

アスファルト

第12巻 第68号 昭和44年7月発行

ASPHALT

68

社団法人 日本アスファルト協会

ASPHALT

第 68 号

目 次

四国のアスファルト舗装工事について

..... 神田 一雄 2
吉次 保雄

道路建設機械の問題点

..... 今田元氏 12

☆誰にもわかるアスファルト講座 その4☆

アスファルトのレオロジー 太田 記夫 18
牛尾 俊介

資料 昭和43年度アスファルト需要実績 22

<お知らせ> 11 本会事務所移転案内 21

読者の皆様へ

“アスファルト”第68号、只今お手許にお届け申し上げます。

本誌は当協会がアスファルトの品質改善を目ざして需要家筋の皆様と生産者側との技術の交流を果し、より一層秀れたアスファルトをもって、皆様方の御便宜を図ろうと考え、発行致しているものであります。

本誌は隔月版発行であります、発行毎に皆様のお手許へ無償で御贈呈申し上げたいと存じております。

本誌が皆様の需要面における有力な参考資料となることを祈りつつ今後の御愛読を御願ひ致します。

社団法人 日本アスファルト協会

会長 森口喜三郎

東京都中央区日本橋茅場町2~16 TEL 668-2974

☆編集顧問☆

工藤 忠夫

☆編集委員☆

多田 宏行 高見 博

松野 三朗

および編集部会

本誌広告一手取扱

株式会社 広業社

東京都中央区銀座8の2の9

TEL 東京 (571) 0997 (代)

Vol. 12, No. 68 JULY 1969

ASPHALT

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

Editor · Kisaburo Moriguchi

四国のアスファルト舗装工事について



神田 一雄

建設省四国地方建設局道路工事課長

吉次 保雄

同 道路管理課長

1. まえがき

四国の一般国道は12路線、総延長約1,560kmであるが、そのうち四国地方建設局が担当しているものは、四国4県を外廻りする11、55、56号線および196号線、四国を横断する30、32、33号線および192号線の8路線である。

アスファルト舗装が直轄施工として、四国に登場したのは昭和31年で、当時、中国四国地方建設局時代に、11号線の香川県坂出市において試験舗装が行なわれ、翌32年度には高松市周辺において、また四国地建が発足した33年には、愛媛県三島市周辺で、本格的に施工が始まった。以後、逐次アスファルト舗装が増加して、昭和36年度以降はトンネル内の舗装を除いて、すべてアスファルト舗装になってきた。これは全国的なすう勢に加えて、四国の道路が現道沿い工事がほとんどであるため、交通

表一 主要国道舗装済状況

路線番号	延長 (Km)	舗装率(%)	摘 要
11	236.9	100	
32	120.4	100	
33	120.0	100	
55	214.1	54	
56	289.1	61	
192	96.5	46	内直轄施工 32.3Km

処理の面から採用されたものである。

このようにアスファルト舗装が始められて10年足らずの間に、四国の幹線道路である11号線が、昭和40年に完全舗装され、続いて昭和42年8月には、32、33号線（通称Vルート）の舗装が完成した。この2つの幹線道路の完成によって、改築前に費した走行時間は、半分近くまで短縮でき、また迫り来る断崖、峡谷に肝を冷すことの連続であった国道が、現在では窓外の溪谷美を楽しみながら快適に、それぞれの県庁所在地を訪ねることが可能となり、文字どおり四国は一つとなった訳である。

図一 四国管内道路網図

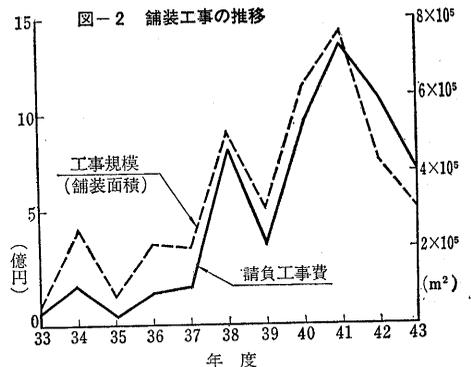
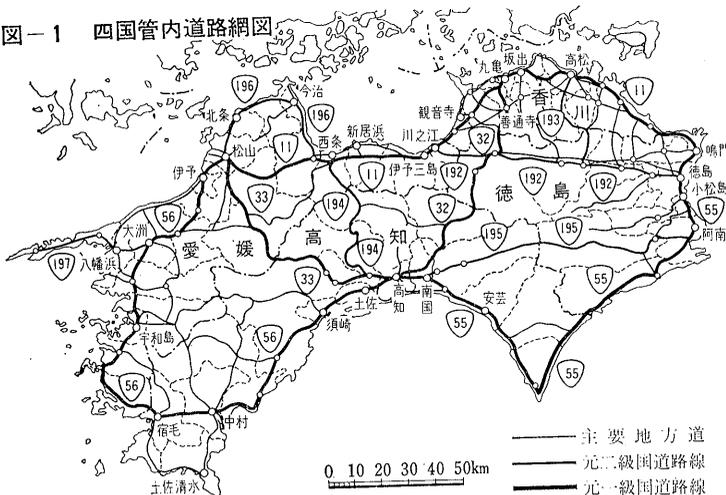
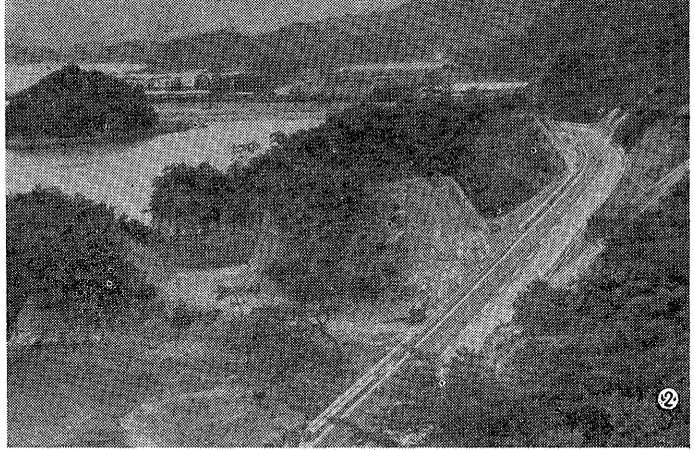
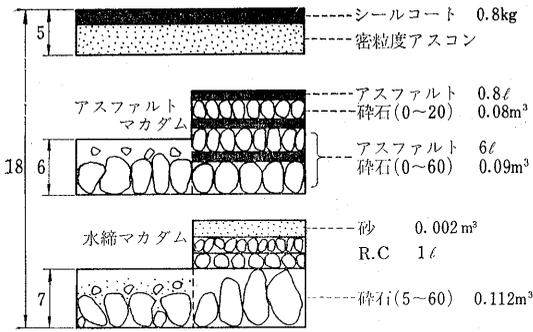


図-3 試験舗装



現在は55, 56号線の舗装が着々と進められており、一方、元二級国道である192号線の直轄舗装工事が、昭和43年度より着工された。ここに、10年余りになる四国のアスファルト舗装工事の設計、施工の概要を紹介し、皆様の参考に供したい。

2. 舗装の構造

(1) 舗装厚

試験舗装当時は、各種文献等を参考として、図-3のような構造にて施工を始めた。幾度も失敗を重ね、工事

のむずかしさを痛感したが、その貴重な経験をもとに、逐次改善して施工を行ってきた。昭和36年にアスファルト舗装要綱が発刊され、以後すべてこの要綱に従ってきた。舗装総厚については、四国の平均的CBR値から、40cm（下層路盤 20cm，上層路盤 10cm，基層 5cm，表層 5cm）を標準とし、部分的に設計厚の不足する箇所については、路床改良を実施した。今までに施工した代表的な断面を図-4に示す。

しかしながら、この要綱もその後の舗装技術に関する貴重な経験と、調査研究の集積により、昭和42年12月に改訂され、これにともない、四国の舗装厚構成については、路床CBR、交通量によって、図-5のような標準的構成を決めそれにより行っている。四国の一般国道の大型車交通量は、図-6のような分布をしており、C交通の適用範囲は、4つの県庁所在地に設けるバイパスとし、他は一般にB交通を採用することを基本として、舗装厚構成を決めている。

すべり止め舗装としては、一般に厚さ3cmのオープングレードの混合物を使用しているが、舗装厚構成に対する考え方としては、このうち2cmを舗装厚に考え、1cmを摩耗層として設計している。

(2) 路盤

下層路盤は改良工事で施工し、その材料のほとんどは河川砂利を使用してきたが、近年河川砂利採取規制等の関係で、碎石を使用することが多くなっている。上層路盤には粒調碎石を使用しているが、香川県内で良質土の得られる場所には、ソイルセメントを施工した。その他アスファルト安定処理の施工を試みている。下層路盤は最大粒径50mm，上層路盤は最大粒径25mmのB型路盤材料の粒度範囲とした。混合は一部ミキシングスタビライザー使用による中央混合のほか、ほとんどをロードスタビライザーによる路上混合方式とした。

(3) 基層，表層

初期には、基層にアスファルトマカダムを採用していたが、その後はほとんど粗粒式アスファルトコンクリートを使用し、表層には密粒式アスファルトコンクリート

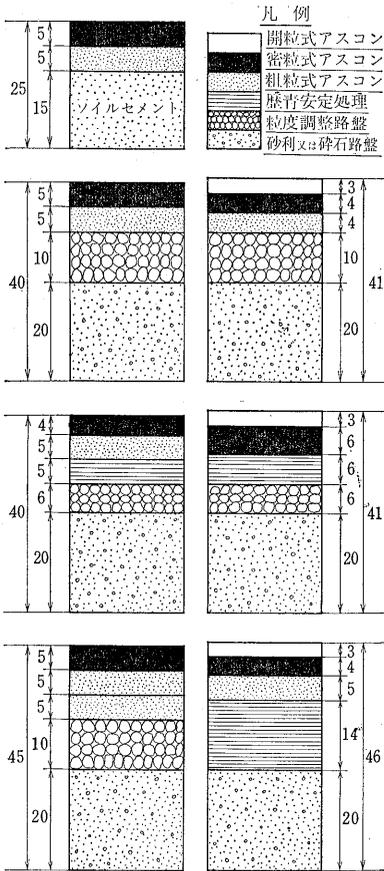


図-4 代表的な舗装構造図

図-5 今後の標準構造図

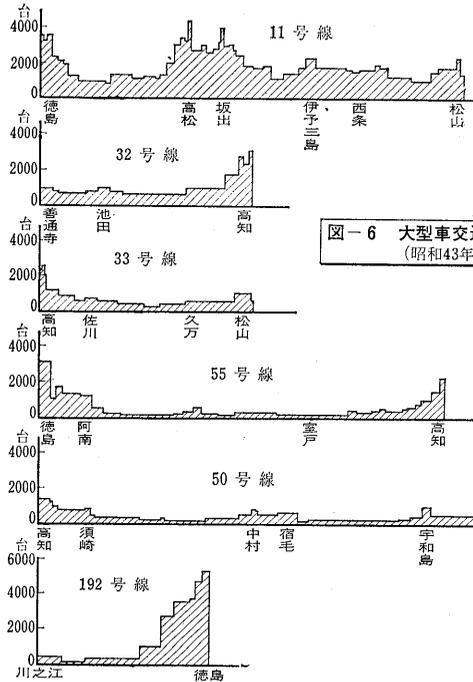
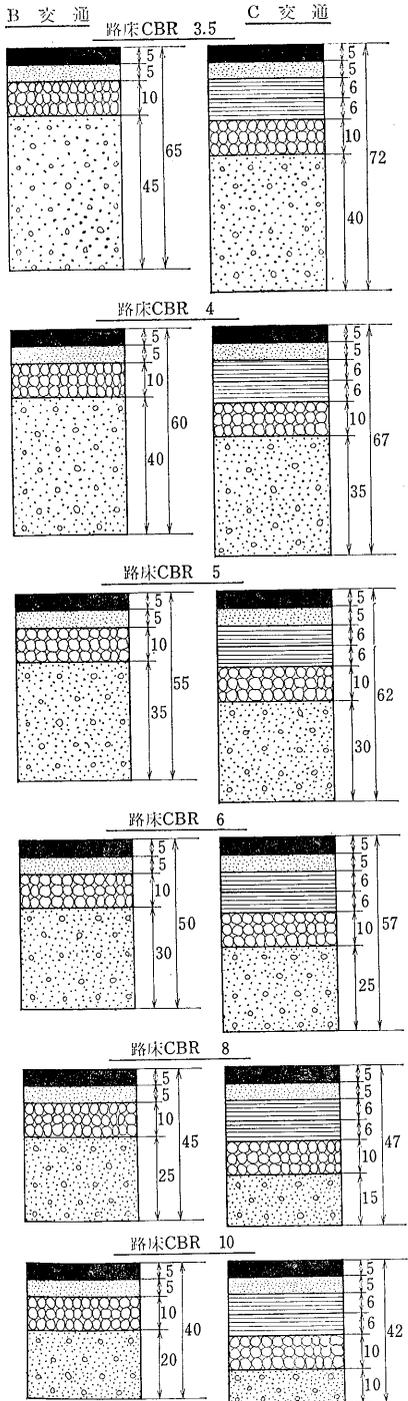


