

# アスファルト

第11巻 第65号 昭和43年12月発行

ASPHALT



社団法人 日本アスファルト協会

目 次 A S P H A L T 第 65 号

米国のアスファルト乳剤を用いた 舗装用半加熱混合物について	小池久栄 ...村上弘 ...園部正範	2
砂利道の防塵処理	徳島県道路保全課	9
☆ フランスの道路修繕・その 2 ☆		
アスファルト舗装の修繕方法の紹介	河野 宏	12
AASHO 道路試験結果の理論的解釈	近藤 義胤	15
☆ 研究所めぐり・その 4 ☆		
東京都土木技術研究所	尾崎 登	19
☆ 誰にもわかるアスファルト講座 ☆		
アスファルトとは何か 材料編・その 1	堀尾哲一郎	24



☆編集顧問☆

井上 孝 高橋国一郎  
工藤 忠夫

☆編集委員☆

多田 宏行 高見 博  
松野 三朗

編集部会

読者の皆様へ

“アスファルト”第 65 号、只今お手許にお届け申し上げました。

本誌は当協会がアスファルトの品質改善を目指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すが、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い致します。

社団法人 日本アスファルト協会

会長 森口 喜三郎

東京都中央区新富町 3~2 T E L (551) 1131~4



本誌広告一手取扱

株式会社 広業社

東京都中央区銀座西 8 の 4  
T E L 東京 (571) 0997 (代)

Vol. 11, No. 65 DECEMBER 1968

# ASPHALT

Published by

# THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

Editor · Kisaburo Moriguchi

# 米国のアスファルト乳剤を用いた 舗装用半加熱混合物について

小池久栄 村上弘園 部正範

## 1. まえがき

去る7月上旬から8月上旬にかけて米国、カナダ両国を訪問する機会を得て、主として道路の舗装関係、特にアスファルト乳剤を用いた舗装用半加熱混合物について調査して参りましたので、そのときの模様などをお知らせしたいと思います。

## 2. アメリカの石油アスファルトのタイプおよび主要用途別消費高について

のことについて、アメリカ国内ではどのような状態かと思い調査したところ、下表のような資料があったので、日本の場合と併記して表示する。

この表によれば、石油アスファルトの消費高は毎年伸びている。乳剤用とカットパック用のアスファルトは各年毎には伸び率に変動が生じており、特に消費高の絶対値ではカットパックアスファルトの消費量が1962年に対して、1966年では減少している。

また、1962年におけるタイプ別消費高の全消費高に対する割合は、アスファルトセメントとフラックスが約71%，アスファルト乳剤用が約8%，カットパックアスファルトが約21%となっている。1966年ではアスファルト

セメントとフラックスが約74%，アスファルト乳剤用が約9%，カットパックアスファルトが約17%と変化している。

なお主要用途別消費高の全消費高に対する割合は、1962年において舗装用アスファルトが約74%，建築用が約17%，その他が約9%となっているが、1966年では舗装用アスファルトが約74%，建築用が約15%，その他が約11%と変化している。舗装用アスファルトの割合は日本の場合とほぼ同じ程度であると云える。

## 3. 米国マッカノヒー研究所のアスファルト乳剤使用の半加熱混合物について

この研究所はシカゴ市の南約160kmのところ、シカゴ市とインディアナポリス市とのほぼ中間に位置する、人口約20,000人位のラフィエット市の街は、ついで設立されており、写真に示すように大変簡素な建物である。

米国におけるアスファルト乳剤に関する権威者の一人であるマッカノヒー氏は、アスファルト乳剤の製造、試験およびアスファルト乳剤を使用したいろいろな型の道路舗装（表面処理を含む）に関するコンサルタントを行っている。

同氏のライセンスを得てアスファルト乳剤の製造並びに道路舗装工事を行っている会社が、現在米国内で36社もある。

いろいろな舗装工事現場を見たが、特に骨材を加熱してアスファルト乳剤をプラントで混合する方式、いわゆるアスファルト乳剤を用いる半加熱混合物に興味を惹かれたので、このマッカノヒー研究所の仕様について紹介したい。

(1) 粒度調整(骨材)型アスファルト乳剤半加熱混合物仕様書 (GRADED AGGREGATE TYPE)

粒度調整骨材半加熱混合物は、パクミルまたは後述で規定されるドラム型混合機により、粒度調整骨材とアスファルト乳剤を混合したものである。用途は基層、

アメリカの石油アスファルトのタイプおよび主要用途別消費高 (単位1,000t)

	昭和37年 1962年	昭和38年 1963年	昭和39年 1964年	昭和40年 1965年	昭和41年 1966年
アメリカの全消費量 タイプ別	20,046 (748)	20,546 (919)	21,814 (1,199)	22,705 (1,411)	23,984 (1,749)
アスファルトセメントとフラックス	14,199	14,608	16,200	16,800	17,785
アスファルト乳剤	1,579 (115)	1,742 (130)	1,662 (155)	1,888 (200)	2,056 (220)
カットパックアスファルト	4,268	4,196	3,952	4,017	4,143
主要用途別					
舗装用	14,807 (557)	15,375 (712)	15,755 (937)	16,730 (1,078)	17,825 (1,348)
建築用	3,486 (171)	3,467 (191)	3,826 (223)	3,657 (231)	3,621 (248)
その他	1,753 (20)	1,704 (16)	2,233 (39)	2,318 (102)	2,538 (153)

(注) 1. ( ) 内の数値は日本の場合を示す。但しアスファルトセメントとフラックス及びカットパックアスファルトは正確な数値が不明のため記入しておりません。

2. 米国アスファルト協会の資料による。



中間層および表層に用いる。

#### 基層

基層として用いる場合、材料と工法は本仕様書に明記された通りに行ない、混合物は強固で、排水設備の良い路盤上に舗設する。

#### 中間層

中間層として、またはレベリング層として用いる場合は、材料と工法は本仕様書に明記された通りに行ない、混合物は強固な基層上に舗設する。

#### 表層

表層として用いる場合、材料と工法は本仕様書に明記された通りに行ない、混合物は良く締固めた基層またはレベリング層上に舗設する。

#### 骨材

骨材は、骨材の「材料規定」に従い、骨材番号4, 8, 9, 11, または12の粗骨材と骨材番号14か17の自然産の砂、あるいは石を碎いた砂の混合物であり、これらは基層、中間層または表層の混合物として、表-1にある各クラスごと混合物の粒度制限内に入るように注意して混合する。

#### アスファルト乳剤

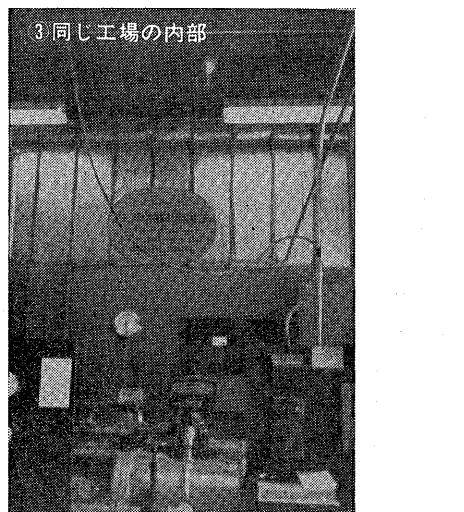
使用アスファルトは、アスファルト乳剤に関する「材料規定」に従い、AE-60またはAE-90とする。

#### 半加熱アスファルト乳剤—骨材混合物の製造

#### 配合

表-1 正方形孔篩通過総重量百分率

粒径	40mm	25	13	10	5	2.5	1.2	0.3	0.15	0.074
基層	100	75-95	35-75		20-45	10-38	7-30	2-15	0-6	0-5
中間層		100	50-85		30-50	20-40	10-30	2-15	0-7	0-5
表層-1			100	80-95	45-65	30-50	15-40	3-20	1-10	0-5
表層-2			100	90-100	65-85	32-55	17-37	2-10	0-5	0-5



配合は重量配合による。アスファルト乳剤の型と、抽出によるアスファルト含有量は、表-2に示す制限内で技術者によって決定する。

#### 骨材の準備

2種またはそれ以上の骨材を、ある特定粒度の材料を造るために混合するときは、各骨材を別々にバッチミキサーに計量して入れるか、または連続式混合プラントのパクミルミキサーに投入する前に、十分混合する。

#### 混合プラント

混合プラントは、ドラム型のドライヤーとパクミルミキサーを備えたバッチ式または連続式の承認された型の装置であればよい。アスファルト乳剤と骨材を、バーナーからの加熱ガスの直接使用により、一緒に加熱されるようにドライヤーとミキサーが組合わさった装置も使用してよい。

#### 混合温度

混合物は均一に被膜され、十分なウォーカビリティを有するものであり、88°C

～120°Cの温度で製造する。

### 施工方法

#### 路床

路床は別に定める仕様書にしたがって築造並びに排水設備を行う。勾配および横断面は設計図面に示された通りにする。

#### 路盤

路盤は、別に定める仕様書にしたがって骨材で築造する。勾配と横断面は設計図面に示された通りにする。

#### 路床と路盤の骨材

路床および路盤の骨材は、調整する必要が殆んどないまたは全くない適切な砂、貝がら、砂利、碎石または石くずから構成され、力学的に安定し、排水の良い粒状材料であること。これらの材料に対する粘度およびシルトの含有量は、15%を越えてはならない。No.40フルイを通過する部分の塑性指数は、A.A.S.H.O. 法T-91に定められているように6を越えてはならない。

#### 路肩

路肩は設計図面の通り築造し、舗装に影響するような不陸を作らないよう規定の高さにし、締固める。

#### 基層

先きに述べたようにして築造された路盤上に、アスファルト乳剤の半加熱基層用混合物が、仕上り基層厚になるように十分な厚さに敷きならす。どの層も締固めの厚は15cm以下とする。

#### 中間層

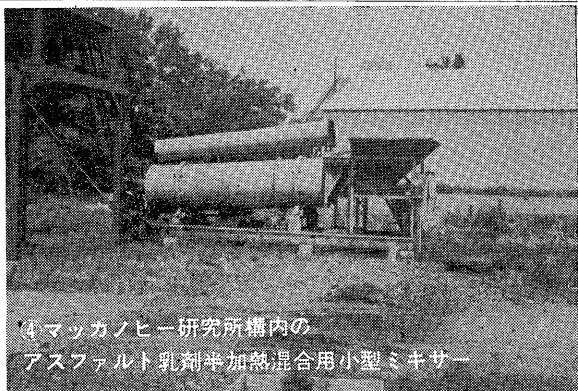
中間層は、一層の厚さを、半加熱中間層用混合物の最大骨材の粒径の2倍以下にして、良く締固った基層または在来舗装の上に何層かで舗設する。

#### 表層

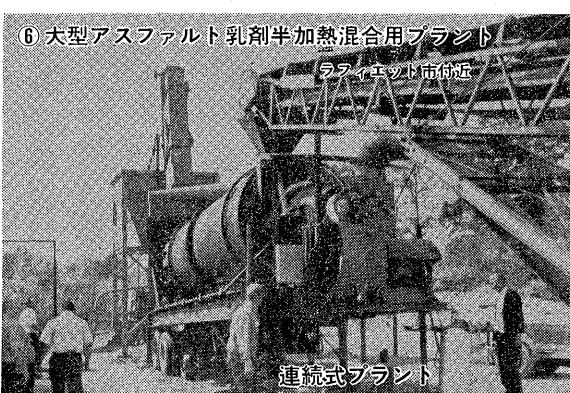
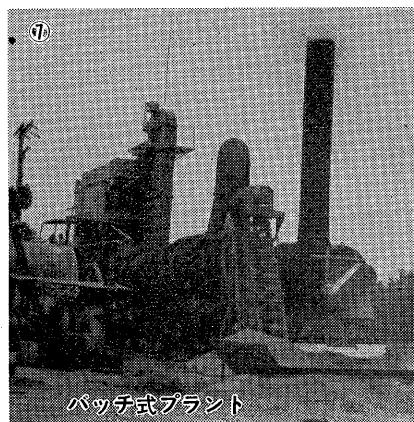
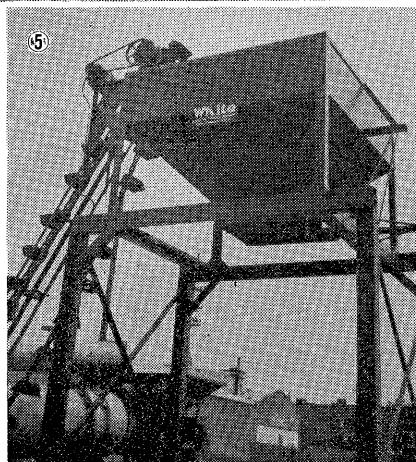
表層は、アスファルト乳剤の半加熱表層用混合物を締めた層である。締固め厚と表層の型は設計図面に示された通りにする。1.9cm～3.8cmの締固め厚が推賞され

表-2

層	アスファルト乳剤の型	抽出アスファルト量重量百分率
基層	A E-60又はA E-90	2.5-3.5
中間層	A E-60又はA E-90	3.5-4.5
表層-1	A E-60又はA E-90	5.5-6.25
表層-2	A E-60又はA E-90	5.75-6.25



(4)マッカノビー研究所構内の  
アスファルト乳剤半加熱混合用小型ミキサー



連続式プラント

る。表層を施工する前に、交通で締固った基層には A E — P 型アスファルト乳剤を、既設、新設の瀝青、練瓦またはコンクリートの基層に対しては、A E—200 型アスファルト乳剤で、1 平方ヤード当り 0.15 ガロン～0.2 ガロンのプライムコートを施工する。

### 舗設

アスファルト乳剤の半加熱混合物は、骨材の分離を防止することに定評のある装置で舗設する。まっすぐで均一な長さがあり、その両端をお互に堅く固定して正しい直線と勾配をしっかりと保つ側型枠は、ゆるんだ材料の厚さ（敷き均し厚）を決めるのに使用する。技術者の承認があれば、表面を設計図面通りの直線と勾配と横断図に仕上げられる自動舗設仕上機を、型枠なしで使用してよい。新たに舗設される瀝青混合物を、均一なきめと密度を有する平坦な表面に仕上げられない装置は、許可されない。

自動舗設仕上機は、適当なスクリード活動をするような速度で操作する。この層に生じたけん点、細かいまたは小さい骨材の区域のすべては取除き、適当に混合物で置きかえる。自動舗設仕上機を使用しない場合は、アスファルト乳剤の半加熱混合物は、さらに均一な、平坦な表面が出来るまで、グレイダー、メンテナー、または他の適当な平坦に仕上げる装置をもった機械を使用する。

