

アスファルト

第5巻 第26号 昭和37年6月4日 発行

ASPHALT

26

社団法人 日本アスファルト協会

ASPHALT

目 次 第 26 号

淀川アスファルト護岸施行報告	佐 藤 正 八	2
——特にサンドアスファルトについて——		
名神高速道路舗装工事について	木 村 保	10
——主として設計について——		
ファイラーとしての石綿	河 内 稔 典	19
アスファルトの附着性について・その3	西 川 栄 三	19
アスファルトの附着性について・その3	C・D・ハリス	22
Introduction to Asphalt・連載第13回	大 島 秀 信	25

読者の皆様へ

“アスファルト”第26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，皆様方の御便宜を計ろうと考え，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

ASPHALT

VOL. 5 No. 26 June 4. 1962

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

Editor・Isamu Nambu

淀川アスファルト護岸施工報告

— 特にサンドアスファルトについて —

佐 藤 正 八

I 概 説

この報告は建設省淀川工事事務局企画による大阪府枚方市出口地先に於ける淀川左岸堤防のアスファルト護岸の施工報告で、昭和36年7～8月に第一期工事、昭和37年3月に第二期工事が行われ、工事の内容は(表-1)の如くである。標準断面図は(図-1)の通り。

表-1 淀川アスファルト護岸工事内容

期別 工種	工 事 数 量	
	第 一 期	第 二 期
土工	10,075m ² (堀削, 埋戻, 除草, 残土処理)	4,392m ² (同 左)
基礎工	(下層基礎工) (砂補足) —	下層基礎工 土砂(山土) 平均厚15cm 4,392m ²
法覆工	上層基礎工 切込砂利 厚10cm 9,750m ²	上層基礎工 碎石(50~0) 平均厚10cm 4,392m ²
法覆工	基層工 サンドアスファルト 厚 7 cm 9,750m ²	基層工 サンドアスファルト 厚 5 cm 4,392m ²
表層工	表層工 修正トベカ 厚 5 cm 9,750m ²	表層工 修正トベカ 厚 5 cm 4,392m ²

この護岸の目的は既設コンクリート・ブロックによる低水位護岸に接続して、高水位法面に表小段(勾配1:6)巾15mのアスファルト系法覆工を施工し、出水時の漏湧水のための裏法面崩壊を防止せんとするものである。

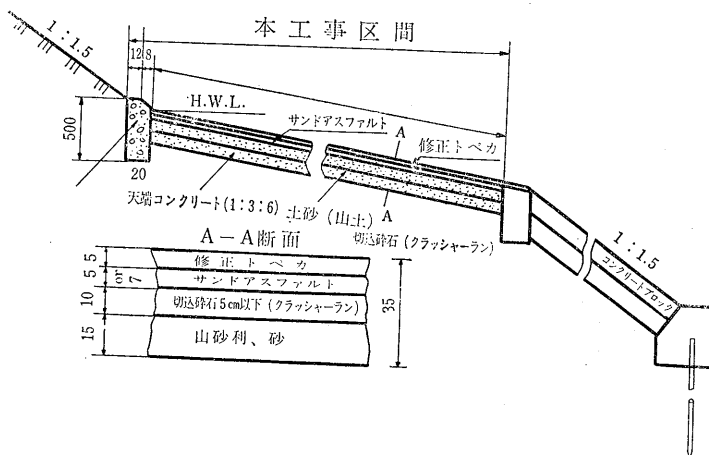
アスファルト系舗装の基層としてサンドアスファルトを選択した理由は主として安価に出来るからで、又表層に修正トベカを採用したのは防水を主眼としてである。

以下に、その施工の概要、品質管理及び本工事に於い

表-2 アスファルト混合物の示方配合

名 称	サンドアスファルト基層	修正トベカ表層
骨材 篩の寸法 20(mm)	篩通過重量(%)	篩通過重量(%)
13	—	100
10	100	85~100
5	85~100	65~ 80
2.5	70~ 95	50~ 65
0.6	20~ 80	25~ 40
0.3	10~ 60	—
0.15	5~ 40	10~ 20
0.074	0~ 10	3~ 10
アスファルト量 混合物全量に対し	針入度60~80 5 %	針入度60~80 9 %

図-1 標準断面図 S=1/40



ての問題点を述べ、諸賢の御参考に供する次第である。

なおサンドアスファルト並びに修正トベカの示方配合は(表-2)の通りである。

II 施工について

1 土 工

まづ在来法芝面を剥ぎとり、除根を兼ねて表面不良土を堀削捨土した。この地帯は大部分は雑草地でその根入深さは20~30cm位でこの部分は出来るだけ完全に除去する様努めた。然し所々に葎の小群が点在しこの根の深さは1~2mで、この部分は特に注意して伐根に努めたが、深部の根の除去は殆んど不可能であった。表土の剥ぎとりはモーターグレーダー及びブルドーザーショベル等を用い

た。そのあとを人力を以って雑草の根を拾い集め、地均しし、第一期工事ではマカダムローラー及びソイルコムバクターで、第二期工事ではタイヤローラーで締め固めを行った。締め固めによる堤体の沈下は10~12cmであった。堤体は真砂土系の砂質土壌で、その締め固め効果は大いに自然含水比によって左右され、第一期工事では多雨期の輻圧となった為路床面の支持力値は $K_{90}=4.7\sim5.7\text{kg/cm}^3$ (衝撃式) であり、又第二期工事では連続晴天に恵まれた為路床土の自然含水比も6%程度であって、この土壌のO.M.C. 7%以下で輻圧出来たので支持力値も大いに上がり $K_{90}=7\sim10\text{kg/cm}^3$ であった。これは又タイヤローラー輻圧の効果も大きいものと考えられる。然し冬季の輻圧では路床面の霜のためにローラーがスリップをして輻圧困難となり、霜の融解を待ってから輻圧しなければならないことが屢々起った。

2 基礎工

第一期工事では下層基礎工は施工当初には予定していなかったが、実際施工した結果、作業期間中に蒙った集中豪雨や洪水のための路床上の一部流失や輻圧による堤体の沈下等から規定の施工面まで盛土が必要となった。盛土量は約1,500 m^3 であるがこの量を節減するには在来の堀削深さを浅くしなければならないが、これは雑草の根と表土の腐蝕土を除去する関係からどうしても一定深さ迄の土は除去する必要があるので、盛土を余儀なくされた。盛土材料としては最低廉な現場の川砂を以って行った。この砂は単粒の粗目の砂でバインダーを含まないので最終的な仕上げ輻圧は困難なため、表面には山砂利を敷均して輻圧を行った。第二期工事では盛土を始めから予定して下層基礎工として15cm厚さの土砂の層を施した。使用した土砂は高槻市服部地方で採取せる25mm以下の砂利を約50%程度含んだ山土砂で、その自然含水比は約5%、最適含水比が約8%のものであった。この材料の粒経加積曲線はアスファルト舗装要綱P.3の路盤材料粒度範囲内に入り、ほぼその下限に位する粒度のものである。下層基礎面で得られた支持力値は第二期工事で $K_{90}=12\sim15\text{kg/cm}^3$ であった。(第一期には盛土面でKの値を測定しなかった。)

次に上層基礎工でも第一期工事の河川切込砂利のみでは結合材が乏しいので、特に斜面に於ける早期の締め固めは困難なので、大阪府国産の山砂利を用いた。この粒度は服部産より粗目の砂利で40mm以下の砂利を約60~70%含有するものである。輻圧後の支持力値は $K_{90}=10\sim20\text{kg/cm}^3$ (平均12.64) が得られた。第二期工事では大阪府三島郡島本町広瀬にある建設省直営砕石工場よりのずりの官給をうけ、これをクラッシャーで破碎して上層基礎材料とした。破碎クラッシャーランの篩分析表

は(表-3)の通りである。

表-3 クラッシャーランの篩通過百分率(粒度)

篩通過 の寸法 (mm)	50	40	20	10	5	2.5	0.6	0.3	0.15	0.075
篩通過 百分率 (%)	100	89.2	74.5	58.0	45.2	33.5	24.1	16.5	11.1	4.9

この材料での上層基礎工支持力値は $K_{90}=18\sim27\text{kg/cm}^3$ (平均21.7 kg/cm^3) で、第一期工事に比べて非常に高い支持力を得た。これは基礎を構成する材料が良質になったことや、路床、基礎の締め固め時の含水比がO.M.C.に近い条件であったこと、及びタイヤローラーの効果等によるものと考えられる。

3 サンドアスファルト基層

基層舗設に先だって、プライムコートとして第一期工事では常温タール(2号)を2 kg/m^2 の割合で行い、第二期では針入度120~150のストレートアスファルトを散布した。結果からみて後に続くアスファルトフィニッシャーのクローラー走行時の剝離が少くよく基礎面に滲透する点から云えばタールの方が望ましい。骨材は10T~15T/Hのバッチ式アスファルトプラントにて加熱混合を行い、合材は5tonダンプトラックで現場に運搬し、舗設はTK-6型のアスファルトフィニッシャーで施工した。輻圧は第一期工事では10屯マカダムローラー、6屯タンデムローラーを用い、試みにタイヤローラー輻圧も行ってみた。第二期では、タイヤローラー及び8屯マカダムローラーを使用した。舗設の方向は勾配の方向と直角の河流に平行して勾配の低水位側から逐次一列ずつ施工した。アスファルトフィニッシャーやローラーが絶えず1:6の勾配(約9.5°)に傾いて走行するので、機械に相当に無理がかかり、故障が多発するのではないかと考えられたが、実施の結果から次の様なことが分かった。

(イ) アスファルト・フィニッシャーでは操舵のために左右についているステアリングクラッチのうちで勾配の低い方の側のクラッチに荷重が片荷となって集中されるので、合材を積載せるダンプトラックを押しながら施工することは、クラッチがすべって動かなくなるので、5~6屯の合材を三回位に分けてフィニッシャーに投入し、フィニッシャー走行中はダンプトラックはフィニッシャーを離れた位置で待機する必要がある。エンジン潤滑油の不循環等の故障は皆無であった。

(ロ) タイヤ・ローラーでは殆んど支障を認められなかった。但し試験的に河流の方向と直角に下から上に輻圧して見た所、始動時にはエンジンを加速して高速運転を行う必要があり、このために舗装面がタイヤの空

廻転で甚だしく損傷されるので、この方向の輾圧ではやはり別の動力による牽引が必要であると考えられる。マカダムローラーでは、ギヤーの潤滑油を最低線迄入れると傾いた低い側のオイル面はファイナルドライブギヤーのシャフトの面迄上る為に輾圧中にオイルがそのシャフトから漏洩した。機種が変わると構造も変わるので一概には言えないが、傾斜の姿勢で輾圧出来る勾配は約10°位が限度である様に思われる。然しその他の故障は認められなかった。

(イ) ダンプトラックについては、5屯積載のものを用いたが、積載制限荷重以上に過積すると合材を卸す場合に車体と積荷せるボックスがねじれて非常に無理がかかるので、制限以上の過積は好ましくない。

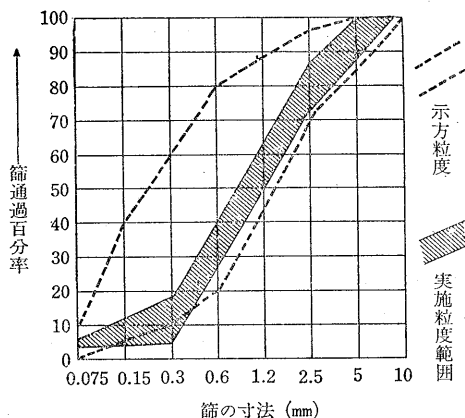
さてサンドアスファルトは本質的に安定度が低いので一般的な舗装用アスファルト混合物の輾圧とはその様相を異にしている。即ち一般的な輾圧開始温度の80°C~110°Cの如き高温では勾配の低い方に合材が皺寄せされ、又ローラーの輪帯で縦方向に深く剪断されて、均一な厚さの輾圧仕上は困難なばかりでなく縦方向に大きな亀裂を生ずるので、サンドアスファルトでは比較的安定度の高くなった低温時に開始しなければならない。第一期工事は酷暑時のために、舗設した合材は日中殆んど60°C以下に冷却されることがなく、夜間又は翌朝輾圧となることが多かった。又一度仕上がったサンドアスファルトは、法面が南面して直射日光をうけるために舗装温度が上昇し60°C以上となり、翌日ローラーが通ると再びローラーマークを生ずる様な状態であった。日中の舗装体の温度上昇については、別項で後述することにする。斜面に於ける輾圧適当温度はサンドアスファルトでは40°C~50°Cであった。第二期工事では寒冷時の施工で、120°C位で現場に搬入されたアスファルト合材は風の強い日では30分位、暖かい日和でも2時間位で40°C~50°Cとなり輾圧を開始した。タイヤローラーはマカダムローラーよりも高温側(+10°C)で輾圧することが出来、且つ輾圧結果は前者の方が宜しい。

次に舗装の厚さは第一期では7cm、第二期では5cmであるが、厚さの変化による工法的な変化は認められなかった。又一日当りの舗設面積は第一期、第二期共平均約600m²の割合であった。

4 修正トベカ表層

第一期工事で一番問題となったのはサンドアスファルト基層上をアスファルトフィニッシャーを走らせることであつた。前述の通り基層は日中には軟化しフィニッシャーを停止すると、走行クローラーが基層内にめりこんでゆくので、午前10時頃迄はフィニッシャーの使用も可能であつたが、それ以後は不可能となり、人力舗装に切

図-2 サンドアスファルトの粒度範囲



り替えた。又表層は水密性を要求されるので空隙を少く密度を高くする必要から仕上後3~4日に亘って適当温度をみて輾圧を続行した。修正トベカ合材は安定度が高いので、高温で輾圧開始出来る筈であるが、斜面に於ける輾圧となると前述の如きローラーの片荷のために起る合材の異常な滑動や剪断のために、亀裂を生ずるので、やはり低温輾圧を余儀なくされた。恐らく牽引等の方法によって片荷にならない状態で輾圧可能であれば、より高温で輾圧開始出来ると思われるが、本工事に於ては、50°C~60°Cの温度で輾圧した。然し第二期工事では基層温度が冷えているので、アスファルトフィニッシャーで完全に舗設出来たが、輾圧の温度は第一期同様50°C~60°C迄下がるのをまたなければならなかった。又この場合でもタイヤローラーによる輾圧の方が締め固めの効果がより大きい。施工ジョイント部の圧密には特に留意し一体となる様入念に施工して水密ならしめる様努力した。

基層と表層間のタックコートはストレートアスファルト(針入度120~150)を1kg/m²の割合で使用した。

III アスファルト混合物の品質管理試験

A サンド・アスファルト

サンドアスファルトは企画の当初は現地産の安価な材料として現場にある淀川砂及び生駒産の真砂土の2つを取り上げて検討された。淀川の砂は粗目で単粒であるし又生駒の真砂土は割合連続した粒度をもっているが、いささかシルト質の土壌を含み且つ共に花崗岩系の岩石の風化した石英雲母質の鉱物を多量に含んでいるので、従来舗装用コンクリート骨材としては、あまり歓迎されないものであり、又アスファルトの親和性もあまり良くない

いと考えられて来た。そこでこれら材料を扱ったサンドアスファルトの予備試験に於ては、特にアスファルトに剝離防止添加剤 (Anti-Stripping Additives) を添加することとした。

配合はアスファルト5%, 石粉5%, 砂90%で混合した。日々の篩分け試験データから、実施されたサンドア

スファルトの粒度範囲は(図-2)の範囲内のものであった。

品質管理試験としては、骨材篩分け試験、マーシャル安定度試験、アスファルト抽出試験及現場密度試験を日々行った。日々のデータは割愛し(表-4)に測定データの平均値を示す。

表-4 サンドアスファルトの性状試験表

工事 区分	試 験 値	アスファルト 混合率 (%)	密 度		空 隙 率 (%)	飽 和 度 (%)	安 定 度 (kg)	フロー値 (1/100cm)	摘 要
			理 論	供 試 体					
第Ⅰ 期事	最小値~最大値	4.8~5.2	—	1.89~2.02	14.0~19.5	32.3~41.7	48~88	10~20	—
	平 均 値	5.0	2.35	1.974	15.4	37.8	66	15.0	供試体 51コの平均
第Ⅱ 期事	最大値~最小値	—	—	1.87~2.04	13.6~20.9	30.0~42.2	50~133	12~17	—
	平 均 値	5.0	2.35	1.974	16.0	37.7	91	15.3	供試体 24コの平均

(註1) 現場密度及び締め固め度の平均値は次の通り、

(第一期) 密度=1.953 締め固め度=98.4%

(第二期) 密度=1.933 締め固め度=98.0%

(註2) 供試体の締め固め回数は第一期工事では35回、第二期工事では75回を採用したので、両者を同一レベルで比較は出来ないが、偶然に安定度を除いてはほぼ同じ値となった。理論的には打撃回数を増加すると、密度安定度飽和度は増加し空隙率が減少するのが一般であるが、この様な結果が現場で得られたのは、第一期と第二期に於ける採取された砂の変化と現場に設けられた試験室に於いて、供試体取扱時の温度管理面で特に冬季供試体が急速に冷却するので、試験温度管理条件が夏季と異なることが影響していると考えられる。

B 修正トベカ

第一期工事の表層施工に先立って配合決定の為の予備試験を行った。試験配合は砕石の混合量を20%の場合(a)と30%(b)の二つの場合を比較してみた。配合表及びマーシャル試験の結果は(表-5)の通りで、安定度も600~900lbを得られたが、(b)型の砕石30%混入の型が空隙も低く安定度も大きいので、護岸用の混合物としては(b)型の配合を現場配合とすることにした。又(b)型では砂を粗砂(5~0.6mm)と細砂(2.5~0.3mm)を2:1の比率で混合したものを用いた。骨材の最大粒径は10mmとした。

現場に於ける日々の試験データから結論をとりまとめたものが(表-6)である。

表-5 予備試験配合並びに性状試験表(第一期)

名 称		(b)型	(a)型	摘 要
砕 石	5~10mm	18%	12%	高槻産
砕 石	2.5~5mm	12%	89%	同 上
砂	5mm~	51%	61%	粗目砂比重=2.51
石 粉		10%	10%	細目砂比重=2.59
アスファルト(60~80)		9%	9%	
見 掛 密 度		2.29	2.23	供試体3コの平均
空 隙 率		2.1%	5.2%	同 上
安 定 度		930lbs	637lbs	同 上
フロー値(1/100'')		14	14	

表-6 現場品質管理試験結果(修正トベカ)第一期工事

工事 区分	試 験 値	アスファルト 混合率 (%)	密 度		空 隙 率 (%)	飽 和 度 (%)	安 定 度 (kg)	フロー値 (1/100cm)	摘 要
			理 論	供 試 体					
第Ⅰ 期工事	最小値~最大値	8.9~9.1	—	2.21~2.24	4.7~6.3	75.7~82.7	242~371	25.4~34.1	供試体数 =9日× 3個=27
	平 均 値	9.0	2.35	2.232	5.0	80.0	325	31.4	供 試 体 27の平均

註 $\frac{\text{現場密度}}{\text{供試体密度}} \times 100 = \frac{2.226}{2.232} \times 100 = 99.7\%$

現場試験では試験室に於ける予備試験のb型の如き低い空隙率を得ることが出来なかった。これは適当な細粒砂を入手することが困難であったことに原因がある様である。

第二期工事では舗装の仕上面が流速に対してむしろ粗なる方が好ましいと云う建前から最大骨材粒径を15mmとし、その代り碎石量は第一期工事より5%減らして予備試験を行った。その配合は(表-7)である。

表-7 修正トベカ配合及性状(第二期)

配 合 表	性 状 試 験 値
碎石(15~5 mm)25%	見掛密度 2.226
砂(淀川指定地区)56%	空 隙 5.06%
石粉 10%	安 定 度 384 kg
アスファルト (60~80) 9%	フロー値 38.6(1/100cm)

現場で日々行われた管理試験の結果は(表-8)である。

なお第一期、第二期に於ける代表的な骨材

図-4 現場に於けるサンドピチューメン各時間に対する温度との関係グラフ

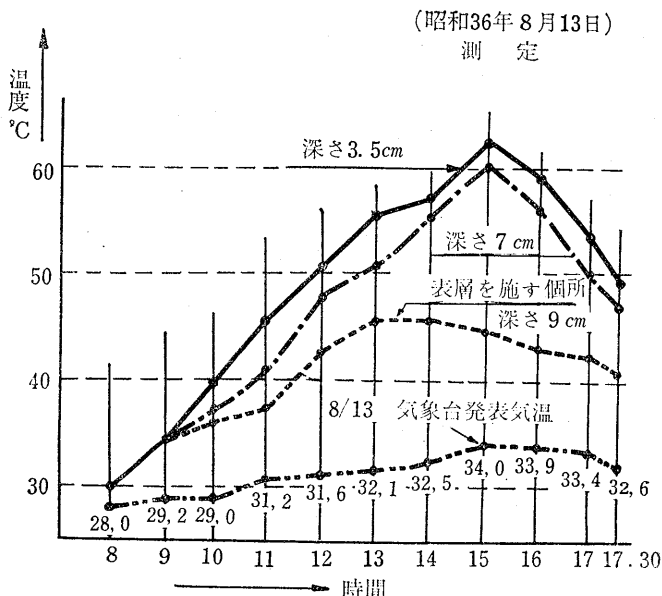
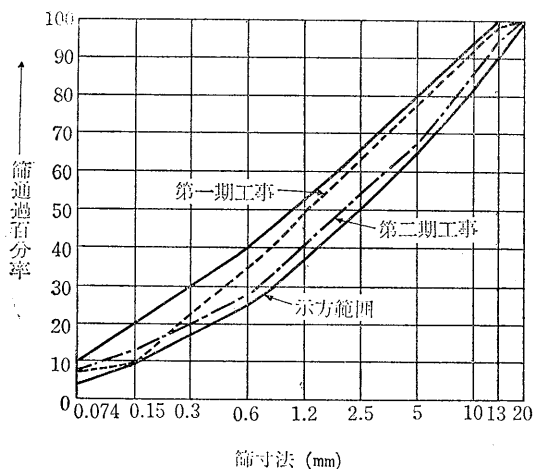


表-8 現場品質管理試験結果(第二期工事)

工事 区分	試 験 値	アスファルト 混合率 (%)	密 度		空 隙 率 (%)	飽 和 度 (%)	安 定 度 (kg)	フロー値 (1/100cm)	摘 要
			理 論	供 試 体					
第二期 工事	最小値~最大値	—	—	2.21~2.25	4.2~6.0	76.5~80.0	371~400	25.4~35.5	供試体数 18コ
	平 均 値	9.0		2.233	4.98	79.6	384	29	

註 $\frac{\text{平均現場密度}}{\text{平均供試体密度}} \times 100 = \frac{2.233}{2.233} \times 100 = 100\%$

図-3 修正トベカの粒径加積曲線



粒度曲線は(図-3)の通りである。

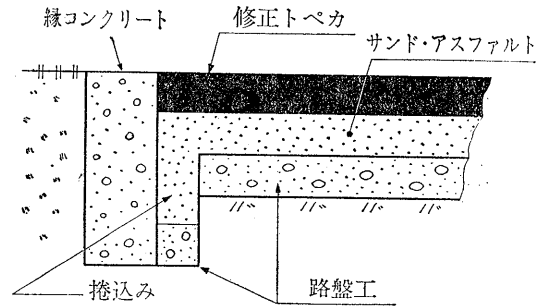
(表-6)及び(表-8)の結果から判断すると、第一期と第二期では配合が少し異なるが、供試体の性状はほぼ同様である。第二期の方が安定度がやや高く、又現場舗装体の締め固め度も、寒中施工にもかかわらずやや高かった。施工の結果からみると流水に対する護岸面の粗度を考慮に入れると第二期の配合の方がやや好ましいと判断される。

IV 本工事に於ける問題点について

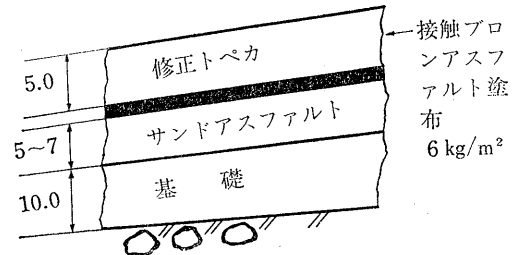
1 サンドアスファルトの高温時の輾圧と安定度について

これに関しては施工の項でその概説した所であるが、夏季の酷暑時(8月13日)に直射日光をうけた舗装体がどのような温度変化を示すかを測定した。

図一 6 舗装縁端部構造



図一 7 接触ブロンアスファルト防水層



視的には殆んど沈下や変形（タイヤマーク）は認められなかったが、一旦停止するとタイヤは徐々に舗装にめりこんでいった。以上のことからサンドアスファルトは高温安定度が低いので、表層として使用することは適当でない。アスファルト、砂の混合物を表層として用いる場合には安定度が400lbs 以上になる様に材質的に、粒度的に、配合的に改良されたものを用いる必要があると考えられる。（これらの改良は一般に価格の上昇をもたらす。）

次に考えられることは、修正トベカ 5 cm で被覆された場合のサンドアスファルトの最高温度は45°C 前後であるが、この温度に対応する安定度は（図一 5）から約350lbs である。サンドアスファルトが基層として用いられる時は、最悪の場合でも350lbs 程度を維持すると考えられ、この安定度の時堤防護岸の基層として受ける外力に対しては、まづ耐え得ると考えられるので、このローカル材料は基層として舗設される時に、ローコスト舗装として非常に有効な材料である。

又第二期工事では、サンドアスファルト上をアスファルトフィニッシャーを走行せしめて舗設が出来たのは、温度低下による安定度の増大の結果である。

サンドアスファルトの輾圧は工事経験者の最も苦勞する所であって、既に鍋田海岸堤防のアスファルト護岸や又最近発表された西独の Humburg 近郊に於ける貯水地法面のサンドアスファルトライニングに於ても、夏の昼間輾圧が不可能のため、夜間輾圧を行ったと報告されているのが注目される。

2 雑草発生防止について

堤防法面の舗装で雑草の発生は極めて厄介な問題である。ブラック舗装を施こされると、一般にホワイト系の

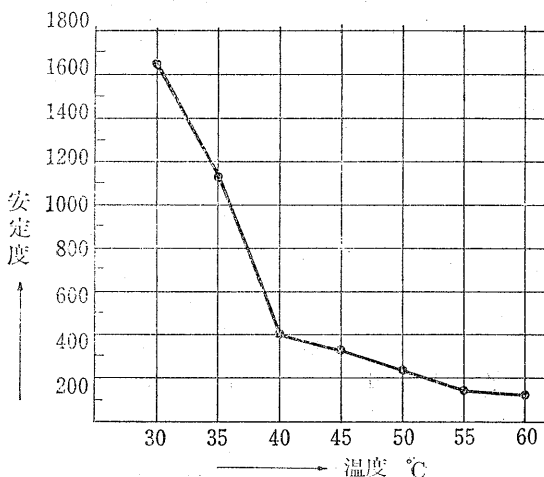
温度の測定箇所は修正トベカ表層施工前のサンドアスファルトのみの場合の舗装体の中央部（表面より深さ3.5cmの箇所）と底部（表面より深さ7cmの箇所）及び修正トベカ表層を施工された下部のサンドアスファルト基層の中央部（トベカ表面より深さ9cmの箇所）の三個所で午前8時から午後5時30分迄の間、1時間おきに観測を行った。その結果は（図一 4）の如くであった。

これによるとサンドアスファルトの舗装体の中央部の温度は日中午後3時にピークとなり最大68°Cとなった。又午後2時から4時迄の間は大体60°C 以上を示している。実際の表面温度はこれ以上に高いことは明らかである。普通舗装用アスファルト混合物の高温安定度を試験するのにマーシャル試験に於て試験温度を60°C で行っているが、これは普通の舗装体が真夏に上昇する最高温度として60°C と考えられているからであるが、日中に相当長い時間60°C 以上の温度に曝されることになるので斜面に於けるアスファルト舗装の試験温度は60°C なくて70°C 位に上げて考える必要があるのではないかと思われる。

又サンドアスファルトの供試体を試験温度を60°C から30°C 迄に低下させていった場合の安定度の測定値を表にプロットしたのが（図一 5）である。

サンドアスファルトの輾圧に於て、ローラーマークがつかなくなる迄輾圧出来るときの合材温度は約40°C であったが、（図一 5）温度及び安定度曲線から40°C の安定度は400lbs となり、安定度の面から言うると400lbs 内外の安定度を示す合材では斜面でも10屯マカダムローラーで流動変形をおこさずに輾圧出来る。又現場に於て60°C 以上の高温となり軟化した舗装の上を合材を満載せる5屯ダンプトラックを通過させた時、走行中には目

図一 5 サンドピチューメン
温度と安定度の関係グラフ



舗装よりも太陽熱の吸収も大きく、且つ路盤、路床面では適当な温度が保たれるので、植物の発生に極めて好適な環境となる。それ故本工事では路床、路盤工に於て特に除根に留意して施工したつもりである。しかし既に述べた如く葎等の地中の深部に横たわる根はとも取り切れない状況であった。従ってこれらの取残しの根が路盤並びに舗装をつき破って出て来るかどうかは今後観測してみなければ分らない。一般に護岸構造物ではアスファルト舗装と縁コンクリートの接合部でとかく雨水に浸されて風化もはげしく、路盤路床に残った雑草が最も発生し易い弱所である。又この様な接合部では下から発生してこない場合でも、土やほこりのたまり易い場所となり、雑草が根をおろす可能性が多い。そこで舗装の縁端部を(図—6)の如く、一部捲き込みを施工してみた。捲き込みした部分としない部分との比較についても今後観測していく予定である。

除草に関しては欧米の施工例では化学薬品や石油製品の除草剤で除草処理をしている。かつて道路の路肩舗装を国産の「クサートル」と言う商品名の薬品(塩素酸ソーダ)を撒布して、その効果を確認した経験があるが、この方面の有効な方法の研究は今後の研究課題である。

3 接触ブロンアスファルト防水層について

第一期工事施工箇所のうち約150m²の部分を、接触ブロンアスファルト(Catalytically Blown Asphalt or Catty Blown Asphalt)を用いた防水層を、(図—7)の如き構造で試験舗装を行なった。

接触ブロンアスファルトは五酸化燐を触媒としてブロン化したアスファルトで米国の特許品で、その規格は(表—9)の如くである。

表—9 接触ブロンアスファルトの規格

項 目	試 験 条 件	規 格
針入度の種類		50~60
引 火 点	C.O.C	425°F(218.3°C)以上
軟 化 点	R.&B	175°F~200°F (80°C~93°C)
針 入 度	25°C/100gr/5sec	50~60
"	0°C/200gr/60sec	30以上
"	46.1°C/50gr/5sec	120以下
延 性	25°C/5cm/min	3.5以上
蒸 発 減 量	162.8°C	1.0以下
蒸溜残渣の針入度	25°C/100gr/5sec	60%以上 (原材料に対し)
瀝 青 全 量		97%以上

このアスファルトの特長は針入度が50~60で軟化点が90°C前後であり、斜面で高温でも垂れ下らないこと、及びこれで形成された被膜は一般のストレートやブロンアスファルトに比べて非常に強靱で、防水効果は完璧で

あると云われている。このアスファルトの代表的な使用法は締め固められた路床面の上にプライムコートを施こした上に接触ブロンアスファルトの6~9kg/m²の薄い防水膜を撒布方法によって作りその保護層として土砂を30~100cmを被覆するか、又はアスファルト・マカダムの如き簡易舗装を施こすか、或いは既設ライニングの防水のために、この薄い被膜を施こし、これの防護としてアルミナベントを施こす等の工法で、特に漏水を完全に防ぐことを目的として導水路や貯水池に多く用いられている。本工事では与えられた設計構造に対して更に漏水防止を強化せんとするものである。この試験舗装での効果を的確につかまえることは困難であると思われるが、一経験として施こしてみた。

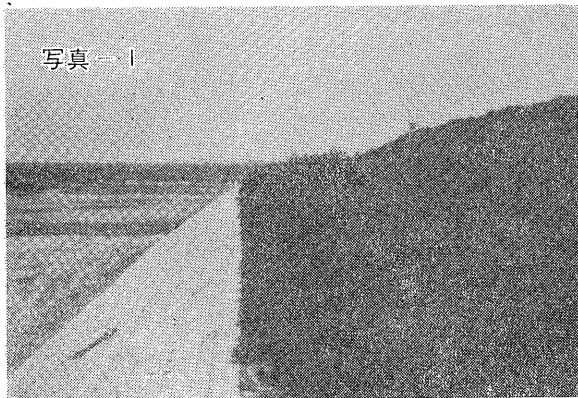
4 剝離防止添加剤の効果について

サンドアスファルトの主材料は前述せる如く、当初淀川の現場砂及生駒の真砂土がとりあげられた。これらはアスファルト混合物としては、いささか親和性が悪く且つ粒度的にもよくない材料であるので、市販の剝離防止剤をアスファルトに添加することにした。本設計で用いた淀川砂のみによるサンドアスファルトについての比較試験は行わなかったが、予備試験として行った生駒産真砂土40%と本津川産砂60%、アスファルト5%、石粉3%のサンドアスファルトでは、空隙はやはり16%程度で多孔質となるので、これらの混合物と24時間~72時間水浸したあとの混合物について、アスファルトに添加剤を加えた場合と加えない場合について比較してみた結果、後者の場合は安定度は40%以下に著しく低下したが、前者の場合の低下の度合は80%以上を保つことが出来た。又水浸後の吸水膨張も極めて少なくなった。即ちサンドアスファルトの有隙性の弱点を補って充分耐久性を与える効果があると考えられるので補足的に附記する。

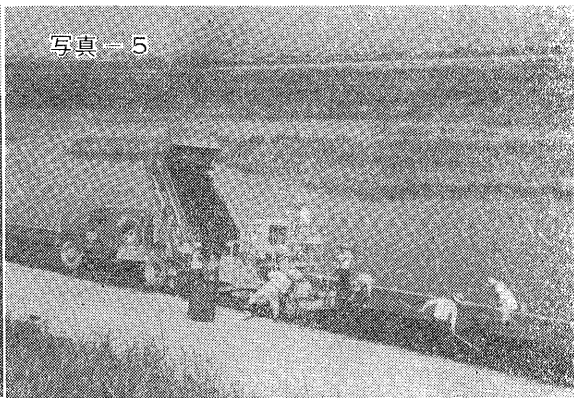
V 結 語

欧米でも従来堤防護岸はセメントコンクリートで固められて来たが、この工法は既に古い方法として捨てられ、今や急速にアスファルトでおき変えられつつある。我が国でもアスファルト工法がここ数年来頗る注目されて、ようやく実施の段階に入ってきた様である。本工事はこの種の工事としては、最も簡単で然も問題点も少ない工事であると思う。然しそれでもやってみると今迄述べた様な問題が採り上げられる。然し施工条件や施工目的が変る毎にこれから数多くの貴重な経験と資料を得てゆくことと思う。この報告は初歩的なアスファルト護岸(Asphalt Revetment)の現場報告として多少でも参考となれば本望であり、且つ読者諸賢の御叱正を乞う次第である。
(筆者：世紀建設株式会社)

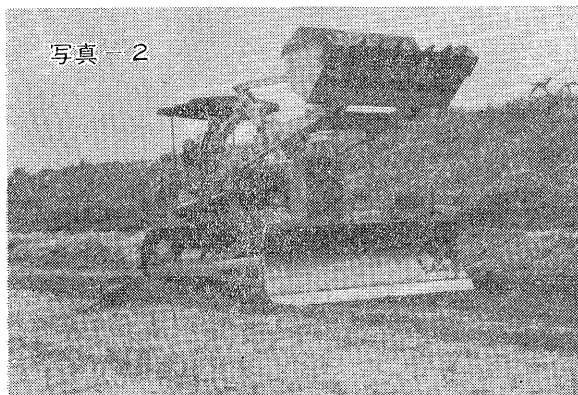
写真一 1



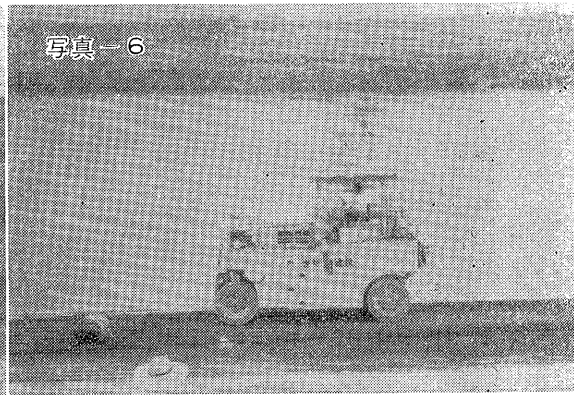
写真一 5



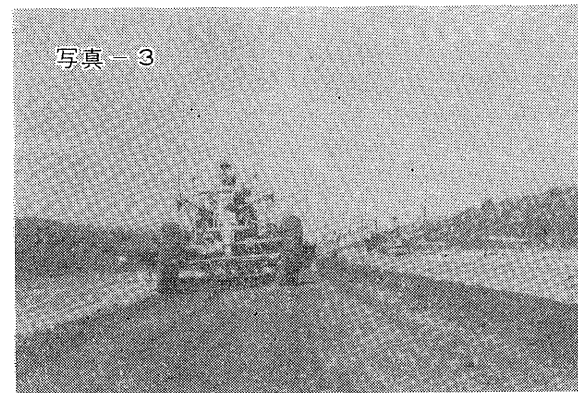
写真一 2



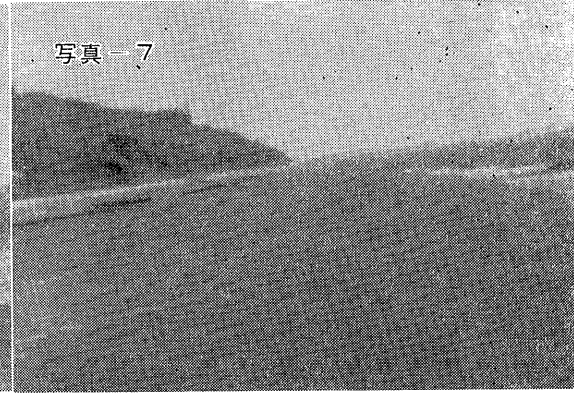
写真一 6



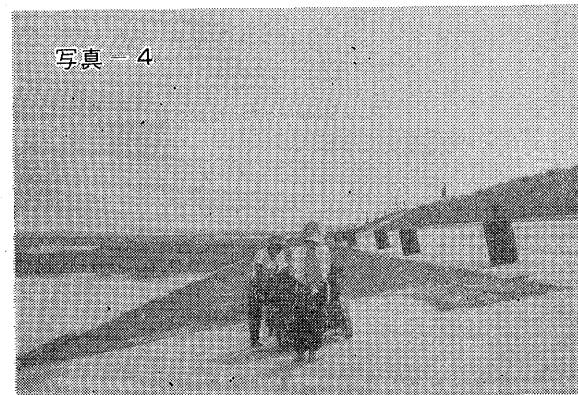
写真一 3



写真一 7



写真一 4



淀川アスファルト護岸

写 真 説 明

- 〔写真一 1〕 着工前の堤防
- 〔写真一 2〕 掘削, 表土剥ぎとり
- 〔写真一 3〕 路床整正
- 〔写真一 4〕 プライム・コート
- 〔写真一 5〕 サンドアスファルト舗設
- 〔写真一 6〕 サンドアスファルト輾圧
- 〔写真一 7〕 完成写真

名神高速道路舗装工事について

— 主として設計について —

木 村 保
河 内 稔 典

I まえがき

昭和32年10月に施行命令を受けた名神高速道路の建設は、幾多の困難を克服して、ほとんど全区間にわたって、土工、トンネル、橋の工事に着手している。なかんづく尼崎栗東間72kmのこれらの工事は、約70%の進捗をみるに至った。

この尼崎栗東間のうち、山科地区4.3kmは昭和35年に完成したので、引続いて昭和35年8月から昭和36年2月までの間に、この区間に試験舗装工事を行なったが、残りの区間についても、近く一斉に舗装工事に着手する段階になった。すなわち、図-1に示すように、尼崎栗東間72kmのうち山科地区(P4)を除いた区間を尼崎豊中(P1)、吹田茨木(P2)、高槻東伏見間(P3)及び逢坂山栗東間(P5)の4舗装工区に分けて発注することとなり、昭和38年供用開始を目標に、本格的な舗装工事を開始する体制になった。

名神高速道路の舗装工事について報告するには、設計面と施工面に分けなければならないが、施工面については次回にゆずるとして、今回は主として設計についてだけ述べることとした。

II 設計及び計画の概要

(1)舗装の工種の選定

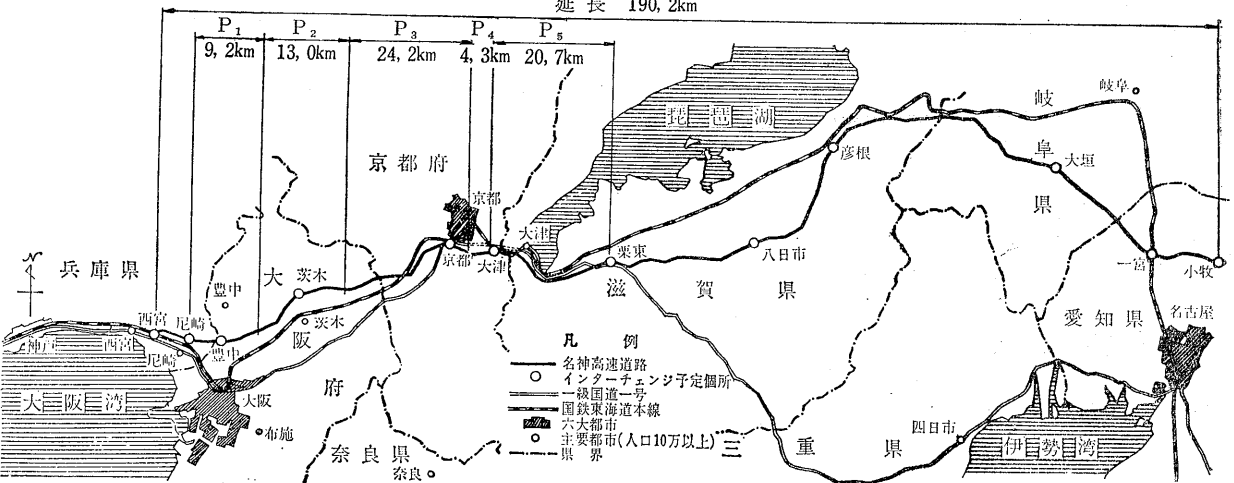
舗装の設計で最初に問題となるのは、工種の選定である。アスファルト舗装、コンクリート舗装のいずれを選ぶかは、建設費、維持補修費などの経済比較のほか、地方的材料の性質、地形、気象などの条件にも左右されるが、名神高速道路においては、これらの条件を検討して、アスファルト舗装が採用された。ただしトンネル内部のように、照明に対する反射効果を必要とする区間や、料金所やバスストップのように、自動車のブレーキ作用を受け、しかも油類による汚染の著じるしい所では、コンクリート舗装を採用した。

(2)舗装厚及び舗装断面

舗装厚の決定にあたっては、CBR法を用いた。ただし、設計に用いた設計CBR曲線は、図-2に示すとおりである。これは最大車両荷重を20t、最大輪荷重(一軸複輪)を8tとしたもので、道路協会発行の「アスファルト舗装要綱」のC曲線——単位区間自動車交通量が7,500台/日以上——と同一である。

一方、土工における路床材料のCBRは5以上と規定

図-1 名神高速道路路線図
延長 190.2km



されており、また現場においても、その値は確保されているので、図-1の設計CBR曲線から、舗装の全厚は50cmと決定した。舗装の標準断面及び幅員構成を図-3に示す。

舗装体の構成及び各層の厚さは、現地で利用できる材料の選定、搬入可能な材料の検討を行なって、高槻栗東間は、山科舗装と同じように図-4(a)に示す断面を、その他の区間では、ソイルセメント用土が安価に得られるので、図-4(b)に示すように、サブベースを2～2.5%のセメントで安定処理する断面にして経済性を図った。

この断面が決定するまでには、次のような経緯があった。当初は、尼崎茨木間は、図-4(c)のように、ベースコースは約6%、サブベースコースは約2%のセメントで、それぞれ安定処理することを考えた。これは極めて経済的であるが、しかしベースコースをセメント安定処理することは、

i) 施工目地その他のクラックが表層に及ぶこと ii) 平坦な路面を得るために必要な、3m定規で10mmというベースコースの平坦性をもつように仕上げるのが困難なこと iii) 場所打ちコンクリート縁石の型枠用ビンの打込みが困難なことが欠陥になると認められるので、図4(c)に対して、いくつかの修正案が考えられた。それを参考を示すと図-4(d)～(g)のようになる。このうち(d)案及び(e)案は、セメント安定処理ベースコースのリフレクショナルクラックを、開いた粒度のアスファルトコンクリートまたはサンドアスファルトのバインダーで吸収しようとする考えであり、(f)案は、碎石と真砂土を50:50に混合して、セメント添加量を2%程度に下げればリフレクショナルクラックは心配しなくてもよいのではなかろうかという考えである。ただ(f)案で問題となるのは、セメント添加量2%のベースコースの厚さ15cmを、粗粒材料のベースコースの厚さ20cmと同等であると考えてよいかということであった。そこで(g)案のようにバインダーを2層にして、ベース

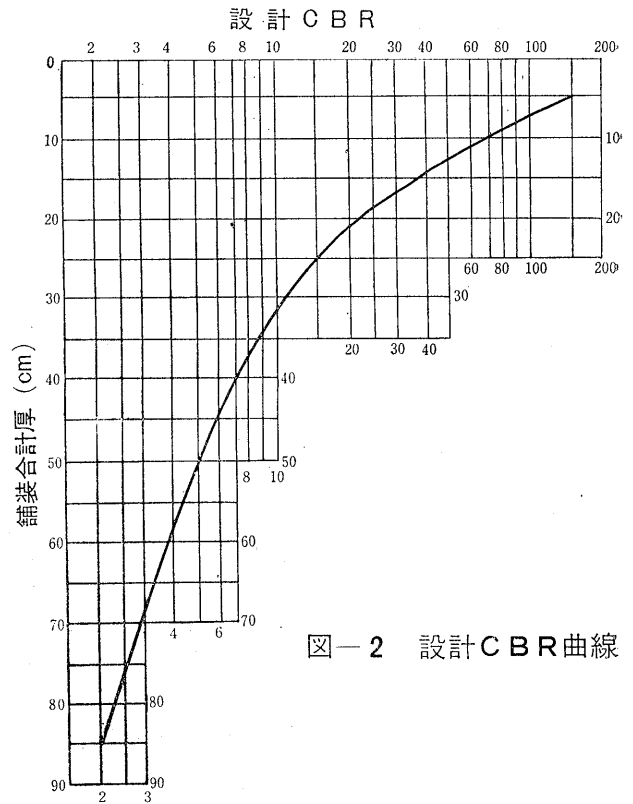
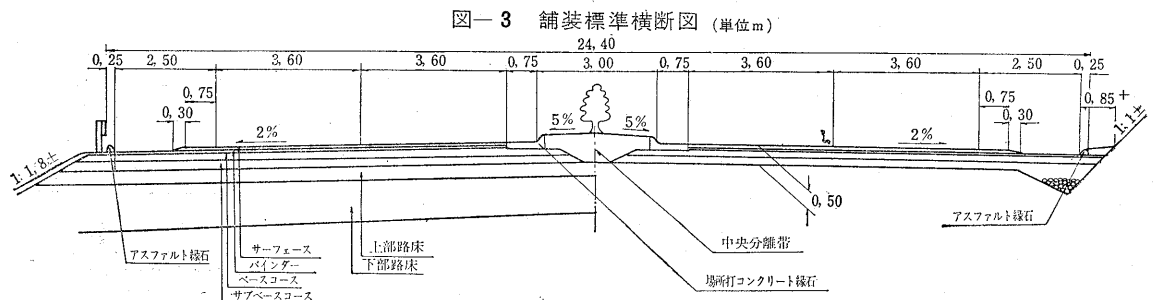


図-2 設計CBR曲線

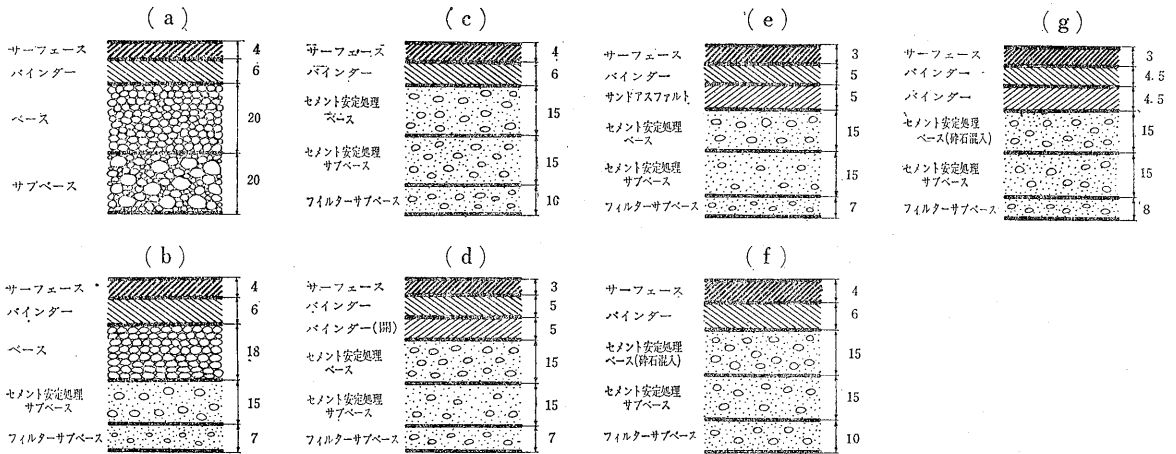
コースの厚さの不足を補なおうというものも考えられたのである。しかしこれらの案の工費を比較してみると、(a)案を100とした場合、(b)案は89、(d)案は94、(e)案は91、(f)案は87、(g)案は89となり、(f)案を除けば、他のいずれも(b)案にくらべて経済的にやや割高になるので、結局のところベースコースをセメントで安定処理しない(b)案が採用された。つまり、ベースコースは、(a)案と同じ粗粒材料によるものであり、サブベースコースだけをセメントで安定処理しようというものである。

(3)工事の規模

まえがきで述べたように、名神高速道路の尼崎栗東間の舗装工事は、すでに完成した山科舗装工区を除いて、4工区に分割して発注することになったが、それぞれの工事規模は、表-1に示すとおりである。



図－4 アスファルト舗装断面図(単位cm)



III 路床準備工

舗装の前提として、名神高速道路の土工工事は、次のように施工されている。盛土区間にあっては、舗装の下を路床と路体（路床面より深さ1.2mまでの部分を路床、それ以下の部分を路体と定義した）に区分している。路体部には、一軸圧縮強度が 0.6kg/cm^2 以上の土砂を用いて、JIS A 1210（突固め試験）による最大乾燥密度の90%以上の密度になるよう、20cmごとに敷き均して締固め、路床部は、さらに2層に分けて、路床部下部90cmは、砂質土もしくは砂を用いて、JIS A 1210（CBR試験法）による最大乾燥密度の90%以上の密度になるように、また路床部上部30cmは、 74μ フルイ通過分が25%以下、 420μ フルイ通過分についての塑性指数が10以下、仕様最小密度におけるCBRが5以上の材料を用いて、JIS A 1211（CBR試験）による最大乾燥密度の95%以上の密度になるように、20cmごとに敷き均して締固めることとし、十分堅固な路床をつくっている。切取区間にあっては、路床面下30cm以内の深さに、径10cm以上の玉石、岩塊または不良土があった場合、前述した路床部上部の材料で置き換えている。

さらに路床の仕上げ後に、1輪当りの荷重が2.2t以上、タイヤ接地圧が 6kg/cm^2 以上のタイヤローラで、路床表面全体にわたって、2、3回以上のブルーローリングを行ない、路床面の沈下量が約7mm以上あった箇所は、再転圧するか、路床の入れ換えを行なっている。

ここでブルーローリングについて、簡易に触れておこう。ブルーローリングとは、通常の締固めが完了した後で、路床、サブベース、ベースに荷重の重いゴムタイ

ヤローラによる転圧をかけることである。この方法は、締固めの不足している箇所や不均一な箇所がないかどうか、また不適当な材料が使用されていないかどうかをチェックするためと、締固めを補足するために行なうもので最近では、アメリカの重交通の舗装工事では広く採用されつつある。

このようにして土工工事で入念に仕上げた路床も、その上を走行する工事用車両や降雨のため損傷したり、あるいは盛土の基礎地盤のため沈下したりするので、舗装工事において、路床全面にわたって計画路床面下10cmの深さまでかき起こし、締固めた後、再び前述のタイヤローラで3回以上のブルーローリングを行なう。この場合、土工工事で仕上げた路床が計画高に合致していないときには、路床の入れ換え、補填を行なう。この作業を路床準備工という。

IV サブベースコース

(1)材料の品質規定

粗粒材料を用いてサブベースコースを構築する場合の材料は、堅硬で耐久的な砕石、破碎砂利、砂利、砂またはこれらの混合物で、その品質は表－2のように規定されている。

表－2 サブベースコース材料の品質規定

ロサンゼルス試験機によるスリヘリ減量	50%以下
420μ (No. 40) フルイ通過材料の塑性指数	4%以下
仕様最小密度におけるCBR	30%以上

(2)標準粒度

サブベースコース材料の締固めた後の標準粒度は表－3のように規定してある。

表—1 名神高速道路舗装工事（尼崎栗東間）の概要

(a) 工事区間及び工事数量

	尼崎豊中舗装 (P ₁)	吹田茨木舗装 (P ₂)	高槻東伏見間舗装 (P ₃)	山科舗装 (P ₄)	逢坂山栗東間舗装 (P ₅)	合 計
工 事 区 間	尼崎市尾浜 吹田市垂水	吹田市垂水	高槻市服部 山科勸修寺	山科勸修寺 山科小山	山科小山 栗東町小野	尼 崎 市 栗 東 町
工 事 区 間 長	9,241m	13,008m	24,217m	4,260m	20,675m	71,401m
舗 装 区 間 長	9,241 "	12,486 "	21,870 "	4,260 "	19,880 "	67,737 "
土 工 区 間 長	3,428 "	10,686 "	16,477 "	4,105 "	18,698 "	53,394 "
構 造 物 区 間 長	5,813 "	1,800 "	5,393 "	155 "	1,182 "	14,343 "
サ ブ ベ ー ス(A) 1)	65,500m ²	38,200m ²	199,100m ²	106,500m ²	629,700m ²	1,039,000m ²
" (B) 2)	—	—	213,200 "	—	—	213,000 "
セメント安定処理サブベース3)	78,400m ²	267,800m ²	49,400 "	—	—	295,600 "
ベ ー ス コ ー ス(A) 4)	54,200 "	33,400 "	382,100 "	97,700m ²	598,900m ²	1,166,300 "
" (B) 5)	70,500 "	258,800 "	47,700 "	—	—	377,000 "
ア ス コ ン ー バ イ ン ダ ー	16,200 t	34,300 t	53,800 t	11,900 t	73,300 t	184,400 t
" —サーフェース	228,000m ² 28,700 t	249,000m ² 24,900 t	456,000m ² 48,300 t	74,000m ² 7,100 t	480,000m ² 44,000 t	1,487,000m ² 158,100 t
コ ン ク リ ー ト 舗 装 版 工 6)	12,400m ²	3,000m ²	17,400m ²	3,600m ²	8,400m ²	44,800 t
ガ ー ド レ ー ル	6,500m	15,300m	20,600m	6,900m	20,200m	69,500m
ガ ー ド ケ ー ブ ル	—	1,200m	5,900 "	—	13,700 "	20,800 "
オートガード（中央分離帯用）	11,400m	—	1,900 "	—	—	13,300 "
コンクリート縁石（ " ）7)	2,400m	19,800m	22,700 "	8,000m	28,500m	81,400 "

- 〔注〕 1) 購入材料による厚20cmのサブベースで、P₁、P₂ではインターのランプウェイ、P₃では東高槻、伏見地区で施工する。
 2) トンネルずりによる厚20cmのサブベースで、島本、乙訓地区にて施工する。（ずりは公団支給）
 3) P₁、P₂の本線部分及びP₃の東伏見地区で施工する厚22cm（フィルター層7cm＋ソイルセメント15cm）のサブベース。
 4) サブベース（A）及び（B）上に施工する厚20cmのベースコース。
 5) セメント安定処理サブベース上に施工する厚18cmのベースコース。
 6) バスストップ、料金所の前後各50m区間の舗装。
 7) 中央分離帯を囲む縁石

(b) 主要資材の数量

	尼崎豊中舗装 (P ₁)	吹田茨木舗装 (P ₂)	高槻東伏見間舗装 (P ₃)	山科舗装 (P ₄)	逢坂山栗東間舗装 (P ₅)	合 計
サブベース用切込砂利	—	—	(ずり)38,800m ³	27,500m ³	162,500m ³	切込 190,000m ³ ずり 38,800 "
" 砕 石	10,900m ³	6,400m ³	33,300 "	—	—	50,600 "
ベースコース用砕石	25,000 "	56,500 "	90,100 "	20,700 "	127,000 "	319,300 "
ア ス コ ン 用 砕 石	18,000 "	28,400 "	41,700 "	8,100 "	49,800 "	146,000 "
" 砕 砂	5,000 "	6,900 "	9,700 "	1,700 "	10,500 "	33,800 "
" 川 砂	8,500 "	11,500 "	19,700 "	3,700 "	22,900 "	66,300 "
" 石 粉	1,300 t	1,700 t	2,900 t	500 t	3,300 t	9,700 t
ベース、サブベース ソイルセメント用 山 砂	38,700m ³	98,400m ³	95,600m ³	9,600m ³	68,600m ³	310,900m ³
ア ス フ ァ ル ト セ メ ン ト	2,550 t	3,250 t	5,650 t	980 t	6,400 t	18,830 t
普通ポルトランドセメント	1,360 "	1,600 "	3,090 "	760 "	2,870 t	9,680 t
高 炉 セ メ ン ト	470 "	1,600 "	300 "	—	—	2,370 t

- 〔注〕 1. この表の骨材の数量は概略を示すものであって、実際の数量は、工事請負人の選定した材料の配合率で決まる。
 2. 普通ポルトランドセメントは、コンクリート舗装版、コンクリート縁石、排水構造物その他のコンクリート用である。
 3. 高炉セメントは、セメント安定処理サブベース用である。

表—3 サブベースコース材料の標準粒度

粒度番号	通過重量百分率 (%)						
	mm 76.2	mm 38.1	mm 19.1	4760 μ	2000 μ	420 μ	74 μ
S B—1	100	70~100	50~90	30~65	20~50	5~25	2~10
S B—2	—	100	55~100	30~70	20~55	5~25	2~10
S B—3	—	—	100	40~90	29~60	5~25	2~10

請負人は、特に監督員が指示する場合を除き、上記S B—1、S B—2、S B—3のいずれを使用してもよいことになっている。

粒度番号S B—1のものは安定性はよいが、均一性が欠くおそれがあり、また表面仕上げの際に良好な平坦性を得ることが困難である。これに反してS B—3のように maxsize が小さくなると、表面の仕上げは容易であるが、材料によっては安定性が低下するおそれがある。いずれにしろ、経済性のほかに施工上の難易も考慮して、粒度番号を選定しなければならない。

この粒度に合わせるためには、クラッシュランもしくは切込砂利を使用する場合、山砂またはシルトを或程度混合する必要がある。山科舗装工事の経験によると、2号粒度 (maxsize 38 mm) の切込砂利が鋸屑を締めるように、もくもくした腰の弱い状態で残り、固く安定した締り工合にならなかった。

サブベースコースでもベースコースでも、一般的に云えることであるが、締固めたときの落着きは、粗粒材 (5 mm以上) の混入割合と噛み合いの程度及び細粒分の粘着性と塑性に左右される。つまり粗粒材の割合が50%以上、できれば55%内外になると、シルト分を多く混入しなくても、よく締まるものである。もし粗粒材の割合が40%以下の場合には、碎石を使用しないと、粗骨材の噛み合いは、ほとんど期待できなくなる、また、塑性指数が1~4程度の細粒材を、74 μ フルイ通過分の割合が2~15程度になるように混入することも、締り工合をよくするために必要である。

山科舗装工事の当初に使用した切込砂利とシルトとの混合物は、4760 μ フルイ通過の粗粒分30~70%、74 μ フルイ通過分が5~15%という2号粒度の規定には適合していたが、骨材粒が丸味を帯びているため、粗粒材の噛み合わせが余り期待できなかったこと、また2号粒度を用いるために maxsize を38mmにしたことにより、切込砂利中の粗粒分が40%程度しかなかったこと、そしてバインダー材の殆んどが粘着力をもっていなかったために、上記のように、落着きの悪い状態を呈したものと思われる。事実、2号粒度から1号粒度 (maxsize 75mm) に変更し、74 μ フルイ通過分を5%から7.5%に高めることによって、解決することが出来た。このように、

maxsize を上げたことによって、切込砂利中の粗粒分 (5 mm以上) を40%から50%に高まったため締め固めやすくなったようである。

また、山科舗装工事では、絶対密度や、締固め後の落着きの点、仕上ったサブベースコース表面の

キメの点を考慮して、どの粒度番号でも74 μ フルイ通過分を5~15%と規定して施工した。この規定は全骨材に対する割合としては、それほど高くはないようであるが、粗骨材の割合が増すにつれて、砂モルタル中の濃度が高くなる。一方サブベースコースの透水性を左右する最大の要因は、その中に含まれる74 μ フルイ通過分の割合である。74 μ フルイを通過するものの性質にもよるが、このような砂モルタルを固く締めた場合には、かなり不透水性になることは明らかである。そればかりでなく、混合した材料が分離して、砂モルタルの片寄った部分が出来ると、このようなシルト分の多い砂モルタルによって、サブベースコースの強度が低下することになる。このようなことを考慮した上で、今回の舗装工事では74 μ フルイ通過分の量を2~10%と少なくした。

(3)所要締固め度

サブベースコース材料を、締固め後の一層の厚さが20 cm をこえないようにグレーダーまたはスプレッダー等で敷きならし、各層を平滑鉄輪ローラ、振動ローラまたはタイヤローラで、JIS A 1211 (C B R試験法) の突固め試験にある最大乾燥密度の95%以上の密度となるように締め固めることになっている。

(4)表面仕上げの精度

サブベースコースの仕上げ高さは、計画高より3 cm 以上ずれてはならないし、3 m 定規をあてて測った時の最凹部の深さは2 cm 以上あってはならないと規定されている。また仕上り厚さは設計厚の10%以上の増減があってはならないと規定されている。

V ベースコース

(1)材料の品質規定

粗粒材料を用いてベースコースを構築する場合の材料は、堅硬で耐久的な碎石、破碎砂利、砂利、砂またはこれらの混合物で、その品質は表—4のように規定されている。

表—4 ベースコース材料の品質規定

ロサンゼルス試験によるスリヘリ減量	40%以下
硫酸ナトリウムによる安定試験	
(5回くりかえし)による損失量	15%以下
420 μ (No. 40) フィル通過材料の塑性指数	4%以下
2000 μ (No. 10) フルイにとどまる材料の	

頁岩の含有量	5%以下
4760 μ (No.4) フルイにとどまる材料のうち、新しい砕石面を少なくとも1つもつものの重量百分率	75%以上
仕様最小密度におけるCBR	80%以上

(2)標準粒度

ベースコース材料の最大粒径は、表面の仕上げを平滑にするため、50mm以上を使用しない方がよく、アメリカでは一般に30～40mmを最大粒径としている。最大粒径を小さくすれば、砕石費は高くなるが、施工時の敷きならし均一性の確保が容易になり、平滑でキメのこまかい仕上げ面が得られる。また我が国で広く用いられているマカダム型のものは人力によるため施工速度がおそいので、名神高速道路の舗装工事では、機械化施工に適しており、且つ安定度もすぐれている Dense Grade 型のものがよいと考えた。こうした点を考慮してベースコース材料の締固めた後の標準粒度を、表－5に示すもののうち、いずれを使用してもよいように規定した。

表－5 ベースコース材料の標準粒度

粗度番号	通 過 重 量				百 分 率 (%)			
	m m 50.8	m m 38.1	m m 19.1	m m 9.52	4760 μ	2000 μ	420 μ	74 μ
B－1	100	70～100	45～80	—	28～55	17～40	5～23	1～7
B－2	—	100	55～90	40～70	28～55	17～40	5～23	1～7

このベースコース材料の標準粒度についても、山科舗装工事の経験を活かして、多少修正した。

すなわち、山科舗装工事では、ベースコースの転圧仕上げまでは、たいした困難もなく、良好なものが出来上がった。しかしプライムコートを施工したところ予期しない現象が生じた。山科でのベースコース材料は、Dense Grade に近いもので、74 μ フルイ通過分をかなり含む Soil Aggregate である。請負者が仕様書の許す範囲で、どんな粒度を選ぶかによって、表面組織や渗透性が変わってくるので、特記仕様書ではプライマーとしてMC－1を使用することだけを指定し、その使用量は、監督員が現場で決めることになっていた。

転圧の完了したベースコース上で、散布量を3種に分けて試験施工したが、粗骨材が片寄って Open になったところではよいが、厳密な仕上げ規定のため、ベースコースの表面を何回も手直したことにより、過半がモルタルで仕上っているの、その個所は、仕様書の最低限1～1.2l/m²でも吸収性が意外に悪く、0.6l/m²まで散布量を減らしてみた。試しに砂モルタルを掘り返してみると、MC－1は僅か数mm渗透しているだけで、その

下は、しっかりと湿った緻密なモルタル層であった。この厚因は、サブベースコースで問題となったように、ベースコース表面の不透水性によるものである。

山科舗装工事で規定されていた74 μ フルイ通過分は3～10%で、施工されたものは6～10%であった。そこでこの74 μ フルイ通過分を思い切って減らすことによって、プライマーの不渗透の問題は解決されると考えた。この問題について、アメリカの Miller Warden-Western Co. から派遣されているコンサルタント、Mr. Love は『現在施工されたベースコースは、非常に堅硬で立派であるので、現状を強いて変更するよりも、プライムコートの施工を早めて、養生期間を長くとり、MC－1よりも揮発性の高いMC－0を試用することを考えるべきではないか。自分の経験では、74 μ フルイ通過分の少なすぎるベースコースのところで、舗装の Waving などをおこした苦い経験がある』

という意見であった。しかし現場では、粗骨材の割合を少し増したり、表面の砂モルタルの片寄りを直したりして、幾分吸収性を高めることに成功した。

ところが、このような緻密なベースコースの欠陥が、意外なところで再び認められた。それは施工中も、舗装完成後も、中央分離帯から侵入した水が、中央分離帯の両側にあるコンクリート縁石の底面を通して、コン

クリート縁石とアスファルト表層との接触面から滲み出たり、分離帯の開口部から湧水する現象が認められた。これは、中央分離帯の底部に、盲暗渠などの何等の排水設備がなかったことや、中央分離帯の埋戻しに使用した粘性土の締固め不足にもよるが、ベースコースの透水係数が10⁻⁵、サブベースコースの透水性が10⁻⁴のオーダーという不透水性にも起因すると考えられた。

こうした点を考慮して、今度の舗装工事では、表－5に示したように、74 μ フルイ通過分の量を1～7%と少なくした。

(3)所要締固め度

ベースコース材料を、締固め後の一層の厚さが15cm以下となるように、砕石スプレダー等で敷きならし、各層を平滑鉄輪ローラ、振動ローラまたはタイヤローラで、JIS A 1211 (CBR試験法)の突固め試験による最大乾燥密度の95%以上の密度となるように締固めることになっている。

(4)ブルフローリング

ベースコースの最終仕上げに先立って、ベースコース表面全体にわたって、少なくとも3回、ブルフローリン

グを行なうことになっている。ブルーフローリングに使用するゴムタイヤローラは、複輪荷重で8 t 以上、タイヤ接地圧は7.0kg/cm²と規定されている。これは、路床に用いるブルフローラより 重くなっている。なお締固めの適否をチェックするための沈下量は、約3 mmである。

(5)表面仕上げの精度

ベースコースの仕上り高さは、計画高より 3 cm 以上ずれてはならないし、20 m以内の任意の2点における計画高さからのずれの差は1.5 cm 以上あってはならない、また3 m 定規をあてて測ったときの最凹部の深さが1 cm 以上あってはならないと規定されている。これは、我が国の一般の舗装工事に比べると、極めて Severe な感じを受けるだろうが、アスファルトコンクリート合材の敷均しをアスファルトフィニッシャーで施工するため、3 m 定規で3 mm という表層の平坦性が得られるかどうかは、全くベースコースの平坦性如何で決定づけられるからである。なおベースコースの仕上り厚さは、設計厚の10%以上の増減があってはならないと規定されている。

Ⅶ セメント安定処理サブベースコース

表一1に示したように、尼崎・茨木間の全部及び高槻・東伏見間の一部は、幅員、勾配の変化のいちじるしいインターチェンジのランプウェイを除いては、セメントで安定処理したサブベースを採用している。その材料及び施工についての主な規定は、次のようになっている。

(1)材料の品質規定及び標準程度

セメント安定処理サブベースの層としては、安定処理層の下フィルターサブベースも含まれているので、両者について述べる。

a) フィルターサブベース

フィルターサブベース用材料の標準程度及び品質の規定を表一6、7に示す。

表一6 フィルターサブベース材料の標準程度

フィルの大きさ	50.8 mm	4760 μ	74 μ
通過重量百分率(%)	100	50~100	3~15

表一7 フィルターサブベース材料の品質規定

420 μ (No. 40) フルイ通過材料の塑性指数	6以下
仕様最小密度における C B R	20以上

b) セメント安定処理サブベース

セメント安定処理サブベースに使用する材料の程度は、フィルターサブベースと同じで、その品質規定は表一8のとおりである。

表一8 セメント安定処理サブベース材料の品質規定

仕様最小密度に対応する湿潤側含水比における室内 C B R (セメント2~2.5%添加, 4日水浸)	60以上
420 μ (No. 40) フルイ通過材料の塑性指数	8以下
セメント添加7日室内養生後の420 μ (No. 40) フルイ通過材料の塑性指数	4以下

この規定は、現地で採取可能な材料について調査した結果、利用可能と判断された砂質土について種々試験した上で決めたもので、セメント添加することによって、そのままではサブベースに使用できない材料の塑性指数を低下させ、且つ C B R を高めるものである。

(2)所要締固め度及び表面仕上げ

セメント安定処理サブベースの所要締固め度、表面の仕上げ高さ及び平坦性については、安定処理しないサブベースと同じであると規定されている。

Ⅶ アスファルトコンクリート表層

アスファルトコンクリート表層は、厚さ 6 cm のバインダーコースと厚さ 4 cm のサーフェスコースの2層から成るので、共通する事項は別として、それぞれについて述べる。

(1)骨材の品質規定

a) 粗骨材

アスファルトコンクリートに使用する粗骨材(200 μ フルイにとどまる骨材)は碎石または破碎砂利とし、その品質規定は、バインダーコース、サーフェスコースとも、表一9に示すように規定されている。

表一9 アスファルトコンクリート粗骨材の品質規定

個々の骨材について	比重	2.50%以上
	吸水量(乾燥重量に対する百分率)	3.0%以下
	ロサンゼルス試験によるスリヘリ減量	35%以下
	硫酸ナトリウムによる安定試験(5回くりかえし)による損失量	12%以下
※ 配合した骨材について	頁岩の含有量(重量百分率)	3.0%以下
	頁岩及び軟い石片の含有量(重量百分率)	5.0%以下
	細長いまたはうすっぱらな石片の含有量	25%以下
	新らしい破碎面を少くとも面有する石片の含有量	75%以上

※合材生産のため既に配合した骨材のうち4760 μ フルイにとどまる部分の材料についてをいう。

なお、アスファルトの付着性についても、骨材剝離試験（アスファルト舗装要綱に掲載のものに準じた試験方法）によるほか、水浸マーシャル試験による安定度が標準方法によるマーシャル安定度の75%以上であることを規定している。

b) 細骨材

細骨材（2,000 μ フルイを通過するもの）は、天然砂、スクリーニングス（砕砂）または、これらの混合砂で、その粒度については、粗骨材、ファイラー（石粉）とともに合成された粒度が、次に述べる配合骨材の粒度になればよいという考えで、特に規定していない。

ただ我が国の一般の舗装工事に比べて特異なことは、スクリーニングスを多量に使用していることである。すなわち、バインダー合材には、全合材重量に対して8%以上、サーフェース合材には20%以上のスク

リーニングス（ただし、前に述べた主骨材の品質規定に合格する岩石から生産されたものでなければならぬ）を使用するよう規定している。これは、スクリーニングスを使用すると、元来高い摩擦力のため合材の安定度が増し、その稜角に富んでいることによって骨材中の空隙が増し、それだけアスファルトの使用量が増えて合材の耐久性が増す効果を狙ったものである。

c) ファイラー

ファイラーについては、一般の規定と同じ石灰岩粉でよく、市販されている良質のものなら、すべて使用できることになっている。

(2)骨材の粒度

アスファルトコンクリートに使用する骨材の粒度は、粗骨材、細骨材およびファイラーを配合したとき、表—10に示すものに適合するよう規定している。

表—10 アスファルトコンクリート骨材の粒度

合 材 別	通 過 重 量 百 分 率 (%)								
	mm 25.4	mm 19.1	mm 12.7	mm 9.52	4760 μ	2000 μ	420 μ	177 μ	74 μ
バ イ ン ダ ー	100	90~100	70~90	60~83	42~67	28~50	12~27	5~16	2~7
サー フェ ース	—	—	100	75~95	55~75	37~57	17~32	7~17	2~7

アスファルトコンクリート表層の配合を設計する場合に、我々が最も関心を寄せることは、合材の安定度—特に高温時の安定度低下による舗装の waving —と、表面の滑り抵抗性の問題である。このことは、近時の交通量の増大と走行速度の高速化に伴って、極めて重要視されるようになってきた。

こうした点を解決するため、従来は開いた粒度もしくは粗粒度型の表層合材を用いて、粗骨材の噛み合わせによる高い安定度、空隙の多いことによるアスファルトのフリージング防止を図り、シールコートを施すことによって防水性を確保することが広く行なわれてきた。しかし近年になって、シールコートが滑りやすい路面の原因になっていることが多く、むしろ密粒度型の表層合材の方が、表面の滑り抵抗性は大きいということが、調査試験の結果明らかになったので、密粒度型に変わりつつある。

名神高速道路の舗装でも、コンサルタント達は、粗粒度合材は透水性が高く、湿潤な日本では耐久性が低下するので適しないと、密粒度型乃至は細粒度型の合材を推奨した。また表面の滑り抵抗についても、角ばっていて岩石構造的にもすぐれている細粗粒骨材を使用し、フリージングやフラッシュを生じないように、アスファルト量を調節することによって得られるもので、決して表面のキメの荒さによるものではないとを力説した。こうして決まった名神の表層用アスファルトコンクリートは

Asphalt Institute の分類に従えば、Dense Grade と Fine Grade との間になる。

ここでも、サーフェース合材の粒度については、特に山科舗装工事の結果について、コンサルタント Mr. Love が述べた意見を活かした。すなわち『山科舗装工事での施工結果によると、74 μ フルイ通過分が、仕様書の規定3~8%に対して、平均量6.0%以上あった。サーフェース合材生産の初期の段階では、まだ多かった。この74 μ フルイ通過分が少し多過ぎると思われる。山科舗装工事では、1) アスファルトと骨材との親和性は明らかに優れていた。2) 粗骨材は元来高い摩擦による安定性を明らかに有していた。3) スクリーニングスも良質な岩石から生産されており、高い摩擦力による安定性を有している。このような材料のときには、適当な安定性を得るために、74 μ 以下の材料を多量に必要としないので、3~5%ぐらいにすべきと思う。そうすることによって、次の2点の利益をもたらす。1) 微細粒分の過多によってアスファルトが不当に硬化、硬靱化しない。2) 細粒分の量を少なくすることによって、空隙が増し、アスファルト量をもう少し増すことが可能になる』と、彼は述べている。

なお、サーフェースコースの最大粒径を12.7mmと小さいものにしたのは、より大きい骨材を使用した場合に起りやすい合材の分離と、それによる部分的な粗い仕上

り面を防いで、表面のキメをこまかいものにして、シーラートを施さなくても必配のないようにしたからである。また、バインダーコースの最大粒径は、サーフェスコースに比べて重要ではないが、層厚の $\frac{2}{3}$ 以下で、且つ合材の分離を防ぐため、25.4mmとした。

(3)合材の配合設計

名神高速道路の舗装工事では、アスファルトコンクリートの示方配合は、請負人の選定した骨材を用いた合材について、公団が安定度試験を行って、その結果により決定することになっている。アスファルトコンクリート合材についての安定度試験としては、3軸圧縮、ビームのスタビロメーター、コヒーシヨメーター、マーシャル、単純圧縮、ハツバードフィールドその他の試験方法があるが、この中でマーシャル試験は、理論的に幾分欠点はあるとしても、合材の配合設計、施工管理に最も適したものとして、公団はこれによることになっている。

供試体の突固め回数は両面各50回とし、配合設計のもとになるマーシャル試験基準値は、表—11によることにした。

表—11 マーシャル基準値

	サーフェース	バインダー
安定度 (lb)	1200 以上	1000 以上
フロー ($\frac{1}{100}$ in)	8~16	6~16
空隙率 (%)	3~5	3~6
歴青空隙充填率 (%)	75~85	65~75

(4)所要締固め度

アスファルトコンクリート合材は、10t以上のマカダムローラ、8t以上の2軸式また12t以上の3軸式タンDEMローラ及び15t以上のタイヤローラで、前述のマーシャル供試体の密度の96%以上の密度に締固めることに規定している。

VIII 付帯工事

以上の主要工事の他に、一般の舗装工事ではあまり見受けられない付帯工事が、2、3あるので、これについて述べる。

(1)場所打ちコンクリート縁石

名神高速道路の中央分離帯は、いわゆる raised type (両側に縁石があって、その間を盛り上げたもの)であるが、この中央分離帯の両側に設置するL型コンクリート縁石を施工するのに、アメリカから輸入した Concrete Curb & Gutt Machine を、我が国で始めて採用することにした。これは、大規模な舗装工事の高速機械化施工に対して、従来の縁石コンクリートブロックを並べて

ゆく工法では、施工速度がマッチしないので、1日300~400mの施工速度を有するこの機械が採用されたのである。

この機械は、舗装仕上げ機のように、型枠上を目走して、枠型内に大略L字型に敷き均らしたコンクリートを軽く締固めながら整形するもので、基礎によく密着するので狂いを生ずる恐れがなく、外観もすぐれている。購入価格も比較的安価(約300万円)なので、我が国の一般道路工事にも採用できると思われる。

(2)アスファルト縁石

図—3に明らかなように、名神高速道路の外側にある路肩部分は、さらにその外側にアスファルト縁石を設けて、排水溝も兼ねておる。

このアスファルト縁石は、我が国でも最近国産化され、一般に知られている Asphalt Curber で施工することになっている。このアスファルト縁石は、締固めがやや不足するので、排水に使用する場合には、シーラートを施して、水密性を増加することが必要である。

(3)中央分離帯底部の地下排水

前述したように、山科舗装工事の場合には、中央分離帯を粘性土で埋戻して、雨水の浸透を防止する設計になっており、中央分離帯の底部には何らの排水施設も設けてなかった。ところが実際には、可成りの水が、中央分離帯に侵入して、その逃げ道がないため、コンクリート縁石の底面を通して、縁石とアスファルト表層との接触面から滲出したり、中央分離帯の開開口部から湧水したりした。

このような悪現象を防止するため、今度の舗装工事では、中央分離帯の底部に幅40cm、深さ50cm程度の盲暗渠を設けて、中央分離帯に侵入した水を、積極的に路体外に排水することにした。それでもコンクリート縁石の底部を通して水が舗装側に出ることが懸念されたので、これを防ぐため、コンクリート縁石の裏面の隅角部をプラスチックソイルセメントでシールすることも考慮している。

IX むすび

以上で、名神高速道路の尼崎栗東間(山科地区を除く)の舗装工事の設計について、概略を述べたわけであるが、これらの設計をいかに施工するかは、この工事を請負った業者と、それを監督する公団職員との緊密な協同作業の成果にかかっている。その結果については、次回に報告することにした。

(筆者：日本道路公団高速道路建設部

建設第1課長 同課員)

フィラーとしての石綿

訳 者 西 川 栄 三

1 概説

1961年10月発行のアスファルト・インスティテュート（米国）季刊紙12～14頁に、“Accent on Asbestos — New Surge of Interest in Role of Mineral Filler”なる題目の下に、アスファルト合材用フィラー（填充材）として、短繊維石綿の使用に関する記事が掲載されている。下記は、これを和訳したものであるが、訳文の題目は、内容が分り易いように、訳者が勝手につけたものである。

※ ※ ※ ※

アトランタ土木局（Atlanta Department of Public Works）の研究熱心な技術家達は、石綿フィラーを用いたアスファルト試験舗装の築造を、昨年決定したが、その時、彼れ等が、何を目途としているかを、正確に把握していた。

彼れ等が探求していたものは、従来の舗装よりも強靱で、耐風化性が優秀であり、撓み強度が大きく、高温および重交通下において、長期間に亘って安定な舗装を与えるような設計であった。

彼れらは、フィラーとして石綿を用いたアスファルト

合材が、意味多き何等かの解答——それがプラス（Positive）であっても、マイナス（Negative）であっても——を与えてくれるならば、アトランタ市の交通最激甚な場所現場試験を行うべきだと考えていた。

2 交通激甚な場所

建設主任（Construction Chief）レー・A・ニクソン（Ray A. Nixon）および、維持修繕技師（Maintenance Engineer）ダン・ジョンソン（Dan Johnson）は、この問題につき協議した結果、アトランタにおける最も繁華な供給路（Feeder Lanes）の一つを選定した。それは下町のコートランド・ストリート（Cowtland Street）と、交通に悩む北部高速道路（North Expressway）の坂下とを結ぶ道路であった。コートランドは二方通路（Two-way thoroughfare）であったので、彼れ等は、長さ 2,000ft. (610m)の3つの試験区間を舗装することに決定し、幅16 ft. (4.88m)の中央部分を、石綿アスファルト舗装帯とし、その両側を夫々幅 8 ft. (2.44m)の普通のアスファルト舗装帯とした。この3つの舗装帯は、いずれも、厚さ 1 in

(2.54cm)の中間層の上に、厚さ 1 in (2.54cm)の表層を施工したもので、骨材の粒度配合は、すべて同一とした。しかし、中央の舗装帯は、短繊維石綿 2.5%、およびアスファルト 7.4%を含ませるように設計した。7.4%なるアスファルト配合量は、市街地用標準合材に対して、従来は高過ぎて危険であるとさえ考えられていたものである。ニクソンおよびジョンソンは3カ年間に、コートランド・ストリートに交通を許し、その間絶えず、これら3舗装帯を監閲しておれば、多くのデータが得られるだろうと考えていた。

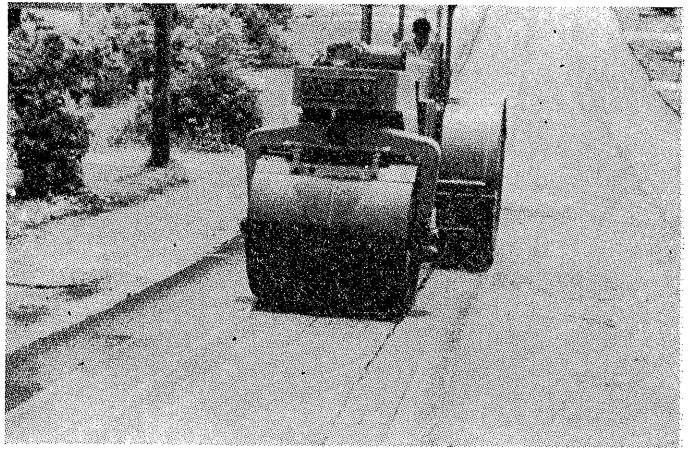
第1図 長距離に亘るアスベスト含有するアスファルト試験舗装が、最近、デラウェア州で築造された。





第2図(左上)アトランタの工事では、ローラーが、ペーパー(Paver)の直後に接近して作業することができた。

第4図(右)交通混雑の難局を打開するため、アトランタ工事の技術者達は、舗設後1時間未満で、新舗装面を交通に開放することに決定した。



第3図(上)まだ冷却しきらない舗装上に10トンローラーが停止している有様を示した。ローラーを約10分間、そのままにしておいたが、眼に見える程の損傷の生じた形跡がない。



ところが、彼れ等の予想は全くはずれ、舗装がまだ完成しないうちに、或る著しい兆候が現れはじめた。それは、全く予期しなかった、緊急な問題から生じたものである。即ち、建設工事中、この場所の交通が激増し、舗装上への車輛の立入り禁止が、實際上不可能になったからである。道路をできるだけ早く交通に開放するため、市の舗装班は、はからずも突如として、作業テストおよびスピード・テストを受ける羽目に陥った。

普通の舗装工事では、舗装班は、立札を立てて、少くも1時間は、輾圧舗装面上の交通を遮断するが、ニクソンおよびジョンソンは、石綿アスファルト合材が全く異なる作用を示すことを観取した。

まず、彼れらは、ペーパー(Paver)のすぐ後に接近して初期輾圧を行っても、目に見えるほどの膨れ(Blistering)や損傷を生じないことを発見した。次に、合材がまだ高温である間に、10噸ローラーを傾斜20度の坂路上に約10分間静置しておいても、舗装に傷害の跡がつかないことも彼れらは知った。

3 短時間後、交通に開放した。

交通車輛が、どしどしと折り重なって来て困難したので、彼れらは、遂に思い切った処置をとることに決めた。即ち、初期輾圧後20分で、中央の試験舗装帯を交通に開放して、全車輛の自由通行を許したが、舗装は、何等の損傷をも受けなかった。

このアトランタ舗装が、唯一の石綿アスファルト舗装ではない。過去3か年間に、種々の路盤条件(Support conditions)、気候、および日々に変化する交通などの苛酷な現実の下で、石綿アスファルト舗装を試験するために、北米合衆国およびカナダにおいて、約60個所の試験舗装が築造された。また、この問題に興味を有する数カ所では、十分な室内研究をも続けている。

これらの研究的な仕事は、2000年以上も文明社会に用いられて来たこの材料に、斬新な意味を賦与した。アスベスト(Asbestos)という語は、一度点火したら消火できないという、伝説上の石に対して、古代ギリシア人が与えた名称であるが、その全意図は、全く抹殺されることとなってしまった。その石は生石灰のこととなり、

最後に、アスベストスなる名称は、殆んど全く燃えない鉱物を表わすものとなってしまった。

4 石綿フィラーは新しいものではない。

近代石綿工業は、1868年に始まったのである。第一次世界大戦より遙か以前、奇妙な繊維状珪酸塩が、建設の仕事の一端を担うこととなった。石綿およびアスファルトが凝集性 (Cohesive qualities) であるため、石綿は、長年月の間、屋根材 (Roofing) および目地充填材 (Joint sealing) として利用されて来た。石綿は、1920年代から30年代初期にかけて論議の種となっていた、加熱混合式舗装特許の中にも現れて来た。しかし、重荷重および集中荷重を及ぼす現代交通および高いタイヤ圧力による苛酷な要求が、瀝青合材設計におけるフィラーの役目に、再び注目するようになるまでは、石綿は、あまり重要視されなかった。ジョンズ・マンビル・コーポレーション (Johns Manille Corporation) は、石綿の世界生産高の第三位に位する生産者として、当然のことながら、舗装中の石綿について、新しい研究を熱心に推進している。この会社の興味は、1953年に、南部ケベック (Southern Quebec) のジェフェリー大鉱山 (big Jeffery Mine) に通ずる険峻な道路を、短繊維石綿をかなり含有するアスファルト合材で再舗装した時に、偶然に或る程度まで刺戟された。

重い鉱石トラックが、毎日ブレーキをかけながら下ったり、また上り坂をよじ上ったりするような条件下で、新舗装が磨耗 (Abrasion) およびショービング (Shoving) に対して、如何によく耐え得たかということが、特に鉱山技師達の印象に残った。新舗装の性状に関する評判は、ニューヨークにおける支店に伝わったので、これを調査するため、研究班が現地へ派遣された。その結果、全面的な実験室試験が開始された。

約4年間、集中研究を行った後、ジョンズ・マンビル

の技師達は、アスファルトと石綿とは、物理化学的親和性 (Physico-chemical affinity) を有すること、その親和性は、素晴らしい新性状を、瀝青合材に賦与することを信ずるに至った。

彼れらの言うところによれば、合材中に1~3%の石綿繊維を添加すれば、遙かに多量のアスファルトを用いても、ブリーディング (Bleeding) やフラッシング (Flushing) を起さない。このため、舗装は、次のような性状を有するようになる。

1. 撓み性 (Flexibility) が増大し、同時に撓み強度 (Flexural strength) および耐久性 (Durability) が増加する。
2. 圧密作用 (Densification) に対する抵抗性が大となり、その結果として、車轍発生防止に有効である。
3. アスファルト配合量を増加することができるから、舗装の不透過性を高めることができる。

1958年以後、他の会社や団体など、ことにアスファルト・インスチチュートが、他の多くのフィラーと共に、アスファルト中における石綿について、多くの実験研究を行って来た。そして彼れらは、その研究結果に対して、慎重な解釈を施している。

5 技術家達は、慎重である。

石綿フィラーについて、多くの基礎研究を行った或る優秀な研究者は、次のように述べている。

「石綿——このことに関しては、他のフィラーも——アスファルト合材の性質を直ちに、且つ著しく変化させる。この変化は、合材の物理的性状 (Mechanical behavior) を改善する」

これは、大きな問題である。現在60箇所で行野外試験 (Field test) ——実舗装による試験——が行われているので、この問題に対する解答は、まもなく得られるであろう。 (筆者：日本アスファルト協会 顧問)

アスファルトの附着性について その3

C. D. ハ リ ス

前二回に互って、アスファルトの附着性に関係のある骨材について、剝離防止の添加剤について、又剝離試験について述べてきたが、動的な試験としては次の試験がある。

c) 車輪走行試験とモデル・ロード・テスト (Wheel Tracking and Model Road Test)

この2つの試験は、できるだけ実際の道路状態に近い状態で試験するために考えられた、動的な試験方法である。英国の道路研究所が、アスファルト・マカダムの場合の附着状態を調べるために考案したのが、浸漬状態で車輪走行試験(Wheel Tracking Immersion Test)である。最大寸法 $\frac{1}{8}$ " (10mm) のマカダム骨材(規定の粒度曲線に合った)をアスファルトと混合して、標準枠の中で締め固め、25°Cで養生した後、40°Cの水槽に入れて、合材の上に車輪を走らせて、48時間又は破損するまで試験を続ける。破損の確認の方法として、車輪が合材のなかに $\frac{1}{2}$ " (12.5mm) 沈下するときを一応破損とするが、通常この破損の状態は、非常にはっきりと指摘できるくらいに、合材が破損してくる。

たとえば、剝離防止剤なしの軟質アスファルトを使ったアスファルト・マカダムの場合、約1時間後に破損するが、添加剤を加えて試験すると、48時間以上して始めて破損する。

ある種の合材を使ってこの試験をした結果と、実際の道路で試験舗装した場合の結果とは、よく一致した点が多いが、次の事項に問題点があることを念頭に入れる必要がある。

- 1) 輾圧温度、密度、輾圧速度によって、同一合材でも違ってくる。
- 2) 恒温水槽の温度の差によって、結果に影響がでてくる。
- 3) 水槽の PH によっても相違がでてくる。
- 4) これらの試験は機械的の試験であるので、はっきりした原因は判らないが、軸受やタイヤの摩耗に原因すると思われる差異が、試験結果に

でてくる。

5) 試験が1時間と48時間の2つで規定してあるので、この中間の結果について云々できにくい。が、大体の傾向として1時間の結果より悪く、48時間目の結果より良好であると丈しかいえない。

6) この試験は動的な試験(Dynamic Test)であるが、結果としてシェルの浸漬剝離試験(Shell Total Water Immersion Test)と同じ傾向を示す、即ち悪い結果の骨材やバインダーを使ってこの動的試験をしても同様の結果がでる。

モデル・ロード・テストはシェルの中央試験所(英国)で開発されたもので、使用目的ははじめ、ファイン・コールド・アスファルト(Fine Cold Asphalt)の試験として考えだされたもので、アスファルト・マカダムの試験に使用できるかどうかを、目下検討されつつある。

モデル・ロードは直径4フィート(約1.4m)で路巾が20cm、深さ2.5cmのところに、6〜8種のいろいろの合材を舗設、輾圧して厚さが約2.0cmになるようにする。

そして水を注いで、浸漬された状態で17時間放置し、その後二つのタイヤ輪を一定速度で走らせる。この場合、タイヤ輪が路面全体に均一に通るように動くことになっている。

路面は浸漬されながら、タイヤの車輪を100時間走行させる。しかし途中で、合材が離散して、新しい完全な形の合材と交換する場合もあるので、100時間継続しない時もある。

試験は、各合材について、時々チェックして記録し、最終の結果は、次の方法で記録する。すなわち、試験合材が破損分散して穴があき、ベースのコンクリート面が見えるまでの時間を、“破壊時間”(Hours to Failure)として記録し、若しこのように破壊しない場合は、一定時間タイヤ車輪を走行させた後、資料をモデル・ロードから取出して計量し、重量減としてパーセントで記録す

る。

この試験の欠陥と考えられることは、次の点である。

- イ) 温度の制御ができない。
- ロ) ある一部分の資料(合材の舗設部分)の破損が原因で、隣の部分の資料(合材の舗設部分)まで破損が波及するかも知れない。
- ハ) 実際の道路と同じ程度の輻圧が得られるかどうかということ。
- ニ) 一部の合材に、剝離防止の添加剤を使った場合、他の部分の合材に添加剤の影響があるかも知れないということ。
- ホ) 勿論この試験は、各種合材の比較試験であるから、ベースの点は重要でないかも知れないが、ベースは剛性のものであること。
- ヘ) 合材の場合、合材の機械的噛合が安定度に大きく影響して、アスファルトの附着性がある程度判然としにくい場合がある。

しかし乍らこの試験は、動的の試験であり、且実際の状況に近い形での試験と考えられるので、現在でも研究が続けられている。またアスファルト・コンクリートで深いベースにするとアスファルト・マカダムの試験にも使用できる筈である。

以上3つの試験方法は骨材やバインダーの性能を知る方法で、主として試験室でやる方法である。勿論この3つの方法の変形ともいふべき方法もある。例えば石の浸漬剝離試験(Coated Stone Test)で、試験に動的な意味を含ませるため攪拌する場合もあり、また浸漬圧縮強度試験(Immersion Compression Test)、ビーム・コヒージョン・メーター(Hveem Cohesion meter)等は広く使われている。しかしながらこれらの値はあくまでも実際の道路に対する一つのよい参考資料になるだけで、試験室でのデータと、実際の道路との関聯した一連の資料が充

分ととのって始めて効果的になるといえる。

一般に、余程の悪条件でも重ならない限り(例えば、花崗岩の骨材、高温で水に浸漬し且重交通のような)アスファルト・マカダムに普通のアスファルトを使っている場合、剝離は生じないと考えてよい。

もちろん、密粒度のアスファルト・コンクリートの場合には考えられない。若し剝離がおこったとすると、空隙率が高い場合である。その場合剝離の原因調査方法としては、既に述べた方法で骨材とバインダーについて調べる。実際の試験方法については後述する。

III) 剝離防止添加剤の効果を調べる方法

剝離防止の添加剤の効果を調べる原則は、コストの性能を考える必要がある。

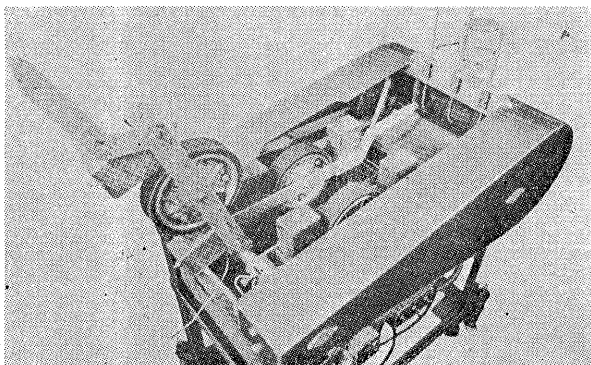
附着性のよい、且少量で価格の安い添加剤がよい添加剤というべきで、且高温での安定性がよく、加熱して劣化するものであってはならない。

また同じ添加剤でも、骨材の石質によって非常によい場合と、それ程でもない場合とあり、従ってある添加剤が、すべての種類の骨材によいという訳にいかず、その添加剤がどの程度の石質の骨材に使用できるか、試験する必要がある。

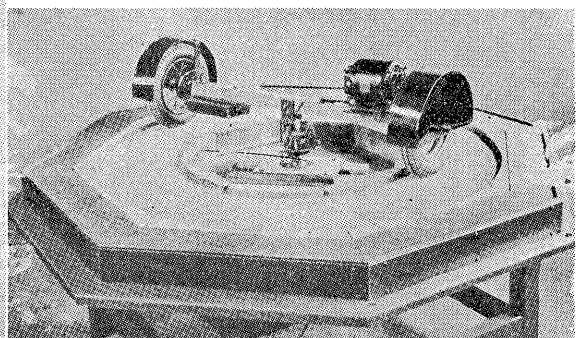
前述したような浸漬剝離試験(Total Water Immersion Test)と浸漬状態での車輪走行試験(Wheel Tracking Immersion Test)を使って剝離防止添加剤を試験した結果を表VとVIに示す。

表 V

試 験:	(Total Water Immersion Test)
バインダー:	M.C. 4 カットバック
骨 材:	水洗して乾燥した花崗岩
加 熱:	密閉した乾燥炉で135°C, 5日間



浸漬車輪走行試験機



モデル・テスト・ロード

表 VI

添加剤	1 kg 当りの価格 (円)	骨材加熱前			骨材加熱後		
		剝離防止効果が90% 以上の添加剤の量 (%)	カットバック の添加剤の価格 (円)	1 当り (円)	剝離試験で90%以上の 時の添加剤の量 (%)	カットバック の添加剤の価格 (円)	1 当り (円)
A	165	0.4	0.7		0.5		0.9
B	470	0.4	2.1		1.0		5.1
C	136	1.0	1.4		(1.0 まで加えても効 果なし)		—
D	300	1.0	3.1		1.0		3.1
E	145	1.0	1.5		1.0		1.5

(註：表の価格は英国における価格を円に換算しただけである)

表 VII

試験：(Wheel Tracking Immersion Test)

バインダー：4%メックスファルト 280/300 針入度

骨 材：花崗岩 通過 10mm—100%
6.5mm— 45%
3mm— 15%
20メッシュ—10%
50メッシュ—7.5%
200メッシュ—4.0%

石粉は石灰石粉

表 VIII

添加剤	添加剤 の価格 円/kg	添 加 量 (%重量)	試験結果 (時間)	カットバックの 1 当りの添加剤 の価格 (円)
A	165	0.5	>48	0.85
B	470	0.5	20	2.5
C	136	2.0	>48	2.8
D	300	1.0	>48	3.1
E	145	2.0	5~17	3.0

註：添加剤の価格は、国によって、また種類によって違ってくるので一概にいえませんが、これらの表は、添加剤を使う際に、同一骨材でも骨材の加熱前と加熱後によって所要量が違ってきて、結局バインダーの価格に影響してくるという一つの事例を示しただけである。またこの2つの試験を比較した場合、添加剤BとEは浸漬剝離試験 (Total Water Immersion Test) ではよい結果がでているが車輪走行試験では余りよいとはいえないことを示している。即ち一つの試験でよければ、すべての試験によいとはいえないことを示している。

では実際添加剤を使うべきか否かは、簡単に一概に断定できないことである。すなわち、前述のように、試験室での試験が、何時も実際の道路の状況と似かよっているとはいえない場合があるからである。従って実際の道路での使用実績と試験室でのデータが相当量蓄積され

て、はじめて判断すべきものと思う。

しかし、ある種の骨材、試験、またいろいろの骨材についての資料が不充分であつても、基準となる試験はあった方がよく、殊にアスファルト—マカダムの場合は、浸漬剝離試験 (Total water Immersion Test) 又は浸漬車輪走行試験 (Wheel Tracking Immersion Test) の何れか、又は両方やると効果的である。この場合前者は90%以上、後者は48時間以上の結果を目標にすべきであるが、後者は可成りきびしい試験である。

アスファルト・コンクリートなど空隙率4~5%以下の密な合材の場合は、ほとんど問題とする必要はないが、若し浸漬圧縮強度試験 (Immersion Compression Test) をする場合は、モールドを真空状態の下で浸漬すると、合材の空隙の中に水が入ることが考えられる。この場合残留圧縮強度は70%以上あることが望ましい。

なお次の機会に附着性に関する機構や、バインダーや添加剤の機能について書くつもりであるが、附着性に関し、いろいろの要素が介入していることが以上で判る。しかし結論的にいえば、どのような添加剤その他のものをもってきても、よい骨材ほど効果的なものではなく、殊にアスファルト—コンクリートの場合は、よい配合設計としっかりした輾圧が一番大切なことである。

多くの道路の破損の場合、屢々附着性に原因があるといわれているが、原因は他にある場合が多いと思う。

添加剤の使用は、本当に最後の手段としてとるべきで、最初から解決の手段としてとるべきでないと思う。

(有福武治 訳)

(筆者：シェル石油株式会社アスファルト部長)

INTRODUCTION TO ASPHALT

連載 第 14 回

大 島 秀 信

第 5 節 アスファルトに依る 路上混合式工法

7. 501 概説

路上混合式工法は又現場混合式工法とも呼ばれ、路盤、基層或は表層の築造法として使用される。

註：之に関しては下記のアスファルト協会制定の仕様書を参照され度い。

RM—1 路上混合によるマカダム骨材式アスファルト表層工について。

RM—2 路上混合による密粒度骨材式アスファルト表層工について。

RM—3 砂質路床土上に於ける路上混合式サンド・アスファルト工法について。

本工法により築造された表層は、一般に軽又は中交通に適しており、シーラー・コートは必要な場合もそうでない場合もある。

路上混合式の第一の利点は、既存の路盤の骨材をそのまま利用出来るという事、及び近くの供給源からの骨材が有利に使用出来ると云う事である。路上混合は機械設備も最小限ですむので、このような骨材を使えば、アスファルトと骨材が安価に混合が出来るわけである。然し中央プラント混合方式によれば、あまり費用の増大を来すことなく更に良好な品質管理のできる場合が多いので、路上混合式を選定するに当ってはよく比較検討する必要がある。之については第 7 章第 1 節を参照され度い。おな、路上混合式に於ける特徴の若干を述べると次の通りである。

(1) 路上混合機械の操作に基づき、混合物を大気中に曝すことにより、混合物中に含まれる水分及び揮発性分の量を適切に管理することが出来る。

(2) 混合物中のすべての骨材につき、その表面に所定のアスファルトを配分すると共に、被覆を均一にすることが出来る。

(3) 路上混合が路床土の上で直接行われる場合、若

し運転員が熟練していないと、混合機械の羽根又は刃の深さを充分調節することが出来なくて、路床の土をすくい上げ、混合割合に変化を来したり、又逆に、底部までよく混合されずに一部取残される結果、層厚を減じ、アスファルト過剰の原因を生じたりすることがよくある。又現在使用されていない古い舗装とか路面とかがある場合には、これをそのまま混合場として利用されることが多いが、この場合その上で混合材料のウインド・ロウを作り、混合終了後使用現場に移すのが普通である。この方法はメンテナンスの際、しばしば使われており、時にはこの混合場所がそのまま混合物の貯蔵場所とされることもよくある。

(4) 路上混合式は、適切な管理を行へば、必要な機械の費用の割には、比較的品质の高い混合物が得られるので大変経済である。従って遠隔の地域とか、農場、牧場、荒地或はその他、高い費用をかけて道路改良を行う事に問題のあるような所に於て、道路の延長を伸ばすのには特に有利な工法である。然し都市及び重交通地区に於てはプラント混合方式を採用するのが望ましいのであり、近時可搬式プラントの設備が発達して来て、路上混合式に比しプラント混合式の利用率が高まりつつある。

上記の(3)及び(4)に於ける混合には、グレーズ、コンクリート・ミキサ等が使用されるが、移動ミキサを使用すれば、経済的にも品質的にも、これらの中間的な混合物を生産することができる。

骨 材

7. 502 概説

路上混合式工法に依れば、材料としては広い範囲に亘る骨材及び土と骨材との組成物を使用することが出来る。然し表層の場合は、路盤又は基層を造る場合よりも品質の高い骨材を一般に使用する必要がある。アスファルト協会に於て制定された仕様 RM—1 或は RM—2 の中で記載されている材料は、表層に適しており、同じく RM—3 に記載の砂質材料は路盤又は基層に適してい

る。又アスファルト・マカダムとして使用に適している骨材は、路上混合物用として用いて勿論さしつかえない。尚、使用骨材の詳細は下記の通りである。

7. 503 碎石

市販の碎石、鉾澤、砂利及び砂等は広く路上混合用材料として使用できる。然し現場に於ては、道路の切開き箇所とか、近くの石切場等より碎石を生産した方が経済である場合が多い。No.200ふるいを通過するもの0~5%含んでいるものから、最大寸法が2吋或は層厚の $\frac{1}{3}$ までのクラッシャ・ランは、路上混合式の基層用材料として優れているからである。最近路上混合機械がいろいろ進歩して来て、費用もアスファルト、滲透式マカダムに匹敵する位まで安くなりつつある。何と云っても、アスファルト舗装構造体に於ては、仕様書に規定されている骨材の最大寸法以下ならば、少しのロスも無く碎石生産物のすべてが有効に使用出来るのは、経済上最も大きな点であると云うことができる。

7. 504 地方産材料の利用

多くの場合、碎石よりも砂や砂利の方がより経済であることは云うまでもない。路上混合式の工法によれば、きれいな砂及び砂利は勿論であるが、No.200ふるいを通過するもの25%だけの粗目の土から、液性限界30及び塑性係数6に到るものまで、相当広範囲に亘って地方産材料を使用することができる。又経験の結果、適当であることが判明した所の二、三の材料については、更に広い限度まで使用してさしつかえない。多くの現場に於ては、一般に発生する掘削材料とか、客土用材料の中にも、注意して選択すれば、路上混合層として適するものが得られる筈である。アスファルト舗装体のどの層に対しても、使用骨材の粒度の良いことが、望ましいのは云うまでもないが、然し路上混合式基層としては、貧弱な粒度の骨材でも又、不連続粒度の骨材でも使用してさしつかえないことが実際に証明されている。

と云っても経済的に利用は出来るが、あまり妥当でないと思われるような材料についても試験の必要がないというのではない。こういった場合路上混合用材料としての適否を判断するには、州道路局やその他の道路建設機関に於て現在利用されている種々の試験結果とか、アスファルト協会発刊の便覧叢書 No. 2 “加熱混合式アスファルト舗装の配合設計” に述べられている事項を参考にとすると好都合である。尚 Asphalt Institute 制定の仕様についての叢書 No. 1 “加熱混合式アスファルト舗装の仕様並に施工”を参照するとよい。

アスファルト

7. 505 種類

路上混合式工法に於て使用されるアスファルトの種類は、使用骨材の性質、路上混合用機械の種類及び気候状況によってきまる。アスファルトを選定するに当っての詳細な仕様については、アスファルト協会制定の仕様書 RM-1, RM-2 及び RM-3 に総括的に書かれているので参照され度い。又一般に使用されているアスファルトの種類を使用骨材別にあげると次のようである。

(1) 粗粒骨材

a 急速蒸発及び中速蒸発のカット・バック・アスファルト (RC, MC-3 又は MC-4)

b 中速分解乳剤

(2) 砂や石粉の如き細粉分を、全然含んでいないか又は少量含んでいる密粒度骨材

a 急速蒸発及び中速蒸発のカットバック・アスファルト (RC-2, RC-3, MC-3 又は MC-4)

b 緩速蒸発の程度中間の液体アスファルト (SC-3 又は SC-4)

註：之は乾燥地方におけるプライマーとして多く使用されている。

c 緩速分解乳剤

(3) 砂や石粉の如き細粉分を相当の%含有している骨材

a 中速蒸発カットバック・アスファルト (MC-2, MC-3 又は MC-4)

b 緩速蒸発液体アスファルト (SC-2 又は SC-3)

註：之は乾燥地方に於てプライマーとして多く使用されているものである。

c 緩速分解乳剤

d 逆乳剤

7. 506 乳剤

乳剤や逆乳剤を使用する時は、どちらかと云うと骨材は濡れていた方がよい。特に、骨材が細粉分を相当含んでいて、非常に乾燥している場合には、乳剤を適用する前に水で濡らして置く必要がある。

7. 507 アスファルト所要量

路上混合式を施す際のアスファルトの所要量を決定するには次に示す方法の何れかに依るか、又はこれらの方法を併用するとよい。

(1) Asphalt Institute 発刊の便覧叢書 No. 2 “加熱混合式アスファルト舗装配合設計” に記載の方法を適用

する。

(2) 実験室に於ける設備が、上記の方法の中で要求されているものと合致しない時には、第5. 705項で説明せる式を使用する。

(3) 締固められた厚さ1吋当り、液体アスファルト0. 5 gall/yd²を使用する。但し之はあまり精確とは云えないが、一応目安をつける為の簡易な算出法としてである。

路上混合式の施工

7. 508 機械の種類

路上混合式工法として必要な機械設備の種類に就いては第6012項に記載の通りである。

7. 509 路床の準備

路上混合を施工するに当っては、まづ路床を完全に仕上げ、よく締固めて置かなければならない。続いてプライム・コートを施し、充分に養生を行わしめる。この際プライマーが完全に路床土の中に滲透せずして、アスファルトが過剰の場合は、適当な粒状骨材を以て吸い取らせることが必要である。

7. 510 移動式プラントに依る混合

移動式プラントに依る混合の有利な点は、混合作業の管理が比較的容易なことである。骨材とアスファルトとの混合物を作る際、均一なものを得る為には、この二つのものの混合比率を厳格に管理することが最も重要な要素である。今均一な混合物を得る為の注意の二、三を述べると次の通りである。

1. 均一な寸法の材料により、先づ最初にウインド・ロウを造る。
2. ウインド・ロウが出来あがったら、その混合材料の粒度が均一となっているかどうかを検査する。
3. 次に混合に必要なアスファルトの適量を決定する。
4. 使用する路上混合用機械の整備を充分に行い、常に良好な状態としておく。

移動式プラントに於ては、機械がウインド・ロウの上を移動するにつれて、之を混合しながら、アスファルトを加えて行くのであるが、この際若し、ウインド・ロウが大きすぎて、一回の機械を通すだけでは、所定のアスファルトの全部を添加混合することがむづかしい場合には、ウインド・ロウを更に分割して小さくする必要がある。なおウインド・ロウの材料については、アスファルトを加えた後更に混合状態を良くする必要があるので、多くの場合グレーダが併用される。グレーダは、又、混

合物中に含まれている水分と揮発性分とを気乾して除去する為にも必要である。この際グレーダをかける回数には勿論現場の状況により異なるのであるが、一般に最小限5内至6回は行う必要がある。かくて混合が完全に終了したら、ウインド・ロウの材料を道路の一方側に寄せて、敷均らしの用意をする。

移動式プラントにはこの他、トラックから直接、骨材とアスファルトとをプラントのホッパに投入し、混合するようになっている型もあるが、この型のものでは一回機械を通過せしめるだけで、すぐ敷均らしの準備をしてもさしつかえない。何れにしても締固めを行う前には、気乾をして充分揮発性分を除去しておかねばならない。なお初期軋圧はニューマチック・タイヤ・ローラを使用し、仕上げ軋圧には鉄輪ローラを使用するのが望ましい。

7. 511 グレーダによる混合

路上混合式工法に於て、グレーダを使用する際、最も注意しなければならない大切なことは、使用する骨材の質と粒度の均一性の確保と云うことである。それにはまづ混合に先立ってスプレッド・ボックスか又はウインドロウ成形器の何れかによって、材料のウインドロウを造り、それに応じアスファルト所要量を決定する必要がある。この際ウインドロウの長さ1呎当りの必要量を計算しておくると便利である。

又アスファルト結合材を供給するには、ウインドロウを平にし、その上にディストリビュータを以て連続的に行うのが望ましく、混合作業が完了する迄に、所定量の全部を供給するようにしなければならない。アスファルトを何回にも分けて供給し、ディストリビュータのすぐ後でアスファルトの混合が行われるようにすると結果がよいようである。

ウインドロウの中の骨材の粒度は時々変る事があるので、これにつれてアスファルトの必要量を変更することも忘れてはならない。混合作業が進むにつれて、混合物の外観には特に注意を払い、著しい不均一な場所を早く見つけることが必要である。又混合によりアスファルトが骨材の中に完全に分散し、骨材粒子を一様に被覆するに到るまで何回も操作を繰返すことが必要である。この際グレーダの刃の垂直方向の角度に注意を払い、ウインドロウの材料が巻き込まれて行くように調節しなければならない。又混合作業中特に注意をしなければならない点は、グレーダの刃で、下の余分の材料をすき取りウインドロウの中に混入しない事であり、又同時にウインドロウの材料を一つも刃の端からこぼれ出さないようにすることである。若し又グレーダによる混合では油性分の

かたまりを分散させることが困難な場合には締固められたウインドロウの中で数日間放置して養生をすれば、かなりその状態を改良することができる。混合が完了すれば敷均しの準備の為ウインドロウを道路の一方側に寄せることは前にも述べた通りである。

7. 512 ロータリ・ミキサに依る混合

ロータリ・ミキサに依る混合方法とは、路面上を移動しながら、覆蓋の下で回転する羽根又は刃に依りアスファルトと骨材とを混合して行く方法である。最近のロータリ・ミキサはアスファルトを散布式により、混合しながら供給のできる設備をもったものが多い。なお本ミキサを使用する時の順序を示せば次の通りである。

(1) モータ・グレーダに依り、骨材を均一な粒度と横断形状となるように敷均す。

(2) ロータリ・ミキサを一回以上通過せしめて骨材を完全に混合する。この際骨材があまり濡れているようであれば、覆蓋の上に挙げて気乾せしめ、含水量を調節する。

(3) 所定のアスファルトの全量が供給され、混入される迄、1平方碼当り約 $1\frac{1}{2}$ gallon の割で加えて行く。普通は締固められた厚さ1吋につき、1平方碼当り0.4~0.6gallonのアスファルトが全部で必要とされている(註:第7.507項を参照のこと)。若しロータリ・ミキサにアスファルトを散布するスプレイ・バーの設備がない時は、骨材混合後ディストリビュータで供給し、グレーダに依ってよく混合を行う必要がある。

(4) アスファルトを供給する毎に、完全に混合を行う為には、ミキサを二回以上通過せしめる必要がある場合がある。

(5) アスファルトを全部混入した後は、揮発性分の含有量(若し乳剤の時は含水量)が所定量となるよう気乾を行う。

(6) 混合作業中は常に所定の粒度と横断形状を保つよう、グレーダによって表面の維持を行う。

7. 513 水分及び揮発性分の含有量

粗い粒度の骨材の場合は、水分や揮発性分の含有量についてはあまりやかましく云う必要はない。然し細粒骨材に依る混合物の場合は、最大締固め密度を得る為に、水及び揮発性分の全含有量が、プロクターの最適含水以下となるまで気乾を行わなければならない。混合物の種類によっては実験室に於ての試験データのみではあまり有効でない時があるが、この場合には、現場に於ける経験と試験帳の結果に基づき、最適の水及び揮発性分の含有量を決定する必要がある。なお混合物はローラの重

量に耐えられるだけになったら、なるべく早く締固めを行うようにする。

7. 514 敷均し及び締固め

混合物の気乾が完了したら、路床上にゆるやかな状態で材料を敷均すか、道路の片側に一つ或はそれ以上のウインドロウとして寄せる。その際混合物を敷均す前にプライム・コートかタック・コートを施すことが望ましい。ウインドロウはグレーダに依って敷均すのが普通であるが、なるべく薄い層に敷くよう注意を払うことが大切である。敷均しがすんだらタイヤ・ローラを以て各層毎に締固める。以上の操作は、混合材料の全部が敷均され、所定の横断形状及び粒度となり、又所定の締固め密度が得られるまで繰返す必要がある。時には敷均し厚を多少増すことはさしつかえないが、然し4吋以上としてはいけない。締固めにシープス・フート・ローラとタイヤ・ローラを併用することは望ましい事であるが、何れにしても一つの層の締固めと養生が完全にすんでから、その上の層を置くことが大切である。

第6節 表面処理及びシール・コート

7. 601 定義

表面処理とは、骨材を使用するとしなないとに関係無く、又路面或は舗装の種類に如何にかかわらず、その表面にアスファルトを適用する場合を総称する言葉である。従って次の事項はすべて表面処理である。(1) 防塵の為の処理、(2) プライム・コート、(3) 路上混合による表面の処理、(4) 骨材被覆を伴うアスファルトの散布、之には単層式と多層式とがある、(5) ブラント混合に依る表面の処理(プレ・コートを施した骨材の場合も含む)、(6) 乳剤によるスラリー・シール、(7) フォグ・シール、(8) タック・コート、及び(9) シール・コート。

7. 602 表面処理に必要な路盤又は基層

表面処理はそれ自身は元来舗装ではない。むしろ路盤又は基層を被覆して水密性を助長し、交通に対する磨減抵抗を増加するにすぎない。厚さに於ても1吋以下であるのが普通であり、路盤又は基層の強化をはかるものではない。未舗装道路の場合、何んとか之を風雨に耐えるような型のものに変えなければならないことがよくあるが、この場合、あまり適当でない路盤又は基層の上に表面処理を施すのは危険である。従来とも、ブラック・トップ・ロードと呼ばれて長い延長に亘り、ハイ・ウェイに表面処理が行われて来たが、不十分な路盤又は基

層の上に施されたものは常に問題となったり、又不必要な支出を生ずるに到ったりしている。従って若し路盤又は基層がしっかりしていなければ、取敢えずは、後程説明する防塵処理工法を採用して維持を計り、将来の計画交通量にたえ得る路盤又は基層として改良されるまでの途中の段階とするのが望ましいことである。(註：第8章、第1項 ステイジ・コンストラクションの項参照され度い)。

7. 603 凍結地域

凍結地域に於ては、出来るだけ凍結しにくい材料で路盤を築造する必要のあることはいうまでもない。一方又表面処理といえどもきびしい凍結融解をまぬがれることはできない。路盤用の凍結しにくい材料を決定する基準に就いては第5. 426項を参照のこと。

7. 604 未舗装道路

未舗装道路の場合、その表面を充分に結合させる為に望ましい粘土の含有量は、上に舗装がある場合の路盤に含まれる量よりも一般に多い。従って粘土-砂利或は砂-粘土から古い未舗装道路の上に表面処理を施す時は、次のことに注意しなければならない。即ち旧道路材料の塑性係数が、充分低くて表面処理を施した後に於ても、水分によってひどく軟弱化されないと云う事である。一般に3以上の塑性係数をもつ材料はこの点につき検討を払う必要がある。

7. 605 防塵処理

防塵処理というのは、液体アスファルトを道路面に一回適用する表面処理のことである。一般に液体アスファルトとしては次の種類のものが使われる。

(1) 緩速蒸発液体アスファルト, SC-0 又は SC-1。

(2) 緩速分解アスファルト乳剤, SS-1。

1平方呎につき0.1~0.5gallonの割合で適用されるのが普通であり、乳剤の場合はアスファルトの含有が、容積比に於て水の六分の五以下のものが良い。液体アスファルトを使用した防塵処理は、又時に路面塗油とも呼ばれている。防塵処理は、下級道路を改良する暫進的工法の中の第一次的なものとして施工される場合が多い。

プライム・コート

7. 606 定義

プライミングというのは、その上に何らかの処理を行うか或は又、何らかの構築物を作る際の準備として、アスファルトによる未処理路盤の表面に第一次的にアス

ファルトを適用する表面処理のことである。プライミングの目的は、表面を水密性にすると共に、毛管間隙を防ぎ、表面に遊離している材料を被覆結合せしめて、一層強靱にする為であり、又路盤とその上に来る処理層或は構築物との間の結合をよくする為である。プライミングの方法は、MC-0, MC-1, MC-2, RC-0, RC-1, SC-1, 或はSC-2の如き粘度の低い液体アスファルトを、準備のできた路盤の表面に0.15~0.5 gall/yd² 散布し、出来るだけ早く滲透せしめるようにすることである。

路上混合式に依る表面処理

7. 607 定義

本工法は、第7. 501項に述べた路上混合の方法の何れかに依って、骨材と液体アスファルトとを混合し表面処理を行うものであり、時に現場混合式表面処理とも呼ばれ、又ある地方ではアーマー・コートとも称せられている。

7. 608 使用目的

路上混合式表面処理適用の目的は、既存の道路材料を改良する為である。本工法を古いアスファルト路面に施す時は、先づ古い路面を掻き起し、若干新しい骨材を追加補填をした後、再び横断形を整えなければならないのであるが、この際既存の骨材やアスファルトはすべて之を利用するよう心掛ける。既存の路面を数吋の深さかきおこし、之に新しい骨材を必要なだけ補充し、混合を行い、続いて所定量のアスファルトを混入、気乾、再整形を行った後、締固め仕上げをするというのが本工法の一般的施工法である。

骨材被覆を伴う単層式及び多層式アスファルト散布式表面処理

7. 609 定義

本工法はアスファルト散布後引続き骨材散布を行うものであり、この操作を繰返す回数に応じ夫々、二層式、三層式、四層式表面処理等と称せられている。

7. 610 使用目的

本工法による表面処理は、アスファルト未処理盤、アスファルト基層、或は既存の舗装の種類の如何を問わず、その上に適用される。プライム・コート(之については前述の項を参照のこと)が良好に施されたものの上にこの種の表面処理を施すことは、最も安価に路面の水密性を増す方法であり、又よい骨材を使用したものは軽或は中交通に適した経済的な表層といふことができる。

又この種の表面処理は、ハイウェイのステージ・コンストラクションとして、アスファルト・コンクリートの表層が舗設される迄の基層の保護層として非常に利用価値がある。この点については第8章、第1節、ステージ・コンストラクションの項を更に参照するとよい。

7. 611 施工管理

本工法の施工管理上注意すべき事は次の通りである。

- (1) 天候の良い日に施工すること。
- (2) アスファルトを散布する路面は、堅固であり、又附着を良くする為に、乾いていてよく清掃が行われていること。
- (3) 骨材のおちつきをよくする為に、被覆骨材の大きさ及び量と、アスファルトの粘度及び使用量とが互に均合つていること。
- (4) 高速の重交通は被覆骨材の剝離現象を促進する恐れがあること。

本工法には以上の如き施工管理上の制約があるので、若干でもこれらの状態の発生を恐れある所では、むしろプラント混合式表面処理（第7. 620項参照のこと）を採用した方がよい。

7. 612 アスファルト及び骨材の使用量

第VII—10表（本誌前号に記載されているので省略）は、表面処理及びシール・コートの際使用するアスファルトの量、種類及び骨材の量を示したものであり、又骨材の太いさと、そのおちつきをよくするのに必要な、アスファルトの量及び種類を示したものである。なお表面処理の骨材のおちつきに関する詳しい理論については、アスファルト協会制定の仕様についての叢書 S S—8（“アスファルト表面処理に関する仕様並びに施工について”）を参照され度い。

7. 613 表面処理上のフォッグ・シール

アスファルト・フォッグ・シール・コートは（第7. 629項参照）表面処理を施した面の最後の仕上げとして使われる場合が多く、アスファルトとしては 0.1~0.2gal/ yd² 適用されるのが普通である。なおフォッグ・シールの目的は、

- (1) 骨材を表面におちつかせる為
- (2) 骨材上の塵分の有害なる働きを防止する為である。

7. 614 骨材被覆を伴うアスファルト散布式 表面処理の施工法

- (1) 天候

本工法の成功の鍵は、天候の状態であるといっても過言でない。骨材のおちつきの点に於て最も良い結果を得られるのは、シール・コート施工中の舗装の温度が割合に高い事、及びシール・コート施工後、相当温度が降下するまでは、出来るだけ交通を許さない事である。液体アスファルトを使用する時、なお更一定の時間が、養生が完了し、骨材がおちつくまでに必要である。この養生期間は、大気温度が 50°F 以上であり、湿度も比較的低い時短かくてすむ。又表面処理を行った結果が良好と見なされるものについて、調査を行った所によると、その85%以上のものが暑い夏の月中に施工されたものであるという状態であり、従って、気候の最もよい夏の間に、速かに作業ができるよう、あらゆる努力を払って計画を樹立することが大切である。表面処理施工後に於ける交通は、養生が終了するまで制限しなければならないことは言うまでも無い。

(2) アスファルト・ディストリビュータ

アスファルト・ディストリビュータに本質的に必要なことは、均一に分布できるということである。ディストリビュータを使用して良い結果を得る為には、特に次のことに注意しなければならない。

a ノズルから散布される場合の圧力及び温度をすべて均一に保つこと。各ノズルからは一様な扇状となって散布される必要があり、又この扇状に散布されたアスファルトは隣同志互に干渉し合わないよう、所定の角度（製造会社の指示に従うとよい）を以てスプレイ・バーにノズルを取付けることが必要である。

b 路面からのスプレイ・バーの高さ（之も製造会社の指示に従うとよい）を常に一定に保ち、扇状に散布されたアスファルトが路面上に於て均一な重なりを生ずるようにすること。

c 散布の際のディストリビュータの走行速度を一定に保つこと。

なお作業を始める前には、スプレイ・バーよりの散布時のひろがり具合とか、すべてのバルブの同時開閉作動の具合とかを検査し、散布作業中は、ノズルの高さが路面から適切であるかどうか、又充分働いているかどうかを時々確かめるようにしなければならない。折角立派な仕事をしていても、僅か一つのノズルが詰ったりすることに依って結果が悪くなる恐れがあるので注意を要する。ディストリビュータについてのなお詳細な点は第6. 009及び第6. 010(a)の項を参照すると共に、アスファルト協会制定の仕様についての叢書 S S—8（“アスファルト表面処理の仕様並びに施工法

について”)を参考にされ度い。

(3) 骨材の敷均し

a 骨材の敷均しに当っては、適当なアグリゲード・スプレッドを使用しなければならない。スプレッドは、使用する骨材に合わせて、アスファルトを散布する前に、早目に調節しておく。スプレッドの一回の通過によって敷均される骨材の幅と、ディストリビュータのスプレッド・バーによるアスファルトの散布のひろがりとは同じであることが必要である。そしてこの幅は一車線幅とするのが普通である。骨材の敷均しに当っては、アスファルトが散布された後、出来るだけ短い時間内に、その表面を被覆するように散布しなければならない。この為には、スプレッドに骨材を満杯とし、適当な位置において、アスファルトの散布を始める前に、既にすっかり骨材散布準備を完了しておく必要がある。ディストリビュータがスプレッドの遙か前方を走っていることということは、普通よく現場でおこりがちな欠点であるので注意しなければならない。

b アグリゲード・スプレッドには、ダンプ・トラックの尻に、調節用ゲートを持った箱を取付けた簡単なものから、底の方からは大き目の骨材を、上の方からは細目の骨材を供給できる（之は望ましいことである）ようになっている非常に能率のよい自走式の機械に到るまでいろいろある。これについては又第6. 011項を参照され度い。

(4) 輥圧

表面処理の築造には、タイヤ・ローラと鉄輪ローラの両方を使用するとよいが、鉄輪ローラの場合重すぎて骨材分子が破碎されるようであってはいけない。タイヤ・ローラを使用すると、鉄輪ローラでは普通には、またがって乗り越してしまう低い所とか、或は勾配のおち込んでいる所とかの場所にも、骨材をしっかりとおちつけることができる。又一般に道路の外側四分の一は交通も少ないので輥圧の度合はおちるが、タイヤ・ローラによれば、道路幅一杯に亘って自然輥圧と同じような状態を創り出すことのできる利点もある。何れにしてもローラには、骨材を充分におちつかせるだけの重さがなくてはならないのであるが、骨材の破碎現象が明瞭になったらすぐ輥圧を中止するようにしなければならない。二層式或は三層式の表面処理にあっては、輥圧はアスファルトを散布する前に行う。又第7. 613項で説明したようなフォッグ・シールは輥圧がすっかり完了した後に於て施すようにする。

(5) 交通制限

骨材の剝離と散逸を防止する為、交通を制限する

ことは絶対に必要である。交通制限の一つの方法は、作業区間の各端に停止線を設け、赤旗をつけた先導車により、交通の流れを一方に整理するとよい。

プラント混合による表面処理

7. 615 定義

本工法はアスファルト・プラントで混合されたアスファルトと骨材とからなる混合物を以て行う表面処理であり、(1) プライマーを施した路盤又は基層、(2) アスファルトに依る基層、(3) 既存のアスファルト舗装等の上に敷均される。(剛性舗装の再舗装については第8. 109を参照のこと)。

亦この種の表面処理に於ては、加熱式でも常温式でも混合されるのであるが、一般には加熱式の方が結果がよい。本工法の良い点は、精密に混合物の品質管理ができるプラント混合の特徴と、プラント混合に於ける本来の経済性とを併せ持つことができるということである。プラント混合の性質の総合的検討については第7. 201項に於て記載されているので参照され度い。なお本工法に於けるもう一つの利点は、速かに施工を完了することができ、直ちに交通開放のできることである。

7. 616 注意：表面処理はオーバ・レイの代用ではない

路面の強化を計ろうとする時、表面処理を、強度を増す為のオーバ・レイの代用の意味で施工してはいけない。これについては第8. 110項を参照にし、なお剛性舗装のオーバ・レイに関しては第8. 109項を参照するとよい。

乳剤によるスラリー・シール

7. 617 定義

乳剤のスラリーとは、緩速分解アスファルト乳剤、SS—1型或はSS—1h型と、細骨材及び石粉との混合物であり、スラリー的粘度を生ずるまで水を加えて混合したものである。(註：アスファルト協会制定の仕様についての叢書SS—8, “アスファルト表面処理についての仕様並に施工法について”を参照のこと)。

7. 618 使用目的

乳剤によるスラリー・シール工法は、古い舗装の表面の若がえり、大きな亀裂の填充、或は剝離部分の修理に使用される。若し旧舗装に大きな亀裂とか、剝離箇所とかが無く、唯表面を若がえらすだけの目的ならば、次に述べるフォッグ・シールを適用した方がよい。スラリー・シールは、他の種類の表面処理やアスファルト・コンクリートによるオーバ・レイに引続き施工されること

が多い。

7. 619 乳剤スラリーの組成

乳剤によるスラリー混合物の組成は次の様である。

(1) 骨材及び石粉

註：骨材と石粉とを配合粒度につき、現在までに良結果を得ているものは次の通りである。

ふるい	通過百分率 (%)
8	100
16	55~85
30	35~60
50	20~45
100	10~30
200	5~15

骨材と石粉とを組合わせたものは、可塑性であっても、或は又砂当量値が40以下であってもいけない。

(2) S—1型或はS—1h型の乳剤の量は、骨材及び石粉の重量の18~25%が普通である。

註：一般にS—1型の乳剤は冬期用であり、S—1h型乳剤は夏期用である。

(3) 混合水は、乾燥した骨材及び石粉の重量の10~15%が普通である。

7. 620 乳剤スラリーの混合

乳剤によるスラリーは、路面の亀裂、穴及び剝離個所等に滑めらかに流れ込み、之を填充するのに都合のよいクリーム状の所謂スラリーとなる迄、移動式トラック・ミキサの中で混合されるのが普通である。

7. 621 スラリーの敷均し

スラリーは、トラック・ミキサで混合しながら現場に運び、そのトラックの尻につけて牽引するようになっているスプレッダー・ボックスの中に投入する。スプレッダー・ボックスの本体は、ゴム箒の設備を持った、車線幅一杯の四角な枠からできている。このゴムの箒は厚 $\frac{1}{4}$ 吋、幅6~8吋のネオプレン製のゴム・ベルトであって、枠の前面から約 $\frac{1}{4}$ 下った所に横断的に取り付けられてある。即ち枠を形成している横方向の部材の底部にしっかりと取付けられており、スラリー敷均しの厚さ及び所定の横断勾配に従って調節が出来るようになっている。又このベルトはその幅の約4吋の部分が自由となっていて充分弾力性を持たせてあり、この為常に路面と接触を保って、スラリーを亀裂の中に圧入すると共に、路面のとび出ている所は自由に乗り越えていける。なおスプレッダー・ボックスには、その前面と横面に重いゴム・ベルトがボル

ト締めによって張り付けられており、これが又常に路面と接触を保ちながら、上げ下げの調節が出来るようになっていて、スラリーが前及び横の枠の下から逃げ出さないようにされている。スプレッダー・ボックスには更に次の如き設備をすることがある。

(1) 牽引トラックに従って真直ぐについていける為の導輪

(2) ゴム・箒の全長に亘ってスラリーを分散せしめる為の縦或は対角線方向の調節壁。

(3) 現場より現場への移動を容易にする為の補助車輪。

乳剤に依るスラリーの使用については、現在未だ初期の段階であるので、敷均しの設備の改良は今後大いに期待される所である。

7. 622 古い舗装路面の準備

スラリー・シールを施すに当っては、先づその舗装面を動力式又は手動式のブルームによって清掃しなければならない。大きな亀裂とか、継目とかは、圧縮された空気を吹き込んで、中に詰っている古い填重物、塵埃、或は異質物を完全に取除く。又スラリー・シールを施工する直前に、路面を湿めらせておく必要があるが、若し非常に乾燥していたり、風化されているようであれば、スラリーを施す前にフォッグ・シール等を施した方がよい。(フォッグ・シールについては下記の項を参照のこと)

7. 623 スラリー・シールの厚さ

スラリー・シールは一般に $\frac{1}{16}$ ~ $\frac{1}{8}$ 吋の厚さで行われるが、しかし表面の不規則の状体によっては $\frac{1}{4}$ 吋迄の厚さとしてもさしつかえない。若し更に厚い層が必要な時は、二つの薄い層として敷均すようにする。この際、適当な時間をおき、最初の層の収縮と養生が終ってから次の層を施工する必要がある。

一般に3~5時間をおくのが適當のようである。

7. 624 交通制限

スラリー・シール施工後、最小限2時間又は損傷を受けないようになるまで、交通を制限しなければならない。又交通速度も施工後少くとも4時間は15哩/時に制限する必要がある。なお剝離現象を生じている広い面積に亘り乳剤スラリーを以て修理したような時は、タイヤ・ローラで輾圧を行うのが能率的で望ましい。

フォッグ・シール

7. 625 定義

フオッグ・シールとは、40～90度の低い針入度のアスファルトから製造された緩速分解の乳剤SS—1h型、又はSS—1型を更に水で薄めて、非常に軽く適用した表面処理法である。本工法では、乳剤を更に水で1～3倍の程度まで薄め、之を0.1～0.2 gal/yd² 使用するのが普通である。勿論この量はフオッグ・シールを施そうとする舗装表面の肌目の状態によって異なることはいうまでもない。フオッグ・シールに於ては特に骨材を以て被覆する必要もないし、又分解も普通の状態では比較的早いので、1時間或は2時間以内で交通を許してもさしつかえない。

7. 625 使用目的

フオッグ・シールは古いアスファルト舗装を若返えら

せたり、小さい表面の亀裂や間隙をシールする目的の為に適用され、軽交通の舗装に対して特に効果的である。フオッグ・シールは又次の目的の為に用いられる。

(1) 新しいアスファルト・プラント・混合物に於ける表面の空隙をシールする為。

(2) 交通繁華な地区等に於て、表面処理を行い、骨材で被覆する場合、アスファルトに塵がかぶらないようにしたり、骨材の附着をよくしたり、又黒い色彩を一樣とする等の目的の為。

なお、ディステリビュータを使用してフオッグ・シールの散布を行う方法については第7. 614の項を参照され度い。

(筆者：世紀建設株式会社社長)

編集委員 (順不同)

谷藤 正三・村田 泰三・井上 孝・高橋国一郎・竹下 春見・木村 保
神保 正義・酒井 重謙・福島 健重・菊地 栄一・南部 勇

アスファルト 第5巻 第26号 昭和37年6月4日発行

社団法人 日本アスファルト協会

発行人 南部 勇

東京都中央区新富町3～2 石油会館内

TEL 東京 (551) 1131～4

印刷・光邦印刷株式会社

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

賛 助 会 員

新亜細亜石油株式会社 (501)5350	日本鉱業株式会社 (481)5321
大協石油株式会社 (561)5131	昭和石油株式会社 (231)0311
出光興産株式会社 (211)5411	シエル石油株式会社 (231)4371
丸善石油株式会社 (201)7411	昭和化工株式会社 (591)5416
三菱石油株式会社 (501)3311	三共油化工業株式会社 (281)2977
日本石油株式会社 (231)4231	昭和石油瓦斯株式会社 (591)9201
	三和石油工業株式会社 (281)6189

正 会 員

朝日瀝青株式会社	東京都千代田区神田旅籠町1の11	(291) 6411	大 協
恵谷産業株式会社	東京都港区芝浦2の1	(451) 2181	シエル石油
恵谷商事株式会社	東京都港区芝浦2の1	(451) 2181	三 石
株式会社富士商会	東京都港区三田四国町18	(451) 4765	丸 善
株式会社木畑商会	東京都中央区西八丁堀2の18	(551) 9686	日 鉦
国光商事株式会社	東京都中央区銀座東6の7	(541) 4381	出 光
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	東京都中央区日本橋堀留町2の2	(661) 2906	シエル石油
株式会社南部商会	東京都中央区日本橋室町3の1	(241) 4663	日 石
中西瀝青株式会社	東京都中央区八重洲1の3	(271) 7386	日 石
新潟アスファルト工業(株)	東京都港区芝新橋1の18	(591) 9207	昭 石
日米礦油東京支店	東京都中央区日本橋室町2の4	(201) 9413	昭 石
日商株式会社	東京都千代田区大手町1の2	(231) 7511	昭 石
日東商事株式会社	東京都新宿区矢来町61	(341) 7382	昭 石
日東石油販売株式会社	東京都中央区銀座4の5	(535) 3693	シエル石油

◎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◎

瀝青販売株式会社	東京都中央区銀座東6の7	(541) 6900	出 光
株式会社沢田商行	東京都中央区入船町1の1	(551) 7131	丸 善
清水瀝青産業株式会社	東京都港区芝松本町63	(451) 0463	昭和石油瓦斯
三共アスファルト株式会社	東京都千代田区丸の内1の2	(281) 2977	三 共 油 化
東新瀝青株式会社	東京都中央区日本橋江戸橋2の5	(271) 5605	日 石
東京アスファルト株式会社	東京都港区芝田村町2の14	(591) 2740	新 亜 細 亜
東京通商株式会社	東京都中央区京橋3の5	(535) 3151	日 石
東洋国際石油株式会社	東京都中央区日本橋本町4の9	(201) 9301	大 協
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	東京都港区麻布新網町2の15	(481) 8636	丸 善
株式会社山中商店	横浜市中区尾上町6の83	(68) 5587	三 石
朝日瀝青名古屋支店	名古屋市昭和区塩付通4の9	(85) 1111	大 協
株式会社名建商会	名古屋市中区宮出町41の2	(24) 2817	日 石
名古屋シエル石油販売株式会社	名古屋市西区牛島町107	(54) 6757	シエル石油
株式会社沢田商行	名古屋市中川区富川町3の1	(36) 3151	丸 善
株式会社三油商会	名古屋市中区南外堀3の2	(23) 7721	大 協
上原成商事株式会社	京都市中京区御池通鳥丸東入上原ビル	(84) 5301	丸 善
朝日瀝青大阪支店	大阪市西区南堀江5の15	(531) 4520	大 協
枝松商事株式会社	大阪市北区道本町41	(361) 5858	出 光
池田商事株式会社	大阪市福島区鷺洲本通1の48	(451) 7601	丸 善
村松石油株式会社	大阪市北区綱笠町20	(361) 7771	丸 善
丸和鉱油株式会社	大阪市南区長堀橋筋2の35	(211) 3216	丸 善
三菱商事大阪支店	大阪市東区高麗橋4の11	(271) 2291	三 石
中西瀝青大阪営業所	大阪市北区老松町2の7	(341) 4305	日 石
日本建設興業株式会社	大阪市東区北浜4の19	(231) 3451	日 石
三徳商事株式会社	大阪市東淀川区新高南通2の22	(391) 1761	昭 石
東京通商大阪支店	大阪市東区大川町一番地	(202) 2291	日 石
梅本石油株式会社	大阪市東淀川区新高南通1の28	(391) 0238	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
株式会社山北石油店	大阪市東区平野町1の29	(231) 3578	丸 善
北坂石油株式会社	堺市戎島町5丁32	(2) 6585	シエル石油
川崎物産株式会社	神戸市生田区海岸通8	(8) 0341	昭 石・大 協
丸菱株式会社	福岡市上土居町22	(2) 2263	シエル石油
畑礦油株式会社	戸畑市明治町2丁目	(8) 3625	丸 善