有効
ロ) アスファルト針入度		大	小	80~100より40~60が有効
ハ) 0.6mm 通過量 × アスファルト針入度の交互作用		小 × 大	大 × 小	0.6mm 通過量が大きと同時に針入度小が有効
ニ) 0.071mm 通過量 × アスファルト量の交互作用		小 × 大	大 × 小	0.074mm 通過量が大き、アスファルト量が少ない方が有効
ホ) アスファルト量 × 針入度の交互作用		大 × 大	小 × 小	40~60で(OAC-0.3) %が80~100でOACより有効
ヘ) アスファルト量		大	小	(OAC-0.3) %が有効
ト) 2.5mm 通過量 × 骨材の種類		大 × 玉砕		砂岩で粗粒度アスコンが有効
チ) 0.6mm 通過量 × アスファルト量 × 針入度の交互作用			小 × 砂岩 大 × 小 × 小	0.6mm 通過量が大きアスファルト量が少なく、針入度小のものが有効

舗装を施工した。これらの工事について製品の規格等は特記仕様書で明記するとともに、各工事ごとにあらかじめ請負者より下記資料を提出させた。

- i) 製油工場名 ii) 規格証明書
- iii) 動粘度 (120°C, 140°C, 160°C, 180°C)
- iv) マーシャル試験の突固め回数
A, B交通 50, C, D交通 75

アスファルト混合所より2l程度の試料を抽出し各試験を行い報告した。

工事内容としては修繕工事（全層打換，基層表層打換，オーバーレイ（1層，2層），新設工事と巾広く施工を行った。

(2) 現地舗装の追跡調査結果

幕張試験舗装のスト・アス80~100と今回試行舗装のスト・アス40~60について大型車50万台通過時におけるわだち掘れ量(表一6)について比較すると全層打換（4車）では，幕張舗装の約1/2程度と小さいことからスト・アス（40~60）の効果は比較的高いものと思われる。修繕方法によるわだち掘れは，全層打換がもっとも高くあげられており，オーバーレイは効果が低くなる。

表一6 初年度における年間路面変化率及び50万台通過時のわだち掘れ量 (単位mm)

工法及車線数	年間変化率	50万台通過時のわだち掘れ量
全層打換(6)	0.24	2.6
“(4)	0.47	3.4
“(2)	1.10	6.3
2層打換(2)	0.70	6.0
2層オーバーレイ(4)	0.9	7.8
1層“(2)	1.9	12.0
幕張試験舗装(4)	* 0.9	4.0

*スト・アス 80~100

(3) 製造会社の意見聴取

49年11月製造会社10社に対し要旨の説明を行うとともに意見聴取を行った。その結果当時はすでに6社が製造中であり50年度より新たに2社が加わり8社で製造を行う事になった。

(4) 関係連絡会議

地建内の各事務所より担当者を集めて流動対策に対し説明を行い周知を計った。

3. 施工時の特長

一般的に使用されているスト・アス（60~80）を基準にしてスト・アス（40~60）を比較すると，プラントにおいては，専用タンクが必要となり，設備されていない場

合は別の針入度のタンクをあけるかそのタンク内の清掃が必要となる。

試行舗装工事についてスト・アス（40~60）を使用する事によりどの様な問題があるかを把握するためアンケート調査を行った。アンケート内容は、

- ① アスファルトの溶解性について
 - 針入度60~80と変らない。 44.6%
 - 溶解温度が高い，時間がかかる。 37.3%
 - ケトル内の温度維持が高い管理が必要 16.9%
 - その他 1.2%
- ② 骨材について
 - 硬質石灰岩 39.8%，問題ない 25%
 - 硬質砂岩 27.3%，その他 7.9%
- ③ スプレーバの散布状態について
 - 針入度60~80と変らない。 67.5%
 - 温度を上げているから問題ない。 22.9%
 - 負荷がかかる，噴射時間が長い，その他 9.6%
- ④ ミキシングの状態について
 - 針入度60~80とほとんど変らない。 51.2%
 - 針入度60~80より長い（5~10秒） 46.4%
 - その他 2.4%
- ⑤ 合材について
 - 固い粘りがある。 41.3%
 - 針入度60~80と変らない。 31.5%
 - もろい，粘りが少ない。 17.4%
 - その他 9.8%
- ⑥ 混合温度について
 - 針入度60~80よりやや高い(粘度曲線による) 91.6%
 - 粘度曲線より求めた温度よりやや高い 6.0%
 - 変らない 2.4%
- ⑦ 機械管理上の問題点
 - 針入度60~80とほとんど変らない 67.4%
 - 出荷量が少なく比較出来ない 10.5%
 - ライナーが摩耗する，その他 22.1%
- ⑧ スクリードにかかる抵抗力について
 - 針入度60~80と変らない 45.8%
 - 少し固い感じ抵抗ある 26.5%
 - 重い，抵抗ある 14.5%
 - 抵抗が大，その他 13.2%
- ⑨ 敷均し面の平坦性について
 - 針入度60~80と変らない 79.5%
 - その他 20.5%
- ⑩ 混合物の均等性について
 - 変らない 73.5%
 - やや悪い 18.1%

- その他 8.4%
- ① フィニッシャービリティについて
- 変らない 45.8% 悪い 16.7%
- やや悪い 24.1% その他 13.4%
- ② 人力による施工性
- 悪い 72.3% その他 7.2%
- やや悪い 20.5%
- ③ 路面の仕上げ状態について
- 針入度60~80と変らない 40.0% 硬くてごつい 9.1%
- 粗面である 18.2% その他 32.7%
- ④ 温度管理上の問題点 (単位: 件)

(60~80)と対比して	初期転圧	二次転圧	仕上転圧
変らない	9	11	21
むずかしい	3	3	2
良 好	2	2	3

施工可能な温度範囲がせまい 57.9%

60~80と同じ 12.0%

冬季においてはプラント等の選定に影響する 15.7%

その他 14.4%

その他フィニッシャーの型式、運搬時間と20項目について調査を行った。

これらの結果から、温度管理に若干の問題はあるが全体的にはスト・アス(60~80)と変らないと判断した。

4. スト・アス (40~60) の使用

幕張り試験舗装、試行舗装、アンケート調査等を踏まえ昭和50年よりスト・アス(40~60)の使用にふみきり現在に至っている。なお、取扱い上の留意点は次のとおりである。

- ① 対象工事は改築及び修繕(交通安全も含む)とし

て施工するアスファルト舗装工事とする。

② スト・アス(40~60)の製品は表層及び基層とするものとし、上層路盤、歩道舗装にはスト・アス(60~80)及び(80~100)の製品を使用するものとする。但し製品の入手の関係で上層路盤、歩道舗装等にスト・アス(40~60)の製品を使用しても差つかえない。

③ 製品の使用は表一7の規格による。

④ 各工事ごとに使用させるスト・アス(40~60)の製品についてあらかじめ請負者から試行舗装と同じ資料を提出させる。

5. 使用実績

昭和60年度における管内のスト・アス使用量は表一8に示すとおりでありスト・アス(40~60)は全体の75%を占めている。又全国ではスト・アス(40~60)の使用は関東地建のみであった。

表一8 針入度別使用量 (単位: t)

	(表層, 基層)	△歩路盤上: 歩道その他	(表層・基層)	合計
針入度	40~60	60~80	△AC-100 第1号	—
使用t数	57,830 t	18,780	600 t	77,210 t

6. あとがき

管内平均交通量17,400台/12hの中では今後もスト・アス(40~60)を使用し施工を行う計画であるが、一部60年度に試験的に AC-100および筑波1号等を施工している。

今回報告するに際しアスファルト舗装の流動に対する問題を取りあげ、社会的ニーズに答えた舗装を選択した諸先輩に対し今ここに改めて敬意を表します。

表一7 スト・アス(40~60)の規格

針入度	軟化点	伸 度	蒸発減量	蒸発後の針入度 (原針入度に対して)	蒸発後の 針入度比	薄膜加熱 減 量	薄膜加熱 後の針入 度	三塩化エ タン可溶 分	引火点	比 重
25°C 100g 5秒	°C	15°C cm	%	%	%	%	%	%	°C	25°C/25°C
40を超え ~60以下	47.0 ~55.0	10以上	0.3以下	80以上	110以下	0.6以下	58以上	99.0以上	260以上	1.000以上

セミブローンアスファルトAC-100の試験施工について

山田悦夫*

1. はじめに

建設省中部地方建設局管理の直轄国道のうち、東海道ベルト地帯を縦走する国道1号、22号、23号、25号等は中部経済圏の基盤であるとともに、関東・関西の両経済圏を結ぶ回廊としても、重要な路線である。これらの国道はほぼ全線に亘ってD交通の交通量であり、大型車混入率が50%を越える箇所もあり、舗装の損傷速度は極めて早い。

これらの路線ではアスファルト舗装のわだち掘れが顕著で有り、その対策が重要課題である。

アスファルト舗装の耐流動対策はこれまでに種々の新材料や新工法が紹介され、試験舗装等により検討されてきた。

中部地方建設局管内では比較的早くから樹脂系アスファルトやセミブローンアスファルトを使用した耐流動舗装が施工され、効果を挙げてきた。本稿は管内におけるセミブローンアスファルトAC-100の使用状況と試験舗装の結果について報告するものである。

2. セミブローンアスファルトAC-100の使用状況

2-1 耐流動対策の経過

中部地方建設局管内における耐流動対策のための試験舗装は表-1に示されるように昭和48年度から各工事事務所毎に実施されている。

管内におけるセミブローンアスファルトに関する試験舗装は昭和51年度から開始され、昭和52年度以降3次に亘って全国規模で実施されたものを含んでいる。

表-1 耐流動性に関する試験舗装の経緯¹⁾

対策	実施年度	施行場所	試験・調査の内容	現状と結果
粒度組成の検討	48	交差点部	ギャップ型粒度 消石灰フィラー (50%, 100%) アスファルトの減量樹脂系AS (50~70)	・樹脂系アスファルトの使用による耐流動効果は大きく現れたが、ギャップ粒度、消石灰フィラー、アスファルトの減量等による効果は小さく、またそれぞれの効果差もほとんどない。2年間のわだち掘れ量は樹脂系アスファルトが約10mm、他は、20mm以上。
	49	単路部	ギャップ型粒度 消石灰フィラー(100%)	・単路部では粒度をギャップ型にすることによって耐流動性は向上するが、消石灰フィラーによる効果はほとんどない。
	50	交差点部 単路部	開粒度型 低針入度アスファルト (40~60) 岩質の種類	・低針入度アスファルト使用による効果は小さい。 ・岩質の種類の違いがわだち掘れに及ぼす影響は明確でない。
粒度バイインデックス 画面の検討・路面の明色化	51	交差点部 単路部	セミブローン(40~60) 樹脂系AS(50~70) 舗装体内温度(新規)	・セミブローンの耐流動効果は樹脂系アスファルトより大きい耐亀裂性に関する問題がある。 ・平地部と高架部に温度計を設置層内温度の測定を始める。
	52	交差点部 単路部	セミブローン(AC-140) 舗装体内温度(継続)	・セミブローン(2)の耐流動性は非常に大きい耐亀裂性に欠け、路面が全面にわたってクラック化する。
	53	交差点部 単路部	セミブローン(AC-140) セミブローン(60~80) 樹脂系AS(50~70) 樹脂系AS(50~70) 明色骨材 舗装体内温度(継続) (新規)	・耐亀裂性を考慮し、粘度を1ランク低めたセミブローン、樹脂系アスファルトの耐流動性を試す。 ・明色舗装の耐流動効果を図る。 ・明色舗装と通常舗装に新しく温度計を設置、明色化による温度上昇抑制効果の調査を始め、5°C程度の温度降下が認められる。
熱バインディング剤1用	54	交差点部	エポキシアスファルト	・一夏経過したが路面変化、クラック共に見られず良好な面がある。
剛性化	55	交差点部	鋼繊維補強コンクリート	・ヒズミ計を設置、版の挙動調査を始める。
バイインデックスの検討	56 58	交差点部 単路部	セミブローン(AC-100) ブレンコンクリート 連続鉄筋コンクリート	・AC-100の耐亀裂性、耐流動性について調査を開始する。 ・名古屋市内では連続鉄筋コンクリート舗装、近効ではブレンコンクリート舗装が施工される。同時に連続鉄筋コンクリート舗装のひびわれ経時変化を追跡する。
	60	交差点部 単路部	ゴム入りアスファルト 筑波1号 セミブローン(AC-100) 転炉スラグ骨材	・筑波1号、AC100の各混合物及び骨材に転炉スラグを用いたAC-100混合物の試験舗装が実施される。

*やまだ えつお 建設省中部地方建設局道路管理課長

第1, 2次の全国規模試験舗装ではAC-140が使用され、わだち掘れの抑制効果が確認されたがひびわれの発生が顕著で、耐ひびわれ性の改善が指摘された。

第3次試験舗装では1, 2次の結果を踏まえて耐ひびわれ性改善のために、60°C粘度および薄膜加熱試験後の粘度変化を低くしたAC-100が使用された。

この第3次試験舗装の結果は3章に示すが、当初の供用性状ではAC-140に比較して耐流動性に大差はないが、耐ひびわれ性には改善が見られたことから、管内の主要重交通路線に於いて標準的に使用されるようになった。

一方、市街地で共同溝等の整備が終了した箇所での維持管理不要化を目指した連続鉄筋コンクリート舗装や、超重交通に対する鋼繊維補強コンクリート舗装などの試験研究も鋭意併行して進められており、また昭和60年度からは耐流動、耐摩耗性を有した筑波1号等の試験舗装が実施されている。

3. AC-100 試験舗装の結果

昭和56年度にAC-100を用いた全国規模の試験舗装が11箇所で行われた。³⁾これは前述の通り耐ひびわれ性を改善したセミブローンアスファルトの実用性状の把握が目的であった。

中部地方建設局管内では一般国道246号の

静岡県御殿場市駒門地区(沼津工事事務所施工)と国道23号の愛知県海部郡弥富町三好地区(名古屋国道工事事務所管理)及び三重県四日市市富田一色地区(三重工事事務所管理)の3箇所で行った試験舗装を実施した。また昭和57年度に国道23号の愛知県海部郡弥富町稲荷西地区(名古屋国道工事事務所管理)で舗装修繕工事にAC-100を使用したため、これら試験舗装の路面性状等について報告する。

3-1 試験舗装の概要

試験舗装の概要及び施工箇所位置を表-2, 図-1に示す。

試験舗装箇所のうち国道23号海部郡弥富町地区及び四

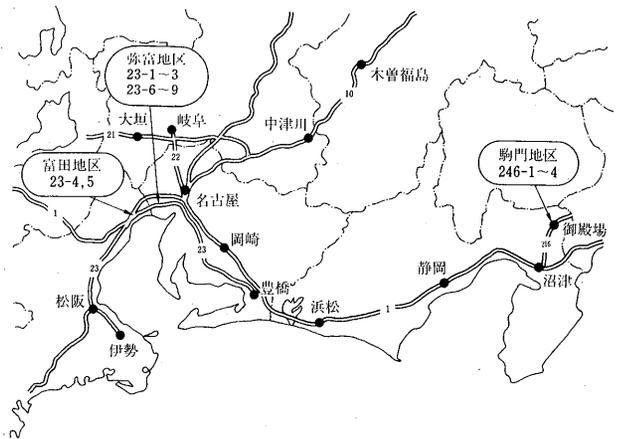


図-1 調査箇所

表-2 AC-100 試験舗装の工事概要²⁾

調査記号	工事事務所	路線	工事名(場所)	交通量 台/日	舗装延長 (m)	舗装構成	舗装時期 (納入日)	施工会社 (プラント)	AS使用量 (t)	メーカー
23 1~3	名古屋国道	23	昭和56年度 弥富道路舗装修繕工事 (愛知県海部郡 弥富町三好)	上り車線 自動車25,070 大型車12,860	350	修繕工事(切削オーバーレイ) 交差点部(100m):密粒・密粒 G 5cm, 粗粒 5cm 単路部(150m):名国型G・密 粒 5cm, 粗粒 5cm	S56.10.12 ~15 (10/6,10/15)	福田道路 (自社)	37	日本石油
23 4,5	三重工事	23	昭和56年度 富田一色道路 舗装改修工事 (三重県 四日市市富田一色町)	下り車線 自動車24,300 大型車 9,430	250	修繕工事(現道オーバーレイ) 密粒 5cm 粗粒 5cm	S56.10.27 ~11.5 (10/20,11/4)	大林道路 (鹿島道路)	38	日本石油
23 6~9	名古屋国道	23	昭和57年度 弥富道路舗装修繕工事 (愛知県海部郡弥富町 稲荷西)	上り車線 自動車25,070 大型車12,860 下り車線 自動車24,630 大型車12,640	965	修繕工事(切削オーバーレイ) 密粒 5cm 粗粒 5cm	S57.10.18 ~11.1 (10/1~11/1)	日新舗道 (福田道路)	178	シェル石油
246 1~4	沼津工事	246	昭和56年度 駒門道路舗装(その1)工事 (静岡県御殿場市駒門)	上り車線 自動車 7,580 大型車 2,010	260	改築工事 表層 5cm } セミブローン 中間層 5cm } AC-100 基層 アトアス 60/80 アスファルト安定処理	S56.11.1~5 (10/27,11/4)	日本道路 (自社)	34	日本石油

* 交通量は、昭和58年度道路交通センサー一般交通量調査の値を利用した。

日中市富田一色地区は共に昭和44年12月に国道1号の名四バイパスとして供用され、昭和50年に国道23号に路線変更された。本路線は関東と関西を結ぶ幹線道路であり、かつ名古屋市と四日市市をつなぐ都市間幹線として交通は大幅に輻輳している。また大型車混入率は50%を越え、9500~12000台/日・一方向の大型車通行量がある超重交通路線である。

国道246号は東京と沼津市を結ぶ幹線道路であるが、近くの国道1号箱根峠越えより通行が容易であるためう回する重車両の交通が多い路線であり、今回試験舗装をおこなったものである。御殿場市駒門地区は裾野バイパスとして新設された箇所である。

3-2 配合設計

3-2-1 室内試験

試験舗装に使用した混合物の種類、粒度等を表-3に示す。混合物種類は密粒度アスコン(20)と粗粒度アスコン(20)を基本としたが、表-1に示す通りギャップ型粒度が耐流動に有効であるとの結果をもとに一部の表層に密粒度ギャップ(20)を使用した。

(1) マーシャル試験

試験舗装に使用する骨材及びマーシャル試験の結果を表-4、5に示す。

(2) ホイールトラッキング試験

配合設計から求めたOACをもとに混合物のホイールトラッキング試験を実施し、結果を表-6、図-2に示すが、供試体間の試験値のバラツキは比較的小さく、またDSのほとんどが1500以上の値であった。

3-2-2 試験練り

表-3 骨材配合率と合成粒度 単位%

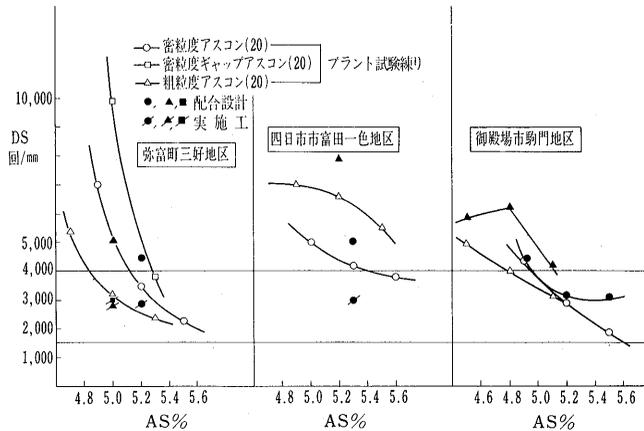
工事事務所	弥富町三好地区						四日市市富田一色地区				御殿場市駒門地区																																																	
	②密粒度アスコン(20)		③密粒度ギャップアスコン(20)		①粗粒度アスコン(20)		②密粒度アスコン(20)		①粗粒度アスコン(20)		②密粒度アスコン(20)		①粗粒度アスコン(20)																																															
骨材種類	5号砕石	15	20	20	20	20	20	24	18	22	18	22	6号砕石	25	44	33	23	27	30	35	7号砕石	13	—	18	14	22	9	12	スクリーニングス	13	10	10	15	11	12	10	粗砂	28	20	15	13	7	27	18	細砂	—	—	—	11	6	—	—	石粉	6	6	4	4	3	4	3
フルイ目 mm	合成粒度	粒度範囲	合成粒度	粒度範囲	合成粒度	粒度範囲	合成粒度	粒度範囲	合成粒度	粒度範囲	合成粒度	粒度範囲	合成粒度	粒度範囲																																														
25 mm	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100																																														
20	99.5	95~100	99.3	95~100	99.3	95~100	99.4	95~100	99.3	95~100	99.3	95~100	99.2	95~100																																														
13	84.1	75~90	78.0	70~85	78.8	70~90	82.2	75~90	78.6	70~90	83.6	75~90	80.1	70~90																																														
5	59.1	45~90	37.2	25~45	46.7	35~55	54.0	45~65	44.2	35~55	55.3	45~65	46.8	35~55																																														
2.5	41.6	35~50	31.5	20~40	27.0	20~35	42.4	35~50	28.2	20~35	40.7	35~50	30.4	20~35																																														
0.6	25.1	18~30	19.9	10~35	15.7	11~23	25.6	18~30	16.6	11~23	22.3	18~30	16.1	11~23																																														
0.3	12.8	10~21	11.1	5~25	8.5	5~16	14.1	10~21	9.6	5~16	14.4	10~21	10.6	5~16																																														
0.15	8.6	6~16	7.9	5~20	5.8	4~12	8.7	6~16	6.2	4~12	8.3	6~16	6.3	4~12																																														
0.074	6.7	4~8	6.2	4~11	4.6	2~7	5.9	4~8	4.3	2~7	5.7	4~8	4.3	2~7																																														
基準値							②に同じ		①に同じ		②に同じ		①に同じ																																															
突固め回数	75		75		75																																																							
空隙率 %	3~6		3~6		3~7		”	”	”	”	”	”	”	”																																														
飽和度 %	70~85		70~85		65~85		”	”	”	”	”	”	”	”																																														
安定度 kg	750以上		750以上		500以上		”	”	”	”	”	”	”	”																																														
フロー値(1/100cm)	20~40		20~40		20~40		”	”	”	”	”	”	”	”																																														

表-4 使用材料

材 料 名	名古屋国道：弥富町三好				三重工事：四日市市富田				沼津工事：御殿場市駒門			
	産 地	石 質	比 重	吸水率	産 地	石 質	比 重	吸水率	産 地	石 質	比 重	吸水率
5号砕石	岐阜県南濃町	硬質砂岩	2.662	0.73	三重県員弁郡	硬質砂岩	2.675	0.54	静岡県富士川	安山岩	2.715	0.90
6号砕石	”	”	2.669	0.86	”	”	2.674	0.68	”	”	2.709	1.40
7号砕石	”	”	2.660	1.02	”	”	2.676	0.86	”	”	2.668	1.79
スクリーニングス	”	”	2.652	1.59	”	”	2.686	1.80	”	”	2.695	1.98
粗 砂	三重県多度町	川 砂	2.638	1.70	三重県龜山市	川 砂	2.660	1.45	”	川 砂	2.684	1.83
細 砂					三重県桑名郡	”	2.668	1.75				
石 粉	岐阜県美濃赤坂	石灰石粉	2.710		三重県度会郡	石灰石粉	2.710	0.08	東京都奥多摩	石灰石粉	2.700	0.1
アスファルト	日本石油(株)	セミフローアスファルトAC-100			日本石油(株)	セミフローアスファルトAC-100			日本石油(株)	セミフローアスファルトAC-100		

表一五 マーシャル試験結果一覧表

工事事務所	名古屋国道 (56年度)			三重工事		沼津工事	
	① 密粒度 アスコン(20)	③密粒度キャップ アスコン(20)	② 粗粒度 アスコン(20)	① 密粒度 アスコン(20)	② 粗粒度 アスコン(20)	① 密粒度 アスコン(20)	② 粗粒度 アスコン(20)
アスファルト共通範囲	4.75~5.55	4.60~5.30	4.50~5.50	4.90~5.75	4.65~5.70	4.80~5.60	4.30~5.30
最適アスファルト量%	5.2	5.0	5.0	5.3	5.2	5.2	4.8
密度 g/cm ³	2.37	2.381	2.36	2.372	2.37	2.387	2.400
空隙率 %	3.5	3.5	4.2	3.8	4.0	4.1	4.2
骨材空隙率 %	15.5	15.1	15.7	15.9	16.0	16.2	15.4
飽和度 %	77.4	76.8	73.2	76.7	75.0	74.3	72.7
安定度 kg	1295	1178	1201	1790	1480	1550	1480
フロー値 (1/100cm)	29	29	29	25	30	35	36
S/F (kg/1/100cm)	44.7	40.6	41.4	62.3	47.6	44.3	41.1
使用アスファルトの性状							
針入度 (25°C)	43						
比重	1.030						
薄膜加熱減量 %	-0.004						
粘度比	4.5						
引火点 °C	308						
三塩化エタン可溶分%	99.9						
60°C粘度 poise	10300						
供試体作成条件							
混合温度 °C	169~177			170~177		170~176	
締固め温度 °C	158~163			158~164		158~162	



図一 二 ホイールトラッキング試験結果

表一六 配合設計時のホイールトラッキング試験結果 (60°C, 6.4kg/cm²)

工事事務所	混合物種類	AS量%	密度 g/cm ³	縮固度 %	DS 回/mm	RD×10 ²	工事事務所	混合物種類	AS量%	密度 g/cm ³	縮固度 %	DS 回/mm	RD×10 ²		
名古屋国道 弥富町 三好地区	密粒度 アスコン(20)	5.2	2.362	99.7	3900	1.07	沼津工事 御殿場市駒門 地区	密粒度 アスコン(20)	5.2	2.407	100.6	3150	1.33		
			2.374	100.2	3700	1.13				2.400	100.3	3316	1.27		
			2.382	100.5	6300	0.67				平均	3230	1.30			
	密粒度キャップ	5.0	2.392	100.5	4500	0.93		粗粒度 アスコン(20)	4.8	2.399	99.9	6300	0.67		
			2.390	100.4	4200	1.00				2.386	99.4	6300	0.67		
			2.394	100.8	4500	0.93				平均	6300	0.67			
	粗粒度 アスコン(20)	5.0	2.359	99.8	4800	0.87		三重工事 四日市市 富田一色地区	密粒度 アスコン(20)	5.3	2.389	100.7	4846	0.87	
			2.354	99.6	5300	0.80					2.385	100.5	5250	0.80	
			2.351	99.5	5300	0.80					平均	5040	0.84		
				平均	5100				粗粒度 アスコン(20)	5.2	2.369	99.7	7875	0.53	
											平均	7875	0.53		

マーシャル試験結果およびホイールトラッキング試験結果から求められたOACを基準に±0.3%の3点についてプラント試験練りを実施した。

(1) マーシャル試験

試験練り混合物のマーシャル試験結果の例を表-7に示す。

(2) ホイールトラッキング試験

試験練り混合物のホイールトラッキング試験結果を表-8、図-2に示す。

DSは弥富地区の密粒度ギャップ(20)と四日市市富田地区の密粒度、粗粒度がともに目標とした1500~4000の範囲より若干高めめの値となったが、その他のものは概ね3000~4000であった。

(3) 実施配合

試験練りによる混合物の確認とマーシャル試験、ホイールトラッキング試験の結果から実施配合を決定した。

表-9に実施配合を示す。

3-3 施工

試験舗装はいずれも10~11月の間に実施された。弥富

表-7 密粒度アスコン(20)試験練り結果.....
御殿場市駒門地区の例

粒 度	ホットピン 粒 度	試験練り混合物粒度			室内配合 粒 度	基準値
		AS 4.9 %	AS 5.2 %	AS 5.5 %		
フル イ 目 mm	25	100	100	100	100	100
	20	99.5	99.0	98.8	99.3	95~100
	13	83.9	84.1	84.1	84.6	75~90
	5	56.4	55.9	56.9	55.7	45~65
	2.5	41.0	40.1	39.9	40.7	35~50
	0.6	23.1	23.1	23.1	23.4	18~30
	0.3	14.9	14.9	14.4	15.6	10~21
mm	0.15	8.1	8.3	8.2	8.6	6~16
	0.074	5.6	5.7	5.6	5.5	4~8
アスファルト量%		—	4.95	5.20	5.53	5.2
実測密度g/cm ³		—	2.385	2.389	2.403	2.387
空隙率 %		—	4.6	4.3	3.0	4.1
飽和度 %		—	71.1	76.1	81.0	74.3
骨材間隙率%		—	15.9	15.9	15.8	16.2
安定度 kg		—	1552	1581	1623	1550
フロー値l/100cm		—	32	34	37	35
S/F		—	48.5	46.5	60.1	44.3
アスファルト加熱温度				173°C		
骨材加熱温度				180°C		
混合温度				173°C		
縮固め温度				160°C		

表-8 プラント試験練り混合物のホイールトラッキング試験結果 (60°C, 6.4kg/cm²)

工事事務所	混合物種類	AS量%	密 度 g/cm ³	縮固度 %	DS 回/mm	RD×10 ⁻⁴	工事事務所	混合物種類	AS量%	密 度 g/cm ³	縮固度 %	DS 回/mm	RD×10 ⁻²
名古屋国道 弥 富 町 三 好 地区	粗粒度 アスコン(20)	4.7	2.347	100.3	3500	1.20	沼津工事 御殿場市駒 門地区	密粒度 アスコン(20)	4.9	2.390	100.2	4500	0.93
			2.334	99.8	8900	0.47				2.396	100.5	4200	1.00
			2.330	99.6	3700	1.13				平均	4350	0.97	
		5.0 OAC	2.335	99.1	3000	1.40			2.398	100.2	3320	1.27	
			2.359	100.1	3300	1.27			2.408	100.6	2430	1.73	
			2.352	99.8	3200	1.33			平均	2880	1.45		
		5.3	2.349	99.3	3700	1.13			2.410	100.3	1580	2.66	
			2.348	99.3	2000	2.13			2.403	100.0	2100	2.00	
			2.356	99.6	1400	3.07			平均	1840	2.28		
		密粒度ギャップ アスコン(20)	4.7	2.388	100.7	21000			0.20	三重工事 四日市市富田 一色地区	密粒度 アスコン(20)	5.0	2.341
	2.394			101.0	60000	0.07	2.346	99.4	4828				0.87
	2.395			101.0	32300	0.13	平均	5040	0.84				
	5.0 OAC		2.391	100.4	7000	0.60	2.370	99.8	4500			0.93	
			2.396	100.6	7000	0.60	2.372	99.9	4200			1.00	
			2.399	100.7	15600	0.27	平均	4350	0.97				
	5.3		2.402	100.7	3700	1.13	2.374	99.7	4200			1.00	
			2.397	100.5	4200	1.00	2.380	99.9	3500			1.20	
			2.396	100.5	3500	1.20	平均	3850	1.10				
	密粒度 アスコン(20)		4.9	2.347	99.8	4800	0.87	粗粒度 アスコン(20)	4.9			2.340	99.0
		2.351		100.0	10500	0.40	2.342			99.1	7000	0.60	
2.358		100.3		5800	0.73	平均	7000			0.60			
5.2 OAC		2.396	100.7	4500	0.93	2.359	99.5		7000	0.60			
		2.394	100.6	2400	1.73	2.361	99.6		6269	0.67			
		2.402	101.0	3700	1.13	平均	6630		0.64				
5.5		2.401	100.6	1600	2.67	2.359	99.4		5753	0.73			
		2.390	100.1	1900	2.20	2.364	99.6		5250	0.80			
		2.398	100.5	3300	1.27	平均	5500		0.77				
		平均			2300	2.05							

