

アスファルト

第11巻 第64号 昭和43年10月発行

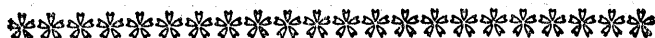
ASPHALT

64

社団法人 日本アスファルト協会

目次 ASPHALT 第 64 号

大津岐ダムの遮水壁の施工.....岡	勉	2
フランスの道路・維持修繕.....河野	宏	8
アスファルト混合物のストックの問題.....佐藤	正八	13
アスファルト混合物へのシリコーン添加について.....昆布谷	竹郎	18
タワミ性舗装と剛性舗装.....G. M. Dormon		21



読者の皆様へ

“アスファルト” 第 64 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，発刊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

本誌広告一手取扱

株式会社 広業社

東京都中央区銀座西8-2-9

TEL 東京 (571) 0997 (代)



Vol. 11, No. 64 OCTOBER, 1968

ASPHALT

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

Editor • Kisaburo Moriguchi

大津岐ダム遮水壁の施工



岡 勉

まえがき

今日世界各国で、数多くのダムが建設されているが、コンクリートダムより、アースダムやロックフィルダムなど、いわゆるフィルダムが多くつくられるようになってきた。それは、大量の土やロックを採取、運搬、締め固める一連の施工機械が進歩し、また一方では土質力学の発展によって、フィルダムの設計に対する信頼性が高まったことなどによるものである。

こうして発展を続けるフィルダム技術の一分野に、アスファルトしゃ(遮)水工法がある。フィルダムの上流面にアスファルトコンクリートを舗装し、これをしゃ水壁とするものである。この工法の出現は1930年代で、歴史は浅く、西ドイツを中心として、ヨーロッパにおいて約20カ所のダムで見られる程度であるが、最近各国のダム専門家が、その長所に注目している。わが国でも、戦後、コンクリートダムやフィルダムを大量に築造したが、アスファルトしゃ水壁を設けたフィルダムに関しては、全く未経験で、現在、大成建設が、只見川の上流部におい

て施工中の大津岐ダム(発注、電源開発KK)で初めてこのしゃ水工法が採用された。ダム工事は、昭和41年春から着手され、本年10月ほぼ完了、月末に貯水を開始するはこびとなったので、ここに主としてしゃ水壁の施工について報告する。

1 大津岐ダムの構造

大津岐ダムは、ダムサイトの上流約1km、大津岐川の右岸にある花崗岩の原石山を大発破で砕き、これを用いて築造したロックフィルダムである。ダムの上流面には、図-1に示すように6層からなるアスファルト舗装があり、その舗装の背面にある幅3mのトランジションと書いてある部分は、いわば舗装の路盤に相当するもので、材料は本体の花崗岩と異なり、発電用分水トンネルの掘削ずり(粘板岩)を本体ロックフィルと同時に盛り立てたものである。

ダムの上流面が、河床および河の両岸と交わる付近には、セメントコンクリートのカットオフがあつて、これ

しゃ水壁断面図

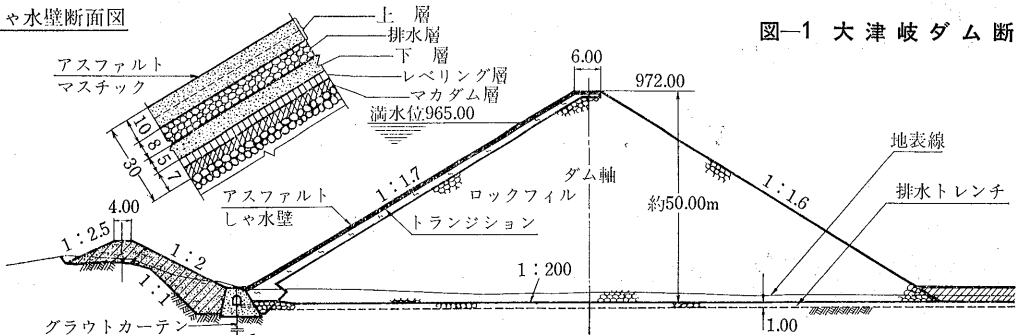


図-1 大津岐ダム断面

は、基礎を河床の岩盤に密着させ、このカットオフからさらに岩盤の中にセメントグラウトを注入し、止水壁をなしている。アスファルトのしゃ水壁は、このカットオフ頂面から始まって、ダム頂部まで、ダム上流面全体をカバーしている。

カットオフの内部にある通廊は、基礎岩盤止水用のカーテングラウトをここから施工できる他、しゃ水壁の機能を半永久的に監視するために使用される。図-2 にカットオフの標準断面を示す。

ダムの上下流面勾配は、上流面が1:1.7、下流面が1:1.6で、通常の土質材料のコアを有するロックフィルダムに較べかなり急勾配をなしている。これは、水を上流面で完全にまとめてしまうので、ダム体の全部で水圧を支持することができることと、ダム体の、せん断破壊に対する安全度が高くなっていることのためである。

ダムの高さは約50m、長さは約160mで、ダム体積は36万m³である。

2 シャ水壁の構成と配合

しゃ水壁の構成は、図-1 で示したが、施工の順序に従って、各層の機能ならびに発注者から示された配合を次に述べる。

2-1 マカダム層

トランジションのり面の碎石の中にくい込んで、のり面を強固な基盤にする。混合物の敷き扱げはフィニッシャを用いず人力で施工する。標準配合は、次のとおりである。設計厚は、3.5 cm。

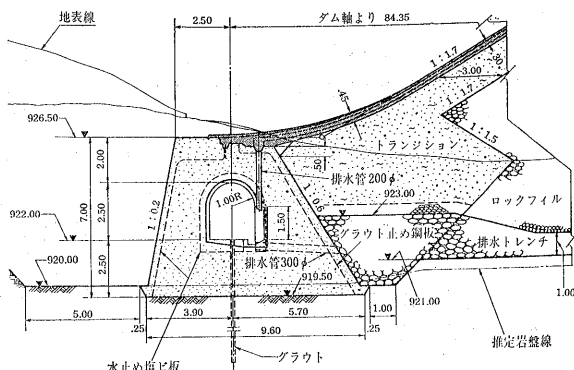
骨 材 粒 度 (通過百分率)					
30	15	10	5	2.5	0.074
100~95	58~38	25~5	12~0	10~0	3~0
標準アスファルト量：3.0%					

2-2 レベリング層

この層は、この上側の下層を容易に均一な断面で施工できるように、のり面を均らす目的の層である。マカダム層が、既にできているので、敷き均しにはフィニッシャを用いる。示方配合は次のとおりである。設計厚は3.5 cm。

骨 材 粒 度 (通過百分率)				
15	10	5	2.5	0.074
100~95	85~65	65~45	50~30	8~2
標準アスファルト量：6.5%				

図-2 河床部カットオフ標準断面



2-3 下層

排水層の基盤となる不透水層である。この層によって、堤体内部の水、たとえば地下水や雨水などが、排水管に流入することを防ぐことができる。示方配合は、上層と同じ密粒度アスファルトコンクリートで下表に示すとおりである。設計厚さは5 cmである。

骨 材 粒 度 (通過百分率)				
15	10	5	2.5	0.074
100~95	100~83	85~65	75~55	13~7
標準アスファルト量：8.5%				

2-4 排水層

きわめて透水性に富む層で、上層からのいかなる浸水も速やかに排水管に流下させることができなければならない。そのためには空隙が20%以上必要である。しかし、この層は、上層の基盤であるから、十分に安定した強固な層でなければならない。粗粒度のアスファルトコンクリートで、標準配合は次のとおりである。設計厚さは8 cmである。

骨 材 粒 度					
30	15	10	5	2.5	0.074
100~95	75~55	45~25	30~10	25~9	5~1
標準アスファルト量：4.0%					

2-5 上層

2層からなり、充分に不透水性を備えた層である。しゃ水壁の心臓部ともいえるべき層で、斜面上で安定でなければならないし、半永久的な耐久性も必要である。5cm厚さの層を2層重ねて完全を期している。標準配

合は、前述のとおり下層の密粒度アスファルトコンクリートと同じものである。

2-6 マスチック

上層の表面全体にわたってアスファルトマスチックを塗布する。

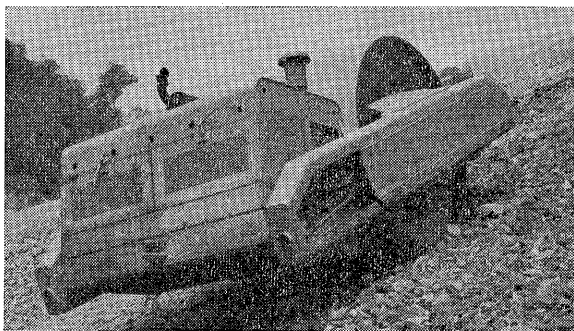
水または空気、太陽光線などによって上層が劣化する程度は、本来きわめて微弱であるべきで、マスチックはこれを保護するということと、上層のわずかな欠陥を、これによって補修するという目的で施工する。その標準配合は、アスファルト3.8%、フィラー60%、アスベスト2%。

3 ロックフィルの施工

しゃ水壁の施工について述べる前に、その基盤となるトランジションおよびダム本体の施工について、従来のロックフィルダムと若干異なる点があるので、それについて簡単に述べる。

ロックフィルダムの盛り立て工法には、ダンプトラックでロックを巻き出し、高圧水をこれに噴射して盛り立てる工法と、巻き出したロックを一層ごとに10t級の振動ローラで転圧していく方法とに大別されるが、ヨーロッパでは後者の工法が多く採用されており、特にアスファルトしゃ水壁のダムでは、この工法に限られている。この工法によれば、築造後に生ずるダム体の沈下量が殆んど無視できる程小さく、ダムの沈下を考慮して、アスファルトしゃ水壁の厚さを増大する必要がない。アスファルトしゃ水壁は、鉄筋コンクリートのしゃ水壁に較べ、たわみ性に富むからといっても、大きな沈下が生ず

写真—3



ると予想されるような、ルーズなロックフィルではない。大津岐ダムでは、西ドイツ ABG 社製、SAW180、自重10.5tの振動ローラを用い、ロックフィルの巻き出し厚さを1mとして、各層6回の転圧を行なった。またトランジション部は、巻き出し厚さを0.4mとし本体と同様入念な転圧を行なった。

トランジションのり面の、仕上りの良否は、そのまま、しゃ水壁の施工の良否と関係がある。従って、トランジションの盛り立てと併行して、人力を多くかけ、のり面をできるだけ最終の姿にもっていくように心がけた。また、2tの振動ローラを用い斜面転圧も行なった。

ダム本体およびトランジションの盛り立てが完了してから、のり面をならすために20mm~40mmの碎石をまき出し、これに引きつづいて、ダム本体の水平転圧に用いた10.5tローラで斜面転圧を行なった。これは、カットオフ附近の、水平転圧が不充分であった箇所を転圧することが主目的であったが、同時にまたこれによってのり面の比較的粗い碎石を圧砕する効果があった。本年5月からのり面整形を行い6月初旬に完了、つづいて舗装を開始した。

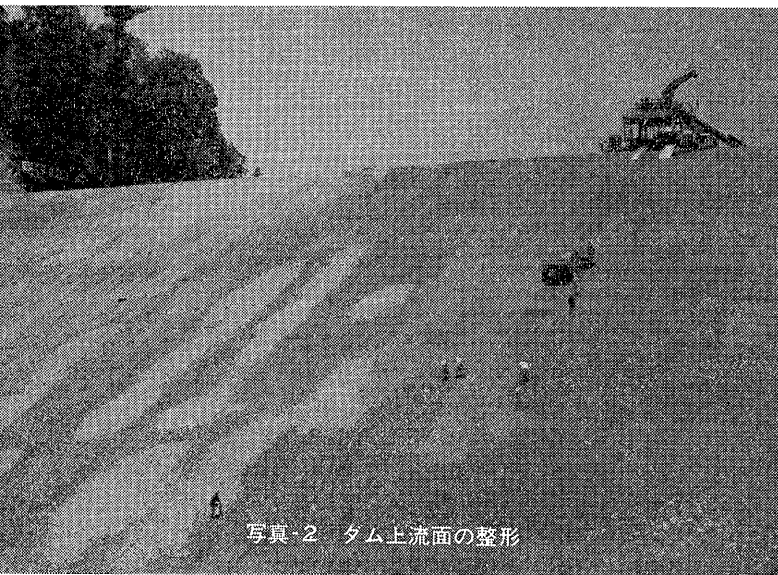
4 しゃ水壁の材料

アスファルトはストレートアスファルトで表—1の規格に合格するものを使用した。現場は山間の僻地にあるため、ドラム入りを使用せねばならなかった。

フィラーは表—2の規格に合格する炭酸カルシウムを用いた。40kg入りの袋詰めである。

乳剤は、カチオン系乳剤 PK—3 で表—3の規格に合格するものである。

粗骨材は、ダムの上流約1km付近に坑口をひらく発電用分水トンネルの掘削ずりを破碎して現地で製造した。このずりは、ダムのトランジション材料としても使用されたもので



写真—2 ダム上流面の整形

ある。岩質は、粘板岩を主とし、一部にホルンフェルスを含む硬い良質のものである。

表—1

項 目	規 格
アスファルトの種類	60/80
針入度 25°C, 100g, 5秒	60~70
軟 化 点 RB	50~56
針入度指数 PI	0.5~-0.5
伸 度 25°C	>100
蒸 発 減 量 165°C	< 0.2
蒸発後針入度 %	> 80
四塩化炭素可溶分%	>99.5
引 火 点 °C	>280
比 重 25°C	1.01~1.06
フラス脆化点 °C	<-12