次に舗設する層は、前に施工された層の如何なる不陸でも直すため、厚さを変化させて、次の“転圧”の所で述べるようにして締固める。

### 転圧

アスファルト乳剤の半加熱混合物が、ローラーの重みでおしおけられなくなる程十分に固くなったら、直ちに、自走式タンデムローラーとマカダムローラーまたはタイヤローラーで、技術者が決めた実験密度の 95% 以上になるよう十分に転圧する。

転圧後、表面を舗装の中心線に平行に 10 フィート計の真すぐなエッヂを当てて試験する。10 フィート (3.05m) 当り 1/4 インチ (0.64cm) 近かい表面の変動値は、高い所からけづりとったり、アスファルト乳剤の半加熱混合物を加えてへこみをパッキングしたりして、再び表面を転圧して仕上げる。

### 特記事項

技術者の判断により、本仕様書に規定された混合物は次の試験項目に合格すること。

### 耐水性

13mm (1/2 インチ) 篩を通過する混合物 50g を実験室の乾燥器中で 121°C で 1 時間加熱し、実験室の空気で 93°C まで冷し、そのとき 600mℓ のピーカーに 400mℓ の蒸留水とともに入れて、毎秒 1 回転の割合でガラス棒

(8)修繕工事現場(カバー工法)



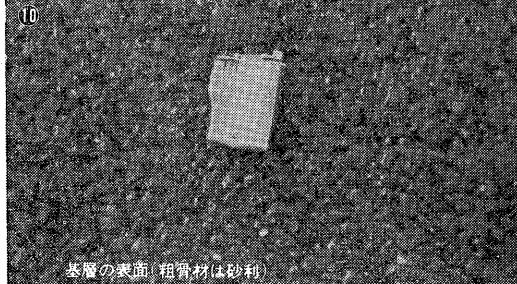
アスファルトフィニッシャーによる  
アスファルト乳剤半加熱混合物

(9)



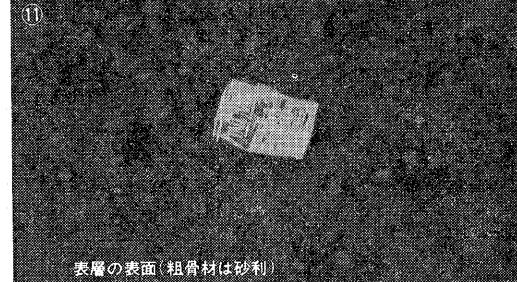
施工前の在来舗装

(10)



基層の表面(粗骨材は砂利)

(11)



表層の表面(粗骨材は砂利)

で 3 分間攪拌する。このとき骨材はアスファルト被膜で少なくとも 75% 被膜されていること。

### 安定性

1955 年 355 版のハイウェー・リサーチ・ポートの会報 105 の付録 C で規定されている、混合方法により成型された混合物の供試体を、同報付録 B で規定されている方法により、60°～63°C で試験したとき、35 以上の安定値を持つこと。この供試体の空隙は表層混合物では 4 ～ 7 %

基層または中間層混合物では5~9%とする。

## (2) 骨材とアスファルト乳剤の材料規定

### 骨材

骨材は、碎石、玉砕または砂利、スラグ、殻、砂およびこれら材料の混合物であり、一般条件と表-3の粒度に適合するものとする。

### 一般条件

粗骨材は、A.A.S.H.O.T-96試験法でロスアンゼルス摩耗試験機によるスリ減り量が基層で50%，表層で40%以下のものとする。

溶鉱炉スラグの重さは、1立方フィート当り基層で60ポンド、表層で70ポンド以上のものとする。

上記規定により摩耗率が低く、また単位当りの重量が重いものは、経済的に可能であれば特別な規定として定められる。

表-3 アスファルト乳剤-骨材混合物の骨材粒度

正方形孔篩通過総重量百分率									
粒径	90mm	60mm	50mm	40mm	25mm	20mm	13mm	5mm	2.5mm
1	100	45~85	0~25	0~10	0~5	0~2			
1 F	100	60~90	0~45	0~15	0~5	0~2			
2		100	95~100		0~20	0~5	0~2		
2 F			100	95~100	0~40	0~5	0~2		
8					100	85~100	20~60	0~5	0~2
8 F						100	30~60	0~5	0~2
9						100	65~90	0~10	0~2

粒径	40mm	25mm	20mm	13mm	10mm	5mm	2.0mm	0.4mm	0.2mm	0.074mm
A	90~100	80~95	75~90	60~80		40~60				
B	100	85~100	70~90	55~75		40~60	20~50	5~20		0~5
C	100	85~100	65~90	50~80		35~60	20~45	10~20	5~15	0~5
砂D				100	82~100	62~88	45~75	30~48	10~32	4~9
砂E				100	92~100	80~100	65~94	25~65	10~42	5~10

粒径	13mm	10mm	5mm	2.5mm	1.2mm	0.6mm	0.3mm	0.15mm	0.074mm
11	100	75~95	5~30	0~5					
12	100		50~80	0~35		0~4			
砂 14		100	95~100	80~95		20~50	5~20	0~5	
砂 17			100	90~100	55~85		6~50	1~15	0~5

(12) 午前中仕上げた舗装上の重車輒



通過後、舗装の縁にクラックは生していない

ある混合フィラーを含む骨材で、No.40フルイ通過部分はA.A.S.H.O.T-91に定められているように6以下の塑性指数とし、A.A.S.H.O.T-89法による液性限界が25以下、水洗によって最大の粘土含有量が6%とする。

やわらかい破片、石炭、粘土のかたまり、うすかったり、長方形である破片、または他の有害な材料で妥当として許可される量の条件は、別の規定による。

### アスファルト乳剤の規定

#### 耐候性型

ここに述べるアスファルト乳剤は耐候性型のものである。その用途は表-4に示す。

表-4のアスファルト乳剤の等級は、利用出来る骨材と装置で、希望する各種舗装を得るために選定する。

#### 原料アスファルト

製造業者は技術者の管理上、アスファルト乳剤の製造に使用される原料アスファルトのサンプルを提出する。あらゆる種類のアスファルト乳剤に使う原料アスファルトは、標準ナフサ溶剤を使うスポット試験によって試験したとき、ネガティブの結果を示すこと。

#### 破壊試験

過剰な活性剤の使用を防ぐため、最少破壊試験、または修正砂被膜試験の各条件を表-5に規定してある。(P.8参照)

#### 貯蔵安定度試験

この試験はアスファルト乳剤が製造されて、5日以内に使用されるときは中止し、又この経過時間が5日よりも少ないとしても、アスファルト乳剤のサンプル

を受け取ってから使用が認められるまでの間、貯蔵安定度試験を続けることを技術者は要求出来る。このような場合を除いては、表-5に示されるように要求される。

#### アスファルト乳剤

アスファルト乳剤は次の条件に適合するものとする。

- (a) どんな部分でも蒸留水と混ざるような同質のものそして同様な特徴のものであること。
- (b) AE-PとAE-200のアスファルト乳剤は、骨材とまじったとき玉になったり、固くなったりくつついたりすることなしに、満足な混合性を示すものであること。こうした混合物は、2日間位平にしたり、手直しが出来る作業性をもつたものであり、その後転圧したり、交通開放したときに、満足な締りぐあいになるものとする。
- (c) 表-5にまとめた条件に一致するものであること。

#### 試験方法

アスファルト乳剤は、次の方法で試験を行う。

- 1 乳剤試験 AASHTO, T-59法
- 2 修正砂被膜試験 抜粋で、風乾試験骨材とアスファルト乳剤混合物を5分間強く混合し、1時間放置後更に5分間混合する。混合物は室温ではほぼ2倍量の蒸留水に浸漬され10%以上アスファルト被膜が損失されないものとする。この試験に使用される骨材は90%の硬質砂と10%のポルトランドセメントの混合物である。使用アスファルト乳剤量は骨材重量に対して10%である。
- 3 浮遊試験 AASHTO, T-50法 (Floating Test)
- 4 点滴試験 AASHTO, T-102法
- 5 砂浸透試験 風乾した硬砂500gを1,000mℓビーカーに入れ、最大密度になるようにビーカーをふったりする。そこにアスファルト乳剤30gを砂の表面に注ぎ込む。30分後にアスファルト乳剤の浸透深さを測定する。
- 6 碎石付着試験 AASHTO, T-59法付着試験からの抜粋で、碎石とアスファルト乳剤の混合物を5分間強く混合しすぐに室温でほぼ2倍量の蒸留水に浸漬したあと、骨材が少なくとも90%、アスファルトで被膜されていることとする。

表-4

等級	工法
R S-2	浸透マカダム マットコート シールコート
A E-P	防塵処理 プライムコート
A E-200	密粒度プラント混合 密粒度路上混合 砂によるスペリ止め (Sand Honing) 砂のシールコート 砂一アスファルト乳剤のプラント及び路上混合
A E-90	開粒度プラント混合 シールコート 開粒度路上混合
A E-60	浸透マカダム 半加熱骨材混合用タックコート
A E-90	半加熱骨材との開粒度プラント混合
A E-60	半加熱骨材との密粒度プラント混合 半加熱骨材との砂一アスファルト乳剤混合

A.A.S.H.O. 法に関しては既刊の『道路材料と試験採取 および 試験の方法の標準規定』を参照すること。

#### 4. むすび

以上、粒度調整骨材型のアスファルト乳剤半加熱混合物の仕様書について述べましたが、この仕様書は地方道路局の要請によりマッカノヒー研究所にて作製したものです。最近はさらに冬期など低温の時でも施工に適したアスファルト乳剤を開発して、道路舗装の新設、修繕、維持に用いられておりますが、その施工結果は大変良好であるとのことです。聞くところによれば氷点下約7℃位までは施工が可能であると云っております。また、地方の幹線道路にもアスファルト乳剤の半加熱混合による舗装新設を行っているとのことでした。

この仕様書は既に米国ASTM規格のD2629-67Tに暫定規格として取りあつかわれております。

また、その他の半加熱混合物として「開粒度型」、半加熱混合物によるスペリ止め型として、砂および粒度調整骨材を用いたもの等がありますが、これらについては又の機会に紹介したいと思います。

大変とりとめのない雑文で、おわかりにくい点があるかとも思われますが、いくらかでも御参考になれば幸いと存じます。

〔筆者：日瀬化学工業株式会社〕

表-5 アスファルト乳剤規格

試験項目	*** AE-60	*** AE-90	*** AE-200	AE-P	*** RS-2
乳剤破壊試験					
35cc, 0.02NCaCl <sub>2</sub> , %					30—80
50cc, 0.10NCaCl <sub>2</sub> , %	75—100	75—100			
蒸留試験 260°C (500°F) まで加熱					
重量%	35以下	37以下	40以下	45以下	38以下
油分蒸留物 vol%	0—3	0—5	0—6	0—8	0—3
粘度セイボルトフロール					
at 25°C (77°F) sec,	50—500	50—500	30—500	15—100	
at 50°C (120°F) sec					50—300
碎石付着試験					
	合格	合格			
試験用砂被膜試験					
砂浸透 in,					1/2
貯蔵安定度 5 日	5 以下	5 以下	5 以下	5	3
蒸発残留物の性質					
(a) 針入度					
at 25°C (77°F) 100g 5 sec	60~90	90~130	**		100~200
(b) 浮遊試験 at 60°C (140°F) sec	800以上	800以上	1200以上	800以上	
(c) 針度 at 60°C (77°F)	40以上	40以上			40以上
(d) 四塩化炭素可溶分 %					
石油アスファルト	97.5以上	97.5以上	97.5以上	97.5以上	97.5以上
天然アスファルト	95 以上	95 以上	95 以上	95 以上	95 以上
(e) 灰 分 %	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下

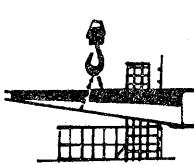
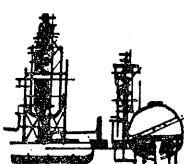
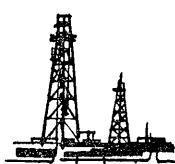
マッカノヒー研究所内にあるアスファルト乳剤の半加熱混合による舗装断面。(総厚約70cm)  
地方幹線道路の舗装新設に用いられている。



\*この品質のアスファルト乳剤は、浸透マカダムやシールコートに使用される早期分解型のものもある。この場合には、0.02NCaCl<sub>2</sub>溶液35cc使う破壊試験の要求は30%以上のもので粘度はセイボルトフロール50°C (120°F) で全品質とも50~200秒である。碎石付着試験は要求されない。これらの材料は品質AE-60QとAE-90Qと称する。

\*\*規格では針入度が130—300の範囲である。

\*\*\*この品質のアスファルト乳剤は目的とする針入度が備えられる。この場合には、粘度は12秒以上蒸発残留物45%以上のものである。砂浸透試験値は少なくとも5秒で13mmとする。この乳剤は品質AE-60P, AE-90P, AE-200P又はRS-2Pと称している。



# 砂利道の防塵処理

徳島県道路保全課

表一 防塵処理全体計画

区分	37		38		39		40		41		42		43		44 以降	
	延長	事業費	延長	事業費	延長	事業費	延長	事業費	延長	事業費	延長	事業費	延長	事業費	延長	事業費
元 1 国	2.2	784	6.6	11,500	7.0	15,700	4.2	7,400	2.5	6,200	4.4	7,900	2.2	5,100	4.3	10,100
元 2 国	31.4	30,322	24.1	42,700	7.3	16,370	6.8	14,600	5.3	12,500	1.4	5,000	1.9	3,350	5.2	9,500
主要地方道	5.2	1,856	36.0	55,500	13.9	24,130	8.8	14,950	9.2	17,300	20.1	37,100	23.4	44,167	69.3	111,400
一般地方道	26.3	37,038	75.2	100,300	87.7	143,800	72.9	123,050	79.0	174,000	116.0	200,000	132.1	247,383	241.4	474,000
計	65.1	70,000	141.9	210,000	115.9	200,000	92.7	160,000	96.0	210,000	141.9	250,000	159.6	300,000	320.2	605,000

## まえがき

自動車交通の急激な増大のため、砂利道から発生する塵埃は、沿道人家に農作物、通行者、交通車輌等に多大の悪影響をおよぼし、また路面材料の飛散は砂利道の維持に大きな支障を与えている。

表二 タール

種類	常温用		
	1号	2号	3号
エングラー度	5~10 (50/25°C)	10~15 (50/25°C)	15~20 (50/25°C)
比重	1.10~1.25		
水分%	1.0以下		
ベンゾール不溶分 (脱水試料につき)%	2.0 //		
ナフタリン分 (脱水試料につき)%	5 //		
酸性油 cc/100g (脱水試料につき)	5 //		
170°Cまでの留出量	3 //		
270°Cまでの留出量	35 //		
300°Cまでの留出量	45 //		
300°C残留物軟化点°C	20~50		
引火点 °C	90以上		