表一9 実施配合

工事箇所		弥富町三好地区			四日市市富田一色		御殿場市駒門	
混合物種類		密粒度(20)	密粒ギャップ	粗粒度	密粒度(20)	粗粒度	密粒度(20)	粗粒度
フルイ目	25	100	100	100	100	100	100	100
	20	99.7	98.8	98.8	99.4	98.6	99.5	99.3
	13	81.6	74.4	76.3	80.4	79.1	83.9	80.5
	5	57.6	38.6	47.4	53.4	44.6	56.4	46.8
	2.5	41.7	35.3	25.0	41.6	28.0	41.0	31.1
	0.6	28.3	21.4	12.4	24.6	17.5	23.1	17.2
	0.3	13.6	9.6	8.2	14.8	11.5	14.9	12.1
	0.15	7.7	7.0	7.0	9.2	7.0	8.1	6.7
mm		0.074	5.6	5.6	6.2	5.0	5.6	4.5
決定アスファルト量		5.2%	5.0%	5.0%	5.3%	5.2%	5.2%	4.8%

町地区及び四日市市富田地区は夜間施工、また御殿場市駒門地区は標高が高く、寒冷期に移る時期での施工でもあって心配されたが、温度管理に十分な配慮をしたこと、施工時の気温が14~16℃であったことで比較的恵まれた条件で試験舗装が実施できた。

3-3-1 施工管理

AC-100 混合物の敷きならし温度は各地区ともに158~165℃の範囲で行なわれ、特に問題は見られなかった。

初転圧は混合物敷きならし直後から行い、主転圧はタイヤローラで十分に締め固めた。転圧機械は10t マカダムローラ、15t タイヤローラおよびタンデムローラの組み合わせで実施された。

各地区とも、舗装後の平坦性は0.7~1.5mmと良好であった。締固度は97.4%以上が確保され、大部分は98.5%以上であった。

交通開放温度は各地区の状況によるが、一般的に60℃以下での開放は守られた。

施工管理データの一部を表一10に示す。

表一10 施工管理データ一覧表

工事箇所		弥富町三好			四日市市富田一色		御殿場市駒門	
混合物種類		密粒度(20)	密粒ギャップ	粗粒度	密粒度(20)	粗粒度	密粒度(20)	粗粒度
設定アスファルト量%		5.2	5.0	5.0	5.3	5.2	5.2	4.8
施工管理								
基準密度		2.379	2.393	2.360	2.372	2.370	2.386	2.404
空隙率 %		3.1	3.4	4.4	4.7	—	4.1	.0
S/F		53.2	50.7	47.1	—	—	—	—
DS 値 回/mm		2900	3100	2800	3010	—	3820	4360
アスファルト量 %		5.17	5.06	5.00	5.21	5.20	5.20	4.80
粒度 (平均値)	2.5 mm	42.7	35.9	25.6	42.2	28.8	41.0	31.7
	0.6	28.1	22.8	13.4	23.9	17.6	23.1	17.2
	0.074	5.9	5.9	5.6	6.2	5.0	5.6	4.5
切取コア								
アスファルト量		5.23	5.07	5.00	5.21	5.20	5.21	4.87
締固め度		99.1	98.9	98.6	98.4	97.6	98.7	97.4
粒度 (平均値)	2.5 mm	43.4	33.1	27.9	41.9	29.1	42.2	33.3
	0.6	25.7	19.9	16.4	24.5	17.7	23.7	18.5
	0.074	6.3	5.9	5.0	6.4	5.2	5.5	4.5
アスファルト貯蔵温度 °C		164~166	164~166	167	168	170	172	172
骨材温度 °C		180~188	180~189	—	—	179	180	180
プラント出荷温度 °C		169~178	170~177	176	175	171	172	172
敷均し温度 °C		158~163	160~163	—	—	—	—	—
初転圧温度 °C		—	—	—	—	—	—	—
交通開放温度 °C		20~59	27~40	26~51	30~50	—	—	—
施工条件		ホットジョイント			コールドジョイント		コールドジョイント	
施工機械		マカダムローラ			マカダムローラ		マカダムローラ	
		WH-10 2回			WH-10 2回		WH-10 2回	
		WP-15 8~12回			WP-15 8~12回		WP-15 8~12回	
CBR 値 %		12.1			5.8		4.2	

3-3-2 プラント管理

AC-100 混合物の製造に当たったアスファルトプラントでは、温度管理を厳しく実施したため、特に問題はなかった。アスファルト貯蔵温度は概ね150~170℃、混合物出荷温度は173~177℃で管理された。

使用したAC-100の性状を表一11に示すが、60℃粘度および薄膜加熱後の粘度比はいずれも規定範囲で管理された。(尚 表一13の回収アスファルトは現場切り取り供試体から抽出したアスファルトの性状であるが良好な値である。)

表一12にプラント管理及び切り取りコアのアスファルト量、粒度を示したが、ほとんど差のない結果でありプラントは良く管理された状態であった。

3-4 供用性

試験舗装箇所の追跡調査は表一12、13に示す要領で実施した。各調査項目の具体的測定位置の例を図一3に示す。

昭和56年から昭和60年9月間での測定結果と供用性指数PSIおよび維持管理指数MCIを表一14に、また各調査時期における累積大型車台数を表一15に示す。

3-4-1 平坦性

平坦性(縦断凹凸量σ)の経年変化、及び累積大型車台数Nとの関係を図示すると図一4、5のとうりである。

各地区ともにσ値は経年とともに漸増し、その変化は概ね直線的であるため、経年後の平坦性が施工時の値によって影響される傾向にある。しかし国道23号弥富町三

表-11 使用アスファルトの性状¹⁾

種 類	AC - 100												AC - 100									
	沼津工事 (駒門)						名古屋国道 (弥富)						三重工事 (富田一色)									
	出 荷		タンク		駒内現場		回 収		出 荷		タンク		回 収		出 荷		タンク		回 収			
サ ン プ ル						上 層	下 層			上 層	下 層	上層キャップ						上 層	下 層			
粘 度 (60°C)poise () は 検査値	8,800 (9,000)	8,600 (8,780)	9,960	9,790	23,709	22,956			9,100 (9,170)	9,200 (9,280)			11,200	10,400	34,600	46,500	35,200	8,870 (8,670)	8,600 (8,780)	9,580	46,200	33,600
動粘度 (180°C) cSt	132	137	134	133	---	---	---	---	138	136	149	153	---	---	---	---	---	132	137	142	---	---
薄膜加熱重量変化 率	-0.03	0.00	-0.06	-0.04	---	---	---	---	-0.01	-0.01	-0.07	-0.06	---	---	---	---	---	-0.03	0.00	-0.06	---	---
針 入 度 (25°C)	42	43	41	43	39	38			42	43	45	46	38	36.5	39.5			42	43	44	36	36
三塩化エタン可溶分%	99.9	98.9	99.1	99.1	---	---	---	---	99.9	99.9	99.5	99.6	---	---	---	---	---	99.9	99.9	99.1	---	---
引 火 点 (°C)	302	304	300	298	---	---	---	---	304	303	298	298	---	---	---	---	---	302	304	296	---	---
比 重 (25/25°C)	1.026	1.026	1.026	1.025	---	---	---	---	1.026	1.026	1.026	1.026	---	---	---	---	---	1.026	1.026	1.026	---	---
粘 度 比 (60°C)	4.5	4.6	3.7	3.1	---	---	---	---	4.6	4.6	4.9	4.3	---	---	---	---	---	4.6	4.6	3.6	(4.8)	(3.5)
動 粘 度 (140°C)cSt	683	689	732	719	---	---	---	---	706	705	---	---	---	---	---	---	---	683	689	704	---	---
" (160°C)cSt	283	272	287	282	---	---	---	---	278	277	---	---	---	---	---	---	---	268	272	285	---	---
軟 化 点 (°C)	58.5	59.0	60.0	59.5	63.0	62.5			59.0	58.0	61.5	61.0	62.5	64.0	62.3			58.0	59.0	59.5	63.7	61.9

表-12 路面性状調査表

調 査 箇 所	期 日 調査項目	昭和56年	57年	57年	58年	59年	59年	60年	60年
		10~12月	6月	9月	9月	7月	9月	7月	9月
弥富町三好地区	縦断凹凸量	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	横断凹凸量	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
四日市市富田一色	ひびわれ率	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	ベンケルマンたわみ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
御殿場市駒門地区	コア - 採取	◎							◎
	ひびわれ率	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
弥富町稲荷西	縦断凹凸量			57.11	◎	◎	◎	◎	◎
	横断凹凸量				◎	◎	◎	◎	◎
	ひびわれ率				◎	◎	◎	◎	◎

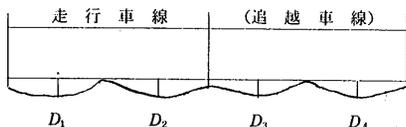
表-13 路面性状調査測定方法²⁾

1) 縦断凹凸量測定
1車線につき2~3測線を3mプロフィールメーターを使用して測定する。
測定方法の基準はアスファルト舗装要綱・付録4-10に従う。

2) 横断凹凸量測定
路面横断記録計プロフィールメーターを使用し、測定を行う。
わだち掘れ量の整理は下記による。

※わだち掘れ量の整理方法

わだち掘れ量は、記録紙に記録された波形より、最凸部を結び、最凹部までの深さを計り、mm単位で現わしたものである。結果の整理方法は以下の方法による。



わだち掘れ量の平均値 (D_{mean}) = $\frac{1}{n}(D_1 + \dots + D_n)$

わだち掘れ量の最大値 (D_{max})

3) ひびわれ測定

ひびわれおよびパッチングの面積は実測により道路延長方向の長さおよび横断方向の幅をできるだけ簡易な方法により測定する。線状ひびわれの面積は幅を30cmとして集計する。調査は車線毎にそれぞれ行う。

4) ベンケルマンビームによるたわみ量測定

輪荷重5t、タイヤ空気圧6.5kg/cm²に調整した8tダンプトラックを使用し、試験方法は道路維持修繕要綱・付録-5に従って実施する。路面温度によるたわみ量の補正は次式によることとする。

$$d_{12} = d_n \times \frac{2(t_1 - t_2)}{100} + d_{11}$$

ここに d_{11} : t_1 °Cにおけるたわみ量測定値 (mm)

d_{12} : 基準温度におけるたわみ量 (mm)

t_1 : 測定時の路面温度 (°C)

t_2 : 基準温度 (=21°C)

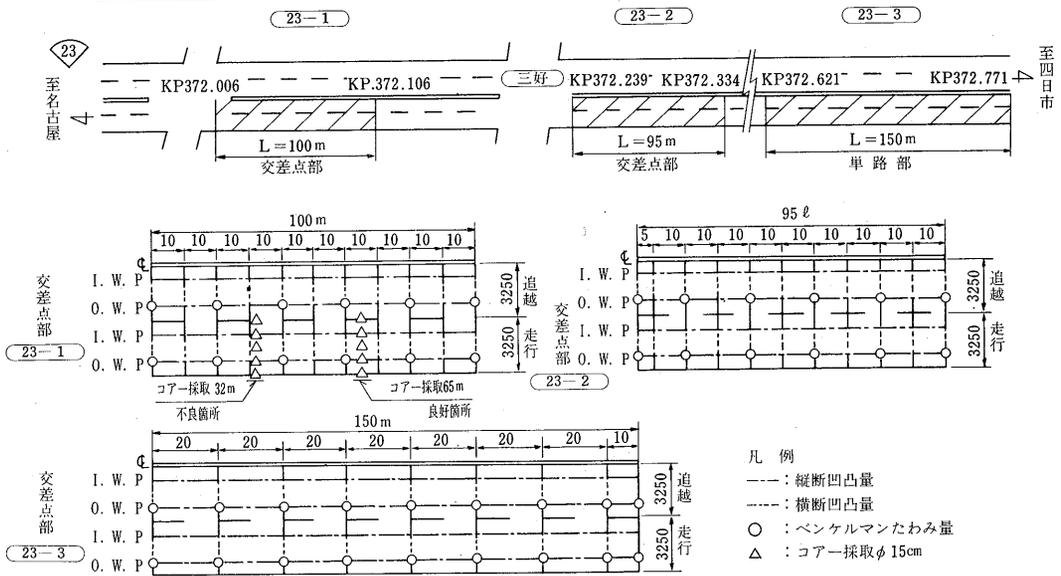


図-3 愛知県海部郡弥富町三好²⁾

表-15 累積大型車交通量²⁾

調査箇所	項目	累積大型車交通量 N (×10 ⁴ 台)									
		調査年月		S57年		S58年		S59年		S60年	
		6月	9月	9月	7月	9月	7月	9月	7月	9月	
愛知県海部郡弥富町三好地内	23-1 上り 交差点										
	23-2 上り 交差点	309	424	889	1270	1350	1736	1813			
	23-3 上り 単路部										
三重県四日市市高田一色	23-4 下り 単路部	198	283	622	910	962	1245	1301			
	23-5 下り 交差点										
愛知県海部郡弥富町稲荷西	23-6 下り 交差点				417	796	872	1215	1327		
	23-7 下り 単路部										
	23-8 上り 交差点										
静岡県御殿場市駒門地内	23-9 上り 単路部			424	810	887	1273	1350			
	246-1(AC-100) 上り 交差点										
	246-2(AC-100) 上り 単路部	30	48	121	181	193	253	265			
	246-3(St As) 上り 交差点										
	246-4(St As) 上り 単路部										

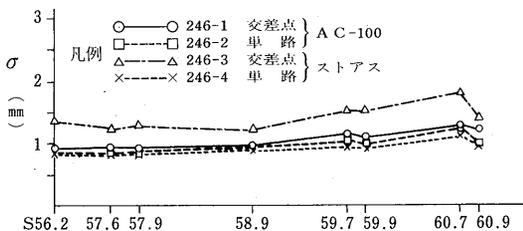
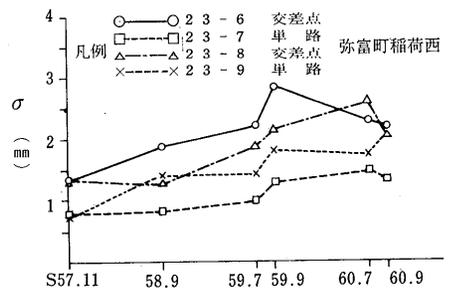
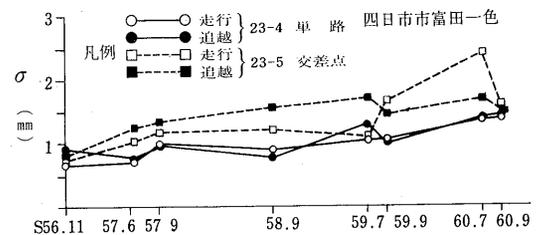
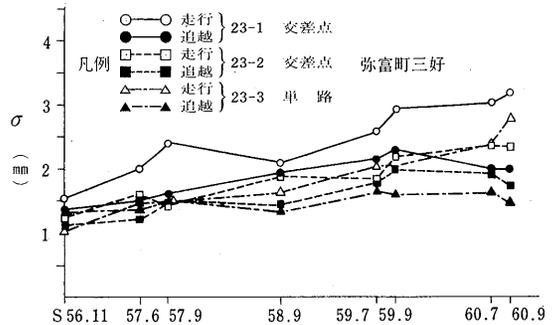


図-4 平坦性の経年変化²⁾

表-14 供用性指数および維持管理指数²⁾

調査箇所	項目	調査年月	平坦性												ひびわれ率								わだち掘れ量							
			σ (mm)												C (%)								D (cm)							
			S57年 6月	S57年 9月	S58年 9月	S59年 7月	S59年 9月	S60年 7月	S60年 9月	S57年 6月	S57年 9月	S58年 9月	S59年 7月	S59年 9月	S60年 7月	S60年 9月	S57年 6月	S57年 9月	S58年 9月	S59年 7月	S59年 9月	S60年 7月	S60年 9月							
愛知県 塩部郡 弥富町 三好地内	23-1	上り 交差点	走行	2.00	2.41	2.08	2.57	2.93	3.04	3.18	0	0	5.3	26.8	35.0	35.9	37.2	1.06	1.33	1.74	2.22	2.51	2.64	2.60						
	23-2	上り 交差点	追越	1.51	1.62	1.93	2.13	2.29	1.99	1.99	0	0	0	7.6	12.6	15.6	18.0	0.70	1.00	1.36	1.78	1.99	2.01	1.61						
	23-3	上り 交差点	走行	1.22	1.48	1.44	1.77	1.97	1.93	1.73	0	0	0.7	11.9	14.4	15.5	16.2	0.70	1.00	1.36	1.78	1.99	2.01	1.61						
	23-3	上り 交差点	走行	1.48	1.48	1.61	2.01	2.03	2.37	2.77	0.1	0.1	6.6	32.3	42.3	43.8	46.3	0.71	0.93	1.15	1.86	1.93	1.93	2.08						
	23-4	上り 単路部	追越	1.36	1.51	1.32	1.62	1.58	1.62	1.46	0	0	0.2	8.0	19.8	13.1	15.6	0.71	0.93	1.15	1.86	1.93	1.93	2.08						
	23-4	上り 単路部	走行	0.70	1.00	0.87	1.01	1.03	1.33	1.36	0	0	0	3.4	5.4	8.3	9.5	0.83	1.48	1.53	1.67	1.85	1.96	2.10						
	23-4	下り 単路部	追越	0.77	0.96	0.76	1.28	0.98	1.36	1.43	0	0	0	2.9	4.7	5.6	7.2	0.83	1.48	1.53	1.67	1.85	1.96	2.10						
	23-5	下り 交差点	走行	1.02	1.17	1.19	1.07	1.64	2.39	1.56	0	0	5.8	9.7	11.2	11.6	11.8	1.16	1.73	2.28	2.54	2.78	2.79	3.07						
	23-5	下り 交差点	追越	1.24	1.33	1.54	1.69	1.42	1.67	1.46	0	2.7	2.9	12.4	18.4	18.9	19.8	1.16	1.73	2.28	2.54	2.78	2.79	3.07						
愛知県 塩部郡 弥富町 稲荷西	23-6	下り 交差点	走行	—	—	1.90	2.11	2.19	2.83	2.81	—	—	1.2	24.4	26.9	27.6	30.7	—	—	1.00	1.51	1.62	1.66	1.95						
	23-6	下り 交差点	追越	—	—	1.80	2.32	3.46	1.72	1.54	—	—	0	6.6	11.7	16.7	20.0	—	—	1.00	1.51	1.62	1.66	1.95						
	23-7	下り 単路部	走行	—	—	0.93	0.92	1.26	1.26	1.02	—	—	0	1.8	4.5	6.6	8.2	—	—	0.95	1.23	1.40	1.39	1.53						
	23-7	下り 単路部	追越	—	—	0.74	1.06	1.30	1.66	1.59	—	—	0	2.2	14.6	10.2	10.6	—	—	0.95	1.23	1.40	1.39	1.53						
	23-8	上り 交差点	走行	—	—	1.37	2.20	2.48	3.24	2.83	—	—	0	6.25	6.39	0.32	0.33	7.7	—	—	1.28	1.73	1.79	1.94	2.10					
	23-8	上り 交差点	追越	—	—	1.17	1.51	1.78	1.92	1.21	—	—	0.4	4.3	11.8	14.3	19.9	—	—	1.28	1.73	1.79	1.94	2.10						
	23-9	上り 単路部	走行	—	—	1.51	1.40	1.91	2.02	2.42	—	—	0	6.0	18.1	12.5	14.3	—	—	1.22	1.55	1.70	1.77	1.95						
	23-9	上り 単路部	追越	—	—	1.30	1.46	1.70	1.56	1.73	—	—	0	5.7	14.2	16.2	22.6	—	—	1.22	1.55	1.70	1.77	1.95						
	静岡県 御殿場市 駒門地内	246-1(AC-100)	上り 交差点	走行	0.93	0.98	1.09	1.25	1.17	1.28	0.94	0	0	1.4	8.7	10.7	11.7	11.7	0.47	0.52	0.59	0.76	0.85	0.88	0.91					
246-1(AC-100)		上り 交差点	追越	0.96	0.89	0.85	1.04	1.00	1.30	1.45	0	0	0.3	7.9	8.7	9.4	9.5	0.47	0.52	0.59	0.76	0.85	0.88	0.91						
246-2(AC-100)		上り 単路部	走行	0.89	0.99	0.93	1.07	1.02	1.28	1.06	0	0	0.3	4.1	3.8	6.2	6.4	0.34	0.40	0.46	0.69	0.69	0.79	0.79						
246-2(AC-100)		上り 単路部	追越	0.81	0.77	0.93	1.01	0.96	1.19	0.91	0	0	0	6.0	6.4	7.6	8.1	0.34	0.40	0.46	0.69	0.69	0.79	0.79						
246-3(St As)		上り 交差点	走行	0.95	1.05	0.92	1.25	1.20	1.45	1.28	0	0	0	4.3	5.2	5.7	6.1	0.40	0.59	0.63	1.01	1.08	1.04	1.04						
246-3(St As)		上り 交差点	追越	1.49	1.53	1.49	1.74	1.79	2.12	1.50	0	0	0	6.4	8.9	9.6	10.1	0.40	0.59	0.63	1.01	1.08	1.04	1.04						
246-4(St As)		上り 交差点	走行	0.85	0.83	0.82	0.95	1.00	1.20	0.97	0	0	0	1.5	3.2	3.6	3.8	0.46	0.64	0.64	0.82	0.88	0.91	0.94						
246-4(St As)		上り 交差点	追越	0.79	0.81	0.92	0.90	0.81	1.00	0.88	0	0	0	0.9	3.5	3.7	3.7	0.46	0.64	0.64	0.82	0.88	0.91	0.94						
246-4(St As)		上り 単路部	追越	0.79	0.81	0.92	0.90	0.81	1.00	0.88	0	0	0	0.9	3.5	3.7	3.7	0.46	0.64	0.64	0.82	0.88	0.91	0.94						

$$PSI = 4.53 - 0.518 \log \sigma - 0.371 \sqrt{C} - 0.174 D^2 \text{ (cm) (道路維持修繕要綱)}$$

$$MCI = 10 - 1.48 C^{0.3} - 0.29 D^{0.7} - 0.47 \sigma^{0.2} \text{ (mm) (土木技術資料 23-11-1981)}$$

調査箇所	項目	調査年月	供用性指数												維持管理指数											
			P S I												M C I											
			S57年 6月	S57年 9月	S58年 9月	S59年 7月	S59年 9月	S60年 7月	S60年 9月	S57年 6月	S57年 9月	S58年 9月	S59年 7月	S59年 9月	S60年 7月	S60年 9月										
愛知県 塩部郡 弥富町 三好地内	23-1	上り 交差点	走行	4.18	4.02	2.98	1.54	1.00	0.84	0.84	7.9	7.67	4.87	2.92	2.35	2.21	2.19									
	23-1	上り 交差点	追越	4.24	4.11	3.86	2.48	1.93	1.70	1.62	7.9	7.71	7.32	4.19	3.51	3.22	3.10									
	23-2	上り 交差点	走行	4.34	3.67	2.90	1.68	1.39	1.29	—	8.3	6.05	4.72	3.03	2.70	2.60	—									
	23-2	上り 交差点	追越	4.40	4.27	3.82	2.57	2.28	2.22	—	8.3	8.04	6.36	4.19	3.81	3.73	—									
	23-3	上り 単路部	走行	4.24	4.17	3.24	1.66	1.31	1.23	1.02	7.6	7.37	5.27	3.02	2.60	2.54	2.32									
	23-3	上り 単路部	追越	4.37	4.29	4.07	2.77	2.62	2.43	2.23	8.3	8.11	6.99	4.48	4.25	3.98	3.69									
	23-4	下り 単路部	走行	4.49	4.15	4.15	3.36	3.07	2.73	2.55	8.2	7.62	7.59	5.31	4.84	4.38	4.15									
	23-4	下り 単路部	追越	4.47	4.16	4.18	3.36	3.13	2.91	2.69	8.2	7.62	7.60	5.39	4.94	4.69	4.38									
	23-5	下り 交差点	走行	4.29	3.66	2.69	2.24	1.83	1.72	1.52	7.9	6.05	4.42	3.81	3.45	3.37	3.20									
23-5	下り 交差点	追越	4.25	3.34	2.90	1.98	1.51	1.45	1.15	7.9	5.38	4.86	3.54	2.98	2.92	2.68										
愛知県 塩部郡 弥富町 稲荷西	23-6	下り 交差点	走行	—	—	3.81	2.13	1.97	1.87	1.58	—	—	6.45	3.66	3.44	3.34	2.97									
	23-6	下り 交差点	追越	—	—	4.22	2.99	2.53	2.41	2.11	—	—	8.02	4.90	4.26	3.96	3.53									
	23-7	下り 単路部	走行	—	—	4.39	3.79	3.35	3.19	3.06	—	—	8.13	6.09	5.34	5.07	4.79									
	23-7	下り 単路部	追越	—	—	4.44	3.70	3.30	2.89	2.81	—	—	8.16	5.97	5.33	4.68	4.52									
	23-8	上り 交差点	走行	—	—	3.81	1.95	1.77	1.51	1.37	—	—	6.50	3.40	3.19	2.91	2.73									
	23-8	上り 交差点	追越	—	—	3.92	3.15	2.57	2.33	2.06	—	—	6.66	5.06	4.18	3.87	3.44									
	23-9	上り 単路部	走行	—	—	4.19	3.13	2.83	2.52	2.27	—	—	7.82	4.99	4.59	4.13	3.83									
	23-9	上り 単路部	追越	—	—	4.24	3.14	2.51	2.39	1.98	—	—	7.83	5.02	4.09	3.91	3.38									
	静岡県 御殿場市 駒門地内	上り 交差点	走行	4.51	4.49	4.09	3.29	3.16	3.07	3.13	8.6	8.61	6.88	5.48	5.20	5.08	5.08									
上り 交差点		追越	4.50	4.51	4.30	3.38	3.31	3.20	3.16	8.6	8.62	7.51	5.58	5.40	5.28	5.23										
上り 単路部		走行	4.54	4.50	4.31	3.68	3.72	3.44	3.47	8.8	8.77	7.66	6.14	6.20	5.72	5.71										
上り 単路部		追越	4.56	4.56	4.51	3.54	3.52	3.36	3.39	8.8	8.79	8.69	5.87	5.83	5.56	5.53										
上り 交差点		走行	4.51	4.46	4.48	3.53	3.44	3.37	3.37	8.7	8.52	8.49	5.75	5.55	5.51	5.47										
上り 交差点		追越	4.41	4.37	4.37	3.29	3.09	3.02	3.07	8.7	8.48	8.44	5.43	5.09	5.04	5.03										
上り 単路部		走行	4.53	4.50	4.58	3.97	3.73	3.64	3.66	8.7	8.48	8.47	6.60	6.10	5.98	5.93										
上り 単路部		追越	4.55	4.51	4.50	4.08	3.75	3.67	3.69	8.7	8.49	8.48	6.84	6.07	5.98	5.96										

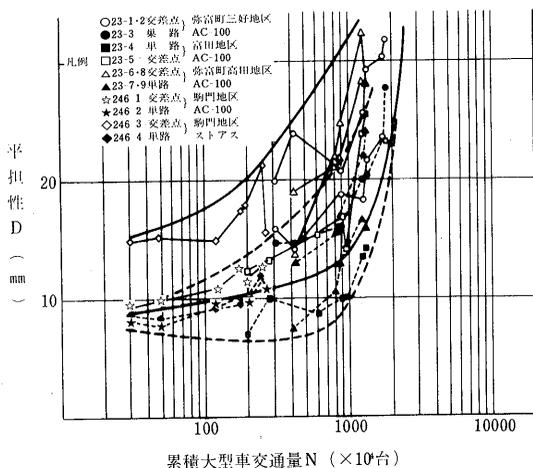


図-5 Nと平坦性²⁾⁴⁾

好、稲荷西地区の一部を除いては、供用3~4年の σ 値は2.4mm以下と良好な状態にある。駒門地区では累積大型車台数が少ないことから施工時の値からほとんど変化していない。

一方累積大型車台数Nが1000万台を越えると σ 値は急激に大きくなる。これはわだち掘れ量とひびわれ率がともに1000万台近辺から急増することによる影響と推測される。しかしN=1000万台でも σ が2.4mm以下の良好な状態に保持されている箇所も多く、AC-100の効果が推測できる。

3-4-2 わだち掘れ (平均わだち掘れ量)

わだち掘れ量の経年変化および累積大型車台数Nとの関係を図-6~8に示す。

図-6によると国道23号における3地区のわだち掘れ進行度合は20mm/3年ではぼ近似しているが、駒門地区

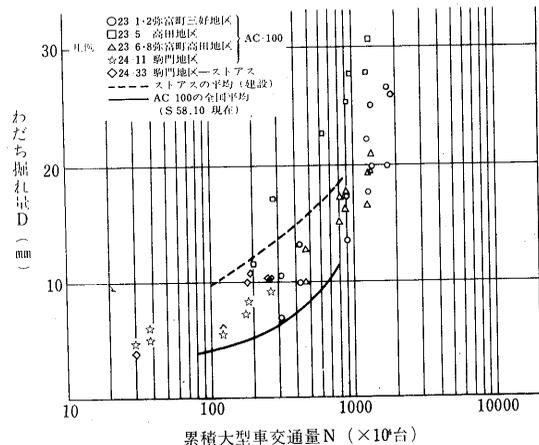


図-7 Nとわだち掘れ量 (交差点部)²⁾⁴⁾

では大型車交通量が弥富地区の1/6であることから4mm/3年とかなり低い変化率である。

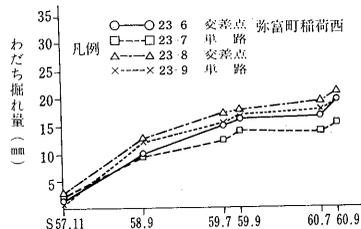
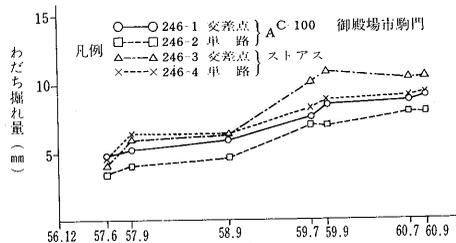
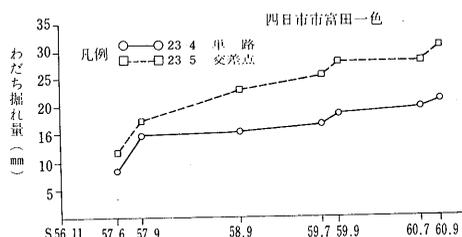
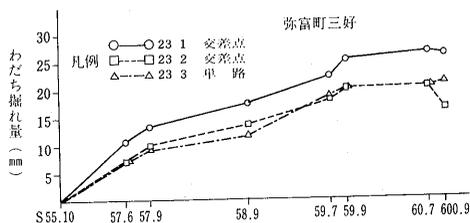