表—2

項 目	規 格
比 重	>2.7
含 水 量	<0.5%
粉 末 度 <74 μ	>70%

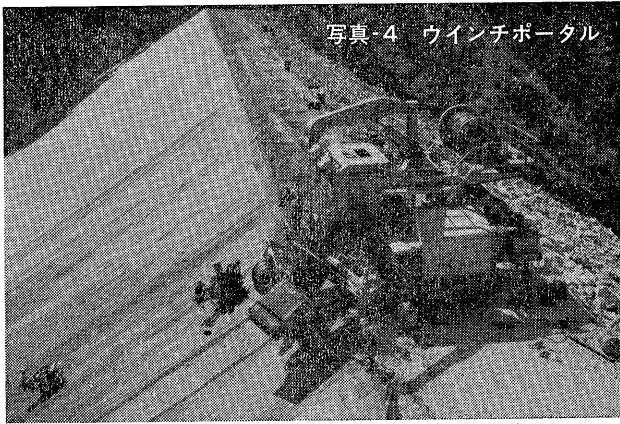
表—3

項 目	規 格
エングレー度 (25°C)	2~8
フルイ残留物 %	<0.3
貯蔵安定度 (5日) %	< 5
付 着 試 験	合 格
粒 子 の 電 荷	陽
蒸 発 残 留 物 %	> 53
残 針 入 度 (25°C)	100~300
留 伸 度 (15°C)	>100
物 四塩化炭素可溶分 %	> 98

現地に設けた骨材プラントにおいて、次の4種類の粗骨材を製造した。

粗骨材の名称	ふるいの呼び寸法 (mm) の範囲
30 mm	30~15
15 mm	15~10
10 mm	10~ 5
5 mm	5~2.5

細骨材は、上記粘板岩を原料とせず、別の発電用水路の掘削ずり(良質の花崗岩)を用い、ロッドミルで製造した。粒度範囲の基準は次表のとおりである。



ふるい	通過重量百分率
2.5 mm	90~100 %
0.074 mm	0~ 5 %

骨材は、骨材プラントからアスファルトプラントに運搬し、各寸法別に貯蔵した。砂の貯蔵所には、シートを用い雨水のかかるのを防いだ。

5 混合と運搬

アスファルトプラントは、ダムの上流約1kmの湛水地内に設けた。骨材貯蔵所は、6m×10mの区画を6箇連続したもので、高さ2mの間仕切壁を設けた。各骨材をここに野積みし、容量1.2m³のタイヤショベルによって、三連式のコールドビンフィーダに移し、ここで供給量を調節して、ドライヤに送り込む。

プラントは、全自動バッチ式、混合能力25~35t/h、アスファルト直接加熱方式を採用した。

フィラーは、面積約10坪の倉庫2棟に貯蔵し、人力を用いベルトコンベヤによって、フィラーのドライヤに供給した。

プラントのホットビンは、4区分され、合計容量は約3.6m³である。ミキサは、2軸バグミル式で、容量は、500kgである。

混合時間は1分、混合物の温度基準として発注者から示された値は、160±15°Cであった。

混合物の運搬には、プラントからダムまで、トラックを使用した。混合物を、容量2m³の保温バケットに入れ、トラック1台にバケットを1基積載した。最盛期には、4台のトラックが必要であった。

6 舗設機械

しゃ水壁の舗設に使用した主要機械は、大成建設が、

西ドイツ、ストラバク社の技術を導入し、成和機工(株)に製作させたものである。主要機械の概要は次のとおりである。

ウインチポータル

斜面上で稼動するフィニッシャ、ローラなどを、ダム天端で吊り下げ、移動させる、ウインチ積載の可動式アンカーである。ウインチは、巻上能力、13.5 t 1台、3.5 t 1台、1 t のもの2台備えている。

ダンパー

斜面上にあって、ダム天端から、斜面上のフィニッシャに混合物を供給する運搬車で、ベッセルの容量は 2.5m^3 である。

フィニッシャ

施工幅3 m、ホッパ容量 2m^3 、タイヤ走行式で、後部に、転圧ローラけん引用のウインチを装備している。

補助ウインチ車

巻上能力1 t のウインチを積載したトラック。

振動ローラ

自重1 t、斜面用で、ローラの位置で上下左右移動の操作を行なえる。

7 舗 設

しゃ水壁第1層マカダム層の施工を行う前に、まずトランジションのり面に、アスファルト乳剤(PK-3)を $2.5\text{kg}/\text{m}^2$ の割合で散布した。これは、のり面の目つぶし材、20~40mmの碎石中に浸透し、不安定なり面をかなり安定な面に変える効果があった。

つぎに貧配合のアスファルトコンクリートによって、マカダム層の施工を行なった。バケットで運搬した混合物を、ダム天端のウインチポータルに装備したクレーンによって、ダンパーに移し、これを斜面におろして少しずつ散布し、人力によって敷き広げを行なった。この層の厚さは、設計値が3.5cmで、比重を2.0と仮定すれば、その設計重量は $70\text{kg}/\text{m}^2$ であるが、トランジションのり面の凹凸を除き、かつできるだけ安定した基盤をつくるという考え方で施工したので、実際に舗設した数量は、約 $90\text{kg}/\text{m}^2$ であった。1 t の振動ローラを用いて転圧を行なった。

マカダム層の次のレベリング層からは、各層ともフィニッシャを用いて敷き広げを行なった。ウインチポータルでフィニッシャをのり面に吊り、ダンパーを用いて、フィニッシャに混合物を供給する。施工の順序はフィニッシャをダムり面の下端に置き、混合物をホッパに移すと、まずスクリードを上げて混合物をその下に巻き出し、これを人力で、カットオフコンクリート取合部付近に敷きならす。つまりこの付近だけは、ダムのり面の形

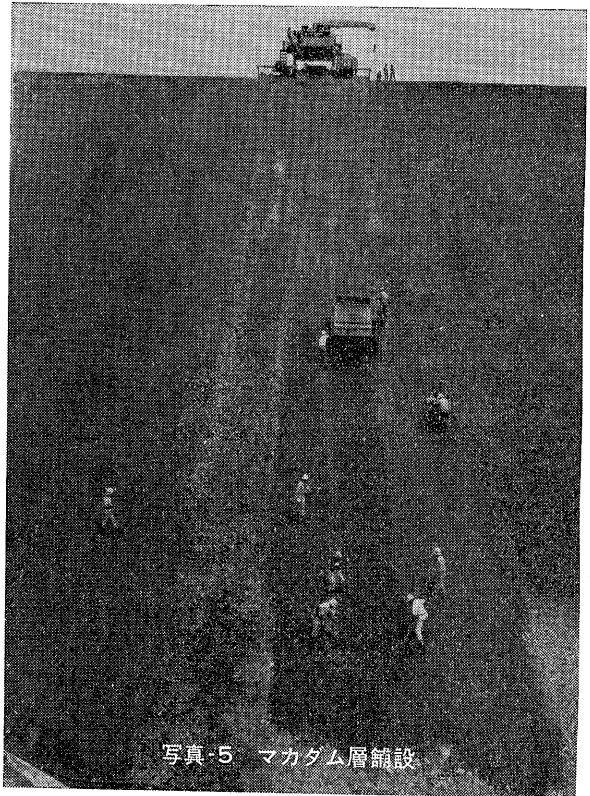


写真-5 マカダム層舗設



写真-6 斜面用フィニッシャー

状が不規則で、フィニッシャを使用できない。

取合部の敷きならしがすむと、その後はフィニッシャを用いて、ダム天端までフィニッシャを原則として停止することなく連続して舗設する。舗設帯の幅は3 m。

フィニッシャは、ウインチポータルの主ウインチによって、けん引される。巻上速度は、密粒アスファルト混合物の場合と粗粒度アスファルト混合物の場合で異なり、また、同じ密粒度でも、施工時の気象条件、温度などを考慮して、決めるのである。

自重1 t の振動ローラを3台用いて、アスファルト混合物の転圧を行なった。1台は、フィニッシャ付属のウ

インチによって、けん引され、初転圧を行う。2台目のローラは、ウインチポータル付属のウインチで巻上げられ、3台目は、補助ウインチ車のウインチによって操作された。標準転圧回数として発注者から示された数値は、マカダム層および排水層が3回、その他の層は4回であったが、実際行なった転圧回数は、これらの数値をかなり上廻るものであった。

斜面上の、ダンパー、フィニッシャ、ローラなどの、けん引用ロープは、1台の機械に対して必ず2本どりとし、転落事故を未然に防ぐように配慮してある。

しゃ水壁の心臓部である上層の施工については、2層間の結合を良くするため、第1層を舗設してから3日以内に第2層を舗設するという工法を採用した。つまり、第1層目を全面にわたって舗設してから第2層目をその上にかぶせるということせず、第1層を一部舗設し、その後は、1日か2日毎に、2つの層を交互に舗設した。

前述のように、カットオフコンクリートの取合部は、常に人力敷きならし、人力転圧を必要としたが、この他に、たとえば排水層周辺部の密粒アスファルトコンクリートのように、人力で敷きならし、転圧を行なわねばならない箇所が、かなり多くあった。この作業は手のかかる面倒なものであったが、しゃ水壁の機能を果す上で、重要な箇所であり、特に慎重に施工した。

のり面勾配の1:1.7は、約30°の勾配であるが、これは、斜面舗装の施工性という点からいえば、限界勾配ではないかと考える。当現場で、作業中に数人の者が、のり面を滑り落ち、幸い大事には到らなかったが、安全作業について、特に注意を払う必要があった。

下層および上層の施工継目には、たとえば、コールドジョイントにストレートアスファルトを塗るなどの方法をとって入念な施工をしても、なお若干ポーラスな部分が残る。所定の不透水性を確保するために、極端的に特殊なジョイントヒータを用いて加熱し、電動タンパーで再転圧を行なった。このヒータは、10kwの棒状赤外線ヒータで、1時間当り15mの継目を処理できた。上層第2層の表面には、200°C以上に加熱したアスファルトマスタックを特殊スキーザによって全面に塗布した。

8 品質管理

しゃ水壁として、充分満足できる機能を有する舗装を実施するため、工事期間中連続して、次の各種試験を行なった。すなわち、アスファルトプラントにおいては、アスファルトの温度測定、骨材の粒度試験、フィラーの粉末度測定、混合物の温度測定（各運搬バケットごと）、アスファルト抽出法による配合分析試験（1日1回）、マーシャル試験、などを行い、また舗設現場において



写真-7 真空試験

は、混合物の温度測定（各ダンパーごと）、舗設厚測定、コアサンプリングなどの試験を行なった。各種試験の詳細なデータについては、別の機会に発表するが、ここでは、しゃ水壁の品質管理試験として、この現場で採用した真空試験について簡単に述べる。

この試験は、アスファルトコンクリートの透水性が、通気性と関連しているという性質を利用して、しゃ水壁面に、写真-7のような器具を使用し、内部の空気を真空ポンプで吸出し、コックを締めて、器内の真空度の低下で、その下のアスファルトしゃ水壁の不透水性の程度を判定するものである。この試験によれば、1カ所5分位で、透水性の有無を判定できる。この試験を、下層および上層の、主として継目箇所において実施し、不合格な点、つまり不透水性に少しでも疑いのある点は、その点を含む継目一帯をジョイントヒータで加熱し、電動タンパーで手直しをした後、再び試験を行い、完全な仕上げを行なった。試験結果によれば施工成績としては、充分満足すべきものであったと思う。なお、上層の継目部から採取した直径10cmのコアの一部を、透水試験器にかけ試験中であるが、約1カ月経た今日未だ漏水をみず、透水係数の測定にはなお時日を要すると考えられる。