図-6 大型車交通量分布図 (昭和43年)

図-7 アスファルト舗装合成粒度範囲

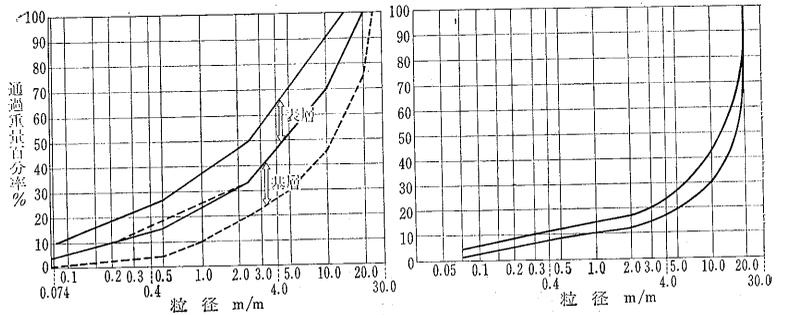


表-2 主要産地別碎石試験成績

県名	産地	比重	吸水量	単位体積重量		空隙率		摩耗率	粗粒率
				標準	軽装	標準	軽装		
香川	大野原	2.60	1.5	1,461	1,277	43.1	50.3	12.3	7.09
	国分寺	2.68	1.3	1,395	1,264	47.9	52.8	14.5	7.88
	猪ノ鼻	2.59	1.4	1,492	1,300	38.5	49.8	12.0	6.78
	小豆島	2.65	0.4	1,552	1,344	41.4	49.3	12.56	7.54
	善通寺	2.58	2.4	1,417	1,276	45.1	50.5	7.6	8.16
	加茂	2.66	1.5	1,469	1,292	44.7	51.2	6.4	6.72
	女体山	2.59	1.5	1,379	1,182	46.8	54.4	16.5	6.90
徳島	勝浦	2.63	0.6	1,503	1,328	42.9	49.5	19.0	6.69
	大毛島	2.53	3.0	1,356	1,181	46.4	53.3	13.5	7.21
愛媛	久万	2.54	3.3	1,387	1,248	45.4	50.9	19.0	7.35
	五十崎	2.97	0.4	1,625	1,463	45.3	50.7	9.0	6.58
	宇和島	2.63	1.4	1,523	1,332	42.1	49.4	12.0	7.59
	南予	2.71	0.9	1,548	1,402	42.9	48.3	13.0	7.05
高知	高	2.69	0.4	1,640	1,479	39.0	45.0	19.6	6.89
	稲生	2.69	0.5	1,573	1,388	41.3	48.4	19.0	7.87
	穴内	2.60	0.7	1,491	1,346	42.7	48.3	15.6	6.92
宿毛	宿毛	2.60	1.5	1,516	1,358	41.7	47.8	20.3	7.31

および修正トベカ、すべり止めには、ゴム入りアスファルトを使用したオープングレードのアスファルトコンクリートを採用した。すべり止め舗装は、従断勾配4%以上の個所と線形を考慮して施工している。それぞれの合成粒度は、図一7に示す。

3. 施工の概要

(1) 材料

砕石は高知県の石灰砕石を除き、一盤に安山岩または硬質砂岩で、その物理的性質を表一2に示す。工事の最盛期においても需給についてはあまり問題にはならなかったが、一部、松山地区においては、砕石工場を建設し官給砕石による施工を行った。また中土佐地区では、トンネルのズリを破砕して下層路盤に使用した例がある。混合物に使用するアスファルトは針入度80~100とし、プライムコートには、アスファルト乳剤1.0kg/m²を、タックコートにはストレートアスファルトまたは乳剤を0.6kg/m²使用した。

アスファルトはドラム入りを使用してきたが、昭和40年度より高松に石油基地が、43年には鳴門に基地が完成し、以後タンクローリーによる生アスファルトを使用し

ている。アスファルト剝離防止剤の使用にあたっては、使用砕石について残留安定度、剝離試験を実施して、その種別を決定することとしたが、使用範囲は石灰砕石と日照時間の短い個所の舗装に主として使用している。

(2) 路盤工

アスファルト舗装初期には、図一3のような水締め砕石路盤が施工され、砕石の敷並べ、チップの散布等は、すべて人力にて行っていたが、その後シーマンミキサースタビライザー等の導入により、路盤工についても機械施工がなされるようになってきた。これに伴って、構造も粒調砕石を使用することとなった。スタビライザーについては、一般的に普及しない特殊機械であるため、道路整備事業費にて購入し、工事請負者に貸与した。

また、昭和37年には中央混合式のミキシングスタビライザーを一部の工事に貸与し、路盤工の品質向上を図った。昭和40年には33号線で、また43年には55号線の南口バイパスにおいてアスファルト安定処理路盤を基準アスファルト量3.5~4%にて施工を行った。路盤工の一般的施工要領は、

イ) 路盤切均し

改良時に施工された下層路盤が、交通開放にともなって生じた不陸を修正するもので、所要の補給材料を散布して、グレーダーによる修正を実施し、タイヤローラー転圧を5回程度実施する。支持力の規正は、 $K_{30} \geq 20 \text{kg/cm}^3$ である。なお改良工事で施工している下層路盤材料は修正CBR30以上、0.4mmフルイ通過分のPIは6以下を目標とするよう規正している。

ロ) 上層路盤

一般に配合設計に基づいた所要材料を散布し、ロードスタビライザーで混合のうえ転圧するものであるが、最近は粒度調整した砕石を散布し、転圧をしている。転圧回数としては、タイヤローラー、マカダムローラー、それぞれ10回程度行い、所要の厚さ、密度に仕上げるもので、路盤材料は修正CBR80以上で0.4mmフルイ通過分のPIは4以下を目標として施工を行って

表一3 貸付機械保有台数

機名	年度	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
モーターグレーダー		5	5	6	7	7	8	9	9	9	9
ロードローラー		10	9	11	10	9	9	8	8	7	6
振動ローラー		4	4	6	6	6	6	6	3	3	3
タイヤローラー		1	1	4	8	9	9	11	11	10	10
ランマー類		3	5	10	12	7	6	4	5	5	4
ロードスタビライザー ミキシング		1	1	2	3	7	8	11	13	13	13
スタビライザー		—	—	—	—	1	2	2	2	2	2
パッチャープラント		4	3	3	3	3	3	—	—	—	—
アスファルトプラント		—	1	3	3	4	4	2	—	—	—
アスファルト フィニッシャー		—	—	—	1	1	1	1	1	1	1



る。支持力の規正は $K_{30} \geq \text{kg/cm}^3$ である。

(3) アスファルト混合物

四国の場合の舗装工事規模としては、延長 2~5 km、金額にし平均 60,000千円 程度の中規模舗装工事が主体であり、したがってアスファルトプラントとしては、一般に 20~25 t/hr 程度のバッチ式プラントが多く使用されている。舗装用フィニッシャーは 2.5m 級を主に使用していたが、初期のものは性能が悪く、出来ばえも良くなかったが、その後、性能も改良され舗装表面の平坦性も一段と向上している。一般的な施工法としてはフィニッシャーで敷均し後、タイヤローラー10回、マカダムローラー 5 回程度の転圧を行い、所要の厚さ、密度に仕上げている。

また路肩については排水上必要な箇所についてのみコンクリートによる舗装を施していたが、昭和41年度より激増する交通量に対して、歩行者の安全と車道の効用確保を図るため、全面的にアスファルト舗装にて施工している。構造としては図-8に示す。

(4) 施工管理

アスファルト舗装は経験的なものが多く、したがって初期の施工管理は、測定、試験の集積で、ただデータを整理解する程度に終始していたが、昭和38年頃より舗装要綱等を参考とし、マーシャル安定度その他による管理を試み、昭和41年になって今までの資料解析等により、新しい管理基準を定め、以後この基準により施工している。

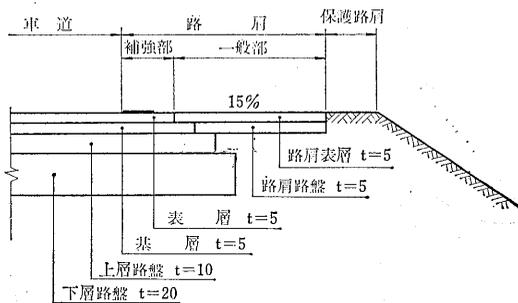
4. 特殊な工法

四国地建において施工した特殊な舗装としては、33号線の三坂峠におけるグースアスファルト舗装、56号線宿毛市内で施工したスチール路盤等が挙げられる。これらの工事について次に紹介する。

(1) グースアスファルト舗装

イ) 概要

施工した場所は、高知市と松山市を結ぶ一般国道33号



図一 路肩舗装標準図

表-4 混合物配合比率

基 層			
材 料	規 格 (mm)	配合率(%)	
砕 石	10~20	35	
"	5~10	19.7	
"	2.5~5	10.4	
砂	粗 目	18.9	
"	細 目	7.5	
フ イ ラ ー		3.0	
アスファルト	ストレート 80~100	5.5	

表 層			
材 料	規 格 (mm)	配合率(%)	
砕 石	10~20	28.1	
"	5~10	12.2	
"	2.5~5	11.2	
砂	粗 目	22.4	
"	細 目	12.6	
フ イ ラ ー		7.0	
アスファルト	剝離防止剤 0.3%入	6.5	

滑 り 止			
材 料	規 格 (mm)	配合率(%)	
砕 石	10~20	64.6	
"	5~10	9.5	
"	2.5~5	6.7	
砂	粗 目	3.8	
"	細 目	4.7	
フ イ ラ ー		5.7	
アスファルト	ゴ ム 入	5.0	

アスファルト路盤			
材 料	規 格 (mm)	配合率(%)	
フラッシュラン	30以下	67.5	
ダ ス ト	2.5以下	29.0	
アスファルト	ストレート80~100	3.5	

線の松山市より 20km 高知側に寄った三坂峠で、四国の国道のうち最も高い位置(標高 720m)にあり、道路線形も山岳道路特有のヘヤーピンカーブを含んだ屈曲が連続し、従断勾配も最急 8%で、冬期には常時積雪および路面の凍結のため、運行車両はタイヤチェーンを装備する必要があります。この三坂峠に舗装工事を計画するに当たって、

- 冬期におけるタイヤチェーンにより、表層の摩耗および凍結による舗装体の破壊
- 屈曲、急勾配による路面のすべり

について考慮する必要があります。この条件を満足する工法として、耐摩耗、耐久性、非透水性、すべり抵抗性についてすぐれた性質をもつ、グースアスファルトを採用し

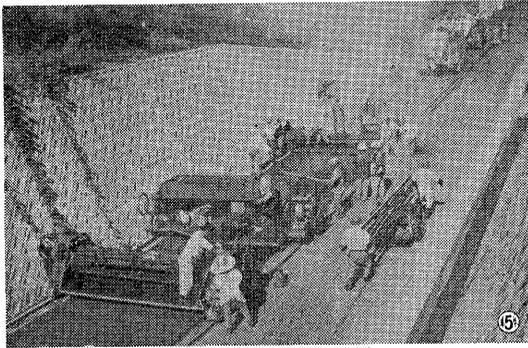
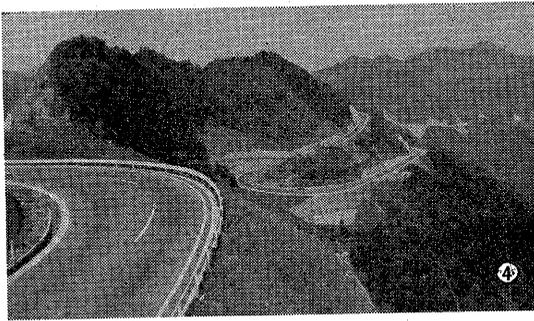
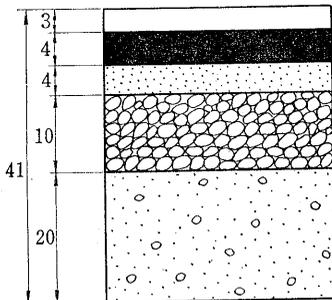