これらの弊害を防止し沿道の環境をよくし、砂利道維持の万全を期する目的で、本県ではアスファルト乳剤、ストレートアスファルトによる砂利道の防塵処理を計画した。

昭和35、36年度は試験的に10km実施したが、非常に好評であったので、財政的に重い負担ではあるが、県の重点施策の一つとして昭和37年度より本格的に毎年110~150km施工しており、砂利道1558.8kmのうち中型車以上の通行可能区間については、昭和45年度までにはほぼ防塵処理済となる予定である。防塵処理施工状況および全体計画は、表一のとおりである。

## 防塵材料

### 1. タール

タールは常温用1号、2号、3号で表二のとおり規格を定めている。

### 2. アスファルト乳剤

アスファルト乳剤は浸透用PE-1、PE-2で表三のとおりである。

### 3. ストレートアスファルト

ストレートアスファルトは針入度60~80、100~120で表四の規格に合格のものを使用。

### 4. 碎石

第1層30~20mm、第2層10~5mmの碎石を使用。

### 5. 砂

第3層に5~2.5mm

## 標準的施工

### 1. 路床および路盤

(イ) 砂利道の状態が良好で所要の支持力( $K30 > 30\text{kg}/\text{m}^3$ )を期待出来るとき——

グレーダーのスカリファイナーで砂利道を搔きおこして，在来路盤と補足材料(3cm程度)をよく混合し，均一な組成にして適当な含水量で，10tのマカダムローラーまたはタイヤローラーで所要の支持力が得られるまで締固める。

(ロ) 砂利道の状態が，やや不良で所要の支持力が期待出来ないとき——

予め砂利および土を補足し横断勾配を修正し，また砂利層厚を増加させておき，(イ)の方法で路盤を作製する。マカダムローラーで転圧の不可能な部分はランマー等で十分つき固めを行った後，路盤の仕上り表面の浮いた土砂利，ごみなどをほうきで十分清掃する。

(ハ) 在来砂利道が不良で防塵処理では維持困難と思われるとき——

- ① 改良工事にて路面の嵩上げ等を行った後施工する。
- ② 置換等により路盤を強化して後施工する。

### 2. 防塵層

#### プライムコート(タール散布)

タールは風速5m/sec以下，気温7°C以上の状態でスプレイヤーにより規定量をむらなく散布する。

路盤が乾燥しほこりっぽくなっているときは，プライムコート施工前に散水しほこりを路盤に落着かせた後，散布する。プライムコート施工後は路盤に十分浸透するまで(8mm以上)時間(2~3時間程度)をおき，縦横勾配が急なときは，所定量を数回に分けて散布する。また片側交通を許しながら施工する場合は，タールが充分浸透するまで散水しタールにはこりが混入するのを防ぐ。

### 3. 歴青材料の散布

(乳剤およびアスファルト散布)

表-4 ストレートアスファルト

種類	針入度 (25°C 100g 5sec)	軟化点 °C	伸 度			蒸発量 %	蒸発後の 針入度 (原針入 度に対し て)	四塩化 炭素可溶 分 %	引火点 °C
			A型	B型	C型				
80~100	80~100	40 以上	25°C 100 以上	25°C 100 以上	25°C 70 以上	0.5 以下	70 以上	99.5 以上	以上 230
			150°C 100 //	15°C 100 //	15°C 70 //				
			10°C 100 //	10°C 100 //	10°C 10 //				
100~200	100~200	35 以上	10°C 100 以上	10°C 100 以上	10°C 70 以上			以上 210	
			5°C 100 //	5°C 50 //	5°C 5 //				

表-3 アスファルト乳剤

項目	種類	PE-1	PE-2
エンゲラー度 (25°C)	10以下		
フリイ残留物 %	0.3 //		
貯蔵安定度(5日) %	5 //		
分解時間 min	40 //		
骨材被膜試験(85°C 5分)	合 格		
低温安定度 (-5°C)		合 格	
蒸発残留物 %	55以上		
残 针 入 度 (25°C)	100~200	150~300	
留 伸 度 (10°C)		100以上	
物 四 塩 化 炭 素 分 可 溶 分 %		98 //	
用 途	一般浸透用	冬期浸透用	

アスファルトは135~175°Cの範囲で加熱して使用し，圧力式スプレイヤーにより一様に散布する。

### 4. 骨材の敷きならしおよび転圧

プライムコートのタールが路盤に十分浸透しきった後骨材を均一に敷均す。アスファルト防塵では加熱したアスファルトの散布後ただちに，またアスファルト乳剤防塵では乳剤がある程度分解したのちに骨材を散布する。

転圧は骨材の散布後ただちに行い，10t程度のマカダムローラーで各層毎に骨材が歴青材の中で落着くまで(3~4回)外側から中心線に向って行い，転圧の不可能な個所はランマーで十分つき固める。

### 5. 横断勾配および施工時間

路面排水の点から横断勾配は3~4.5%程度としている。施工時期は地域によって多少異なるが，アスファルト防塵は4月~10月上旬に施工し，10月以降ではアスファルト乳剤を多く使用している。

### 6. 施工費

①アスファルト乳剤防塵(厚3~5cmの路盤補足を含む)  
630円/m<sup>2</sup>(路盤工を含まず)  
320円/m<sup>2</sup>

②ストレートアスファルト防塵(厚3~5cmの路盤補足を含む)580円/m<sup>2</sup>(路盤工を含まず)260円/m<sup>2</sup>

### 7. 維持修繕

防塵処理の路線は定期的にまた大雨，洪水等の後は，直ちにパトロールを行い路面路肩およ

び側溝に漏水しないよう注意し適時表面処理（シールコート程度）を、ポットホールは合材により穴埋めを行う。維持修繕の方法は種々あるが次の方法を採用している。

#### (イ) 表面処理

ポットホールの場合はシールコート施工前に穴埋めを行い、アスファルト乳剤 $0.8\text{t}/\text{m}^2$ で年1回程度シールコートを施工している。

#### (ロ) ポットホールの修繕

填充材料としては、メンテボンド乳剤による常温混合材を用いる。

#### ① 小穴

(a) 穴の周囲がゆるんでいない場合には、路盤を清掃し上記の合材を投入し、タンバーにて締固め、周囲の路面よりやや高く仕上げる。

(b) 穴の周囲がゆるんでいる場合は、良好な部分まで切取り(a)の方法で施工する。

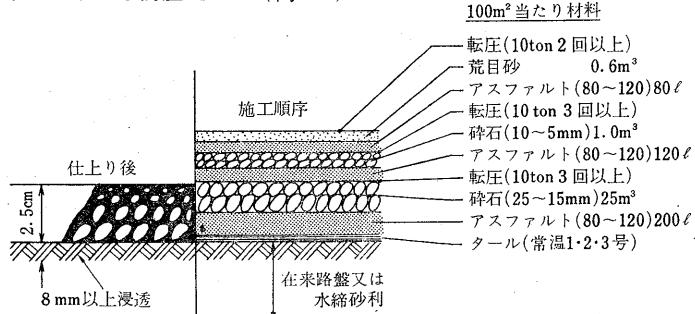
#### ② 大穴

ゆるんだ部分まで取除き路盤材料を投入し、インパクトローラーにて締固め、周囲の路面よりやや高く仕上げ、タールまたは乳剤を散布し、交通に開放し自然転圧を行い、①の方法により修繕する。

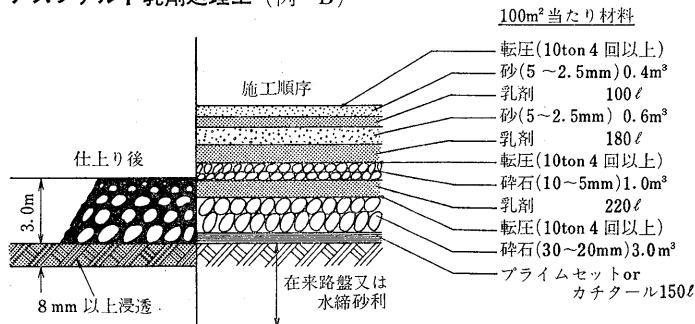
#### 8. 交通管理

工事の施工は出来るだけ一方向の交通を許しながら、片側施工としており、交通量の多い箇所または見通しの悪い所では、交通整理員をおき事故の防止に万全を期している。アスファルト防塵では表面の転圧仕上げが終了したのち、温度が気温まで低下するのを待つて交通に解放している。

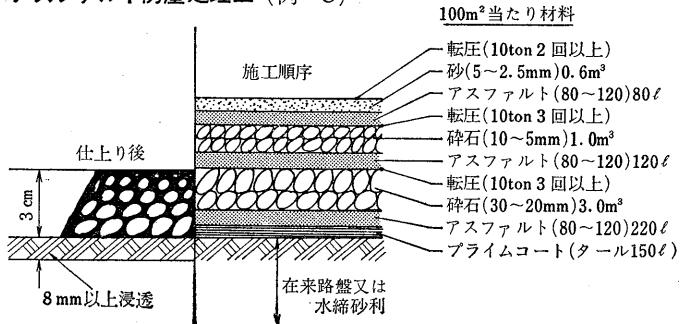
### アスファルト防塵処理工（例 A）



### アスファルト乳剤処理工（例 B）



### アスファルト防塵処理工（例 C）



## 第17回アスファルトゼミナール・テキストをおわけします

### ☆内 容☆

最近の各国のアスファルト舗装設計	植 下 協
アスファルト舗装の検査と品質管理	松 野 三 朗
アスファルト乳剤安定処理実績調査	岩 瀬 正
東名高速道路の安定処理工法	近 藤 正
簡易舗装の現状	高 見 博

☆ 1部実費価格 100円（手数料）

☆ 申込者の郵便番号、住所、氏名

☆ 部数——を明記して下さい。

☆ 現金または切手を同封

☆ ハガキの申込みは御遠慮願います。

申込先 104 東京都中央区新富町3-2 日本アスファルト協会

## アスファルト舗装の修繕方法の紹介

### I 修繕区間の決定

1) 1965年より地方道路研究所 (Laboratoires régionaux)において、デフレクトメータ（路面沈下量測定器）の応用を目的とした、交通量の多い国道での沈下量の測定が始まられた。10~15kmの区間より代表的な延長2kmの区間を抽出し、研究所技術者の協力のもとに詳細な調査を実施した。

その調査の結果、修繕が必要とされた区間については補足的な沈下量のデータを取り、沈下量と技術者の調査結果との比較検討を行なった。

2) 上記の検討の結果をまとめたものが表-1である表-1において、交通量は年平均日交通量で表わす。

表-1

年平均日交通量	$d = \text{許容限界沈下量} (1/100\text{mm})$	$n_0 = \text{延長 } 2\text{ km の限界値以上の個数}$
> 6000	100	15~20
3000~6000	125	20~25
1500~3000	150	25~35
750~1500	200	35~45

表の利用方法は次の通りである。

—対象区間の交通量に対応する許容限界沈下量を読みとり、測定データよりこの許容値を超えるものの数をかぞえる。その数を  $n$  とした場合、もし  $n < n_0$  であれば、その区間は良、もし  $n > n_0$  であれば、その区間は不良と判定される。

しかしこれは一応の平均であって、交通条件、凍上条件などが特に異なる場合、修繕施工が困難な場合、また沈下量の測定条件が特別であった場合には、技術者の判断を加味する必要がある。

3) 上記の基準は延長2kmに対するものであったが、この2kmの区間をさらに200mの区間に細分した場合の基準を設けた（表-2）。延長2kmの区間にに対する判定が不良であった場合でも修繕を行なう箇所は、延長200m区間に分けた10区間のうち、表-2より不良と判定された区間にかぎってもよい。

表-2

年平均日交通量	$d = \text{許容限界沈下量} (1/100\text{mm})$	$n_2 = \text{延長 } 200\text{ m の限界値以上の個数}$
> 6000	100	2
3000~6000	125	3
< 3000	150	4

### II 修繕方法

修繕計画をたてるに際しては、種々の修繕方法に関する知識が必要である。

修繕方法としては次の6つの工法がある。

- A アスファルトコンクリートによるオーバレイ
- B アスファルト安定処理用混合物とアスファルトコンクリートによるオーバレイ
- C セメント安定処理混合物とアスファルトコンクリートによるオーバレイ
- D アスファルト安定処理混合物とアスファルトコンクリートによるオーバレイ
- E セメント安定処理混合物とアスファルトコンクリートによるオーバレイ
- F 安定処理しない粒状材料とアスファルトコンクリートによるオーバレイ

BとDの工法はそれぞれCとEの工法と同じようなものである。

どの工法においても、オーバレイされた層と道路側の構造物との接着は完全に行なわれなければならない。また表面のマツク係数が低下せぬようにする必要がある。

#### A アスファルトコンクリートによるオーバレイ

この工法は、多くの技術者達より最も安全で容易な工法であると考えられており、広く採用されている。

他の国においても、表層としてはアスファルトコンクリートが最も上等なものと考えられているようである。

a) 大分以前より、オーバレイの最小厚は5cm位が限界であると考えられている。

b) 応力を計算して必要厚を求めることも可能ではあるが、温度によって混合物の性状が大いに異なるので、応力計算のみより厚さを決めるることは適当ではない。

流动をおさない混合物の限界空隙率は3%くらいである。

安定度をますためには、砕石を使用し、細粒部分の量を少くするのがよい。空隙率を3%くらいにするためには、フィニッシャーで敷均した後、直ちにタイヤローラで転圧する。

#### B + D アスファルト安定処理混合物を用いたオーバレイ

この工法の特色は安定処理路盤にある。この路盤は半たわみ性であるため、表層の厚さがうすい場合には効果

が大きい。

### 1) 路盤

路盤の厚さは一般に15cmである。破損がひどい場合、最大沈下量が100~200 (1/100mm) になる場合、あるいは交通条件がきびしい場合には、路盤厚を20cmにする。路盤厚を15cm以下にすることは避けた方がよい。

骨材の最大粒径は25mmが望ましいが、施工上許されるならば40mmまで認められる。

粗骨材中の碎石の割合は40%以上必要であり、重交通の通る所では100%である。5mmフリイ通過量は30~40%であり鉱サイ15%くらいを加えることにより、この粒度は得られる。軟らかい骨材の使用は避けるべきである。

鉱サイは0~3mmの砂である。鉱サイの水硬作用はばらつきの大きいものであるので、使用前に室内試験をする必要がある。フィラーもまた必要である。フィラーとしては生石灰分の多い(CaO分55~60%)ものが望ましい。