図-6 わだち掘れの経年変化²⁾

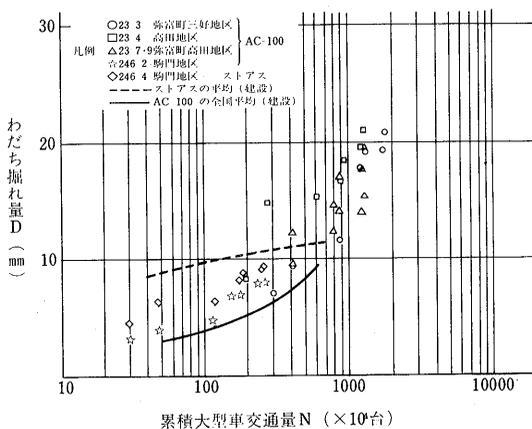


図-8 Nとわだち掘れ量 (単路部)²⁾⁴⁾

各地区とも交差点部のわだち掘れ量は単路部より1.1～1.4倍大きな状態であるが、弥富地区と富田地区の交差点部では供用4ケ年で30mmのわだち掘れ量である。また富田地区では昭和60年9月の最大わだち掘れ量が交差点部49mm、単路部46mmを記録し維持修繕要否判断の目標値30～40mmを上回っている。また、弥富町三好地区での密粒度ギャップ(20)の効果は明確ではなかった。

一方、Nとわだち掘れの関係を見ると図一7、8に示すように、昭和58年10月までの結果を全国的にまとめた回帰曲線と比較して、各地区ともその進行が相当に速いことが認められる。弥富地区と富田地区ではストアスのわだち掘れ変化(第29回建設省技術研究会)を上回る状況にあり、かつ累積大型車台数が1000万台を越すとわだち掘れ量は急激に増大して、国道23号の特殊性(超重量車両交通)の影響を大きく反映した結果となっている。

3-4-3 ひびわれ

各地区のひびわれ率の経年変化を図一9に、また累積大型車台数Nとの関係を図一10に示す。

昭和60年9月現在、国道23号の3地区では供用3～4ケ年で10～45%のひびわれの発生が見られる。

ひびわれの進行は各地区とも昭和58年9月から昭和59年7月にかけて急速に増加していることが図一10から読み取れるが、この間、交通量やたわみ量の大幅な変化が見られないことから、その他の要因、例えばこの年の長期異常低温がひびわれ発達に影響している等が推察される。

ひびわれの発生形態は、わだち部に発生した縦方向の線状クラックと、センターライン付近の縦施工ジョイントから派生した横方向のクラック及びこれから網状クラックに発達したものの2種が観察され、縦方向のひびわれは“わだち割れ”，横方向のひびわれは温度応力によるクラックではないかと推測される。

Nとひびわれ率をみると、弥富町地区では約400万台でひびわれが発生し、700～1100万台でストアスの平均値を上回る状態となり、1000～1300万台で維持修繕要否判断の目標値30～40%に達している。また他の地域でも同じ傾向が見られることからAC-100はひびわれが一度発生すると急激に増加する傾向にある。

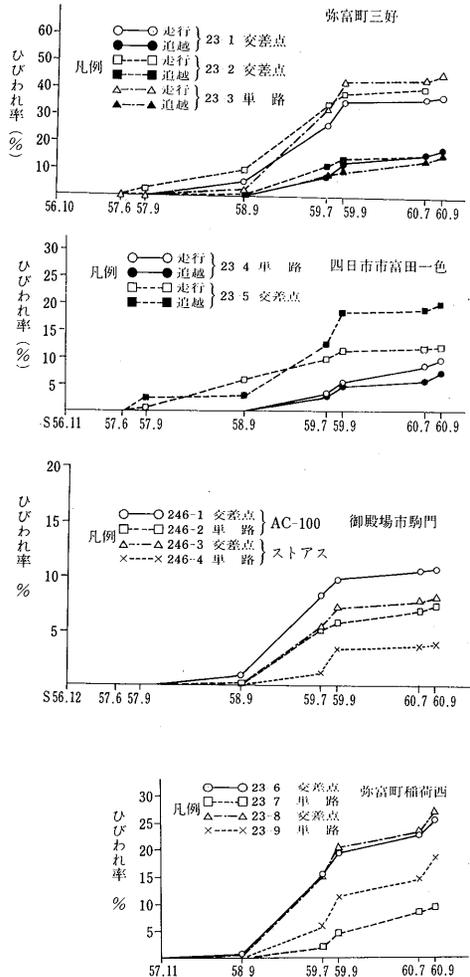
3-4-4 NとMCI及びPSI

累積大型車台数NとMCI及びPSIの関係を図一11～14に示す。

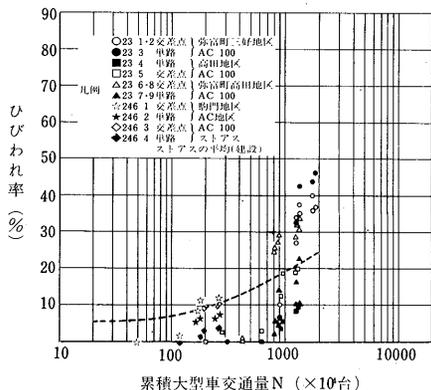
MCI値及びPSI値は、国道23号ではともにNが500万台を越すと急激に低下して全国平均値を下回る状態となり、駒門地区ではNが200万台で全国平均値を下回る

状態となっている。

早急に修繕が必要とされる $MCI \leq 3$ となるNは、国道23号の3地区の交差点部では1000～1300万台、単路部で



図一9 ひびわれ率の経年変化²⁾



図一10 Nとひびわれ率^{2) 4)}

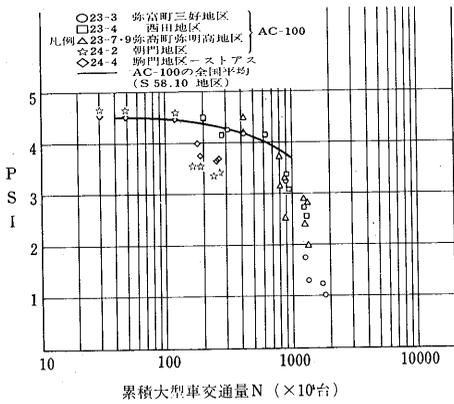


図-11 NとPSI(単路部)²⁾⁴⁾

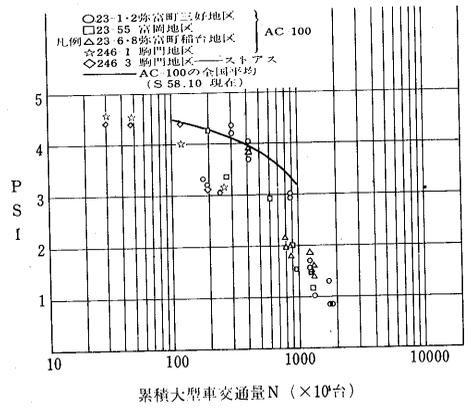


図-12 NとPSI(交差点部)²⁾⁴⁾

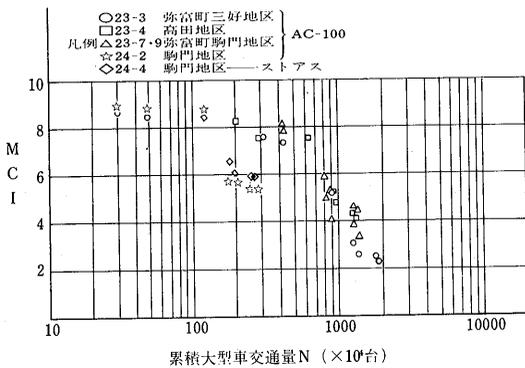


図-13 NとMCI(単路部)²⁾⁴⁾

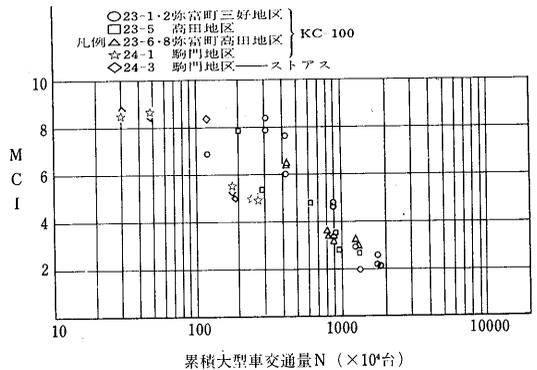


図-14 NとMCI(交差点部)²⁾⁴⁾

は1300~1400万台である。またPSIにおいてはオーバーレイの必要とされるPSI=1.5のNは国道23号交差点部で1000~1400万台、単路部で約1300万台でMCI、PSIともにほぼ同様な結果となっている。

国道23号の3地区ともに昭和60年9月でNが1300万台を越え、既に維持修繕の必要な状態になっているが、D交通(大型車3000台/日・一方向)の10年間交通量(約1100万台)に相当する大型車台数が約3年間で通行したことになり、供用期間は短いが目標とした許容交通量を満足したと推測される。

3-4-5 たわみ量

たわみ量の経年変化を表-16、図-15に示す。各地区ともにたわみ量の大きな変化は見当たらないが、弥富町三好地区、四日市市富田地区ではともに昭和58年9月から漸増傾向にあり、ひびわれの発生と近似しているため、ひびわれ発達によって舗装体表面部の支持力低下が生じていると推察される。また御殿場市駒門地区でも昭和58年9月からたわみ量が大きくなっており、ひびわれの発生、発達と相関した傾向にある。

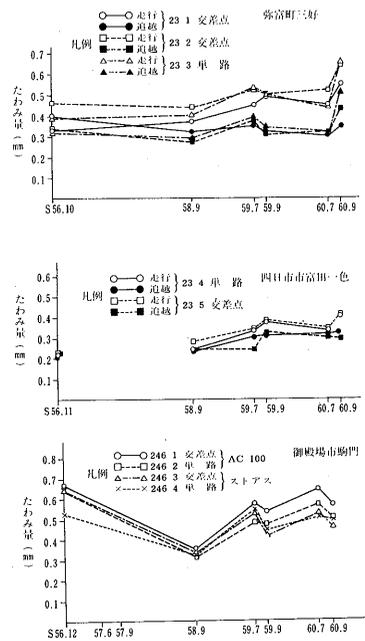


図-15 たわみ量の経年変化²⁾

表-16 たわみ量の経年変化²⁾

弥富町三好

調査箇所	車線	項目	施工直後 昭和56年10月			昭和58年9月			昭和59年7月			昭和59年9月			昭和60年7月			昭和60年9月		
			測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm	測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm	測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm	測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm	測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm	測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm
23-1 上り 交差点	走行	走	0.32	20	0.33	0.62	40	0.38	0.75	36.5	0.52	0.70	41	0.42	0.78	48	0.36	0.62	23	0.60
		追	0.39	20	0.40	0.53	40	0.33	0.58	35.5	0.41	0.46	40	0.29	0.51	48	0.23	0.40	22	0.39
23-2 上り 交差点	走行	走	0.45	20	0.46	0.74	42	0.43	0.87	40.2	0.54	0.71	37	0.48	0.72	44	0.39	0.73	29	0.61
		追	0.33	20	0.34	0.45	42	0.26	0.61	40.5	0.37	0.44	37	0.30	0.55	44	0.30	0.49	28	0.42
23-3 上り 単路部	走行	走	0.38	20	0.39	0.66	40	0.41	0.88	46.9	0.42	0.71	29	0.60	0.75	31	0.60	0.74	29	0.62
		追	0.31	20	0.32	0.49	42	0.28	0.65	46.4	0.32	0.49	31	0.39	0.55	38	0.36	0.58	28	0.50

四日市市富田一色

調査箇所	車線	項目	施工直後 昭和56年11月			昭和58年9月			昭和59年7月			昭和59年9月			昭和60年7月			昭和60年9月		
			測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm	測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm	測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm	測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm	測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm	測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm
23-4 上り 交差点	走行	走	0.22	—	—	0.39	40	0.24	0.42	31.3	0.33	0.50	34	0.37	0.72	48	0.33	0.45	27	0.40
		追	0.21	—	—	0.35	38	0.23	0.46	38.3	0.30	0.42	34	0.31	0.53	42	0.31	0.36	26	0.32
23-5 上り 交差点	走行	走	0.23	—	—	0.45	40	0.28	0.44	32.0	0.34	0.53	36	0.37	0.71	47	0.34	0.46	28	0.40
		追	0.23	—	—	0.37	38	0.24	0.40	41.5	0.24	0.42	33	0.32	0.54	43	0.30	0.33	27	0.29

御殿場市駒門

調査箇所	車線	項目	施工直後 昭和56年12月			昭和58年9月			昭和59年7月			昭和59年9月			昭和60年7月			昭和60年9月		
			測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm	測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm	測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm	測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm	測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm	測定値 (mm)	路面温 度 °C	温度補 正値mm
246-1 上り 交差点 AC-100	走行	走	0.53	11	0.64	0.61	42	0.35	0.74	33	0.56	0.58	25	0.53	0.75	31	0.60	0.67	27	0.59
		追	0.59	12	0.70	0.62	43	0.35	0.71	30	0.58	0.59	26	0.53	0.84	31	0.68	0.59	27	0.52
246-2 上り 単路部 AC-100	走行	走	0.55	14	0.63	0.52	45	0.27	0.67	40	0.42	0.52	24	0.49	0.70	31	0.56	0.58	26	0.52
		追	0.57	14	0.65	0.62	43.5	0.34	0.66	31	0.53	0.51	27	0.45	0.70	31	0.56	0.53	26	0.48
246-3 上り 交差点 St.As	走行	走	0.39	0	0.55	0.58	43	0.32	0.62	27	0.55	0.50	29	0.42	0.66	31	0.53	0.52	29	0.44
		追	0.52	1	0.73	0.58	41.5	0.34	0.54	27	0.48	0.44	27	0.39	0.63	31	0.50	0.52	28	0.45
246-4 上り 単路部 St.As	走行	走	0.42	2	0.58	0.52	43.5	0.29	0.64	28	0.55	0.56	31	0.45	0.68	31	0.54	0.63	28	0.54
		追	0.35	2	0.48	0.59	42.5	0.34	0.59	27	0.52	0.49	27	0.43	0.57	31	0.46	0.50	28	0.43

3-5 アスコンの性状調査

AC-100は耐ひびわれ性を改善したセミブローンアスファルトであるが、今回の試験舗装各地区ともに全国平均に比べると比較的早くにひびわれが発生した。このため昭和60年9月に弥富町三好地区のひびわれの発生箇所(不良箇所)と同一工区

の良好箇所の2ヶ所、駒門地区では良好箇所1ヶ所の計3ヶ所で図-16に示す横断位置でコアを採取し、AC-100混合

物層のコア厚さ、密度、回収アスファルト性状を調査した。結果を表-17~19に示す。

これによると、弥富町地区では良好箇所に比較して不

表-17 厚さおよび密度測定結果(弥富地区)²⁾

工区	愛知県海部郡弥富地区(23-1)												
	32m (ひびわれ発生箇所)					65m (良好箇所)					設計値		
位置	⑤	④	③	②	①	⑤	④	③	②	①			
⑤よりの距離m	3.10	2.55	1.63	0.70	0.30	3.10	2.55	1.63	0.70	0.30	—		
下り(mm)	-4	-17	+10	+29	+10	-3	+11	-4	+12	-1	—		
アスコン層各層厚さmm	密粒	51	42	49	44	53	58	51	60	48	50		
	粗粒	75	63	52	44	42	62	52	53	47	50		
	粗粒	75	78	71	58	63	60	58	51	37	27		
	トベカ	11	12	18	15	16	14	18	27	26	—		
	密粒	54	47	48	48	50	55	55	55	52	50		
粗粒	69	68	71	78	73	66	71	69	75	70	70		
全層	335	310	309	287	297	315	305	315	285	285	270		
密度	2.442	2.452	2.396	2.436	2.393	2.444	2.437	2.442	2.452	2.406	2.381		
最大比重						2.494					2.490	2.467	
密度測定	空隙率%	2.09	1.68	3.93	2.33	4.05	1.85	2.13	1.93	1.53	3.37	3.49	
	密度g/cm ³	2.342	2.365	2.297	2.354	2.253	2.391	2.409	2.396	2.407	2.365	2.363	
測定	最大比重						2.489					2.506	2.466
	空隙率%	5.79	4.87	7.60	5.31	9.37	4.59	3.87	4.39	3.95	5.63	4.18	

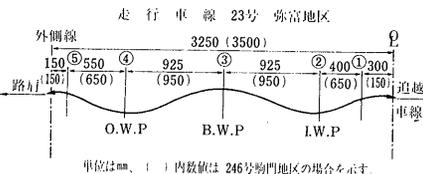


図-16 コア採取横断位置図²⁾

良箇所の空隙率は表層で0.2(轍部)~1.0%(非轍部)、基層では1.2(轍部)~2.7%(非轍部)大きく、不良箇所の密度が全体に低い状況である。また駒門地区と弥富地区の良好箇所の空隙率を比較すると表層、基層ともに轍部は1.2%,非轍部は1.1~0.5%と駒門地区が大きく、交通量による圧密作用の差がみられ、駒門地区はひびわれが発生しやすい状況にあると思われる。

また施工ジョイント部にひびわれの発生が多い弥富地区の不良箇所の空隙率は表層で4.1%,基層では9.4%を記録し、施工ジョイント部分からのひびわれ発生の原因の一つと推定される。

一方採取したアスコンの組成では、配合設計粒度に比較して粗粒度アスコン(20)は変わらないが、密粒度アスコン(20)の抽出粒度では2.5mm,0.074mm通過量ともに数%高くなっている。とくに不良箇所の0.074mm通過量は約4%多く、アスファルト量の不足が考えられ、ひびわれ発生の原因の一つと考えられる。

また回収アスファルトの性状を施工時のデータ(表-11)と比較したものが表-20であるが、表層混合物については良、不良箇所に差は見られず、弥富、駒門地区の差も見られない。

しかし基層混合物では60°C粘度において良好箇所と不

良箇所に差が見られ、不良箇所のアスファルトに劣化が進んでいる状態にある。一般に供用中のアスファルトの劣化は基層混合物より表層混合物の方が大きいことから、基層混合物の劣化はアスファルト混合物製造過程でかなり進んでいたと推測される。

4 あとがき

中部地方建設局管内における56年度、57年度のセミブローンアスファルトAC-100試験施工の結果について記

表-18 厚さおよび密度測定結果(駒門地区)²⁾

工 区	静岡県御殿場市駒門地区(246-2)					
	75m (良好箇所)					
位置	⑥	④	③	②	①	
番号	3.35	2.70	1.75	0.80	15	
①よりの距離m						
下り(mm)	±0	+3	-5	+8	±0	
ア各層	密粒	48	51	52	46	50
	粗粒	53	49	50	46	45
コ厚	粗粒	57	56	60	59	60
	AS安定処理	84	86	90	98	95
ンさ	全層	242	242	252	249	250
	密密度g/cm ³	2.412	2.435	2.444	2.417	2.383
度粒	最大比重	2.501				
	空隙率%	3.56	2.64	2.28	3.36	4.72
測粗	密度g/cm ³	2.343	2.388	2.400	2.371	2.376
	最大比重	2.507				
定粒	空隙率%	6.54	4.75	4.27	5.42	5.23

表-19 アスコンの組成および回収アスファルトの性状²⁾

工 区	愛知県海部郡弥富地区(23-1)								御殿場市駒門地区(246-2)			
	32m(ひびわれ発生箇所)				65m(良好箇所)				配合設計値 75m(良好箇所)			
	表層		基層		表層		基層		表層		基層	
抽出AS値	轍部	非轍部	轍部	非轍部	轍部	非轍部	轍部	非轍部	表層	基層	轍部	非轍部
	5.18	5.03	5.22	5.11	5.32	5.20	5.25	5.21	5.00	5.00	5.41	5.51
As抽出	25	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	20	100	98.4	97.8	96.9	100	98.4	99.3	99.3	99.3	99.4	100
材粒	13	80.1	78.5	78.2	78.4	82.0	78.7	80.5	80.3	78.0	78.8	85.3
	5	43.1	42.2	52.1	52.1	43.7	40.6	55.5	55.2	37.2	46.7	55.0
出度	2.5	37.5	37.5	30.1	30.3	38.4	36.7	32.0	30.6	31.5	27.0	43.4
	0.6	26.9	27.7	18.8	19.4	24.8	24.0	19.2	17.8	19.9	15.7	24.5
試粒	0.3	18.7	20.0	11.7	12.5	15.2	14.6	11.8	11.2	11.1	8.5	16.0
	0.15	13.4	13.9	7.8	9.1	10.6	9.6	8.1	8.1	7.9	5.8	9.7
験径	0.074	9.4	10.2	5.7	6.0	7.6	7.2	6.0	6.1	6.2	4.6	6.3
	針入度	31	27	26	22	32	26	30	32	—	—	27
As軟化点	67.0	70.0	69.5	72.0	68.0	70.5	68.0	61.5	—	—	67.5	70.0
	60°C粘度	52100	—	132000	—	45500	—	80600	—	—	50900	—
性状	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	96500
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表-20 回収アスファルト性状の比較²⁾

工 区	愛知県海部郡弥富町三好地内			静岡県御殿場市駒門地内		
	施工直後	昭和60年9月(47箇月経過)	32m(不良)	65m(良好)	施工直後	昭和60年9月(46箇月経過)
表	針入度(1/100cm)	39.5	29	29	39	26
	軟化点(°C)	62.3	68.5	69.3	63.0	68.8
層	60°C粘度(poise)	35200	52100	45500	23709	50900
	針入度(1/100cm)	36.5	24	26	38	26
基	軟化点(°C)	64.0	70.8	69.8	62.5	69.3
	60°C粘度(poise)	46500	132000	80600	22956	96500

述したが、調査結果を総括すると以下のものである。

- ① わだち掘れ量は累積大型車台数(N)に比例して増加し、N=1000万台でD=20mm(単路部)~30mm(交差点部)と、全国平均値を上回るものの耐流動性に効果がみられる。
- ② ひびわれの発生原因は基層混合物のアスファルトの劣化、表層混合物の粒度変化、締固め不足あるいは施工ジョイント部付近の密度不足等の施工時に起因する項目が推定されるが、一度ひびわれが発生すると急激に進む傾向にある。
- ③ 供用性指数PSIあるいは維持管理指数MCIから見た場合は、大規模な維持修繕を必要とするまで許容できる大型車交通量はN=1000~1200万台であり、目標とする許容交通量は一応満足できると考えられる。これらの事から、AC-100の使用は耐流動対策として

は効果があると判断される。昭和60年度は中部地建管内で約2500tを継続的に使用しているが、比較的早期にひびわれが発生する傾向にある。このため、より一層耐ひびわれ性を増すために

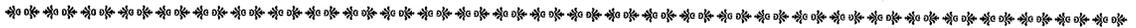
- (1) アスファルト使用量をOAC+0.3%とする。
………配合設計上での配慮
- (2) 他の改質アスファルトと組合わせて使用する。基層はAC-100、表層は樹脂系アスファルトとする。
………構造上での配慮
等を一部で実施している。

これらのデータの集積をまっけて中部地方建設局としての耐流動対策の確立を図って行きたい。

おわりに試験舗装等の実施にあたり、いろいろとご指導をいただいた建設省土木研究所舗装研究室はじめ関係各位に誌上をおかりして深く感謝致します。

参考文献

- 1. 中部道路研究会，中部道路研究会報告(昭和60年度) p.2.
- 2. 建設省中部地建中部技術事務所，昭和60年度特殊舗装外1件測定調査AC-100調査報告書
- 3. 日本アスファルト協会，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(昭和59年5月) p.70.
- 4. 飯島 尚，伊藤正秀：土木技術資料，セミブローンアスファルトAC-100を用いた試験舗装の供用性，vol.27-3(1985).



日本のアスファルト事情 1986年版

B5・48ページ・¥600(送料は実費)

当面するアスファルト事情を
わかりやすく解説した資料です。
広くご利用いただけるよう編
纂致しました。

ハガキにてお申込み下さい。
申込先 105 東京都港区虎ノ門2丁目6番7号
和孝第10ビル
日本アスファルト協会

目次

<p>★需要 用途 需要の推移</p> <p>★供給 生産 流通 施策</p>	<p>★課題 ★参考資料 品質規格 試験法 品質管理 アスファルト舗装の特長</p>	<p>臨時石油アスファルト需給等対策会議 道路予算 世界の原油確認埋蔵量 原油 入量の推移 原油価格 石油需給計画</p>
---	--	---

天然アスファルトを利用した舗装の施工例

野々田 充*

1. まえがき

天然アスファルトは、原油のようなものが長い間により揮発性成分が蒸発し、あるいはさらに日光・空気などにより酸化重合等の作用を受けてできたものと考えられている。従って、アスファルト分などの組成もまちまちであり、性状も各々異なっている。通常、天然アスファルトは産出されるときの状態から一般に以下の3つに区分される。¹⁾⁴⁾

- ① ロックアスファルト (rock asphalt)
- ② レイクアスファルト (lake asphalt)
- ③ オイルサンド (oil sand)

しかし、日本で実際に最も多く使用されている天然アスファルトは、南米トリニダッド島に産出する T. L. A. (Trinidad Lake Asphalt) である。²⁾³⁾⁴⁾ 戦前には、東京を中心として、密粒度アスファルトコンクリート(以下、アスコンと呼ぶ)・シートアスファルト・トベカ等のバインダーとして広く使われた⁵⁾。戦後は、しばらく輸入が中断していたが、昭和47年に立山有料道路ロードアスファルト舗装工事に使用されて以後、グースアスファルト(以下、グースと呼ぶ)・ロードアスファルト(以下、ロードと呼ぶ)・フォームダマチックシール(以下、F. M. S. と呼ぶ)等に用いられている⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾。しかし、その主流は、鋼床版のグース用バインダーである。

ここでは、各種利用例の中からグースと F. M. S. を選び、その工事施工例中の T. L. A. を用いた部分についてのみ紹介するものである。施工例全体については、他の文献を参照されたい¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾。

2. グースの施工例

2-1 因島大橋橋面舗装工事

(1) 工事概要

瀬戸内海を橋で結ぶ本州四国連絡橋は、神戸・鳴門ルート、児島・坂出ルート、尾道・今治ルートの3ルートが建設を進められている。

因島大橋は、尾道・今治ルートに含まれ、図-1のよ

うに向島と因島を結ぶ橋である。因島大橋の橋面舗装工事の概要を表-1、図-2に示す。本工事の特色は、①本州四国連絡橋として、今後続く吊橋の橋面舗装に対する試験舗装としての位置づけがある。②本工事の結果は「本州四国連絡橋橋面舗装基準(案)」等の設計図書の技術指針類の改訂に反映させることである。

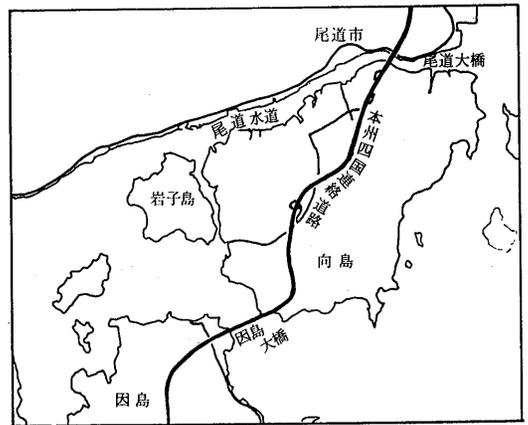


図-1 因島大橋位置図

表-1 工事概要

路線名	一般国道 317 号
工事名	因島大橋橋面舗装工事
工事箇所	自) 広島県御調郡向島町立花 至) 広島県因島市大浜町
工期	自) 昭和 58 年 3 月 25 日 至) 昭和 58 年 10 月 10 日 (200 日間)
発注者	本州四国連絡橋公司
施工業者	日本道路株式会社
工 事 内 容	
鋼床版構造	図-2 参照
舗装構造	図-3, 4 参照
工事延長	車道 約 1250 m 自歩道 約 1440 m
工事幅員	車道 約 7.4 m×上下線 自歩道 4 m

*ののだ みつる 日本道路(株) 技術部

表-2 使用骨材の性状

材 料 名		6号碎石	7号碎石	粗 砂	細 砂	石 粉	規 格 値	
産 地		石島県府中市		広 島 県 竹 原	香 川 県 瓦 州	広 島 県 三 原 市	グース・改質アスコ ン	細粒度アスコ ン
材 質		輝 緑 岩		海 砂	海 砂	石灰岩	(橋面舗装基準) (案) S55.3	(本四共通仕様書より)
粒 度 (%)	ふるい目 20 mm	100						
	13	97.4	100					
	5	4.7	97.8	100	100			
	2.5	0.2	10.8	96.2	99.2			砂は2.5mmフルイに残留する。材料を5.0%以上含んではならない
	0.6		0.5	45.8	91.9			
	0.3			16.8	56.5	100		
	0.15			3.6	5.8	95.5		
	0.074			0.4	1.3	80.7		
比 重	見 かけ	2.730	2.707	2.602	2.620	2.710	粗骨材 2.50以上	2.50以上
	表 乾	2.694	2.659	2.512	2.518			
	か さ	2.673	2.631	2.455	2.455			
吸 水 量 (%)		0.79	1.06	2.29	2.55		粗骨材 2.0%以下	3.0%以下
ロサンゼルスすりへり減量 (%)		10.70	15.30				粗骨材 25%以下	35%以下
真岩及び軟は石片の含有量 (%)		0					粗骨材 5.0%以下	5.0%以下
安 定 度 (%)		3.8	3.8	4.5	3.6		粗骨材 12%以下	* 12%以下
韌 性 指 数				N.P.	N.P.		細骨材 N.P.	** N.P.
細長いまたはうすべらな石片の含有量 (%)		1.2					粗骨材 10.0%以下	25%以下

*粗, 細骨材に適用。 **細骨材のみに適用。 その他は粗骨材のみに適用。

表-3 使用アスファルトの性状

混合物の種類	グースアスファルト				改質アスコ ン		細粒度アスコ ン	
	ストレートアスファルト20/40		トリニダッドレクアスファルト		本四改質アスファルトI型		ストレートアスファルト60/80	
試験値の規格値	試験値	規格値	試験値	規格値	試験値	規格値	試験値	規格値
針入度 (1/100cm)	24.0	20~40	2.0	1~4	76	60~100	67	60~80
軟化点 (°C)	58.0	55~65	96.6	93~98	60.5	50~65	48.5	44.0~52.0
伸 度 (cm)	100+(25°C)	50以上	0		65	50以上	140+	100以上
蒸発減量 (%)	0	0.3以下	0.45					
蒸発後の針入度比 (%)	96	—	100				103	110以下
薄膜加熱重量変化 (%)		—			0.05	0.3以下	0.03	0.6以下
薄膜加熱後の針入度 (%)		—			86.8	65以上	62.7	58以上
三塩化エタン可溶分 (%)	99.92	99.0以上	54.2	52.5~55.5			99.99	99.0以上
引 火 点 (°C)	320	260以上	312.8	240以上	320	280以上	300+	260以上
比 重 (25°C/25°C)	1.0407	1.00以上	1.409	1.38~1.42	1.031	1.000以上	1.037	1.000以上
フラスコ破壊点 (°C)					-18	-12以下		
タフネス 25°C (kg·cm)					230	120以上		
テナンティー 25°C (kg·cm)					190	100以上		
粘 度	60°C				9,500	4,000以上		
	160°C				350	500以下		
	200°C				90	200以下		
灰 分 (%)					0.03	1.0以下		