図-9 舗装構造図



施工規模
延長 3,651m
面積 27,285^m²

たものである。

ロ) 施工

グースアスファルト混合物の場合、アスファルト量は骨材の有する間隙にアスファルトを満し、かつ施工性を良くする意味から、わずかの余剰アスファルトを必要とする。本工事では余剰アスファルト量を3%前後と考え、基準アスファルト量を8.6%と決定し施工を行った。グースアスファルトの場合、他の混合物に比較して混合、舗設時には高温を要求されるため、アスファルトプラントには石粉加熱用のドライヤーを別にセットし、混合物温度を180~220℃の範囲に管理し、さらに運搬時には加熱用の重油バーナーを装備したアスファルトクッカーを使用して、加熱攪拌しながら運搬し、舗設温度を220~260℃の範囲に保った。舗装はフィニッシャー、チップスプレッダー、スパイクローラーの順序で人力にて走向させ、所定のものに仕上げて行った。施工管理と

表-5 主要使用機械

アスファルトプラント (石粉ドライヤーをセット)	25 t/h	1基
ショベルローダー	3.2 t積	1台
アスファルトクッカー車	3.5m	7台
グースフィニッシャー	3.5m	1台
チップスプレッダー	3.5m	1台
スパイクローラー		1台
トラック・クレーン		1台
レール		1式

表-6 粒度範囲

フルイ目	粒度範囲	合成粒度
13mm	100%	100.0%
10	85~100	99.3
5	65~85	74.6
2.5	46~65	55.2
0.6	35~50	46.4
0.3	28~42	36.6
0.15	—	28.5
0.074	20~28	22.3
フ イ ラ ー		33.0%
33%アスファルト 針入度20~40		8.6

表-7 品質管理結果

項 目	規 格 値	最 大	最 小	平 均
アスファルト温度	160~200	190	170	176.6
骨材合成粒度 10m/m	41.3~	99.7	99	99.5
〃 2.5m/m	50.7~59.7	57	54	55
混合物温度 (混合)	180~220	245	180	213.8
〃 (舗設)	220~260	270	215	244.2
アスファルト量	8.05~9.15	8.87	8.43	8.6
混合物粒度 10m/m	91.3~	100	98.8	99.4
〃 25m/m	48.2~62.2	56.5	54	55.5
〃 0.074m/m	19.8~25.8	20	21.8	20.9
混 合 物 密 度	2.185以上	2.26	2.34	2.281
舗 装 厚 性	2.6以上	2.8	3.65	3.15
平 担		7	0	1.112
流 動 性	5~25秒	5	24	11.5
貫 入 量	1~9m/m	1.1	3.8	2.3

しては、他のアスファルト舗装の管理項目以外に、流動性試験および貫入量試験を実施した。その管理結果を表-7に示す。

昭和41年度に施工したこの舗装は、スパイクローラーの規制正しい刻目模様が、ほぼ施工当時のまま残されており、すべり止抵抗についても、実際に車で走った場合には外観的にも感觸的にも、一段と大きい効果が期待できるものと考えられ、ドライバーには大いに好評を得ているようである。

(2) スチール路盤

1) 概 要

本工法を採用した場所は、一般国道56号線の高知県宿毛市内の舗装工事で、工事着手前に調査した土質試験の

結果、図-10に示すように表面より平均50cmまでは、良質の山土で覆われているが、それより下部が非常に軟弱な粘性土となっている(CBR=0.7)。このような軟弱路床上の舗装工事として、置換工法あるいはサンドウィッチ工法等について、比較検討した結果、置換工法を採用した場合には、1.0m余りの現道掘削が必要となった。当該地区は市街部であるため、その掘削により人家等に悪影響を与えるので、施工が不可能である。したがって比較的掘削深さの少ないサンドウィッチ工法を採用した。この工法のうちでも、コンクリート版によるサンドウィッチ工法は、交通開放までに相当の養生日数が必要となり、この間、現道交通を止めることは、沿道の工場、商店等に支障があり、交通止めを極力少なくする工法として、万能鋼板によるスチール路盤を採用したものである。

ロ) 施 工

舗装構造としては、CBR試験により当該区間の設計

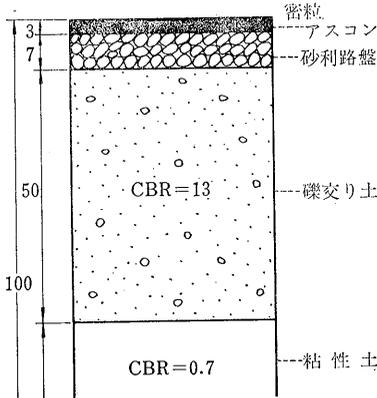


図-10 現況断面図

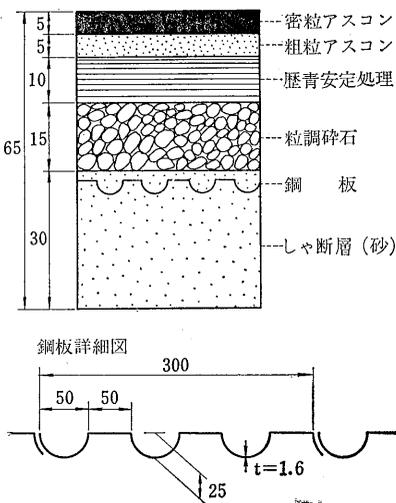
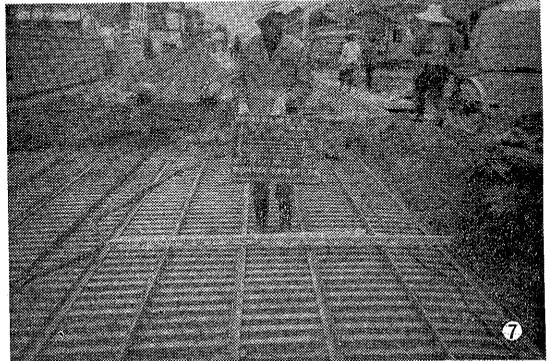
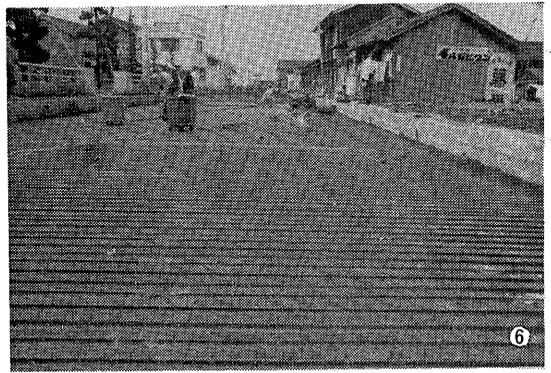


図-11 設計断面図



CBRを2%と決定し、図-11に示す舗装厚構成とした。施工要領は、現道をトラクターショベルにて掘削し、小型ブルドーザーおよび人力により砂を敷均し、その上に鋼板(乳剤による防錆処理)を人力により敷設して、継手部分を熔接、粒調碎石、歴青安定処理層、基層、表層の順序で施工して行った。なお鋼板に縦断方向の継手をさけるため全市を同時施工とした。また沿道商店等の車両通行の関係上、路末の掘削から粒調碎石敷均し、転圧までを1日の施工単位として作業を行った。

粒調碎石路盤完成後、一時交通を許したが、3~7日して一部の路盤上にクラックが発生した。このクラックは最初約30cmの間隔(鋼板巾と同じ)で、定期的に発生し、次第に亀甲状のクラックに発達したが、この原因としては、自動車やローラーによって鋼板が変形し、その巾がわずかであるが広くなる。また砂となじんだ後も、車両の通行、方向変換等による鋼板のタワミ、ネジレ、不等沈下等によっても同様の現象が生じる。これらの変形による伸びが累積して、敷砂との間に隙間ができ荷重がかかれば敷砂に密着し、荷重を除くと復元する、と云った状態を繰り返すため、路盤にクラックを生じる。またその他の原因として、鋼板には図-11のようにコルゲーションをつけて、一方向の剛性を増しているが、他の方向には1.6mm厚の鋼板に過ぎないため、荷重分散効果が少なかったこと、および調査によって察知できない局所的な弱小路床帯が存在することによって、路床部分の

不均一が原因と考えられるものもある。

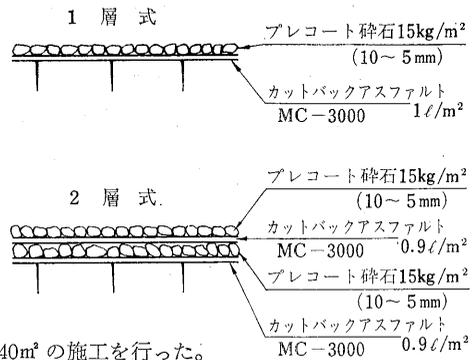
これらの原因を除去するため、試験的にクラック発生箇所鋼板に、コルゲーション方向に50×50×4の山形鋼を50cm間隔に溶接して補強した。その結果は良好であった。なお補強材料としては、丸鋼程度でもよいと考えられた。

(3) シールコートによる舗装補修工事

イ) 概要

四国における国道のうちでも特に交通量の多い11号線では、車両の著しい増加と大型化にともなって、既設舗装面にヒビワレが発生し、それにより耐水性を失い各所において舗装が破壊されている。このうち大きくクラックの発生している箇所については、オーバーレイあるいは打換え等にて補修するのであるが、ヒビワレ程度の場合には、雨水の浸透によりクラックの発達を防止する目的で、比較的経済的な工法として、シールコートによる補修工法を採用したものである。昭和43年度には香川県善通寺市および豊浜町において一層式31,970㎡、二層式

図-12 構造図



4,740㎡の施工を行った。

ロ) 施工

施工に先立ちアスファルトの飛散によって、車道外側線のよごれを防止するため、石粉の溶解液を塗布した。カットバックアスファルトMC-3000を170℃前後に加熱し、ディストリビューターによって1ℓ/㎡を散布し、その後チップスプレッダーにより、あらかじめプラントでプレコート(ストレートアスファルト1%混合)された10~5mmの碎石を15kg/㎡散布、つづいてタイヤローラーを用いて碎石がアスファルトに付着して落ちつくまで転圧を行い、カットバックアスファルトが気温程度まで下るのを待って、浮石を取り去り一般交通に開放するものである。図-12に構造を示す。

施工後6カ月を経たのち、ベンケルマン沈下量およびヒビワレ面積の測定を行ったが、その結果は表-8に示す。沈下量は一部を除いて施工前より大きい値を示しているがこれは測定時期の影響によるものであると考えられる。ヒビワレ率は76%減いう大きな数値が求められ、施工目的は達せられたものと思われる。また防水層を形成するとともに、プレコート碎石により表面は粗面となり、すべりに対する効果も得られた。

本工事では施工時期が遅かったため、プレコート碎石を使用

表-8 測定試験結果表

地区名	調査面積 ④	工法別	ベンケルマン沈下量測定			ひび割れ率測定				
			処理前	処理後	減少率	処理前		処理後		減少率
			平均値① (max~min)	平均値② (max~min)	100 × (1 - ②/①) %	面積 ③	ひび割れ率 ⑤ × 100 %	面積 ④	ひび割れ率 ⑥ × 100 %	(1 - ⑥/⑤) %
吉原 (117.2K)	650	シールコート (A)	1 mm 100 173.3 (228~116)	1 mm 100 82 (240~88)	52.7	265.7	40.8	60.4	9.3	77.3
高瀬 (121.3K)	"	"	100.4 (140~64)	132.5 (164~60)	-31.9	236.3	36.4	13.5	2.1	94.3
豊中 (126.7K)	"	"	110.3 (186~66)	165.3 (236~114)	-15.0	447.5	73.4	73.5	11.3	83.6
豊中 (128.3K)	"	"	90.5 (146~50)	129.8 (178~50)	-43.3	125.9	19.3	48.8	7.5	61.3
観音寺 (132.8K)	"	"	176.5 (476~30)	243.5 (440~60)	-37.9	289.9	44.6	147.4	22.7	49.2
大野原 (133.9K)	"	アーマーコート (B)	90.6 (150~60)	125.6 (196~24)	-38.6	35.0	5.5	6.4	1.0	82.3
豊浜 (140.7K)	"	"	93.6 (154~14)	139.1 (20)~24)	-43.6	133.1	20.4	16.9	2.6	87.4
合計	4,550		1 mm 100 平均 119.3	1 mm 100 平均 145.4	平均 -23.2	合計 1,534.4	平均 34.3	合計 366.9	平均 8.1	平均 76.5