混合は中央プラントで行なわれる。混合物の均一性は主としてプラントで決まるものであるから、プラントのタイプは非常に重要である。

プラントの作業量は市外部では15000トン、一般の修繕工事では900~1000トンである。材料の貯蔵場は広くすることが望ましい。鉱サイを使用すると施工条件の悪い時季でも施工は比較的容易となる。しかし鉱サイの供給が十分でないため、鉱サイの受取りまでには約1週間が必要であり、この点からも広い貯蔵場をもつのがよい。

転圧は15~20トンのタイヤローラで7~9回行なう。

もし早急に転圧をする必要がある場合には、タイヤローラの転圧前に振動ローラで2~3回転圧を行なうといふ。

許容される骨材の含水量は10%までである。

### 2) シールコート

交通開放する場合にはその1週間前に、路盤にシールコートを施す。

材料は針入度400~600あるいは800~1200のアスファルトよりつくられたアスファルト乳剤、あるいはカットバックアスファルトで、散布量は2~2.1kg/m<sup>2</sup>である。散布は2度にわけて行なう。骨材散布は第1回目は12~18mmのものを12.1kg/m<sup>2</sup>、第2回目は8~12mmのものを6~7.1kg/m<sup>2</sup>行なう。

### 3) 表層

アスファルト安定処理とセメント安定処理の大きな違いは、表層の厚さにある。アスファルト安定処理の場合には表層は比較的うすくてよいとされている。しかし交通量の多い所あるいは重交通の所では5~6cm厚にする

のが望ましい。表層の混合物は、Aのアスファルトコンクリートと同程度のものが必要である。

### C+E セメント安定処理混合物を用いたオーバレイ

この修繕方法の特色は路盤をセメント安定処理混合物で施工することにある。

### 1) 路盤

セメント安定処理路盤は剛性に富み、荷重の分散効果は大きい。この工法の利点は表層の厚さを比較的うすぐできることにある(この場合セメント安定処理路盤は良質のものを使用する必要があるが)。この点、重交通道路の修繕方法としてセメント安定処理が重要視されてくるであろう。

使用する骨材の最大粒径は25~30mmがよい。骨材は堅硬なものがよく、少くとも碎石を40%以上含んでいることが望ましい。

重要でない道路の修繕の場合にのみ、骨材として0~12mmの細粒のものだけを使用してよい。

品質管理の上からは材料を前もって大量に貯蔵しておぐのがよい。

### —セメント量の決定

セメント量は室内試験により決定される。1軸圧縮強度(90日間養生)が70~100kg/cm<sup>2</sup>になるようにセメント量を決定する。この強度は7日間養生では30~50kg/cm<sup>2</sup>に相当する。ただしいかなる場合もセメント量は3%を下まわってはならない。

### —含水量

含水量は強度上も、大きい密度を得る上にも重要である。室内試験で最大乾燥密度を得た含水量よりも1%くらい少ない含水量で施工するのがよい。

### —施工

混合は中央プラントで行なう。セメント量の変動を小さくすることは非常に重要である。管理は全体の95%が±0.7%以内に入るように行なう。混合物は混合後30分以内に舗装現場に到着するようにする。転圧は振動ローラと20トン級のタイヤローラとで行なう。転圧は混合後2時間以内に完了しなければならない。

### 2) 表層

上記の規定に従ってつくられたセメント安定処理上のアスファルトコンクリートの表層は5cm厚であれば十分である。交通量の少い所の表層は表面処理のみでもよい。

### 3) ひびわれ

セメント量を押えられたために、あるいは表層がうすいために、よくセメント安定処理層にひびわれが発生する。そしてこのひびわれは表層にもリフレクション

ラックとして現われる。しかしこのひびわれは不利益なものでないと考えてよい。

F 安定処理しない粒状材料を用いたオーバレイ

路盤材料として非常に良質な骨材(圧縮強度 $3500\sim 5000\text{kg/cm}^2$ 以上)を使用する。その他の必要な条件は次の通りである。

- 風化、変質のない岩石
- 内部マサツ角の大きい碎石
- 最大粒径 $40\text{mm}$ ( $30\text{mm}$ の方が望ましい)。
- 粒度分布が良好(砂分が多すぎないこと)
- 転圧しやすく、大きな密度が得やすいこと

表-3

年平均日交通量 $d_3$	>6000	3000~6000	3000~1500	<1500
100~125	10			
125~150	10	8		
150~200	15	10	8	
200~250	別途設計(2)	15	10	8
250~300	別途設計(2)	別途設計(2)	15	10
300~325	別途設計(2)	別途設計(2)	別途設計(2)	15
325~350	別途設計(2)	別途設計(2)	別途設計(2)	15

(1)  $n_2$  は表-2を参照のこと

(2) 沈下量が非常に大きくなった理由を調査

表-4

沈下量 $d_3$	<200	>200
年平均日交通量		
>6000	路盤 表層 15 + 5	路盤 表層 20 + 5
<6000	15 + 0	15 + 5

表-5

年平均日交通量 $d_3$	200/100	200/275	300 附近
>6000	セメント安定処理層 + 表層 17.5 + 5 ~ 7 (1)	セメント安定処理層 + 表層 20 + 5 ~ 7 (1)	粒状路盤+セメント 安定処理層+表層 20 + 5 ~ 7 (1)
6000~1500	セメント安定処理層 + 表層 15 + 5	セメント安定処理層 + 表層 17.5 + 5	粒状路盤+セメント 安定処理層+表層 17.5 + 5
<1500	セメント安定処理層 (表面処理 15 (+または (シールコート	セメント安定処理層 (表面処理 17.5 (+または (シールコート	粒状路盤+セメント 安定処理層(表面処理 17.5 (+または (シールコート

(1) 交通量の場合のみ

III オーバレイ層の設計

A アスファルト混合物を用いたオーバレイ(表-3)

1) 2km単位の区間で不良と判断された場合でも、さらに200m単位に分けて良好と判断された箇所については修繕を必要としない。

2) 表中の $d_3$ は、その区間の沈下量のうち

$n_2$ 番目に大きい沈下量である。(表-4, 5, 6も同様)

B+D アスファルト安定処理混合物を用いたオーバレイ(表-4)

C+E セメント安定処理混合物を用いたオーバレイ(表-5)

F 安定処理しない粒状材料を用いたオーバレイ(表-6)

(参考) 修繕箇所の決定を自動ベンケルマンと電子計算機を用いて行なう方法を参考のため次に示す。

[参考]

自動ベンケルマン、デフレクトグラム「ラクルワ」を使用した舗装の破壊状況調査

フランスでは、舗装の破壊状況調査のため

の路面沈下量の測定は、2kmを1単位(測定地点は約600点)として、荷重13トンで行なわれている。この時の測定速度は2km/hrであり、1時間に1区間の測定が終ることになる。

このトラックとデフレクトグラフを使用する自動的な舗装の調査は主として道路研究所にある電子計算機CA E510を用いて行なわれる。

表-6

年平均日交通量	路盤上の混合物層の厚さ	
	3500kg/cm <sup>2</sup>	5000kg/cm <sup>2</sup>
>6000	20cm	15cm
3000~6000	15cm	10cm
<3000	8~10cm	8cm

データ処理の第1段階では、単位区間の沈下量の平均値と偏差が求められ、舗装の状態が統計的な数値で表わされる。

—延長 200m を1区間とし、その区間の平均値と標準偏差(実数と対数の形で)を求める(測定間隔は20m)。

—沈下量の基準値に従って、交通量と期待される供用年数により修繕すべき区間を決める。

—在来の設計方法に従ってオーバレイ厚を決める。

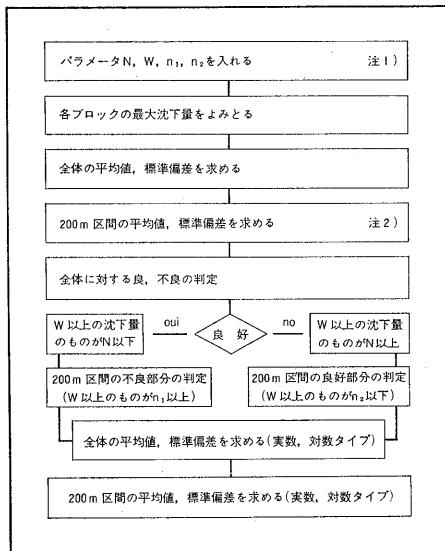
作業の流れ図を図-1に示す。延長 2 km 工区の計算を行なうのに必要な時間は 2 分たらずである。計算結果は表と図の形で得られる。

#### [参考図の注]

注1) Wは許容限界沈下量(表-1のd), Nは延長2kmにおける沈下量W以上のものの基準測定値数(表-1のn<sub>1</sub>), n<sub>2</sub>は200m区間における沈下量W以上のものの基準測定値数。

注2) 200mは20m間隔に重複して取る。[河野 訳]

参考図



## AASHO 道路試験結果の理論的解釈

—たわみ性舗装修繕計算法への応用—

Essai d'interprétation théorique de certains résultats de l'aasho road test

G. JEUFFROY, J. BACHELEZ, J. DAGALLIER

### I はじめに

現在のところ舗装修繕計算の問題には、まだ有効な解策がない。今迄いろいろ試験された中で、WASHOとAASHOの試験、人間にたとえれば、生まれ、生き、死ぬ段階をつぶさに観察し、多くのデータを得たという点で、非常にまれなものである。

#### I-1 AASHOの舗装修繕

AASHO道路試験の際、いくつかの破損箇所ができる、試験を続行するために、その修繕の必要が生じた。こういったものが 100 断面あり、修繕前後の撓み、サービス指数、車軸通過回数等について、レポート 5 に、その報告がなされている。しかし、これに対する結論は何も下されていない。

#### I-2 COLAS の実験法

COLAS の実験法は、補強層を計算するために、新しい舗装に関して得られた AASHO 試験結果を用いている。それ故、出発点から 2 つの矛盾がある。1 つは AASHO が結論を出さなかったものを、その結果正しく検討せずに結論を下そうとしていることであり、もう 1 つ

は、古い舗装に対して、新しい舗装から得られた結果を適用していることである。

関係式 :  $\log N_{2.5} = 9.40 + 1.32 \log P - 3.25 \log d_s$

これを次のように書く  $f(N, P, d_s) = 0$

この式は AASHO から引用して COLAS が用いたものであるが、荷重 P、許容軸重通過回数 N、撓み  $d_s$  を関係づけたもので、サービス指数 5 の新しい舗装から 2.5 になると仮定したものである。実際の修繕の時は、サービス指数が、普通、3 のオーダーであるから、どのようなサービス指数から出発するかがわからなければ、この公式を適用することができない。

COLAS 法は、次の考えに根拠を置いている。

- a) 補強層によって、撓みが減少する。
- b) 或る均質な断面で測定した撓みの対数値の分数状態は、修繕後も変わらない。平均値のみ変る。
- c) 修繕後の許容最大撓み量を、前もって定めることができる。その値は、修繕した舗装に対する耐久寿命による。

これらの考えに基いて、等価荷重に対する図表を与

え、一見非常に論理的に見えるが、いくつかの注意を要する。

1) 補強層に対する撓み量は、理論的にも、実験的にもよく合う。しかし、理論的には、春季に現場試験を行う必要がある。というのは、 $f(N, P, d) = 0$  の公式は、もしこれが有効だとしても、融解時に測定したクリープ速度撓みとしてしか有効でない。

2) COLAS法の撓みは、その過程、即ち、どんな交通を受けてきたか、ということに無関係である。新設直後でも、破壊間近でも、同じ撓みを与える筈である。

3) COLAS法は、 $N \times d^{0.25} = \text{定数}$  の公式に基いており、この関係は、新しいものであれば、成り立つが、古いものでは、成り立たない。

4) COLAS法を用いて、試験した結果、N値については、AASHOの結果と大きく違った。

結局、AASHOのレポート5は、新設舗装に適用す

べきものであり、修繕には、使用できない。

### I-3 AASHO試験結果を準用する可能性

AASHO試験中に派生した3層からなる100個の修繕箇所を対象にして、ひび割れ、構造、荷重の繰り返し回数の間の関係を、舗装中の応力図表を用いて比較してみた。その結果、AASHO関係式の前述のような公式は、ばらつきが大きいため適当でなく、次のような関係式が、よいように思われる。

$$\log d_1 - \log d_2 = kh$$

ここには、 $h$ は条件（季節、土の含水量）によって変る係数である。

次に、舗装の応力とひび割れの関係を調べたところ、AASHOの結果と、舗装中の応力とは密接な関係があった。しかし、応力とたわみを関係づけるためには、ヤング係数Eが必要となるが、これは季節によって大きく変動する。Eの値を検討したところ約10%のばらつきで $\sigma$ は $\sqrt{E}$ のように変化することが認められた。したがって、 $\sigma/\sqrt{E}$ は舗装構造と荷重に関係せず、Nとパラメータ $\sigma/\sqrt{E}$ は、非常によい相関性にある。逆にもしこのパラメーターを舗装の疲労を代表するものと考えれば、与えられた舗装と荷重に対して、たやすく舗装厚が計算でき、もはや、Eに関係しない。また、 $\sigma^2/E$ は、舗装中にたくわえられたエネルギーを表わすが、これはこれから発展させる考え方の糸口になろう。

結論は、撓みだけでは何も決定できず、構造、土の状態、配水、気候、季節交通量、材料の性質等を知る必要がある。舗装厚は、舗装寿命にだけしか関係せず、最も大切なことは、1cmの舗装厚を云々するより、もっと確かに、楽な仕事、つまり、溝の清掃、部分的補修、再舗装、排水等を考えるべきである。しかし、舗装厚の大体のオーダーを与えるために、舗装のひび割れという観点に基いた方法を、以下に示す。