表-4 各混合物の配合試験結果一覧

項 目		車 道				自転車歩行者道			
		グーラスファルト(下層)		改質アスコン(上層)		細粒度アスコン			
		試験値	規格値	試験値	規格値	試験値	規格値		
室内配合試験結果	骨材配合率(%)	6号砕石	26	—	38	—	27	—	
		7号砕石	27	—	23	—	16	—	
		スクリーニングス	—	—	—	—	—	—	
		粗砂	—	—	23	—	34	—	
		細砂	21	—	9	—	14	—	
		石粉	26	—	7	—	9	—	
	骨材合成粒度(%)	ふるい目 20 mm	—	—	100	100	100	100	
		13	100	100	99.0	95~100	99.3	95~100	
		5	74.6	65~85	63.3	55~75	73.9	65~80	
		2.5	49.8	45~62	40.6	35~50	57.4	50~65	
		0.6	45.7	35~50	25.9	18~30	37.6	25~40	
		0.3	37.9	28~42	16.0	10~21	22.6	12~27	
		0.15	26.0	25~34	8.0	6~16	10.6	8~20	
		0.074	21.3	20~27	5.8	4~8	7.6	4~10	
	混合物性	最適バインダー量(%)	8.2	7~10	6.0	5~7	6.6	6~8	
		流動性試験 240°C (sec)	18	20以下	—	—	—	—	
		貫入試験 40°C (mm)	1.5	1~4	—	—	—	—	
		マーシャル試験	密度 (g/cm ³)	—	—	2.362	—	2.315	—
			空隙率 (%)	—	—	3.5	3~5	4.1	3~6
			飽和度 (%)	—	—	79.8	75~85	78.0	70~85
			安定度 (kg)	—	—	1,230	1,000以上	870	500以上
			フロー値 (1/100cm)	—	—	36	20~40	27	20~40
			安定度/フロー値 (10 ² kg/cm)	—	—	34.2	—	32.2	—
		残留安定度 (%)	—	—	93.5	80以上	85.1	75以上	
	状態	ホイールトラッキング試験 60°C, 6.4 kg/cm ²	締固め度(%)	—	—	100.0	—	—	
		動的安定度(回/mm)	420	300以上	2,420	850以上	—	—	
	試験結果	曲げ試験 -10°C, 50 mm/min	破断ひずみ (×10 ⁻³)	10.1	8.0以上	7.7	6.0以上	—	
破断ひずみ (×10 ⁻³)		—	—	—	—	—	—		
試験結果	ホットビン率(%)	3 Bin	26	—	38	—	28	—	
		2 Bin	27	—	23	—	16	—	
		1 Bin	21	—	32	—	47	—	
		石粉	26	—	7	—	9	—	
	混合物性	バインダー量(%)	8.2	7~10	5.9	5~7	6.4	—	
		流動性試験 240°C (sec)	8	20以下	—	—	—	—	
		貫入試験 40°C (mm)	1.4	1~4	—	—	—	—	
		マーシャル試験	密度 (g/cm ³)	—	—	2.358	—	2.315	—
			空隙率 (%)	—	—	3.8	3~5	4.4	3~6
			飽和度 (%)	—	—	78.5	75~85	76.5	70~85
			安定度 (kg)	—	—	1,260	1,000以上	1,000	500以上
			フロー値 (1/100cm)	—	—	36	20~40	28	20~40
	安定度/フロー値 (10 ² kg/cm)		—	—	35.0	—	35.7	—	
	残留安定度 (%)	—	—	92.4	80以上	90.0	75以上		
	状態	ホイールトラッキング試験 60°C, 6.4 kg/cm ²	締固め度(%)	—	—	—	—	—	
		動的安定度(回/mm)	400	300以上	2,160	850以上	—	—	
	曲げ試験 -10°C, 50 mm/min	破断ひずみ (×10 ⁻³)	10.0	8.0以上	8.0	6.0以上	—	—	

表-5 グースアスファルトの基準値(施工要領より)

項目	基準値
流動性試験, リュエル流動性(240°C)sec	20以下
貫入量試験, 貫入量 (40°C, 52.5 kg/5 cm ² , 30分) mm	1~4
ホイールトラッキング試験, 動的安定度 (60°C, 6.4 kg/cm ²) 回/mm	350以上
曲げ試験, 破断ひずみ(-10°C, 50 mm/min)	8.0×10 ⁻³ 以上

注) 上記基準値のうち動的安定度は、橋面舗装基準(案)において、300(回/mm)と規定されている。

(2) 施工

車道部の舗装構成は、図-3の示すとおりであり、施工は、図-6の手順で行なった。グースの施工状況を写真-1に示す。

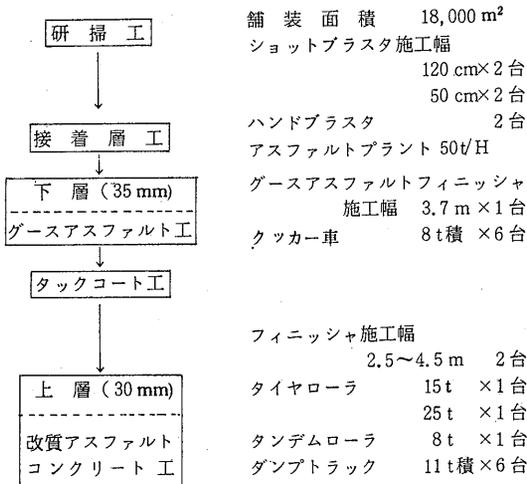


図-6 施工手順と使用機械

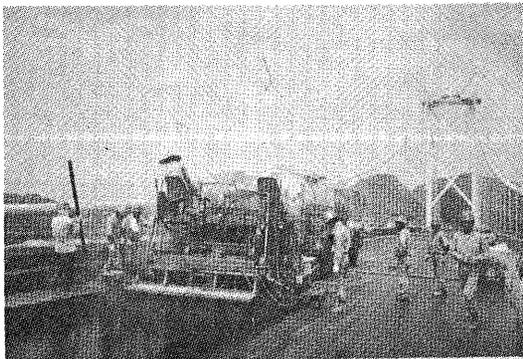


写真-1 下層グースアスファルトの施工状況

従来のグースに比べて、本工事の施工上の特色は、以下の3点である。

- ① グースの製造において、アスファルトブレンド、石粉ドライヤの使用。
 - ② 鋼床版のケレンを全面1種ケレンとした。
 - ③ 伸縮装置が約50 mに1ヶ所で、非常に数が多い。
- グースを製造するプラントにおいて、写真-2, 3のようなアスファルトブレンドと石粉ドライヤを設置することにより、より高品質で安定したグースが製造できた。従来の比較的小さな工事においては、骨材をやや高めに加熱し、石粉を常温で投入し、混合物の温度を確保していた。また、T. L. A. は人力にて小片に破碎したものをクッカに投入し、混合していた。これに対し、アスファルトブレンド装置により、T. L. A. をアスファルト中に溶解させ、プラントでの同時混合が可能となる。前述の2装置を設置することにより、プラントでの混合性は飛躍的に高まり、クッカによる混練り負荷が低下し、本来のクッキングのみに専念できる体制となった。

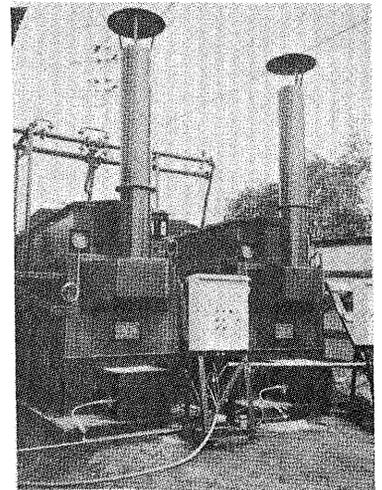


写真-2
TLAブレンド

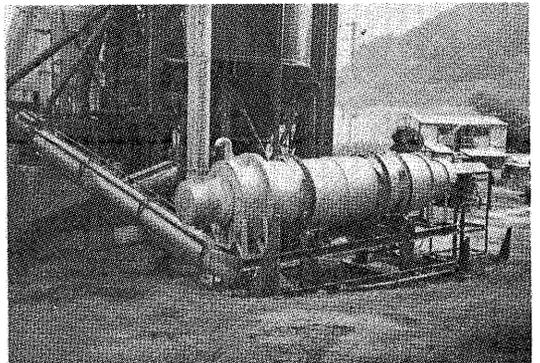


写真-3 石粉加熱装置

鋼床版舗装工事としては、研掃工において1種ケレン(図-6)の実施にも特色はあるが、ここではグースに限って説明するので、興味のある方は、他の文献を参照されたい^{10) 11) 15) 16) 17)}。

フィンガージョイント部の施工は、伸縮装置手前の人力舗設面積をできるだけ少なくするため、ぎりぎりまで機械施工し、フィニッシャの敷き広げ能力を強化することにより、スタート時間の短縮をはかった。人力舗装用

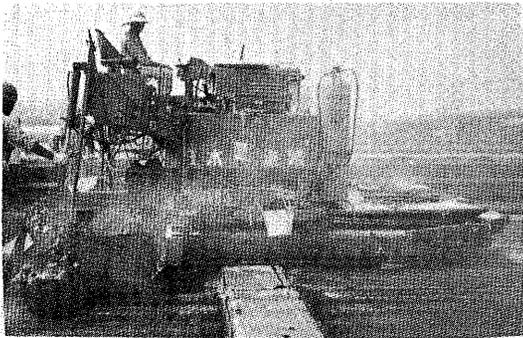


写真-4 グースアスファルト工におけるジョイント乗越し作業状況

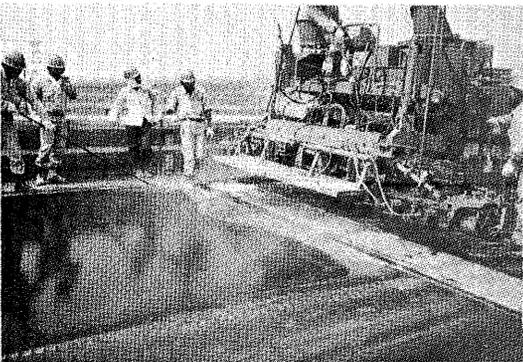


写真-5 グースアスファルト工におけるジョイント乗越し作業状況

の混合物は、やや高めの温度に管理し、流動性を確保した。施工状況を写真-4, 5に示す。

グースの品質管理試験結果を表-6に示す。

(3) 供用性

因島大橋は、昭和58年12月に供用が開始された。しかし、まだ2年弱しか経っていない時点では全く異状は認められず、十分な供用性を示している。

一般的な橋面舗装と破損を表-7に示す¹⁸⁾。構造に関する破損は、橋の鋼床版構造(たとえば、リブ構造・ブランケットの位置や構造)に起因することが多い。また、

表-7 橋面舗装の破損の分類と原因

分類		主な原因
主として路面性状に関する破損	局所的なひびわれ	ヘアクラック ひらき
	段差	伸縮装置付近の凹凸
	変形	わだち掘れ横断方向の凹凸
	磨耗	コレゲーション 寄りくぼみ フラッシュ
	崩壊	ポットホールはく離化
主と関連する構造破損	その他	きず 表面のふくれ
	全面的なひびわれ	線状ひびわれ 亀甲状ひびわれ

主な原因の補足:
 混合物の品質不良、転圧温度の不良。
 伸縮装置と舗装の剛性の違い、構造物継目の不陸。混合物安定性不足による変形、摩耗。
 過大な重交通(静止荷重)混合物の安定性不足、わだちの一定、品質不良。坂路などでの車両の制動。
 過酷な交通条件、混合物の安定性不足、床版の不陸。
 タックコート量の過多、むら。混合物のアスファルト量過度、軟質アスファルト、タックコート量の過多、むら。
 転圧不足、アスファルト量の不足、混合物の過熱、タイヤチェーン、スパイクタイヤの使用、アスファルトの老化、やわらかく摩耗されやすい骨材。
 混合物の品質不良、転圧不足、雨水等の浸入、鋼床版の連結ボルト。
 自動車からの落下物、事故。ち密な混合物、表面下の空気の膨張、タックコートの溶蒸発、コンクリート床の水分蒸発。
 比較的大きいたわみの橋、橋の振動性状による局部的応力集中、床版のたわみ特性、はがれ。橋の振動、たわみ、混合物の品質不良、アスファルトの老化、はがれ。

表-6 グースアスファルトの管理試験結果

項目	個数 n	平均値 \bar{X}	分散 σ^2	最大値 X_{max}	最小値 X_{min}	備考	
流動性試験、リュエル流動性(240℃)(sec)	201	15	2.3	19	8	20以下	
貫入量試験、貫入量(40℃, 52.5 kg/5cm, 30分)(mm)	29	1.56	0.26	2.2	1.2	1~4	
ホイールトラッキング試験、動的安定度(60℃, 6.4 kg/cm ²)(回/mm)	58	410	29.2	470	360	300以上	
曲げ試験、破断ひずみ(-10℃, 50mm/min), ($\times 10^{-3}$)	87	9.8	0.72	11.2	8.4	8.0×10^{-3} 以上	
抽出アスファルト量(%)	87	8.20	0.13	8.47	7.92		
加熱骨材粒度(%)	5 mm	29	75.9	0.42	76.7	75.4	65~85
	2.5	29	48.9	0.42	49.5	48.3	45~62
	0.6	29	44.8	0.33	45.2	44.2	35~50
	0.3	29	38.0	0.44	38.4	36.2	28~42
	0.15	29	26.1	0.29	26.3	25.5	25~34
0.074	29	21.5	0.07	21.6	21.3	20~27	

路面性状に関する破損は、第一義的には表層混合物に起因する。基層用グースは、表層を支持する安定性の不足(耐流動性に影響する)や耐水性の不足が最も重要な問題になるものと思われる。特に耐水性は、舗装の寿命を低下させるだけでなく、鋼床版そのものの錆を促進させ、橋の根本的な寿命に決定的な影響を与えるので、表面的な損傷より重大である。

3. フォームマスチックシールの施工例

3-1 試験施工の概要

(1) 工事概要

国道407号は、当初上下2車線のコンクリート舗装として施工され、現在左右に拡幅され4車線道路となっている。また、交通量の増加がいちじるしく、コンクリート舗装版のひびわれに対応して、アスコンによるオーバーレイが行なわれてきた。しかし、オーバーレイ層にはリフレクションクラックが発生し、その寿命を少しでも延すことが重要な課題であった¹³⁾。

コンクリート舗装上のアスコンによるオーバーレイ舗装は、半剛性構造と考えられ、この種の重交通用舗装をメンテナンスしていくことは、諸外国においても重要な問題となっている^{19) 20)}。そこで、F. M. S.工法は、リフレクションクラックを抑制する一工法として試験的に試みられた^{9) 21) 22) 23)}。

工事概要を、表-8、図-7、8に示す。

F. M. S.を抑制層に利用した所と、そのまま表層として利用した所がある。

(2) 混合物の特徴

F. M. S. を簡単に述べるとグースから粗骨材を取り

のぞき、それにフォーム工法を適用したものである。これはグースと同様に流し込みタイプで、かつ薄層に施工できるマスチック系混合物である。

F. M. S.の特徴は、①疲労抵抗性に富んでいる。②下層との付着性が大きい。③防水性能が高い。④薄層施工が可能。⑤耐摩耗性がすぐれている。また、流し込みタイプであるため目地やひびわれ部への充填も期待でき、変形に対する良好な追従性により、コンクリート版の変位にも良好な緩和性を示すものと考えられる。

表-8 工事概要

路線名	国道407号		
工事名	舗装補修(試験舗装)工事		
工事個所	群馬県太田市古戸地内(2個所)		
工事時期	昭和58年3月		
発注者	群馬県太田土木事務所		
施工業者	日本道路株式会社		
工事内容	1号工区	2号工区	
表層混合物	密粒度アスコン② 改質バインダーA (鉱物質微粉体入り)	密粒度アスコン② 改質バインダーB (ゴム化樹脂入り)	FMS (t=平均20mm)
抑制層	FMS (t=平均20mm)	—	
延長(m)	70	70	130
幅員(m)	6.7	6.7	6.0
施工面積(m ²)	469	469	780

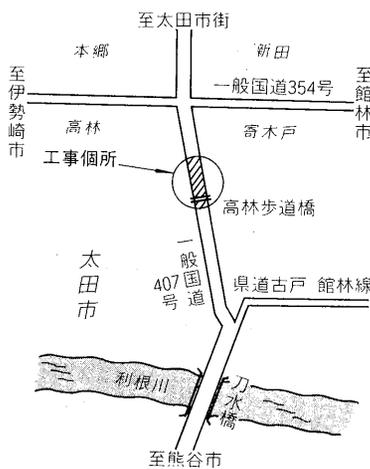


図-7 施工場所

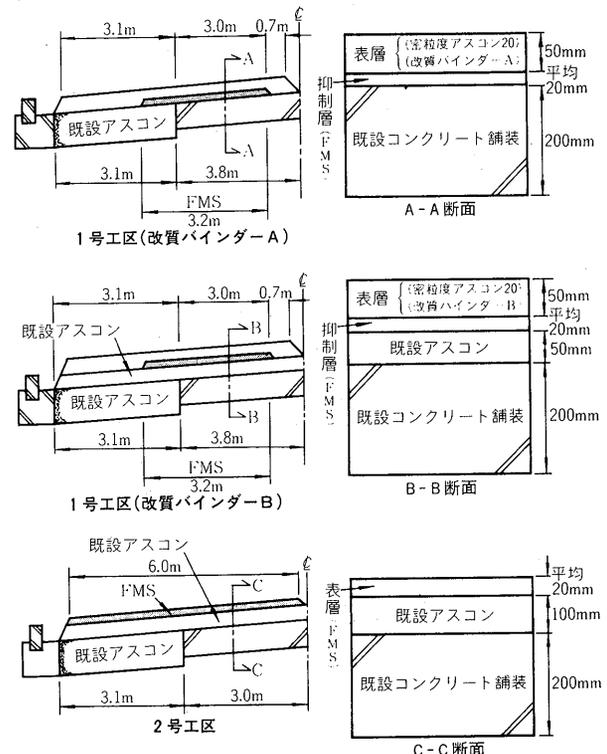


図-8 標準横断面図と舗装構成

3-2 F.M.S.工

(1) 使用材料および配合設計

使用材骨・バインダーの性状を表-9, 10に示す。T.L.A.の使用割合は、バインダーの40%である。

各混合物の配合割合および合成粒度を、表-11, 12, 図-9に示す。配合設計は、グースと同様にリュエル流動性試験で行なう。流動性5秒を示すバインダー量を、設計バインダー量とした。配合試験結果を、表-13, 図-10に示す。実施バインダー量は、10%とした。

表-9 使用材料

材料名	S-20	S-13	S-5	F-2.5	粗砂	細砂	石粉	
材質	石灰岩	石灰岩	石灰岩	石灰岩	川砂	川砂	石灰岩	
産地	栃木県田沼町	栃木県田沼町	栃木県田沼町	栃木県田沼町	栃木県田沼町	茨城県桜川村	栃木県葛生町	
比重	見掛け	2.730	2.735	2.734	2.743	2.756	2.725	2.741
	表乾	2.704	2.701	2.688	2.682	2.632	2.508	—
	かさ	2.689	2.681	2.662	2.647	2.561	2.383	—
	吸水量(%)	0.56	0.74	0.99	1.32	2.77	5.27	—

表-10 使用バインダー

混合物	バインダー	製造会社, 産地	備考
FMS	ストレートアスファルト60~80	昭和石油(株)	ストアス: TLA = 60:40
	天然アスファルト(TLA)	トリニッドッド島	
密粒度アスコン(20)	改質バインダーA	鉱物微粉体入りアスファルト	プラントミックスタイプ
	改質バインダーB	ゴム化樹脂入りアスファルト	プレミックスタイプ

表-11 配合割合(%)

材種	種別	FMS	改質A	改質B
S-20			25	20
S-13			30	22
S-5		30	—	16
F-2.5		—	20	20
粗砂		37	10	10
細砂		—	10	10
石粉		33	5	2

表-12 合成粒度(%)

種別	ふるい目	FMS	改質A	改質B
ふるい目	25mm		100	100
	20		98.7	99.5
	13	100	76.3	80.8
	5	99.4	45.9	58.4
	2.5	67.8	43.2	40.8
	0.6	49.3	27.1	23.5
	0.3	40.4	19.1	14.9
	0.15	34.3	12.4	9.7
	0.074	27.6	7.8	6.1

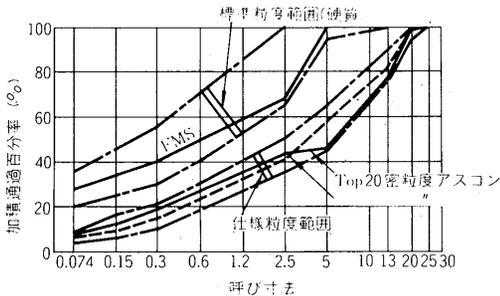


図-9 合成粒度

(2) 施工状況

F.M.S.は、多量のフィラーを使用するため、プラントでの製造に当ってフォームドアスファルトを用いる。これにより通常のアスコンと同様に製造できる。T.L.A.のブレンド法は、クッカに小割りにした。T.L.A.を直接投入する方法とした。

舗設状況を写真-6, 7に示す。薄層施工の流動性確保のため、温度管理を厳密に行なった。また、概設路面の凹凸に対しては、最小厚さが7mm以下とならないように施工し、平均厚さは、22mmであった。敷きならした後、プレコートチップをチップングした。

(3) 供用性

本試験舗装は、現在調査を継続中であり、中間報告的な評価である。

① ひびわれ

図-11は、ひびわれ率と交通量の関係を示しており、建設省技術研究報告²⁴⁾の一般的限界線より下まわってお

表-13 混合物の特性値

特性値	最適バインダー量	リュエル流動性	マーシャル特性値			動的安定度	
			密度	空隙率	安定度		
混合物	量	流動性	(g/cm ³)	(%)	(kg)	フロー値	安定度
	(%)	(sec)				(1/100cm)	(回/mm)
FMS	10.0	4.9	—	—	—	—	—
改質A	5.5	—	2.427	4.2	1,360	30	2,530
改質B	5.2	—	2.419	3.8	1,320	31	—

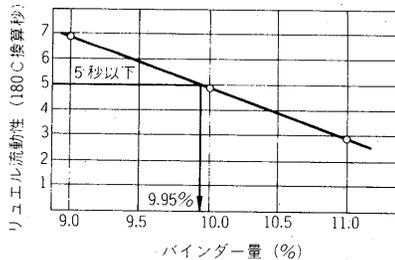


図-10 最適バインダー量の算出方法



写真-6 F.M.S.の施工状況

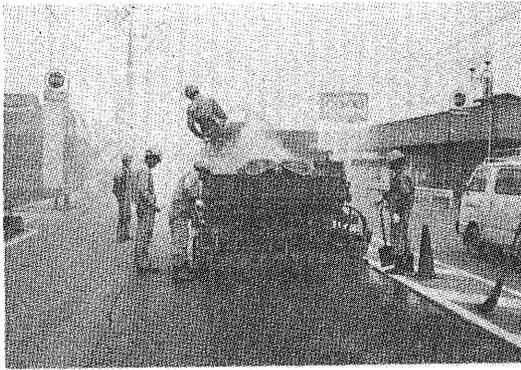


写真-7 F.M.S.の施工状況

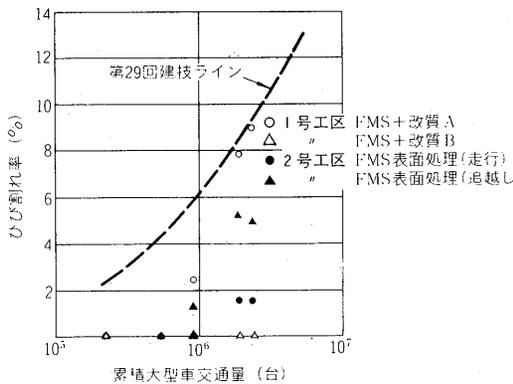


図-11 累積大型車交通量とひび割れ率

り、リフレクションクラックの抑制効果が認められる。

② わだち掘れ

図-12は、わだち掘れと交通量の関係を示したものである。F.M.S.は、マスチック系混合物であり、一般的には耐流動性が小さいと考えられるが、T.L.A.の使用と薄層化により、通常のアスコンと同等かそれ以上の性能を有していることを示している。

③ すべり抵抗性

図-13(F.M.S.が表層に使用された箇所、図-8参照)は、BPN値の経年変化を示す。供用直後の変化をのぞくと、ほぼ60前後の値を保持し、一般のアスコンと同等以上の性能を有している。

4. T.L.A.の添加効果

バインダーとして比較的高価なT.L.A.を使用するには、いくつかのメリットがある。T.L.A.を使用した混合物と使用しないものを比べると、以下のような特色が上げられる⁶⁾。

- ① 施工時(高温時)の流動性が良い。
- ② 貫入量が小さく、DSが大きくなり、耐流動性が高まる。
- ③ 変形追従性(たわみ性)が相対的に増す。
- ④ すべり抵抗性が増す。
- ⑤ 寿命が長い。
- ⑥ バインダーの色が薄く、カラー化に適する。

以上は、ロールドアスファルトやグースにおいて一般的に言われていることである。近年、米国においては上記の②④⑤の特徴に注目して、空港舗装の表層用混合物(アスコン)のバインダーにT.L.A.を添加している⁴⁾²⁶⁾。それらの効果は、明確には結論づけられないが、寿命の増加が認められるようである⁴⁾。

5. あとがき

現在、T.L.A.(天然アスファルト)は、石油アスファルトの改質材としての役割となっている。それもグース用バインダーの改質が、その使用量の多くをしめるものと思われる。

天然アスファルトの重交通道路舗装への適用を考える

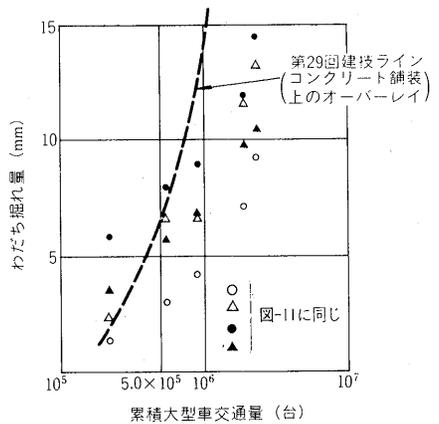


図-12 累積大型車交通量とわだち掘れ量

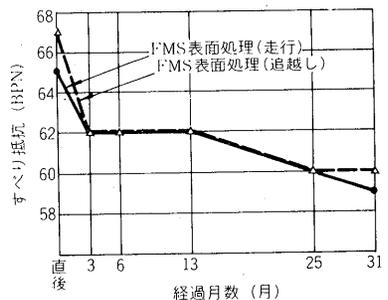


図-13 すべり抵抗 BPNの経年変化

と、どちらかと言うと耐流動性(特にDS値)のみに目をうばわれがちである。しかし、鋼床版舗装のような特殊な使用箇所では、舗装に要求される性能が一般の舗装と異なり、単にバインダーの粘度を上げることのみでは長期的な供用性能(耐久性)を確保することは不可能である。

一方、石油ショック以来、従来の標準的な試験法ではつかみ得ないアスファルトの品質低下が心配されている。

米国やヨーロッパでの空港舗装や橋面舗装の報告例⁽¹⁾⁽²⁾⁽²⁶⁾のように、通常のアスコンに対しても各種の改質効果が研究され、確認されたならばその利用を考慮する必要がある。

これらの点からも、各材料の特性と実際の舗装での供用特性についての総合的な研究(たとえば、SHRP²⁷⁾)が望まれる。

参考文献

- 1) 川野博司, 芦原宏, 河島克美, 若松市太郎: インドネシアの天然ロックアスファルト(ASBUTON), 舗装, 20巻10号, 1985. 10, p 3-7
- 2) 山之口浩: 天然アスファルト見聞記(上), 舗装, 20巻7号, 1985. 7, p 23-29
- 3) 山之口浩: 天然アスファルト見聞記(中), 舗装, 20巻8号, 1985. 8, p 25-31
- 4) 山之口浩: 天然アスファルト見聞記(下), 舗装, 20巻10号, 1985. 10, p 22-29
- 5) アスファルト同業会: アスファルト及其応用(昭34)
- 6) 沢正: トリニダッド・レーキ・アスファルト, アスファルト誌, 24巻129号, 1981. 10, p 27-28
- 7) 西沢昌恭: 硬グースアスファルトによる鋼床版舗装, 第13回日本道路会議論文集, 昭和54年, p 329-330
- 8) 昆布谷竹郎, 羽村崇志, 兼田松揮: ロールドアスファルトの性状とその施工, 第11回日本道路会議論文集, 昭和48年, p 321-322
- 9) 片岡慎二, 佐藤則雄, 小宮弘行: 既設コンクリート舗装のオーバーレイに使用したフォームドマスチック工法, 第15回日本道路会議論文集, 昭和58年, p 371-372
- 10) 坂田耕一, 山本研一, 深瀬哲治: 因島大橋橋面舗装工事報告, 日本道路(株)技術研究所報, 24号, 昭和59年9月, p 19-68
- 11) 山口浩二, 山岸一彦: 長大橋の鋼床版橋面舗装, アスファルト誌, 27巻140号, 1984. 8, p 4-16
- 12) 青木健郎, 尾藤茂幸, 深瀬哲治: フォームドマスチック混合物の性状とその供用性, 第16回日本道路会議論文集, 昭和60年, p 505-506
- 13) 内山道美, 草野正博: マスチックシールのリフレクションクラック抑制効果, 舗装, 21巻3号, 1986. 3, p 7-12
- 14) 村山憲司, 山岸一彦: 本四連絡橋の鋼床版舗装の設計基準, 舗装, 19巻6号, 1984. 6, p 3-10
- 15) 山口浩二, 淵田正信, 鈴木周一, 中尾俊哉: 本四連絡橋大鳴門橋および関連区間の舗装工事(上), 舗装, 20巻7号, 1985. 7, p 30-35
- 16) 山口浩二, 淵田正信, 鈴木周一, 中尾俊哉: 本四連絡橋大鳴門橋および関連区間の舗装工事(中), 舗装, 20巻8号, 1985. 8, p 25-31
- 17) 山口浩二, 淵田正信, 鈴木周一, 中尾俊哉: 本四連絡橋大鳴門橋および関連区間の舗装工事(下), 舗装, 20巻10号, 1985. 10, p 14-21
- 18) 小山内徳雄: 千住大橋試験舗装の経緯, アスファルト誌, 27巻140号, 1984. 8, p 36-45
- 19) 野々田充: 路面のメンテナンス技術, アスファルト誌, 28巻145号, 1985. 12, p 61-72
- 20) 井上武美: 栃木博, 福手: 第1報セメントコンクリート舗装上のオーバーレイ, アスファルト誌, 24巻130号, 1982. 1, p 37-48
- 21) 長部興次, 梶尾明宏: リフレクションクラック抑制層としてのフォームドマスチックシール適用例, 道路建設, 昭和60年8月
- 22) 梶尾明宏: フォームドマスチックシールによるリフレクションクラックの抑制層の施工と供用性について, 第16回日本道路会議論文集, 昭和60年, p 413-414
- 23) 米村信幸, 高橋松男: リフレクションクラック防止工法の開発, アスファルト誌, 28巻146号, 1986. 1, p 76-84
- 24) 建設省道路局企画課, 建設省土木研究所: 舗装寿命とオーバーレイ厚に関する調査研究, 第29回建設省技術研究会報告, 昭和50年, p 177-218
- 25) A. F. Grimaldi & T. F. Neville: New Surfacing Materials used on George Washington Bridge, Public Works, 1982. 6
- 26) U. Hiersche: Wearing Courses on Runways and Taxiways in Europe, Trinidad Asphalt World Congress, Trinidad, 1985. 1
- 27) 菊川滋: 米国の新道路研究計画(SHRP)について, 舗装, 21巻3号, 1986. 3, p 13-18