9 あとがき

大津岐ダムしゃ水壁の舗設は、6月初旬に開始し、9月下旬に完了した。工事の初期には、未経験の仕事であるとか、主要施工機械が第1号機で、しかも現場の立地条件から機械部品の交換、修理に手間だったことなど、種々の悪条件が重なり、工事は難行したが、7月中旬頃からは、徐々に工事関係者一同の努力が実を結び、機械の調子も良好になり、幸い好天にも恵まれて、所定の工期内に完工できたことは、幸運であったといえる。

おわりに、工事の遂行に当って、種々御指導を賜った電源開発株式会社の方々には厚く御礼を申し上げます。

〔筆者；大成建設（株） 大津岐作業所長〕

フランスの道路・維持修繕

連載第1回

我々の日常生活において、自動車の占める役割は増大の一途をたどっている。こういう情勢のもとでは、道路技術者は新しい道路を建設するばかりではなく、現在ある道路を常に良好な状態に保つことも強く要求され、道路の維持補修の問題が大きくクローズアップされてきた。このことは我国だけではなく、日常生活において自動車の果たす役割の大きい、欧米諸国においても同様である。諸外国の道路修繕の考え方をすることは、我国の道路技術者、特に維持補修に関係している技術者にとっては非常に興味深いことであろうと思われるので、フランスの道路修繕に関する論文集 (RENFORCEMENT des

CHAUSSEES, Bulletin de Liaison des Laboratoires Routiers, Spécial H) を抄訳し、数回に分けて連載することにした。

論文を世話して下さった建設省道路局地方道課田中淳七郎氏、また連載の機会を与えて下さった土木研究所舗装研究室長松野三朗氏には、紙上を借りて謝意を表するものである。

(河野記)

なお抄訳は下記の2名の者が行なった。

首都高速、第一建設部設計課 近藤義胤
土木研究所、舗装研究室 河野 宏

重車両が舗装におよぼす破壊作用について

L'ACTION DU TRAFIC LOURD SUR LES CHAUSSEES J. P. ROLLAND

数年来、道路研究室では国道における重車両（法的には総重量3.5トン以上を重車両という）の舗装に対する破壊作用を重要視し、その研究を進めてきた。その研究内容としては、すでに地方部においては毎年デフレクトグラフによってたわみ量の測定が行なわれるようになり、また交通を構成する車両の重量測定や構成比の計算などが組織的に行なわれるようになった。これらの調査研究は今後も一層強化していく必要があると考えている。

1) 舗装の大部分の破壊は重車両によって起されている。即ち数少ない重車両によってひき起こされる破壊の方が、数多くの軽車両によってひき起こされる破壊よりも著しく大きい。

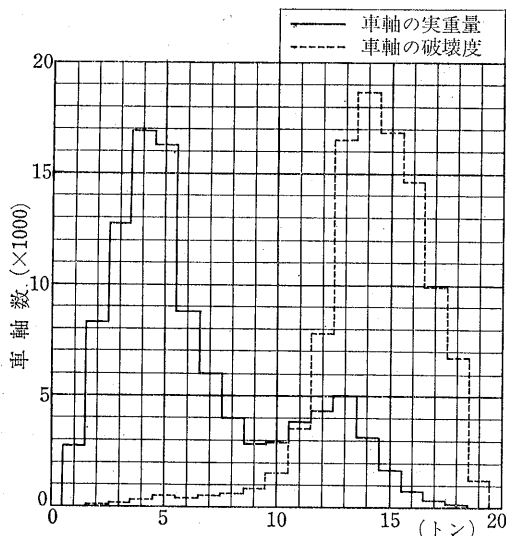
図一は道路研究室が1964年に約100カ所の地点で車両の軸重を測定した結果を示したものである。ヒストグラムの1つは実際の車両重量の分布を示すものであり、他方は、破壊度の換算係数を用いて、各車軸の破壊作用の分布を示したものである。

この図は本質的に重要な多くのことを示している。使用した換算係数は米国のAASHO道路試験の結果を参考にして、フランスの実情に合うように決められたものである。舗装の疲労に基づいて決められる換算係数の上では、13トンの軸重をもつ車両と軽いいわゆる「乗用車」との差は1000倍以上になる。フランスの自動車の実情からいえば、軽車両はほとんど舗装の被害に影響を与えていないといえる。

換算係数および重車両の構成に関する詳細な考察をぬきにしても、一般的に非常に重大な次のような結論が得られる。

——舗装の疲労の大部分（少なくとも95%）は、軸重5～7トン以上あるいは7～10トンの重車両によってひき起こされる（表一参照）。

——しかもこの疲労は主として法定重量以上の車両によ



図一1 車軸重量の分布

るものである（フランス、ベルギー、ルクセンブルグでは法定車軸重量は13トン以下）。

我々の意見では、この2つの結論は国道の維持修繕にたずさわっている技術者たちに対して確固たる警告を発している。

2) 重車両の数は急速に増加している。

a. フランスにおける重車両は、全自動車数の増加と同じような割合で増加している（年間11%の増加率）。

b. しかも重車両のうちでも、より重いものの方が増加率は大きい。1966年では、この車両台数は約150,000台である（牽引車をのぞく）。

c. ヨーロッパにおける重車両の増加率は年間15～16%に達する。1964年には重車両数は210,600台である。

ここ15～20年間は、重車両は増加の一途をたどるであろう。技術者たちはこの重車両の増加によってひき起こされる事態について考察を怠ってはならない。このことは、これから産業も発達し都市化が進むであろう地方部においても例外ではない。

3) 重車両による破壊から舗装を守るために必要な予算は巨大なものになる。

a. 大規模な舗装の修繕費は、国道の維持修繕費のうちでも重要な部分となり、しかもその量は急速に増加している。（数年前は15%であったが、1966年には30%台

表—1 車軸の重量と破壊度の比較

	重量車両の軸重の分布 (重量車両の多い地点)		
	軸重10トン以下	軸重10～13トン	軸重13トン以上
実重量	80%	12%	8%
破壊度	10%以下	20%	75%

になった。）

b. 解氷によって起される舗装の破壊とそれによる交通渋滞は年々ひどくなるにちがいない。一方輸送における道路の重要性はますます増加していく。

道路の閉鎖は、たとえ一時的にしろ、一般常識からみてもますます困難になる。道路技術者たちは、道路の閉鎖をさけるように、またその閉鎖がやむをえない場合にはそのために被る不利益を出来るだけ少なくするようにしなければならない。

c. 過去においては予想されなかったことではあるが重車両に適した舗装をつくることが必要である。経済的に考えれば、この舗装の強化は重大な破壊が現われる前に行なうべきであり、舗装の修繕は路盤および表層基層の構造について技術的な再検討が必要である。

「重車両」の時代はすでに始まっており、我々は国道を良好な状態に保つためには、必然的に技術的な改善を行なっていかなければならないのである。

アスファルト混合物による道路の修繕

R. DESVIGNES

20世紀後半になると交通量の増加が激しくなり、重交通の占める割合も次第に大きくなってきた。従って、第2次大戦前までは、大した損傷もなく耐えてきた道路も、戦後になると、1年中絶えることのない繰り返しの荷重と、特殊な地域に限られるが、近年、凍結によって、かなり破壊されているのが、現状である。

では、如何にしてこれを補強するかとなると、撓みを減少させて、路床と支持層の応力を少なくさせること、つまり、それに最も適した材料を用いて、舗装を補強することが必要となる。ここでは、壓青材料を用いたオーバーレイ層、表層、基層に限定して話を進める。

1. 海外およびフランスにおける修繕の例

Fig.1がフランス近隣諸国の修繕例で、最大軸重は10トンである。Fig.2にフランスの施工例を示す。この他、後の試験結果Fig.3, Fig.4に示すカリフォルニアとアルジェンチンの修繕例を紹介しておく。

カリフォルニア（法定軸重 8.2 t）

◦ Route No. 101 San Francisco 北方 200km

旧舗装は、43cmの路盤と表層からなり、18cm厚の混合物層で補強した。

◦ Route No. 101 Los Angeles 北方

旧舗装は、55cmの砂利路盤と8cmの混合物からなり、次の3つの方法で修理された。

- (1) 旧路盤の上部20cmをセメント処理し、10cmの混合物を加える。
- (2) 旧路盤の上に18cmの混合物を敷く。
- (3) 旧舗装上に2～13cmの混合物を敷く。

◦ Sacramento から Marysville に向う道路

旧舗装は30cmの砂利基層で、その表面は摩耗層でシールされている。修繕前は、8t軸重での平均撓みが、0.85cmであり、補強は次のように行なわれた。

- (1) 20cmの砂利セメント層と8cmの混合物
- (2) 8cmの砂利層と9cmの混合物

(3) 15cm の砂利層と 17cm の混合物

アルジェンチン

砂と石灰石の碎石を主成分とした加熱混合物でオーバーレイし、オーバーレイ厚は、5～20cm（普通 5～8 cm）。

2. 試験結果

Fig. 3～Fig5 は、アルジェンチン、カリフォルニア、

フランスにおける撓みとオーバーレイ厚の関係を示した図で、縦軸を対数目盛にとっている。これらを見れば、今迄の試験結果と同じように、撓みの対数値とオーバーレイ厚は、線型関係にある。Fig. 3 では、厚さ 5 cm 付近で点が直線より上に来る傾向があり、この程度の厚さでは、補強効果があまり明瞭でなく、厚さ 8 cm を越えると直線によく乗ってくる。したがって、この例ではオーバーレイ厚を 8 cm 以上とすべきである。Fig. 5 は、オーバーレイに使用する混合物の性質に応じて勾配が変わることを示す。針入度 40/50 の結合材が特によい補強となり、針入度 180/220 では、あまり著しい補強効果を示さない。

3. 撓み性舗装のオーバーレイ厚の計算法

オーバーレイ厚の算定法にはいくつかの方法がある。

(1) Jeuffroy と Bachelez の方法

この方法は、よく知られ有用なものであるが、2 層の厚さと弾性係数を知る必要がある。それを用いて、補強後の 2 層の仕事の割合と許容撓み量を、予想交通量の函数としている。

(2) アスファルト・インスティテュートの方法

この方法は限界撓み量によらず、補強後の舗装を、老朽化した部分も加えて新しい舗装のように取扱い、旧舗装に対して、てい減係数を用いている。採用するてい減係数を示せば、

古い混合物、安定、ひび割れなし、変形殆んどなし… 1
古い混合物、安定、ひび割れと変形少々… 0.75～0.90
古い混合物、安定、幅広い網目状のひび割れと変形… 0.50
路盤（C. B. R. > 80）… 0.50
路床（C. B. R. > 20）… 0.37
クラックのないコンクリート… 1
クラックのあるコンクリート… 0.75～0.90

(3) Ivanov の方法

この方法は、補強前の厚さや弾性係数を知る必要がない点で便利である。次の 4 つの要素で決まる。即ち、補強前の初期撓み (d_0)、補強後の撓み (d_1)、オーバーレイ混合物の弾性係数 (E)、オーバーレイ混合物の厚さ (h)。

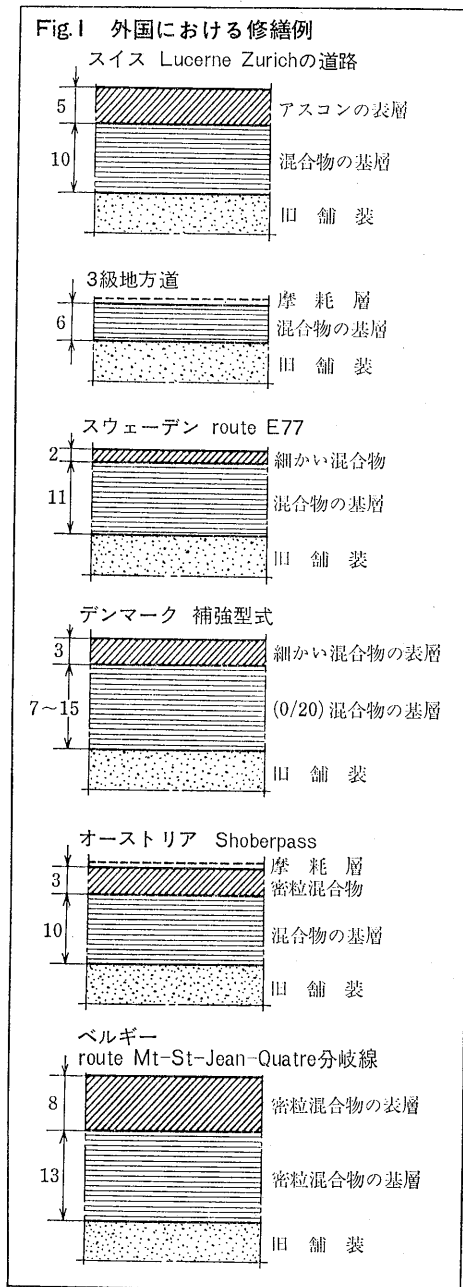
撓みの対数と補強混合物の間には直線関係があり、これを図に表わしたのが Fig. 6 である。Ivanov 教授によれば春季（凍結融解後の最も悪条件）における限界撓み量は、9 t と 13 t 荷重に対して、それぞれ 0.85～1.20mm、交通量が多くなれば 0.56～0.80mm であった。

(4) A. A. S. H. O. 道路試験による方法

A. A. S. H. O. 道路試験では、2 つの実験式が導かれている。

i) d_0 , d_1 , D (補強前の等価厚), h の関係

$$\log d_0 = 3.30 - 4.6 \log (D + 1)$$



(寸法はcm)

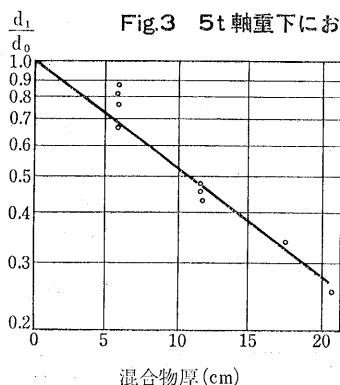


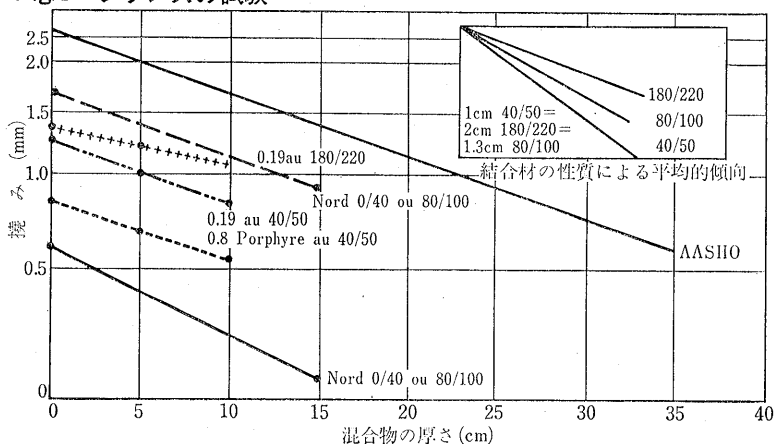
Figure 1 is a semi-logarithmic graph showing the relationship between the thickness of the mixture layer (cm) on the x-axis and the thickness of the surface layer (mm) on the y-axis. The y-axis is logarithmic, ranging from 0.2 to 2.5 mm. The x-axis is linear, ranging from 0 to 25 cm. Three lines are plotted: 'AASHOカーブの勾配' (AASHO Curve Slope), 'Route Sacramento', and 'Route 101'. The AASHO curve is the steepest, followed by Route Sacramento, and then Route 101.

混合物厚 (cm)	AASHOカーブの勾配 (mm)	Route Sacramento (mm)	Route 101 (mm)
0	1.3	0.9	0.8
5	1.0	0.7	0.6
10	0.7	0.5	0.4
17	-	0.6	0.35

ii) 補強後の最初の春における撓み d_1 と N によって表わされる舗装寿命の関係 (N : アメリカで再舗設しなければならないとする限界撓み量 2.5mm に達する迄の 13 t 軸重トラックの通過回数)。この関係は次式で表わされる。

この定数は、最大軸重によるものである。

Fig.5 フランスの試験



Vol. 11, No. 64

A. S. H. O. の関係式の誤差が大きくなる。

(5) Colas の実験的方法

A. A. S. H. O. の道路試験に基づいて、オーバーレイ後、試験車を試走させて、沈下量の対数値を平均値や分散値で表現し、将来の傾向を見ようとする方法である。

4. Ivanov と A. A. S. H. O. 道路試験による図表の有効性および結論

これら2つの図表は、その試験がなされた時と同じタイプ、すなわち旧式の密度の高い混合物の時にだけ有効である。また、これらのカーブは、セメント処理を行なった舗装にしか適用できないということに注目すべきである。これは、イギリスの Road Research Laboratory の試験結果による事実で、それによると完全な挽み性舗装上では、交通量により挽みが1mmから0.5mmの間を変化する。反対にセメント処理された路盤では、挽みが0.40と0.15mmの範囲を越えてはいない。

Ivanovの方法は試験条件がよくわからないので、何ともいえないが、A. A. S. H. O. の道路試験は、その定義によって試験した場合、50%も小さな厚さになったことがある。これらを考えると、これら2つの方法では、オーバーレイ混合物の大体の厚さしか決めることができず、オーバーレイ前の舗装状態により10~50%増えることである。実施に当っては、Colasの方法による研究が、現場固有の条件を考慮した安全係数を選ぶために1つの解決策を与えるであろう。とにかく、これらの実験的方法から導かれた簡単ではあるが、かなり確かな法則が、将来すこしずつ計算を精密に行なえるようにすることができるであろう。

Fig.6 Ivanovの方法

1. 補強前の挽み d_0 を測定する。
2. 13t軸重トラックの1日通行台数 N を決める。
3. 補強混合物の厚さ h を推定する。

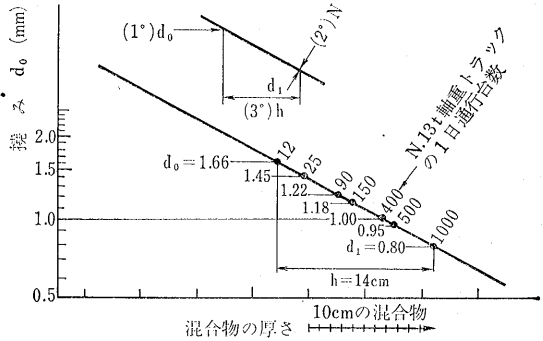


Fig.7 AASHO道路試験による関係

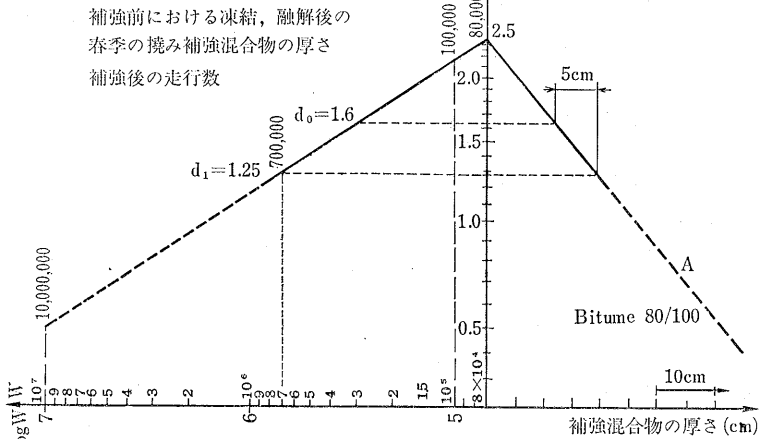
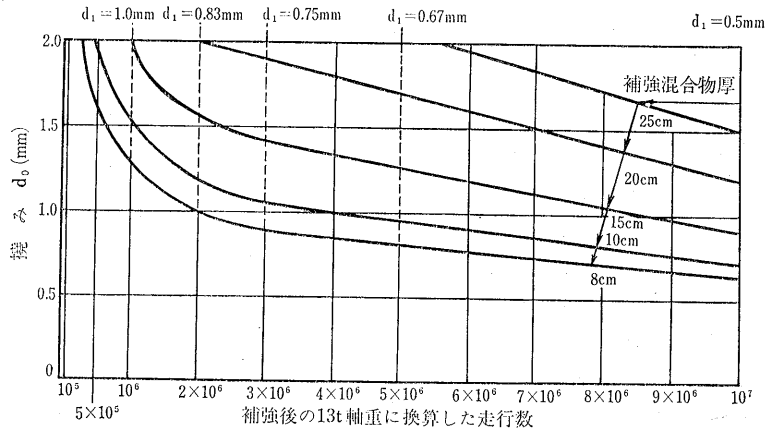


Fig.8 AASHO試験から導かれた補強前後の走行数と補強混合物厚の関係



☆

☆

☆

☆

アスファルト混合物のストックの問題

佐 藤 正 八

まえがき

アスファルト舗装の維持修繕工法や簡易舗装施工に用いられる常温舗設混合物においては、その貯蔵性能を熟知しておくことが、工事の成否を左右する最重要要素の一つと考えられる。このような常温混合物は主として民間企業会社の技術開発により、過去10年以来進められて来ており、その種類も極めて多く、またそのほとんどが各社の特許に基づくものである。それらは各々特長を持っているが、その詳細については取扱い会社のカタログまたは資料を参照していただくこととし、以下に一般的に常温混合物およびその貯蔵の問題を考察して見たい。

1. 常温舗設混合物の種類

用いられる歴青材の種類から分けると次のようである

- ① カットバックアスファルト系 (RC, MC, SC)
 - ② アスファルト乳剤系 (中硬性, 緩硬性混合用乳剤)
 - ③ タール系 (速硬性, 中硬性常温用タール)
 - ④ ストレートアスファルト系 (高針入度アスファルト)
- また混合方式で分けると次のようである。

① 常温混合方式

粘性の低いカットバックアスファルトやタールおよびアスファルト乳剤を用いて常温の骨材と混合する工法である。骨材は一般には表乾またはそれ以下の含水比になるように乾燥しておく必要があるが、乳剤の場合には濡れたまま施工することも出来る。

② 半加熱混合方式

普通の加熱混合式アスファルトコンクリートを製造する時の混合温度よりかなり低い温度 (60~110°C) に骨材を加熱して混合するが、舗設は常温で施工出来るものである。用いられる歴青材はカットバックアスファルトタール、乳剤である。

③ 加熱混合方式

ストレートアスファルトを用いる場合の混合は、普通のアスファルトコンクリートと同じ加熱混合方式によるが、混合物を常温で施工出来るようにするためには、混合中に特殊な揮発性の溶剤を添加したり、または適当なる加水を行なうか、あるいはフォームドアスファルト工

法を用いる場合の如くである。

我が国で現行の工法は前の①および②に属するものが多く、③に属する工法は今後開発されるべきものであろう。

2. カットバックアスファルト混合物の貯蔵性

2-1 米国アスファルト協会のストックパイル混合物
STOCK-PILE ASPHALT MAINTENANCE MIXTURESに対する米国アスファルト協会の仕様書 (CP-1) によれば、骨材の粒度は表-1に示され、碎石、鉱滓、砂利、砂、砕砂を用いる。

表-1 骨材粒度基準

ふるいの名称	通過重量百分率
25mm (1")	100
13mm (1/2")	75~90
5mm (No. 4)	50~70
2.5mm (No. 8)	38~54
0.6mm (No. 30)	23~35
0.074mm (No. 200)	4~8

歴青材は標準として MC-2 で、その使用量は 4~6% の範囲である。MC-2 という等級区分は旧規格のもので、日本道路協会カットバックアスファルト規格の MC-250 にほぼ同じであるが、これよりは少し軟質の部分も含まれると考えればよい。

貯蔵期間によってカットバックの種類の使用区分は次の如く示されている。

i) 高温乾燥時における長期貯蔵のためには、“SC-2” (SC-250) を用いる。混合には一般に 80~93°C に加熱して用いる。

ii) 上記以外における長期貯蔵のためには“SC-3” (SC-800 に相当するが動粘度 1,000 C. S. /60°C 以下の軟質のもの) を用いる。混合には 80~121°C に加熱して用いる。

iii) 標準貯蔵用には前述の始く“MC-2” (MC-250)。

iv) 短期間の貯蔵のあとで使用されるときには“MC-3” (動粘度 1000 C. S. 以下の軟質 MC-800) を用いる。

加熱温度は 65~93°C の範囲内とする。

v) 貯蔵期間がさらに短い場合には“RC-2” (RC-250) を用いる。混合時加熱温度は 26~65°C である。

(注) 上記中のカッコ内のカットバックアスファルトの等級分類は、改訂された新アスファルト要綱による名称である。

2-2 カットバックアスファルトの貯蔵性と舗設

前節に示されたカットバックアスファルトの用い方は一つの指針となるが、実際には MC を用いたものは確かに貯蔵性の点ではすぐれているが、舗設の際は相当長期の養生期間を必要とする。また RC を用いた場合には貯蔵性では劣るが、舗設後の養生期間はほとんど必要でない。そこで数種の異なるカットバックアスファルトを適量混合して、それぞれの長所短所を折衷した理想的な常温施工貯蔵混合物を造る試みが行なわれた。その結論を示すと次の如くである。*

“RC ストックと MC ストック混合物の蒸発曲線の比較は MC の重い方の端でまた RC の軽い方の端で理想的なストック混合物が得られる。これは 40% の RC, 50% の MC および 10% の SC の混合によって得られた。かくして得られたカットバックアスファルトを用いた混合物中の揮発性溶剤は、混合および貯蔵中に 30~40% が失われ、この時点でのマーシャル安定度は 400~500 ポンド (骨材粒度は最大粗骨材粒径 13mm の密粒度アスコン型) であって、この点をこえると硬化の速度はおそくなり、所要の長期間貯蔵が可能となるし、舗装時のトラブルも少ない。

* 文献: J. R. BISSET 著 “CUTBACK ASPHALT PATCHING MIXTURES” および日新舗道 KK “アーミンカットアスファルト資料 No. 1” を参照。

また最近の説では、貯蔵用混合物の最適な作業性は、MC-70 級のカットバックによって得られ、この場合一般アスコンの骨材粒度よりも No. 10 あるいは通過量を 5~10% 少なくすると成功率が大きいとも言われている。

2-3 MC カットバックアスファルトおよび水を添加した半加熱軟質アスコンの貯蔵性について

この工法は機械的には一般のアスコン製造と変わらないが、次の過程をへて常温施工貯蔵混合物となる。

まず骨材はドライヤーにより乾燥されるが、ミキサーに投入する時には約 80°C 位に冷却される。米国ではこの目的を達成するため特殊な二重ドライヤーを用いている。示方配合の粒度に適合するよう計量された骨材はミキサーに投入されて、次のような工程で混合される。

i) ドライミキシングのサイクル約 10 秒の混合を行なう。

ii) アスファルトプライマーを投入し、第二次混合を 10 秒行なう。プライマーには MC-30 が用いられ、普通は

特殊な付着強化剤 (WETTING AGENT) やあるいは剥離防止添加剤が加えられたものである。MC プライマーの添加量は混合物の約 0.75 % で骨材をまぶす程度でよい。

iii) 次に水と所要の高針入度アスファルトを同時に投入する。水の添加量は貯蔵性能を大きく左右するキープポイントとなるが、大略次のような標準である。

混合運搬後直ちに舗設する場合——約 2 % の水添加

数カ月以上貯蔵後舗設する場合——約 3 % の水添加

最小 2 % の水添加で数日間混合物をワーカブルとし、3 % 添加では 6~8 カ月の貯蔵も可能とする。

また使用されるアスファルトの種類は、針入度 200~300 の等級のものであるが、200~250 のものが良結果を与える。この場合のウェットミキシングサイクルは約 45 秒で均一な混合物が得られる。

vi) ミキサーから排出時の混合物の温度は 72~82°C の間にコントロールする。

この工法においてはプライマーと添加水は混合サイクルの間に約 60~65% が蒸発して失われるが、混合物中に残留する 0.75~1% (混合物に対する重量%) の水分は混合物に貯蔵性能を与える。しかし舗設の段階ではこれらの水分は無視出来る範囲迄低下すると言われている。

(註) 以上文献——H. A. WALLACE, J. R. MARTIN 著

“ASPHALT PAVEMENT ENGINEERING” より

2-4 英国のコールドアスファルトの貯蔵性

英国標準仕様書 B. S. 1690 には FINE COLD ASPHALT および COARSE COLD ASPHALT の仕様が定められている。使用骨材は鉱滓、碎石、石灰碎石で、それぞれの骨材に異なる骨材粒度が定められている。FINE COLD ASPHALT では、2.5mm 以下の通過量が 75~100% 程度の砂を主体とした細粒混合物で、COARSE COLD ASPHALT は密粒度アスコンに近い粒度である。混合方法は基本的に 3 種類に分けられ、次の如くである。骨材はすべて 115°C 以下に加熱しておく。

①第一法——針入度 200 前後のストレートアスファルトを用いる加熱混合方式で、貯蔵性がない故、混合後直ちに舗装しなければならない。

②第二法——加熱された暖かい骨材をまず少量のカットバック油で被覆したあとで、ストレートアスファルトを投入混合する。カットバック油には比較的揮発性の低い油で、普通コールタールから得られたアントラセン油とかクレオソート油が用いられ、混合物に貯蔵性を与える。貯蔵期間の長短はカットバック油の添加量の増減により調節する。

③第三法——MC または SC 級のカットバックアスファルト

トを用いる半加熱または常温混合工法で、すでにのべたごとく貯蔵性は大きい。

歴青材の使用量は碎石を使用したFINE COLD ASPHALTで5~7%, COARSE COLD ASPHALTで5~6%である。歴青量は経験的に定められるが、交通量の多いほど少ない歴青量とする。

FINE COLD ASPHALTの歴青量、カットバック油の添加量と、混合物の貯蔵性の一例を表わしたのが表-2である。

表-2 FINE COLD ASPHALT の一例

施 工 条 件	歴 青 量 %	重 ク レ オ ソ ー ト 油 %
1 道路——混合後直ちに舗設 夏季施工, 短距離運搬	6.5	0
2 道路——夏季施工, 長距離運搬	6.5	0.2
3 夏季貯蔵用	6.5	0.3
4 道路——冬季施工, 短距離運搬	6.5	0.3
5 道路——貯蔵用として冬季施工	6.5	0.4
6 歩道, 運動場——夏季施工	7.0	0.2
7 歩道, 運動場——冬季施工	7.0	0.3

英国の FINE COLD ASPHALT の第二法と同様な工法が米国 B. P. R. から出版された “STANDARD SPECIFICATIONS FOR CONSTRUCTION OF ROADS AND BRIDGES ON FEDERAL HIGHWAY PROJECTS” の中に貯蔵用アスコンの仕様が定められていることを参考までに報告しておく。

3. アスファルト乳剤混合物の貯蔵性

アスファルト乳剤は常温混合常温舗設に最も容易な適合性をもった混合物であるが、その貯蔵性能にカットバックアスファルト系のものより一般的には劣るものと考えられる。これは乳剤に含まれる水分の蒸発量の調節が困難なることに基因していると考えられ、長期の貯蔵には本質的に適性を欠くもので、現在発表されている資料からはせいぜい一週間以内は貯蔵可能というのが現状のようである。したがって特に貯蔵性を記録したデータも見当たらないので、以下には常温混合または半加熱混合の常温舗設混合物に関する二、三の概要を述べることにする。

3-1 米国アスファルト協会仕様書 (常温混合舗設)

アスファルト協会仕様書 CL-4 には密粒度型のプラント混合による基層、表層常温混合舗設用の乳剤コンクリートを次のように規定している。

骨材の粒度は表-3であり、使用する乳剤は針入度100~200のアスファルトで造られた緩硬性アスファルト乳剤である。JIS 規格の MK-1, 2, MA-1, 2 に相当する。

乳剤の施工時の温度は10~16°Cの間とする。

また最適乳剤量の決定は次の算式で求めるが、開粒度や不連続 (ギャップ) 粒度には適用してはならない。

$$P = \frac{(0.05A + 0.12B + 0.6C) \times K}{\text{残留アスファルトの}\%}$$

ここに P=骨材重量に対する所要アスファルト量 (重量%)

A=骨材のうち No. 10 (2mm) ふるい残留分重量%

B=ふるい No. 10 通過, No. 200 に残留分の重量%

C=ふるい No. 200 通過分の重量%

K=用いられる骨材の種類粒度, 乳剤に含まれるアスファルト量の変化によって定められる係数で, 過去の経験を基にしてきめる。

Kの値は一般に55~65の間にあり, 堅硬佳岩質非吸水性の骨材に対しては55を, また軟質多孔性吸水性の石灰岩では65をとるものとしている。

ミキサ内における混合は, 骨材は濡れていて差支えなく, むしろ乳剤の分散と骨材への均一被覆を助けるために加水する場合が多い。この場合セメントコンクリートの低スランプのときと同様な稠度で混合するので, 取扱いはセメントコンクリートの製造と同様な考え方で行なう。

表-3 常温混合常温舗設乳剤コンクリートの標準粒度

形 式	A	B	C	D
層の種類	基 層, 中 間 層	基 層, 表 層	粗粒表層	細粒表層
ふるい	通過重量 %	通過重量 %	通過重量 %	通過重量 %
40mm (1½")	100	100	—	—
25mm (1")	80~95	85~100	100	—
20mm (¾")	65~90	75~100	90~100	—
13mm (½")	50~80	60~80	80~100	100
5mm (No. 4)	35~65	40~60	65~85	75~100
2.5mm (No. 8)	23~49	28~44	44~65	50~76
0.6mm (No. 30)	12~26	13~25	20~37	22~39
0.15mm (No. 100)	4~9	4~9	4~14	4~14
0.074mm (No. 200)	0~8	0~8	0~8	3~8

混合物を貯蔵するには混合物中の水分の蒸発を防ぐよう、おおいをかけてストックパイルする。

3-2 その他の乳剤コンクリート

カチオン系の混合用乳剤を用いた常温混合式による試験工事については第8回日本道路会議論文集中に石井圭治氏著“常温混合式による道路の維持補修について”に報告されている。

また所しい工法としては、特殊添加剤を加えたアスファルトと乳化液よりなる油中水滴型のゲル型固形乳剤を用い、常温混合を行なう場合には、適量の水を加えて加熱攪拌して、ペースト状のアスファルト乳剤として使用する方法も開発されている。この場合の混合物の貯蔵時間の調節は添加水分の増減で行なっているが、長期貯蔵用としては考えられていないようである。

次に最近の傾向としてはアスファルト乳剤を用いた加熱混合加熱舗設工法や半加熱混合常温施工の技術も開発されてきている。前者は米国などで開発され、我が国にも導入されているものであるが、この場合は貯蔵の目的でなくアスコンに代るものとして施工されている。後者の事例はアミン系の界面活性剤を添加したカチオン系の乳剤を用い、骨材はドライヤーで90~110°Cに加熱されたミキサーに投入されたあと、常温の乳剤を加えて混合する。乳剤中の水分は水蒸気となり、ある程度のフォーム効果によって均一な混合を完成する。練り上りの混合物の温度は75~85°Cであるが、シートなどで被って水分の蒸発を防止すれば1週間程度の貯蔵は可能だといわれている。

4. タール混合物の貯蔵性

4-1 日本タール道路協会の規格

昭和43年10月、日本タール道路協会から発行された“タール舗装の指針”によれば次の如くである。

“常温混合式工法はあらかじめ所定量の骨材、石粉とタールを80°C以下の温度で混合し、常温においても舗設できる。加熱混合物に比べ、骨材を加熱する必要がないので経済的であるばかりでなく、混合物の製造がしやすく、またタールの種類によってはかなりの期間貯蔵が可能であるなどの利点がある”と述べられている。

常温混合用舗装タールの使用区分や配合設計（混合物の標準粒度および所要タール量の計算式）などは指針に示された詳細にゆずることとして、混合および貯蔵の項を抜萃すると次のようである。

- ①混合
- i) 骨材投入後空練り15秒
 - ii) タールを加えて混合し骨材に完全に被覆されたのち石粉を投入して約1分混合する。
 - iii) 1パッチのサイクル時間は約2分とする。

- iv) タールの加熱温度は最適混合粘度となるように加温し（80°C以下）、また骨材を常温で使用する場合には骨材全体の含水量は2%以下が望ましい。（註：実際には半加熱混合となる）

②貯蔵 混合物は、上屋のついた貯蔵所に山積みしておく。タールの種類、骨材の粒度によって異なるが普通1週間程度の貯蔵が可能である。なお常温に近い骨材を用いてタールの粘度を調整した混合物を箱、袋などに入れたものは1~3カ月くらいの貯蔵が可能である。

4-2 常温混合用タールの種類の選択

カットバックでも乳剤でも施工目的、時期などによって歴青材の種類を選定することは極めて重要なことである。特にタールは感温性が大きいので、その選択については製造供給者とともに注意を払う必要があろう。

タール混合物の貯蔵性を考慮した場合、使用タールのEVTと施工時期の平均気温とには密接な関係があり、“春、夏には平均気温より高めのEVTを、秋冬には低めのEVTを選定する”ことが良いと言われている。大阪地区での月間平均気温と使用タールのEVTの関係の一例は表-4の如くである。

表-4 月間平均気温と使用タールのEVTの関係 (昭和42年)

月別	月間平均気温	標準偏差	使用タールのEVT
1	4.5°C	2.4°C	8°
2	5.4°C	2.5°C	8°
3	8.8°C	2.9°C	13°
4	14.3°C	2.9°C	15~18°
5	20.2°C	2.2°C	20~22.5°
6	23.6°C	1.1°C	26°
7	26.7°C	2.9°C	30°
8	28.9°C	1.1°C	30°
9	24.6°C	3.0°C	26~22°
10	17.7°C	2.2°C	18~15°
11	13.1°C	3.4°C	15~12°
12	6.2°C	2.3°C	10°

(註) 関西タール製品KK資料より参照

表-4より見ると12, 1, 2月はEVT 10°および8°で気温より高めであり、この期間は貯蔵性はおちる。

ただし貯蔵を考慮しない場合でプラントから現場へ混合物が直行するときには、より大きいEVTで差支えな

表—5 常 温 施 工 混 合 物 の 種 類

(資料, 1966年「舗装」6月号 25ページより)

商 品 名	混 合	貯 蔵	舗 設	そ の 他 の 特 長	会 社 名
レミファルト	加 熱	長期間(1~6月)	常温施工容易	保存性, 作業性	日 本 舗 道 K K
ア ミ コ ン	常 温	品質変化なし	// 直後交通開放可	耐久性大, 夏季フラッシュしない	日 新 舗 道 K K
チャットカット アスファルト	//	//	//	降雨時施工可(撈水力, 粘着力)	日本チャット ミックスKK
ダイミンカット	//	//	//	適当なワーカビリティ	K K 鉄 原
パッチゾール	//	//	//	骨材ナマ乾き程度で十分 使用可および粘着力	日 瀝 化 学 工 業 KK
ターミックス	//	//	//	耐水性, 耐油性	墨 東 化 成 工 業 KK
メンテボンド	//	//	//	接着力, 耐水性大	東 亜 道 路 工 業 KK
ターロック	//	//	//	//	関 西 ター ル 製 品 KK
フジカット	//	//	//	//	富 士 舗 材 工 業 KK

い。すなわち11月より3月迄は25°, 6月より9月迄は30°, その他は28°という実例もある。

5. ストレートアスファルトを用いた混合物の貯蔵性

ストレートアスファルトを用いる場合は加熱混合方式とせざるを得ないが, 混合にフォームドアスファルト工法を用いるか, または直接水を添加することによって常温舗設可能な貯蔵混合物を造ることが出来る。

5-1 フォームドアスファルト, 常温貯蔵混合物の製法

これはアイオワ大学 L. H. CSANYI 教授の開発した工法で, フォームドアスファルト工法は色々な混合物の分野にすでに我が国でも実施されているところであるが, 本工法による貯蔵混合物は未だ我が国では行なわれていない。

CSANYI 教授の方法は, 13mm を最大骨材粒径としたアスファルトコンクリートをフォームドアスファルト装置を装備せるアスファルトプラントで泡状のアスファルトとして混合するが, 混合物がミキサーから排出されるときまたは排出されてトラックに落下する時に散水することによって完成されるとしている。使用したアスファルトの中では, 針入度 100~120 のもので最良の結果が得られたと報告している。この混合物は相当長期の貯蔵が可能であり, また冬期貯蔵したものでも使用に耐えると言われている。

フォームドアスファルト工法も徐々にその適用分野がひろがりつつある今日のすう勢から見て, 本工法の実現も夢ではないと考えられる。

5-2 水添加の加熱アスコン貯蔵混合物

本工法は新しく開発された工法であり, 加熱混合時の残留水分によって混合物に貯蔵性を与えるものである。

製造工程の概略は次の如くである。

- i) 第一次混合——粗細骨材にファイラーの一部を添加し, 高針入度の軟質アスファルト(界面活性剤を含む)を投入して第一次混合を行なう。
 - ii) 第二次混合——次いで適量の第一次水添加を行ない, さらにファイラーの第二次添加を行なって, 第二次混合を完了し, ミキサー外に排出する。
 - iii) 排出された混合物は貯蔵場に運ばれ, 第二次水添加を行ない混合物の貯蔵性能の調節をおこなう。
- 本工法の実験の結果によれば2週間以上の貯蔵性を確認することが出来た。

6. 現在使用されている常温施工のアスファルト混合釜上掲, 表—5に示す。

あとがき

以上でどうやら常温混合物の貯蔵についてまとめては見たものの, この分野にあまり経験の少ない著者としては, 誠に汗顔の至りである。したがって内容も外国文献のやきなおしが主体となったが, それ以外に本稿の資料を提供して下さった日本舗道KK, 日新舗道KK, 日瀝化学工業KK, 関西タール製品KKその他斯界の諸先輩の御指導を賜ったことについて深く感謝する次第である。

貯蔵の問題には今一つ加熱混合物のストックの興味ある問題があるのですが, 次の機会にゆずりたいと思います。読者諸賢の御叱正を賜わらんことを望む次第です。

[筆者; 世紀建設株式会社 常務]

《解説》 アスファルト混合物への

シリコン添加について

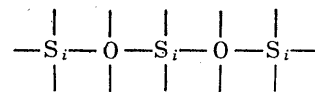
昆 布 谷 竹 郎

1 シリコン

シリコンとは、有機珪素化合物の重合体からできた珪素油 (Silicone oil), 珪素グリース (Silicone grease), 珪素ゴム (Silicone gum), 珪素樹脂 (Silicone resin) などの総称である。これらの分子構造は、シロキサン (Siloxane) 結合の骨格からできており、珪素原子 (Si) にさらにアルキル (CH_3 -, C_2H_5 -など), アリル (C_6H_5 -など) などの有機基やその誘導基が結合したものとなっている。これらシリコンの特性は、その分子構造に起因するものであるが、耐熱性が大きく、撥水性に富むほか、電気絶縁性、耐薬品性、耐風化性などに優れ、油では粘性の温度による変化が小さい、などの点にあるといわれている。

シロキサン

シリコンは珪石や珪砂を木炭に混ぜ、電気炉で加熱して珪素をつくり、これを塩化メチルと反応させて、有機



機クロシランを得、この加水分解で生じたモノメチルトリクロシラン、デメチルジクロシラン、トリメチルモノクロシランなどのオキシ化合物を、分子間脱水縮合によって重合させて得られる。クロシランの混合割合やこれに結合する有機基の種類をいろいろに変えることによって、多種多様な化合物を得ることができる。

シリコンオイルは、ビニール基などをもつものもあるが、一般にはデメチルシリコン重合体の鎖状化合物であって、眼鏡拭布や硝子ビンの処理、繊維の撥水処理、家具や自動車車体の磨剤、ゴムやプラスチック金型などの離型剤、ペイントやワックスなどへのアンチフローチング添加剤、種々材料の消泡剤、防振油、油圧油、潤滑油、誘電油などに用いられている。

シリコングリースは、シリコンオイルを加熱加工するか、または金属石鹼を加えて加工したもので、不泡剤、消泡剤、離型剤、永久潤滑油、高低温用真空グリースなどに用いられている。

シリコンゴムは、シリコンオイルの構造で珪素原子が2000以上の鎖状化合物に、充填剤や一種の加硫剤的

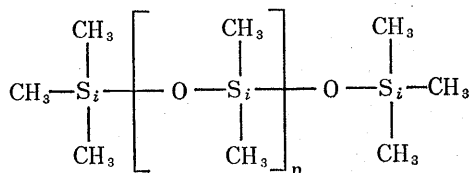
なものを加えて加熱処理したもので、高低温用や耐薬品用のパッキング、電気器具の接着剤、緩衝剤などに用いられている。

シリコンレジンとは、長鎖状分子からできている液状のものを加熱処理して、鎖状分子間に三次元的な結合を起こさせてつくった熱硬化性樹脂で、塗装、積層、離型、撥水、成型、電気絶縁などの用に用いられている。

我が国のシリコン製品は、信越化学、東京芝浦電気などの製品のほかに、米国のU.C.C., I.C.I., G.E., ダウケミカルなどの製品が出廻っているようである。

2 シリコンオイル

シリコンオイルのうちでもっとも実用化の進んでいるものはポリデメチルシロキサンで、つぎのような構造式で示される。この式のnの範囲は0ないし2,000であり、



これらシリコンオイルの粘性範囲は0.65センチストークスから1,000,000センチストークス以上に及んでいる。

性質は、無色透明な液体で、低凝固点、高引火点、不揮発性、熱安定性、耐酸化性であり、水に不溶、大抵の有機重合物と相溶性なく、粘度の温度による変化は小さく、また繰返し剪断力による分子崩壊に対する抵抗性も大きい。

これらは前記の用途に広く用いられているが、道路用アスファルトに関係したものとしては、主として消泡剤として用いられてきた。終戦後の時期には、ドラムカン入りアスファルトには水分の侵入しているものがあり、アスファルトを溶解するときに水蒸気によって多量の泡を発生し、ケトルから溢れでて引火の危険にさらされるので、微量のシリコンオイルをアスファルトに加えることによって、泡立ちを防止した。これは近年でも特殊な場合には行われている。また同様の利用法としては、アスファルト乳剤の試験法にも採用されている。シリコ

ーンがアスファルトの性質に影響を与えないことが認められ、JISのK2208—1961では、アスファルト乳剤の蒸発残留物を金属製蒸発カンで水分を加熱蒸発して求めるとき、泡の発生を防ぐために、微量の珪素樹脂消泡剤を添加することを許している。——この場合樹脂とは高分子重合体を意味していて、シリコンオイルが用いられる。

3 シリコンオイルのアスファルト混合物への利用

シリコンをアスファルト混合物に加えることについては、日本アスファルト協会のアスファルト誌10(55)23(昭42.4月)に、米国のthe Asphalt InstituteのAsphalt誌からの記事「シリコンの添加作用」が紹介されて、我が国でも多少の関心がもたれるようになってきた。

米国のthe National Asphalt Pavement Association (NAPA)では、混合物の品質向上について品質改良委員会をもち、シリコンの効果について研究結果をまとめたが、1966年2月の会議において、業者研究会でこれを採りあげており、その内容については、Roads and Streets誌109(6)105(6/1966)「Asphalt Paving Workshop II」に記載されている。その要点を述べると、つぎのような意見が発表されている。

(i) 運搬時にぶよぶよで流動性を示す混合物の矯正、敷均し時に引裂きクラックしがちな混合物の矯正に、シリコンを用いている。試験試料では、シリコン添加によってマーシャル試験値上には相異は生じないようである。先輩のインスペクターは混合物にシリコンを用いることをすすめているが、契約の混合物の条項にシリコンを示方したほうがよい。

(ii) ミシガン州では、水分の低下を目的としてシリコンを用いることはほとんどない。シリコンを用いると、路上での分離が防げ、舗装をより早く転圧できるので非常に有効である。シリコン添加混合物では仕上げがよくなるといっても、工事の仕上がりが悪いときには将来ともそのままである。シリコン無添加混合物では、仕上がり面が出来ても、一年後には見かけの良くなった例がある。混合物中に、シリコンをアスファルトの5.4~5.5%から6.0%用いることを許しているが、その1/20程度におとしたほうがよい。

(iii) 針入度85~100のアスファルトを用いた混合物で、 $\frac{3}{4}$ "厚の舗装の敷均しにおいて、敷均し機の後に行ける引裂きクラックを防ぐのに成功した。——ミシガン州の業者も薄層のときに同様の防止効果のあることを報告した。

(iv) 現場では、普通、アスファルト5000ガロンあたりシリコン1オンスの割合で添加している。より低率

のものではその4分の1、より高率のものではその10倍となっている。5000ガロンあたり $\frac{1}{2}$ オンスで混合物に明らかな改良が認められ、より低率のものでさえ混合物はつやつやしている。高率のものでは明らかに弊害がある。混合物にシリコンが用いられていると、引裂きクラックが入らなくなる。

また、Roads and Streets誌110(1)82(1/1967)

「Silicones in hot-mix: Right quantity important」にNAPAが記載しているが、その要約はつぎのようである。

(i) 加熱アスファルトが水に触れると水蒸気がでて、泡を発生して数倍に膨張して容器から溢れる。シリコンを極少量1~2 ppm混入すれば、すでに発生している泡を消すことができるし、またその後の発生をも防止できる。

(ii) シリコンをアスファルトに添加すれば、トラック上の混合物のスランピング(だらだらくずれて平らになる)を防止できる。スランピングは、骨材の内部間隙からでてくる水蒸気による泡が抜けずに、混合物中にこもるために流動化する現象であって、シリコンを用いれば泡の発生が少なくなるので防げる。

(iii) シリコンをアスファルトに添加すれば、理由はどうであれ、たいいていの混合物は敷均しが上手にゆき、敷均し機の後に行ける混合物のひきずりやあばたを防止できる。理屈はあまり明らかなものでないが、敷均し機のスクリーンがシリコンで破壊されてすべり易くなり、混合物をひきずらなくなること、スクリーン後のかためられた部分が、混合物内部間隙から逃れでる水蒸気の泡による膨張によって、おしあげられてクラックの生ずるのを、シリコンにより泡の発生が少なくなつて防がれることなどである。

(iv) シリコンはいろいろの稠度のものが用いられているが、低いものは多量に必要とするので、通常は25°Cで1000センチストークス程度のシロップ状のものが用いられる。使用割合は極微量で、通常はアスファルト5000ガロンにシリコン1オンス(約1.5 ppm)の割合である。 $\frac{1}{2}$ オンスでも効果のあるものもあるが、他方、多量に用いるのは危険で、5オンス以上にもなると、混合物は締固め時にふわふわやわらかになる。

(v) シリコンはアスファルト中に容易に分散するが、通常はディーゼル油でうすめてアスファルトタンクに添加する。30分程度ポンプでアスファルトを循環させれば十分である。うすめ方の例としては、シリコン1パイント($\frac{1}{8}$ ガロン)をディーゼル油4ガロンに混合し、これを $\frac{1}{2}$ パイント($\frac{1}{16}$ ガロン)アスファルト1000ガロンに加

えると、アスファルト中にシリコン約 2ppm となる。

(vi) シカゴ試験研究所の結果では、アスファルト 5 種類、シリコン 5 種類について調べ、針入度、伸度、軟化点、引火点、粘度および酸化において、シリコン添加量 10 ppm (シリコン 6.4 オンス / アスファルト 5000 ガロン) まではなんらの効果も悪影響もなかった。

(vii) フロリダ州道路局の結果では、アスファルト 1 種類、シリコン 1 種類について調べ、シリコン添加量 0.6~10 ppm の濃度範囲では、針入度、伸度および粘度において影響はなく、また混合物 1 種類の試験では、密度、マーシャル安定度およびフローにおいても影響がなかった。

(viii) the Asphalt Institute の結果では、アスファルト数種類、シリコン 1 種類について調べ、シリコン添加量 4 ppm, 40 ppm, 400 ppm について、アスファルト単独の試験、および針入度 60~70 のアスファルトで量を 4, 5, 6 % と変えた石灰石碎石使用密粒度混合物の試験を行ない、通常より多い 4 ppm の場合でも、針入度、粘度および引火点に影響はなく、混合物については安定度がわずかに低下したが、他の性質に変化はなかった。

(ix) NAPA の結果では、耐ラベリング性の優、並、劣の骨材 3 種類、製造所を異にするアスファルト 3 種類、過剰、最適、過少のアスファルト量 3 種類、空隙量適切、過大の締固程度 2 種類の組合せで調べ、シリコン添加量約 1.5 ppm (シリコン 1 オンス / アスファルト 5000 ガロン) のときの混合物の耐ラベリング性 (アスファルト被覆骨材の飛散) を試験したが、未添加アスファルトの場合と同様か、またはより良い耐ラベリング性を示した。

なお、Roads and Streets 111 (7) 83 (7/1968) 「Safe hot-strage time extended with silicone and inert gas」には、シリコン添加がアスファルトの酸化を妨げる傾向があることが記載されている。

4 追 試

以上の事項を追試する意味で室外室内の試験を行なったが、その結果は、道路建設誌 No. 248, 75 (9/1968) 「アスファルト混合物へのシリコンの利用」に記載した。これに多少の補足を行なって要約すると、

室内試験では、

(i) マーシャルランマへのアスファルトの付着傾向が低下する。

(ii) 含水骨材を用いた場合、混合物の含水量は無添加のものにくらべ約半分に低下する。

(iii) 一般的には、マーシャル試験、圧裂試験、ビーム比安定度および凝集力試験など混合物の力学的性質に影響を

を与えない。

(iv) ただし、含水骨材を用いた場合、使用アスファルトによっては、水浸残留安定度ないし強さの低下を防止する効果がある。これは、残留安定度に影響ないものもあることからみて、シリコンによる混合物の撥水性によるものではなく、骨材とアスファルトの親和性の良くない場合に、シリコン添加による骨材水分脱出の促進によって、接着がより良く行なわれたためと考えられる。

現場試験では、

(i) 水を含んだ混合物であっても、粗密式アスファルトコンクリートでは変化は認められ難いが、トベカになると明らかな相異が認められた。

(ii) 無添加のもので、水分の影響でひきずり現象が目立ち、ブリーディングも顕著に現われたものが、添加のものでは、施工性が向上し、多少の細い引きかきはあっても一様な仕上がりがキメを呈し、ブリーディングも認められなかった。

(iii) 多孔性で吸水量も多い骨材を使用する密粒度アスファルトコンクリートにおいて、発泡によるスランピング傾向が低下した。

以上のものであって、シリコン添加によるアスファルトへの悪影響はないこと、混合物のスランピングや敷均し時のひきずり現象の防止に有効であること、などが認められた。

シリコン添加が、どんな含水量の骨材での混合物製造の場合にも効果があるとか、どんな混合物でも施工性が良くなるとかいうわけではないが、品質に悪影響を与えないであろうこと、現場の施工性を向上させる傾向のあること、1.5 ppm 程度の添加量では費用的に低廉であることなどから、アスファルト製造所などにおいて、アスファルトにあらかじめシリコンを添加しておくことは好ましいことのように考えられる。

〔筆者；日本舗道株式会社 技術研究所〕

G. M. Dormon

剛性舗装（ポルトランドセメントコンクリート舗装）を用いるか、アスファルト舗装（表層，基層）を用いるかの決定は，非常に多くの道路技術者の間で当面の問題になっている。普通，一般にはどちらのタイプの舗装も優れたものを作ることはできるが，最も大きな要素は経済性にあると考えられている。しかしながら，どの要素をとってみても正確に費用をはじくのはむずかしい。

次に述べる事は白か黒かの決定に関係がありそうな幾つかの要素を述べたものであり，これまで技術資料に多岐にわたって述べられてきた技術者の経験に基づいたものである。

1. 設 計

過去において幾人かの技術者が，重交通道路にはアスファルトよりもコンクリートのほうが優れていると考えた原因の一つは，コンクリートスラブの設計に用いられている数学的手法の優位性にあった。これに対しアスファルト構造物の設計は，つい最近まで各々の地方特有な経験的方法によっていた。長年月の研究の後，数学的手法がアスファルト舗装の設計に適用できるような方法が現在開発されており，正当性が認められ採用されるようになってきた。

1963年，シェルグループによって導かれた方法の一つは，理論的な応力分布と多層構造のヒズミに基づいたものであり，荷重下に生じる応力とヒズミが構造の境界点において許容限界内にあるようにいろいろな層厚が計算されている。これからみると，剛性舗装の理論的設計の考え方は大半が架空のものであることが指摘される。なぜならば，計算においては Westergaard の解析方法を用い，実際にはそれを使えるように実験的に修正したものであるからである。これは，剛性舗装の実用性状が，設計荷重よりもむしろ材料中に起こる温度応力に大きく左右されるという事実によるものである。

ジョイントに生じるソリは走行性が悪くなるばかりでなく，スラブのコーナーに過度の荷重を生ずる結果になる。この問題を軽減する一つの方法として，4"から6"の厚さでアスファルトのオーバーレイをする方法が取られて

きた。しかしながらこの場合，リフレクションクラックが生じやすく，また，この方法で両方の材料を使用すると建設コストが高くなる可能性がある。

2. 建 設

タワミ性舗装の利点のひとつは，建設工事が気候の条件によって影響される度合いが少ないということである。比較的悪天候でも，また相当低い温度の作業でも問題は生じない。天候，温度によって工事が遅延する場合が，しばしば工事のコスト高の要因になる。またそのほかにも，アスファルト舗装は舗設後ただちに交通に開放でき，コンクリートの養生時間のような問題はない。これは，交通の停滞が最小であるということの意味し，さらに建設工事の交通に道路の下層を使用することができ（上層路盤），臨時の出入り道路を作る必要がない。アスファルトが上層路盤に用いられると，その路盤を完全なフォーメーションに作ることができ，下層路盤を有効に使うことができる。このような時間的な調節はコンクリート施工では実行できない。たとえば，橋梁などは工事が始まる前に完成していなくてはならない。

他方，アスファルト処理材料の舗設は，長期間にわたって舗設することができ，部分的に未完成のため連続して施工できない構造物間の孤立した部分の必要な箇所でも施工可能である。

セメントコンクリート舗装には多種類の機械を必要とし，それぞれの機械は単独で採用され融通性がない。したがって，経済性や維持費等に関してもアスファルトのほうが優れている。

もう一つの問題点は，路床と下層路盤の均一性である。完全な均一性を得るのはむずかしいことで，そのために剛性舗装に亀裂を生じることがあるかもしれない。これに対し，タワミ性舗装はたとえ沈下を生じてても容易に補修できる。

セメントコンクリート舗装は最近，スリップフォームの導入によって剛性舗装技術に非常に貢献しているが，鉄筋コンクリートが使われる場合には特に多くの問題が残っている。それに反し，普通のアスファルトフィニッ

はもっと柔軟性があると思われる。すなわち、大規模な、新規の舗装工事に用いないときには、小さな仕事や補修工事に用いることができる。さらに必要なときには、2台またはそれ以上のフィニッシャーで（ホットジョイント）一度に、また道路のいかなる幅をもカバーすることができる。ドイツでは特殊な全幅舗装機械が使用されている。これは労働者を少なくしようとする場合に有効である。

現在厚いリフトで舗設する傾向があり、アスファルトの多層舗設は少なくなってきた。この技術は締固めを容易にしている。なぜなら、厚い層が舗設されると混合物の中に余熱が残るからである。これは締固めを改善するのみならず、締固めの時間効率を相当良くする。

タワミ性舗装の他の利点は、ステージコンストラクションが可能なことであり、常に現時点での交通量に見合った舗装ができる。交通の傾向を正しく見積るのは非常に困難なので、ステージコンストラクションを行わない場合は出来上り舗装がオーバーデザインになる可能性があり、不経済である。

3. 実用性状

道路建設の傾向に影響をおよぼす実用性状の例は、ドイツの主要道路建設についての考え方で示される。1939年以前には、ほとんどの主要道路（またはアウトバーン）は100%セメントコンクリートを用いて作られた。これに対し、現在ではこの種類の道路の建設においては相当な率がタワミ性舗装であり、そのほとんどすべての場合が路盤、摩耗層にもアスファルトを用いた重アスファルト構造である。

多くの技術者が、タワミ性と剛性設計の比較をする目的でアメリカにおいて行なわれたAASHO道路試験の結果を用いているが、この結果を解釈するうえには注意しなければならない点がある。すなわちこの試験の計画における初期の目的（タワミ性、剛性舗装のこわれかたが同率でなければならない）が果たされていないという点である。またそのほかにも、現在のアスファルトベース建設をじゅうぶんに代表する構造が考えられていなかったことである。さらに、タワミ性舗装の実用性状は、粒状路盤の融雪期間における性質によって支配された。

これらの要素はさておき、この試験に急速性をもたせたことはアスファルト舗装には不利と考えられ、反面セメントコンクリートにいちばん問題になる温度応力が、2年間という短期間のために極少化された点に問題がある。AASHO道路試験に用いられた評点は中程度の悪化を基準としている。そして、アスファルト舗装が徐々にこわれるに比して、コンクリート舗装は急激に悪化する

傾向があるので、急速試験におけるこのような判定方法では剛性舗装が優れているという傾向が出てくるのである。AASHO道路試験は急速タイプであるのに対して、他の国々の試験（たとえばイギリスの道路研究所のような）は長期間にわたる重交通下で広く行なわれており、最近のアスファルト路盤の利点は世界中で広く認められている。

増加する荷重と重車両のタイヤ圧のもとで満足な供用性をもつアスファルト表層の能力について過去にいくらかの問題が想定されたが、実際の経験によればアスファルト表層はこれらの点に対し非常に良いということが示され、たとえば飛行機荷重や自動車道にかかる5倍のタイヤ圧にも耐えうるということが示されている。AASHO試験から導かれた興味ある結果の一つは、荷重が単軸よりも複軸でかかったときタワミ性舗装により得られる利点が大きかったということである。剛性舗装にはそのような利点は見られなかった。重車両の傾向として多軸荷重が用いられるので、一般にタワミ性舗装は剛性舗装よりも優れている。

4. 維持補修

2つの舗装に対する日常の維持費に関しては、コンクリートの補修はむずかしく、かつ経費高になることはもちろんであるが、単に労力と材料費だけを考慮しても比較することができる。アスファルトは簡単に手早く施工できるのでに対し、コンクリートは舗設と養生の時間が必要で、道路または車線を閉鎖したとき相当な交通混雑を生ずる。さらにコストの観点から見たとき、工期の遅延は大きな問題である。いうまでもなく、このような問題は費用分析にはほとんど考慮に入れられていない。入れられたとしても見積者の推測にすぎない。特にイギリスの自動車道において、縦目地の補修のために3車線のうち2車線が閉鎖され、交通を維持することが非常に困難であった。将来の交通量の過密化をなくする方策として路肩の強化が考えられているが、これは重交通3車線のセメントコンクリート道路を良好な状態に保つためには、4車線が必要であるということを暗に示すものである。

剛性舗装の特殊な問題は、舗装が非常に危険な状態になったときいかにして修理するかということである。比較的良好な状態におけるコンクリート舗装にアスファルトでオーバーレイを行なうのは良い結果を与えるかもしれないが、目的そのものからいうと適当ではない。飛行場や道路の経験から、最良の方法はセメントコンクリートを完全に砕いてアスファルト表層、基層の下に、タワミ性粒状路盤として用いることである。セメントコンクリ

ートの欠けた部分やぼろぼろになった部分を補修するには、非常に高価なエポキシやポリサルフェイド固結混合物を用いてはじめて可能である。そしてまた、剛性舗装の目地においては常に補修を行わなければならない。

5. 道路の改良

現在のタフミ性舗装が、より重交通荷重に対抗できるように強化する目的で、薄いアスファルトオーバーレイを用いるのはごく普通の方法である。建設時点においては重交通が予測できない場合もあるし、経済的な理由で初期の設計におり込むことができない場合もある。道路の格上げ（構造的に）やその不透水性の改善は別として、走行表面をよみがえらせる。これは次の項目でわかるように、安全性の点からも重要なことである。

6. スペリ抵抗

スペリ抵抗は高速交通において、現在最も重要なものである。この観点からみると、高速交通では荒い表面性状が必要であり、低速交通においては細粒表面組織が必要である。どちらの場合でも、また特に低速交通では、骨材のスリヘリが大きな要素になる。そのため、特殊なすりへらない骨材を用いることが望ましく、表層の設計においては、摩耗が少なく道路耐用期間を通じて新しさを失わない骨材表面が保持されるようにすることが望ましい。

7. 照明と道路標識

技術者の中には、セメントコンクリート舗装は光の反射に非常に効果的だという利点を持っていると考える人もいるが、そのことは表面のざらつきから生ずる問題のためにかえって不利な点であると考えられる人もいる。光線表面反射により増大する必要があるということは別として、そのような表面は道路のマーキングが非常に困難になり、むしろ反射効率の悪いほうが反射の良いものにまさる場合もあるので、一概にいけない。これはセメントコンクリートを主張する人々にも、ある程度認められている。それで、添加剤（たとえばカーボンブラック）をセメント混合物に加えて色を黒くする試みが時々とられている。またアスファルト表層は、最初は黒いけれども、重交通条件のもとで骨材の色がだんだん表面に現われ、安全走行に最も良い状態になっている。

8. 融雪塩

セメントコンクリートに融雪塩を使うと、表面が断片状にはげ、鉄筋の露出といった悪影響があるため大きな問題が生ずる。この問題はAEコンクリートを使うことに

よりある程度改良することができるけれども、このような問題が生じてくるので、イギリスの運輸省では新しいセメントコンクリート表面にはすべて融雪塩を使わないように勧めている。これはアメリカにおいても相当深刻で、セメントコンクリートを保持し、またこの問題を改良するために非常に高価なエポキシ表面処理をおこなう必要があるとしている。

9. 騒音

最近フランスで出された、アスファルトとセメントコンクリート表面の騒音程度を研究した報告書によると、アスファルト表面は非常に良好である。

10. アスファルト舗装の将来の傾向

プラントを大きくし、新しいフィニッシャを用い、厚いリフトで施工すれば費用を相当節約することができるので、これらの大型機械を最も有効に利用するためには全厚アスファルト施工にする傾向がある。すなわち、路床がアスファルトの締固めにじゅうぶんな強度を有する場合には、路床の上に直接アスファルト舗装を舗設することができる。理論的設計と施工経験から、粒調路盤に比しアスファルト層を厚くすることによって舗装は良くなることがわかっている。また、全厚をアスファルト舗装とした場合の厚さを求めるため、非常に便利な設計図がすでに準備されている。

アメリカでは過去の経験から、粒調路盤層を除けば路盤に水がたまることによる破壊の危険が少なくなると同時に排水にそれほど注意しなくてもよくなり、春季雪どけによる被害、および建設の遅延が少なくなるといわれている。路肩をアスファルトで作る、すべてを表層と一体となったアスファルト構造物に作り上げるのが望ましいということが強調されるゆえんである。

この方法でセメントコンクリートハンチを作るとしばしば弱化の原因となり、歓迎されない。完全に不透水層にすると、重交通部分で最も傷のつきやすい端部を保護する利点がある。このような構造にして厚いリフトでアスファルトを舗設し、路盤層、基層両方に同じ混合物を用いれば相当な節約をすることができる。

11. 総費用

過去において、2つの舗装構造の費用を比較しようとする多くの試みがなされてきたが、信頼性のある正確な資料の入手が困難で、そのほとんどが結論を得ることができなかった。長期間にわたる記録の中には不完全なものが数多く含まれており、その典型的なものとしてはコンクリート道路の Resurfacing や維持を目的としたアス

ファルトの記録などである。

一つの例外として、1961年にスタンフォード研究協会によりなされた研究によれば、アメリカの20の異なる州の重交通道路について初期費用、最初の Resurfacing の費用、年間維持費、初期および投下資本の金利等を考えて注意深く選びだすことにより資料整理の困難さを克服し、40年間の資料を解析した結果によると、アスファルト舗装の1マイル当りの年間費用が、20州のうち19州でセメントコンクリートよりも少ないということがわかった。1州で逆に高い費用がかかっているのは、必要以上にアスファルト構造がとられたことに起因している。

道路の寿命は、費用を検討する場合重要な一面であるが、その期間を長くしようとする注意が払われるべきである。剛性舗装で50年以上も良好な状態を維持するように要求される場合もあるが、これはむしろ経済的にみると妥当なものとはいえないであろう。これから50年先の交通量を予言する技術者や計画者はまずいない。まして初期費用に関して、その経済効果を見視した建設を考える人はいないであろう。

以上述べたことに関連してタワミ性舗装の主な利点の一つは、オーバーレイによって定期的にしかも簡単に強化でき、実際の交通により直接的な費用をはじくことができるという点である。

12. 補 遺

アスファルト舗装とセメントコンクリート舗装の違いは、簡単に“剛性”と“タワミ性”ということばで代表されている。アスファルト舗装は建設された当初よりそれが受ける気象条件下で供用性、改良、維持も含めて完全タワミ性を持つことで特徴づけられるが、セメントコンクリート舗装は改良と維持に相当な制限がある。剛性舗装に特有な不利な点はコンクリート技術者の間でも認められているが、彼らは積極的に不利な点を少なくすべく努力しており、すでに建設技術の改良が相当進展している。

(訳者) シェル石油(株)土木建設部開発課 森沢記夫
牛尾俊介



☆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
(いろは順) 本会編集部会
アスファルト 第11巻第64号 昭和43年10月発行
社団法人 日本アスファルト協会 発行人 森口喜三郎
東京都中央区新富町3～2 TEL東京(551) 1131

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) 2 2 1 1
丸善石油株式会社	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	東京都港区芝罘平町1	(501) 3 3 1 1
日本石油株式会社	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	東京都千代田区霞が関3の2の5	(580) 0 1 1 1
昭和石油株式会社	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)	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	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	東京都千代田区永田町2の11の2	(580) 3 7 1 1
三共油化工業株式会社	市川市新井 41	(57) 3 1 6 1
三和石油工業株式会社	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	東京都千代田区竹平町1	(213) 2 2 1 1

☆ディーラー☆

● 関 東

朝日瀝青株式会社	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	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	東京都港区芝浦2の4の1	(453) 2 2 3 1	シ エ ル
富士鉱油株式会社	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	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	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	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	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	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	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	東京都新宿区矢来町 111	(260) 0 7 1 1	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) 5 3 3 1	シ エ ル
瀝青販売株式会社	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	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	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	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	東京都港区新橋1の13の11	(591) 9 2 0 7	昭 石

社 団 法 人 日 本 ア ス フ ァ ル ト 協 会 会 員

東 新 瀝 青 株 式 会 社	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	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	東京都新宿区新宿 1 の 54	(352) 0 7 1 5	三 石
東 生 商 事 株 式 会 社	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)	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	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	東京都中央区八重洲 5 の 7	(281) 1 1 7 5	三 石
梅 本 石 油 東 京 営 業 所	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	東京都港区赤坂 3 の 21 の 21	(582) 6 4 1 1	昭 石
京 浜 鉱 油 株 式 会 社	横浜市鶴見区向井町 4 の 87	(521) 0 6 2 1	三 石
● 中 部			
朝 日 瀝 青 名 古 屋 支 店	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	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	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	名古屋市中川区富川町 3 の 1	(361) 3 1 5 1	丸 善
株 式 会 社 三 油 商 会	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	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	名古屋市中村区広井町 3 の 88	(561) 3 5 1 1	三 石
ビチュメン産業高岡営業所	高岡市大手町 16 の 8	(3) 6 0 7 0	シ エ ル
● 近 畿			
朝 日 瀝 青 大 阪 支 店	大阪市西区南堀江 5 の 15	(531) 4 5 2 0	大 協
枝 松 商 事 株 式 会 社	大阪市北区葉村町 78	(313) 3 8 3 1	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) 5 1 5 9	富 士 興 産
平 和 石 油 株 式 会 社	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	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	大阪市北区絹笠町 20	(361) 7 7 7 1	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) 8 0 7 3	丸 善
三 菱 商 事 大 阪 支 社	大阪市東区高麗橋 4 の 11	(202) 2 3 4 1	三 石
中西瀝青大阪営業所	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	大阪市東区北浜 4 の 19	(231) 3 4 5 1	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) 0 4 4 1	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) 1 5 5 1	昭 石
千 代 田 瀝 青 株 式 会 社	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	大阪市東区平野町 1 の 29	(203) 4 1 7 1	丸 善
梅 本 石 油 株 式 会 社	大阪市西区新町北通 1 の 17	(531) 9 0 6 4	丸 善
山 文 商 事 株 式 会 社	大阪市西区土佐堀通 1 の 13	(441) 0 2 5 5	日 石
正 興 産 業 株 式 会 社	西宮市久保町 2 の 1	(34) 3 3 2 3	三 石
北 坂 石 油 株 式 会 社	堺市戎島町 5 丁 32	(2) 6 5 8 5	シ エ ル
株 式 会 社 小 山 鉱 油 店	神戸市生田区西町 33	(3) 0 4 7 6	丸 善
● 四国・九州			
入 交 産 業 株 式 会 社	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	福岡市上辻の堂町 26	(43) 7 5 6 1	シ エ ル
畑 鉱 油 株 式 会 社	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◎

第17回アスファルト・ゼミナール開催のお知らせ

主 催 社団法人 日本アスファルト協会
協 賛 社団法人 日本アスファルト乳剤協会
後 援 愛知県道路舗装技術研究会

- [1] 開催日時 昭和43年12月10日(火) 午前9時～午後4時30分
[2] 開催場所 名古屋市公会堂 4階ホール
[3] 参加人員 800人(会場の都合により限定)
[4] 参加費 1,000円(テキスト, 弁当含まむ)
[5] 主題と講師

- | | | | |
|--------------------------|---------------|-----------|-------------------------|
| 主催者挨拶 | 日本アスファルト協会々長 | 森 口 喜 三 郎 | 9.00～9.10 |
| 1. 建設省挨拶 | 建設省道路局 | 未 定 | 9.10～9.30 |
| 2. 最近の各国のアスファルト舗装の設計について | 名古屋大学工学部助教授 | 植 下 協 | 9.30～10.30 |
| 3. 舗装要綱から一品質管理, 検査等について | 建設省土木研究所舗装研究室 | 松 野 三 朗 | 10.30～12.00 |
| 4. アスファルト乳剤の安定処理について | 東京都土木技術研究所 | 岩 瀬 正 | 13.00～14.00 |
| 5. 東名高速道路の安定処理工法 | 日本道路公団東名高速道路部 | 近 藤 正 | 14.00～15.00
(休憩 10分) |
| 6. 簡易舗装の現状 | 建設省道路局地方道課 | 高 見 博 | 15.10～16.30 |

☆ 本年度の講習会は上記の通りの内容にて開催致します。皆様の御参加をお待ち申し上げます。

☆ 参加申込み方法

ハガキにて下記の通り記載し, お送り下さい。

- (1) 第17回ゼミナール参加申込み
- (2) 参加者の受付区分(別項A～Eを参照のこと)
- (3) 参加者の所属名(官庁, 会社何課)とその住所
- (4) 参加者の氏名(2名以上の場合は参加代表者氏名とその合計数にて可)

☆ 参加申込先

郵便番号 104 東京都中央区新富町 3-2 石油会館内

日本アスファルト協会17ゼミ係

★ 参加申込期限 本年11月25日まで到着のこと

☆ 参加者の受付区分

- A=建設省, 公団関係, 北海道開発局
B=都道府県庁
C=市(区, 町村)役所
D=民間業者
E=大学, アスファルト業(石油会社含む)
およびA～Dに該当しない方

★ 御注意

参加申込まれた方へは特に御通知を差し上げませんので, 当日会場へ御来車下さい。