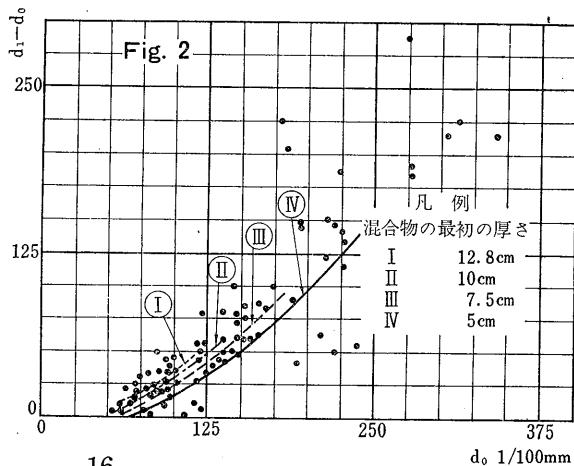
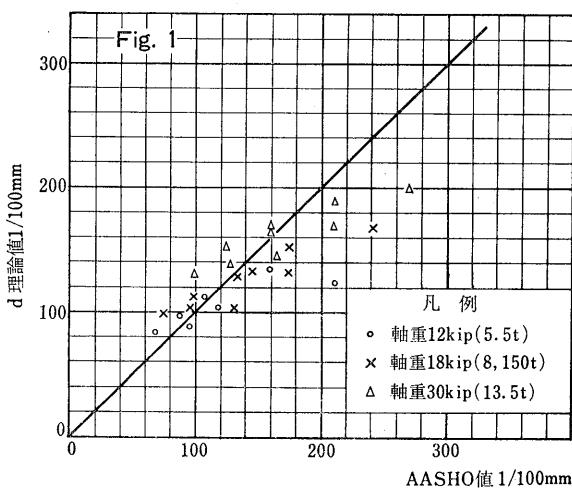
### II AASHO 試験の考察

#### II-1 撓み

AASHO試験の結果より次の関係式が成り立つ。

$$N = f(D, P, d)$$

式中、舗装厚指數Dに各層の厚さが、撓みdに土の性質が、間接的に入っている。この関係式は、舗装中のただ1層に関する1つの現象にすぎないから、応力状態については、理論的な考察を加えなければならない。とりわけ、ひび割れは、舗装破壊の重要な要素であるから、AASHO試験以外の場合、この関係式が、どの程度使用できるかを見よう。



撓みの図表を作成するに当って次の記号を用いる。  
 $E, h$  (表層のヤング係数と厚さ)  $E_1, h_1$  (路盤のヤング係数と厚さ)  $E_2$  (路床のヤング係数)  $a$  (車輪のわだち  
ばれ半径)  $g$  (平均接地厚)

$$\alpha' = \frac{h_1}{a} \sqrt[3]{\frac{E_1}{6E_2}}, \quad \beta' = \frac{h}{a} \sqrt[3]{\frac{E}{6E_2}}$$

図表は、 $\alpha'$ と $\beta'$ の関数として、沈下係数 $F_w (=w/w_0)$ を与えている。 $w$ は軸中心で測定した撓み、 $w_0$ は路床上に置かれた車輪中心で測定した Boussinesq の撓みである。

ヤング係数の大体の値を、つかまなければならぬが、ひび割れに対しては、たわみに比べると、ヤング係数による影響は、小さい。A A S H O 試験によると、 $E_2 \approx 150 \text{ kg/cm}^2$ ,  $E_1 \approx 300 \text{ kg/cm}^2$ ,  $E \approx 60000 \text{ kg/cm}^2$  となる。Fig. 1 に、これらの値を使って計算した撓と、A A S H O の関係式を用いて計算した撓みの関係を示す。

Fig. 2 に、補強後の撓減少量  $d_1 - d_0$  を、初期の撓み  $d_0$  の関係として示す。図中の曲線は、前述のヤング係数値を用いて、Jeuffroy-Bachelez の図表を用いて計算した撓みの減少値である。

また、 $\log d_1 - \log d_0 = kh$  ( $h$ : 補強厚(cm)  $k$ : 定数) の関係式を、あてにしたが、係数  $k$  のばらつきが大きく A A S H O の修繕に関しては、 $k = 0 \sim 0.10$ 、平均、0.02 であった。従って、この関係式を用いると、 $h$  の誤差が大きくなる。

ヤング係数が変動する路床上の舗装について考える場合、補強後のものに、ダッシュをつけると、測定撓み

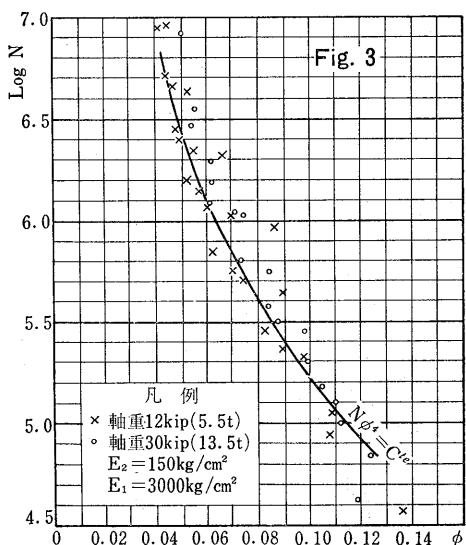


Fig. 4 繰り返し曲げ試験(Nijboer)による  
φ 値とAASHTO結果の比較

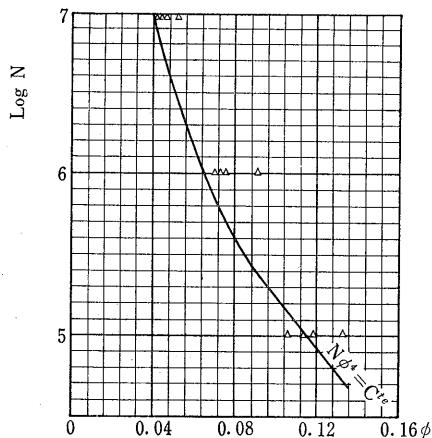
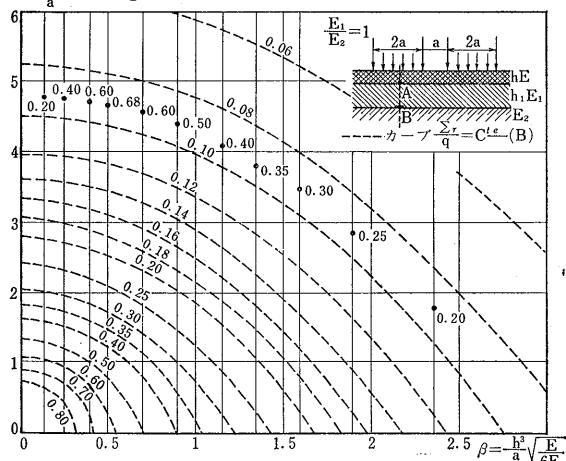


Fig. 5 表層の法線応力の決定



の比  $d_1/d$  は、 $d_1/d = F_w'/F_w$  となり、 $E_2$  が現われない。

したがって、 $\log d - \log d' = \text{定数}$  と書ける。

## II-2 表層のひび割れ

混合物の基礎に働く半径方向応力  $\sigma$  は、 $E$  を変数として、 $\sigma = \phi(E_1, E_2, h, h_1, a, q) \times \sqrt{E}$

$E$  は、非常に変動しやすいが、上式のように表わせば、 $\phi$  は、 $E$  に関して独立となる。Fig. 3 に、A A S H O 試験に基いて、2級ひび割れ発生までの  $N$  と  $\phi$  の関係を示す。図の縦座標  $N$  は、次式によって計算した。

$$\log N = 8.131 + 4.526 \log(0.33D_1 + 0.10D_2 + 0.08D_3 + 1) + 2.185 \log L_2$$

$$2.434 \log(L_1 + L_2) - 1.296 \log ds$$

$N$  :  $L_1 \text{ Kip}$  (キロポンド) 軸重通過回数 (2級ひび割

れ発生まで)

$D_1, D_2, D_3$ : 層厚 (フィート)

$L_2$ : 単軸の時は 1, タンデム軸の時は 2

$d_s$ : 12Kip 軸重下の春季のたわみ

もし、或る  $\sigma$  値をもった舗装厚を決めようとすれば、  
E に関係するが、反対に、 $\phi$  を与えて厚さを決めようと  
E によらない。そして  $\sigma$  したがって  $\phi$  は、土の弾性係数  
 $E_2$  に、ほとんど関係しない。 $E_2$  の大きさに密接な関係が  
ある撓みが、A A S H O のひび割れに関する関係式中に  
ほとんど入ってこない理由の説明がつく。

Fig. 3 の  $N \phi =$  定数のカーブは、試験結果の平均値か  
ら得られたが、これに対して物理的な説明を見つけるこ  
とができなかった。

次に応力ではなく、歪  $\epsilon$  から材料の疲労を考えてみ  
る。接線方向の応力を無視すれば、 $\phi = \frac{\epsilon E^{0.5}}{1-\nu}$  となる。  
Fig. 4 にボワソン比を 0.5 にとった時の A A S H O 試験  
結果との関係を示す。

### III たわみ性舗装補強計算法

III-1 路盤と路床のヤング係数  $E_1, E_2$  は大体の大き  
さを知るだけで十分である。

$E_2$  については、C. B. R. 値から

$$E_2 = 110 \text{ C. B. R. (シエル社)}$$

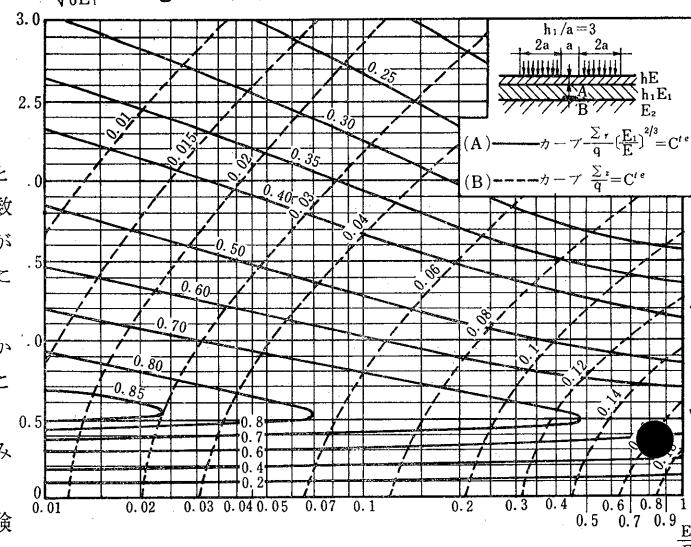
$$E_2 = 65 (\text{C. B. R.})^{0.65} (\text{W A S H O})$$

$E_1$  については、既設の舗装からもっと詳しく知ること  
ができる。 $E_2/E_1 \approx 1 \sim 2$  であるが、この値が不正確で  
も結果に大して影響を及ぼさない。

III-2 交通量の推定は、まだまだ未知の問題である

$$\frac{h}{a} \sqrt{\frac{E}{6E_1}}$$

Fig. 6 表層の法線応力の決定



から、ここでは結論づけないが、A A S H O によれば、  
13t 軸重に換算した場合

$$\log N + 2.434 \log(L_1 + L_2) - 2.185 \log L_2 = \text{定数}$$

III-3  $N$  の関数として、Fig. 3 から、パラメーター  
 $\phi$  が与えられる。まず  $E$  (例えれば  $60000 \text{ kg/cm}^2$ ) を選び

$$\lambda = \frac{\phi}{q} \frac{(E_1)^{2/3}}{E(2/3-1/2)} \text{ を計算する。}$$

次に、計算图表により

$$\beta = \frac{h}{a} \sqrt[3]{\frac{E}{6E_1}} \text{ を求め、厚さ } h \text{ は,}$$

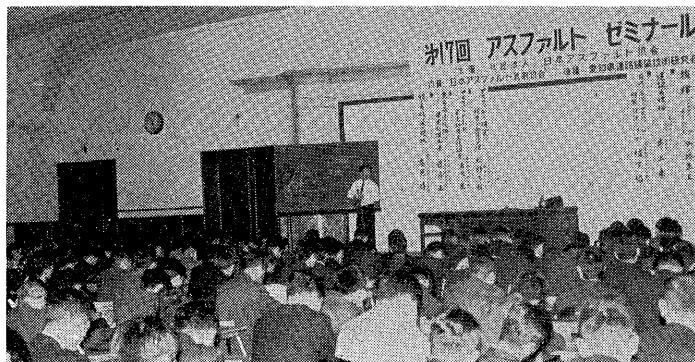
$$h = a\beta / \sqrt[3]{\frac{E}{6E_1}} \text{ より計算できる。}$$

〔近藤 訳〕

## 第17回アスファルトセミナー 盛況裡に無事終了

昭和43年12月10日 名古屋市公会堂にて開催

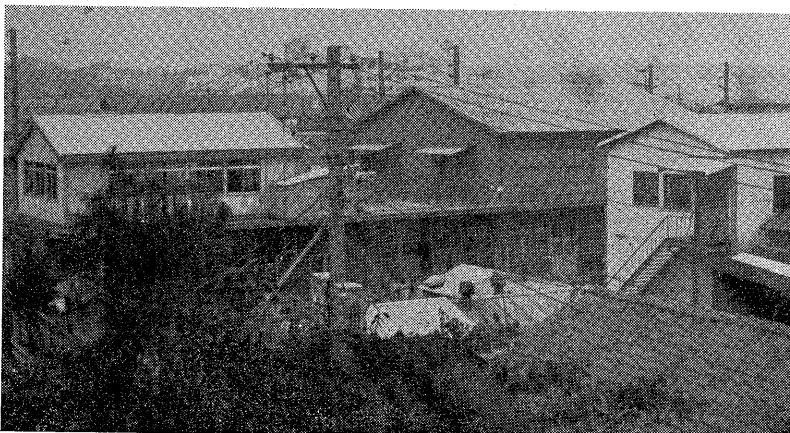
★ 多数御参加いただきましてありがとうございました ★



### ○参加者内訳○

建設省関係	70
都道府県	140
市区町村	50
民間工事	130
その他	110
愛知県内	210
総 計	710

# 東京都土木技術研究所



尾  
崎  
登

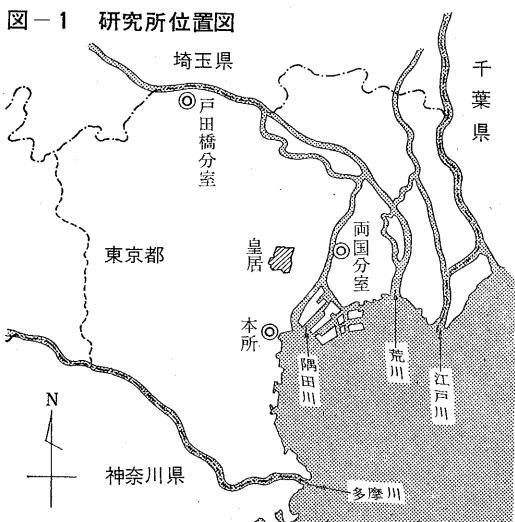
## 1. 使命および沿革

研究所は、東京市の道路試験所として、大正11年4月に開設されて以来約46年の歴史をもち、つぎにあげるような変せんを経て今日に至っている。この間、地方自治体の研究機関として、常に東京都の建設事業に直結しながら土木技術の向上を目指してきた。