ゴム入りアスファルト

坂本浩行*・池田拓哉**・伊藤正秀***

1. まえがき

近年、重交通道路のアスファルト舗装における供用性の問題として、一般地域では塑性流動によるわだち掘れ、積雪寒冷地域では摩耗によるわだち掘れがある。これらの問題は車両走行の快適性、交通安全、道路環境保全等の面からも社会的関心が高く、その抜本的な解決策が求められている。

わが国の重交通道路のアスファルト舗装への対応は、一般にアスファルト舗装要綱(以下、As要綱という)の技術的基準によってなされている。As要綱では、重交通道路における耐流動および耐摩耗対策として通常、アスファルト量や粒度の改善などの配合設計の工夫によって対応を図っているが、特にこれらを重視する場合は、特殊対策として改質アスファルト等の使用を考慮することが望ましいとしている¹⁾。As要綱には、改質アスファルトとしてゴム入りアスファルト(以下、ゴムアスという)セミブローンアスファルト、熱可塑性樹脂入りアスファルト、ゴム・熱可塑性樹脂入りアスファルトおよびトリニダットエピユーレ(天然アスファルト)があげられている。

本文ではこのうち、ゴムアスについてとりあげる。ゴムアスの品質基準については、わが国ではAs要綱の規格が中心となっているのは周知のとおりである。しかし、この他にもゴムアスの規格が本州四国連絡橋公団や建設省土木研究所、(財)土木研究センターおよび日本ゴムアスファルト協会の三者によって定められたものがあるので、これらを含めてその概要や施工例を中心に述べることにする。

2. ゴムアスの変遷²⁾

わが国でゴムアス舗装がなされたのは、東京都が1952年に天然ゴム粉末により祝田橋付近で試験施工を行ったのが始まりである。その後、ゴムアスは製造および施工の点から、プレミックスタイプとプラントミックスタイ

プに分かれ、メーカーにより開発研究が重ねられて市販されるようになった。さらに、1967年にはSBRラテックスの国産化が始まり、これを契機にゴムアス舗装が本格的に普及されるようになり、今日に至っている。

3. As要綱の各種改質アスファルトの位置づけ

As要綱では、特殊材料として各種の改質アスファルトをあげているが、その位置づけは次のように考えられる。

1) ゴムアス

ゴムアスは、工場等であらかじめアスファルトにゴムを混合溶解したプレミックスタイプのものとプラントでアスファルト混合物を製造する時にゴムを添加するプラントミックスタイプの二つに分けられる。添加するゴムとしてはSBR(スチレン・ブタジエンゴム)、NR(天然ゴム)SIR(スチレン・イソプレンゴム)、CR(クロロプレンゴム)等のゴムラテックスまたはゴム粉末等があるが、一般的にはSBRラテックスが用いられているようである。また、ゴムの添加量としては、ゴム固形分換算で3~5%程度である。

ゴムアスの特徴としては、ストレートアスファルト(以下、ストアスという)と比べて低温伸度、タフネス・テナシティ、低温ぜい性、60°C粘度等が改善されることから、耐流動および耐摩耗舗装用として各機関で広く用いられている。

2) セミブローンアスファルト

セミブローンアスファルトは、石油アスファルトにブローイング操作を加え、60°C粘度を高めたもので、流動対策に用いられている。一方、粘度を高めたことで、ひび割れに対する懸念もあるが、これは60°C粘度および薄膜加熱試験前後の粘度比を厳密に管理することで対応できることが、試験舗装の結果から明らかにされている。

3) 熱可塑性樹脂入りアスファルト

熱可塑性樹脂入りアスファルトは、石油アスファルト

*さかもと ひろゆき 建設省土木研究所地質化学部化学研究室研究員

**いけだ たくや 建設省土木研究所道路部舗装研究室研究員

***いとう まさひで 建設省土木研究所

道路部舗装研究室研究員

に EVA(エチレン・酢酸ビニール共重合体), EEA(エチレン・エチルアクリレート共重合体), PE(ポリエチレン)等の熱可塑性樹脂を加え高温域の変形抵抗性の改善を図ったもので、主として流動対策に用いられている。しかし、高温域の変形抵抗性を重視し、熱可塑性樹脂の添加量を増加すると、低温域の性状は低下するので添加量には限界がある。

4) ゴム・樹脂入りアスファルト

ゴム・樹脂入りアスファルトは、石油アスファルトにゴムと熱可塑性樹脂の両者を添加し、高温域の変形抵抗性と低温域の性状改善を図ったもので、流動および摩耗対策に用いられている。なお、最近ではゴムと樹脂の両者の特性を兼ね備えた SBS(スチレン・ブタジエンブロックポリマー), SIS(スチレン・イソプレンブロックポリマー)等の熱可塑性エラストマーを添加したのも用いられている。

5) トリニダットエビュール

トリニダットエビュールは、トリニダッド島から産出される天然アスファルトで、一般には精製トリニダッドアスファルトと称されている。このアスファルトは石油アスファルトに20~30%混合し、グースアスファルトとして水密性に優れているので鋼床版舗装に、また、ロードアスファルト舗装として、摩耗、すべり抵抗に優れているので寒冷地や山岳地の舗装に用いられている。

以上のことから、As 要綱の各種改質アスファルトを用途別の観点から位置づけてみると次のようになる。

①流動対策：ゴムアス、セミブローンアスファルト、熱可塑性樹脂入りアスファルトおよびゴム・樹脂入りアスファルト。

②摩耗対策：ゴムアス、ゴム・樹脂入りアスファルトおよびトリニダッドエビュール(ロードアスファルト)。

③すべり対策：トリニダッドエビュール(ロードアスファルト)。

④鋼床版舗装：トリニダッドエビュール(グースアスファルト)、ゴムアス、熱可塑性樹脂入りアスファルトおよびゴム・樹脂入りアスファルト。

4. ゴムアスの概要および施工例

4.1 As 要綱のゴムアス

1) 用途

前述, 3. 1) で述べたように主として、重交通道路における流動および摩耗対策に用いられている。

2) 品質規格

プレミックスおよびプラントミックスタイプのゴムアスの標準的性状が示されている。これに類似する規格を設けている機関として、首都高速道路公団、各地方公共団体等がある。表-3 に As 要綱プレミックスタイプのゴムアスの標準的性状を示す。

3) 製造方法および組成

前述, 3. 1) ゴムアスの項を参照されたい。

4) 施工実績

ゴムアスは建設省、北海道開発局、公団、地方公共団体等の重交通道路舗装として広範囲に施工実績がある。ゴムアスの需要動向は、日本ゴムアスファルト協会調査によると表-1のとおりである。これによると、1977年以降年間アスファルト換算で10万トン以上の需要がある。一例として、1984年度の需要は約11万トン(ただし、ゴム・樹脂入りアスファルトを含む)である。

5) 施工例

ゴムアスは重交通道路の舗装として、各所で施工されている。これらの中から、一般地域や積雪寒冷地域で試験施工された代表的なものを選んで紹介する。

①一般地域³⁾

一般地域の施工例としては、建設省における一般国道16号の相模原試験舗装をとりあげる。この試験舗装は、重交通道路のわだち掘れ対策として、改質アスファルトや骨材粒度の効果を調査するために実施したものであり、供用後1.5カ年にわたって追跡調査をしている。図-1~2にこの調査結果を示しているが、これによるとゴムアスを用いた舗装は、アスコン上およびコンクリート上とも、ストアスに比べて小さい値を示し、わだち掘れに対して効果があることが認められる。

②積雪寒冷地域⁴⁾

積雪寒冷地域の施工例としては、北海道開発局にお

表-1 ゴム入りアスファルト需要動向(日本ゴムアスファルト協会調査)

材料	年度	アスファルト概算 TON														
		1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
プレミックス	ゴム入りアスファルト	6,500	10,200	12,100	19,700	24,300	22,500	36,900	38,500	41,600	46,500	39,300	40,400	32,700	28,500	25,100
	樹脂ゴム入りアスファルト		500	1,500	4,500	7,500	6,900	6,500	10,100	13,200	13,400	14,700	15,500	16,100	22,000	25,100
	小計		10,700	13,600	24,200	31,800	29,400	43,400	48,600	54,800	59,900	54,000	55,900	48,800	50,500	50,200
プラントミックス		15,000	20,000	25,000	42,500	37,500	39,000	50,000	62,500	76,000	85,000	67,500	65,000	57,500	57,500	61,000
総計		21,500	30,700	38,600	66,700	69,300	68,400	93,400	111,100	130,800	144,900	121,500	120,900	106,300	108,000	111,200

この外1982年度以降ゴム系、樹脂系及びその混合系とし舗装業者のオンネーム品がありアスファルト概算で10,000トン程度と見込まれる。

る一般国道12号の光球内試験舗装をとりあげる。この試験舗装は、わだち掘れ（摩耗+流動）に対する改質アスファルトの効果を調査するために実施されたものである。

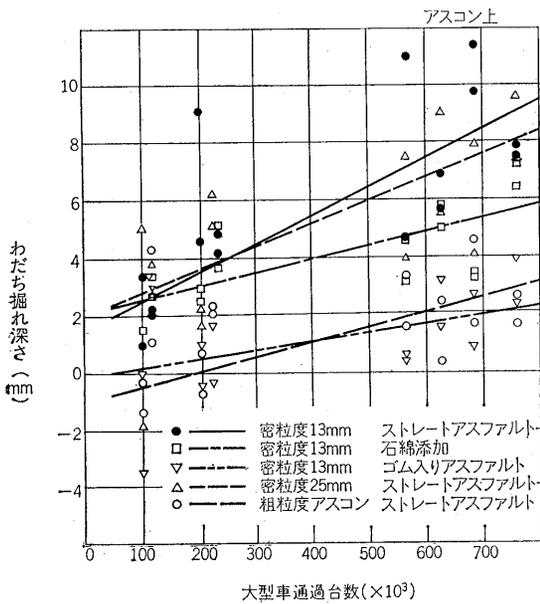


図-1 わだち掘れ深さと大型車通過台数の関係 (アスコン)³⁾

追跡調査は供用後6.5カ年にわたって行っており、その結果は図-3~5に示したとおりである。このうち図-3は寒冷期の摩耗量と温暖期の流動量を合算して、わだち掘れ量として示したものである。また、図-4~5は

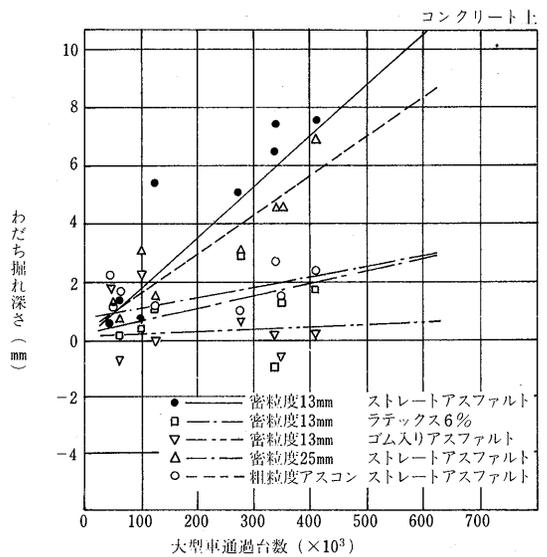


図-2 わだち掘れ深さと大型車通過台数の関係³⁾ (コンクリート上その1)

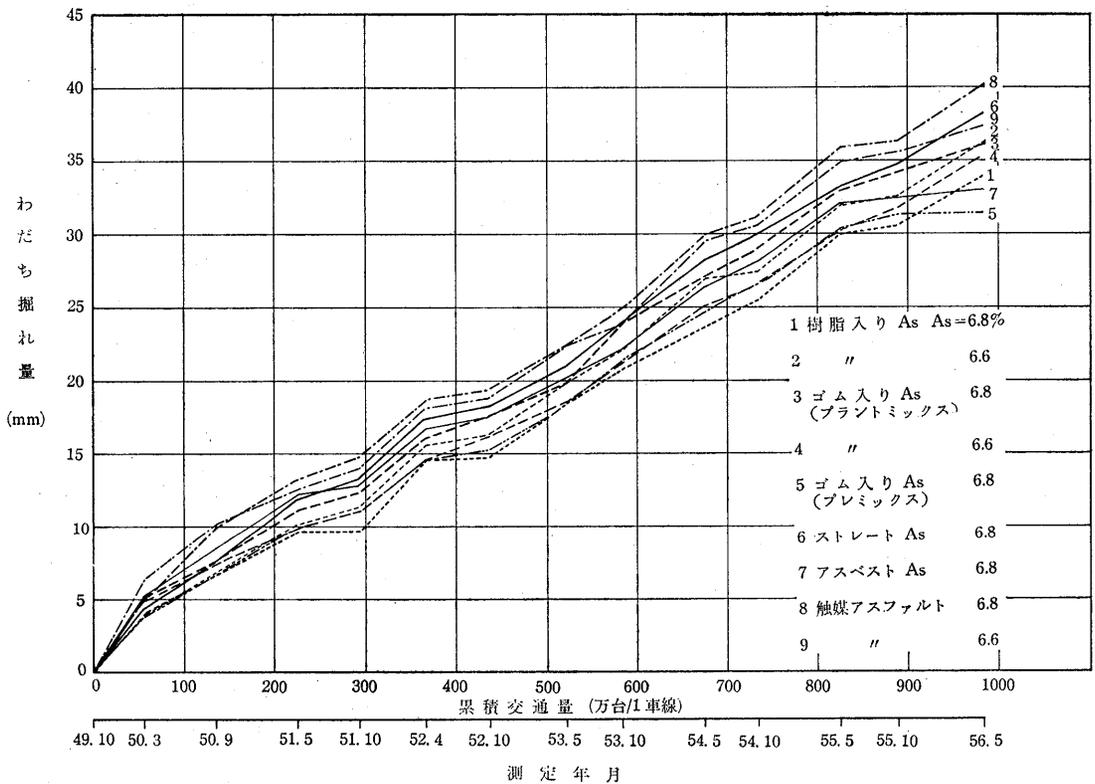


図-3 わだち掘れ量と累積交通量⁴⁾

図一3のわだち掘れ量を調査時期から摩耗量と流動量に区分したものである。これらの結果から、全体的にみてアスファルト間の差は10mm程度でその差はあまり大きくないが、ゴムアスはわだち掘れ量、摩耗量および流動量とも小さい値を示している。この中でも特に摩耗量は、他のアスファルトに比べて小さい値となっており、ゴムアスの摩耗対策としての有効性がうかがえる。

6) 施工および供用性

このゴムアスの施工性は、一般にゴム固形分換算で3~5%程度アスファルトに添加することから、施工時における粘度が高くなる。このため施工時の温度管理を正確に行わないと、締固め不十分となりストアスよりも供用性が悪い結果となる場合もあるので注意を要する。

また、このゴムアスの供用性は、一般的に見てある程度の効果は認められるが、所要の性能を満足するまでに至っていないといったところが実情である。さらに、ゴムアスの種類(メーカー間)によっても、供用性には差があるので、その選択に当っては品質特性などを検討する必要がある。

4.2 本州四国連絡橋公団橋面舗装基準(案)のゴムアス⁴⁾

1) 用途

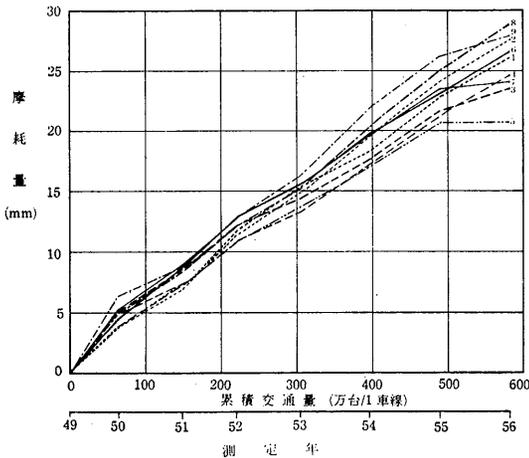
本州四国連絡橋の鋼床版舗装用として、開発されたものである。

2) 品質規格

改質アスファルトの規格として、表一3に示すようにアスファルトに添加する改質材の種類からI型とII型の規格を定めている。

3) 製造方法および組成

改質I型は、石油アスファルトにゴムを固形分換算で



図一4 摩耗量と累積交通量⁴⁾

7%程度添加したゴムアスである。一方、改質II型は、石油アスファルトにゴムと熱可塑性樹脂の両者を添加した、ゴム・樹脂入りアスファルトである。これらは、いずれもプレミックスタイプ製造のもので、I型はタフネス・テナンティーおよび伸度が高いこと、II型は軟化点および60°C粘度が高いことに特徴がある。

4) 施工実績

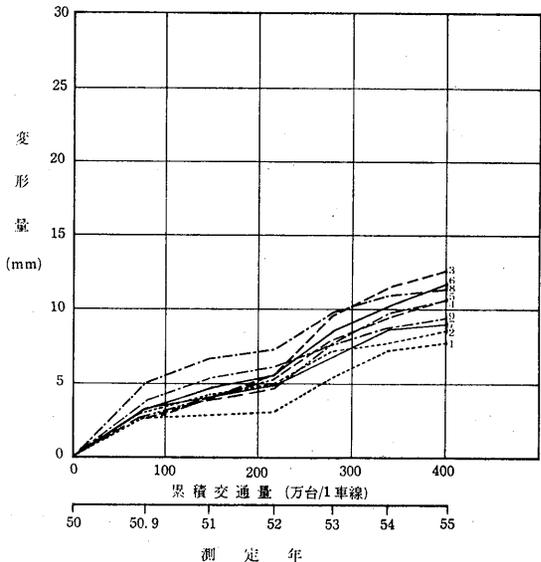
改質I型のゴムアスは、本州四国連絡橋の因島大橋、門崎高架橋、大鳴門橋を始め、一般国道の新二子橋、千住新橋、新利根川橋、阿武隈橋などの鋼床版舗装に施工されている。一方、改質II型は、これまでに鋼床版舗装では施工実績がない。

5) 施工例⁶⁾

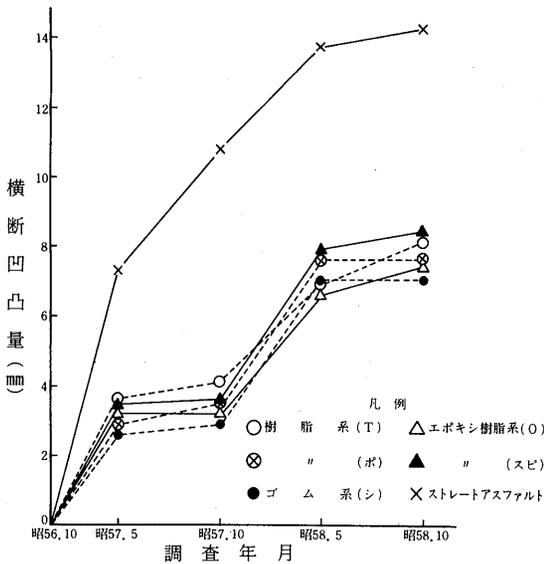
改質I型ゴムアスの施工例として、建設省における一般国道6号の阿武隈橋の鋼床版舗装をとりあげる。この試験舗装は、鋼床版舗装に対して耐久性のある舗装を追求するために実施したもので、供用後2カ年にわたって追跡調査をしている。図一6にこの調査結果を示しているが、これによると改質I型ゴムアス(図中の・印に相当)の横断凹凸量は、ストアスや他の改質アスファルトに比べて良好な値を示している。

6) 施工および供用性

改質I型ゴムアスの施工性は、石油アスファルトにゴムを固形分換算で7%程度添加することから施工時の粘度は一般的にAs要綱のゴムアスよりも高くなる。このため十分な締固め度を得るためには、施工時の温度管理を正確に行う必要がある。特に、寒期施工の場合はアス



図一5 変形量と累積交通量⁴⁾



図一六 横断凹凸量の経年変化(施工直後を0とする)⁶⁾

ファルト合材が冷え易いので施工に当っては十分注意する必要がある。

また、供用性については、全般的に良好な結果を示しており、現在のところ特に問題は無いといえる。

4.3 建設省土木研究所、(財)土木研究センターおよび日本ゴムアスファルト協会三者の共同研究によるゴムアス(筑波1号)^{7) 8) 9)}

1) 開発の経緯

建設省土木研究所では、(財)土木研究センターおよび日本ゴムアスファルト協会との共同研究によって、「耐流動、耐摩耗舗装用ゴム入りアスファルトに関する研究」を実施した。この結果、耐流動、耐摩耗舗装用ゴム入りアスファルトとして“筑波1号”を開発した。なお、研究を進めるに当っては、多田宏行氏を委員長とする共同

研究委員会を設けて実施したものである。

筑波1号の開発目標は、表一2に示すように供用性の面から現行のストアスをを用いた舗装に対して、わだち掘れ、ひびわれ率を50%程度、摩耗を80%程度に抑制できるように設定した。また、筑波1号の品質性状は、表一3に示すようにAs要綱、本州四国連絡橋公団橋面舗装基準(案)および市販改質アスファルトの品質性状を考慮し、供用性の目標が十分達成できるとの想定のもとに設定し、研究を進めることとした。

筑波1号の開発に当っては、バインダーおよび混合物の室内試験、施工性を確認するための屋外における転圧試験を行い、開発目標達成の可能性と実用化の見通しが得られた。これを踏えて、筑波1号の実道路における施工性および供用性を確認するため関係機関の協力を得て、60年度から全国各地の道路で試験舗装を実施しているところである。

2) 室内試験

室内試験は、バインダーおよび混合物について各種の試験を行っているが、このうち混合物試験結果は次のと

表一2 筑波1号の供用性の目標⁷⁾

1) 耐流動・耐ひびわれ(累積大型車交通量1,000万台通過時)

項目	性状	個所	現況	目標水準
耐流動	わだち掘れ(mm)	交差点部	20(D)	10以下
		単路部	12(D)	6以下
耐ひびわれ	ひびわれ率(%)	—	17(E)	9以下

注) ①道路1981-4
②第29回建設省技術研究会報告

2) 耐摩耗(累積大型車交通量100万台通過時)

項目	性状	個所	現況	目標水準
耐摩耗	摩耗量(mm)	—	15(3)	12以下

注) ③道路1980-8(供用年数3年7カ月、スパイク装着率95%、S53年2月全北海道平均)

表一3 新規バインダーの物性目標⁷⁾

項目	新規バインダー (プレミックスタイプ)		市販品の代表的物性 (プレミックスタイプ)		要綱ゴムアスの標準 (プレミックスタイプ)		本四改質アス規格 (プレミックスタイプ)	
	目標物性値	備考	ゴム	樹脂系	60~80	80~100	I型	II型
針入度(25°C, 100g, 5秒)	50~100		65	65	60~80	80~100	60~100	60~100
軟化点(R&B) °C	57以上	(P1+0.5 ~+2.2)	50.5	57.0	48.0~56.0	46.0~54.0	55~65	60~75
伸度(7°C) cm	50以上		65	100以上 (25°C)	20以上	50以上	50以上 ¹⁾	10以上 ¹⁾
蒸発後の針入度比%	110以下		102	—	110以下	110以下	—	—
薄膜加熱針入度変化率%	65以上	180°C 2.5h	75.2	87.2	55以上	55以上	65以上 ²⁾	65以上 ²⁾
フラスゼイ化点 °C	-12以下		—	-18	—	—	-12以下	-12以下
タフネス(25°C) kg·cm	100以上		91	138	60以上	50以上	120以上	30以上
テナシティ(25°C) kg·cm	50以上		56	87	30以上	25以上	100以上	10以上
粘度	60°C Poise ⁴⁾	6,000以上	4,810	5,750			4,000以上	16,000以上
	200°C cst ⁵⁾	300以下	71	120			200以下 ³⁾	200以下 ³⁾

注) 1) 試験温度 10°C 2) 180°C, 2.5時間 3) 単位, SFS (cst=2.16SFS) 4) 粘度は CGS 単位
5) 粘度をその液体と同一状態における密度で割った値で、動粘度ともいう。

おりである。

①マーシャル試験

筑波1号の最適アスファルト量における安定度は、細粒ギャブアスコン(13F)ではストアスに比べてあまり差は認められないが、密粒アスコン(20)および(13)ではかなり高い値が得られていた。また、筑波1号の水浸マーシャル試験の残留安定度は、ストアスの60~70%の範囲に対して、80~90%の範囲にあり、耐水性の高さがうかがえる。

②ホイールトラッキング試験

図-7に示すように筑波1号(E70-7, E70-5, E140-1)の動的安定度は、ストアス(E60/80)の240~1,400回/mmの範囲に対して、3,000~7,000回/mmの範囲あり、かなりの耐流動性が期待できるものと思われる。

③ラベリング試験

図-8に示すように筑波1号の摩耗量は、ストアスと比べて小さく、6時間後の摩耗量では30~50%減少していた。

3) 転圧実験

筑波1号の施工性および転圧性状を確認するため、土木研究所舗装走行実験場で、表-4に示す条件により転圧実験を実施した。なお、転圧した混合物性状の確認は、表層混合物をカッターで所定の寸法に切取ったものを用いて試験をしている。これらの実験結果は次のとおりである。

①施工性

筑波1号は、ストアスに比べて混合および転圧温度はかなり高くなるので、所定の締固度を得るためには施工時の温度管理や転圧方法等に配慮が必要である。

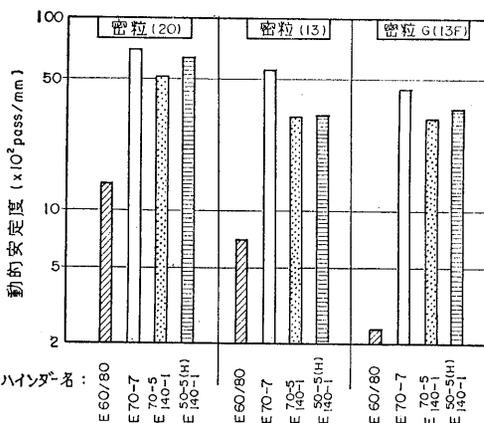


図-7 混合物種類と動的安定度の関係(OAC, 締固め度100±1%, 60°C, 64 kg/cm², n=3)⁸⁾

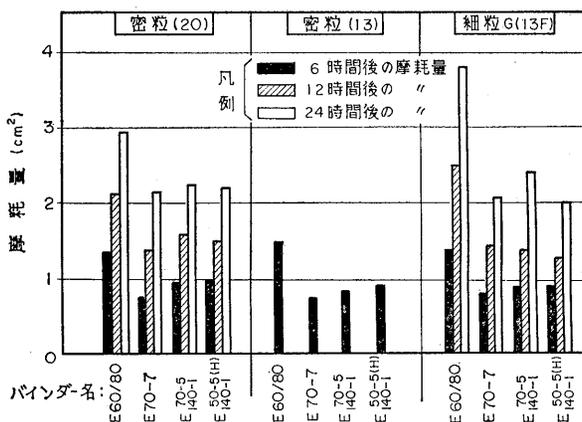


図-8 混合物種類と摩耗量の関係(OAC, 締固め度100±1%, -10°C, チェーン打撃)⁸⁾

表-4 転圧実験条件⁹⁾

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

②縮固め度

密度試験から求めた筑波1号の縮固め度は、図-9に示すように97.4~101.0%の範囲にあり、転圧条件を適切に選択することによりストアスと同等または、それ以上の値を得ることが可能である。

③ホイールトラッキング試験

図-10に示すように筑波1号の動的安定度は、ストアスの639~663回/mmの範囲に対して、1,097~2,078回/mmの範囲にあり、ストアスよりも約1.7~3.2倍高く耐流動性に優れていることを示していた。

④ラベリング試験

図-11に示すように筑波1号の摩耗量は、ストアスの2.15~2.18 cm²の範囲に対して、0.76~1.68 cm²の範囲にあり、ストアスよりも約24~65%減少し耐摩耗性が良

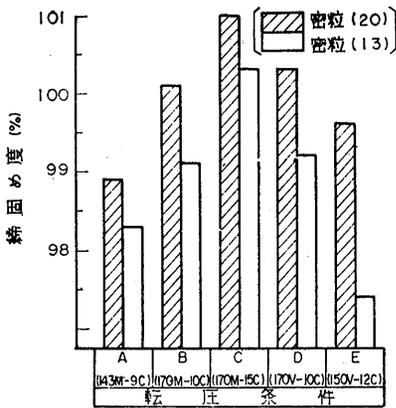


図-9 転圧条件と縮固め度の関係 (切り取り供試体)⁹⁾

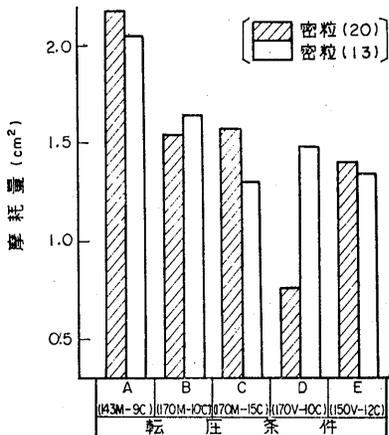


図-11 転圧条件と摩耗量の関係 (-10°C, チェーン打撃, 切り取り供試体)⁹⁾

いことを示していた。

⑤曲げ試験

図-12に示すように筑波1号の曲げ強度は、各試験温度ともストアスと同等または、それ以上の値である。

4) 品質規格

筑波1号の品質基準(案)は、表-5に示すとおりである。

5) 製造方法および組成

筑波1号は、石油アスファルトにムーニー値45~75および130~160のSBRラテックスをコム固形分換算で6~8%添加した、プレミックスタイプのゴムアスである。

その特徴は、タフネス・テナシティ、伸度、60°C粘度が高く、薄膜加熱試験前後の粘度比が小さいことである。

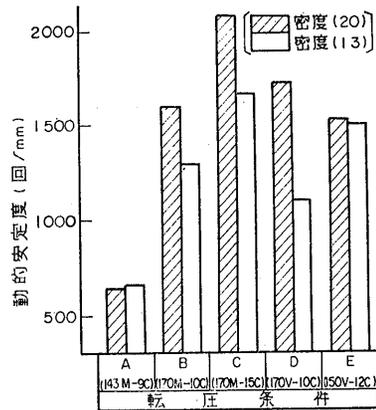


図-10 転圧条件と動的安定度の関係 (60°C, 6.4 kg/cm², 切り取り供試体)⁹⁾

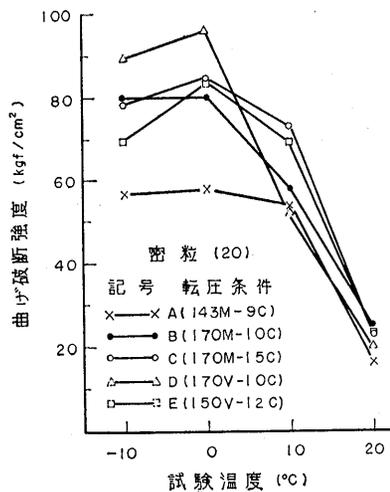


図-12 転圧条件と曲げ破断強度の関係 (密粒(20), ひずみ速度 6.25×10⁻³ sec⁻¹; 切り取り供試体)