したが、温暖な時期を選べばプレコートする必要はない
 と思う。ただ人家連たん地域の場合には、ほこりを防止
 する目的、または碎石の飛散を軽減するためにはプレコ
 ートするとよい。当工事でもその飛散率を30%として施
 工を行ったが、これは多すぎるようで15~20%程度でよ
 いと考えられる。

(4) アスファルト注入工事

イ) 概 要

コンクリート舗装版にオーバーレイする場合、従来は
 版を安定させる目的で、セメント等を主材料としたスラ
 リーを注入していたが、セメントにより施工した場合に
 は相当時間の養生が必要となり、交通量の激増している
 現在では交通渋滞をまねくため、昭和43年度において表
 一9に示す場所で、アスファルトにより注入工法を試み
 た。

ロ) 施 工

注入に当っては在来コンクリート舗装版のヒビワレ、
 クラックまたはベンケルマンビームによる沈下量を測定
 し、その沈下量が0.5mm以上の版について行った。施工
 方法としてはセメントの場合と同様に、削岩機により3
 m²につき1個の割合で注入孔を設け、ブロンアスファ
 ルト(針入度20~40)を注入するもので、ブロンアスファ
 ルトはケトルにて200~240℃に加熱し、デストリビ
 ューターにて現場に搬入した。注入時にはブロンアス
 ファルトを230~240℃に保たないと注入作業が不可能
 となるため、プロパンバーナーをセットし温度保持に努め

表一9 施工場所

国道名	工事場所	延 長	巾 員	面 積
11号	鳴門市北灘町長浜	468.8m	8.5m	3,633m ²
〃	〃 〃 三津	360	9.5	3,062
〃	坂出市府中町	1,604.4	10.0	16,044
〃	綾歌郡宇多津町	1,130.4	10.0	11,304
192号	徳島市国府町	610	10.0	6,652
〃	名西郡石井町	600	10.0	5,770

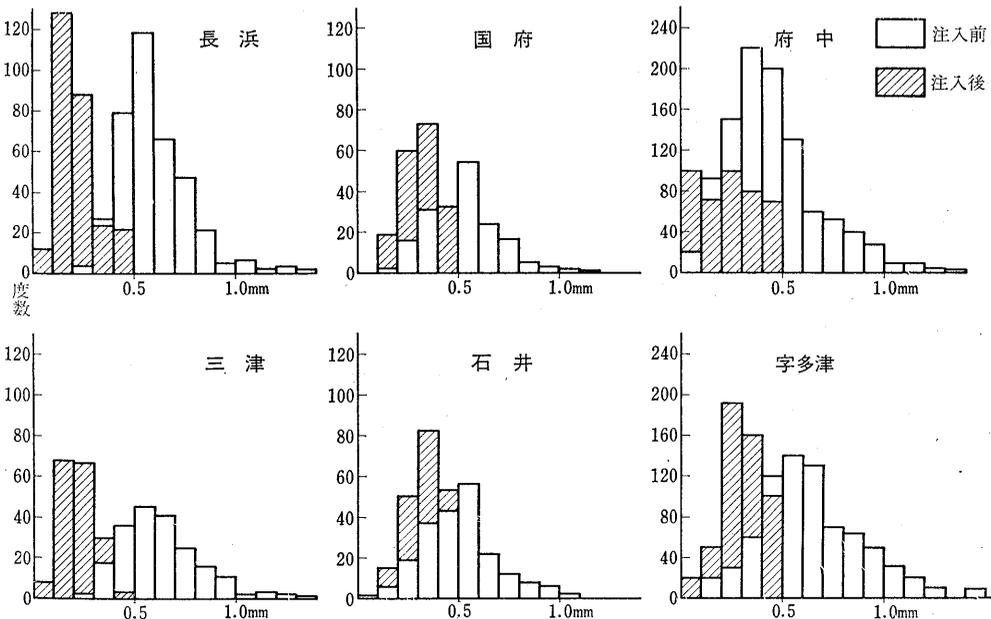
表一10 温度注入圧力

アスファルト温度	注 入 圧 力
245℃	6.0 kg/m ²
240	6.0
235	6.5
230	6.5
225	7.0
220	8.0
210	8.5
200	注 入 不 能

ただし気温7~10℃の場合

た。

注入圧力としては、一般的には2.5~5 kg/m²で施工出
 来る仕様となっているが、実際に施工してみると6~8
 kg/m²の圧力を必要とした。圧力はアスファルト温度に
 相関し、表一10のような結果となった。注入作業の要領
 としては



図一13 ベンケルマンビーム沈下量

お 知 ら せ

☆本会事業の発展を期するため、本年度も改めて、次の方々へ御就任を御願ひ致しました処、御快諾を賜りましたので、御案内申し上げます。

☆会長以下理事は本会々員より選出し、名誉会長、顧問各位の御指導のもとに、円滑なる事業の運営を図って参りたいと存じます。

☆本年度もよろしく御協力賜りますよう御願ひ申し上げます。

名誉会長 藤 正 三 氏 日本大学理工学部教授

顧 問 板 倉 忠 三 氏 北海道大学工学部教授

市 川 良 正 氏 日本大学理工学部教授

井 上 孝 氏 建設省道路局企画課長

西 川 栄 三 氏 芝浦工業大学教授

高 橋 国一郎 氏 建設省道路局国道第一課長

菅 原 照 雄 氏 北海道大学工学部教授

〔いろは順〕

社団法人 日本アスファルト協会

①注入していない注入孔より蒸気が発生したら中止する。

②注入完了の孔に設置している木栓が持ち上がった場合中止する。

③目地附近の舗装版が浮き上がった場合中止する。

④隣接の構造物あるいは路肩より噴出した場合中止する。

の手順で行なったが、セメントによる注入に比較して浸透力が大きく、したがって均一性が期待出来る。また養生期間を必要としないため、交通処理はスムーズに行われ、工期的にも大巾に短縮出来た。その反面高温度にて施工するため、加熱用機械が必要となり、また作業員の危険性が考えられる。

注入後、ベンケルマンピームにより沈下量を測定したが、この測定についても注入後直ちに行うことが出来、その結果により再度の穿孔注入も可能である。第1回の注入では、沈下量 0.5mm 以下となったものが80%程度であったが、第2回、第3回で100%にすることが出来た。このように検測および再度の注入が短時間で可能なことは注目すべきであるが、第1回の注入で100%にするには路盤材料、穿孔の位置、個数にも関係すると思われる。なお注入効果については長期の観察を必要とする

ものであり、今後の資料蒐集に待ちたい。注入前と注入後の沈下量測定結果は図-13に示すとおりである。

5. むすび

四国でアスファルト舗装を始めて、10年余りの才月が流れたが、初期に施工した舗装に比べて、現在では一段と施工技術に進歩の跡が見られる。しかし山岳道路が多いため、至るところで水の処理の不完全による滲透、片切片盛区間の川側部分の沈下などの現象に遭遇し、これらが路床路盤を弱め、舗装の破損につながってきている例が多い。

また平地部でも最近の交通量の増加にともなって、比較的新しい舗装にかなりの破損が見受けられるのは残念であり、舗装施工にあたっては詳細な調査、設計、施工管理の必要を痛感する。

現在55、56号線の改良工事がたけなわであり、一方都市部のバイパス工事も順次着工しているので、間もなく舗装の最盛期にさしかかるわけであるが、この大量の舗装を施工するに先だち、本文に対する大方の御批判、御叱正、そのほかの指導を賜わることができれば望外の喜びである。

道路建設機械の問題点



今 田 元 氏

1. まえがき

昭和38年施工法や施工管理を検討するための試験舗装工事が、京都山科工区で行われてから6年目にあたる本年5月には、東名高速道路が開通を見るに至り、名神高速道路と合せて536.4kmの距離を6時間余で走行できるようになり、各方面に大きな恩恵を与えている。

この間に、構造設計や施工の面に多くの学ぶべきものを残したばかりでなく、道路用建設機械、特に舗装機械の面においても大きな変革をもたらしている。その内容は昭和28年頃に初めて機械施工が舗装業界に採用された時代と肩を並べるような重要な意味をもっており、多くの新式機械が或いは導入され、あるいは開発され、ひいてはわが国の舗装施工法のレベルを高める結果となったことは御承知の通りである。

今日、わが国の国産舗装機械は国内需要を満すばかりか、広く海外において益々信頼感を高めている。しかしそれ故に、益々国内の状況に対する適応性を検討し、また眼を遠く海外に向けて広い国際的な視野に立って自らの製品を願って見ることもまた意義深いものがあるかと考え、道路建設機械のうち特にアスファルト舗装機械について問題点の所在と、その問題点についての私見を述べ、読者諸兄の御参考に供したい。

2. アスファルトプラントと公害

(1) 排出ばいじんの処理について

表一 湿式集じん機の通過抵抗と集じん効率の測定例

通過抵抗 (水柱mm)	集じん効率 (測定) %
20	42~64
100	79~83
135	64~75
155	86~89
140~160	95~96
250	93~96
210~315	98~99
340~360	~91

アスファルトプラントにおいては、毎時混合能力が概ね15t以上のものが、ばい煙の排出の規制等に関する法律および同施行令によって規制をうけている。現在定められているばいじんの排出基準は、温度0度、圧力1気圧における状態に換算したガス1立方メートルにつき1.2グラムである。また亜硫酸ガスおよび無水硫酸の排出基準は容量比で0.22パーセントと定められている。

アスファルトプラントの煙突から大気に排出するガス中の硫化物の排出量は、乾式集じん機を設備し、B重油（サルファ約3.0%）を使用した場合約0.05%で、また湿式集じん機を備えた場合は、0.001%という数字が得られている。これらの1~2の例から判断するに、湿式集じん機が広く使用されている現在、排出基準に比較して遙かに少く、問題はないようである。

しかし、排出ばいじんについては相当な問題が残っている。現在使用されている集じん機としては、通過抵抗の少い水噴射式のもの、通過抵抗の大きいベンチュリスクラツバ、ロトクローンなどが使用されている。

湿式集じん機では、通過抵抗と集じん効率との間に相関性がある。表-1は西独の実施例を示したものである。

この表によっても集じん効率を高めようとするれば、通過抵抗は大きくなり、従って排風機動力の増大を招く。

乾式集じん機は後述するように酸性泥水を生ずることがないので理想的とも見えるが、ドライヤの排気ガス中には多量の水蒸気を含んでいるので、バックの目詰りを生じ、また回収ダストの処理もむづかしい。西欧では、特に移動式プラントにおいて、フィルタ式の乾式集じん機からマルチセル集じん機に移ってゆく傾向にある。

アスファルトプラントの排出ばいじんの規制に関する西独規格VDI 2283は、プラントに使用する冷骨材のダスト含有状況によって排出基準をかえている点においてわが国の基準と異っている。表-2はドライヤの排出ガス濃度の代表値を、また図-1は煙突からの排出ガス濃度の基準を示している。図-1の基準はわれわれの経験から見れば、相当にきびしいものと思う。しかし実際のプラントの運転状況はわが国の状況とそう大きな差異がないように見えるし、また広大な土地で実際に公害が発生しにくい恵まれた環境を見るとき、更めてわが国の環

境のきびしさを痛感する次第である。

湿式集じん機から流出する泥水は、一旦沈澱槽に導かれ泥分が分離され、再び泥水ポンプに集じん機に戻され噴射される。重油燃焼によって生ずるSO₂は水に溶解して酸性泥水を生ずる。また冷骨材それ自身も、ドライヤ内で加熱され、川砂や砂岩系砕石ではPHが5.6~6.8で弱酸性を示すが、石灰岩系の砕石では11.2~11.4程度のアルカリ性を呈する。従って冷骨材に石灰岩系のものを使用する場合は、湿式集じん機からの泥水は中和される。重油中の硫黄分は、A重油で1.20%、B重油で2.28%となり、B重油使用の場合は一層強酸性を示す。

この酸性泥水は、集じん機の円筒内壁や配管装置あるいはノズルや送水ポンプなどの内壁を腐蝕させるばかりか、もし沈泥槽外に流出すれば附近の農作物や運転員にも被害を与える心配がある。

これらの被害を防ぐため、苛性ソーダや消石灰が中和剤として使用される。中和剤の性能としては、この両材料は一長一短があり、特に消石灰使用の場合管内壁にスケールの発生を見、管路を閉塞することがあるので、更にスケール防止剤の使用が必要となってくる。

このような中和剤やスケール防止剤の使用は、運転経費の増大を招き、あるいは、水洗をしないダスト分の多い冷骨材を使用したり、または乾式集じん機の性能が低い場合に生ずる泥分の増加は、沈泥槽の容量を大きなものとし、仮設費の増加を来すことになる。