道路、河川などの建設事業量は年々増加し、また最近の技術的進歩は目ざましく、これらの問題を総合的に効果的に運営して、建設事業の合理的な推進力たらんことを期している。さらに職員の技術向上を目的とした研究会の開催、新規採用技術職員の実務研修会の実施など、技術職員の質的向上にも努力を傾けている。

研究所は、発足以来幾多の職制の改廃を経て今日に至っているが、その沿革はつぎのとおりである。

図-1 研究所位置図

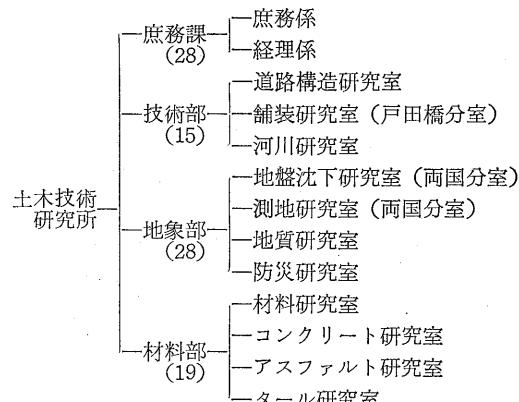


大正11年4月	東京市道路試験所として発足
大正15年12月	東京市土木局道路試験所と改称
昭和7年11月	東京市土木局土木試験所と改称
昭和17年5月	東京市土木技術研究所と改称
昭和18年3月	東京市財務局技術試験所を合併
昭和18年7月	東京都土木技術研究所と改称
昭和20年4月	第2次世界大戦の影響で研究所廃止
昭和23年11月	東京都土木技術研究所として再発足、両国分室を設置
昭和36年6月	戸田橋分室を設置
昭和39年8月	現在の組織に改正し、部室制を採用

## 2. 組織および分掌

### (1) 組織

研究所は1課3部から構成されており、その組織と職員数はつぎのとおりである。職員数は事業量によって年度ごとに若干の変更があるが、現在人員は90名である。



( ) 内数字は所属職員数を示す。

## (2) 分掌

事務分掌の概要はつぎのとおりである。

庶務課：人事、予算、決算、文書、契約、図書、府有車の管理などに関する事。

技術部：道路、河川などの技術指導、調査研究および土質に関する事。

地象部：地盤沈下、地質、地下水などの調査研究に関する事。

材料部：土木工事用材料の試験研究および規格に関する事。

ここで技術関係の部室では、それぞれ業務上の特徴がみられる。すなわち、技術部は各種の構築物や、その基礎地盤を対象とするので、地盤の表層部がとりあげられ、必然的に表層の土質工学的な問題が検討される。地象部は地盤沈下現象を対象とするので、地盤の成因などを調査する必要があり、必然的に地質、地下水の問題がとりあげられる。そして地質、地下水の機構を調査研究することによって地盤沈下を把握しようとしている。材料部は建設工事の執行の過程において土木材料の品質管理を担当し、材料試験に主力を注ぎ、さらにすくんで各種土木材料の調査研究や、土木材料仕様書で規定する

材料の品質について検討する、というような業務の分担がみられる。しかし実際の建設事業は、このように画一的に分掌しえないものもあり、場合によっては各部が連絡をとりながら共同して執行していくこともある。

## 3. 庁舎の概要および所在地

研究所は、本所の敷地が狭いため、あるいは地理的立地条件のためなどによって、両国分室および戸田橋分室を併置し、3ヶ所で業務を執行している。つぎに、これらの概要について述べる。

### (1) 本所（港区港南一丁目1番18号）

東京都23区の東南、第一京浜国道（国道15号線）高輪大木戸跡の東側（国電、田町駅—品川駅の中間）に位置し、その規模はつぎのとおりである。

敷地 2,571.5m<sup>2</sup>

建物(延) 1,956.24m<sup>2</sup>

### (2) 両国分室（墨田区両国一丁目2番1号）

東京都23区の東、隅田川左岸の両国橋のたもとに位置し、その規模はつぎのとおりである。

敷地 368m<sup>2</sup>

建物(延) 272.73m<sup>2</sup>

### (3) 戸田橋分室（板橋区舟渡町四丁目14番12号）

東京都23区の北、中仙道（国道17号線）が荒川を渡る戸田橋の上流約600mの右岸沿いに位置し、その規模はつぎのとおりである。

敷地 2,624m<sup>2</sup>

建物(延) 315.22m<sup>2</sup>

## 4. 試験設備の概要

各部門別のおもな試験設備をあげるとつぎのとおりである。

### (1) 土質、地質関係

耐圧試験機 (100t)

1

X線回折装置

1

振動発生機

1

C B R試験機

2

圧密試験機（四連式）

2

三軸圧縮試験機（側圧10kg, 3kg）

2

ニードルコンパクター

1

### (2) 補装関係

可動式20t載荷装置

1

路面おうとつ測定機

1

路面たわみ測定機

1

すべり抵抗試験機

1

### (3) コンクリート関係

図-2 (1) 研究所(本所)庁舎配置図

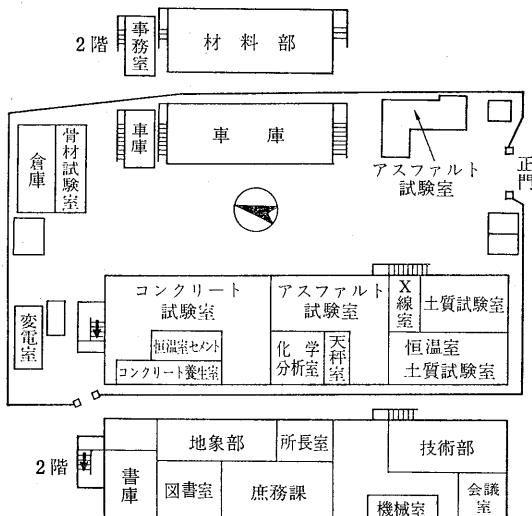
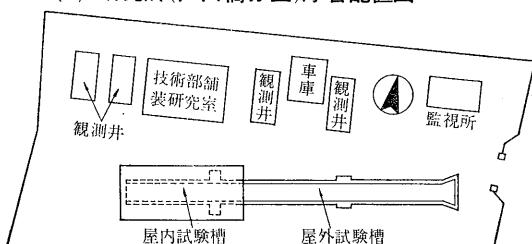


図-2 (2) 研究所(戸田橋分室)庁舎配置図



耐圧試験機 (200t)	1
耐圧試験機 (100t)	1
耐圧試験機 (20t)	1
耐圧試験機 (10t)	1
万能試験機 (20t)	1
曲げ試験機 (10t)	1
疲労試験機 (50t)	1
透水試験機	1
 (4) アスファルト関係	
耐圧試験機 (20t)	1
耐候性試験機 (光源: キセノン, カーボン)	1
ホイルトラッキングマシン	1
ローラーコンパクター	1
マイクロピスコメーター	1
こう着力試験機	1
 (5) 材料関係	
万能試験機 (100t)	1
ロサンゼルス試験機	1
岩石切断機および研磨機	1
 (6) 地盤沈下調査関係 (都内23区に配置)	
地盤沈下および地下水位観測所	14ヶ所25#
 (7) 試験測定車	
土質試験車 (バス型, 車内試験室)	1
土質調査車 (タンク型, 反荷重車)	1

## 5. 業務の概要

業務の内容を大別すると、①研究課題の執行、②工事用材料の品質管理、③建設事業の執行とともに発生する諸問題の解決、④職員の技術向上を目的とした技術研究会などの開催、などに分けられる。これらの業務執行にともなう事業費は、昭和42年度で総額約71,200,000円に達している。

### (1) 研究課題の執行

研究課題は年度ごとに決定して執行しているが、内容については建設事業と密着した課題をとりあげ、現場の要請に応ずるよう配慮している。これらの課題について、年度をまたいて継続して執行する場合が多い。

昭和43年度の研究課題をあげるとつぎのとおりである。

- 1) 路床土調査に関する研究
- 2) 土のせん断強度特性に関する研究
- 3) 地盤および構造物の固有振動と減衰性の研究
- 4) 舗装の構造設計に関する研究
- 5) 都市河川の流出解析について
- 6) 軟弱地盤の護岸工法について
- 7) 地盤沈下機構と地下水位について



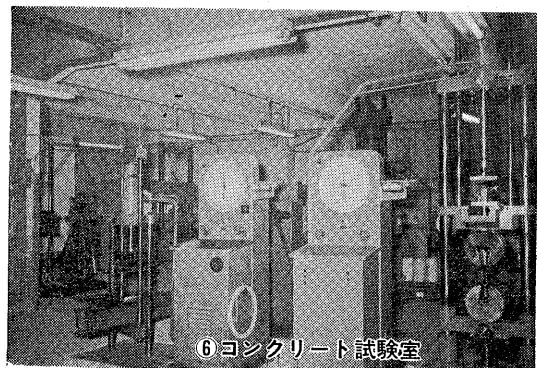
- 8) 河海構造物の沈下調査について
- 9) 地下水系の調査について
- 10) 自然災害の防止に関する調査
- 11) 碎石および山砂の品質調査
- 12) 人工軽量骨材を用いたコンクリートの研究
- 13) 基層用セメント処理混合物の研究
- 14) 補装用ストレートアスファルトの老化性とアスファルト舗装の耐久性について
- 15) 補装タールの性状とその混合物の物理性について

## (2) 工事用材料の品質管理

東京都では、建設工事の施工にともなって材料検査を実施しているが、その際、検査員が品質に対して理化学試験をする必要があると認めた場合には、検査員は土木材料仕様書の規定にしたがって試料を採取し、研究所へ送付することになっている。研究所では、同じく土木材料仕様書の規定にしたがって、これらの試料について材料試験をおこなっているが、これに要する経費は、一般に東京都土木技術研究所事務手数料条例にもとづいて依

表一 1

種類	年度	年 度		
		昭和40年度	昭和41年度	昭和42年度
砂利		15	33	40
砂		62	48	89
碎石	石	1,003	878	697
粉		51	43	23
鋼材		1,233	2,175	2,509
道路びょう	う	49	35	27
金網		6	13	9
セメント	ト	1,573	160	76
ライアッシュ		321	81	54
モルタル		30	5	120
コンクリート圧縮		4,006	3,593	3,124
コンクリート曲げ		216	110	43
セメント処理混合物		311	442	149
コンクリート製品		427	435	350
粘土製品		17	11	24
コンクリートコアー採取		57	—	—
および圧縮				
シェミットハンマー試験		6	2	—
ストレートアスファルト		2,279	1,935	1,251
ブローンアスファルト		—	35	36
添加剤入りカットパック		299	282	294
アスファルト				
タール混合物		2	2	3
乳剤処理混合物		194	439	214
アスファルト処理混合物		—	—	490
オイルサンド		11	—	—
アスファルトブロック		12	—	—
目地板		24	64	137
配合設計		—	37	—
路盤紙		57	18	3
その他		81	19	83
計		22,757	22,148	17,843
手数料(円)		13,575,653	20,874,600	15,385,150



6) コンクリート試験室

頼者（この場合、工事請負業者）が負担する。

建設工事は、一般に年度の下半期に最盛期を迎えるので、材料試験は年末から年度末に集中する傾向があり、この期間は業務がやや渋滞しがちである。

最近3ヵ年間の種類別、試験項目数および手数料は表一のとおりである。

## (3) 建設事業の執行にともなって発生する諸問題の解決

これには建設工事の設計段階における基礎的な調査、または工事の施工にともなう技術的な問題に対する調査、たとえば工事用材料の品質規定や管理など、さらには工事竣工後における試料の抜取りや仕上げ面の平坦性の調査など、設計、施工にともなう建設物それ自体に関する調査と、工事現場周辺地域に、局所的に地盤の沈下、地下水位の低下、水質汚濁、振動、騒音などの災害が発生した場合、すなわち不慮の事態に当面した場合の調査など、さまざまな問題の解決が含まれる。

これらの調査依頼は、東京都土木技術受託規程にしたがって受けしており、これに要する経費は、その都度実費計算によっている。受託範囲は東京都、区を対象とし、民間関係のものは原則として受託していない。

東京都土木技術受託規程は、項目別に経費をあらかじめ明示した前記の事務手数料条例では受けにくいもの、たとえば内容がその都度異なるような調査研究を対象としたものなどに適用されるものである。

## (4) 技術研究会などの開催

職員の技術向上を目的とした技術研究会を年間2~3回開催している。これは、現在までに75回開催した長い歴史をもっているが、主として道路技術関係のみであったものを、今後は河川技術関係にまで分野を広げていく計画である。また新規採用技術職員の実務研修の一部を担当しており、職員の質的向上に努力している。

昭和43年度の実務研修の内容を参考までに紹介するとつきのとおりである。

### 1) 講義 (単位は各1.5時間)

建設技術の現状と問題点、土質概要、地質概要、セメントコンクリート、アスファルト混合物、設計書作成概要、道路舗装の設計、河川構造物の設計、土木材料および土木材料仕様書、工事監督要領、道路の維持管理概要、水防の概要

## 2) 実習（単位は各6時間）

路床土の調査、路盤の試験、河川流量測定、骨材およびコンクリート、アスファルト・タル・および乳剤類、アスファルト混合物類

## (5) 刊行物

研究所では、業務実績について研究所報告または研究所資料として印刷物を発行し、建設事業の執行に際しての参考資料を提供している。昭和42年度中に発行した刊行物は、地盤沈下の観測記録速報を除くとつぎのとおりである。

- 1) 土木技術研究所報告 第45号
- 2) 昭和41年度水準基標測量成果表
- 3) 吞川護岸工事調査報告書
- 4) 昭和41年度水準測量と地盤沈下、地下水位の観測成果
- 5) 昭和41年度工事用材料試験報告
- 6) 土木材料読本
- 7) 北多摩幹線排水路流域地下水調査報告書
- 8) 地質、地下水調査報告集
- 9) 昭和42年10月、台風34号による目黒川水系出水観測記録
- 10) 骨材の品質について

## 6. むすび

研究所の現状について一応紹介したわけであるが、発足以来約46年の年月を経た今日まで、終始一貫して地方



⑦ 土質試験車(バス型)



⑧ 土質調査車(タンク型)

自治体の試験研究機関として、東京都の建設事業の一端をになってきたわけである。現在おこなっている研究や品質管理のための試験が、単なる研究や試験に終ることなく、建設行政のなかで、その公共投資の効果をじゅうぶんに發揮できるようにつとめている。

われわれは、大学や国立の研究機関とは異なった、現場の工事と直結した問題をとりあげるという立場にたって、今後さらに建設行政の円滑な推進力となることを期しているので、斯界の関係各位のご理解とご支援をお願いする次第である。