表一 5 筑波 1 号の品質基準(案)¹⁰⁾

筑波 1 号は均質で水分を含まないもので、次の規格に適合するものでなければならない。			
項 目	規 格 値	試 験 方 法	
針 入 度 (25°C, 100g, 5秒) 1/10 mm	50~100	JIS K 2207	
軟 化 点 (R & B) °C	55 以上	JIS K 2207	
伸 度 cm	50 以上	JIS K 2207	
タフネス (25°C) kg・cm	100 以上	日本 ゴムアス ファルト 協会基準①	
テナシティ (25°C) kg・cm	50 以上	日本 ゴムアス ファルト 協会基準①	
60°C 粘度 poise	8,000 以上	土木研究所基準②	
200°C 粘度 cSt	300 以下	JIS K 2207③	
薄膜加熱質量変化率 (180°C, 2.5時間) %	0.3 以内	本四舗装基準④	
粘 度 比 (60°C, 薄膜加熱後/加熱前)	2 以下	土木研究所基準②	
比 重 (25/25°C)	1.000 以上	JIS K 2207	
注) ① タフネス・テナシティ試験方法は、日本ゴムアスファルト協会基準で統一した試験方法に準拠する。(付録-4 参照) ② 60°C 粘度は減圧毛管式粘度計で測定する。試験方法は土木研究所基準による。(付録-5 参照) ③ 200°C 粘度は毛管式粘度計を用いた高温動粘度試験方法による。(付録-6 参照) 他の測定器 (B 型回転粘度計、セイボルトフロール秒等) によって測定した動粘度を算出した場合は、測定器の形式と換算式も示さなければならない。 ④ 薄膜加熱試験方法は本四舗装基準と同様に 180°C, 2.5 時間の促進劣化で行い、装置等は JIS K 2207 に準拠する。(付録-7 参照) ⑤ 粘度比は、薄膜加熱後の 60°C 粘度を薄膜加熱前の 60°C 粘度で割った値である。試験方法は薄膜加熱試験 (付録-7) と 60°C 粘度試験 (付録-5) による。			

6) 施工実績

筑波 1 号は、建設省、北海道開発局などの重交通道路に、耐流動および耐摩耗舗装用として試験舗装されている。その施工面積は、60年度25箇所、44,497m²である。また、61年度は18箇所、33,000m²試験舗装する予定になっている。

7) 施工および供用性

筑波 1 号は、本州四国連絡橋公団橋面舗装基準 (案) の改質 I 型ゴムアスと同様、施工時の粘度が高くなるので、十分な締固め度を得るためには、施工時の温度管理が重要である。

また、供用性については、60年度に試験舗装したものが 1 年程度経過しているが、目視調査では現在のところ

特に欠陥は認められず良好である。なお、筑波 1 号の試験舗装箇所は、詳細な追跡調査を行うことになっており現在調査を進めているところである。

5. あとがき

ゴムアスの使用実績は、改質アスファルトの中で最も多く、その供用性は全体的には良好であると判断される。しかし、部分的にはストアスよりも悪いケースも見受けられ、信頼性を不動のものとするまでには至っていないのが実情である。従って、これを打破するためには今後、材料、施工技術等の面から根本的な見直しと改善を行うことが必要である。

参考文献

- 1) 日本道路協会：アスファルト舗装要綱，昭和53年度改訂版。
- 2) 金野：ゴム入りアスファルト舗装，化学と工業，Vol 25, No.6, p.99.
- 3) 桐山他：各種結合材・添加材を用いた舗装のわだち掘れ調査，舗装，11-6, 1976, p.9.
- 4) 久保他：北海道の国道における舗装摩耗について，土木試験所月報，No.347, 1982年4月，p.1.
- 5) 本州四国連絡橋公団：本州四国連絡橋橋面舗装基準 (案)，昭和58年4月。
- 6) 東北技術事務所：耐久性の優れた鋼床版舗装は，東北技術，No.56, 1983, 12.p.9.
- 7) 飯島他：改質アスファルトの開発に関する検討，土木技術資料，26-4, 1984, p.3.
- 8) 飯島他：ゴム入りアスファルトに関する室内試験土木技術資料，27-3, 1985, p.28.
- 9) 飯島他，ゴム入りアスファルトを用いたアスファルト混合物の施工性，土木技術資料，27-3, 1985, p.34.
- 10) 建設省土木研究所：筑波 1 号舗装工事の手引き，土木研究所資料，第2204号，昭和60年3月。

樹脂混合による橋面舗装試験施工と追跡調査の報告

高橋 松男*

1. まえがき

最近、交通量の増大に伴い、道路舗装は苛酷な条件にさらされている。なかでも橋面舗装は、上部工荷重軽減のために薄層にする傾向にあり、このため床版上のアスファルト舗装は塑性流動やクラックの発生が多く、その手当にかなりの費用を要するとともに、修繕の際舗装を切削し、再舗装という工法を採らざるを得ない。このように一般舗装に比べ耐久性が劣り、維持修繕に苦慮していることから、昭和53年度に一般国道3号の福岡、佐賀両県境千歳橋において耐久性に優れていると思われる樹脂系混合物等の薄層(2.5~3.5cm)試験舗装を実施した。本報告は樹脂系混合物の耐久性を明らかにするために橋面舗装を実施した試験施工の状況と、その後の路面性状の観測を追跡調査した結果を報告するものである。

2. 試験施工の状況

2-1 試験施工の概要

試験施工は、昭和54年3月に一般国道3号の久留米市と鳥栖市の境にある千歳橋(L=176m上部工型式ゲルバー橋7径間)にて行ったものであり、工種は、樹脂系舗装が6種類と、これと比較するため現在行われている密粒式アスファルトコンクリート舗装2種類の合計8種類である。

当橋梁は、昭和29年に架設され、床版上に厚さ10cm

のコンクリート舗装が施工されている。供用開始から25年経過しており橋面は全区間にわたり巾3mm以下深さ3~5mm程度の線状クラックが多数発生している。1工区や8工区は特に悪いためオーバーレイが施工されている。ジョイント部も一部は相当損傷して騒音を発生している現状である。施工はオーバーレイを施工している箇所は切削機により切削し、他の部分はそのまま、それぞれコンクリート舗装の上に施工した。

舗装構成は、図-2に示すとおりである。工区のわりつけは、図-1及び表-1に示すように、1,2,7,8工区に密粒式アスファルトコンクリート、3~6工区にカーペットコート(開粒式)を配置した。工区別の延長は、図-1に示すとおりであり、巾員は各工区とも7.3mである。

2-2 室内試験

試験施工を行うに先立って次のような室内試験を行い最適バインダー量を決定した。

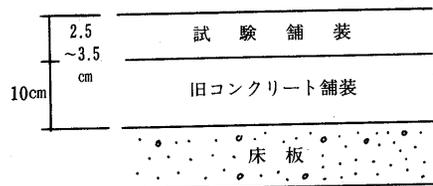


図-2 舗装構成

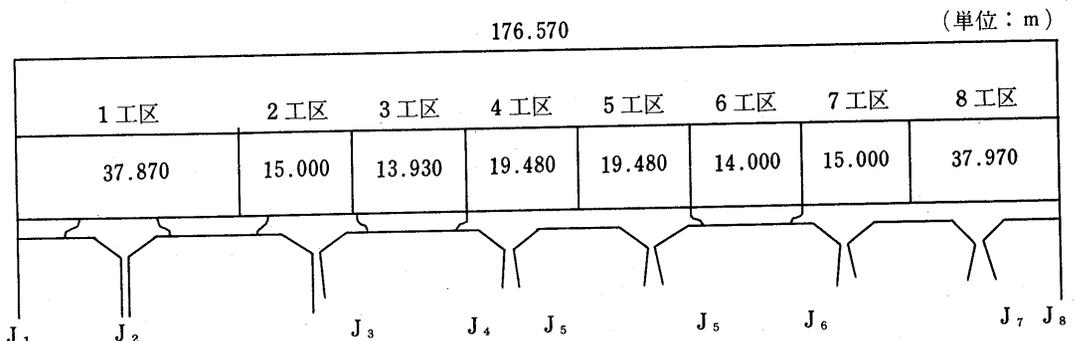


図-1 千歳橋一般図

*たかはし まつお 建設省九州地方建設局道路管理課長

表-1 工区別工法一覧表

工区	混合物の種類	平均厚さ	バインダー種	骨材の最大粒径	摘要	旧コンクリート舗装のひびわれ率 (%)
1工区	密粒式アスコン	3.5 cm	ストレートアスファルト pen 60~80	13		100
2工区	密粒式アスコン	3.5	樹脂入アスファルト(A)ブレミックス	13		100
3工区	カーベットコート併	2.5	エポキシ系樹脂(A) 100%使用	5	常温混合	21.4
4工区	カーベットコート併	2.5	エポキシ系樹脂(A)40%使用 ストレートアスファルト pen 60~80	5	プラントミックス	92.4
5工区	カーベットコート併	2.5	エポキシ系樹脂(B)40%使用 ストレートアスファルト pen 60~80	5	プラントミックス	100
6工区	カーベットコート併	2.5	エポキシ樹脂(B)100%	5	常温混合	92.8
7工区	密粒式アスコン	3.5	樹脂入アスファルト(B)ブレミックス	13		100
8工区	密粒式アスコン	3.5	ストレートアスファルト pen 60~80	13	最適アスファルト量 -0.5%とする	87.8

- ① 使用材料の品質性状
- ② マーシャル試験 (配合設計)
- ③ ホイルトラッキング試験
- ④ 試験練り

2-3 試験結果

2.1 使用材料の性状

本試験施工に使用した材料の性状は、表-2 及び表-3 に示すとおりである。粗骨材は、熊本県鹿本郡鹿北産を、細骨材は筑後川産と玉名郡南関産の山砂を混合して使用した。バインダーの性状は表-3 に示すとおりである。

3~6工区に使用したエポキシ系樹脂は、2液(主剤、硬化剤)混合タイプの樹脂で、硬化樹脂の引張強度と最大伸度は、樹脂(A)が71kg/cm², 210%, 樹脂(B)が65kg/cm², 135kg/cm²である。

表-2 骨材の物理性状

骨材の種類	粗骨材		細骨材		充填材	
	6号	7号	川砂	山砂		
項目	見掛	3.027	3.035	2.680	2.615	2.710
比重	表乾	2.954	2.953	2.524	2.532	
吸水率(%)		1.24	1.38	3.82	2.07	
フルイ通過重量百分率(%)	20 m/m	100				
	13	96.1				
	10	58.0	100	100		
	5	4.8	89.7	98.8	100	
	2.5	0.7	6.3	95.7	90.7	
	0.6		0.8	61.4	31.1	
	0.3			19.2	12.1	100
	0.15			1.8	3.2	98.7
0.074			0.4	1.0	86.1	

2.2 配合試験結果

混合物の粒度は、密粒式アスファルトコンクリートと開粒式カーベットコートとも、規定した粒度範囲内である。カーベットコートの粒度は図-3 に示すとおりである。

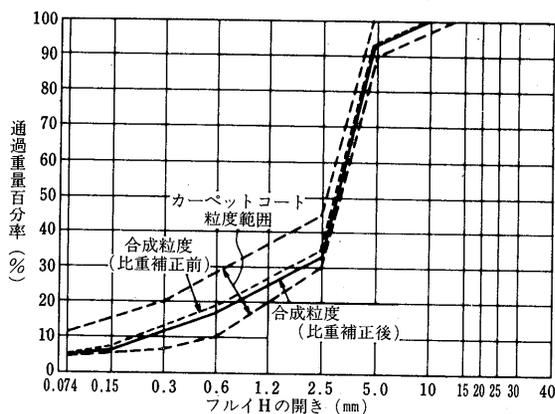


図-3 カーベットコートの粒度

表-3 アトアス及び樹脂入りアスファルトの性状

項目	種類		
	ストレートアスファルト Pen 60~80	樹脂入りアスファルト (A)	樹脂入りアスファルト (B)
針入度(25°C100g5秒)	66	60	60
軟化点 °C	50	56.0	56.0
伸度(15°C)cm	130	100(25°C)	55(10°C)
蒸発後の針入度比 %	98.57	95.0	95.0
薄膜加熱重量変化 %	0.002	0.02	0.25
薄膜加熱後の針入度%	89.39	88.3	79.5
四塩化炭素可溶分 %	99.98	98.6	98.5
引火点°C	326	337	310
比重(25°C/25°C)	1.032	1.030	1.024
使用した工区	1,8	2	7

密粒式アスファルトコンクリートのマーシャル試験結果は、表-4 に示しているが、マーシャルスティフネスは40~45と大きい値であり望ましい混合物である。

表-4 密粒式アスコンの配合試験結果

工区	最適バインダー量(%)	密度(g/cm ³)	安定度(kg)	フロー値(1/100cm)	空げき率(%)	飽和度(%)	マーシャルスティフネス(S/F)
1, 8	5.7	2,508	1,300	33	4	78	39
2	5.6	2,513	1,460	36	3.8	77	40
7	5.7	2,508	1,480	33	4	77	45

エポキシ系樹脂を使用した混合物の配合設計は、樹脂が瀝青系と全く異った挙動を示すのでアスファルト舗装要綱に準ずることは出来ない。また樹脂量の決定方法には統一された基準がないため各社の決定方法は異っている。ここで使用した樹脂(A)及び(B)は次に示す方法により決定した。

樹脂(A) 100%使用の場合(3工区)

- (1) マーシャル試験結果安定度に最大値が観察された場合、その量とする。
- (2) (1)で設定されない場合は、メーカーの過去の実績量(5~5.5%)で決める。
- (3) (1)又は(2)で設定した樹脂量でホイルトラッキング試験を行い、異常が認められないことを確認する。

樹脂(B) 100%使用の場合(6工区)

- (1) 密度が最高点を示す樹脂量
- (2) 空げき率が小さくなる樹脂量
- (3) 経済性を考慮して(1)及び(2)を概ね満足する最少樹脂量
- (4) ホイルトラッキング試験を行い、異常が認められないことを確認する。

樹脂40%とストレートアスファルト60%混合の4と5工区の樹脂量の設定は、樹脂(A)を使用した4工区は前記の方法で、樹脂(B)の場合は、ストレートアスファルト(Pen 60~80)を使用してマーシャル試験を行いこの結果から決定した。これらの試験結果は表-5に示すとおりである。

マーシャル試験の供試体を作成した方法は以下のとお

りである。

- 3工区: 骨材と樹脂を混合後75回両面突固め60°Cで3日間養生
- 4工区: 骨材とアスファルトを混合、次に樹脂を混合し150~160°Cで60分養生後75回両面突固め60°Cで3日間養生
- 5工区: 骨材とアスファルトを混合、次に樹脂を混合し145±5°Cで60分養生後75回両面突固め60°Cで3日間養生
- 6工区: 骨材と樹脂を混合後50回両面突固め60°Cで24時間養生

ホイルトラッキング試験は、前述の配合試験で決定した最適バインダー量と、±0.5%の3種類について行った。結果は表-6に示すとおりである。

表-6 ホイルトラッキング試験結果

工区	バインダー量%	供試体密度	締固め度(%)	D・S 回/mm
1	5.2	2,477 g/cm ³	99.5	1,260
	5.7	2,501	99.6	370.6
	6.2	2,496	99.4	286.4
2	5.1	2,500	100.0	900
	5.6	2,480	98.8	252
	6.1	2,486	98.7	203.2
3	4.5	2,430	97.9	
	5.0	2,293	95.1	
	5.5	2,362	97.6	
4	5.0	2,328	99.5	31,500
	5.5	2,240	95.4	210,000
	6.0	2,325	98.9	
5	5.0	2,370	101.3	6,377
	5.5	2,408	102.0	6,839
	6.0	2,416	101.3	7,097
6	4.5	2,380	99.6	
	5.0	2,409	100.0	
	5.5	2,402	99.7	
7	5.2	2,480	99.4	2,520
	5.7	2,482	99.1	700
	6.2	2,497	99.7	257.1
8	4.7	2,458	99.1	1,050
	5.2	2,477	99.5	1,260
	5.7	2,501	99.6	370.1

表-5 開粒式カーペットコートのマーシャル試験結果

工区	最適量(%)	密度(g/cm ³)	安定度(kg)	フロー値(1/100cm)	空げき率(%)	飽和度(%)	最適量決定理由
3(樹脂A)	5	2,412	6,480	25	9.7	54.8	実績により決定(骨材比重が3以上である)
4(")	5.5	2,349	2,970	33	11.3	52.4	安定度の最大値
5(樹脂B)	5.5	2,362	2,099	20	10.8	53.4	マーシャル試験
6(")	5	2,409	—	—	10.6	50.5	密度の最高点と経済性

DSの値が大きいものは、樹脂100%使用の3工区と6工区で、次が樹脂40%使用の4工区と5工区である。樹脂100%使用の場合はほとんど変形はみられなかった。密粒式アスファルトコンクリートは、樹脂入りアスファルトが252~700程度と2工区が小さい値を示したが、これは締固め度が小さいためと思われる。ストレートアスファルトの1と8工区は、280~1,260である。耐流動防止用混合物は、DSの目標値が1,500回/mmであるがここで使用した混合物の最大粒径が13mmであるため、500以上あれば良いと思える。2工区は、OACで252と小さい値を示したが前述の通り締固め度が試験基準の100±1%の範囲に入っていないためであろう。

2-4 施工方法

エポキシ系樹脂100%使用と40%使用した混合物の製造は、加熱アスファルトプラントを使用して図-4に示すフローチャートのとおり行った。

上記の工程で製造された合材をダンプで現場へ搬入しフィニッシャーで敷均しを行った。転圧は、樹脂40%使用の場合は一般の工法と同じくマカダムローラとタイヤローラを使用した。樹脂100%使用の場合は、樹脂(A)と樹脂(B)の硬化時間が異なり、また交通開放時間に制限があるためそれぞれ次の様な施工方法で行った。

樹脂(A)の場合

- (1) フィニッシャー敷均した後、混合物の上にビニールシートを敷きマカダムローラで転圧する。
- (2) 工区全体を防水シートで覆いその空間にジェットヒーターで熱風を送り硬化時間を短縮した。交通開放までは7時間程養生が必要である。

樹脂(B)の場合

- (1) フィニッシャー敷均した後、混合物の上にビニールシートを敷きマカダムローラで転圧する。終了後タイヤローラで転圧する。交通開放までは3~4時間必要である。

3. 追跡調査の状況

3-1 追跡調査の概要

路面性状調査は横断凹凸量、縦断凹凸量、ひびわれ率の3特性について昭和56年3月、昭和57年2月、昭和58年3月に実施した。なお1工区については昭和54年度補修を行ったため追跡調査は行わなかった。

3-2 調査結果

3特性の追跡調査は表-7、図-5に示すとおりである。

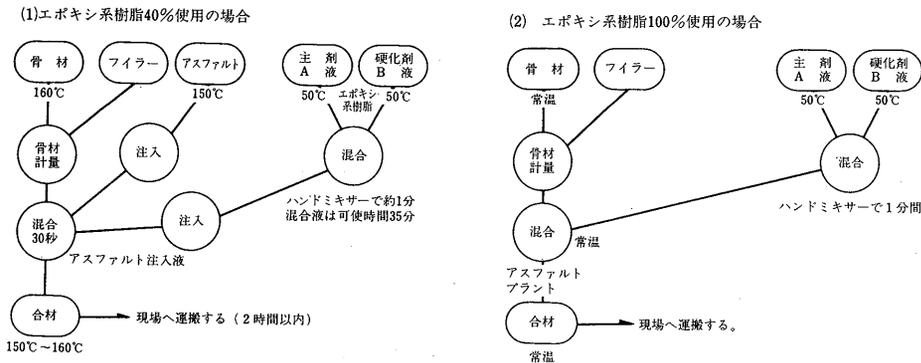


図-4 混合物製造フロー

表-7 3特性の測定結果

工区 No	横断凹凸量 (mm)			縦断凹凸量			(\sqrt{V}) (mm)			ひびわれ率(%)		MCI 平均
	上り車線	下り車線	\sqrt{V}	上り車線			下り車線			上り車線	下り車線	
				OWP	IWP	平均	OWP	IWP	平均			
2	8.4	8.4	1.84	2.54	5.01	3.78	5.47	4.79	5.13	0	0.09	7.5
3	6.8	5.4	1.48	1.68	2.48	2.08	1.98	0.95	1.47	0	0.04	8.0
4	11.8	12.8	2.98	8.88	3.91	3.90	1.95	5.43	3.67	16.25	0	4.9
5	15.8	11.8	6.05	4.55	4.31	4.43	8.06	3.13	5.60	26.21	4.59	4.2
6	7.4	6.4	1.20	1.62	2.81	2.22	7.36	2.91	5.14	7.52	2.68	5.9
7	6.2	7.0	5.04	8.96	4.53	4.25	2.03	2.93	2.48	0.02	0	7.9
8	5.2	8.4	2.53	2.87	2.59	2.78	1.95	2.63	2.29	0.26	0.01	7.5

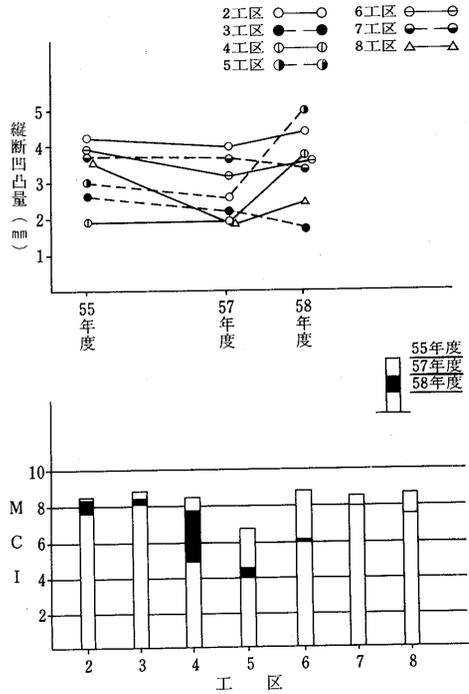
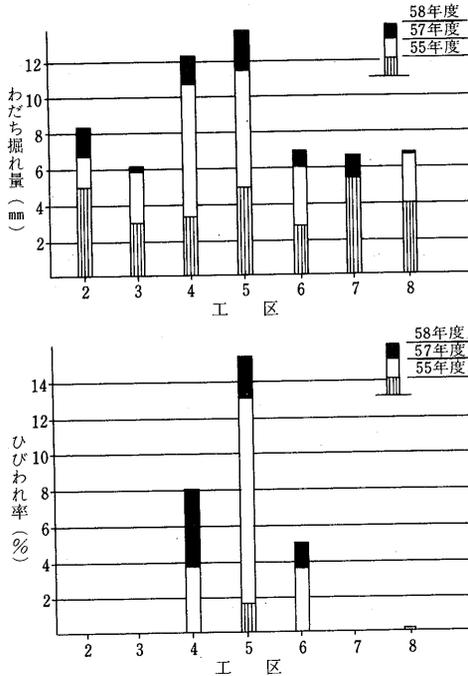


図-5 横断凹凸量，縦断凹凸量及びひびわれ率測定結果

またMCIの計測とその評価については下式および表-8を参考としている。

$$MCI = 10 - 1.43 \cdot C - 0.29 \cdot D - 0.47V - 0.2$$

C = ひびわれ率

D = わだち掘れ量 (mm)

V = 縦断凹凸量 (mm)

3.1 横断凹凸量

わだち掘れ量は表-7，図-5に示すとおり2,3,6,7及び8工区はほぼ同じ程度で6~8mmであるが，4および5工区は12~14mmと大きい。これは，流動によるものより，ポットホール及びパッチングの影響によるものと思われる。

表-8 視察総合評価とMCIの関係

MCI	視察総合評価
10 ~ 8	全く欠陥が認められない。(良)
8 ~ 6	いくぶん欠陥があるが良好とみなされる。
6 ~ 4	欠陥は多いが修繕を要しない。
4 ~ 2	簡単な修繕を要する。(ハッチング，部分的シールコート)
2以下	大規模な修繕を要する。

参考資料 第33, 34回建設省技術研究会報告
「舗装の維持修繕の計画に関する調査研究」抜粋

3.2 縦断凹凸量

縦断凹凸量は表-7，図-5に示すとおりで縦断凹凸量の \sqrt{V} を見ると，55年度(56年3月測定)からの経年変化は各工区とも小さいが，4工区及び5工区では，57年度(57年2月測定)から58年度(58年3月測定)において急激に大きくなっている。これはポットホールの増加によるものと思われる。

3.3 ひびわれ率

表-7，図-5に示すひびわれ率を見ると，59年3月現在では，2,3,7及び8工区は，ほとんどひびわれ率の発生は見られないが，4,5及び6工区では，ひびわれ，ポットホール，パッチングがかなりの箇所で見られ，ひびわれ率は5~15%である。経年変化を見ると，施工2年後の55年度調査では5工区でわずかに1.6%程度であったものが，4,5及び6工区では2年後から4年後の2年間に急激に増加し，4年後から5年後の1年間でも徐々に増加している。

3.4 MCI

MCI表-7，図-5を見ると，59年3月現在，ひびわれ率の小さい，2,3,7及び8工区ではMCIが7~8であり，いくぶん欠陥はあるが良好であるとみなされる範囲にある。また，4,5及び6工区ではMCIが4~5.9であり，欠陥は多いが修繕を要しない範囲にある。

3-3 考察

今回行った調査結果を要約すると、2, 3, 7 及び 8 工区は良好な供用性を示しているが、4, 5 及び 6 工区ではひびわれ、ポットホール及びパッチングがかなりの箇所で見られる。

ひびわれの発生は施工厚 3.5 cm より施工厚 2.5 cm の 4, 5 及び 6 工区に多く発生している。エポキシ樹脂 100% の 3 及び 6 工区を比較すると、樹脂 (A) を使用している工区が、樹脂 (B) を使用している 6 工区より、ひびわれの発生においてかなり良い傾向を示しているが、旧コンクリート床版のひびわれ率が 3 工区で 21.4% と 6 工区の 92.8% に比べ小さいことが影響しているものと

思われる。樹脂入りアスファルト (プレミックス) の 2 工区及び 7 工区は、施工 5 年後の現在でも良好な供用性を示している。また、ストレートアスファルト使用の 8 工区は、わだち掘れの発生も少なく、施工厚及びアスファルト量が適当であれば、ストアス 60~80 でも良好な供用性が得られる可能性があると思われる。

4. おわりに

昭和 53 年度の試験舗装からはじまり、昭和 58 年度までの 3 回の追跡調査結果によると、密粒式樹脂系混合物に比べ開粒式は、幾分問題はありそうであるが今後の研究の成果を待ちたいところである。

— 参考文献 —

- 1) 昭和 58 年度技術管理業務の成果概要; 建設省九州地方建設局九州技術事務所

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

- | | |
|--------------|-----------------------|
| 1. 適用範囲 | 5-1-1. 粘度計校正用標準液による方法 |
| 2. 試験方法の概要 | 5-1-2. 標準減圧毛管粘度計による方法 |
| 3. 用語の意味 | 6. 試料の準備 |
| 3-1. 絶対粘度 | 7. 操作 |
| 3-2. ニュートン流体 | 8. 計算および報告 |
| 4. 装置 | 9. 精度 |
| 4-1. 粘度計 | 9-1. くり返し精度 |
| 4-2. 温度計 | 9-2. 再現性 |
| 4-3. 恒温そう | |
| 4-4. 減圧装置 | |
| 4-5. 秒時計 | |
| 5. 校正 | |
| 5-1. 粘度計の校正 | |

中 実費頒価 300円 中

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

「AIのプログラム、DAMAについて」

前回お約束したアスファルト・インスティテュート(AI)の新しいプログラム DAMA の概要紹介をお届けする。担当は、相変らず無欠席を続けている阿部(忠)さんと田中さん。二人とも東京都土木技術研究所に所属しており、机も数メートルしか離れていないため原稿作成の打合せは容易であったろうと思われる。といっても勤務時間外のこと。

研究グループの報告は今回で24回目になるが、この間、執筆を担当した方々の苦労は大変だったようである。勤務外の仕事であるからそれぞれの職場ではできず、また働らきざかりの人達であるから多忙であり、結局は睡眠時間を削っての作業となる。担当者の人選は定例会で行

なう。日頃の討論から執筆の能力ありと認められた者が選ばれ、数ヶ月の苦労を強いられることになる。辞退はほとんどないしまた許されないようなふん囲気である。

その後の手順は、まず必要な参考資料を読み終えて、目次と基本的な筋書を作成し、筆者の修正が入る。その後、執筆にかかって完成すると、筆者とグループのしかるべきメンバーが通読して意見を述べ、担当者はそれに沿って書き直す。今回の DAMA は内容が比較的単純なので2回の修正ですんだが、普通は4～5回の修正が入る。

この間に、残念ながら座折した者も皆無ではない。今回の担当者は、目下苦しんでいる最中である。

阿部 頼政

アスファルト舗装技術研究グループ

阿部 頼政	日本大学理工学部土木工学科	児玉 充生	昭和シェル石油(株)アスファルト課
阿部 忠行	東京都土木技術研究所	佐藤 喜久	鹿島道路(株)東京支店技術部
荒井 孝雄	日本舗道(株)技術研究所	田井 文夫	日本道路(株)技術研究所
安崎 裕	建設省土木研究所舗装研究室	滝瀬 穰	東京都第四建設事務所
飯田 章夫	日本道路公団審議室	竹田 敏憲	東京都第二建設事務所
池田 拓哉	建設省土木研究所舗装研究室	田中 輝栄	東京都土木技術研究所
井上 武美	日本舗道(株)技術研究所	谷口 豊明	大林道路(株)技術研究所
井上 正	日瀝化学工業(株)業務第一部	丹治 和裕	(株)バスコ道路調査部
蛭原 巖	日本大学理工学部土木工学科	中村 州章	日本道路公団試験所舗装試験室
大久保 高秀	建設省都市局街路課	西沢 典夫	大成道路(株)関東試験所
太田 健二	日瀝化学工業(株)技術課	野々田 充	日本道路(株)技術研究所
大坪 義治	日瀝化学工業(株)関東営業所	野村 健一郎	大成道路(株)技術研究所
小澤 孝吉	東京都土木技術研究所	野村 敏明	日瀝化学工業(株)北海道営業所
亀田 昭一	新東京国際空港公団	八谷 好高	運輸省港湾技術研究所滑走路研究室
久下 晴巳	日本道路(株)技術研究所	羽山 高義	日本舗道(株)工事開発部
古財 武久	大成道路(株)技術研究所	姫野 賢治	東京工業大学工学部土木工学科
小坂 寛巳	首都高速道路公団工務部	吉村 啓之	前田道路(株)技術研究所