(2) アスファルトプラントの騒音について

昭和43年6月騒音規制法が公布され、次いで12月1日より施行された。これにより特定建設作業や特定工場等において発生する騒音は厳しい規制をうけることになった。例えば東京都においては、特定工場等において発生する騒音を規制する地域においては、騒音の規制基準として表-3の通り定められている。

アスファルトプラントが運転中に発生する騒音を測定して見ると、例外なくドライヤのバーナ附近が最も高いことが分る。図-2にアスファルトプラント各部の発する騒音の一例を示している。バーナ、送排風機、振動ふるいなどが大きい騒音を発している。

これらの高い騒音は距離による減衰が少く、表-3の規制基準以内に納めることは誠に困難な問題である。この対策としてアスファルトプラント設備全体を厚さ5cmのコンクリート壁面をもつ防音上屋で完全に覆ってしまっている例がある。この場合にはプラントから発する熱量は機械設備や運転員に悪影響を与えるので更に換気、装置を必要とし、100t級プラントで大略2,000万円程度の費用をかけなければならず相当な負担となってくる。

プラント各部の騒音の発生する部分を防音材で囲う方

表-2 ドライヤの排出ガス濃度の代表値

冷骨材の状況	ドライヤの排出ガス濃度の代表値
水洗した冷骨材使用	30 g/Nm ³
1/2程度 "	70 "
水洗しない "	150 "

図-1 排出ばいじんのドイツ基準

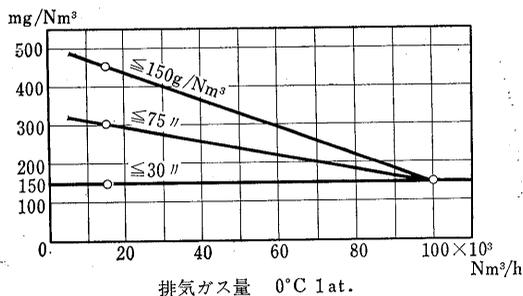


表-3 特定工場の騒音規制基準

区域の区分	朝	昼	夕	夜
住居専用地区	40	45	40	40
住居、緑地地域	45	50	45	45
準工業地域	55	60	55	50
工業地域	60	70	60	55

dB(A)

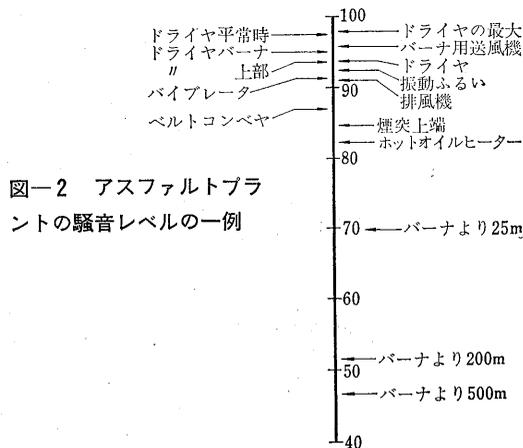


図-2 アスファルトプラントの騒音レベルの一例

法はいろいろと試みられているが、工場の騒音を満足に下げられた程度には至っていない。

先に道路建設業協会において、諸外国のアスファルトプラントに関する騒音の規制基準とその防止法について問い合わせを行った。その報告によると具体的な解決方法を経験的に示されていないが、1~2興味ある意見がのべられているので次に御紹介をしたい。

米国アイオワ社ではドライヤバーナの燃料の燃焼に伴う騒音の強さは、現在の乱流拡散炎を層流拡散炎に近づければ著しく減殺することができよう。現在のドライヤ

では燃焼効率を高めるためあらゆる手段をつくして乱流拡散炎を発生させ所謂小型高性能ドライヤの方向に進んで来た。今騒音低下のために層流拡散炎に近づけるためには、現在のドライヤの形状では、乾燥効率を低下させるので、これを防ぐためにはドラム径を大きくし、長さを増す必要があるとしている。

バーナ騒音が少いと感じている西欧諸国のプラントについてドラムの形状を調査してみると、例えば60t級プラントのわが国のドライヤドラムは直径が大略1,600mm、長さが6,000~7,000mmであるのに対し、ヨーロッパのものでは、径が1,800mm、長さが8,000~9,000mmと、径、長さ共に大きくなっている。

プラントのバーナの形式は、わが国のものはアメリカ系統の低圧バーナで空気噴霧式を採用していたものが多い。ヨーロッパでは還流式高圧噴霧式で、排風機の風圧はわが国のものより遙かに低い。この方式のものではバーナ附近を密閉式とすることが容易で、送風機騒音も少いはずである。以上のような見方に立つと、ドライヤ騒音は送風機、バーナ、ドライヤドラムの関連において対策を研究しなければ効果がうすいように思われる。

アスファルトプラントの騒音公害を及ぼさないために田畑や住宅のない地方に移設することは既に行われているが、加熱混合物の運搬距離が、道路網の不備や交通渋滞のためにはるかに短いわが国の現状から、アスファルト混合物の需要地に近くプラントを設置しておく必要性はなお薄れていないので、どうしてもプラント自身の内に騒音対策を求めなければならない。アスファルトプラ

ントに関する騒音規制の問題は、世界に先がけてわが国のメーカーとユーザーに課せられた厳しい条件である。

3. アスファルトプラントの形成について

以上述べたようなアスファルトプラントに対する種々の制約は、次第に用途に応じた特色ある構造をもつようにならせている。従来わが国のプラントは、工事間を移動するものと定置するものに大きな構造上の違いはなかったが、最近漸く本格的な定置式の特徴あるプラントが出現しているので、その構造について若干ふれて見たい。

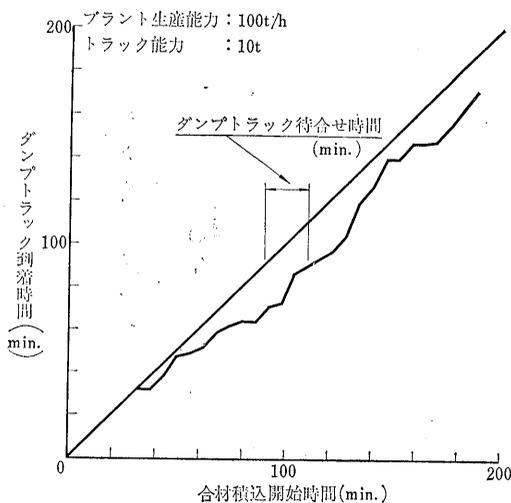
(1) サージビンについて

Mr. Lamson Rheinfrank Jr. は Road & Streets 誌上で、サージビンについて次のように云っている。即ち加熱混合物の貯蔵ビン方式は、合材の夜間貯蔵を意図したものでなく、また少量多種類の生産に使用するためのものでもない。毎日の混合物の生産が高効率であり、プラントの生産能力が増加し、運搬トラックの運賃単価を減少させる。この方法に2つの方法即ち加熱骨材を貯蔵する方法と加熱混合物を貯蔵する方法がある。

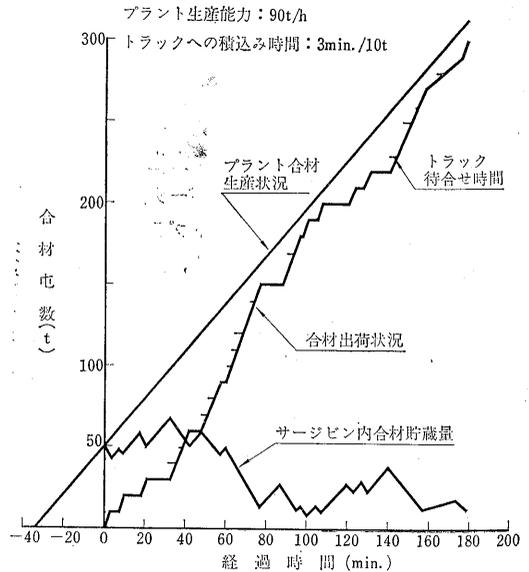
またヨーロッパでは、加熱混合物の貯蔵について一般的に次のようなメリットがあると云われている。

合材トラックの積込時間や、プラントサイドでの待合せ時間が短縮され、その結果として1日の運搬回数が増加して運賃単価を減少させる。プラントに連続運転を可能にするため、ドライヤの燃料費が節約できる。また品質管理上好結果をもたらす。

しかしこの2つのサージビン方式にも不利な点がいく



図一三 合材サージビンを使用しない場合のモデル



図一四 合材サージビンを使用した場合のモデル

つか見出される。即ち

①加熱骨材をホットビンを大きくして貯蔵する方式では、ミキシングタワーの高さや重量を増し、基礎費用の増加や防音対策の費用を高くする。

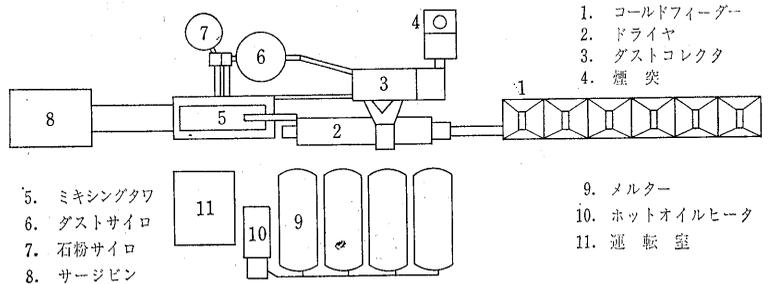
②混合物のサージビン方式では、相当の面積の設置場所を必要とする。また特に粗粒度の混合物を取扱う場合材料の分離現象を生ずる。サージビン並びに供給装置が高価である。

ミキシングタワーのホットビンを十分大きくして1乃至2時間容量の加熱骨材を貯蔵することはわが国でも行われている。しかし海外で一般に広く行われているのが加熱混合物のサージビン方式である。サージビンは、極く小容量のものは、タワー脚部を高くしてミキサの真下に設置する場合もあるが、多くは、タワーと別個に設けられる。サージビンの形式は断面が円形または角形で、投入口が1個所の集中形のもの、ビンが直列に配置され、投入口が各ビンにそれぞれ1個ずつ設けてある直列形とがある。いずれの場合もビンの径は大きくしないで分離をふせいでいる。集中形の利点は、ビン排出口直下にトラックスケールを配置する便利さがあり、また直列形の場合は、ビン数や容量を変更容易な利点がある。またこの両者の複合形もある。

ビンの総容量は、プラントの公称能力の概ね0.5時間から4時間容量のものが多い。

一般に定置式プラントの場合は、1日について多数の工事現場に種類の違った混合物を供給する場合が多い。従ってプラントに到着する合材トラックの間隔も一般的にはランダムになりやすい。このような場合、サージビンのない時には、毎時の出荷合材量をそのプラントの混合能力に近づけるためには、トラック数を増加させなければならない。この場合には、プラントは休止しないかわりに合材トラックがプラントサイドで待たされる確率は大きくなる。またトラック1台平均の待合せ時間も長くなる。工事用プラントでは自家用の混合物を生産するのでトラックの待合せを我慢すればよいが、定置式の場合待たせることができる時間に限界がある。即ち混合物を受取る側に苦情がでない程度に保つ必要があり、その結果として毎時の出荷予定量をプラント混合能力より低くしておく必要がある。サージビンは、プラントがトラックの到着を待っている時間と、トラックが待たされる時間の両者を減少させ、プラントに生産能力の増加をもたらし、トラックには待ち合せ時間の減少を与えることができる。図-3および図-4は、サージビンを使用し

図-5 コンパクトに配列されたアスファルトプラント



ない場合と使用した場合のトラック待合せ時間と、サージビン内の混合物の貯蔵状況を示した1つのモデルである
(2)レイアウトについて

工事用プラントでは、同一個所での運転時間が比較的短いので、プラント設備のレイアウトはそれ程大きな問題とならないが、定置式プラントでは、所要の敷地面積がコストに大きな影響を及ぼすので各部の配列が問題となってくる。また前述のようにプラントに防音上屋を設置する場合は、配列によって上屋の費用が左右される。図-5に比較的コンパクトに配列されたアスファルトプラントの一例を示した。

(3)形式について

このような見方をしていくと、アスファルトプラントは定置式のもの、工事用のものとは構造や形式が要求に従って次第に変わっていくことが予想される。工事用プラントは、移動仮設が容易で動力費の少ないもので、場合によっては、表層用、アスベース用と用途によって形が変わってもよい。これに反して、定置式のものでは、その地区での合材の種類、合材出荷先の受入れ状況、原材料の性状や入荷状況に適合した防じん、防音対策を完備したものとなってくる。このような場合、プラントメーカーは同時に工場設備のデザイナーである必要がある。

4. アスファルトフィニッシャの問題点

(1) アスファルトフィニッシャのスクリーン装置

アスファルトフィニッシャに振動スクリーンを装置することは、わが国でも数年前から行われているが、タンパとパイブレータの両方を備えたタンパ、パイブレータスクリーン装置は、まだ本格的には使用されていない。

西独においては、1964年頃ウルツブルグ附近の高速道路舗装工事において、この方式のスクリーン装置をもったフィニッシャによって、層厚18cmのアスファルト安定処理層が一層で舗設された。また翌年には、高速道路の補修工事で延長24kmにわたって本格的に使用された。厚層の安定処理を一層で施工することの利点を次のように述べている。

- ①層の厚さが厚いために、締固めに必要な温度が長く保たれる。
- ②厚層舗設の場合は、熱貯蔵量が大きい上に、この方式のスクリード装置を使用することによって、舗装表面が早くシールされるために、気温が低い時や、僅かの降雨の場合でも舗設ができまたはげしい降雨のあとでも比較的早く舗装を開始できる。
- ③厚層のため、材料間のクッションがよく、軟い砕石を使用する場合でも、骨材が割れる心配が少ない。
- ④この方式のスクリード装置の締固め効果により、初期輾圧が早く終了し、締固め作業が早く終了する。

表-4 タンパ、バイブレータスクリードによるアスファルト加熱混合物の締固め度 (単位、%)

舗装厚	コア採取箇所	1	2	3	4	平均
10cm	舗装上部	93.3	94.0	96.2	94.9	94.6
	”下部	93.3	95.8	95.2	95.9	95.1
	平均	93.3	94.9	95.7	95.4	94.8
20cm	舗装上部	94.4	92.6	93.9	94.1	93.7
	”中央上部	95.5	95.1	95.4	95.1	95.3
	”中央下部	96.0	93.6	95.4	95.1	95.0
	”下部	95.0	93.6	93.4	92.6	93.7
	平均	95.2	93.7	94.5	94.2	94.4

(註) 混合物の種類、C2型、0/35、2mm以上62%、石粉3.8%
 アスファルト量3.8%、マーシャル試験の空隙率7%
 アスファルトフィニッシャ ABG, TITAN 300、舗設巾5.0m、タンパ回転数1200/min、バイブレーター4,000r.p.m.

この方式のスクリード装置による安定処理の厚層試験舗装の結果を西独の資料より抜粋すると、表-4の通りとなる。表に見る通り、層中央部の密度が最も高いことは、層の上下部はともに外部に熱が伝わることを考えても容易に想像できる。

タンパ、バイブレータスクリード装置は、初期輾圧を同時に行うことによって、後に続いて行う締固め作業を早期に終らせ、締固め機械を少くすることができる。

この方式は反面において、スクリード重量を大とし、その結果として、フィニッシャの総重量の増大を招くこととなりそうである。ともあれわが国でも利用できる面があるように思われる。

(2)アスファルトフィニッシャの今後の問題点

アスファルトフィニッシャの自動スクリード調整装置は、現在国内で多数使用されており、平坦な舗設面が比較的容易に得られる点で好評である。しかし高速道路舗装のように、多層仕上げの場合の表層には、自動装置を使用しない場合もある。

アスファルト安定処理層の普及によって、アスファルトフィニッシャは厚層の舗設を行うことが多くなってきた。従ってフィニッシャの舗設能力の表現は、従来の舗設可能巾だけを示す方法では不十分で、舗設可能な最大巾、舗設可能な最大厚さ、舗設速度の三要素をもって舗設能力を表現する必要が生じてきた。

アスファルトフィニッシャが、アスファルトの加熱混合物に使用するだけでなく、更にその用途を拡大して、ソイルセメントや粒調路盤材の舗設にも使用するためには、合材の供給装置やスクリード装置について研究する必要はないだろうか。

アスファルト舗装の縦ジョイントは、施工時に生ずる弱点部となることが多い。フィニッシャの大形化によって舗設巾も増加することは、この問題の解決の一つの方法であると思う。前に述べたように、タンパ、バイブレータスクリードによって初期輾圧を行うことは、舗装の安定度や寿命を増すばかりでなく経済的であると云われている。この方式の適応性を確めることは必要であると思う。コンクリート舗装に出現したスリップフォームペーパーは、アスファルトフィニッシャとコンクリートフィニッシャとの間の距離を非常に近いものにした。自動操向装置をもった車体に、路盤、黒、白の舗設用具を取ることができるような万能仕上様の出現も夢物語ではなくなるのではないかと。

5. その他の舗装機械について

高速道路の中央分離帯に既製のコンクリートブロックを使用することは、最近ではわが国では中央道の一部にまた西独ではハンザラインに使用されている。しかし一方においてはアスファルトカーブを使用することもある。最近省力工法が採り上げられているので、この両者を省力化の面から考え、昨年静岡附近の工事において、アスファルトカーブと合材ローダと組合せて省力化を図り、舗設能力の向上を試みた。その結果では、後者の方が労務者数の減少を示した。

6. むすび

以上アスファルト舗装機械について、問題点をいくつか採り上げ、私見をのべたわけであるが、舗装機械も他の建設機械と同様に新しい工法の採用や環境条件によって大きな進歩を遂げる場合が多い。問題点の解決も舗装機械が使用される状況の内から解決の方法が見つけれられ、開発の芽が見い出されるようになってほしいものである。
 [筆者; 日本舗道(株)機械部長]

別冊「アスファルト」をおわけしております

内容は下記の通りです。御註文の号数、部数、受取人の住所（郵便番号）氏名を明記の上、右の要領で御申込み下さい。なお「アスファルト」誌も若干在庫がありますので、御註文の号数を御申込み下さい。（但し、在庫ゼロの号数もありますので、その際はおことわりします）

☆領価 各号とも 100円（郵便切手にても可）

☆申込先 日本アスファルト協会 別冊係

103東京都中央区日本橋茅場町2-16 木村ビル

☆ハガキ（あと払い）の申込みは御遠慮下さい。

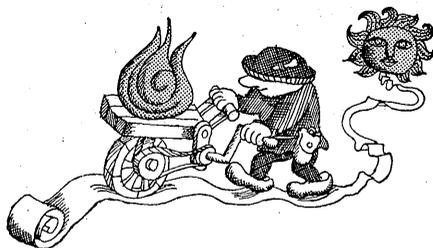
号 数	内 容	著 者
別冊 No.4 昭和36年11月発行 (第2回アスファルトゼミナール)	アスファルトの製造について アスファルト混合物の設計と管理について アスファルト舗装の施行について 最近の新しいアスファルトについて アスファルト舗装の維持修繕工事	栗原行信 松野三朗 湊留二 井上静三 安部清孝
別冊 No.5 昭和37年12月発行 (第3回アスファルトゼミナール)	滑り止め工法の考え方 カチオン系乳剤について アスファルト舗装の打換え	物部幸保 増田久仁男 藤原武
「アスファルト」第31号 昭和38年2月発行 (第4回アスファルトゼミナール)	北海道のアスファルト舗装について アスファルト舗装の設計について(2,3の問題点) 寒冷地に於ける舗装雑感 各種の流し込みアスファルトについて 本別発電所開渠のライニングについて	小山道義 松野三朗 卷下乙四郎 板倉忠三夫 工藤忠夫
別冊 No.6 昭和38年11月発行 (第8回アスファルトゼミナール)	名神高速道路のアスファルト舗装について 積雪地におけるアスファルト舗装 アスファルト乳剤工法について 河川堤防のアスファルト工法 港湾構造物へのアスファルト利用	田中淳七郎 若木三夫 藤崎桃三郎 佐藤正八男 加川道男
別冊 No.9 昭和40年6月発行 (第14回アスファルトゼミナール)	アスファルト舗装の品質管理と検査 アスファルトの簡易舗装について アスファルト安定処理 九州地方の国道(舗装状況)について 国道10号線のアスファルト舗装について	竹下春見 大島哲男 南雲貞夫 江口祐一夫 藤沢恒夫
別冊 No.10 昭和41年4月発行 (第15回アスファルトゼミナール)	アスファルト舗装要綱の問題点 アスファルト混合物の品質管理と検査 アスファルト安定処理 寒冷地のアスファルト舗装について	竹下春見 藤井治芳 南雲貞夫 菅原照雄
別冊 No.11 昭和42年9月発行 (第16回アスファルトゼミナール)	アスファルト舗装の各種設計方法について アスファルト混合物の施行について 最近のアスファルト舗装の2,3の問題点 東名高速道路の舗装について	菅原照雄 松野三朗 岸文雄 石田季九夫
別冊 No.12 昭和43年12月発行 (第17回アスファルトゼミナール)	最近の各国のアスファルト舗装設計について アスファルト舗装の検査と品質管理 アスファルト乳剤安定処理実績調査 東名高速道路の安定処理工法 簡易舗装の現状	植下協 松野三朗 岩瀬正 近藤正 高見博

アスファルトとは何か

アスファルトのレオロジー

連載第4回 材料編 その4

太田記夫 牛尾俊介



1. はじめに

工学的にアスファルトを見た場合、次の2つの性質が重要である。

- (a) 変位に対する抵抗 (レオロジー)
- (b) 許容変位 (破壊)

これらの性質は、アスファルトの組成、硬さ、感温性、載荷温度、載荷時間等の要素に対しアスファルトがどのような工学的反応を示すかを解析することにより解明出来る。アスファルトをアスファルト合材に用いた場合、アスファルトの含有量、粒度、骨材の性質によって非常に複雑な性質を示すが、上記に述べたアスファルト自体の性質を解明することによって、アスファルト合材の性質を明らかにすることが可能となってくる。

2. アスファルトのスティフネス

ご存じのように弾性体にはヤング率の定義がなされ、一般にEなる記号で表わされている。van der poel はアスファルトにこの概念を導入して、スティフネスと名づけた。弾性体のヤング率は応力一歪から求められ、次式で表わされる。

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\text{応力}}{\text{歪}} \quad (1)$$

弾性体の歪は応力に対し瞬間的に起こるが、ア

スファルトの場合は温度によってまちまちである。アスファルトのスティフネスは、

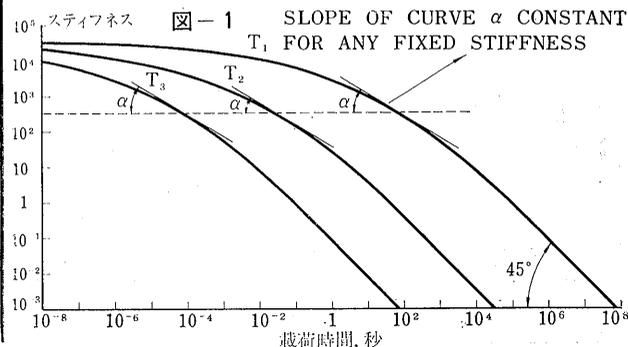
$$(S)_{t,T} = \left(\frac{\sigma}{\varepsilon} \right)_{t,T} \quad (2)$$

によって定義され、載荷時間tと温度Tの関数で表わされる。

アスファルトが完全に弾性体と見なされる場合は、 $S=E$ となり載荷時間tに無関係であり、また逆に完全に粘性体と見なされる場合は、 $S=3\eta/t$ となる。その中間の粘弾性域におけるアスファルトのスティフネスは静荷重、動荷重をかけた場合のアスファルトの性質によって定まる。図-1はその一例を示したものである。図-1によると、曲線の勾配は $0 \sim 45^\circ$ を示している。この勾配 $d \log S / d \log t$ は、どの曲線においても一定である。逆に $\log S/T$ のグラフを描いても種々のtに対して同様のグラフが求まり、 $d \log S / dT$ も一定となる。このような関係を示すアスファルトは同一レオロジータイプまたは同一感温性状のアスファルトであるということが出来る。

3. アスファルトの変位

アスファルトは基本的には炭化水素分子からなり、荷重が全て炭化水素分子に吸収されるとしたら変位は瞬間的に起こり、弾性係数Eと応力σよ



$$\varepsilon_e = \frac{\sigma}{E} \quad (3)$$

が成立し ε_e は弾性歪といわれる。この場合Eの経験値は $25,000 \sim 30,000 \text{ kg/cm}^2$ といわれ、その平均値として $E=27,000 \text{ kg/cm}^2$ が取られている。

アスファルトのコロイド構造は、自由分子の中に分子塊が分散した液相からなり、荷重がかかった場合、液相を通じて分子塊に伝達される。即ち二相に生ずる応力は外部応力σに近似的に等し

くなくてはならない。一定の外部応力がかかった時、粘度 η を持つ液相は粘性変位を生ずる。

$$\epsilon_v = \frac{\sigma t}{3\eta} \quad (4)$$

上式は荷重時間 t と温度 T の影響を受け、 $\eta=f(T)$ である。

分子塊は遅延弾性歪 ϵ_d を生じ、粘性歪 ϵ_v から徐々に進展してついには弾性平衡状態に達する。いま遅延弾性係数 $D(t, T)$ を仮定すると遅延弾性歪は次式で求まる。

$$\epsilon_d = \frac{\sigma}{D} \quad (5)$$

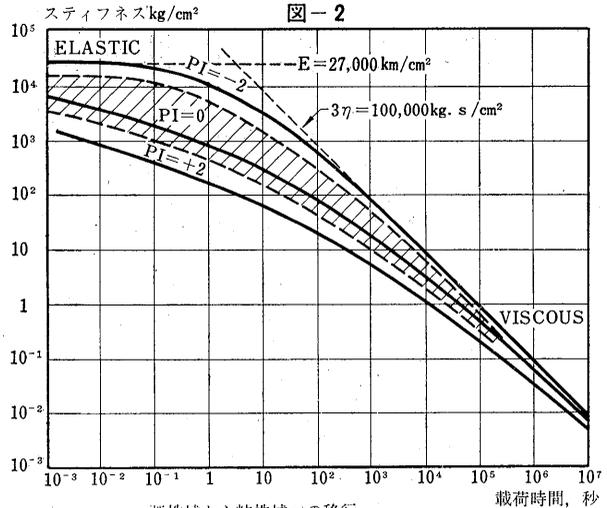
これら3種類の歪は各々別々に生ずると考えられるから全体の歪 ϵ は3つの歪 $\epsilon_e, \epsilon_v, \epsilon_d$ の和となる。

$$\epsilon = \epsilon_e + \epsilon_v + \epsilon_d \quad (6)$$

(2)式に(6)式と代入すると

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{E} + \frac{t}{3\eta} + \frac{1}{D} \quad (7)$$

となり、この式はアスファルトの粘弾性を示している。今 $t \approx 0$ の場合を考えると E が最も支配的となり、弾性体に近い性質を示し、 $t \approx \infty$ の時には η が支配的となり粘性体の性質を示す。中間の荷重時間においては遅延弾性の影響が弾性から粘性への移行に加わって作用するが、この場合温度



弾性域から粘性域への移行。
(等粘度温度において)

PI = -2: 感温性の高いアスファルト

PI = 0: 普通のアスファルト

PI = +2: 低いアスファルト

斜線部分は道路用アスファルト

の影響が著るしく作用して非常に複雑な様相を呈して来る。図-2は異った感温性状を有するアスファルトのスティフネス曲線である。

4. van der poel のスティフネスノモグラフ

van der poel はアスファルトのレオロジーを簡単に表現する一つの方法として図-3の如きノモグラフを作製した。このノモグラフはアスファ

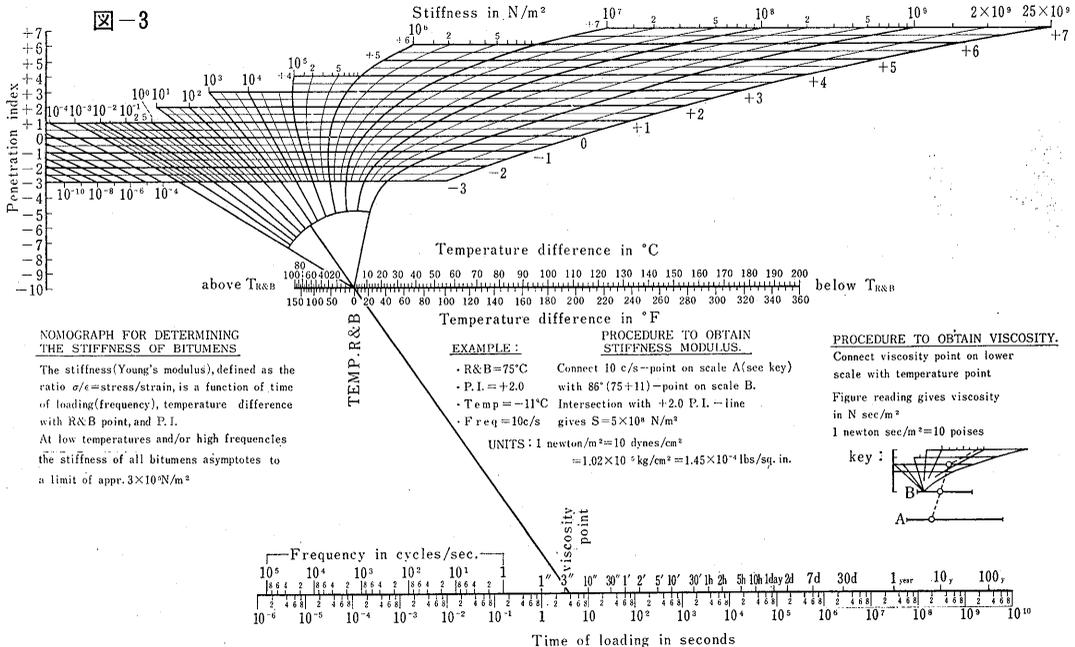


FIGURE 3
NOMOGRAPH FOR DETERMINING THE STIFFNESS OF BITUMENS

The stiffness (Young's modulus), defined as the ratio σ/ϵ = stress/strain, is a function of time of loading (frequency), temperature difference with R&B point, and P.L.
At low temperatures and/or high frequencies the stiffness of all bitumens asymptotes to a limit of appr. 3×10^{10} N/m²

EXAMPLE:

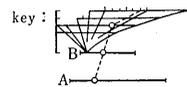
• RR&B = 75°C
• P.L. = +2.0
• Temp = -11°C
• Freq = 10c/s
UNITS: 1 newton/m² = 10 dynes/cm²
= 1.02×10^{-5} kg/cm² = 1.45×10^{-4} lbs./sq. in.

PROCEDURE TO OBTAIN STIFFNESS MODULUS.

Connect 10 c/s - point on scale A (see key) with 85° (75+11) - point on scale B.
Intersection with +2.0 P.L. - line gives S = 5×10^8 N/m²

PROCEDURE TO OBTAIN VISCOSITY.

Connect viscosity point on lower scale with temperature point
Figure reading gives viscosity in N sec/m²
1 newton sec/m² = 10 poises



誰にもわかるアスファルト講座

ルトの硬さを等粘度温度を用いて統一し、軟化点 (R&B) が利用された。

$$T_{dif} = T_{R\&B} - T \quad (8)$$

さらにアスファルトの感温性を pfeiffer と van poormaals の針入度指数 (P. I.) で表した。

P. I. は,

$$\frac{20 - P.I.}{10 + P.I.} = 50 \frac{\log 800 - \log pen}{T_{R\&B} - T} \quad (9)$$

で表わされ図-4より簡単に求められる。

5. 歪

3.の項でも述べたようにアスファルトの歪は弾性歪, 粘性歪, 遅延弾性歪の3種類よりなるが, もう少し詳しく述べて見よう。

弾性部分では(1)式と(3)式より

$$\frac{\epsilon_e}{\epsilon} = \frac{\sigma/E}{\sigma/S} = \frac{S}{E} \quad (10)$$

粘性部分では(1)式と(4)式より

$$\frac{\epsilon_v}{\epsilon} = \frac{\sigma_t/3\eta}{\sigma/S} = \frac{St}{3\eta} \quad (11)$$

従って遅延弾性部分では

$$\frac{\epsilon_d}{\epsilon} = 1 - \frac{\epsilon_e}{\epsilon} - \frac{\epsilon_v}{\epsilon} = 1 - \frac{S}{E} - \frac{St}{3\eta} \quad (12)$$

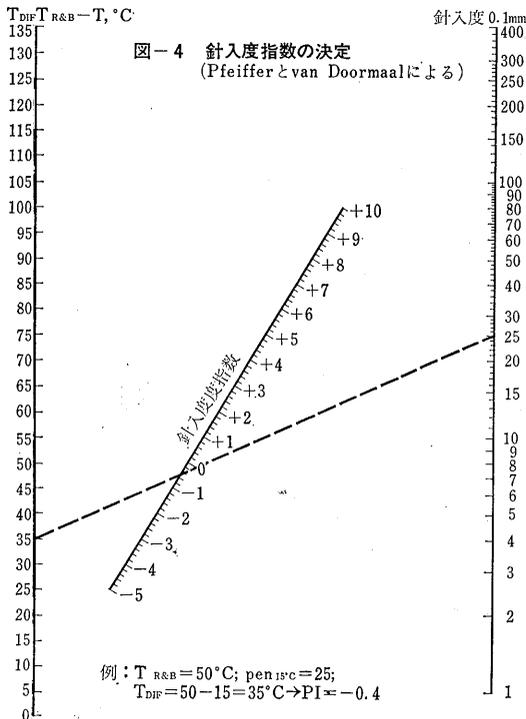


図-4 針入度指数の決定 (Pfeiffer と van Doormaal による)

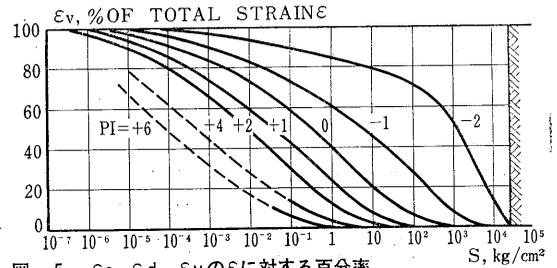
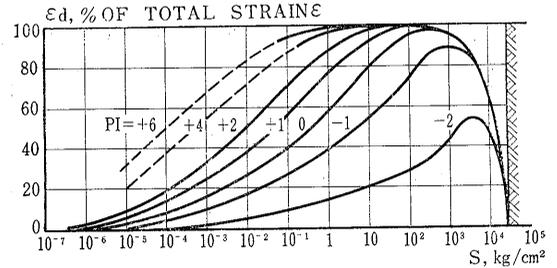
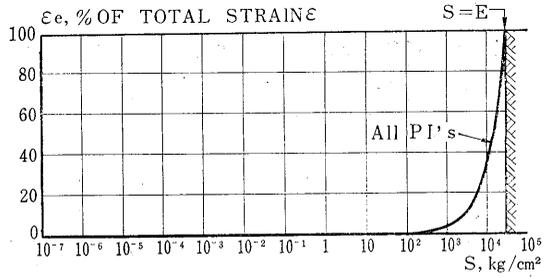


図-5 $\epsilon_e, \epsilon_d, \epsilon_v$ の ϵ に対する百分率 (スティフネスの函数で示される)

となる。

前に述べたように E 値は既知で, 全てのアスファルトに対し $27,000\text{Kg/cm}^2$ である。また非常に長い載荷時間の場合は粘性歪が支配的であるから ϵ_v/ϵ は 1 に近い値となる。

即ち温度を一定と考えた時

$$3\eta = \lim_{t \rightarrow \infty} [St]$$

が成立する。

(11)式において 3η に上式を代入すると,

$$\frac{\epsilon_v}{\epsilon} = \frac{St}{\lim_{t \rightarrow \infty} [St]} \quad (11a)$$

となり, S 値を同一温度で考えると (11a) 式は温度に無関係である。van der poel のノモグラフの原理に従うと, ある S 値を考えた場合, 温度が変わった場合でも載荷時間を調整することによって同一の S 値を得ることが出来る。ある温度における載荷時間が t であった時, 温度が変化しても載荷時間を xt に置きかえることによって (11a) 式は成立する。

従って ϵ_0/ϵ と S の関係は、 $S-t$ 曲線即ちアスファルトの P.I. によって分類することが出来る。
 今までの経験から、 $T dif = 0^\circ C$ とした時、次の値が求められている。

$$PI = -2 ; \lim_{t \rightarrow \infty} [St] = 0.040 \text{ kg/cm}^2$$

$$PI = -1 ; \lim_{t \rightarrow \infty} [St] = 0.048 \text{ kg/cm}^2$$

$$PI = 0 ; \lim_{t \rightarrow \infty} [St] = 0.060 \text{ kg/cm}^2$$

$$PI = +1 ; \lim_{t \rightarrow \infty} [St] = 0.083 \text{ kg/cm}^2$$

$$PI = +2 ; \lim_{t \rightarrow \infty} [St] = 0.12 \text{ kg/cm}^2$$

$$PI = +4 ; \lim_{t \rightarrow \infty} [St] = 0.27 \text{ kg/cm}^2$$

$$PI = +6 ; \lim_{t \rightarrow \infty} [St] = 0.60 \text{ kg/cm}^2$$

これらの値から各々の部分の歪が計算出来、図-5はその結果を示したものである。

この図は任意の荷重時間、任意の温度においてスティフネスが求められた時、そのアスファルトのレオロジカルな特性はどのようになるかを示し

たものである。スティフネスの値が小さい（荷重時間が長い場合温度が高い場合）時はレオロジカルな特性は遅延弾性歪と粘性歪で表わされ、感温性が低い場合、即ちPIが高い場合には遅延弾性歪が大きくなる。そして完全弾性歪は非常に高いスティフネスを有する場合か、または極端に温度の低い場合についてのみ生ずる。このような見方をすると、異った感温性状を持つアスファルトを ϵ_d-S 曲線の状態の違いから分類することが出来、またその原因がアスファルトのコロイドの性質によるものであることもわかる。そしてさらにスティフネスが一定の場合には分子塊相互の粘性抵抗の違いによるものであることもわかる。

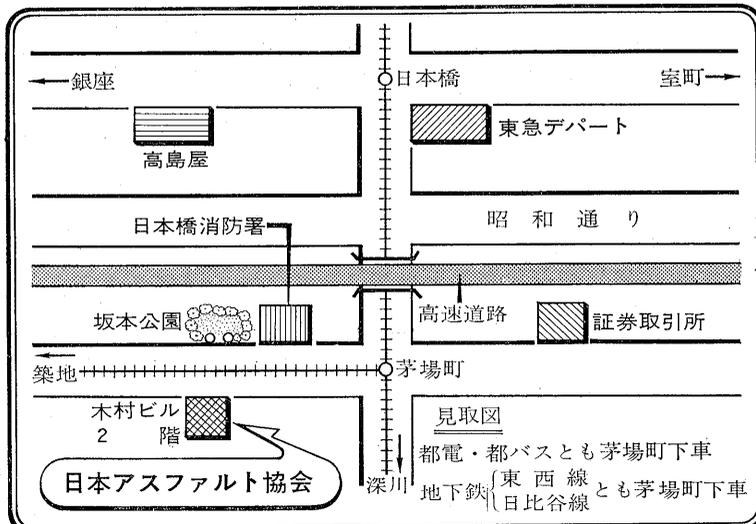
〔筆者；シェル石油(株)土木建設部〕

誰にもわかるアスファルト講座次号へつづく

☆ 本会事務所の移転を御案内致します ☆

新住所 東京都中央区日本橋茅場町2-16 木村ビル
 電話 668-2974 郵便番号 103

下図のとおり交通の便もよく、本会に保存の参考資料をごらん頂くため、設備を多少なりとも整えましたので、お立ち寄り下さいますよう——。



昭和43年度分アスファルト総括表

単位～屯

	生産	販売	輸出
ストレート	2,154,512	2,266,805	107,077
ブローン	250,619	260,497	2,391
カットバック	1,944	2,222	—
計	2,407,075	2,529,524	109,468

昭和43年度出荷形態別アスファルト販売実績

単位～屯

形態別 品種別	形態別			計
	ドラム	バルク	紙袋	
ストレート	145,756	2,119,536	1,513	2,266,805
ブローン	47,486	60,751	152,260	260,497
カットバック	1,303	831	88	2,222
計	194,545	2,181,118	153,861	2,529,524

昭和43年度地域別アスファルト販売実績

単位～屯

都道府県別		アスファルト		
北海道	北海道	132,998		
東	青森	20,848		
	岩手	12,231		
	宮城	76,769		
	秋田	26,627		
北	山形	7,414		
	福島	15,291		
	小計	154,180		
関東甲信越	茨城	31,287		
	栃木	32,738		
	群馬	18,955		
	埼玉	61,759		
	千葉	81,818		
	東京	423,525		
	神奈川	157,719		
	山梨	24,169		
越	長野	31,893		
	新潟	23,708		
	静岡	178,175		
	小計	1,065,746		
中部	愛知	220,990		
	三重	39,923		
	岐阜	18,207		
	富山	8,562		
	石川	28,848		
	小計	316,530		
関西	福井	29,429		
	滋賀	19,162		
	京都	20,801		
	大阪	269,471		
	兵庫	49,718		
	奈良	5,670		
	和歌山	38,211		
	小計	432,462		
	中国	岡山	47,591	
		広島	72,530	
山口		40,538		
鳥取		7,920		
島根		12,122		
小計		180,701		
四国	徳島	12,994		
	香川	33,279		
	愛媛	22,899		
	高知	10,898		
	小計	80,070		
九州	福岡	86,148		
	佐賀	4,877		
	長崎	8,103		
	熊本	11,901		
	大分	15,929		
	宮崎	9,879		
	鹿児島	30,000		
	小計	166,837		
合計	2,529,524			

社団法人 日本アスファルト協会

社団法人 日本アスファルト協会会員

アスファルトの

御用命は

本会加盟の

生産／販売会社へ

定評あるアスファルトの生産／販売会社は

すべて本会の会員になっております

優れた生産設備と研究から

品質を誇るアスファルトが生み出され

全国に御信用を頂いている販売店が

自信を持ってお求めに応じています

★メーカー★

大協石油株式会社	104	東京都中央区京橋1の1	(562) 2 2 1 1
丸善石油株式会社	100	東京都千代田区大手町1の6	(213) 6 1 1 1
三菱石油株式会社	105	東京都港区芝罘平町1	(501) 3 3 1 1
日本石油株式会社	105	東京都港区西新橋1の3の12	(502) 1 1 1 1
シエル石油株式会社	100	東京都千代田区霞が関3の2の5	(508) 0 1 1 1
昭和石油株式会社	100	東京都千代田区丸の内2の3	(231) 0 3 1 1
富士興産アスファルト(株)	100	東京都千代田区永田町2の1	(580) 0 7 2 1
出光興産株式会社	100	東京都千代田区丸の内3の12	(213) 3 1 1 1
共同石油株式会社	100	東京都千代田区永田町2の11の2	(580) 3 7 1 1
三共油工業株式会社	272-01	市川市新井41	(57) 3 1 6 1
三和石油工業株式会社	104	東京都中央区宝町2の5	(562) 2 9 8 6
東亜燃料工業株式会社	100	東京都千代田区竹平町1	(213) 2 2 1 1

★ディーラー★

● 東京

朝日瀝青株式会社	103	東京都中央区日本橋小網町2の2	(669) 7 3 2 1	大 協
アスファルト産業株式会社	104	東京都中央区京橋2の13	(561) 2 6 4 5	シ エ ル
恵谷産業株式会社	105	東京都港区西久保明舟町16	(504) 1 8 1 1	シ エ ル
富士鉱油株式会社	105	東京都港区新橋4の26の5	(432) 2 8 9 1	丸 善
泉石油株式会社	100	東京都千代田区丸の内1の2	(216) 0 9 1 1	出 光
株式会社木畑商会	104	東京都中央区西八丁堀4の8の4	(552) 3 1 9 1	共 石
三菱商事株式会社	100	東京都千代田区丸の内2の20	(211) 0 2 1 1	三 石
マイナミ貿易株式会社	105	東京都港区西新橋1の4の9	(503) 0 4 6 1	シ エ ル
株式会社南部商会	100	東京都千代田区丸の内3の4	(212) 3 0 2 1	日 石
中西瀝青株式会社	103	東京都中央区八重洲1の3	(272) 3 4 7 1	日 石
日東商事株式会社	162	東京都新宿区矢来町111	(260) 7 1 1 1	昭 石
日東石油販売株式会社	104	東京都中央区銀座4の13の13	(543) 5 3 3 1	シ エ ル
瀝青販売株式会社	103	東京都中央区日本橋江戸橋2の9	(271) 7 6 9 1	出 光
菱東石油販売株式会社	101	東京都中央区外神田6の15の11	(833) 0 6 1 1	三 石
株式会社沢田商行	104	東京都中央区入船町1の17	(551) 7 1 3 1	丸 善
三徳商事東京営業所	104	東京都中央区宝町1の1	(567) 0 0 3 6	昭 石
昭和石油アスファルト株式会社	140	東京都品川区南大井1の7の4	(761) 4 2 7 1	昭 石

社団法人 日本アスファルト協会会員

新日本商事株式会社	101	東京都千代田区神田錦町2の9	(294) 3 9 6 1	昭	石
東新瀝青株式会社	103	東京都中央区日本橋江戸橋2の5	(273) 3 5 5 1	日	石
東京アスファルト株式会社	100	東京都千代田区内幸町2の1の1	(501) 7 0 8 1	共	石
東京菱油商事株式会社	162	東京都新宿区新宿1の2	(352) 0 7 1 5	三	石
東生商事株式会社	150	東京都渋谷区渋谷町2の19の18	(409) 3 8 0 1	三共	油化
東洋アスファルト販売(株)	107	東京都港区赤坂5の3の3	(583) 8 3 5 3	エ	ッソ
東洋国際石油株式会社	103	東京都中央区日本橋本町4の9	(270) 1 8 1 1	大協・三和	
東光商事株式会社	104	東京都中央区八重洲5の7	(274) 2 7 5 1	三	石
梅本石油東京営業所	106	東京都港区麻布10番1の10	(583) 8 6 3 6	丸	善
渡辺油化興業株式会社	107	東京都港区赤坂3の21の21	(582) 6 4 1 1	昭	石

● 中 部

朝日瀝青名古屋支店	466	名古屋市昭和区塩付通4の9	(851) 1 1 1 1	大	協
株式会社名建商会	460	名古屋市中区宮出町41の2	(241) 2 8 1 7	日	石
中西瀝青名古屋営業所	460	名古屋市中区錦1の20の6	(211) 5 0 1 1	日	石
株式会社沢田商行	454	名古屋市中川区富川町1の1	(361) 3 1 5 1	丸	善
株式会社三油商会	460	名古屋市中区丸の内2の1の5	(231) 7 7 2 1	大	協
三徳商事名古屋営業所	453	名古屋市中村区西米野1の38の4	(481) 5 5 5 1	昭	石
新東亜交易名古屋支店	453	名古屋市中村区広井町3の88	(561) 3 5 1 1	三	石
ビチュメン産業富山営業所	930	富山市奥井町19の21	(32) 2 1 6 1	シ	エル

● 近 畿

朝日瀝青大阪支店	550	大阪市西區南堀江5の15	(531) 4 5 2 0	大	協
枝松商事株式会社	530	大阪市北区道本町40	(313) 3 8 3 1	出	光
富士アスファルト販売(株)	550	大阪市西區京町堀3の20	(441) 5 1 5 9	富士興産	
平和石油株式会社	530	大阪市北区宗是町1	(443) 2 7 7 1	シ	エル
川崎物産大阪支店	530	大阪市北区堂島浜通1の25の1	(344) 6 6 5 1	昭石・大協	
松村石油株式会社	530	大阪市北区絹笠町20	(361) 7 7 7 1	丸	善
丸和鉱油株式会社	532	大阪市東淀川区塚本町2の22の9	(301) 8 0 7 3	丸	善
三菱商事大阪支社	541	大阪市東區高麗橋4の11	(202) 2 3 4 1	三	石
中西瀝青大阪営業所	530	大阪市北区老松町2の7	(364) 4 3 0 5	日	石
日本建設興業株式会社	550	大阪市西區南堀江通1の30	(531) 3 4 4 1	日	石
(株)シエル石油大阪発売所	530	大阪市北区堂島浜通1の25の1	(363) 0 4 4 1	シ	エル
三徳商事株式会社	532	大阪市東淀川区新高南通2の22	(394) 1 5 5 1	昭	石
千代田瀝青株式会社	530	大阪市北区此花町2の28	(358) 5 5 3 1	三	石
東信石油株式会社	541	大阪市東區平野町1の29	(203) 4 1 7 1	丸	善
梅本石油株式会社	550	大阪市西區新町北通1の17	(531) 9 0 6 4	丸	善
山文商事株式会社	550	大阪市西區土佐堀通1の13	(441) 0 2 5 5	日	石
北坂石油株式会社	590	堺市戎島町5丁32	(2) 6 5 8 5	シ	エル
正興産業株式会社	662	西宮市久保町2の1	(34) 3 3 2 3	三	石

● 四国・九州

入交産業株式会社	780	高知市大川筋1の1の1	(73) 4 1 3 1	富士・シエル	
丸菱株式会社	812	福岡市上辻の堂町26	(43) 7 5 6 1	シ	エル
畑礦油株式会社	804	北九州市戸畑区明治町5丁目	(87) 3 6 2 5	丸	善

◎ アスファルトの御用命は日本アスファルト協会の加盟店へどうぞ ◎