〔筆者：東京都土木技術研究所長〕

☆

☆

☆

☆

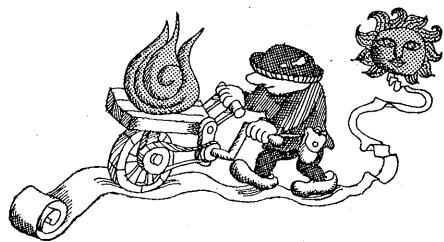
☆

☆

# アスファルトとは何か

連載第1回 材料編その1

堀尾哲一郎



## 1. はじめに

地球上に自然に存在するいわゆる天然アスファルトを人間が発見し、防水、防腐、接着の目的で使用したのは、今からおよそ5000年も以前のことだといわれている。それ以来、つぎのようなアスファルトのもつ捨て難い魅力のため今日まで長い間引き続いて使用してきた。

1. 粘着力がある（ねばねばして良くひつつく）
2. 自癒力がある（こわれかかっても時間がたつと自分の力でひつついでなおってしまう）
3. 防水力がある（水を通さない）
4. 使用が簡便である（加熱するとやわらかくなり加工し易い）
5. 安価である（大抵の土木建築材料にくらべ安い）

一方、19世紀なかば（今から約100年前）石油を地中から汲み上げる技術が開発され、その中に天然アスファルトと良く似た性質の物質のあることがわかり、それを石油アスファルトと呼ぶこと

になった。

天然アスファルトが石や砂のような不純物を含むのに対して、石油アスファルトは品質が均一であるとともにいろいろな硬さのものを自由に得ることができる特徴がある。そして、近代石油産業の発展による石油アスファルトの生産増大と道路舗装工事や防水工事によるアスファルト需要の増加によって、石油アスファルトの使用量は急速に増大し、今日では、単にアスファルトといえば石油アスファルトを指すに至っている。

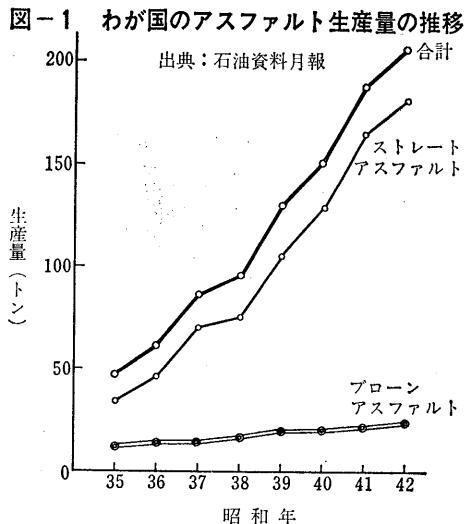
図-1および図-2は、最近の使用量の推移と用途別使用割合を示すが、これらから明らかにように、アスファルトの需要の約80%が道路舗装用であり、毎年の約20%という需要増加も、この道路舗装に負うところが大であるといえる。これは道路整備計画の進展と密接に関係しており、ここ数年間に道路が非常に良くなってきたことは万人の認めるところであるが、しかし今なお舗装率は非常に低く、今後、ますます舗装事業は増大すると考えられる。

## 2. 原油とは何か

石油のことをつぎのような石油製品のもとになる油という意味から原油と呼んでいる。

### 主な石油製品

1. プロパン……家庭用燃料として用いられ、普通はブタン等が含まれるのでLPG（液化石油ガス）と呼ばれている。
2. ガソリン……自動車燃料として用いられるが、最近はナフサとして石油化学原料としても使用されている。
3. 灯油……昔、ランプに用いられたのでこの名がついているが、最近は家庭用暖房に用いられている。



4. 軽油……ディーゼルエンジン用の燃料として用いられる。
5. 重油……発電用ボイラー等の燃料として用いられる。
6. 潤滑油……機械の摩擦を下げる油で種類が非常に多い。
7. アスファルト……道路舗装、防水工事等に用いられる。

原油は主に炭化水素（炭素と水素とが結合して出来ている化合物）の複雑な混合物であるが、その化合物の一部に硫黄（Sで表わす）、酸素（Oで表わす）、窒素（Nで表わす）を含むいわゆる硫黄、酸素、窒素の誘導体も含まれている。そして、これらの元素の割合は原油によってそれぞれ異なるが、ほぼつぎのような割合になっている。

炭素(C)	79-88	重量パーセント(wt%)
水素(H)	10-14	"
硫黄(S)	0-4	"
酸素(O)	0-3	"
窒素(N)	0-1	"

色は赤褐色ないし黒色で、液体状で地下数千メートルのところに天然に存在する。

原油を構成している炭化水素は数えきれないほど多種にわたっているが、その中で簡単な化合物を2~3示すとつぎのとおりである。

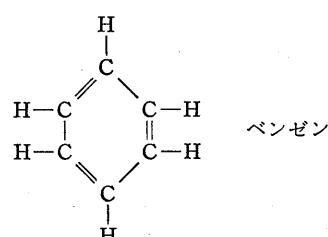
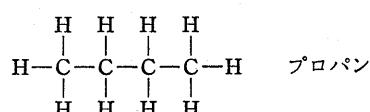
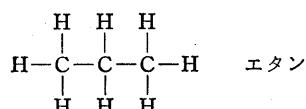
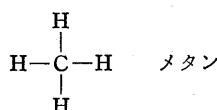
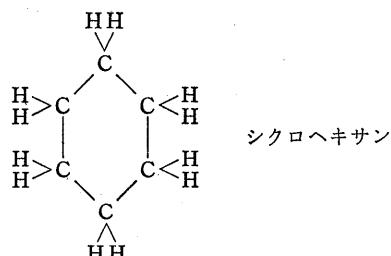


図-2  
アスファルトの  
用途別需要量



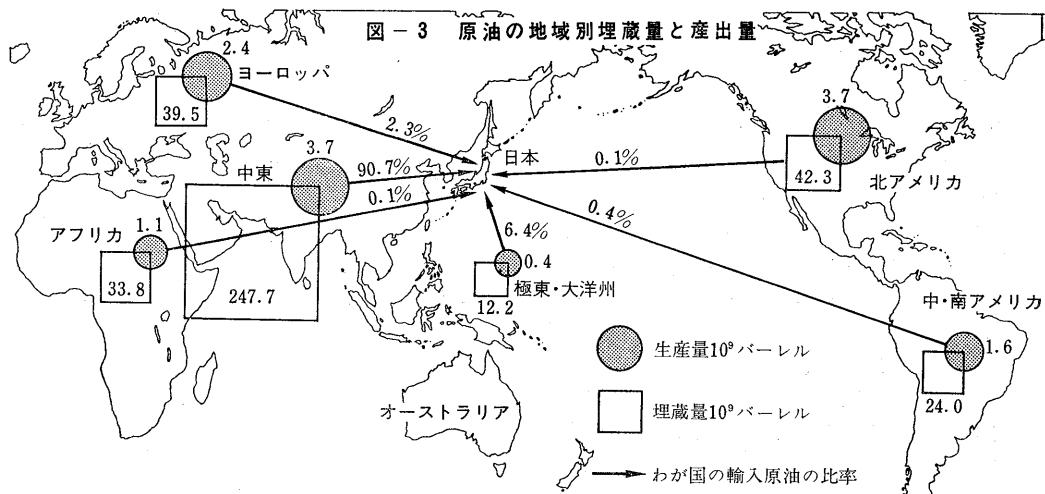
これらの式からわかるように炭素(C)には結合する手が4本あり、水素(H)には1本しかない。同様に、硫黄(S)には2本、酸素(O)も2本、窒素は3本あり、これらの手の数を誤まらないようにつなぎ合せるといろいろな化合物が得られる。

そして、メタン、エタン、プロパンのような化合物をパラフィン系炭化水素といって、一般式  $C_nH_{2n+2}$  で表わされ、 $n$  にいろいろな数を入れることによりいろいろな化合物が示される。たとえば  $n=1$  ならば  $CH_4$  でメタン、 $n=2$  で  $C_2H_6$  エタン、 $n=3$  で  $C_3H_8$  プロパンという具合に……。

ベンゼンのような環状を水素が少ないため炭素と炭素とが2本の手で結合したいわゆる二重結合のある化合物を芳香族系炭化水素といい、 $C_nH_{2n-6}$  で表わされ、 $n=6$  は  $C_6H_6$  でベンゼンを示す。

またシクロヘキサンのような環状をしているが二重結合のない化合物をナフテン系炭化水素といい、 $C_nH_{2n}$  で表わされ、 $n=6$  は  $C_6H_{12}$  でシクロヘキサンを示す。

アスファルトは炭素の数が約50程度の化合物が中心と考えられ、一つの化合物の中にパラフィン系、芳香族系、ナフテン系の各構造が配置され、さらに、硫黄、酸素、窒素の他、少量の金属も含まれている。



### 3. 原油の成因

原油がどのようにして出来たかについては、学者の意見が分れており明らかではないが、動物や植物のような有機物が腐さり、地下の熱や圧力の作用によって石油になったのだと一般に考えられている。

### 4. 原油の分類と特徴

原油はちょうど同じ人間でも少しつつ顔などが異なっているのと同様に、それが得られる場所によって多少づつ異なっていると云える。しかし、便宜的に似たものをあつめてみると、ほぼつきの3種類に分けることができる。

- (1) パラフィン基原油 (P)
- (2) ナフテン基原油 (N)
- (3) 中間基原油 (I)

これらの各種原油の性状は概略つきのとおりである。

#### (1) パラフィン基原油

パラフィン系炭化水素を多量に含んだ原油で比重（同体積の水に対する重さの比）は小さい。典型的なものにペンシルバニア原油やミナス原油があり、これらからはアスファルトは得られない。

この種の原油の中には中東産の原油の一部（クエイト原油など）も含まれるが、これらは流動点（油が流動しなくなる温度）が低いためアスファルトが得られる。

#### (2) ナフテン基原油

ナフテン系炭化水素を多量に含んだ原油で比重が大きく、良質のアスファルトを多量に含んでいるのでアスファルト基原油とも呼ばれている。サンノーキン原油、コーリング原油等がこれに属するが、わが国にはほとんど輸入されていない。

#### (3) 中間基原油

パラフィン基原油とナフテン基原油の中間に位置するもので、ワフラ原油、アラビア原油、カフジ原油などがこれに属し、パラフィン基原油となるんでわが国の輸入原油の大部分をしめており、アスファルト製造の主要原油になっている。

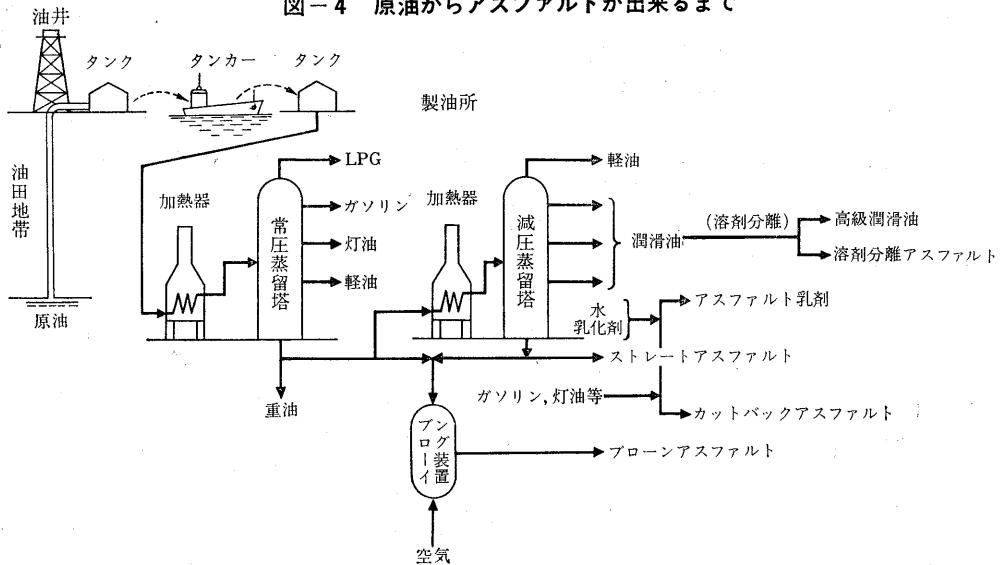
この他に産出量は少ないが芳香族炭化水素を多量に含む芳香族基原油がある。台湾原油、ボルネオ原油などはこれに属する。

### 5. 原油の埋蔵量と産出量

原油はどのような地方にどの位存在し（埋蔵量R）、一年にどの位汲み上げられ（産出量P）であるであろうか。図一3は世界地図の中にそのおよその値を、埋蔵量は四角、産出量は円で地域別に示したものである。四角と円の面積はそれぞれ地域別の量の比になっているが、産出量は埋蔵量にくらべて数10分の1になるので面積を10倍に拡大して示してある。わが国へ向けた矢印は原油の輸入先を示し、その数値は輸入量の割合を示している。

表一1、2に地域別産出量と埋蔵量およびわが国の地域別輸入量を示してある。表一1の中でR/Pというものは、埋蔵量を産出量で割った値で毎年同じだけ産出を続けていった場合、あと何年

図-4 原油からアスファルトが出来るまで

表-1 地域別埋蔵量と産出量  
(単位 10<sup>9</sup>バレル)

地域別	埋蔵量(R) 1967年末	生産量(P) 1967年	R/P
北アメリカ	42.3 (10.6%)	3.7 (28.7%)	11.4
中南アメリカ	24.0 (6.0%)	1.6 (12.8%)	14.5
ヨーロッパ	39.5 (9.9%)	2.4 (18.4%)	16.5
アフリカ	33.8 (8.5%)	1.1 (8.8%)	30.7
中東	247.7 (62.0%)	3.7 (28.4%)	67.7
極東・大洋州	12.2 (3.0%)	0.4 (2.9%)	30.5
世界	399.5		31.0

(注) 出典 World oil Aug. 15, 1968

表-2 わが国の地域別原油輸入量  
(単位 1,000㎘)

地域別	1967年(昭和42年)
中東	109,672 (90.7%)
南方	7,707 (6.4%)
北アメリカ	142 (0.1%)
南北米	477 (0.4%)
ソ連	2,751 (2.3%)
アフリカ	66 (0.1%)
合計	120,842

(注) 出典 石油学会誌 11 (8) 672 (1968)

で使い果たしてしまうかを示す値で、石油の寿命ということができよう。この値を世界の平均でみると30年位先には石油はなくなることになる。と

ころが毎年新しい油田（石油の存在する場所）が発見され埋蔵量がその年に産出した石油の量にほぼ匹敵するので、ここ数年間、石油の寿命は常に30年位になっている。

表-2の中東地域には、サウジアラビア、クエイド、中立地帯(ワフラ、カフジ)、カタール、アブダビ、オーマン、イラク、イラン等があり、南方地域にはブルネイ、インドネシア等があるが、これらの図表から明らかなように原油は中東地域にいちじるしく偏在している。わが国の石油産出量は総需要の約0.7%程度であり、ほとんどが輸入に依存しており、中東地域がその90%を占めている。

## 6. アスファルトの製造法

原油から各種アスファルト製品が得られるまでを図-4に示す。

油田地帯で汲み上げられた原油はタンカー（石油を運ぶ船）により製油所（原油から石油製品を造るところ）へ運ばれる。そしてまず蒸留装置によりいくつかの部分に分けられる。蒸留装置とは沸点（物質が沸騰する温度）の差によって物質を分ける装置である。

水は常圧（1気圧）の場合、100°Cで沸騰するが原油の中に含まれている各成分も、それぞれ固有の沸点をもっている。したがって原油の温度を上げていくと沸点の低いものから蒸気となって分離される。また、水は高い山の上のように気圧の低

いところでは100°Cより低い温度で沸騰するが、同様のことが原油中の各成分についてもあてはまるわけで、非常に沸点の高い成分を分離するときは、熱分解を避けるため装置の圧力を低くして沸点を下げて分離する。

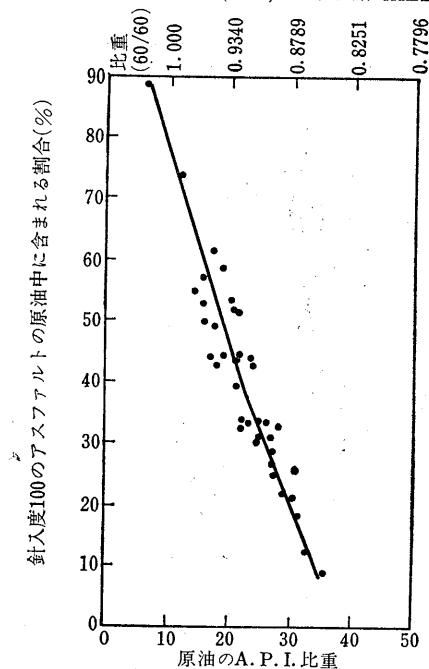
常圧で蒸留する装置を常圧蒸留装置といい現在では連続的に分離できる連続装置が使用されている。この装置からは最も沸点の低いものとしてLPG(液化石油ガス)、つづいてガソリン、灯油、軽油のように沸点の順に装置の中間から得られ、残査油として重油が得られる。重油の中には潤滑油やアスファルトが含まれているが、沸点が高いためこの装置では分離されない。したがって、ほぼ真空に近い減圧蒸留装置によりこれらを分離する。この装置では各種の潤滑油が中間から得られ残査油としてアスファルトが得られる。

#### ストレート・アスファルト

このようにして得られたアスファルトがストレートアスファルトである。

ストレートアスファルトの硬さは装置の運転条件によって調節され、任意の硬さのものを得るこ

図-5  
原油の比重と針入度100アスファルトの収率との関係  
出典: H. A. Wallace, J. R. Martin  
"Asphalt Pavement Engineering"  
P7(1967) McGRAW-HILL



とができる。原油中のアスファルトの含有率は原油の比重と密接な関連があり、針入度100のアスファルトの場合、図-5のような関係がある。

ストレートアスファルトの主な用途は道路舗装であり、加熱して用いる場合は針入度60~150、アスファルト乳剤の原料アスファルトとしては針入度100~300、カットバックアスファルトの原料アスファルトとしては80~250が用いられる。

#### 溶剤分離アスファルト

ストレートアスファルトと類似のアスファルトに溶剤分離アスファルトがある。これは蒸留によって分離した潤滑油の中に残存するアスファルトを溶剤(加圧した液体プロパン等)の作用で分離して得られる。溶剤としてプロパンを用いた場合プロパン脱キアスファルトと呼ぶ。この場合も条件によっていろいろな硬さのアスファルトが得られるが、一般にはストレートアスファルトよりも幾分硬い傾向があるので、他の石油製品(重油等)と混合して用いられる。

#### プローンアスファルト

主として防水工事に用いられるアスファルトにプローンアスファルトがある。プローンアスファルトはストレートアスファルトと重油の混合物に空気を吹き込んで空気中の酸素により、それら混合物を酸化(酸素と結合すること)させたり、脱水素重合(酸素が炭化水素から水素を奪いとり、水(H<sub>2</sub>O)となるとともに水素を奪われた炭化水素が互いに結合し、より大きな化合物となること)のような化学反応を起させることにより製造される。道路舗装に用いられるセミプローンアスファ

表-3 ストレートアスファルトと  
プローンアスファルトの性質の違い

	ストレート アスファルト	プローン アスファルト
粘着力	大	小
弾力	小	大
感温比 (温度による 硬さの変化)	大	小
針入度指数	小	大
伸度(常温)	大	小
用途	舗装	防水工事

ルトはブローンアスファルトの一種といえるが、ブローイング程度が非常に軽いのでセミという言葉がつけられている。

ストレートアスファルトとブローンアスファルトの特質を比較すると表-3のようになる。

以上はいずれも加熱融解して用いるが、常温で使用できるよう加工したものにアスファルト乳剤とカットバックアスファルトがある。

#### アスファルト乳剤

アスファルト乳剤は乳化剤という石ケンのような物質（界面活性剤）の助けをかりて水の中にアスファルトを10,000分の1ないし1,000分の1センチという小さな粒子として分散させたもので、外観は褐色の液体である。これを模型的に示すと図-6のようだ、代表的なアスファルト乳剤はアスファルトと水の割合が55:45で、その他に少量の乳化剤を含む。

乳化剤はアニオン活性剤とカチオン活性剤があり、その違いによりアスファルト粒子はマイナスまたはプラスの電気を帯びる。アニオン活性剤を用いた乳剤をアニオン乳剤といい、カチオン活性剤を用いた乳剤はカチオン乳剤と呼ばれる。数年前までは乳剤といえばアニオン乳剤を指したが、その後乳化剤製造技術の進歩によりカチオン活性剤が容易に入手できるようになったことと、カチオン乳剤は骨材との付着性が良いという理由からカチオン乳剤の生産量がいちじるしく増加し、今日では過半数をしめるに至っている。

#### カットバックアスファルト

カットバックアスファルトはストレートアス

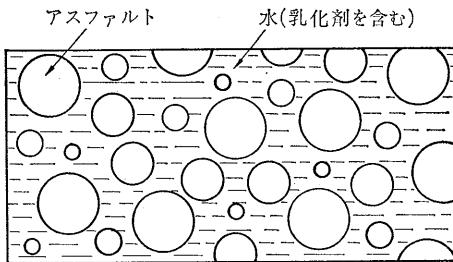


図-6 アスファルト乳剤

アルトにガソリン、灯油、軽油等の溶剤を加え常温で流動性をもたらしたものである。アスファルト乳剤が水により一時的に粘度を下げ使用を簡易にし、使用後は大気にさらすことにより元のアスファルトを再生するという点、カットバックアスファルトのアスファルトと溶剤の関係と類似しているので、よく対比されるが、その本質的な相違は乳剤が水中にアスファルトを微粒子として分散させたものであるのに対し、カットバックアスファルトは常に溶剤にアスファルトが溶解し完全に均一になっている点である。

したがって、カットバックアスファルトの品質は溶剤の種類によるところが大きいと云える。溶剤としてガソリンを用いれば揮発し易いため短時間に元のアスファルトにもどる(RCタイプ)。それに対して軽油等は揮発し難いので元のアスファルトにもどるのに時間がかかり(SCタイプ)、灯油の場合はその中間となる(MCタイプ)。

このようにアスファルト製品にはいろいろな種類があるが、それぞれに得失があるので使用に適したものを見なければならない。

本号より、お読みいただきました通り、“誰にもわかるアスファルト講座”として、これから長期連載の形でひきつづき掲載して参りたいと存じます。

第1回として“アスファルトとは何か”その1から入りました。次号は、その2によって、さらに誰にでも御理解頂けるように解説していく企画であります。

いかがでしたか。御意見をお寄せ頂ければ幸いです。

材料から各種の応用、利用まで各篇を通して、それぞれ適確な執筆者により解説して参ります。

御期待下さいますように――。

# 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

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

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。

## ★ メーカー ★

大協石油株式会社	東京都中央区京橋1の1	(562) 2211
丸善石油株式会社	東京都千代田区大手町1の6	(213) 6111
三菱石油株式会社	東京都港区芝琴平町1	(501) 3311
日本石油株式会社	東京都港区西新橋1の3の12	(502) 1111
シエル石油株式会社	東京都千代田区霞が関3の2の5	(508) 0111
昭和石油株式会社	東京都千代田区丸の内2の3	(231) 0311
富士興産アスファルト(株)	東京都千代田区永田町2の1	(580) 0721
出光興産株式会社	東京都千代田区丸の内3の12	(213) 3111
共同石油株式会社	東京都千代田区永田町2の11の2	(580) 3711
三共油化工業株式会社	市川市新井41	(57) 3161
三和石油工業株式会社	東京都中央区宝町2の5	(562) 2986
東亜燃料工業株式会社	東京都千代田区竹平町1	(213) 2211

## ★ ディラー ★

### ● 関東

朝日瀬青株式会社	東京都中央区日本橋小網町2の2	(669) 7321	大協
アスファルト産業株式会社	東京都中央区京橋2の13	(561) 2645	シエル
恵谷産業株式会社	東京都港区西久保桜川町25	(504) 1811	シエル
富士鉱油株式会社	東京都港区新橋4の26の5	(432) 2891	丸善
泉石油株式会社	東京都千代田区丸の内1の2	(216) 0911	出光
株式会社木畑商会	東京都中央区西八丁堀4の8の4	(552) 3191	共石
三菱商事株式会社	東京都千代田区丸の内2の20	(211) 0211	三石
マイナミ貿易株式会社	東京都港区西新橋1の4の9	(503) 0461	シエル
株式会社商部商会	東京都千代田区丸の内3の4	(212) 3021	日石
中西瀬青株式会社	東京都中央区八重洲1の3	(272) 3471	日石
日東商事株式会社	東京都新宿区矢来町111	(260) 7111	昭石
日東石油販売株式会社	東京都中央区銀座東4の5	(543) 5331	シエル
瀬青販売株式会社	東京都中央区日本橋江戸橋2の9	(271) 7691	出光
菱東石油販売株式会社	東京都中央区外神田6の15の11	(833) 0611	三石
株式会社沢田商行	東京都中央区入船町1の17	(551) 7131	丸善
三徳商事東京営業所	東京都中央区宝町1の1	(567) 0036	昭石
昭和石油アスファルト株式会社	東京都港区新橋1の13の11	(591) 9207	昭石

**社団法人 日本アスファルト協会会員**

東新瀬青株式会社	東京都中央区日本橋江戸橋2の5	(273) 3551	石
東京アスファルト株式会社	東京都千代田区内幸町2の1の1	(501) 7081	石
東京菱油商事株式会社	東京都新宿区新宿1の54	(352) 0715	石
東生商事株式会社	東京都渋谷区渋谷町2の19の18	(409) 3801	三共油化
東洋アスファルト販売(株)	東京都港区赤坂5の3の3	(583) 8353	エッソ
東洋国際石油株式会社	東京都中央区日本橋本町4の9	(270) 1811	大協・三和
東光商事株式会社	東京都中央区八重洲5の7	(281) 1175	三石
梅本石油東京営業所	東京都港区麻布10番1の10	(583) 8636	丸善
渡辺油化興業株式会社	東京都港区赤坂3の21の21	(582) 6411	昭石
京浜砕油株式会社	横浜市鶴見区向井町4の87	(521) 0621	三石
<b>● 中 部</b>			
朝日瀬青名古屋支店	名古屋市昭和区塩付通4の9	(851) 1111	大協
株式会社名建商会	名古屋市中区宮出町41の2	(241) 2817	石
中西瀬青名古屋営業所	名古屋市中区錦1の20の6	(211) 5011	石
株式会社沢田商行	名古屋市中川区富川町3の1	(361) 3151	丸善
株式会社三油商會	名古屋市中区丸の内2の1の5	(231) 7721	大協
三徳商事名古屋営業所	名古屋市中村区西米野1の38の4	(481) 5551	昭石
新東亜交易名古屋支店	名古屋市中村区広井町3の88	(561) 3511	三石
ピチュメン産業高岡営業所	高岡市大手町16の8	(3) 6070	シエル
<b>● 近畿</b>			
朝日瀬青大阪支店	大阪市西区南堀江5の15	(531) 4520	大協
枝松商事株式会社	大阪市北区葉村町78	(313) 3831	出光
富士アスファルト販売(株)	大阪市西区京町堀3の20	(441) 5159	富士興産
平和石油株式会社	大阪市北区宗是町1	(443) 2771	シエル
川崎物産大阪支店	大阪市北区堂島浜通1の25の1	(344) 6651	昭石・大協
松村石油株式会社	大阪市北区絹笠町20	(361) 7771	丸善
丸和鉱油株式会社	大阪市東淀川区塚本町2の22の9	(301) 8073	丸善
三菱商事大阪支社	大阪市東区高麗橋4の11	(202) 2341	三石
中西瀬青大阪営業所	大阪市北区老松町2の7	(364) 4305	日石
日本建設興業株式会社	大阪市西区南堀江通1の30	(531) 3441	日石
(株)シエル石油大阪発売所	大阪市北区堂島浜通1の25の1	(363) 0441	シエル
三徳商事株式会社	大阪市東淀川区新高南通2の22	(394) 1551	昭石
千代田瀬青株式会社	大阪市北区此花町2の28	(358) 5531	三石
東信石油株式会社	大阪市東区平野町1の29	(203) 4171	丸善
梅本石油株式会社	大阪市西区新町北通1の17	(531) 9064	丸善
山文商事株式会社	大阪市西区土佐堀通1の13	(441) 0255	日石
正興産業株式会社	西宮市久保町2の1	(34) 3323	三石
北坂石油株式会社	堺市戎島町5丁32	(2) 6585	シエル
株式会社小山砕油店	神戸市生田区西町33	(3) 0476	丸善
<b>● 四国・九州</b>			
入交産業株式会社	高知市大川筋1の1の1	(73) 4131	富士・シエル
丸菱株式会社	福岡市上辻の堂町26	(43) 7561	シエル
畑砕油株式会社	北九州市戸畠区明治町5丁目	(87) 3625	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◎