アスファルト舗装の寿命予測

～コンピュータ・プログラム DAMA～

阿部忠行*・田中輝栄**

1. はじめに

The Asphalt Institute (以下, A.I.と略す)のアスファルト舗装構造設計マニュアル Manual Series No.1 (以下, MS-1 と略す)が改訂され, 1981年9月に第9版¹⁾として公表された。MS-1 (第9版)で採用されている舗装構造設計曲線は, DAMA と呼ばれるコンピュータ・プログラムによる舗装のダメージ解析の結果を基に作成されている。

DAMA はこのように, MS-1 (第9版)の舗装構造設計曲線を作成することを目的として, Maryland 大学で開発されたものだが, その後, 1983年4月に A.I.により, プログラムが改訂され, Computer Program DAMA User's Manual²⁾ (以下, User's Manual と略す)として, 1983年10月に公表された。

本報文では, User's Manual, MS-1 (第9版), および MS-1 (第9版)解説編³⁾を参考として, コンピュータ・プログラム DAMA について, その概要を紹介する。

なお, DAMA を利用するに当たっては種々の拘束条件があるものの, 入力時の柔軟性が高く, 利用者にとっては, 自由度の高いプログラムである。そのため, 利用者の意図する条件(舗装構造, 環境, ダメージ・モデルなど)に対する応答を得ることができるという大きな特徴を備えている。

2. プログラムの概要

DAMA は, アスファルト舗装を多層構造弾性体と仮定し, 弾性解析を行い, その結果を用いてアスファルト舗装が破壊に至るまでの「設計荷重の繰返し回数」即ち, 「舗装の設計寿命」を予測することを主目的としたプログラムである。本プログラムを利用して, 種々の組合せの構造を解析することにより, 構造設計を行うことも可能である。

なお破壊に至るまでの設計荷重繰返し回数を, 「変形」および「疲労クラック」の2種類の破損モードに対して

予測する。

DAMA における弾性解析は, The Chevron Research Corporation が開発した多層構造弾性体解析プログラム Chevron N-layer を, 設計荷重の個数を2個(元は1個だけ)まで解析できるように拡張したプログラムを利用している。

なお, DAMA は, Maryland 大学の The Computer Science Center の UNIVAC 1100/80 システムを用いて FORTRAN IV で作成されている。メモリーは, 約 24k バイトを必要とし, 1 課題の CPU タイムは, UNIVAC 1100/80 システムで 20~40 秒である。

(1) 拘束条件

DAMA により舗装構造を解析するに際しては, 次の拘束条件を考慮しなければならない。

- ① 舗装を構成している材料は, アスファルトコンクリート (以下, AC と略す), アスファルト乳剤混合物 (以下, AE と略す), そして粒状材からなる。ただし, 舗装構造の最大層数は, 路床も含めて 5 層である。
- ② 粒状材層の数は, 最大 1 層までで, その位置は, 路床の直上でなければならない。
- ③ 舗装の最上層は, アスファルト混合物層とする。
- ④ 設計荷重は円形等分布荷重とし, その個数は 2 個とする。なお, 2 点の荷重作用点の間隔を大きく取ることによって, 載荷重が 1 個の場合についても解析することができる。
- ⑤ 各層は, 境界面で滑らないと仮定する。

(2) 舗装各層の温度および弾性係数の推定

DAMA では, 以上の拘束条件を考慮して DAMA 利用者の定義した舗装システムを, 材料特性の月変動を基礎として, 各月ごとに解析する。このときの解析で必要となる舗装を構成する各層の温度および弾性係数は, 次のように推定する。

① 舗装温度の推定

平均月舗装温度 M_p (°F) は, (1)式により推定する。

*あべ たかゆき 東京都土木技術研究所

** たなか てるえ 東京都土木技術研究所

なお、(1)式は、Witczak の提案した推定式である。

$$M_b = M_a \left(1 + \frac{1}{Z+4} \right) - \frac{34}{Z+4} + 6 \dots\dots\dots(1)$$

M_a : 平均月気温 (°F)

Z : 温度を推定しようとしている点の表層上面からの深さ (in)

なお、ある層の平均層温度は、その層 (厚さ= h)の上面から $h/3$ の位置での温度と仮定する。したがって、ある層の平均層温度は、表層の上面からその層の上面までの深さに、 $h/3$ を加えた値を Z とする。

② AC 層の動的弾性係数の推定

AC 層の各月の動的弾性係数は、室内実験等で求めた値を直接的に用いることもできるが、AC 層の各月の平均温度 ((1)式より推定) および AC の配合特性から(2)式によって推定することもでき、利用者が選択する。なお、(2)式は、A.I.の開発した推定式である。

$$E = 100000 \times 10^{\beta_1} \dots\dots\dots(2)$$

$$\beta_1 = \beta_3 + 0.000005 \beta_2 - 0.00189 \beta_2 f^{-1.1}$$

$$\beta_2 = \beta_4^{0.5} T^{\beta_5}$$

$$\beta_3 = 0.553833 + 0.028829 P_{200} f^{-0.1703} - 0.03476 V_b + 0.070377 \eta + 0.931757 f^{-0.02774}$$

$$\beta_4 = 0.483 V_b$$

$$\beta_5 = 1.3 + 0.49825 \log f$$

ここで、

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$: 定数

f : 荷重頻度 (Hz)

P_{200} : 粒状材のNo200フルイ通過重量百分率 (%)

V_b : アスファルト量 (%)

V_v : 空げき率 (%)

η : 70°Fでのアスファルト粘度 (10^6 poises)

T : AC 層の平均温度 (°F)

E : AC 層の動的弾性係数 (psi)

③ AE 層の弾性係数の推定

AE 層の弾性係数は、AC 層と同様に温度変化に強く影響されるが、これ以外に、養生の程度にも影響される。これらのことを考慮し、DAMA では、養生開始時から完了時に至る養生期間中に AE 層の弾性係数が変化するとして、(3)式により弾性係数を推定する。

$$E_{T,t} = E_{T,f} - (E_{T,f} - E_{T,i}) \cdot (RF)_t \dots\dots\dots(3)$$

$E_{T,t}$: 温度 T 、時間 t での弾性係数 (psi)

$E_{T,f}$: 温度 T での養生完了時の弾性係数 (psi)

$E_{T,i}$: 温度 T での養生開始時の弾性係数 (psi)

$(RF)_t$: 時間 t での養生の進行程度を表わす割合

$$(RF)_t = e^{-bt} = 1 - f_c$$

t : 時間

f_c : 養生の進行程度を表わす割合

b : 養生時間 t_c および f_c により決定する定数

なお、 $T \leq 32^\circ\text{F}$ (0°C) のときには、 $E_{T,t} = E_{T,f}$ として計算を進める。この理由は、養生効果の非常に低い状態にある AE 層の弾性係数は、氷点以下の温度では複雑な関係を示すということ、およびプログラムの単純化を図るということによる。

④ 粒状材路盤層の弾性係数の推定

粒状材路盤層の弾性係数は、(4)式により推定する。なお、(4)式は、Maryland 大学の作成した推定式である。

$$E_{gb} = g_0 h_1^{g_1} h_2^{-g_2} E_1^{-g_3} E_3^{g_4} K_1^{g_5} \dots\dots\dots(4)$$

ここで、 $g_0, g_1, g_2, g_3, g_4, g_5$ は、偏回帰係数で、それぞれ次の数値を採用している。

$$g_0 = 10.447, \quad g_1 = 0.471, \quad g_2 = 0.041$$

$$g_3 = 0.139, \quad g_4 = 0.287, \quad g_5 = 0.868$$

また、 h_1 : アスファルト混合物層の厚さ (in)

h_2 : 粒状材路盤層の厚さ (in)

E_1 : アスファルト混合物層の弾性係数 (psi)

E_3 : 路床の弾性係数 (psi)

なお、(4)式は、アスファルト混合物層、粒状材路盤層、路床の3層からなる舗装構造に対しての推定式である。粒状材路盤層の直上に、2種類の異なるアスファルト混合物層がある場合には、(5)式により2層を1層に合成した弾性係数を推定し、(4)式により E_{gb} を推定する。

$$E_{1eq} = \left(\frac{h_1 E_1^{1/3} + h_2 E_2^{1/3}}{h_1 + h_2} \right)^3 \dots\dots\dots(5)$$

E_{1eq} : 合成層の弾性係数 (psi)

h_1 : 1層目のアスファルト混合物層の厚さ (in)

h_2 : 2層目 " "

E_1 : 1層目 " 弾性係数 (psi)

E_2 : 2層目 " "

(3) ダメージの計算

ダメージの計算は、Miner の仮定に基づき「路床変形」および「疲労クラック」の2種類の破損モードに対して各月ごとに行う。ダメージ計算の基礎となるひずみは、図-1に示す限界境界面の3点でのひずみであり、それは舗装各層の各月の弾性係数を用いて各月ごとに解析して求める。

なお、DAMA では限界境界面をアスファルト混合物層下面および路床上面と定義する。また、図-1において、計算点1は円形等分布荷重の中心点、計算点2は円形等分布荷重の端点、そして計算点3は2個の円形等分布荷重の midpoint である。

① 路床変形によるダメージ

舗装破損の種類の一つは、過大な永久変形によるわだ

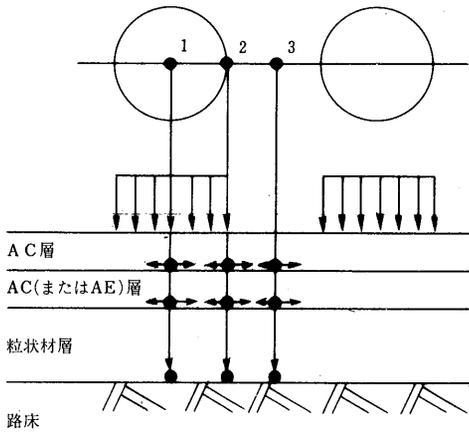


図-1 ダメージの計算点

ち掘れである。この破損モードに対する破壊に至るまでの荷重の繰返し回数は、路床上面での垂直圧縮ひずみに関係し、DAMA では(6)式により繰返し回数を予測する。

$$N_f = d_0 \epsilon_v^{-d_1} \dots \dots \dots (6)$$

d_0, d_1 : 定数

ϵ_v : 路床上面での垂直圧縮ひずみ

N_f : 変形により破壊するまでの繰返し回数

なお、 d_0 および d_1 は、入力時に利用者が定義する定数である。A.I.のMS-1(第9版)では、Santucciの提案した次の数値を用いた。

$$d_0 = 0.1365 \times 10^{-8} \quad d_1 = 4.477$$

② 疲労クラックによるダメージ

DAMA で解析するもう1つの破損モードに対するダメージは、アスファルト混合物層の疲労クラックによるものである。この破損モードでの破壊に至るまでの荷重の繰返し回数は(7)式により予測する。

$$N_f = (f_0)(10^m)(f_1 \epsilon_t^{-f_2} E^{-f_3}) \dots \dots \dots (7)$$

ただし、 $m = f_4 \left(\frac{V_b}{V_0 + V_b} \right) - f_5$

ここで、 f_0 : 室内実験の結果を現場へ適用させるための調整項

10^m : 混合物の配合特性の調整項

$f_1 \epsilon_t^{-f_2} E^{-f_3}$: 室内実験の結果から求めた疲労曲線

なお、A.I.のMS-1(第9版)の設計曲線を作成するに当たっては、次の定数を用いた。

$$f_0 = 18.4 \quad f_1 = 0.004325 \quad f_2 = 3.291$$

$$f_3 = 0.854 \quad f_4 = 4.84 \quad f_5 = 0.69$$

また、 ϵ_t : アスファルト混合物層下面の引張ひずみ

E : アスファルト混合物層の弾性係数 (psi)

V_b : アスファルト量 (%)

V_0 : 空げき率 (%)

N_f : 疲労クラックによる破壊までの繰返し回数

(4) ダメージの評価

舗装各層の弾性係数は、すべて各月の温度、養生効果(AE層だけ)、凍結融解、水分条件により変動する。DAMA では、限界ひずみを月ベースで計算し、破壊に至るまでの荷重の繰返し回数 N_f を、2種類の破損モードに対して、それぞれのダメージ予測モデルにより、各月ごとに予測する。

この結果を用いて、(8)式で表わす単位ダメージを2種類の破損モードに対して各月ごとに計算する。各月のダメージは、単位ダメージと月交通量の積により求まる。年間のダメージは、各月のダメージの12ヶ月分の累積和である。

$$d = \frac{1}{N_f} \dots \dots \dots (8)$$

なお、ひずみおよびダメージの計算は、養生期間(AE層だけ)に12ヶ月を加えた期間について行われる。これは、養生後の1年間のダメージは、その後の各年とも同じであるという仮定に基づいているためである。

以上により計算したダメージの合計が、最初に1.0となる層の荷重の繰返し回数から求めた期間が、入力した舗装システムの設計寿命となる。

4. 入力形式

入力形式は、図-2に示すとおりである。

① INOPT, NSUB, STRESS (3I5)

INOPT: 入力データの有無。0の場合には、入力データの無いことを意味し、プログラムは、終結する。0以外の整数の場合には、入力データの有ることを意味し、解析を行う。

NSUB: 路床の層数。4層まで計算可能で、最後の層の厚さは下方に半無限である。

STRESS: 1個の載荷重に対する各月ごとの垂直、半径方向、せん断応力そして垂直、半径方向のひずみ、たわみの出力の選択。0の場合には、出力しない。0以外の整数の場合には、出力する。

② TITLE (20A4)

解析を行おうとする課題の表題。

③ NS, MOPEN, MCURE, MTRAFF (3I5, I10)

NS: 舗装の層数(路床を含む)

MOPEN: 交通開放した月(1月は1,2月は2,...)

MCURE: 交通開放前のAE層の養生期間(月)

MTRAFF: 載荷重の繰返し回数(回/月)

④ WGT, PSI, SD (3F10.0)

① 層及び材料特性

層	材料	ポアソン比	厚 (in)
1	AC	0.35	3.00
2	AE	0.35	4.00
3	粒状材	0.35	6.00
4	路床土	0.45	

② 養生条件

層	材料	養生期間(月)	交通開放
1	AC	0.0	7月
2	AE	6.0	7月

③ 交通条件

2000 回/月

④ 環境条件 (月平均気温) °F

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
40.5	42.2	49.2	59.5	67.4	74.4	77.5	76.5	70.6	60.2	50.0	41.2

⑤ 荷重条件と計算位置

荷重 = 4500 lb
 接地圧 = 70 psi
 半径 = 4.52 in
 タイヤ間隔 = 13.50 in

計算位置
 1 = 1 タイヤの中心
 2 = 1 タイヤの端部
 3 = 両タイヤの中間

⑥ 弾性係数

No.	温度	AC	AE	
			養生前	養生後
1	40.0	1728040.	400000.	1400000.
2	50.0	1294218.	290000.	1000000.
3	55.0	1098994.	230000.	800000.
4	60.0	921794.	190000.	690000.
5	65.0	753865.	160000.	560000.
6	70.0	625499.	130000.	460000.
7	75.0	506224.	110000.	380000.
8	80.0	404980.	90000.	320000.
9	85.0	320306.	70000.	250000.
10	90.0	250494.	56000.	200000.
11	95.0	193725.	45000.	155000.
12	100.0	148179.	35000.	125000.

月	粒材料	路床土
1月	12000.	7500.
2月	12000.	7500.
3月	12000.	4500.
4月	12000.	6000.
5月	12000.	7500.
6月	12000.	7500.
7月	12000.	7500.
8月	12000.	7500.
9月	12000.	7500.
10月	12000.	7500.
11月	12000.	7500.
12月	12000.	7500.

⑦ ダメージモデル

疲労破損 $N_f = (f_a)(10^m)(f_i \cdot \epsilon_r^{-b} E^{-c})$
 変形破損 $N_f = d_e \epsilon_v^{-d}$

⑧ 応力, ひずみ, たわみ

本例では出力なし

⑨ 設計寿命

層	ダメージ種類	累積ダメージ	位置	設計寿命(年)	繰返し回数
-1			非常に小		
2	疲労	1.0	2	19.7	0.4739×10^6
4	変形	1.0	3	31.3	0.7517×10^6

→第2層のデータで設計を行う。

⑨ 月々の応答

月	層	舗装温度 (°F)	弾性係数 (psi)	応答種類	計算位置		
					中心点(1)	端部(2)	中間部(3)
1	1	92	223712	DZ	0.2540×10^{-1}	0.2525×10^{-1}	0.2485×10^{-1}
1	1	92	223712	ET	0.1289×10^{-3}	0.1088×10^{-3}	0.9017×10^{-4}
1	2	88	92975	ET	0.2910×10^{-3}	0.2949×10^{-3}	0.2914×10^{-3}
1	3		33626				
1	4		7500	EC	0.6637×10^{-3}	0.7036×10^{-3}	0.7061×10^{-3}
2	1	90	237944	DZ	0.2413×10^{-1}	0.2414×10^{-1}	0.2383×10^{-1}
2	1	90	237944	ET	0.6563×10^{-4}	0.5158×10^{-4}	0.1553×10^{-4}
2	2	87	146819	ET	0.2673×10^{-3}	0.2714×10^{-3}	0.2284×10^{-3}
2	3		32409				
2	4		7500	EC	0.6142×10^{-3}	0.6520×10^{-3}	0.5710×10^{-3}
17	1	59	948057	DZ	0.1755×10^{-1}	0.1781×10^{-1}	0.1774×10^{-1}
17	1	59	948057	ET	0.1152×10^{-4}	0.7030×10^{-5}	0.6306×10^{-5}
17	2	57	707389	ET	0.1254×10^{-3}	0.1292×10^{-3}	0.1295×10^{-3}
17	3		26365				
17	4		7500	EC	0.3309×10^{-3}	0.3516×10^{-3}	0.3592×10^{-3}
18	1	48	1346114	DZ	0.1606×10^{-1}	0.1628×10^{-1}	0.1614×10^{-1}
18	1	48	1346114	ET	0.7730×10^{-5}	0.4399×10^{-5}	0.5301×10^{-5}
18	2	48	1029375	ET	0.9749×10^{-4}	0.1005×10^{-3}	0.1012×10^{-3}
18	3		25064				
18	4		7500	EC	0.2705×10^{-3}	0.2868×10^{-3}	0.2942×10^{-3}

DZ:表面たわみ量 (in), ET:水平ひずみ (in/in), EC:垂直ひずみ (in/in)

⑩ 月々のダメージ

月	層	舗装温度 (°F)	弾性係数 (psi)	応答種類	計算位置		
					中心点(1)	端部(2)	中間部(3)
1	1	92	223712	DZ			
1	1	92	223712	ET	0.9074×10^{-4}	0.5202×10^{-4}	0.2800×10^{-4}
1	2	88	92975	ET	0.6068×10^{-2}	0.6341×10^{-2}	0.6096×10^{-2}
1	3		33626				
1	4		7500	EC	0.8670×10^{-2}	0.1126×10^{-2}	0.1141×10^{-1}
2	1	90	237944	DZ			
2	1	90	237944	ET	0.1038×10^{-4}	0.4696×10^{-5}	0.1731×10^{-5}
2	2	87	146819	ET	0.6780×10^{-2}	0.7124×10^{-2}	0.6863×10^{-2}
2	3		32409				
2	4		7500	EC	0.6128×10^{-2}	0.8003×10^{-2}	0.8171×10^{-2}
17	1	59	948095	DZ			
17	1	59	948095	ET	0.1101×10^{-6}	0.2168×10^{-7}	0.1516×10^{-7}
17	2	57	707389	ET	0.2153×10^{-2}	0.2378×10^{-2}	0.2363×10^{-2}
17	3		26365				
17	4		7500	EC	0.3844×10^{-3}	0.5041×10^{-3}	0.5551×10^{-3}
18	1	48	1346114	DZ			
18	1	48	1346114	ET	0.3997×10^{-7}	0.6252×10^{-8}	0.1155×10^{-7}
18	2	48	1029375	ET	0.1294×10^{-2}	0.1430×10^{-2}	0.1465×10^{-2}
18	3		25064				
18	4		7500	EC	0.1558×10^{-3}	0.2026×10^{-3}	0.2269×10^{-3}

18ヶ月累積ダメージ

層	中心部(1)	端部(2)	中間部(3)
1	0.1064×10^{-3}	0.6037×10^{-4}	0.3165×10^{-4}
2	0.7315×10^{-1}	0.7849×10^{-1}	0.7702×10^{-1}
4	0.4245×10^{-1}	0.5562×10^{-1}	0.5760×10^{-1}

図-3 出力の例

6ヶ月間、交通開放前の養生はないということを意味する。

- ③ 交通条件（1月当たりの載荷回数）の出力。
- ④ 環境条件（1年の各月の平均月温度（°F））の出力。
- ⑤ 載荷条件とダメージの計算点の出力。

⑥ 舗装各層の弾性係数の出力。出力例では、1番目にAC層、2番目にAE層、3番目に粒状材路盤層、4番目に路床の弾性係数を出力している。なお、AC層とAE層は、利用者が入力時に指定した12個の気温に対して、そして粒状材層と路床は1年の各月に対して弾性係数を出力する。

⑦ 2章で論じた方法で推定した疲労クラックおよび変形の各々のダメージ・モデルの出力。

⑧ 1個の載荷重に対する各月ごとの垂直、半径方向、せん断応力そして垂直、半径方向のひずみ、たわみの出力。なお、この出力は、利用者の選択により制御できる。出力例では、出力していない。

⑨ 2個の載荷重に対する計算点での各月の構造応答（アスファルト混合物層下面での引張ひずみ、路床上面での圧縮ひずみ、表層上面でのたわみ）の出力。

⑩ 各月のダメージの出力。なお、構造応答およびダメージを出力する対象期間は、交通開放後の養生期間+12ヶ月である。したがって、出力例では6ヶ月+12ヶ月=18ヶ月の期間に対して出力している。

⑪ 最終結果として、利用者が入力した舗装システムの設計寿命（累積ダメージ=1.0）を出力。設計寿命は、設計荷重の繰返し回数および年数の両方で表わされ、限界境界面での疲労クラックおよび変形の2種類の破損モードに対して出力する。出力例では、2層目のAE層が疲労クラックに対して、19.7年（載荷回数473900回）で

破壊するということを意味する。

5. あとがき

コンピュータ・プログラム DAMA を使用するに当たっては、2章で述べたように、弾性解析の上で種々の拘束条件がある。このため、解析できる実際の舗装構造の範囲が、幾分か制限される。しかし、それ以上に前章までに記述してきたプログラムの柔軟性、即ち、舗装各層の各月の弾性係数、AE層の養生効果、ダメージ・モデルを利用者が設定できるという自由度の高さが、これらの制限を十分に補っている。したがって、DAMAは、A.I.の舗装構造設計曲線を作成するために作成されたプログラムではあるが、A.I.で設定した条件（舗装構造、環境、ダメージ・モデルなど）以外の利用者の意図する条件に対するダメージ解析が必要な場合には、利用者自身が条件を設定することにより利用者の望む解析を行うことができる。また、疲労クラックおよび変形に対するダメージを月単位で予測し、時間軸上で舗装のダメージを把握することができるので、舗装の維持修繕の時期を決定するための一資料としても利用することができると考えられる。

DAMAは、開発当時には最新であった情報により組み立てられている。しかし、今後のアスファルト舗装技術の進歩、各種材料特性の新しい知見、道路システムのニーズの変化などにより、更新されていくであろう。

最後に、本報文で DAMA を紹介するに当たっては、情報、資料を心良く御提供いただいた日本道路公団飯田章夫氏に深く感謝の意を表します。

なお、現在 DAMA は、(社)日本アスファルト協会に有りますので、必要な方は協会へ御問合せ下さい。

参考文献

- 1) The Asphalt Institute (1981); Thickness Design-Asphalt Pavements for Highways and Streets, Manual Series No.1 (MS-1)
- 2) The Asphalt Institute(1983); Computer Program DAMA, User's Manual.
- 3) The Asphalt Institute (1982); Research and Development of The Asphalt Institute's Thickness Design Manual (MS-1) Ninth Edition, Research Report No.82-2 (RR-82-2)

技術協力の体験から

石河 信一

建設省中部地方建設局高山国道工事事務所長

まえがき

高山国道工事事務所に来る前の2年半の間、発展途上国において、技術協力の業務に携わる機会を得ることができた。そこで体験したものの中から一部を紹介させていただきたいと思う。

私の派遣された先は、タイ王国の運輸通信省道路局であり、タイ国における道路行政の現状、業務の実施体制、技術水準などについて、不十分ではあるが、自分なりにその一端を知ることができた。

発展途上国においては、先進諸国との技術協力を進めるとともに、多くの留学生を送り出し、先進諸国から知識や技術を取り入れ、自国の発展を図ろうと努力している。しかしながら、これら取り入れた知識や技術を、自国において適用できるようなものにして、実際に活用し、国の発展に結びつけていくには、これに適した体制を整備していくことが必要である。

日本から派遣された専門家としては、その辺のところのお手伝いをさせてもらうというのも主要な任務であった訳であるが、いろいろな面で日本とは事情が異なるために戸惑うことも多かった。たとえば、日本においては、日本のやり方、考え方は当たり前な正当なことのように思えても、他国においては、その国の諸条件のもとに長年にわたって定着してきたやり方、考え方があられるわけである。要は、どちらが正しいといったものではなく、その国にはその国のやり方、考え方が一番適しており、外部の者が批判したり改めたりできるような次元のものではないということであろう。

ここでは、私が身をもって日本との違いを強く感じた体験の中から、いくつかについて述べてみたい。

1. エリート女性エコノミストの活躍

私のいた道路局に、アメリカの名門州立大学で交通経済学を専攻し、修士号を持つ女性のエコノミストがいた。彼女はタイ国の官僚として最も典型的なエリートコースを歩んでおり、エリート中のエリートといえるエコノミストであった。27才の独身で、なかなかの美人であり、その上愛嬌も良かったが、いつも難しそうな交通経済学とか経済分析とかいう英文の専門書を読んでいた。

私の仕事で、タイ国内の輸送機関別の旅客および貨物

輸送の量を必要としたため、彼女に門い合わせた。彼女の手元にはこれに類するものはないということで、他局の友人から関係資料を借りてきてくれたが、どうも欲しい数字がうまく出てこない。そればかりか、同じデータについても各資料によってかなりの幅でバラツキがある。彼女にいろいろきいてみても、彼女自身もよくわからず結局、各項目についてそれぞれ出典を明記して各数字を羅列するというで終ってしまい、しかも求める表を埋めることもできなかった。何分にも、タイ国の交通経済の第一人者ですらわからないのであるから、それ以上わかることは不可能のようであった。

交通経済の担当者、権威者の手元に、このような最も基礎的な資料がなく、また必要ともしない様子は、全く不思議に思えた。外国留学をして、高度な知識、分析手法などを習得して帰国しても、自国においては、その分析の対象となるデータがなかったり、あったとしても不正確なのは、せっかく習得したものを活かす場が与えられていないということになってしまう。彼女の保有する知識と、実際に行っている仕事と、この国に適用できる技術とは、どういう関係にあるのか全くわからなくなってしまったのであった。

2. 県別国道延長とデータ・ベース

タイ国においても、ある特定の業務においてはコンピューターが導入されており、拡大する方向にある。私のいた企画課では、データ・ベース・システムの確立が主要な業務の1つになっており、データの収集段階に入っていた。

データの量はかなり膨大であり、たとえば沿道状況のデータとしては、道路の両側100m内にある工場、学校、寺院などについても、生産量、生産額、生徒数、僧侶の数までも集めるということになっていた。このため課の職員がグループに分かれ、日本の1.5倍という広い全国の各地にジープで出かけて行って集めてくるということで、1~2カ月に及ぶ長期出張が続くため、課の中はガラガラという状態が続いた。

担当している課長は、出来上りつつあるデータ・ベースに非常に満足気であり、今まではある県の国道延長がほしい時にはその都度地図上から測って求めなければな

らなかつたし、またある橋を修理してくれという要望があつても、その橋がどこにあるのかわからなかつたのであるが、今後はデータ・ベースによってたちどころにわかるのだと自信に満ちて語ってくれた。

この国では、もともとデータというものが十分には整備されておらず、従つて正確なデータに基づいた業務というものが充分には行われていないわけで、そのような状態の中であつて、データ・ベースを作るということは、今まで集めていながつたデータをどのようにして新たに集めるかということと、その集めたデータを実際の業務にどう活用していくのかということと同時に考えなくてはいけないことになり、なかなか難しいことの方であつた。このため、使うことよりも集めることの方に、より関心がいつているようであつた。

3. 本業より精出す副業

タイ国でも、民間の大企業に勤務する者に比べると公務員の給料は低く、その差は日本よりも大きいようで、1/3～1/4になることさえもあるようである。これに加え副業を持つことが許されているため、公務員は、週休2日の土日曜日ばかりか、平日の勤務時間内でも抜け出して副業に励む者もある。道路局でまわりにいた者の中にも、コンサルタント会社、建設会社といった本業と密接な関係のある所での仕事から、レストラン、農場、養殖場などの経営に至るまでいろいろなものがみられた。うまい副業をみつけて経済的基盤を確保しておくということは、本業における自己の権威を高め、地位を保つていくためにもかなり重要なことの方であつた。本業が終つてから、あるいは本業のない時にも働くということで、その面からみると、かなり働き者であるようにもみえた。

私の課に、高校生の時に日本に留学し、国立大学の土木工学科を卒業して道路局に採用された者が配属されてきた。彼はもちろん日本語はペラペラであるし、日本文も、私よりはるかに上手な字で書くほどであつた。しかし、一般の日本人の大学卒業生と同じで、英語はあまり得意ではないようであつた。

彼は帰国後早々に、日本語学校の先生の職につき、月曜から金曜の夕方週10時間ほど教えていた。これによる収入は月4,000バーツ（1バーツは当時10円、今は6円位になっている）を超えているということであつたが、彼の公務員としての給料は、月3,000バーツにも達してゐなかつたはずである。

このようなことから、彼はこの副業に非常に熱心であり、このため残業はせず、また勤務時間中もその準備に余念がないように見受けられる時もあった。せつかく日

本に留学して土木技術を学んで帰国したのであるから、自国で大いに活躍してもらいたいのだが、何かもつたいないような気がした。

4. 上司への絶対服従

タイの社会では、上司の権威は絶対であり、上司は一方的に命令を出すだけであり、部下には自分の見解、意見などを述べる機会が与えられていないといわれている。

赴任して間もなく、企画課の室内で計画部長も参加してのパーティがあつた。料理のおかれた白い布のかかつたテーブルのそばには数人の中堅以上の者がいるのみで、その他の大部分の者はこれから離れた自分達の机のまわりに大勢で固つているという状態で、実に異様な感じであつた。しかも、誰1人としてテーブルの方へ来るように声をかける者もない。私1人が気をきかせたつもりで声をかけても全く動こうとしない。時々若い者が代表してテーブルに料理をとりこソソコと来て戻つてしまうという状況であつた。夜も更けて、部長が帰る頃になつてようやく集つてきて、ディスコなどを始めるといった有様であつた。

タイにおいては、上司と部下との格差は非常に大きく、若い者が気やすく上司に話しかけるなどということは、とてもあり得ないようである。上司はあくまでも威厳をもつており、おそれ多くて近寄りたがいないということが威光を示すことになるのであろう。

このような絶対服従、上下下達の中で、部下や若い者は、自己の意見を述べることもないばかりか、自ら物を考えたり意見を持つとすることもなくなつてしまひ、責任感も薄いままに命令通りに動くだけになつてしまつているということである。このことは逆にいえば、上司は部下に相談することなく、オールマイティな能力を要求されるということになるが、そのことは、たかがたつた1人の上司の持つ能力の容量以上の業務は行いえないということにもなるのであろう。

日本の調査団が来ての打合せで、日本側では若い者までが積極的に団長にむかつて意見を言うのをみて、同席したタイ側はずい分と驚いたようであつた。

おわりに

私の全くの個人的な体験の一部を、私なりに勝手に解釈して紹介させていただいた。日本には日本のやり方があり、他国には他国のやり方がある。技術協力においては、他国のやり方を充分理解して、それに従つてやるということが絶対的に必要であるということ強く感じた次第である。

橋面舗装

橋梁の床版の保護と車両の安全かつ円滑な交通の確保を目的として床版面に設ける舗装のことをいう。

舗装の種類はこれまでには歴青系材料（加熱アスファルト混合物、グースアスファルト等）によるものが主体であったが、最近では高分子材料（ゴム系(SBR(スチレン・ブタジエンゴム)、CR(クロロプレンゴム)、SBS(スチレン・ブタジエン・スチレンゴム))、樹脂系(EVA(エチレン・酢ビ樹脂)、SIS(スチレン・イソプレン・スチレン樹脂)、EEA(エチレン・エチルアクリレート共重合体)、ゴム・樹脂系(SBR+EVA, SBR+EEA, IIR(ブチルゴム)+石油樹脂など)を配合した混合物による舗装が増えつつある。

舗装厚は2層仕上げによる6~8cmが多い。鉄筋コンクリー

ト床版では舗装と床版の接着及び防水が十分でない舗装の破損や床版の劣化を早めることから、床版防水をとり入れた舗装が普及しつつある。特に床版防水工は道路橋床版防水工設計・施工資料(案)(日本道路協会)が参考になろう。

一方、鋼床版舗装ではひびわれ破損が顕著であり、これらは縦リブに直近の位置、主桁ウェブ上、主桁直近の縦リブ上等鋼床版の構造と密接な関係があることから、構造的には主桁直近の縦リブ間隔を狭くし、舗装は、曲げ試験によるひずみ量に着目した選定を行い、合わせて防錆層、接着層、防水層をとり入れている例もある(本四舗装基準参照)。

舗装基準等で明記されている鋼床版舗装例を比較すると表1のようにになる。 小島逸平 熊谷道路(株)技術研究所

表1 鋼床版舗装の構成例

基準	舗装構成(mm)	アスファルト混合物		アスコンに対する基準
		表層/レベリング層	バインダー	
アスファルト舗装要綱	<p>加熱アスファルト混合物による舗装の例</p>	密粒度アスコン(13, 20) 密粒度ギャップアスコン(13) グースアスファルト	ストレートアスファルト (40~60, 60~80) (80~100) 改質アスファルト	耐流動対策を考慮する場合 1500回/mm以上/60℃6.4kgf/cm ²
	<p>グースアスファルトによる舗装の例</p>	同上及び 粗粒度アスコン		
日本道路公団	設計厚7.5cmを標準とする (レベリング層と表層の2層)	表層用混合物 タイプI(13) グースアスファルト	ストレートアスファルト (60~80)	—
本州四国連絡橋公団		密粒度アスコン(13) 細粒度アスコン(13) グースアスファルト	改質アスファルト(I, II) 硬化性アスファルト 硬質アスファルト	○改質アスファルト混合物850回/mm以上 ○硬化性アスファルト混合物5,000回/mm以上 ○グースアスファルト300回/mm以上
首都高速道路公団	<p>ホルト頭の高さが40mm以上のときは、下図の()内の数値とする。また、勾配が7%以上のときは、レベリング層のグースアスファルトを2層仕上げとする。</p>	粗粒度ギャップアスコン(13)	ゴム入りアスファルト	○粗粒度ギャップアスコン(13) 1,000(3,000)回/mm以上 ○粗粒度アスコン(20) 1,000(3,000)回/mm以上 ()内は、車道部の舗装II(交通条件が苛酷な区間)に適用
		粗粒度アスコン		
阪神高速道路公団		密粒度アスコン(13) グースアスファルト	ストレートアスファルト (60~80)	○密粒度アスコン(13) 840(2,000)回/mm以上 ○グースアスファルト 500回/mm以上 ()内は、特殊舗装に適用する。
				曲げ試験(破断ひずみ) アスコンの種類 基準値 密粒度アスコン(13) (改質アスファルト) — グースアスファルト 8×10 ⁻³ 以上

BTD チャート (Bitumen Test Data Chart)

アスファルトは、温度により物理性状が大きく変化するが、広い温度範囲での性状を、一つの値で判断することが困難なため、特定の温度域における性状を、フラース脆化点、伸度、針入度、軟化点、60°C 粘度、高温粘度等で評価している。

つまり、フラース脆化点は、低温における可とう性を表し、伸度は試験温度における粘着性あるいは凝集力を判断する目安となる。針入度は、常温における硬さを表し、軟化点はアスファルトに流動性が始まる温度、60°C 粘度は、舗装表面の最高温度での、混合物の耐流動抵抗、高温粘度はアスファルト混合物の混合性や締固め性に関連する流動性を評価するのに用いられる。

しかし、これらの物理性状は、粘度を除いて、特定の試験条件下における、相対的な物理性状値で表されるため、これらのデータを相互に結びつけて評価することは難しい。

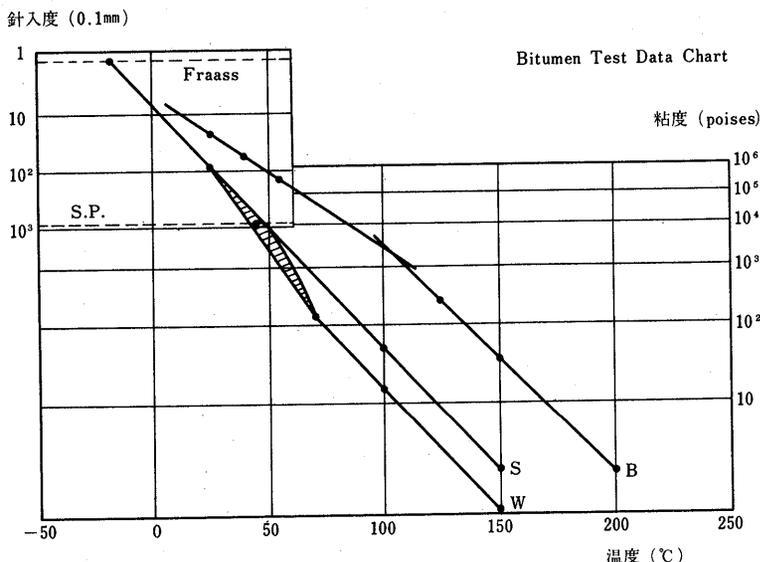
そこで、W.Heukelom (Shell Research N.V.) は、アスファルトの針入度-温度及び粘度-温度関係の二枚のチャートを結合することにより、広い温度範囲での性状を一目で把握することを考え、下図の様な、BTDチャー

トを提案した。

このチャートは、横軸に温度、縦軸に針入度及び粘度が目盛りされており、温度は等分目盛、針入度は対数目盛となっている。粘度の目盛は、やや複雑で、アスファルトの軟化点温度（または、針入度が 800 となる温度）での粘度が、ほぼ 13,000 ポアズであることに着目し、針入度、粘度、温度の関係式から算出されている。

左上部の、針入度-温度のチャートには、針入度の他に、フラース脆化点及び軟化点がプロットできるようにになっているが、フラース脆化点における針入度を $1\frac{1}{4}$ 、軟化点での針入度を 800 としている。

一般のストレートアスファルト (Class S) では、針入度、粘度及び温度の関係は、この BTD チャートを用いれば、一本の直線関係で示される。しかし、特にワックス含有量の高いアスファルト (Class W) では、ワックスが熔融する温度域で粘度低下が生じ、この範囲では粘度測定値もバラツキやすい。また、ブローンアスファルト (Class B) の場合には、低温、高温域の 2 本の直線関係で表される。



(井町弘光 昭和シェル石油(株)中央研究所)

石油アスファルト需給実績(総括表)

(単位:千t)

項目 年度	供 給					需 要					
	期初在庫	生 産	対前年 度 比	輸 入	合 計	内 需	対前年 度 比	輸 出	小 計	期末在庫	合 計
52 年 度	256	4,790	(115.3)	0	5,046	4,765	(116.2)	0	4,765	287	5,052
53 年 度	287	5,229	(109.2)	0	5,516	5,218	(109.5)	0	5,218	297	5,515
54年度上期	297	2,624	(98.6)	0	2,921	2,576	(97.7)	0	2,576	348	2,924
54年度下期	348	2,440	(95.0)	1	2,789	2,562	(99.2)	2	2,664	236	2,800
54 年 度	297	5,064	(96.8)	1	5,362	5,138	(98.5)	2	5,140	236	5,376
55年度上期	236	2,374	(90.5)	0	2,610	2,323	(90.2)	12	2,335	278	2,613
55年度下期	278	2,346	(96.1)	1	2,625	2,380	(92.9)	9	2,389	240	2,629
55 年 度	236	4,720	(93.2)	1	4,957	4,703	(91.5)	21	4,724	240	4,964
56年度上期	240	2,244	(94.5)	0	2,484	2,215	(95.4)	5	2,220	266	2,486
56年度下期	266	2,354	(100.3)	0	2,620	2,347	(98.6)	14	2,361	226	2,587
56 年 度	240	4,598	(97.4)	0	4,838	4,562	(97.0)	19	4,581	226	4,807
57年度上期	226	2,158	(95.8)	0	2,384	2,103	(94.9)	8	2,111	240	2,351
57年度下期	240	2,466	(104.8)	0	2,706	2,471	(105.3)	10	2,481	213	2,694
57 年 度	226	4,624	(99.2)	0	4,850	4,574	(100.3)	18	4,592	213	4,805
58年度上期	213	2,392	(111.1)	0	2,605	2,357	(110.7)	3	2,360	241	2,601
58年度下期	241	2,555	(103.6)	0	2,796	2,564	(103.8)	1	2,565	226	2,791
58 年 度	213	4,947	(108.4)	0	5,160	4,921	(107.6)	4	4,925	226	5,151
59年度上期	226	2,541	(106.4)	0	2,767	2,516	(106.7)	0	2,517	252	2,769
59年度下期	252	2,694	(105.4)	0	2,946	2,705	(105.5)	0	2,705	240	2,945
59 年 度	226	5,235	(105.9)	0	5,461	5,221	(106.1)	0	5,221	240	5,461
4~6月	240	1,145	(92.5)	0	1,385	1,066	(91.4)	0	1,066	316	2,047
7月	316	409	(95.2)	0	725	454	(100.5)	0	454	269	723
8月	269	449	(103.6)	0	718	424	(97.5)	0	424	293	717
9月	293	397	(90.0)	0	690	394	(84.0)	0	394	294	688
7~9月	316	1,255	(96.3)	0	1,571	1,272	(93.8)	0	1,272	294	1,566
60年度上期	240	2,400	(94.5)	0	2,640	2,338	(92.9)	0	2,338	294	2,632
10月	294	425	(94.1)	0	719	447	(92.2)	0	447	270	717
11月	270	462	(94.9)	0	732	482	(94.6)	0	482	248	730
12月	248	472	(91.8)	0	720	484	(94.6)	0	484	233	717
10~12月	294	1,358	(93.4)	0	1,652	1,413	(93.8)	0	1,413	233	1,646
61. 1月	233	342	(103.1)	0	575	301	(105.3)	0	301	273	574
2月	273	363	(96.5)	0	636	360	(105.0)	0	360	274	634
3月	274	566	(106.2)	0	840	622	(109.1)	0	622	215	837
1~3月	233	1,271	(102.4)	0	1,504	1,283	(107.0)	0	1,283	215	1,498
60年度下期	294	2,629	(97.6)	0	2,923	2,696	(99.7)	0	2,696	215	2,911
60 年 度	240	5,029	(96.1)	0	5,269	5,034	(92.2)	0	5,034	215	5,249
61. 4月	215	481	(115.6)	0	696	440	(112.5)	0	440	254	694
5月	254	398	(103.6)	0	652	355	(108.9)	0	355	294	649

(注) (1)通産省エネルギー統計月報 61年5月確報
 (2)四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

<石油アスファルト需給統計資料> その2

石油アスファルト内需実績 (品種別明細)

(単位:千t)

年月	内 需 量						対 前 年 度 比					
	ストレート・アスファルト			燃焼用 アスファルト	ブロー ンアス ファルト	合 計	ストレート・アスファルト			燃焼用 アスファ ルト	ブロー ンアス ファルト	合 計
	道路用	工業用	計				道路用	工業用	計			
52年度	4,242	235	4,477	—	288	4,765	116.9	112.4	116.6	—	109.1	116.1
53年度	4,638	267	4,905	—	313	5,218	109.3	113.6	109.6	—	108.7	109.5
54年度上期	2,309	100	2,409	—	167	2,576	98.0	74.3	96.7	—	115.2	97.8
54年度下期	2,311	75	2,386	—	176	2,562	101.2	57.3	98.8	—	104.8	99.2
54年度	4,620	175	4,795	—	343	5,138	99.6	65.5	97.8	—	109.6	98.5
55年度上期	2,099	87	2,186	—	137	2,323	90.9	87.0	90.7	—	82.0	90.2
55年度下期	2,134	96	2,230	—	150	2,380	92.3	128.0	93.5	—	85.2	92.9
55年度	4,233	183	4,416	—	287	4,703	91.6	104.6	92.1	—	91.5	91.5
56年度上期	1,977	103	2,080	—	135	2,215	94.2	118.4	95.2	—	98.5	95.4
56年度下期	2,105	99	2,204	4	139	2,347	98.6	103.1	99.0	—	92.7	98.6
56年度	4,082	202	4,284	4	274	4,562	96.4	110.4	97.0	—	95.5	97.0
57年度上期	1,838	96	1,934	45	124	2,103	93.0	93.2	93.0	—	91.1	94.9
57年度下期	2,105	88	2,193	142	136	2,471	100.0	88.9	99.5	355.0	97.1	105.3
57年度	3,943	184	4,127	187	260	4,574	96.6	91.1	96.3	467.5	94.2	100.3
58年度上期	1,917	83	2,000	236	121	2,357	104.3	86.5	103.4	524.4	98.4	110.7
58年度下期	2,033	94	2,127	304	133	2,564	96.6	106.8	97.0	214.1	98.5	103.8
58年度	3,950	177	4,127	540	254	4,921	100.2	96.2	100.0	288.8	98.4	107.6
59年度上期	1,915	79	1,994	403	119	2,516	99.9	95.2	99.7	170.8	101.7	106.7
59年度下期	2,084	83	2,167	403	135	2,705	102.5	88.3	101.9	132.6	101.5	105.5
59年度	3,999	162	4,161	806	254	5,221	101.2	91.5	100.8	149.3	100.0	106.1
4~6月	798	33	831	181	54	1,066	90.4	88.2	90.2	97.0	91.9	91.4
7月	356	12	368	68	18	454	99.0	84.8	98.1	113.2	101.4	100.5
8月	320	12	332	72	20	424	97.7	96.1	99.4	97.2	95.0	97.5
9月	293	15	308	67	20	394	83.2	110.2	84.3	80.2	94.7	84.0
7~9月	969	39	1,008	207	58	1,272	93.2	94.6	93.9	95.6	96.8	93.8
60年度上期	1,767	72	1,839	388	112	2,338	92.3	91.1	92.2	96.3	94.1	92.9
10月	350	12	362	60	25	447	89.7	76.4	89.2	111.0	101.6	92.2
11月	375	11	386	72	24	482	90.9	65.8	90.0	127.3	99.9	94.6
12月	350	13	363	100	22	485	88.7	117.0	89.6	120.8	91.9	94.7
10~12月	1,075	36	1,111	231	71	1,413	89.8	82.6	89.6	119.9	97.8	93.8
61. 1月	173	10	183	97	21	301	96.6	71.1	94.8	137.2	94.7	105.2
2月	234	11	245	94	21	360	96.3	91.7	96.1	140.3	100.0	105.0
3月	492	10	502	100	20	622	105.8	71.4	104.8	138.9	105.3	109.1
1~3月	899	31	930	291	62	1,283	101.4	77.5	100.3	138.6	100.0	107.0
60年度下期	1,974	67	2,041	522	133	2,696	94.7	80.7	94.2	129.5	98.5	99.7
60年度	3,741	139	3,880	910	245	5,034	93.5	85.8	93.2	112.9	96.5	96.4
61. 4月	318	9	327	95	18	440	105.3	75.0	104.1	161.0	100.0	112.5
5月	252	6	258	79	18	355	105.9	66.7	104.5	131.7	94.7	108.9

(注) (1)通産省エネルギー統計月報 61年5月確報

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

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

(4)四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

石油アスファルト統計月報

B5：16ページ ¥500（送料は実費） 毎月25日発行

アスファルトに関する統計資料を網羅し、月毎に発行する統計月報です。

広くご利用いただけるよう編纂致しました。

ハガキにてお申込み下さい。

申込先 105 東京都港区虎ノ門2丁目6番7号
和孝第10ビル

日本アスファルト協会
アスファルト統計月報係

—目 次—

- 石油アスファルト需給実績
- 石油アスファルト品種別月別生産量・輸入量
- 石油アスファルト品種別月別内需量・輸出量
- 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

コスモ石油の アスファルト



特約店

梅本石油株式会社

本社 電話 03-269-7541(代)
大阪営業所 電話 06-394-2441
北九州出張所 電話 093-511-6141

☆ ☆ ☆

☆ ☆ ☆

☆ ☆ ☆

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
〔メーカー〕		
アジア石油株式会社	(105) 東京都港区芝浦1-1-1	03 (798) 3 4 0 0
エッソ石油株式会社	(107) 東京都港区赤坂5-3-3	03 (584) 6 2 1 1
富士石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-2-3	03 (211) 6 5 3 1
出光興産株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内3-1-1	03 (213) 3 1 1 1
海南石油精製株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-4-3	03 (580) 3 5 7 1
鹿島石油株式会社	(102) 東京都千代田区紀尾井町3-6	03 (265) 0 4 1 1
興亜石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町2-6-2	03 (241) 8 6 3 1
コスモ石油株式会社	(105) 東京都港区芝浦1-1-1	03 (798) 3 2 0 0
共同石油株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-11-2	03 (593) 6 0 5 5
極東石油工業株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-7-2	03 (270) 0 8 4 1
三菱石油株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門1-2-4	03 (595) 7 0 6 9
モービル石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-7-2	03 (244) 4 6 9 1
日本アスファルト株式会社	(102) 東京都千代田区平河町2-7-6	03 (234) 5 0 2 1
日本鉱業株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門4-1-34	03 (505) 8 5 2 8
日本石油株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-3-12	03 (502) 1 1 1 1
日本石油精製株式会社	(105) 東京都港区西新橋1-3-12	03 (502) 1 1 1 1
三共油化工業株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内1-4-2	03 (284) 1 9 1 1
西部石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1-1-3	03 (215) 3 0 8 1
昭和シェル石油株式会社	(100) 東京都千代田区霞が関3-2-5	03 (580) 0 1 1 1
昭和四日市石油株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2-7-3	03 (215) 1 6 4 5
東亜燃料工業株式会社	(100) 東京都千代田区一ツ橋1-1-1	03 (286) 5 1 1 1
東北石油株式会社	(985) 宮城県仙台市港5-1-1	02236 (3) 1 1 1 1

〔ディーラー〕

● 北 海 道

アサヒレキセイ(株)札幌支店	(060) 札幌市中央区大通り西10-4	011 (281) 3 9 0 6	コスモ
中西瀝青(株)札幌出張所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (231) 2 8 9 5	日 石
(株)南部商会札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011 (231) 7 5 8 7	日 石
レキセイ商事株式会社	(060) 札幌市中央区北4条西12	011 (231) 5 9 3 1	出 光
株式会社ロード資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (281) 3 9 7 6	コスモ
東光商事(株)札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7	011 (241) 1 5 6 1	三 石
(株)トーアス札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (281) 2 3 6 1	共 石
葛井石油株式会社	(060) 札幌市中央区南4条西11-1292-4	011 (518) 2 7 7 1	コスモ

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
● 東 北		
アサヒレキセイ ㈱ 仙台支店	(980) 宮城県仙台市中央3-3-3	0222 (66) 1101 コスモ
㈱ 木畑商会 仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-17	0222 (22) 9203 共 石
カメイ 株式会社	(980) 宮城県仙台市国分町3-1-18	0222 (64) 6111 日 石
宮城石油販売株式会社	(980) 宮城県仙台市東7番丁102	0222 (57) 1231 三 石
中西瀝青 ㈱ 仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-30	0222 (23) 4866 日 石
㈱ 南部商会 仙台出張所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-17	0222 (23) 1011 日 石
有限会社 男鹿興業社	(010-05)秋田県男鹿市船川港船川字化世沢178	01852 (3) 3293 共 石
菱油販売 ㈱ 仙台支店	(980) 宮城県仙台市国分町3-1-1	0222 (25) 1491 三 石
正興産業 ㈱ 仙台営業所	(980) 宮城県仙台市国分町3-3-5	0222 (63) 5951 三 石
竹中産業 ㈱ 新潟営業所	(950) 新潟市東大通1-4-2	0252 (46) 2770 昭和シェル
常盤商事 ㈱ 仙台支店	(980) 宮城県仙台市上杉1-8-19	0222 (24) 1151 三 石
● 関 東		
アサヒレキセイ株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3-3-5	03 (551) 8011 コスモ
朝日産業株式会社	(103) 東京都中央区日本橋茅場町2-7-9	03 (669) 7878 コスモ
アスファルト産業株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀4-11-2	03 (553) 3001 昭和シェル
富士興産アスファルト株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2-4-3	03 (580) 5211 富士興
富士鉱油株式会社	(105) 東京都港区新橋4-26-5	03 (432) 2891 コスモ
富士石油販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-13-12	03 (274) 2061 共 石
富士油業 ㈱ 東京支店	(106) 東京都港区西麻布1-8-7	03 (478) 3501 富士興
パシフィック石油商事株式会社	(103) 東京都中央区日本橋蛸殻町1-17-2	03 (661) 4951 モービル
伊藤忠燃料株式会社	(107) 東京都港区赤坂2-17-22	03 (584) 8555 共 石
関東アスファルト株式会社	(336) 埼玉県浦和市岸町4-26-19	0488 (22) 0161
株式会社 木畑商会	(104) 東京都中央区八丁堀4-2-2	03 (552) 3191 共 石
国光商事株式会社	(165) 東京都中野区東中野1-7-1	03 (363) 8231 出 光
丸紅エネルギー株式会社	(102) 東京都千代田区神田錦町3-7-1	03 (293) 4111 モービル
三菱商事株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2-6-3	03 (210) 6290 三 石
三井物産石油株式会社	(101) 東京都千代田区神田駿河台4-3	03 (293) 7111 極東石
中西瀝青株式会社	(103) 東京都中央区八重洲1-2-1	03 (272) 3471 日 石
株式会社 南部商会	(100) 東京都千代田区丸の内3-4-2	03 (213) 5871 日 石
日東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区新川2-8-3	03 (551) 6101 昭和シェル
日東商事株式会社	(170) 東京都豊島区巢鴨3-39-4	03 (915) 7151 昭和シェル
瀝青販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-16-3	03 (271) 7691 出 光
菱東石油販売株式会社	(105) 東京都港区芝5-29-20	03 (798) 5311 三 石
菱洋通商株式会社	(104) 東京都中央区銀座6-7-18	03 (571) 5921 三 石
菱油販売株式会社	(160) 東京都新宿区西新宿1-20-2	03 (345) 8205 三 石
三徳商事 ㈱ 東京支店	(101) 東京都千代田区神田紺屋町11	03 (254) 9291 昭和シェル
㈱ 澤田商行 東京支店	(104) 東京都中央区入船1-7-2	03 (551) 7131 コスモ
新日本商事株式会社	(101) 東京都千代田区神田錦町2-5	03 (294) 3961 昭和シェル
住商石油アスファルト株式会社	(160-91)東京都新宿区西新宿2-6-1	03 (345) 3904 出 光
大洋商運株式会社	(103) 東京都中央区日本橋本町3-7	03 (245) 1632 三 石
竹中産業株式会社	(101) 東京都千代田区鍛冶町1-5-5	03 (251) 0185 昭和シェル
東光商事株式会社	(104) 東京都中央区京橋1-5-12	03 (274) 2751 三 石
株式会社 トーアス	(160) 東京都新宿区西新宿2-7-1	03 (342) 6391 共 石

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
東京富士興産販売株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門1-13-4	03 (591) 3 4 0 1 富士興
東京レキセイ株式会社	(150) 東京都渋谷区恵比寿西1-9-12	03 (496) 8 6 9 1 富士興
東新瀝青株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-16-5	03 (273) 3 5 5 1 日 石
東洋国際石油株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3-3-5	03 (552) 8 1 5 1 コスモ
東和産業株式会社	(174) 東京都板橋区坂下3-29-11	03 (968) 3 1 0 1 三共油化
梅本石油株式会社	(162) 東京都新宿区揚場町9	03 (269) 7 5 4 1 コスモ
ユニ石油株式会社	(101) 東京都千代田区神田東紺屋町30	03 (256) 3 4 4 1 昭和シェル
渡辺油化興業株式会社	(107) 東京都港区赤坂3-21-21	03 (582) 6 4 1 1 昭和シェル
● 中 部		
アサヒレキセイ(株)名古屋支店	(466) 名古屋市昭和区塩付通4-9	052 (851) 1 1 1 1 コスモ
丸福石油産業株式会社	(933) 富山県高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2 8 6 0 昭和シェル
松村物産株式会社	(920) 石川県金沢市広岡2-1-27	0762 (21) 6 1 2 1 三 石
三谷商事株式会社	(910) 福井県福井市中央3-1-5	0776 (20) 3 1 1 1 モービル
中西瀝青(株)名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5 0 1 1 日 石
三徳商事(株)静岡営業所	(420) 静岡市紺屋町11-12	0542 (55) 2 5 8 8 昭和シェル
三徳商事(株)名古屋支店	(453) 名古屋市中区則武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
株式会社 澤 田 商 行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (361) 7 1 5 1 コスモ
新東亜交易(株)名古屋支店	(450) 名古屋市中村区名駅3-28-12	052 (561) 3 5 1 4 富士興
静岡鉱油株式会社	(424) 静岡県清水市袖師町1575	0543 (66) 1 1 9 5 モービル
竹中産業(株)福井営業所	(910) 福井県福井市大手2-4-26	0766 (22) 1 5 6 5 昭和シェル
株式会社 田中石油店	(910) 福井県福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1 7 2 1 昭和シェル
富安産業株式会社	(930-11)富山市若竹町2-121	0764 (29) 2 2 9 8 昭和シェル
● 近 畿		
赤馬アスファルト工業株式会社	(531) 大阪市大淀区中津3-10-4	06 (374) 2 2 7 1 モービル
アサヒレキセイ(株)大阪支店	(550) 大阪市西区南堀江4-17-18	06 (538) 2 7 3 1 コスモ
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-8-8	06 (358) 5 5 3 1 三 石
飯野産業(株)神戸営業所	(650) 兵庫県神戸市中央区江戸町98	078 (391) 8 9 6 5 共 石
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀2-3-19	06 (441) 5 1 9 5 富士興
平和石油株式会社	(530) 大阪市北区中之島3-6-32	06 (443) 2 7 7 1 昭和シェル
平井商事株式会社	(542) 大阪市南区長堀橋筋1-43	06 (252) 5 8 5 6 富士興
木曾通産(株)大阪支店	(550) 大阪市西区九条南4-11-12	06 (581) 7 2 1 6 コスモ
株式会社 松 宮 物 産	(522) 滋賀県彦根市幸町32	07492 (3) 1 6 0 8 昭和シェル
丸和鉱油株式会社	(532) 大阪市淀川区塚本2-14-17	06 (301) 8 0 7 3 コスモ
株式会社 ナ カ ム ラ	(670) 兵庫県姫路市国府寺町甲14	0792 (85) 2 5 5 1 共 石
中西瀝青(株)大阪営業所	(532) 大阪市北区西天満3-11-17	06 (303) 0 2 0 1 日 石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市大淀区豊崎5-8-2	06 (372) 0 0 3 1 出 光
株式会社 菱 芳 砒 産	(671-11)兵庫県姫路市広畑区西夢前台7-140	0792 (39) 1 3 4 4 共石
三徳商事株式会社	(532) 大阪市淀川区新高4-1-3	06 (394) 1 5 5 1 昭和シェル
正興産業株式会社	(662) 兵庫県西宮市久保町2-1	0798 (22) 2 7 0 1 三 石
(株)シェル石油大阪発売所	(552) 大阪市港区南市岡1-11-11	06 (584) 0 6 8 1 昭和シェル

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社名	住所	電話
横田瀝青興業株式会社	(672) 兵庫県姫路市飾磨区南細江995	0792 (33) 0555 共 石
アサヒレキセイ(株)広島支店	(730) 広島市田中町5-9	0822 (44) 6262 コスモ
富士商株式会社	(756) 山口県小野田市稲荷町6539	08368 (3) 3210 昭和シェル
共和産業株式会社	(700) 岡山県岡山市富田町2-10-4	0862 (33) 1500 共 石
信和興業株式会社	(700) 岡山県岡山市西古松363-4	0862 (41) 3691 三 石
中国富士アスファルト株式会社	(711) 岡山県倉敷市児島味野浜の宮4051	0864 (73) 0350 富士興
● 四国・九州		
アサヒレキセイ(株)九州支店	(810) 福岡市中央区鳥飼1-3-52	092 (771) 7436 コスモ
畑 礦 油 株 式 会 社	(804) 北九州市戸畑区牧山新町1-40	093 (871) 3625 コスモ
平和石油(株)高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255 昭和シェル
今別府産業株式会社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4111 共 石
伊藤忠燃料(株)福岡支店	(812) 福岡市博多区博多駅前3-2-8	092 (471) 3877 共 石
株式会社 カンダ	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111 昭和シェル
丸 菱 株 式 会 社	(812) 福岡市博多区博多駅前4-3-22	092 (431) 7561 昭和シェル
中西瀝青(株)福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神4-1-18	092 (771) 6881 日 石
(株)南部商会福岡出張所	(810) 福岡市中央区舞鶴1-1-5	092 (721) 4838 日 石
西岡商事株式会社	(764) 香川県仲多度郡多度津町家中3-1	08773 (3) 1001 三 石
菱油販売(株)九州支店	(805) 北九州市八幡東区山王1-17-11	093 (661) 4868 三 石
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131 富士興
サンヨウ株式会社	(815) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7615 富士興

編集顧問

多田宏行
萩原 浩
松野三朗

編集委員

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

アスファルト 第149号

昭和61年11月発行

社団法人 日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7 TEL 03-502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 廣業社

〒104 東京都中央区銀座8-2-9 TEL 03-571-0997(代)

ASPHALT

Vol. 29 No. 149 NOVEMBER 1986

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION