

アスファルト

第8巻 第45号 昭和40年8月 発行

ASPHALT



社団法人 日本アスファルト協会

ASPHALT

目 次 第 45 号

アスファルト舗装回顧録・その2	岸 文 雄	2
吹上バイパスのアスファルト舗装について	田 中 淳 七 郎	8
アスファルト・あらかると	佐 藤 正 八	16
歐州のアスファルトとフィラーについて		
Introduction to Asphalt・その27回	工 藤 忠 夫	23
めいろん・たくせつ・その3	明 日 春 人	27



読者の皆様へ

“アスファルト”第45号、只今お手許にお届け申し上げました。

本誌は当協会がアスファルトの品質改善を目指して、需要家筋の皆様と生産者側との技術の交流を果し、より一層秀れたアスファルトをもって、皆様方の御便宜を図ろうと考え、発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上げたいと存じております。

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

社団法人 日本アスファルト協会



ASPHALT

VOL. 8, No. 45 AUGUST 1965

Published by THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

Editor · Isamu Nambu

アスファルト舗装回顧録

(その2)

岸 文 雄

4 アスファルトプラント

私が東京市に就職した大正13年(1924)には、アスファルトプラントが既に設置されていた。東京市道路局には、芝区(現港区)芝浦日之出町に芝浦瀝青混合所があり、深川区(現江東区)洲崎埋立1号地に洲崎瀝青混合所があった。これらは大正12年(1923)5月に設置されたものであって、前所にはイロクオイス型混合機800ヤード^(注)およびヘザリントン型混合機1,000ヤードそれぞれ1基が設置され、後所にはカンマー型混合機1,800ヤード1基が設置されていた。

(注) 混合機800ヤード、1,000ヤードなどは混合機の混合物製造能力を示す呼称であって、面積法といわれ、10時間作業で製造された混合物で、厚5cmに舗設できる面積を平方ヤードで表わされたものである。現在は1時間あたりの混合物の製造t数で表わされている重量法が用いられている。これらの関係の概略を示すと表-1のようである。

表-1 プラントの能力(アスファルト舗装要綱による)

面積法(ヤード)	重量法(t/hr)
800	7.0
1,000	9.0
2,000	18.0

東京市以外には復興局(浅草区(現台東区)蔵前)、日本石油KK(現日本舗道KK、本所区(現江東区)業平)、都市土木KK(設置個所定めず)および大倉土木KK(現大成道路KK、設置個所定めず)プラントがあった。現在東京都およびその周辺には大型化した約60の定置式アスファルトプラントがあり、これにポータブルプラントを加えると、その数は100を越すといわれている。真に隔世の感がある。

東京市のアスファルトプラントの沿革は、舗装変遷の一端を物語っているので、次にその大要を述べる。

芝浦瀝青混合所は大正12年(1923)設置後、東京港の築港計画の関係上、移転のやむなきに至り、昭和2年(1927)8月廃止され、諸設備全般を東京府南足立郡西新井村大字本木11番地堤外耕地(現足立区小台町6,967)である現在個所に移設して、西新井瀝青混合所として、昭和3年(1928)4月より作業を開始した。一方洲崎瀝

青混合所は、高潮の侵入による作業の困難が起つたのと、アスファルト乳剤による簡易舗装の普及により、作業量が減じたため、昭和12年(1937)1月廃止され、混合機等一切は売却された。

西新井瀝青混合所には設置の当初より碎石工場を併置して、所要の粗骨材を自家生産していたが、市場品が安価に得られる状勢となった昭和10年(1935)3月には生産を廃止し、設備を売却し、以後は從来市場より購買していた細骨材と共に粗骨材も市場より購買することにした。その後簡易舗装用アスファルト乳剤の増産を要求されたため、昭和12年(1937)1月には、混合機2基のうちヘザリントン型混合機1基を売却し、その敷地を利用してアスファルト乳剤製造設備を設置した。

昭和18年(1943)7月東京府市が合併して、新たに東京都が発足した。したがって從来東京府に属していた宮城プラント(足立区南宮城町)および品川プラント(品川区東品川4丁目)の2プラントは西新井瀝青混合所に合併されて、東京都瀝青混合所となり、アスファルト混合物およびアスファルト乳剤の製造並びに工事現場までの輸送その他をつかさどっている。

なお大正12年(1923)以来混合物製造に使用せられたイロクオイス型混合機は、老朽と型式が古くなつたために、新型混合機の高精度、高能率に及ばず、遂に昭和32年(1957)3月、34年の歴史を閉じてTK式混合機(13.5t/hr)に置き換えられた。

当時の粗骨材は現在のようにJISもなく、何号碎石というものもなかった。粗骨材は大体粗粒、細粒の2種があつて、トペカの場合は細粒1種、バインダーおよびアスファルトコンクリートの場合は粗細粒2種を組合せて用いられていた。したがって碎石工場では粗粒、細粒の2種の粗骨材を生産し、アスファルトプラント側へ供給していた。しかしながら粗骨材置場では、現在のように粒揃いでないから大小粒が分離しやすいので、分離しないように注意し、碎石ますに貯蔵する際の高さの制限などがあった。

細骨材はおおむね粗細2種の川砂とし、これらを略々等量に混合することによって、所定の細骨材粒度が得られるように、逆に川砂の粒度を決め、これに適合するような川砂をそれぞれの産地より求めた。東京市では粗砂

の方を甲砂（または粗粒砂），細砂の方を乙砂（または細粒砂）と呼んでいた。

混合物製造のときは，碎石2ハイ，甲乙各砂を1ハイずつというような割合で，トロで運んでコールドエレベーターに入れる前で，人手によってざっと混合していた。現在各所で見られるような碎石の各号および川砂等を各ビンに貯蔵して，振動フィーダーにより，所要の粒度になるよう排出され，ベルトコンベイターによって集め運ばれるような装置はなかった。したがってドライヤーの能率をあげるには，碎石および甲乙砂の供給割合に過不足のないようコールドエレベーターに投入する熟練を要した。

当時のアスファルトプラントはバッチ式であった。連続式ミキサーは戦後（1945）進駐軍がわが国にもってきたのが最初のようである。計量には粗骨材を粗細二回（または細1回），細骨材1回を秤量してミキサーに投入し，フィーラーとアスファルトは別に一定重量を容積で秤りとり，人手でミキサーに投入する型式のものが多かった。したがって現在行なわれているOne-man-control方式に比べて，混合工の熟練度に依存する度合が高かったので，混合工はきびしく訓練された。当時行なわれた混合操作の標準を示すと表一2のようである。

表一2 混合操作の標準

	当 時	現 在
骨 材 の 温 度	135～190°C	125～160°C
アスファルト（40～50）の温度	120～180°C	120～160°C
混合時間（空練り）	15～30秒	40～75秒
（本練り）	30秒以上	
混合物の温度（現場到着）	120～180°C	（プラント出発） 120～160°C

備考 現在欄ものは東京都建設局，道路材料購買仕様書（昭和40年版），アスファルト針入度100以下のものを用いる場合の製造上の指示範囲を示したものである。

これらの標準は現在とあまり変わっていないようであるが，温度がやや高めであることは注目してよいと思う。もちろん現在は針入度のやや大なるものを用いる傾向にあるための機械仕上げのためもある。なお当時は現在考えられているようなアスファルトの粘度温度曲線の概念はなく，専ら混合工の勘に頼って，混合工合の良し悪しを決め手としていた。

5 補設現場，アスファルトプラントおよび試験所の協同作業

私が東京に就職した頃には前に述べたように，東京

市の大正9年（1920）より7カ年計画の第1期路面改良事業の舗装工事と，関東大震災の復興をはかる復興局の道路舗装事業の工事が市内各所で行なわれていた。また舗装の種類も各種あった。すなわちアスファルト混合物，アスファルトブロック，舗木，舗石，舗装レンガ，膠石，セメントコンクリート等による舗装があり，当時の表現では群雄割拠であり，現時の表現では舗装コンクリールの時代であった。これらはもちろん欧米先進国で一応成功している工種であって，無批判にあるいは自家の狭い知見から（今から考えてのことであるが）東京市に持ち込んだ結果であった。立派な舗装を施工しようという意志は貫ぬかれていたが，工程を選ぶ科学的方法はただ一つ，実用に供してその結果を待つ以外にはなかったようであった。私が東京に就職した頃の数年間は，その実用効果がそろそろ顕れ始めた時期であった。その実用効果を正しく判断したのは道路局長牧彦七であった。わが国の戦国時代の武将にたとえば，牧は織田信長であろう。牧はアスファルト舗装こそ東京市内の舗装の決定判であると決めた。これをよく守成したのは土木局长近新三郎で，徳川家康に比べることができよう。

（注）(1) 当時のアスファルト舗装の技術者の聖典は

Cl. RI-CHARDSON : The modern Asphalt

Pavement. (1913) であった。

(2) 前に述べたように試験機は輸入品，アスファルトも，アスファルトプラントも，ローラーも輸入品，その上技術者も外人。たとえば日本石油KK（現日本舗道KK）にはアメリカ人技術者が来ていて，現社長名須川秀二らを指導していた。すべて後進国の様相を呈していた。

牧は舗装の向上を期して，アスファルト舗装工事現場，混合所および試験所との協同作業に関する内規をつくり，局部判決にて実施したのは大正14年（1925）3月であった。これは現在では，品質管理，施工管理といわれているものである。当時はそういう用語はなかった。内規は参考になると思うので全文を付録として掲げる。40年前すでにこのような作業が行なっていたことが，読者諸君に知っていただければ幸甚である。この通達により試験所（所長山本 亨）は現場および混合所（所長草野源八郎）と密接不離な作業をした。私は試験所担当の作業の一部に従事して忙殺された記憶がある。

これらの作業のうち1号様式によるものと2号様式によるものの結果は，惜しくも戦災で焼失した（昭和20年1945）ので今は尋ねようがない。3号様式による舗設現場より採取した試料についての試験結果は，別にまとめられて試験所報告の中に掲載されている。（原稿はもちろん戦災焼失）この総合結果は表一3のようである。

表一3 切取験体の総平均強度成績表（昭和3～7年 土木試験所報告 P. 6～6 折込による）

			シートアスファルト			トペカ			アスファルトコンクリート		
種別			最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均
厚	上層	cm	7.0	2.8	4.4(210)	9.2	2.7	6.3(273)	11.5	4.7	6.1(21)
下層	cm	7.0	2.9	4.6(147)	—	—	—	—	—	—	—
比	重		2.22	1.81	2.05(210)	2.36	1.87	2.12(273)	2.41	1.98	2.25(21)
空隙率	%		22.49	0.55	9.19(210)	22.49	0.17	10.13(273)	17.42	0.54	6.20(21)
衝撃抵抗	cm(注)		15.0	3.0	7.0(204)	11.0	3.7	6.4(271)	9.0	4.7	7.0(21)
硬度	(注)		18.65	14.35	16.93(156)	18.91	14.00	17.05(232)	18.99	16.72	17.67(15)
安定度	(60°C) kg(注)		74	16	37(156)	90	19	49(111)	91	34	65(8)
配	3/4~1/2"		—	—	—	5.0	0.3	0.6(273)	37.3	5.7	21.0(21)
合	1/2~10#		1.5	0.0	0.2(210)	54.2	8.5	22.0 "	34.9	17.7	25.0 "
割	10~40		38.0	3.5	18.0 "	29.7	2.0	14.2 "	17.7	5.9	11.9 "
合	40~80		50.0	15.5	29.8 "	37.1	9.7	23.3 "	22.6	6.6	14.7 "
%	80~200		41.5	7.5	26.0 "	38.3	4.1	21.3 "	17.8	8.2	12.3 "
200通り			23.7	8.0	14.8 "	18.6	1.7	9.5 "	11.3	3.7	7.4 "
ビチューメン			14.0	9.5	11.2 "	13.5	5.7	9.1 "	9.7	6.5	7.7 "
備考	上表中括弧内数字は個数を示す										

(注) 衝撃抵抗： ベージ衝撃試験機による。験体の大きさ高さ2.5cm
直徑2.4~2.5cm、温度25°C

硬度： ドリーハード度試験機による。験体の直径2.5cm。験体と加重の和は1,250g 摩耗用砂8.165g 落下。
1,000回転。

験体の重量(A)。1,000回転後の験体の重量(B)

$$\text{硬度} = 20 - \frac{A-B}{3}$$

安定度： ハーバード法による。験体の大きさ直徑5.08cm高さ5.08cm。

表一3の試料数から（試料1個は面積200面坪。付録参照）表層の種類別の面積概数は、表一4のように推算される。

現在東京都における舗装種類別面積はどのようにになっているかを調べてみた。正確な調査を全体に亘って行なうのは、時日と人手を要するので、今の私には無理な仕事とわかったので、電話で頼んで部分的に調べてもらったものを二、三記すと表一5のようである。

表一4 舗装種類別面積

種別	面積	単位 1,000 m ²	(百分率)
シートアスファルト	139	(42%)	
トペカ	180	(54%)	
アスファルトコンクリート	14	(4%)	

表一4と表一5に見られるように舗装種類の顕著な変遷がある。これは次のような事項から起きたものと推定される。

- (a) 気象条件は変わらないが、交通条件が質量ともに変わった。すなわち重さと速さを増し、量も増した。タイヤは鉄輪、ソリットタイヤ、空気入タイヤと変わった。

表一5 舗装種類別混合物量 単位 t (百分率)

種別	東京都瀬青混合所調	東京都道路管理部調	東京都土木技術研究所調
シートアスファルト	0 (0%)	0 (0%)	1,565 (0.2%)
トペカ	6,952(15%)	0 (0%)	137,067 (17.7%)
アスファルトコンクリート	39,682(85%)	39,810 (100%)	555,761 (80.1%)
備考	昭和39年度(1964) 直営製造高。ほかに常温混合物3.39t あるがこれは直営製造29,400t 一応除外した。	昭和39年度(1964) 路面補修費のみ。内訳 直営製造10,410t	昭和39年度(1964) 検収試験依頼申込書記載数量の集計。

(b) 従来通りの舗装種別や構造では破壊が早い。なんとか改良しなくてはならない。

(c) 外国的事例を取り入れた。

(d) わが国の研究、調査、試験舗装等の結果を取り入れた。

上記のうち(a)は絶対。(b)のために(c)および(d)によったのである。(c)と(d)といずれの比重が大であるか。(c)が重く、(d)は裏付けのためのようであった。残念ながらこれは事実であると思われる。将来は(d)を重くして、(c)は逆に、外国に対して範例となりたいものである。

なお表一3から各種混合物の配合は現在のものと比較してどのようか。厚さ、比重その他の物理性とそれらの

ばらつきは現在のものと比較してどのようか。これらについて詳しく比較対照してみると、舗装およびその施工技術の発達のあとを明らかにして有益と思われるが、回顧録の範囲をあまりにも逸脱する恐があるので省略する。興味をもたれる読者諸君は各自の研究課題として試みられたい。(詳細は東京都土木技術研究所の報告書参照のこと)

また表-3には現在ならば必ず出てくる変動係数、標準偏差等の用語は見られない。こういう用語は戦後(1945)に流行して来たものである。

ここにも時代の移り変わりが感ぜられる。

6 舗設作業

当時アスファルト混合物の敷きならしは全部人力によっていた。現在のようにフィニッシャーもなければ、スプレッダーもなかった。熟練工の腕一本、レーキの使い方によって双曲線または抛物線何%と指定された横断勾配、地形に合せた縦断勾配、交差点の複雑な勾配並びに厚および構造物との取付けなどが計画通りに施工されるように、混合物が敷きならされたのであった。したがって当時の混合物の取扱いは厳重を極めた。現在人力による作業が部分的に行なわれているが、昔の作業を知る者から見れば、乱棒な取扱いに驚くばかりである。たとえばアスファルト舗装要綱(P. 76)にある「鉄板上におろした混合物は加熱したスコップで運び、かためて投げたりせず……」「このさい混合物はできるだけゆるくスコップをかえして置き、レーキマンが取扱うことができる以上に多く運ばないように注意する」など今の現場でよく守られているであろうか。

ローラーにはマカダムとタンデムローラーがあった。今のようなタイヤーローラーはなかった。最近ある若い人に、昔は石炭を焚くスチームエンジンによって駆動されていた話をしたところ、その人は少なからず驚いていた。列車が電気機関やディゼル機関に変り、煙をポップと吐いて出て行くのが見られなくなつたように、路上で煙を吐いて動いているローラーは姿も見せなくなつた。いつの頃から内燃機関の原動機に変わったか、私は正確に知っていないが、ガソリンエンジンのローラー

表-6 舗設作業の標準と目標

	当 時	アスファルト舗装要綱
舗設気温	10°C以上	5°C以下は中止
混合物の温度 (現場到着)	120~180°C	(敷きならし) 110°Cを下らない
転圧開始温度	120°C	90°C以下にならぬよう
ローラー 〃(仕上げ)	10t以上 5t以上	8t以上 (タイヤーローラーあり)
転圧速度	1.5~3.0km/hr	2~3 km/hr
平坦性	(表層) 2m 10mm以下	(表層) 3m 5mm以下 (基層) 3m 10mm以下
表層の比重	(シート) 2.0以上 (トペカ) 2.1以上 (アスファルト) 2.1以上 (コンクリート) 2.1以上	室内試験値×95%以上
表層厚	25%以下の増加、15%以下の減少	—

当時のものは現在と比べると、

- (a) 気温の高いときに作業した。
- (b) 混合物の温度が一体に高い。
- (c) 敷きならしは手作業。タイヤーローラーは無かった。
- (d) 平坦性の規定はゆるかった。
- (e) 比重もやや小さくてよかったです。

が出始めた頃、ローラーマンはガソリンローラーは馬力が出なくて駄目だといっていた。

ローラーのかけたも混合物の敷きならし同様、極めて丁寧であった。今は乱棒である。かけさえすればよいという態度が作業面に出ていた。構造物などを無視してどんどんローラーをかける。構造物が壊されようが壊されまいが知ったことではない。それはその方の係が担当する。ローラーマンはローラーをかけねばよいのであるとばかりローラーをかける。無茶苦茶である。皆が皆このようであるとはいわないが、時々こういうのにぶつかると、昔のローラーマンの誠実さを思い出し、懐古の一つもこぼしたくなる。

舗設作業の標準と目標について当時のものと、アスファルト舗装要綱によるものとを比べてみると、表-6のようである。

7 舗装の構成

当時のアスファルト舗装の構成は、現在とあまり変わっていない、表層、基礎および路盤より成り立っていた。表層は狭い意味で舗装といわれ、アスファルトを結合材とする加熱混合物を用い、厚3~8cmであった。基礎は現在のように基層と呼ばれたのはかなり後のことであって、セメントコンクリート(当時はセメント混和土または単に混和土と書き、配合は容積で1:3:6であった)厚15cmを標準とした。路盤は現在のように粒度組成および支持力が明示されておらず、8t以上のローラーで転圧し、轍跡を残さない程度に締め固まっておればよいことになっており、厚さなども規定されていなかっ

たようであった。

セメントコンクリート基礎の代りに、アスファルトコンクリートが路盤の状況と路線と交通量によって、10.8 および 6 cm のうち何れかを選んで用いられた。この場合セメントの灰白色に対して、アスファルトコンクリートは黒色であるから Black Base と呼ばれ、これに応じてセメントコンクリート基礎の方を White Base と呼ばれるようになった。Black Base は White Base に比べて高価であったためなどの理由で、東京市ではほとんど用いられなかった。したがってアスファルト舗装といえば、セメントコンクリート基礎の上に加熱アスファルト混合物の表層（シートアスファルトの場合は磨耗層および中間層）のあるもののみのように私は受取っていた。路床に関して当時のことは思い出せない。まして路床の CBR 値によって舗装厚を変える曲線のようなものはなかった。

（注）工学士森慶三郎：最新道路工学 大正13年9月
10日発行（丸善）P. 232 あすふあると版磨耗
表面（アスファルト表層）ハ自身ニテ橋ノ如ク効

クカ無キヲ以テ堅固ナル基礎ノ上ニ置ク事が必要ナリ。故ニ大抵水硬せめんと混泥土ノ床（基層）ノ上ニ置カレ此床（基層）ハ昔ハ時々天然せめんとニテ造ラレタルモ現在ハ常ニぼーとらんどせめんとニテ造ラル。重キ都市貨物（都市内重交通）ニ対シテハ混泥土ハ常ニ六吋（インチ）厚トシ軽キ貨物（軽交通）ニ対シテハ時々唯四吋（インチ）厚トス。（括弧内は私の加筆である）

加熱混合式以外のアスファルト舗装、すなわち浸透式舗装、アスファルトマカダムは極く僅かしか行なわれなかつたようであった。東京市が購買したマカダム用アスファルト（輸入品針入度90～110）に硬質アスファルトまたはトリニダットレーキアスファルトを混合して、加熱混合物の結合材に適するようなものを製造するに必要な試験を行なつたことがあった。これから推察すると、アスファルトマカダムも施工されたが、主として技術の未熟のために、成功しなかつたから中途で採用を見合せたものであろう。したがってマカダム用アスファルトが在庫して処分に困ったのであったらしい。（つづく）

付録 「アスファルト」舗装工事の現場、混合所及試験所の協同作業に関する内規（大正14年3月4日、道発第330号局長判決）

- (1) 混合所は1熔解釜毎にアスファルト400瓦を採取し指定鐘（径4寸高さ3寸）に入れ照合番号を附し第1号票に所要事項を記入し遅滞なく共に試験所に送附すべし。
- (2) 灰青混泥土にありては第1回を午前中に第2回を午後に各1,000瓦宛を採取し指定鐘（径6寸高5寸）に入れ照合番号を附し第2号票に所要事項を記入し遅滞なく共に試験所に送附すべし。
- (3) 「シートアスファルト」にありては前項同様午前及午後に2回採取し斑点試験をなし斑点紙に包み指定鐘に入れ照合番号を附し第2号票に所要事項を記入し遅滞なく共に試験所に送附すべし。
- (4) 試験所は前3項の試験体を受理した時は直に之れが試験をなし其成績を各票毎に記入し当日中に混合所に通知すべし。
- (5) 工事現場は毎日1回帳面前の混合材を適當の箇所より採取し指定鐘（径6寸高さ5寸）に詰込み第3号票に必要なる記入をなしその副票と共に試験所に又正票は之れを混合所に付すべし。
- (6) 仕上路面200坪に達する毎に路心と見做す位置より約1平方尺の試験片を切り取り前項同様に之れを処理すべし。

(7) 混合所は混合物運搬車出発前に第4号票（発着伝票）に所要事項を記入し正票を混合所に保留し本票と副票を運搬者に附して工事現場に送附すべし。

(8) 工事現場は発着伝票を受領したときは所要事項を記入し副票を現場に保留し本票を運搬者に返附すべし。

当日舗装作業終了後前項の副票全部を混合所に送附すべし。

(9) 混合所は左の各号に依り翌日午前中に第5号票（混合所にての材料試験票）に所要事項を記入し本票を保留し副票を本課に送附すべし。

A 本票は混合機の運転の有無に關せず発行すべし。
休転の場合は其の理由を陳述すべし。

B 試験用混合材は混合機より採取すべし80目篩の粒度試験は1時間毎に行ふ可し。

C 熔解釜の温度は1日5回針入度は1日2回混合材の温度は各貨車毎に測定し混合機附属の秤量器は1日1回必ず検正すべし。

D 1日1回必ず粗、細、両骨材の1立方呎の重量（常態の儘及び加熱後に）秤量すべし。

（説明）

他日舗装面磨滅損傷の場合詰所の混合組織を参考とするものなり。

第一号票		アスファルト試験票		試験番号 照合番号 試験所長
街路番号	鋪装街路名	年	月	
受付年月日時	大正 年 月 日午後			考 価
報告年月日時				
施主名(組織名)及条番号				
施工業者名				
施工業者日時		午前		
舗装種類				
アスファルト施工地名				
フックレス施工地名				
アスファルトセメント加熱温度				
混合割合	アスファルト	フックレス		
アスファルトセメント/需要量大度				
記入事項				
混合主任者	試験主任者	試験主任者	試験者	

正 碑			副 碑		
貨車累次番号			月 日		
駆車時刻	午 時	分	駆車時刻	午 時	分
到着時刻	午 時	分	到着時刻	午 時	分
混合物種類	金屬類		銘記ニテノ 地圖	金屬類	
一車 ノ バッヂ數	金屬類		一車 ノ バッヂ數	金屬類	

吹上バイパスのアスファルト舗装について

田 中 淳 七 郎

1.はじめに

吹上バイパスは、一般国道17号線の埼玉県下「吹上町」をバイパスする延長約3.2km、巾1mの中央分離帯を有する4車線のアスファルト・コンクリートの舗装道路であって、昭和39年度に建設省大宮国道工事事務所によって土工部分（戸田組、株木建設施工）、引き続いて舗装部分（日本舗道K K施工）を完了し、昭和40年1月6日供用開始した。その完成した断面を写真一1に示す。

本文は主にこの道路のアス・コン舗装上の問題点を散文化的に述べたものである。

2.標準断面

舗装体の標準断面を図一1に示す。

路床上の舗装体の全厚は90cmであるが、ソイル・アスファルト層を含めれば所謂アス・コンの全厚は25cmである。

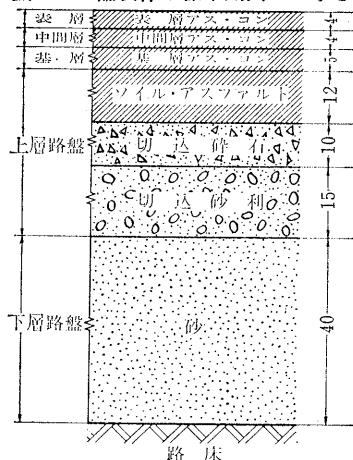
ここに使用した厚さ12cmのソイル・アスファルトは加熱式で、アスファルトの量は3.5%程度ではあるが、粒度は密粒度アス・コンに相応するものであってソイル・アスファルトというよりは貧配合のアス・コン、またはブラック・ベースと称した方が現実の姿に近い。

この附近一帯の路床のC.B.R.は一般に2~3程度のpoorなものであるから、舗装体の全厚90cmはC.B.R.の設計曲線からも妥当な値である。またソイル・アスファ

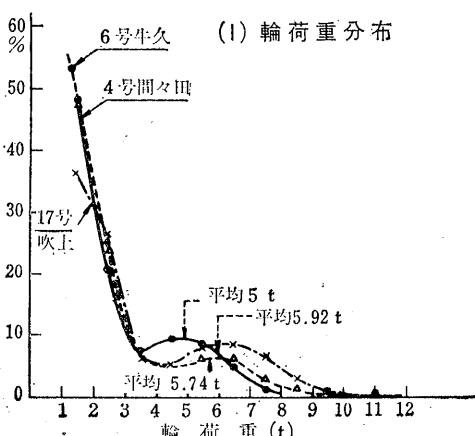


写真1 完成した吹上バイパス

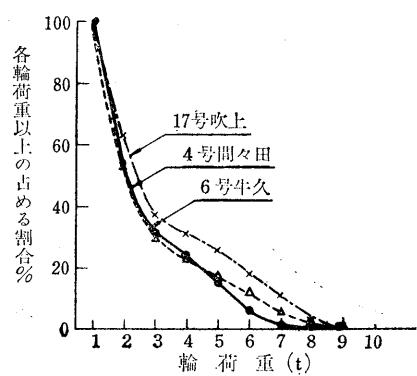
図一1 舗装体の標準断面 厚さ: cm



図一2 実測輪荷重状況(土木研究所)



(2) 輪荷重累積分布



ASPHALT

表一 24時間輪荷重分布表

(土木研究所)

輪荷重	1~2(t)	2~3(t)	3~4(t)	4~5(t)	5~6(t)	6~7(t)	7~8(t)	8~9(t)	9~10(t)	10~11(t)	11~12(t)
17号吹上	輪数 割合(%)	4400 36.4	3140 26.0	754 6.2	592 4.9	974 8.04	1008 8.3	776 6.4	351 2.9	102 0.82	5 0.04
4号 間々田	輪数 割合(%)	3156 47.75	1379 20.87	490 7.41	616 9.32	562 8.50	305 4.61	80 1.21	18 0.27	2 0.03	0 0.03
6号牛久	輪数 割合(%)	1919 47.4	951 23.5	265 6.5	208 5.1	245 6.05	244 6.05	109 2.72	52 1.35	43 1.0	9 0.3

ルト層を含めて 25cm という比較的厚いアス・コン層を設けた理由は次のようにある。

交通量が多い（当該地区で 1 日約 30,000~35,000 台）上に、砂利や碎石を過載した所謂砂利トラックの混入率が極めて多い。昭和 39 年末に完成した本バイパス上で、土木研究所が測定した交通荷重の実測例を図一 2(1)(2) 及び表一 1 に示す。とくに上り線を走行する車の重量は下り線に比し極めて大きい。国道 17 号線の舗装の破壊の特徴は、同じ年度に舗装された道路であれば必ずしも上り線に破壊が集中している。この適例は大宮バイパス（四車線のコンクリート舗装）の厚さ 25cm の鉄網入りコンクリート舗装であって、舗装完成後数年の現在上り線にヒビワレ（横目地から 1~3m 附近）が多く、とくに上り線の外側車線に著しい。この傾向は、一般国道 4 号線、6 号線についても東京近郊では共通の傾向であって、とくに 4 号線と 17 号線で顕著である。図一 2(1) の平均輪荷重の大きさと荷重の分布状況はアメリカの California 州

などのデータより遙かに大きく、かつ荷重の分布曲線全体が日本の場合には右側（即ち荷重の大きい方に）に移行している。

以上のような点から吹上バイパスの厚さ 25cm のアス・コン層も決して Overdesign とは云えない性質のものであろう。

3. 土工上の問題点

図一 1 に示した標準断面で、切込砂利の仕上り面—即ち路床面上 65cm までは、1 章で示した 2 社の General Contractor によって施工された。

この舗装工事に先立って行なわれた土工及び構造物工事が、舗装の耐久性及び安定性上に問題があると考えられる点は次のとおりである。

一般論として周囲が田んぼで地下水が極めて高い。

この改築工事の設計では在来地盤を切り下げ、その一部を図一 1 に示す砂及び切込砂利で置換した箇所が大部分である。簡単に云えば土工の Formation が、周囲の地

表二 特記仕様書の主な改正点

項目	契約時の仕様書	改正内容	改正理由
(1) アスファルト	針入度 60~80, A 型、またはこれに準ずるもの。	針入度は 60~100 の範囲内であれば、図一 3 に示すようなアスファルトの「粘度-温度」特性から判断して決める。特別には A 型と限定しない。	A 型の入手困難を考慮した。図一 3 のアスファルトの場合には、針入度 60~80 の場合混合温度が高すぎると考え、80~100 とした。
(2) J.M.F. 決定のためのマーシャル供試体の突き固め回数	ソイル・アスフルト： 75 回両面 基層アス・コン： 75 回両面 中間層アス・コン： 75 回両面 表層アス・コン： 75 回両面	→ 50 回両面 → 50 回両面 → 変更せず → 同上	75 回の締固めは一般的の場合には過大であり、この締固め規定でえた最適アスファルト量は結果的には、やや小さ目となり、これが耐水性に乏しいアス・コンの原因であろうと考え、50 回に修正した。ただし、中間層及び表層の場合は、2 章で述べた過載荷重（図一 2 参照）の現状を考えると、50 回に踏み切る自信がなかったので原案どおりにした。
(3) J.M.F. 決定のためのマーシャル特性値	表層アス・コン 安定度 (kg) 7500 kg フロー (1/100cm) 20~40 Voids (%) 4~7 飽和度 (%) 70~90	→ 変更せず → 変更せず → 3~5 → 75~95	表層アス・コンの耐久性（とくに耐水性を強調したかった）。
(4) 現場密度規定	3 層ともに 2.2t/m ³ 以上	(2) で規定した締固め回数で突き固めたマーシャル供試体密度の 96% 以上	より合理的である。
(5) 混合（アス・コン）温度	特別に規定せず	図一 3 より 155±15°C	使用したアスファルトの「粘度-温度」特性による管理に重点をおいた。
(6) 初期転圧温度	同上	図一 3 より 140±150°C	同上

下水の状態にポイントをしほれば低すぎた欠点がある。このため土工工事は折悪しく田んぼの溝水期とぶつかり、原地盤の掘削、下層路盤の砂及び切込砂利の施工、排水などの諸点で難渋を極めた。

結果論ではあるが、土工の Formation、従って舗装の Formation をあげて、このバイパスに取り付く県道や農道などをすりつけた方が交叉附近の排水処理などの問題があるにせよ、作業がより容易で舗装体の耐久性及び安定性のためにも良かったであろうし、また工費もより安かつたと思われる。

4. アス・コン舗装体について

(1) 特記仕様書の修正点

舗装工事契約後、日本舗道KKの賛同をえて、舗装工事の特記仕様書の一部を表-2のように変更した。

表-3に示した主な改正点以外の仕様書の内容はアスファルト舗装要綱に準じている。

(2) J.M.F. の結果

アス・コンに使用した碎石、アスファルトなどの主な性質を表-3に示す。砂が荒目であるために、スクリーニングス（碎砂）を使用して粒度を確保した。表-3の材料を用いて行ったマーシャル試験のマーシャルの各特性値から決定したJ.M.F.の各材料別の配合割合を表-4(1)～(4)に示す。また特記仕様書に示したアス・コン各層の粒度範囲とJ.M.F.の粒度とを図-4(1)～(3)に示す。

ソイル・アスファルトの実際の施工にあたっては、J.M.F.のアスファルト量3.5%を3.7%に増して打設した。

(3) 水浸マーシャル試験

図-3 シエル 80～100 アスファルト温度～粘度関係図

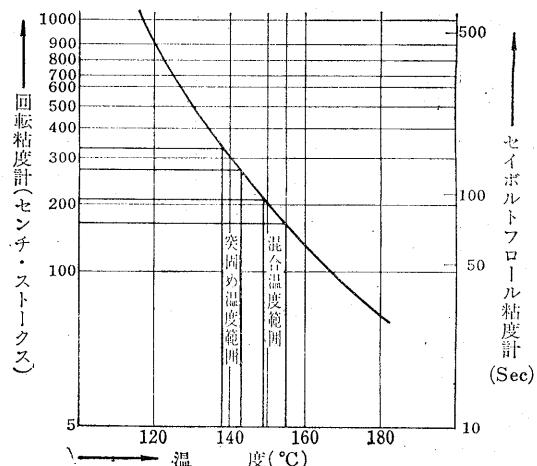


表-3 使用材料の粒度及び性状

	4号 砂	5号 砂	6号 砂	7号 砂	粗 砂	スクリー ニングス (碎砂)	フライ アスファルト
1/4	100.0						
1	86.9	100.0					○比重 1.022
3/4	12.5	89.9					○針入度 92
1/2	0	34.0	100.0				○伸度 +100 (25°C)
3/8		0.3	83.4	100.0			○軟化点 47.5
4			9.7	94.0	100.0	100.0	○引火点 304
8			1.5	25.6	87.0	99.0	○P.I. -0.3
30				1.0	25.0	43.8	
50				0.4	6.0	25.0	
100					0.1	9.2	
200						5.0	90.0
比重	2.69	2.69	2.69	2.70	2.66	2.67	2.70
吸水率	0.6	0.8	0.8	0.7	1.4	0.7	—
产地 納入者	荒川（玉石を破碎したもの） 第一石産（株）納入	荒川 (ムサン ノ物産)	荒川 第一石産 須川商事				

表-4 アス・コン各層のJ.M.F.

(1) ソイルアスコン合材

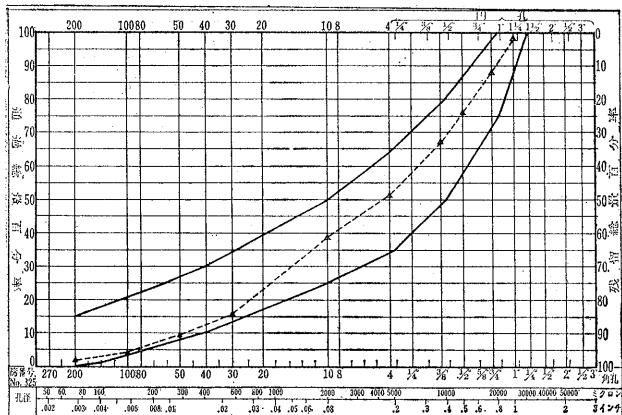
決定 配合	4号 砂	11.6	〔設計配合〕 碎石 57.9% 砂 38.6% アスファルト 3.5%	決定 配合	5号 砂	34.3	〔設計配合〕 碎石 66.0% 砂 25.0% 石粉 4.5% アスファルト 4.5%
	5号 砂	17.3			6号 砂	23.9	
	6号 砂	19.3			7号 砂	13.4	
	7号 砂	11.6			粗 碎 石	8.6	
	粗 砂	9.7			砂 粉	10.8	
	碎 石	27.0			粉	4.5	
	アスファルト	3.5			アスファルト	4.5	

(2) 基層アスコン合材

(3) 中間層アスコン合材

決定 配合	5号 砂	34.2	〔設計配合〕 碎石 65.0% 砂 25.0% 石粉 5.0% アスファルト 5.0%	粗 碎 石	5号 砂	13.2	〔設計配合〕 碎石 50.2% 砂 37.8% 石粉 6.0% アスファルト 6.4%
	6号 砂	23.8			6号 砂	24.0	
	7号 砂	13.3			7号 砂	15.0	
	粗 砂	8.5			粗 碎 石	12.2	
	碎 石	10.2			砂 粉	23.2	
	アスファルト	5.0			粉	6.0	
		5.0			アスファルト	6.4	

図-4(1) ソイルアスコン合材粒度及び仕様範囲とJMF



アス・コン用の碎石が玉碎であるから各種の岩質のものが混入している点と、この玉碎から発生したスクリーニングスを砂の一部に大量に使用している点の2面から、アスファルトと骨材との間の剝離という点が心配になった。

このため水浸マーシャル試験のさいの残留安定度指数の値を参考のために検討した。マーシャル供試体の水浸条件は、48時間、 $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ の水中に浸したものであって、マーシャル残留安定度指数とは前述した水浸条件で試験を行なったさいの安定度と普通の試験の状態で行なったさいの安定度との比の百分率を云っている。

試験結果を表-5に示す。ソイル・アスファルトは Voids が約14%近くあるにも拘わらず残留安定度指数が大きいのは何かの誤りであろう。水浸後のマーシャル供試体を観察した結果では供試体の表面（とくに頂部と底部）にかなりの剝離が認められた。2日水浸時の残留安定度指数が具体的に何%以上あればよいかは、気象条件やその他の要因が関連してむずかしい問題であろうが、名神高速道路で採用した75%という値は「名古屋一東京」間の気象や交通条件などから考えれば妥当なものであろう。参考のために道路公団の高速道路の舗装工事で舗装用材料の承認基準として Mr Sonderegger が示した案を表-6に示す。

(4) 試験舗装

(3)にも関係あるが、最近アスファルトと骨材との間の剝離を防ぐ一つの方法としてノンストリップ、ダラコート、デハイドロ、その他の界面活性材を添加したアスファルトがアス・コンに比較的多く使用されるようになってきた。これらの界面活性材がアスファルトと骨材との附着を改善するのに効果があることは、土木研究所

図-4(2) 基層及中間層合材粒度及仕様範囲とJMF

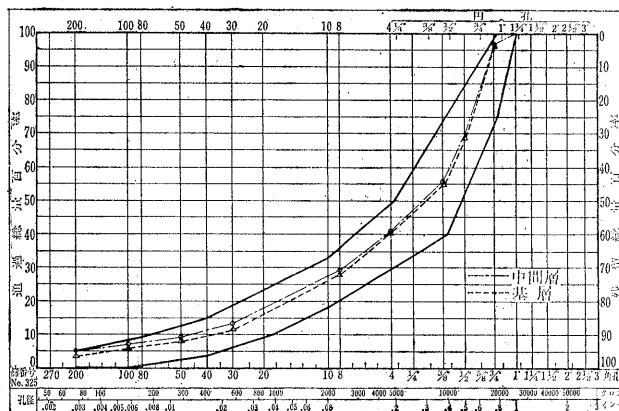


図-4(3) 表層アスコン合材粒度及仕様範囲とJMF

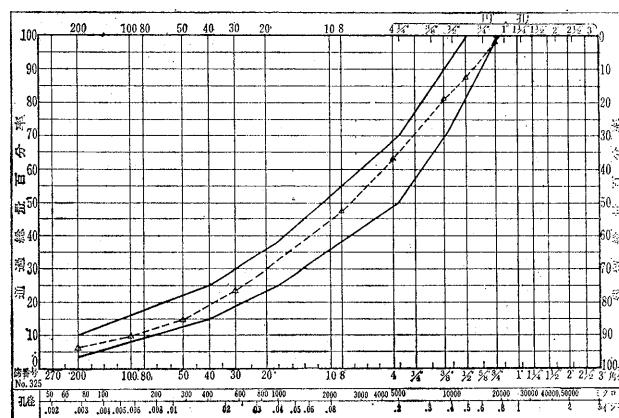


表-5 アス・コン各層の残留安定度指標

合材名	アスファルト量 (%)	標準安定度 (kg)	残留安定度 (kg)	2日水浸残留安定度百分率 (%)	供試体 Voids (%)
ソイル・アスコン	3.5	381	333	87.5	13.7
基層アスコン	4.5	989	755	76.4	8.5
中間層アスコン	5.0	1115	1055	94.6	3.9
表層アスコン	6.0	1100	940	85.4	3.8
	6.4	878	793	90.3	5.4

表-6 水浸マーシャル残留安定度指標の基準 (Mr. Sonderegger)

2日水浸 (60°Cの水中) 残留安定度指標 (%)	4日水浸 (60°Cの水中) 残留安定度指標 (%)	摘要
<75※		※高速自動車国道土木工事共通仕様書（日本道路公团昭和39年4月）で、この値を75%以上といふ条件がアスファルト及び骨材などアス・コン用材料の承認条件となつてゐるので、公団は請負人に他の材料の使用を命じるわけである。もし、請負人がこの条件の材料を使用したければ自費で界面活性材の使用、その他適切な処置によって、この値を75%以上にしなければならない。
	>50	界面活性材の必要なし
>75	<50	公団もじで適切な処置をこうする。仕様書に4日水浸時の規定がないからだ

や道路公団で行なわれた静的または動的剝離試験の結果や水浸マーシャル試験の結果などで室内試験としては認められている。

しかし、界面活性材の中には耐熱性の点で劣るものもあるし、また実際に舗設された舗装についてどの程度の年月にわたって有効であるか（活性材の耐久性）についてのデーターが皆無であるというのが現状であろう。

以上の点について土木研究所からの要望があったので、本バイパスの上り線のアス・コン表層に表7一に示す種類の試験舗装区間を設けて長期観測の対象とした。

この試験舗装時のプラント（Barber green, Model 847, 連続自動式, 100T/hr）におけるホットビン、加熱合成骨材の粒度、抽出試験の粒度及びマーシャル特性の変動状況を図-5(1)～(4)に示す。また表-7に対応するアス・コン表層合材の4日水浸残留安定度指数の結果を表-8に示す。この結果だけから判断すれば活性材Bの効果がよいようである。

この試験舗装は、所謂剝離防止材の耐久性とその効果との検討が主目的であるが、同時に、活性材A、B添加の場合とアスファルト量を0.4%増した場合の剝離防止効果の比較も長期観測の目的の一つである。従って今後、土木研究所と共同して表層から供試体を採取したり、直接表層面を観察するなどの手段によって経年的な変化を調査する予定である。

(5) 舗装体の密度と厚さ

実際に舗設されたアス・コン各層で測定した密度及び厚さの平均値を表-9に示す。各値は約50個の実測値の平均である。ソイル・アスファルトは6cm厚の2層施工であるため約100個の実測値の平均となる。またソイル・アスファルトの対マーシャル供試体密度との比較値105.2%は舗装屋の常識を破るものであって、この場合は恐らくマーシャル供試体密度（基準密度）の測定に何らかの誤りがあったのであろう。なお、アス・コンの転圧は、マカダムによる初期転圧、タイヤ・ローラーによる主転圧、3軸ローラーによる仕上げ転圧であって、あくまでタイヤ・ローラーを主転圧のローラーで一あると考えた。またマカダムによる初期転圧の合材温度は、図3に示す140°Cを目標とした。

(6) 仕上げ面の平坦性

仕様書では3mの直線定規で測定した場合の凹部の最大が5mm以下という規定であった。しかし、アメリカの国道や日本の高速道路の基準である凹部の最大値3

表-7 試験舗装の種類

番号	内 容	延長、面積
No. 1	活性材A ₁ （日本製）、アスファルトの0.3%，アスファルト量6%	上り線 約800m 約8,000m ²
No. 2	無添加、アスファルト量6.4%	上り線 約800m 約8,000m ²
No. 3	活性材B（米国製）、アスファルトの0.3%，アスファルト量6%	上り線 約800m 約8,000m ²

表-8 試験舗装用表層合材の

4日水浸マーシャル残留安定度指数

No.	合材の種類	月/日	標準安定度(kg)	4日水浸残留安定度(kg)	4日水浸残留安定度(%)	供試体Voids(%)
1	活性材A 添加合材	10/20	1,359	985	72.5	6.2
		10/21	930	667	71.7	5.7
2	アスファルト(6.4%)のみの合材	10/21	1,250	860	68.6	4.2
		10/24	1,030	745	72.3	5.2
3	活性材B 添加合材	10/25	994	773	78.0	5.8
		10/26	1,090	876	80.3	5.3

※表中の各値は、3箇の供試体の平均値である。

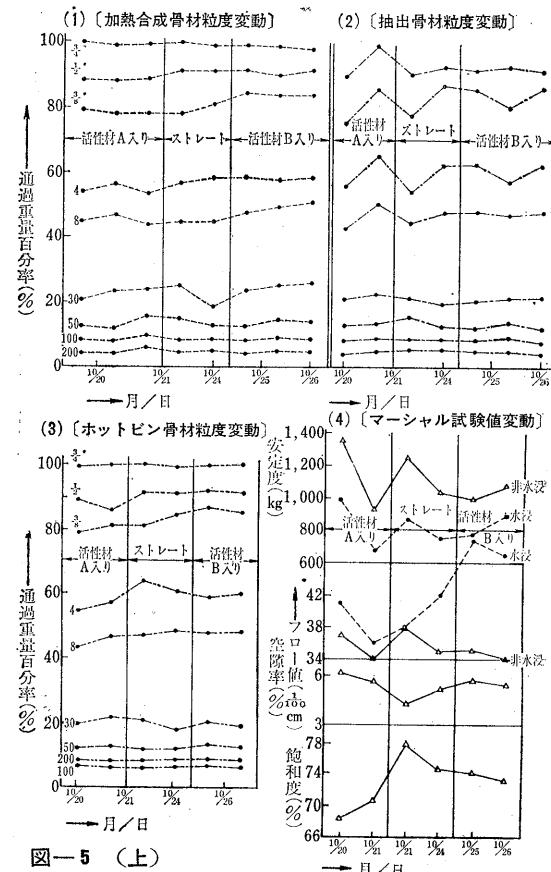


図-5 (上)

表-9 アス・コン各層の厚さと密度

転圧基準	50回突固マーシャル密度の96%以上		75回突固マーシャル密度の96%以上	
	合材名	ソイル・アスコン	基層アスコン	中間層アスコン
密度(t/m ³)	2.218	2.297	2.273	2.280
対マーシャル密度(%)	105.2	97.9	98.2	98.9
対理論最大密度(%)	87.8	91.7	92.5	93.7
厚さ(cm)	6.04	4.90	4.19	4.11

図-6 3m直線定規による凹部測定ヶ所

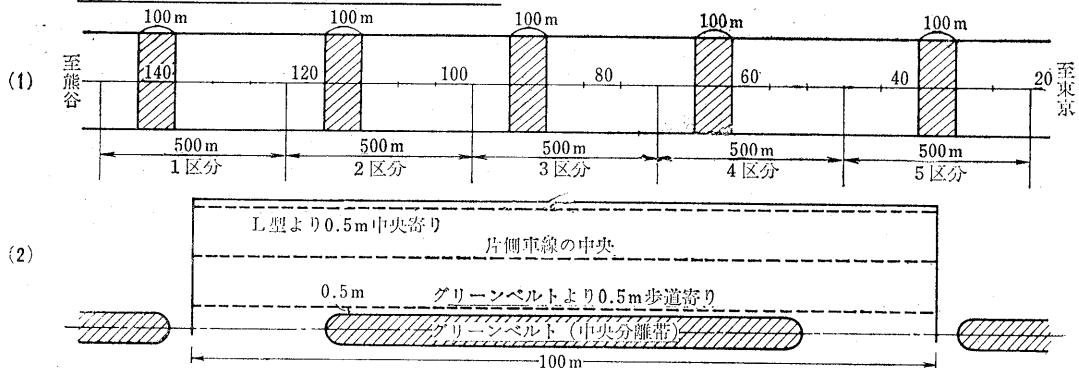


図-7 凹部測定結果

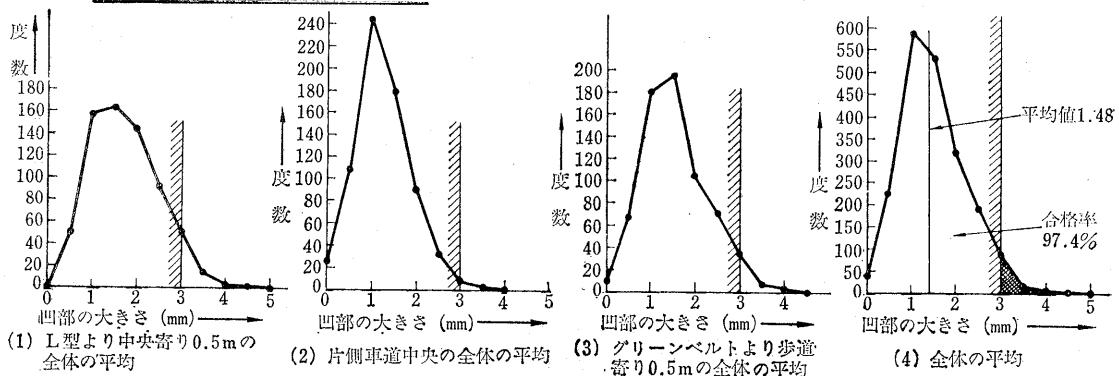
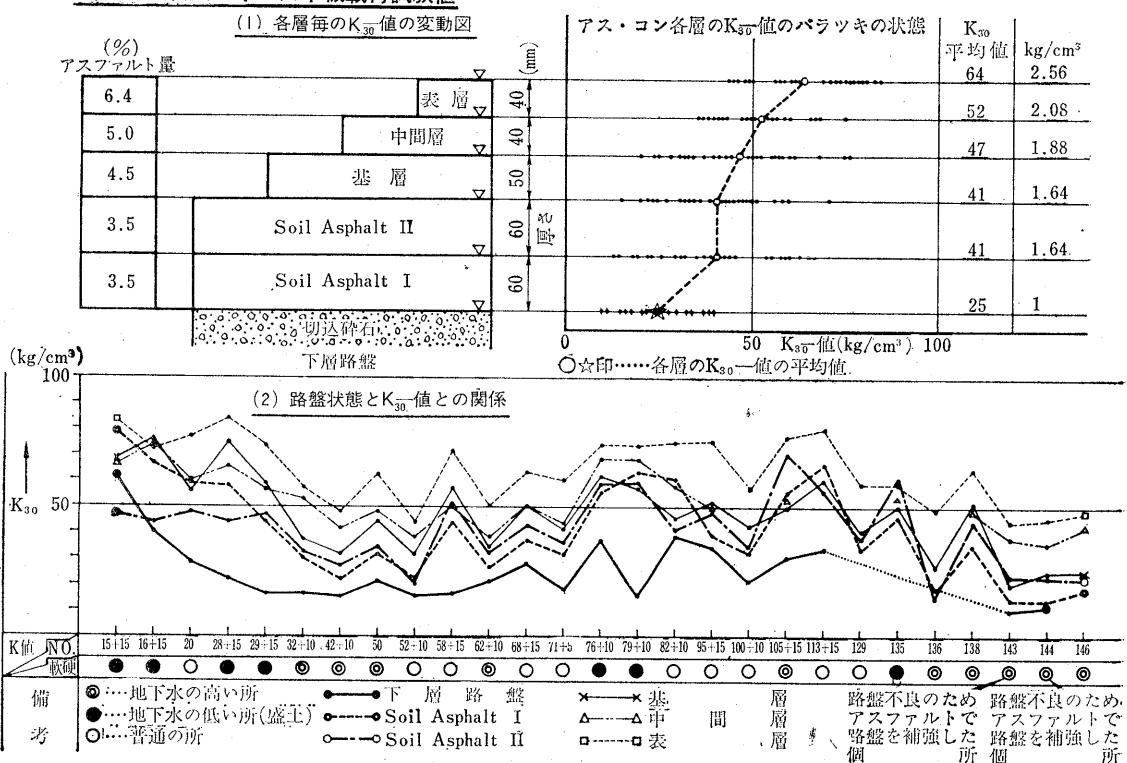


図-8 吹上バイパス平板載荷試験値



mm がこの種のバイパス工事で実現可能か、どうかを調査してみたかったので、日本舗道 K.K. の快諾の下に凹部の最大を 3 mm 以下を目指して表層の仕上げ作業を行なった。

バイパスの起・終点の取付部を除いた区間を 5 区間に分け、そのうち任意に選んだ 100m 区間について(図一 6(1)), 図一 6(2)に示す横断面上の各点について、3 m 定規を半分ずつずらせて縦断方向の凹みの大きさを測定した。

結果を図一 7 に示す。図から新設のバイパス舗装工事では、縦断方向の凹部の最大を 3 mm 以下にすることがそう困難なことではないことが実証された。これはこの舗装がフィニッシャーによる 5 層仕上げであることと、使用した Finisher が B/G SA 40 の高性能のものであったの 2 点によるものであろう。この規定の実現が比較的むずかしいのは、構造物の joint 部分、縦目地部分(横断方向に測定した場合)及び横目地(施工目地)の 3 カ所であろう。

(7) K_{30} の値について

アス・コン各層、とくにソイル・アスファルト層の荷重分散効果を調べたかったので、舗設中の各層のアス・コンの仕上り面において K_{30} の値を測定した。^{*1) 脚注} 測定には大宮国道の調査課の各位が直當にて行なった。

測定結果を図一 8(1), (2) に示す。図一 8(1) は、各層のアス・コン上における K_{30} の値のバラツキをそのままプロットし、それらの値の算術平均を結んだものである。図一 8(2) はソイル・アスファルトより下の状態とアス・コン各層における K_{30} の平均値との関係を示すものである。

前述したように図一 8 の K_{30} の値は、交通開放前の工事中の値であって、現在再測定すればより大きい値を示すであろう。

図一 8(1) から、各層のアス・コン上の K_{30} の値は大幅にばらついている。これは測定技術にも問題があろうが、その他に、 K_{30} を測定したアスコンの打設後測定までの間の時間的なズレがまちまちであること、 K_{30} を測定するさいのアス・コンの温度も同様にまちまちであること、アス・コンの密度にもバラツキがあること……、などの諸点があげられる。各層のアス・コンの K_{30} の値の平均値だけを大雑把に比較してみると、

(a) 厚さ 25cm(アスファルト量、粒度はそれぞれとなるが)の図一 8(1) に示すような構成のアス・

コン層では、 K_{30} の値は大体 2.6 倍に増大する。ただしこの値は舗設後交通に開放しない未だ新しいアス・コン層に対するデーターである。同様な舗装構成を有する修繕工事で、交通開放後約 10 カ月の場合ではこの値が 2.7~3.8 であった。

従って図一 8(1) に示す断面のアス・コン層の荷重分散効果は、セメント・コンクリート舗装要綱(昭和 39 年度版)の 9 頁の図一 1・7 の示される D 曲線に近い結果を示すものと思われる。これはソイル・アスファルトの場合も大体同様であろう。

- (b) 当然予想されるように、地下水の高い処、路床条件の不良な処のアス・コン表層面の K_{30} は小さい値を示している。アスファルト舗装では下層路盤や路床の支持力条件、とくに盲暗渠などの路床部の排水条件が如何に重要であるかを示すものであろう。
- (c) 吹上バイパスとほぼ同一の舗装断面を有する夜間の舗装打ち換えの修繕工事のある区間が、交通開放後約 10 カ月で舗装面にヒビワレが生じた。

破壊の原因を調査するために、ヒビワレの程度によって 4 段階に分けて、一すなわちヒビワレが著しく多い処、多い処、所々に発生している処、及びヒビワレの生じていない処—舗装部を床掘りして各層における K_{30} の値を調査した。

この結果によると、アス・コン表層上の K_{30} の値はヒビワレの程度と直接的な関係がなく、表層上で行なったベンケルマン・ビームの全沈下量(荷重 5 tons)の方が遙かに有意な関係にあるようと思われた。ただし、この調査は夜間に行われたものであり、かつ、前述した 4 段階のヒビワレ状況に応じて各層で測定した K_{30} の実測値がたった 1 つだけで、これを代表値にしているために試験のバラツキを考えると必ずしも K_{30} の値に全巾の信頼はおけないけれども、アス・コンの K_{30} のもつ工学的な解釈は中々むつかしく簡単には割り切れないようである。参考のために図一 9 にこの時の調査結果を示す。図中で○印でくるんだ数字は吹上バイパスの測定値である。図一 9 の K_{30} の測定値を吹上バイパスのそれとは施工条件と K_{30} の測定条件が全く異なっている。前にも述べたが図一 9 の K_{30} の値は交通開放約 10 カ月後に測定したものであるが、吹上バイパスのそれは施工中に測定

* 脚注 1) 搾み性舗装であるから沈下量 0.25cm に対する K_{30} の値をとった方がより実用的であろうが、荷重の点で問題があったので本文中の K_{30} の値は沈下量 0.125cm に対するものである。

した値である。また図一9のアス・コン層にはヒビワレが生じているものが大部分である。(良好な箇所で K_{30} 一値測定時にはアス・コン表層面にヒビワレが生じていなくとも、アス・コン基層、中間層及びソイル・アスファルトには生じている可能性が多分にある。)

また施工条件としては、図一9の場合には夜間工事で一夜の間に掘削、入れ換えの諸作業を行ない、ソイル・アスファルトの1層目で翌朝交通に開放し、

その夜再びソイル・アスファルトの2層目を施工して約10日交通開放後、基層・中間層を打設して完成させた比較的無理な工事工程である。吹上バイパスの場合は完全に全工程完了後交通に開放したものである。

図一9で厚さ40cmの砂の下層路盤の仕上り面における K_{30} の値と、それより25cm上の上層路盤の一部である切込砂利の仕上り面上における K_{30} の値との間に有意な差が全く認められないのは些さが驚異である。

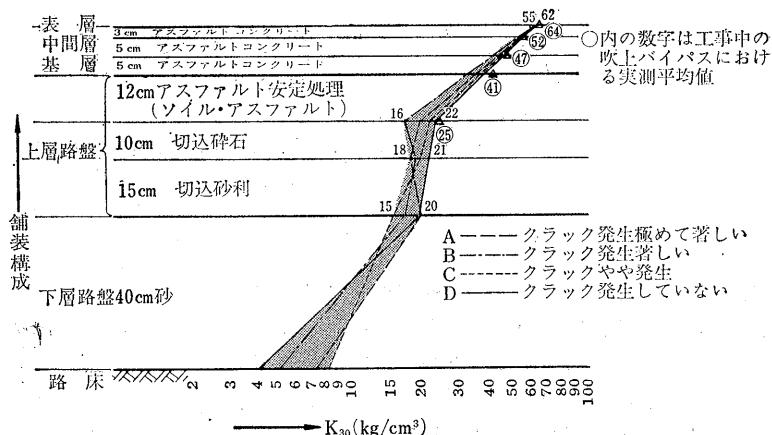
これは切込砂利の粒度不良(最近の切込砂利には中間サイズの砂利分が全く欠如している。)にも一因があるのであろうが、大部分は夜間工事のため工程を急いだために基因する砂及び切込砂利層の転圧不十分と、これらの層の転圧のむつかしさが原因しているのであろう。

アスファルト舗装は十分に締固められた、また、将来交通荷重をうけても有害な沈下を生じないような安定した基盤が必要であって、図一9の場合の舗装ヒビワレの原因の大部分は基礎の転圧不足であろう。

すなわち図一2に示したような過大な交通荷重をうけたさいにソイル・アスファルトより下の層が変位し、この変位にソイル・アスファルトを含めた25cmのアス・コンの層の変位がついでゆげず引張りによるヒビワレを生じたものと思われる。

昨今あちこちでソイル・アスファルトが脚光をあびているが、十分締固められ将来の交通に対しても有害な変位を生じないようしならかにした基礎の場合には有効であるが、基礎条件を考えずにソイル・アスファルトを過信してはならないこと

図一9 K 値測定結果について



を如実に示していると思われる。この点についてはソイル・アスファルト層の下の面で適当な荷重をもったRollerによるProof-Rollingの実施が望ましいようである。(但し、交通障害を起こさないようなバイパス工事に限定されるであろう。)また重交通の下に一夜で完成させたり、あるいはStage Constructionする夜間工事の場合には、舗装の設計上にも現場の特殊施工条件を十分考慮することが絶対に必要であろう。

5. おわりに

編集部に命ぜられるまま吹上バイパスの舗装について、極めて散漫な、かつまとまらぬ雑文を書きあげた。

本文作製にあたって必要なデータは、すべて大宮国道工事事務所及び日本舗道K.K.の御厚意によったものであるが、将来問題になりそうな事項についても多少ふれたり、また筆者の私見が多いので、発表にはあえて個人名を使わせて頂いた。従って本文に関する責任はすべて筆者個人にある。

おわりに大宮国道工事事務所の渡辺辰生所長始め関係各位及び日本舗道K.K.の方々に厚く感謝致します。

[筆者：建設省関東地方建設局 道路管理課長]

アスファルト・あらかると

—欧洲のアスファルトとフィラーについて—

佐藤正八

このあらかるとの種本は昨年ローマで開かれた第12回世界道路会議の論文集である。この会議は欧洲のカラーを不斷に撒き散らしてくれる。彼等の技術は我々にとって何かしら独特のムードを与えるが、その中で、アスファルトとフィラーに關係のある事柄を簡単に御紹介したい。然し以下に述べることは甚だ断片的な抜萃で、その依って来たる背景とか歴史とか環境条件を抜きにしたものなので、一品のあらかるとにすぎないことをお断りして置く。フルコースのていぶる・どうつではないからどうか気軽に読んで戴けることを望みます。尚この一品料理の味の良し悪しの責はそのコックたる私の料理の上手下手が負わなければならぬことを銘肝しておりますのでまづいものはまづいなりに御賞味下さい。又ミステークがあれば、これもコックの勉強不足と御容赦を乞う次第です。

I アスファルトの組成と性状

A) アスファルテンについて

ソ連ではアスファルト舗装の強度と耐久性は主に瀝青材の性状が決定的な要素であると考える。また瀝青材の性状は化学的組成に関連があり、それに関する興味ある結論を与えている。ソ連で用いられているアスファルト（針入度 61/90, 91/130について）を組成面から大きく分けると（表-1）の如き三群になる。（勿論三群は代表型式で、実際には三群に属さない種々の組成のアスファルトも作られている様である。）

表-1 ソ連に於けるアスファルトの組成分類

分類 組成	第1群(A)	第2群(B)	第3群(C)
アスファルテン	>25%	17%>	20~22
レヂン	20%>	32~48%	30~35
オイル	>50%	48%>	48~50

表に於ける各種のアスファルトは夫々異なる製法で得られ、又性質も異なる。その変型流動特性は（A型）ではかなり広範囲の温度で熱に対する抵抗性が高

く、又相当低温でも弾性的である。この種のフラーの脆化点は-25°C~-30°Cで非常に低く、且つ軟化点は他の種に比べて高いので、弾、塑性的な性状を示す温度範囲は大変広くなることが特徴である。

(B) 型は気温の上昇でたやすく液状となり熱に対する抵抗は低い。これはレヂンの割合が多くアスファルテンとオイルの割合が他より少ない組成の為である。又フラーの脆化点は-8°C~-10°Cで低温では脆くなる。即ち此の種のものは、弾、塑性的な性状を示す温度範囲はかなり狭いのが特徴である。

(C) 型は A, B 両者の中間の組成を持ち、その変形流動性状も中間型で、脆化点も-18°C~-20°Cである。

この様に組成は流動性状に変化を与える許りでなく、アスファルトの骨材に対する付着性や耐久性（耐老化）とも関係がある。アスファルトと骨材表面間の付着性は骨材の酸性値 (acid number) に左右される外に、アスファルトのアスファルテンの割合によっても変る。即ち酸性値とアスファルテン量の増加に伴って直線的に付着性が悪くなることを調査結果が示している。又骨材の表面の性質とアスファルトの皮膜の厚さとの関係では次の様な結果が得られた。

アスファルトとの親和性のない骨材（酸性の高い骨材）ではその表面上のアスファルト膜の厚さが薄くなるに従って付着力と粘度は低下する。花崗岩碎石の実験の結果では膜厚を10から5ミクロンにうすくなる時に鋭敏に低下する。又活性ある表面をもつ骨材に対しては、アスファルトは化学的に吸着し、骨材とアスファルトの界面に石鹼型のコンバンドが形成され、その結果付着力と粘度は非常に増加する。石灰岩系の活性表面 (Gazzan Marble) での実験ではアスファルト膜を10から5ミクロンにうすくするにつれて付着力の増加を示した。又この様な膜厚の低下が起る原因是、舗装構造は外力をうけて変形により骨材構造の崩壊（変化）から生ずると考えられ、この意味でもアスファルトの安定した化学組成とその性状は舗装の耐久性を確保する上の基本的な要素の一つであると言える。

又アスファルトの耐久性については、その老化現象を

捉えて次の如く述べる。老化の過程は組成的にはオイルやレジンが減少し、アスファルテンがかなり増加し、フラーク軟化点及軟化点が高温側に移動することを特徴としている。老化の傾向を前掲の三種のアスファルトで比較すると、

(A)型は最も著しい性状の変化を示し、特に分解蒸溜の残渣から作られたアスファルトで甚だしい。

(B)型では軟化点、軟化点の変化も割合に少なく安定した性状を示すものであるが、実験の結果アスファルテンの量が21%至22%以下と、レヂンのオイル分に対する比が0.6以上の場合に性状の変化が少なくなり、此の両者の要求を満足する組成がE型となる。

(C)型はA、Bの性状を折衷した中間型であるが前2者の長短と比較するならば、C型が最も好ましいと言われる。何故なれば

此の種は適度に強く又安定していて、高温や凍結にも適当に抵抗性があると考えられる。

又アスファルトの変形に対する抵抗はレヂン、オイル比と関係あり、レジンオイル比が0.6以下で急激に低下する。

以上の如くアスファルトの性状を組成の面から究明し、原油の性状を考慮して、或る定められた製造行程をセットすることによって、求める性状のアスファルトが得られる筈だとしている。(表-2) 参照

我々が実用しているアスファルトに此の考えを適用することは恐らくあまり妥当ではないかも知れないし、又此等の本質は、アスファルト・メーカーでない舗装屋には専門外となるが、組成と性状に明確な関連を与えたソ連の報告に興味を感じた。組成の観点から試みた国産ア

図-1 現在用いられているアスファルト組成の一例

39年10月

表-2 ソ連の舗装用アスファルト規格案

アスファルトの種類	H-I	H-II	H-III	H-IV-D	
針入度 25°C (以上) 0°C (〃)	300~201 14	200~131 12	130~91 10	90~61 7	60~40 5
伸度 cm 25°C, (以上) 0°C (0.5cm/min)	—	70 8	70 6	50 4	40 2
軟化点 °C, (以上)	35	40	45	48	52
脆化点 °C, (以下)	-20	-18	-15	-12	-10
粘着剤 (Cohesion) 20°C kg/cm² (以上)	—	0.6	1.0	1.2	1.4
付着力 (Adhesion) 大理石に對し 砂に對し	かなり良好 かなり良好	かなり良好 かなり良好	良好 かなり良好	良好 かなり良好	良好 かなり良好
バラフィン量 % (以下)	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5
水溶成分の量 % (以下)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
160°Cに於ける重量減 % (以下)	0.6	0.5	0.3	0.2	0.1
蒸溜残渣の針入度 原針入度に對し %	—	60	70	80	80
均一性 oliensis spot	均一	均一	均一	均一	均一
引火点 °C (以上)	180	200	200	200	200

(註) 0°Cに於ける伸度、砂に對する付着力、バラフィン量の決定は義務づけられたものではない。

アスファルトの組成の一例を示すと図-1の如くである。

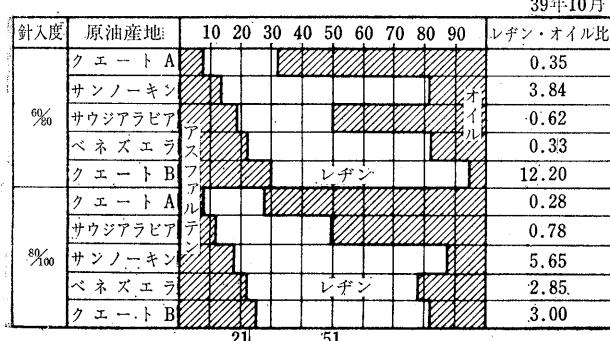
図から色々の組成のアスファルトが用いられていることが想像出来る。此等のアスファルトは全て規格に合格するものであるが、その流動変形性状や付着性や耐候性にも夫々特徴をもっていることと思う。そこで若し此のアスファルトは此の様な特性があるから、こんな方面にお使いなさいとか、又は今度はこんなアスファルトが欲しいので造って下さい等ということが、組成を管理することによって容易に出来る時が来たならばうれしいことだろうとちらりと考えて見た。

× × ×

組成の問題を取り上げたハンガリーの報告も面白い。ハンガリーでは Nagylengyel と言う所で得られたアスファルトがアスファルテンと硫黄分が多いものが得られ、その恩恵に大変浴していると述べている。此のアスファルトは碎石への付着力やカットバックアスファルトの粘着性を増進する。その性状は(表-3)の如き特徴をも

表-3 Nagylengyel 産道路用 Asphalt の性状データ

針入度, 25°C, 0.1mm	246	148	90	55	23
脆化点, フラース, °C	-20	-18	-16	-8	-2
バラフィン量 (new Holde法) %	2.1	2.0	1.0	1.5	1.4
石油エーテル不溶分 (アスファルテン) %	21.5	22.5	24.8	25.3	29.5
軟化点, R & B, °C	40	45	50	54	68
硫黄分 % (Grothe-Krekeller法)	4.8	4.9	4.9	5.0	5.3



っている。

ソ連では針入度 60~130 のアスファルトに対し、アスファルテンを 20~22% を望んでいるのに較べて、表によると 22~25% で少し高めではあるが余り差違のない所と思われる。又硫黄分はベネズエラ、カルフォルニア系の石油で 0.5~4.0% で、国産のものやパラフィン系のものでは一般に少いと言われてはいるが、ハンガリーのアスファルトが 5% 内外の割合多量の硫黄を含む。アスファルテンと硫黄が多いことがアスファルトの付着性にどのように効果を与えるかは解明し難いが、この様なアスファルトを誇りとしているハンガリーの背景とその考え方

混合物の種類	(A) 細粒アスコン (2~8mm)	(B) 中粒マスチック (2~16mm)	(C) サンド・アスファルト
配合、玄武岩碎石	32.5%	31.0%	—
砂 (2mm以下)	46.0 "	40.5 "	73.0%
石灰石粉 (0.075以下)	13.3 "	20.0 "	17.0 "
アスファルト	(D ₅₀) 8.2 "	(D ₃₅) 8.5 "	(D ₅₀) 10.0 "
アスファルト中のパラフィン量 (%)	3.8	3.95	3.8
骨材の比重	2.86	2.80	2.66
骨材の嵩比重	2.35	2.37	2.14
骨材の空隙 (%)	17.83	15.4	19.5

表-4 Romashkino 原油から作られた
道路用アスファルトの主要性状(ポーランド)

アスファルトの性状	アスファルトの種類		
	D ₃₅	D ₅₀	D ₂₀₀
針入度, (ポーランド規格)	(30~40)	(40~60)	(180~220)
25°C, 0.1mm	31	50	187
20°C, 0.1mm	16	26	98
15°C, 0.1mm	11	13	51
10°C, 0.1mm	6	8	27
5°C, 0.1mm	3	5	9
0°C, 0.1mm	0	0	4
伸 度, (ポーランド規格)	(50)	(100)	(100)
25°C, cm	100	100	100
20°C, cm	23	100	100
15°C, cm	6	5	100
10°C, cm	0	0	100
5°C, cm	0	0	2
0°C, cm	0	0	0
軟化点, (ポーランド規格)	(50~65)	(42~57)	(33~45)
R & B. °C	54	48	40
脆化点, (ポーランド規格)	(-4)	(-6)	(-15)
フラース °C	-9.5	-8	-13
パラフィン量, (ポーランド規格)	(2)	(2)	(2)
3.95	3.82	2.84	
パラフィン凍結点 (ポーランド法)	55	55	59

に興味を感じた。

B) パラフィン基のアスファルトについて

パラフィン基アスファルトの問題は曾つて我が国で論議の焦点であった。此に関するポーランドの報告を見て見よう。ポーランドで実用されるアスファルトの中にはソ連の Romashkino でとれる蠟分の多い原油から製造された(表-4)の如きアスファルトがある。

表の如く規格外に多量のパラフィンを含んだアスファルトを次の如き三種の舗装混合物に用いて、その結果を評価してみると

(A) 細粒アスコン	(B) 中粒マスチック	(C) サンド・アスファルト
(2~8mm)	(2~16mm)	—
32.5%	31.0%	—
46.0 "	40.5 "	73.0%
13.3 "	20.0 "	17.0 "
(D ₅₀) 8.2 "	(D ₃₅) 8.5 "	(D ₅₀) 10.0 "
3.8	3.95	3.8
2.86	2.80	2.66
2.35	2.37	2.14
17.83	15.4	19.5

(A) の細粒アスコンでは混合物が冷却したあとで、施工ジョイントが口が開く傾向があったが、これは熱いアイロンをかけると消えてその後は発生しなかった。

(B) のマスチック・アスファルトでは締め固め時にヘヤークラックが現われる傾向があった。これはパラフィン基アスファルトの伸度が低いことが主原因と考える。

(C) のサンド・アスファルトでは、パラフィン基以外のアスファルトを用いた場合に敷き均し、締め固め温度を高くしなければならなかった。

この様に具体的な欠点を認めたが、最近のハンガリーの研究の結果によれば、精製技術の改善で蠟分を除き、規格以内にすることが可能で、それによりあらゆる種類の混合物に用いて満足なる結果が得られる。更に研究中なことはパラフィンの凍結点を低くして、パラフィン基アスファルトの流動性状と付着力の改良が出来る。

この様な事情は我が国と共通なものを感ずるが、石油業者は現在入手出来るものの正体をきわめてその性状を改善し、施工業者は正しい認識を得てその適性なる施工法を確立することこそ夫々の責務であることを痛感する。概して英國やドイツでパラフィン基アスファルトで何かトラブルがないだろうかとの質問に対し、トラブルを余り考えていないというのが彼等の答であった様に思う。

C) アスファルトの性質の改善(添加剤その他)

欧米で見る表面処理工は大変盛んに行なわれてその出来ばえは素晴らしいものが多い。我が国では難しい成功し難い工法である。これは我が国の多雨な気象条件が主

な要素であるので、アスファルトの改善がその成功率を高める解策となるだろう。歐州でも同様な事情をうかがうことが出来るので、その目的に端的に使用される剝離防止添加剤について瞥見して見よう。

アスファルトの添加剤は骨材との付着を良好にする許りでなく、混合物の吸水膨張の減少、水浸安定度の増強により水の作用に対する抵抗を増し、更に湿った骨材にもよく被覆する効果を利用して、混合物の加熱時間の減少、低温混合、合材生産量の増化に実用されている。

添加剤が広く普及されている國にフランスがある。フランスではドープ (dope) と言われ、アミン、チアミン及びアミドニアミンのカチオン系の界面活性剤が用いられ、多くの表面処理工やフランス独特なタピサブル舗装に活用されている。表面処理以外でも常温混合や加熱アスコンにも水浸安定度の増強策として利用される。バインダーの改善には界面活性剤以外にエピコート・アスファルト（エポキシ）やゴム・アスファルトが用いられ、前者は舗装の耐油性の目的で、後者は舗装強度の増強の目的であるが、その何れも高価で普及し難いと述べていることも、我が國と同様である。

ドイツでは主としてボリアミンを、ハンガリーではカットバック・アスファルトに対し活性脂肪酸を0.05～0.1% 添加してアスファルトの付着性を改善し、又石英系の碎石を利用出来る効用について述べている。ハンガリーのゴムアスファルトの規格に多少参考となる様に思われる所以次に掲載する。

ゴムアスファルトの規格（ハンガリー）

針入度, 25°C, 0.1mm	: 45以上
軟化点, R&B, °C	: 55～65
伸度, 25°C, cm	: 1以上
衝撃エネルギー, +5°C (Impactenergy values) 0°C	: 20cm/kg以上 : 15cm/kg "
-10°C	: 11cm/kg "
-20°C	: 9cm/kg "

次にソ連の添加剤に対する研究が又系統的であることが注目される。即ち

脂肪酸系の添加剤（カチオン系）ではアスファルトの軟化点が低下し、針入度及伸度が増加する。（オリジナルの夫々の値に対して。）又四基アムモニウム塩系のカチオン剤では反対に軟化点はやや上昇し、伸度及針入度は減少する。有機酸の第一鉄塩系のアニオノン活性剤では軟化点は増加、針入度は減少するが、脆化点は変わらない。カルボキシル酸 (carboxylic acid) 系のアニオノン剤はアスファルトを稀釀してその脆さを少し増加する。又活性活性剤はアスファルトの流動性状や酸化による老化の度合に影響を及ぼす。即ち四基アムモニウム塩系で

はアスファルトの熱に対する安定性をいささか低下し且つその粘性を増加する。然しカチオンの或るものでは粘性が低くなり、粘度温度曲線をフラットにするものもある。老化の点では有機酸の鉄塩系のものはアスファルトの老化をよりはげしく促進する傾向があるので、これは液体アスファルトの付着性の改善の目的で用いられるといい。液体アスファルトに於いては老化作用により混合物の固化をはやめ強度の増加が期待出来るとされている。混合物の強度では、カルボキシル酸の鉄塩や四基アムモニウム塩系は強度を増加し、アニオノン系の高分子カルボキシル酸では少し強度が弱まる。しかし全般的に考えて全ての添加剤は凍結融解の苛酷な条件下で、混合物の氷や水に対する抵抗を増加すると考えられる。混合温度低下の効用としては、加熱混合工法では140°C以下で又カットバック・アスファルトを用いた場合には120°C以下で可能となり、その経済効果は大きいと報告している。

統いて学ぶべきことに、アスファルトにタールを加えての性状改善を挙げることが出来る。歐州でのタールの活用は甚だ盛んで、タール混入アスファルト又はアスファルト混入タールが特に表面処理工に一般的に採用されている。タール又はアスファルトの混入量は20～30%が限度であったが、オランダの報告によればタールを46～65%含有するアスファルトが最近造られ、これは混合物の感温性を鈍くし、且つ低温性能が非常に良くなる。この様に高い濃度のタール・アスファルトではその均一性が重要であるから、均一度の判定法として40°Cに7日間さらしたタール・アスファルトの膜を顕微鏡下で検査する方法と、更に軟化点の温度で4日間貯蔵したあとの材料の定められた容器の上部と下部に於ける比重を25°Cで測って分離の有無を検定する方法等が開発されている。

アスファルトの性状改善は欧米で相當に研究され且つ実用を要求されている様に感ずる。我々にも重大な問題点の一つであろう。敢て愚見をのべるならば、舗装が雨で破壊され、又我々の配合設計が耐久性の底点で設定されるのを考える時、添加剤の使用はむしろ必要な贅沢の一つである様にも思える。

（II）フライーの性状

A) フライーの効用

ここでも又ソ連から引用しよう。フライーの2つの効果として、先づフライーは碎石や砂の間隙をうめてアスコンの骨材のみの空隙を16～20%に減少し、従ってその空隙を充填するアスファルトの量を減少できる効果がある。この目的を達する為のフライーの必要粒度としては

単粒であることは締め固めた時の空隙が大きくなるので、フライアの締め固め空隙から規正する。即ち $300\text{kg}/\text{cm}^2$ の荷重で締め固めた時のフライア空隙が30%を越すものはアスコンに対して不適当と考えられる。

第二の効果はフライアの大きな表面積とこれを被覆するアスファルト膜の厚さに関するもので、フライアはうすい膜で骨材粒子の表面にアスファルトを分布出来ることである。アスファルトは可塑性コロイド状物質であって、その内部ではミセルの配列は不規則であるが、アスファルトで被覆されたフライアが骨材に付着する時には、アスファルトのミセルは粒子の中心から放射状に方向付けされ、且つアスファルトは固化しながら骨材粒子の表面に化学的に吸着されることになる。又吸着面のアスファルトの膜がうすい程粒子間の付着力が強くなる。アスファルト膜の厚さと付着力の関係は例えば単粒の粗骨材(20~25mm)の混合物と単粒の細砂(0.15~0.071mm)の混合物を考えて見た場合、両者の骨材を $300\text{kg}/\text{cm}^2$ の荷重で締め固めると、両者の骨材空隙は共に37%となり、空隙を充たすに必要なアスファルト量は理論的に同量を必要とするが、同量のアスファルトを入れて締め固めた混合物では、粗粒の圧縮強度はかなり低く、反対に細粒混合物は高い強度をもつ。これは骨材を被覆するアスファルト膜が後者は非常にうすく且つ粒子間の接触点の数が前者の数千倍にもなるからである。次にフライアを含まない粗粒式アスコン(これは舗装の中間層によく用いられる)と最適アスファルト量と石灰岩フライアを含んだアスコンとを比較すると、前者の圧縮強度は $1\sim 4\text{kg}/\text{cm}^2$ で後者は $100\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上の強度を示すことからフライアの著しい効果を知ることが出来る。

以上の2面の効果は観念的には既知のことであるが、偶これを読んで我々の技術の中に本当に此の効用を取り入れられているであろうかと感じた。我々の配合設定では石粉量は与えられた連続的な骨材粒度曲線からフライアの配合量が機械的に決定される仕組みになっているので、先づ第一の骨材空隙を充填する効用は無意識のうちにに行われることに気付く。又次の効果たる骨材の表面積とアスファルト膜の厚さに関する効果も我々のマーシャル試験の中では何ら係数的な要素となっていない。即ち我々は此等の効果を意識することなく配合を設定しているが、此等の効果を意識的に強調すると、前者は欧州で盛んである空隙理論配合となり、後者は表面積理論配合となる。マーシャル試験では米国アスファルト協会の推奨するアスファルトコンクリートの粒度範囲に於ては、空隙理論、表面積理論を経験的に総合した配合設計を得られるものの如くであるが、この範囲に入らぬアスファルトコンクリート即ち英國のロールド・アスファルトや

独乙のグッス・アスファルトではマーシャルでは適當でないことを知る。これ等は何れもギャップ型の粒度曲線を示し、この様な混合物に対してはフライアやアスファルトの量は意識的に空隙と表面積を考慮して行われることを知る。最近我々の技術も舗装要綱に規定する以外のアスファルト混合物を取扱う機会に時々遭遇するが、この際フライアの効用に更めて注目する必要を感じる。

フライアの効果について更にフランスの報告を述べると、ち密アスファルト・コンクリート(Duriez 試験で測定された空隙8%以下の混合物)に対してはフライアの増加の強度に及ぼす影響は常温(18°C)迄は余り敏感ではないが、高温(40°C)ではフライアの4%の増加は乾燥圧縮強度を80%増加出来るし、又半ち密アスファルト・コンクリート(空隙8~12%)に対しては常温でも鋭敏な効果があり、フライアの6%の増加は80%の強度増で、高温では200%の増加を示す。この結果もフライアの適切なる応用面の方向を示す様である。

B) フライアの鉱物組成の影響

異なる鉱物質から成るフライアはそのアスファルト混合物の性質に影響を与える。一般に石灰岩フライアは最も良で、石英岩質フライアはアスファルトの付着が悪く又その混合物の強度は前者より低くなる。又セメントや鉱滓のフライアは活性をもっているために、アスファルトと強く作用し、混合物の強度を増加するが、その欠点としては老化が早く、脆くこわれ易い舗装となると言われる。即ちフライアはアスファルトに対する作用が強すぎても弱すぎてもいけないが、これには組成が大いに影響がある。以上ソ連報告であるが、フライアの種類によるアスファルト混合物の圧縮強度の一例を(表-5)に挙げる。

表-5 フライアの種別による混合物の強度(ソ連)

フライアの種類	圧縮強度 kg/cm^2	
	温度 15°C	温度 30°C
ポートランドセメント153.198.7
石灰岩フライア132.288.4
石英岩フライア81.465.1

又フランス Ponts et Chausse's 中央試験所では、石灰岩フライア、石英質フライア、石灰を少し加えたポルトランドセメント及び斑岩質フライアについて、フライア量と常温(18°C)及高温(40°C)の乾燥圧縮強度及び常温の水浸強度について研究中であるとの事である。

ポーランドでは一般には石灰岩フライアを規定しているが、これは価格が高い場合が多いので、その代用品として次のものを認めることにしている。即ちフライア

シュー、玄武岩石粉、花崗岩石粉、絹雲母石粉や消石灰等を石灰岩フライアーフィラードに混合して用いることである。そして混合量の規正として石灰岩フライアーフィラードの50%（容積）を超えてはならない、又特に褐炭から得られたフライアッシュを用いる時には、その表面積が非常に大きいので10%以上を混合してはならないとしている。（ポーランドのフライアーフィラード規格は0.075mm 篩通過量80%以上で、表面積は石灰岩石粉で2,500～3,500cm²/gr、褐炭フライアッシュは、5,000cm²/gr、消石灰で7,000cm²/grと言われる。）又消石灰を用いる時はアスファルト混合物の重量の1.5～5%程度を加えると、アスファルトと骨材の付着性を増すので、特にカットバック・アスファルトを用いる常温混合物にはこれを使用する必要があると述べている。

我が国でも最も一般的なフライアーフィラードは石灰岩石粉であるが、最近その代用品も考えられつつあり、特に鉱山の廃材の活用がそれであるが、此等は硅酸質のものが多い様に思う。そこで粒度、付着性、安定度、老化に対する影響を試験により確めてから資源の活用をはかりたい。

C) フライアーフィラード、アスファルトの性状とその比

フライアーフィラードとアスファルトを混合してアスファルト・ペーストが出来る。ペーストの濃度はフライアーフィラード、アスファルト比(Filler-Bitumen Ratis)で表わされる。この比の混合物の性質に与える影響は、一般に濃度が高くなれば混合物の強度が増加し同時に脆くなる。最適な濃度の選定に対し濃淡の面から考究すると、

(1) ペーストの濃度を増す方向は混合物の強度を大きくするから、粗骨材の使用量を軽減出来る利点がある反面に次の2つの欠点が考えられる。粗骨材の量を減らすことは混合物の剪断抵抗を低くするので、重交通下では轍掘れや舗装の押し出しを起こす傾向を生ずる。特に高温でその危険が多いとされるが、フライアーフィラード、アスファルトの濃度を大きくすることでその欠点の度合を或る程度は軽減出来るが石灰の増加だけで完全に防止することが出来ない。又更に過剰な濃度はペーストの経年硬化の度合を早め、氷点下の低温で舗装の亀裂を招く傾向がある。フライアーフィラード此の最高限界は約3倍位と考えられている。ソ連では此の様に高い濃度は粗骨材を40%以上に増やすことが出来ない場合か又はシート・アスファルトやアスファルト・モルタル等の場合のみ用いるべきであるとしている。尚此等のシートやアスモルで如何にフライアーフィラードを増しても粗骨材の多いアスファルト・コンクリートと同値の剪断抵抗を持つ混合物とすることは出来ないことを知らせている。

(2) 次にペーストの濃度を下げる方向では、アスファルト・コンクリート舗装は充分に塑性をもち低温でも亀裂

が現われ難い。この考え方に基くフライアーフィラード・アスファルト比は1.5又はそれ以下で一般のアスコンで採用されている所である。

以上の如くペーストの濃度の限界は後者が望ましいもので、前者の高濃度は特殊な混合物と考えるべきである。又交通下轍掘れや変形を起し易い下り坂路の舗装ではその剪断抵抗の点から混合物の含有する粗骨材量を40%以上と限定しなければならない。この限界以上で粗骨材は混合物内で骨格を形成し内部的なかみ合せをすると述べている。以上ソ連の報告に依る。

フライアーフィラードの濃度の高い混合物は我が国でも寒冷地の耐磨耗舗装として採用されつつあり、又グッスマスファルトやマスチック工法も既に特殊な場所には行われている。更にフライアーフィラード、アスファルトの基本的な性状の研究も行われつつあるが、我々の舗装としては意識的にフライアーフィラードの効用に注目することの利点を大きく感ずる。

フライアーフィラードの濃度に附隨して問題となるのはアスファルトの分散混合の点で、多量のフライアーフィラードはアスファルトに接触して或る程度大きさの団粒を形成し、個々の微細なフライアーフィラード粒子にうすく一様に滲透分散したアスファルト・ペーストと成りにくることが認められている。この為に混合方法や時間に特別な配慮が払われる必要が出てくる。クッカーの使用、インパクト方式によるミキサーの場合、フォームド・アスファルト工法の採用等はアスファルトペーストの良好なる形式を助長する。又デンマークでは一般的アスファルト・プラントに於けるミキサーでも混合時間の延長はアスファルトの良好な分散を助け、舗装の夏季に於けるアスファルトの溢出を避けるのに役立つことを一連の試験舗装を通じて確認し得たことを報告しているが注目に値する。尚アスファルト混合物のアスファルトの分散の度合は決定する基準に異論のある所で、曾て米国でその東部と西部でこの問題について対立された意見が述べられたことを記憶するが、その結論に於てもフライアーフィラードの濃度の高い混合物では、混合時間を延ばし良く練ることが必要だという点に関して是一致した意見が得られた。（分散の評価は米国では Ross Count Mix Test で行われる。）

アスファルトの分散に関するドイツの報告に次の様なものがある。即ちアスファルト分散を次式で表わした。

アスファルトの骨材に対する分散率の関係式

$$b_i = \frac{100 \cdot b_o}{\sum_{i=1}^n \frac{g_i}{r_i \cdot dmi^a}} \times \frac{1}{r_i \cdot dmi^a}$$

b_i : 骨材を粒径により1からn迄のグループに分けた場合、 i グループの骨材に分散したアスファルト量の全重量に対する百分率 (%)

- b_0 : 全混合物に含まれる全アスファルト量百分率(%)
 r_i : i グループに属する骨材の比重(gr/mm^3)
 d_{mi} : i グループに属する骨材の平均粒径(mm)
 α : 骨材の種類に関する係数値で、一般に $\alpha=0.7$
 ~0.85の範囲である。
 g_i : i グループに属する骨材量百分率(%)

この関係式は始めはフライヤーを含まない混合物に対して適用されたが、その後フライヤーを含む混合物に対しても有効で正確な結果が得られることが認められた。或る粒径のグループの骨材に何%のアスファルトが分散されているかを、使用したアスファルト量、各粒径群の骨材量(%)及びその夫々の比重が分れば計算出来る。平均粒径が細くなるにつれてアスファルトの分散量の百分率は双曲線的に増大する。又骨材粒子表面を被覆するアスファルトの状態を顕微鏡下で見ると、その膜の厚さは平均した一様な厚さでなくて、粒子間の接触点では膜厚はうすく、接触点から離れるに従って厚くなり、丸形の粒子では環状のふくらみを形成していることが分る。このふくらみの厚さと量は粒径が大きくなる程増加する。小

さな粒子ほどアスファルトの皮膜はうすくなる。そして小さな粒子がもつ大きな表面積の上のうすいアスファルト膜は、大きな粒子上の厚いアスファルト膜とよく調和し、フライヤーはアスファルト・ペーストとして骨材粒子の周辺に良く付着し、混合物の骨材構造上点接触の効果を高めるものと考えられる。

更に上式から求められる或る粒径群の骨材に分散されたアスファルト量とその骨材の表面積からアスファルト膜の平均厚も推定出来る様に思われる。かくして混合物の適正なるアスファルトの分散度の問題や、適正なるアスファルト膜の厚さの関係等も確かめる可能性を示唆している如く思われる。

〔註〕 以上の各国の論文を引用したが、これらは1964年ローマで開かれた第12回世界道路会議の論文中、第一部会(Construction and Maintenance of Roads and Runways)に於ける第二質問 C の Properties and construction of the surface courses of flexible roads に記載されてある事項の抜萃である。所々に小生の愚見を蛇足したことをお詫びします。

〔筆者；世紀建設株式会社 常務取締役〕

Introduction to Asphalt の付録図掲載

図 17-4 加熱混合用アスファルト混合物の骨材粒度解析
データ シート (アスファルト協会)

粒 組 別 骨 材 の 粒 度											
骨材粒径群	使用比	通 過 篩 目 尺 法									
		1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 30	No. 100	No. 200	
3/4~3/8	100	100	65.4	1.8	0.4	—	—	—	—	—	
3/8~4	100	100	100	1.9	0.9	0.3	—	—	—	—	
4~8	100	100	100	100	1.8	0.8	0.6	0.2	—	—	
8	100	100	100	100	100	100	100	22.1	10.0	—	
フライヤー	100	100	100	100	100	100	100	95	74	—	

合成粒度 試験 No. 1

骨材粒径群	使用比	通 過 篩 目 尺 法									
		1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 30	No. 100	No. 200	
3/4~3/8	20	20	13.1	0.4	—	—	—	—	—	—	
3/8~4	20	20	20	0.4	—	—	—	—	—	—	
4~8	18	18	18	18	0.3	0.1	0.1	—	—	—	
~8	38	38	38	38	38	18.5	8.4	3.8	—	—	
フライヤー	4	4	4	4	4	4	4	3.8	3.0	—	
合成粒度		100	93.1	80.4	60.4	42.3	22.6	12.3	6.8	—	
所要粒度		100	90.0	80.0	60.0	42.0	23.0	12.0	7.0	—	

合成粒度 試験 No.

骨材粒径群	使用比	通 過 篩 目 尺 法									
		1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 30	No. 100	No. 200	
合成粒度		100	93.1	80.4	60.4	42.3	22.6	12.3	6.8	—	
所要粒度		100	90.0	80.0	60.0	42.0	23.0	12.0	7.0	—	

試験員
検査員

図 17-5 室内試験における1パッチ重量の計算データシート
重量配合比 粗骨材57%，細骨材39%，フライヤー4%

乾 燥 骨 材 の 粒 度								
節 目	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 30	
通過率%	100	93.1	80.4	60.4	42.3	22.6	12.3	6.8
骨 材								
使用粒径群	使 用 比 率	1個の供試体用の重量gr			累 加 重 量 gr			
3/4~3/8	20	240			240			
3/8~4	20	240			480			
4~8	18	216			696			
~8	38	456			1,152			
フ ラ イ ヤ ー	4	48			1,200			
計	100	1,200						

アスファルト

合物番号	使 用 比 率	1個の供試体用の重 量 gr	累加重量 gr
1	4.0	48	1248
2	4.5	54	1254
3	5.0	60	1260
4	5.5	66	1266
5	6.0	72	1272

試験員

検査員

Introduction to Asphalt

連載 第 27 回

工 藤 忠 夫

17.05 損失による粒度調整

骨材の主要供給源が現場に近い一時的な採石場である場合には、クラッシャーランが所定のものよりも粗であったり又は細であったりすることが屡々ある。粗にすぎれば細粒分を補足しなければならないし、又細にすぎるならば一部の細粒分を除去して粒度調整を行うことが最も経済的である。しかし現在の碎石プラントでは粒径別にする箇の最小目盛は No. 4 又は No. 8 が限度であってもし例え No. 30 の過剰分を除去するとすれば No. 4 以下（又は No. 8 以下）を損失として調整の必要がある。

この損失量調整の前後における粒度解析の方式は次の通りである。

a. 損失粒径以上の箇目に対して

$$\text{調整した残留\% (与えられた寸法)}$$

$$\text{原クラッシャーランの残留\% (同上寸法)}$$

$$= X_c \dots \text{公式 A}$$

$$\text{但し } X_c = \frac{\text{調整した残留\% (損失寸法)}}{\text{クラッシャーランの残留\% (損失寸法)}}$$

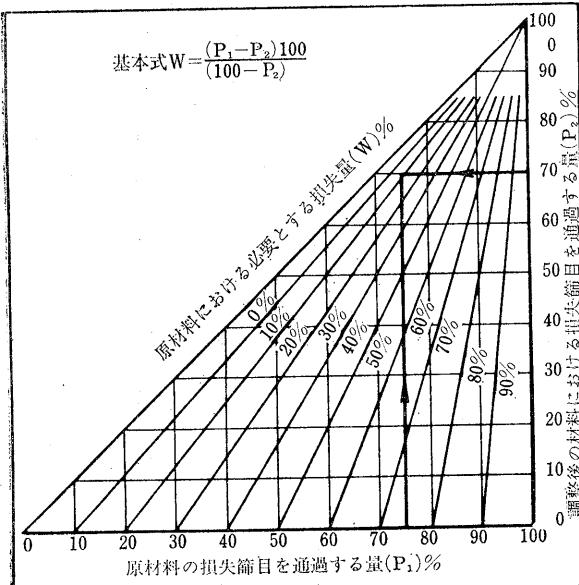


図17-3 損失量を算出する图表

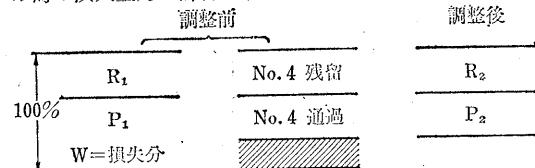
b. 損失粒径以下の箇目に対して

$$\frac{\text{調整した通過\% (与えられた寸法)}}{\text{クラッシャーランの通過\% (同上寸法)}} = X_f \dots \text{公式 B}$$

$$\text{但し } X_f = \frac{\text{調整した通過\% (損失寸法)}}{\text{クラッシャーランの通過\% (損失寸法)}}$$

上記公式によりクラッシャーランの粒度を調整し示様書に合格するもの又は近づいたものとすることが出来る。

全クラッシャーランの材料を 100 % として、粒度調節の為の損失量\%の計算は次の通りである。



調整後の No. 4 範通過\% は 上図より

$$P_2 = \frac{(P_1 - W)}{(100 - W)} \cdot 100$$

従って

c. 損失\%の計算に用いる公式は

$$W = \frac{(P_1 - P_2)}{(100 - P_2)} \cdot 100 \quad \text{公式 C}$$

(図表17-3 参考のこと)

茲に $W = \text{調整前の原クラッシャーランを } 100 \text{ とした場合の損失量\%}$

$P_1 = \text{同上の場合の損失箇目を通過する量\%}$

$P_2 = \text{調整後のクラッシャーランを } 100 \text{ とした場合の損失箇目を通過する量\%}$

例題 4

单一のストックパイルにおいてクラッシャーランの調整前の粒度と示様粒度が次の通りであったとする。即ち各粒度の\%が示様の上限値に近く、且つ No. 4 通過のみが上限を超過している。ここで No. 4 以下の 1 部を損失させて No. 4 通過を 75\% より 70\% に減少させる場合を計算する。

篩目	示標範囲 通過%	調整前の原材 料の粒度		Xc* 又は Xf*	調整後の粒度	
		通過%	残留%		通過%	通過%
3/4"	100	100	0			100
1/2"	80~100	98	2	1.2	2	98
3/8"	70~90	87	13	1.2	16	84
No. 4	55~73	75	25	1.2	30	70
No. 8	40~55	54		.93		50
No. 30	20~30	28		.93		26
No. 100	10~18	17		.93		16
No. 200	4~10	9		.93		8.4

公式Aより $Xc = \frac{30}{25} = 1.20$

公式Bより $Xf = \frac{70}{75} = 0.93$

公式Cより $W = \frac{(75-70)}{100-70} \cdot 100 = \frac{500}{30} = 16.6\%$

例題5

下表において、No. 30通過分が示標の上限を超過している。従ってNo. 4以下の細粒分の一部を損失とし、No. 30通過量を31%より28%に低下せんとする。

先づ公式Bから No. 30 通過を31%より28%にする場合には次式が成り立たねばならない。

$$\text{調整後の No. 4 通過量 \%} = \frac{28}{70} \times 31$$

よって 調整後の No. 4 通過量 \% = $\frac{28}{31} \times 70 = 63$

公式Aより $Xc = \frac{37}{30} = 1.23$

公式Bより $Xf = \frac{63}{70} = 0.90$

公式Cより $W = \frac{(70-63)}{(100-63)} \cdot 100 = 19\%$

となる

篩目	示標配合 通過%	調整前の原材 料の粒度		Xc 又は Xf	調整後の粒度	
		通過%	残留%		通過%	通過%
3/4"	100	100				100
1/2"	80~100	95	5	1.23	6	94
3/8"	70~90	85	15	1.23	18	82
No. 4	55~73	70	30	1.23	37	63
No. 8	40~55	53		.90		48
No. 30	20~30	31		.90		28
No. 100	10~18	16		.90		14
No. 200	4~10	9		.90		8

例題6

$\frac{1}{2}$ " を最大径とするストックパイプの材料を用いて 3/4" 最大径の混合物を製造しようとする。この際 3/4" 以上の材料はプラントに於いてオーバーサイズとして除外されるとすれば調整後の粒度はどうなるか。

篩目	ストックパイプにおける材料粒度通過%	調整後の材料粒度通過%
1 $\frac{1}{2}"$	100	
1 "	95	
3/4"	92	100
1/2"	78	85
3/8"	53	58
No. 4	27	29
No. 8	2.2	2.4
No. 30	0.5	0.5
No. 100	0.3	0.3
No. 200	0.1	0.1

公式Bを用いて調整後の粒度を計算する

$$3/4" \text{ 通過量に対し } \frac{P_2}{92} = \frac{100}{92} \quad P_2 = 100$$

$$1/2" \quad " \quad \frac{P_2}{78} = \frac{100}{92} \quad P_2 = 85$$

$$3/8" \quad " \quad \frac{P_2}{53} = \frac{100}{92} \quad P_2 = 58$$

17.06 容積による粒度と合成

粒度配合の普通の方法は重量に依るが、各骨材が单一比重であれば容積によても便利且つ十分満足される。勿論この際は重量によるものと同じ結果になるわけである。しかし各骨材の比重に多少の差異ある場合には、重量による配合は真に粒径の分布率を表示しない。従ってこの際は混合物は当初予定したものより粗に過ぎたり又は細に過ぎたりする結果になることが往々起る。各粒径群が異なる比重を有する場合、比重の差異を補整する為に合成比率と配合を容積に依る等価比率に調整すべきである。この調整は通常各粒径の骨材比重は 0.2 以上差異ある場合行われる。調整に用いる式は次の通りである。

(A) $V = \frac{W}{G}$ 又は $VG = W$

(B) 重量配合の場合; 平均比重 = G_a

$$= \frac{100}{\frac{P_{w1}}{G_1} + \frac{P_{w2}}{G_2} + \frac{P_{w3}}{G_3} + \frac{P_{wn}}{G_n}}$$

(C) 容積配合の場合; 平均比重 = G_a

$$= \frac{P_{v1}G_1 + P_{v2}G_2 + P_{v3}G_3 + P_{vn}G_n}{100}$$

$$(D) P_{w1} = \frac{P_v G_1}{G_a} \quad P_{w2} = \frac{P_v G_2}{G_a} \quad P_{w3} = \frac{P_v G_3}{G_a}$$

茲に W =骨材の重量

V =骨材の理論容積

G =骨材の比重

G_a =骨材の平均又は合成比重

P_w =重量による骨材サンプルの比率

P_v =容積による骨材サンプルの比率

重量による比率と容積による比率を交換する為にこれらの公式を適用すると、最初監督員又は検査官に理解し難いようである。しかしこの例題を研究すれば容積による骨材の配合、合成の手順が明白になるであろう。

例題 7

骨材 A, B, C の比重は夫々 3.0, 2.0, 1.0 で、通常の重量配合による合成割合は 60 : 20 : 20 であったとする。しかしこの重量比率は、容積比率に換算すれば 40 : 20 : 40 となり、両者の比率は非常に異なったものとなる。(次表 3, 4, 5 項参照) 公式 B, C を用いて平均比重を計算すれば 2.0 となる。

重量配合による平均比重

$$G_a = \frac{100}{\frac{60}{3.0} + \frac{20}{2.0} + \frac{20}{1.0}} = 2.00$$

容積配合による平均比重

$$G_a = \frac{(3.0 \times 40) + (2.0 \times 20) + (1.0 \times 40)}{100} = 2.00$$

換算による配合比率を 60 : 20 : 20 にする為各材料の重量による比率を求めるには先づ

容積配合 (60 : 20 : 20) の際の平均比重

$$G_a = \frac{(3.0 \times 60) + (2.0 \times 20) + (1.0 \times 20)}{100} = 2.40$$

であるから公式 D を用いて

$$\text{骨材 A} \text{ に対し } P_{w1} = \frac{P_v G_1}{G_a} = \frac{60 \times 3.0}{2.40} = 75.00\%$$

$$\text{B } " \quad P_{w2} = \frac{P_v G_2}{G_a} = \frac{20 \times 2.0}{2.40} = 16.67\%$$

$$\text{C } " \quad P_{w3} = \frac{P_v G_3}{G_a} = \frac{20 \times 1.0}{2.40} = 8.33\% \quad 100.00\%$$

以上の計算に見られるように重量配合で 60 : 20 : 20 としたものは容積配合では 40 : 20 : 40 となり、容積配合で 60 : 20 : 20 のものは重量配合では 75.00 : 16.67 : 8.33 となる。即ち容積配合にすると重量配合の場合に比較して重い骨材は多く、軽い骨材は少なく用いることとなる。

骨材	比重 G	通常的な重量配合			容積により調整した 配合		
		Pw	V*	Pv	Pw	V*	Pv
1	2	3	4	5	6	7	8
A	3.0	60%	20	40%	75.00%	25.00	60%
B	2.0	20%	10	20%	16.67%	8.33	20%
C	1.0	20%	20	40%	8.33%	8.33	20%
		100%	50	100%	100.00%	41.66	100%

$$* V = \frac{W}{G} = \frac{60}{3.0} = 20 \text{ 等により算出したもの}$$

例題 8

例題 2において各骨材の比重が次の通りであるとする。

粗骨材 2.87

細骨材 2.42

フライヤー 2.54

例題 2において示方配合の中央線に近い粒度にする為の配合割合は粗骨材 57%, 細骨材 39%, フライヤー 4% であった。之を容積配合に換算すれば次の通り

$$\text{平均比重 } G_a = \frac{(57 \times 2.87) + (39 \times 2.42) + (4 \times 2.54)}{100} = 2.68$$

$$\text{重量による比率 } P_{w1} = \frac{57 \times 2.87}{2.68} = 61.0\% \text{ 粗骨材}$$

$$P_{w2} = \frac{39 \times 2.42}{2.68} = 35.2\% \text{ 細骨材}$$

$$P_{w3} = \frac{4 \times 2.54}{2.68} = 3.8\% \text{ フライヤー}$$

通過 100 分率

筛 目	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 30	No. 100	No. 200
示 方 配 合	100	100/80	90/70	70/50	50/35	29/18	16/8	10/4
粗骨材 61.0%	61.0	51.8	35.4	17.7	1.5	0.3	0.2	0.1
細骨材 35.2%	35.2	35.2	35.2	35.2	33.4	16.5	8.1	3.1
フライヤー 3.8%	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.6	2.8
合 計	100.0	90.8	74.4	56.7	38.7	20.6	11.9	6.0

例題 9

比重が单一でない骨材の配合を調整する方法は更に当前している各種の条件に依って工夫される。この例は次の比重を有したものとする。

3/4" 通過 No. 8 止りのもの 2.90

No. 8 通過のもの 2.45

現在のストックパイルの重量に依る比率は下表の 2 欄に示す通りとし、これと同じ比率の容積配合の合成を得んとする。

先づ2欄の重量配合をそのまま容積配合に換算するには、公式Bにより平均比重を求める

$$G_a \frac{100}{\frac{55}{2.90} + \frac{45}{2.45}} = 2.68$$

となるから公式Dを用い

$$\text{No. 8 に止まる骨材の容積による比率 } P_{v1} = \frac{55 \times 2.68}{2.90} = 50.8\%$$

$$\text{No. 8 を通過する骨材の容積による比率 } P_{v2} = \frac{45 \times 2.68}{2.45} = 49.2\%$$

従って例題4の損失補正と同じ方法で計算すれば容積に換算した配合比率として3欄所載の結果を得る。3欄がそのまま示方配合に合致すれば問題がないが、今4欄のような容積配合を所要するならば次の手順に依らねばならない。

公式Cより所要容積配合比率を持つ合成物の平均比重は

$$G_a = \frac{55 \times 2.90 + 45 \times 2.45}{100} = 2.70$$

であるから、公式Dにより

$$\text{No. 8 止り骨材の重量比率 } P_{w1} = \frac{55 \times 2.90}{2.70} = 59.2\%$$

$$\text{No. 8 通過骨材の重量比率 } P_{w2} = \frac{45 \times 2.45}{2.70} = 40.8\%$$

を得るので5欄所載のものが重量による粒度比率となる

箇目	ストックパイルにおける 粒度		設計粒度	
	現存する粒度 重量比	現存する粒度 容積比	所要粒度 容積比	所要粒度 重量比
1	2	3	4	5
3/4"	100	100	100	100
1/2"	94	94.5	94	93.5
3/8"	83	84.3	83	81.7
No. 4	61	64.0	61	58.0
No. 8	45	49.2	45	40.8
No. 30	23	25.2	23	20.8
No. 100	13	14.2	13	11.8
No. 200	8	8.7	8	7.3

17.07 室内における1バッチ重量の計算

与えられた骨材の配合設計を算の最終は室内試験における1バッチの重量計算である。試験配合においては各バッチ毎に同一重量の骨材とし、アスファルト量のみを変えるのが便利である。

例題10

この計算を説明する為前記例題2の粒度を用いる。即ち粗骨材57%，細骨材39%を夫々合成することとし、17.02の要領に従って粒径別とする。第1段階は粒径別の骨材とフィラーの混合割合を当初の予定粒度に近づけるように決定することである。この方法は既述したので繰返して述べない。図17-4は水洗い分析と混合割合のデータシートである。

混合割合が決定されたならば、必要数の供試体を準備するのに都合よいだけの粒径別骨材とアスファルトの全量を計算する。図17-5はバッチ重量計算のデータシートである。凡ての混合物に対して骨材量は同じであり、アスファルトは乾燥骨材に対する比率で表示していることに注意されたい。

〔筆者：世紀建設株式会社 専務取締役〕

〔おことわり〕

図17-4および図17-5は22ページに掲載致しました。

めいろん・たくせつ(その3)

明日 春人

めいろん・たくせつも3回目となった。最初は気安くお受けしたが、いざ回を重ねてみるとなかなか連載は大変なことだと感じてきた。約30項目ほど用意はしたがいざ筆をとると思うように書けないものである。何か書きやすいネタがあれば協会までお知らせ願いたい。今回もめいろん・たくせつとは関係の少ないものになりそうである。御容謝の程を。

5. 黒か白か

A. 最近はアスファルト舗装が多くなった。昭和40年度の施工延長からみると95%以上がアスファルト舗装だろう。アスファルト協会万々才だ。

C. それにもしても昭和35年頃までのコンクリート舗装一本檜の時代がなつかしい。当時の高い技術が失なわれていくようでもったいない気がするよ。セメント業界不況のときもあるし、この辺で何とか盛返さないとね。

A. しかし何といったって道路はガソリン税でやっているんだから、兄弟分のアスファルトを使ってくれないといかなよ。

C. 石油は輸入品だからね。セメントは国産だよ。国産愛用といきたいね。それにアスファルトは原油事情やその他のことで需給に影響をうけやすいようだね。一時値段が高くて困ったことがあるよ。

A. 現に自動車がふえてガソリンが必要なんだから、輸入も国産もないよ。アスファルトは国産であるといってよいではないか。需給もこれだけ工事が多くなれば安定しているよ。使用者に迷惑はかけないね。ところで昭和35年頃以後のコンクリート舗装機械などに対する投資はさっぱり行なっていないが、アスファルトの方は名神高速道路のような大規模な工事ができるところまで十分投資されているからね。今になって白をやれといつても無理な相談だね。第一建設業界がウンといわないよ。当分は黒の時代だろう。

C. 全くなげかわしいね。セメント屋の先の見通しがあまかったということだ。もっともセメントは舗装ばかりに使用されるわけではないからね。どうしても使用量の多い一般土木や建築に力を入れがちだ。何といっても白の方が黒よりよいのだがね。

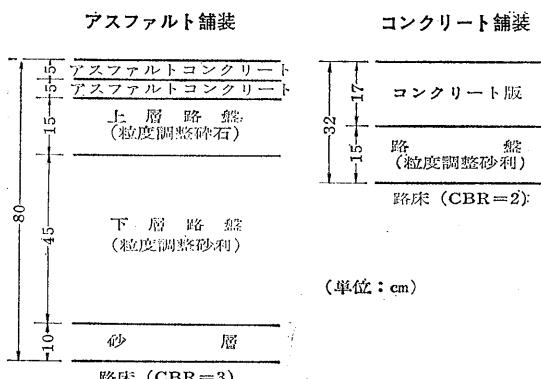
A. ちょっとまって。白がよいとは独断もはなはだしいよ。何だ、あのジョイントは。ガタガタして本当に乗り心地がわるいよ。あれだけでも近代舗装としては落第だね。白にくらべて黒の乗心地のよいこと。名神高速道路を走ったことがあるのかね。もっとも名神もトンネルの中だけは白だがね。ガタガタしていてよくないね。

C. おやおやおつしやいましたね。白の乗心地がよくないなどというのは誤った先入感だね。最近施工したコンクリート舗装と名神のアスファルト舗装の凹凸を比較するとわずかしか違わないというデーターがあるよ。白だって名神のように十分設備してやればまけないね。ジョイント、ジョイントと皆眼のかたきにしているが、コンクリートだってジョイントのない連続舗装が造れるし、またカッターで切った目地は全く目地なしと変りないね。要するに運転者の好みの問題で、どうということはないんだよ。黒は連続しているからといわれましたがね、ひびわれの入った黒や、バツチングした黒なんているのはどうもいただきかねますね。その点、白は見た眼にも丈夫そうで、丈夫で長持ちというのは最近の傾向でしてね。ツラが少々まずくたってもてることうけあいでですよ。それに夜に明るくて走りやすいし。今でも田舎へいってみなさい。誰れでも舗装するならコンクリでといいますよ。

A. 田舎者まで引張り出すとはいやはやおそれ入った。考え方古いね。今に田舎でももてなくなりますよ。現代はね、人間工学とかいって運転者の好みまで十分考慮しないといけない時代になってますよ。ジョイントがなくて連続しているなんてのは運転者に安定感を与えて、スムースに車を運べるんだ。ひびわれやバツチングなどは白にも黒にもあることだよ。

C. いやいやAASHO道路試験をみてみたまえ。同じ寿命を全うする白と黒を比較すると図1のようになるよ。アスファルト舗装では全厚80cmも必要だが、コンクリート舗装では版厚17cm、路盤厚15cmで十分同じ機能を発揮できる。どうしろうがみたってどちらが経済的かはっきりしているよ。日本でやっているような20~25cmの版厚をもつ舗装なら、アスファルトの数倍長持ちするこ

図-1 AASHO 道路試験のアスファルト舗装とコンクリート舗装の比較



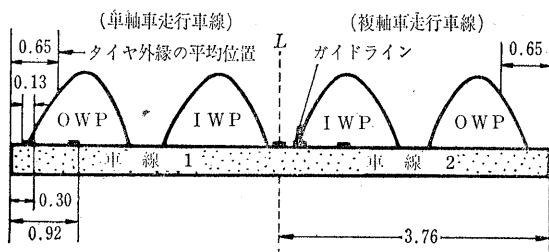
と交合いだね。アメリカのポルトランドセメント協会では白が勝ったといって凱歌を上げている。

A. AASHO 道路試験はそりゃー立派な試験だが、ところがどうもやり方にまずい点がある。僭越だがコンクリートの領分に入って計算してみよう。AASHO 道路試験では試験車の走行位置をコントロールするために図2に示すように、舗装端部にガイドラインを引いた。試験車の外側車輪はほとんどこのガイドラインに沿って走っている。外側車輪の外側の平均走行位置は舗装端から約45cmだ。わが国の2車線道路の走行位置と比較してみると随分差が大きい。コンクリート舗装は版の縁部に荷重が加わると一番こわれやすいのだが、AASHO 道路試験では縁部はほとんど走行していないとみてよい。もっとも十分走行位置が調査されていないから、これはAASHO 道路試験の失敗だと考えられる。

C. そのような点があるにしても、図1が示す差は大きすぎるようだ。

A. さてさて、話は最後まで聞きたまえ。そこでAASHO 道路試験の走行位置で車輪が走ったときと、わが国の2車線道路で同じ車輪が走ったときとで、どちらが版を早くこわすかを計算してみる。計算方法は新しいセメントコンクリート舗装要綱の付録にあるのを用いた。Cさん御自慢の方法だからね。くわしい計算ははぶくが、AASHO 道路試験の方は外側車輪の中心がすべて版の自由縁より60cmのところを通とした。わが国の2車線道路では、要綱付録4に示す版幅3.75cmで、縦目地縁の場合の走行位置を用いた。結論をいうと版の寿命は4:1ぐらいの差がある。つまりAASHO 道路試験のように車が走れば、わが国的一般の場合よりコンクリート舗装は4倍も永持ちするということだ。4倍永持ちすると黒と白の差はそれほどでもなくなるよ。このような試験で比較されてはたまらない。

図-2 AASHO 道路試験における車輪の走行位置



走行位置計画：OWP → 外側車輪通過位置

IWP → 内側車輪通過位置

走行位置計画：舗装端とタイヤ外縁間の平均距離

10.2t 単軸車 0.53m

18.1t 複軸車 0.67m

C. そりゃー日本のように2車線しかないせまい道ではそのようになるかも知れないが、4車線、6車線というように広い道路では輪荷重の集中は小さくなるからね。この場合はやはり白が丈夫だということを説明しているようなものだよ。

A. どうしてどうして、アスファルト舗装だって荷重の集中がなくなれば同じく永持ちするよ。大体 AASHO 道路試験の走行位置はアスファルト舗装に酷で、コンクリート舗装には緩だったようだ。アスファルト舗装はたわみ性だから、走行位置が一部分に集中すると、沈下が大きく、こわれやすくなる。実際のアスファルト舗装では、図3に示すようなAASHO 道路試験でみられたわだち掘れはそんなにおきていないよ。

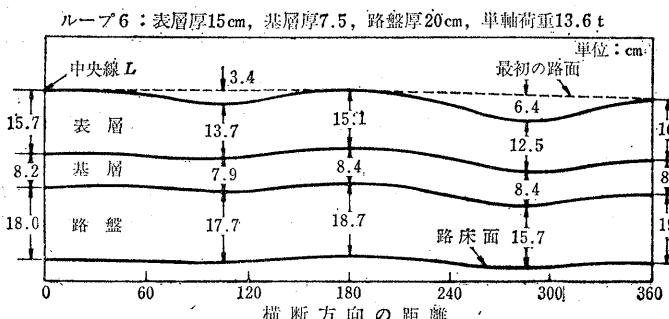
C. しかし100万回も荷重を加えているんだから、縁部をぎりぎり走った車もけっこうあったと思うがね。なにしろあまりデーターのないもので議論してもしようがないな。でもコンクリート舗装は凍結融解期間にほとんど破壊を示さなかったが、アスファルト舗装の破壊がこの期間に集中していたのは、やはり白の優位を示すものだ。白の方が荷重分散効果が大きいから、少々の悪条件でもへこたれない。

A. いやその点も走行位置に関係しているから何ともいえないね。AASHO 道路試験のように均一な路床、路盤を造ることができればよいが、わが国ではなかなかむつかしいことだからね。不均一な凍土に対しては白の方が弱いだろう。黒は部分的にしか凍土しないよ。

C. 凍土上で舗装がこわれる現象はごく一部だよ。一般には融解期に支持力が無くなつてこわれるのが多い。これは常識だよ。AASHO 道路試験でもアスファルト舗装は融解期にやられている。

A. それくらいのことは御存知だが、やはり走行位置が集中していたことが融解期のアスファルト舗装の破壊を

図-3 わだち掘れ断面 (AASHO)



早めたことになるだろう。走行位置の集中がアスファルト舗装に不利だったという説明にもなると思うね。ところでコンクリート舗装はこわれ始めるとガタガタになるのが早い。AASHO道路試験で同じようにこわれたアスファルト舗装とコンクリート舗装の上にアスファルト混合物をオーバーレイしたら、アスファルト舗装の方は随分永持ちしたが、コンクリート舗装の方はすぐこわれたということだ。

C. AASHOの場合、鉄網の入っていないコンクリート版が多いからね。わが国のようにすべての版に鉄網を入れている場合には問題ないと思うがね。あちこちで行なわれているコンクリート舗装のオーバーレイはよく持っているよ。

A. いやオーバーレイの問題ではなくて、黒と白の本質的違いだ。アスファルト舗装はこわれ始めても平坦性はさほど悪くならないが、コンクリート舗装はこわれ始めると急速に平坦性が悪くなる。オーバーレイしても間に合わなくなって、最終的には打換えねばならない。この工事が大変だよ。またオーバーレイがアスファルト混合物のおかげでうまくいったとしてもレフレクションクラックは見苦しいよ。アスファルトはその点オーバーレイを統ければ十分厚い舗装が徐々に出来上がる。打換えなど必要ないね。つまりステージコンストラクションが可能だ。

C. 人家連担区間で道路のフォーメーションを変えられない処はそうむやみに厚くオーバーレイはできないから、ステージコンストラクションといつても限界がある。それにアスファルト舗装だって交通量の多い道路では厚さ15~20cmぐらいは一度にオーバーレイしないとレフレクションクラックが出てくるといっている人もいる。舗装は50年も100年も寿命のあるものを造る必要はない。20年ぐらいはアスファルト混合物のオーバーレイにお世話にならないコンクリート舗装は設計できるよ。その点アスファルト舗装の設計はわけのわからない点が多いように思うがね。

A. アスファルトだって、AASHO道路試験の結果などを使えば、20年完全に大丈夫です、と自信のある設計が可能だ。わが国ではアスファルトの方がスタートが遅かったから幾分不利だが、まあ徐々に追いかけるさ。話をもともどして、オーバーレイはさておいても、コンクリート舗装はこわれはじめると版全体を打換えねばならないが、アスファルト舗装は部分的にパッキングするだけで十分機能を回復できる。修繕しやすいことがアスファルトの特色だね。

C. コンクリートだって機械を使えばこわすのなぞわけないことだ。

- A. そのあとにアスファルト舗装をするか。
- C. 12時間もあれば真空工法などで早く舗装できる。
- A. あんなに面倒なものが使えるか。
- C. こわしたコンクリート版を路盤材料に使っているくせに。

A. 破碎コンクリートなんかのように手間のかかるものを使うわけにはいかない。あれは路盤材料としても下の下だよ。どうもそこまでいようと泥試合だな。アスファルト舗装は簡易舗装から高級舗装まで、いろいろなタイプのものが出来る。コンクリートで簡易舗装なぞ出来っこないよ。

C. どうしてどうして、ソイルセメントというのは白ですか黒ですか。

- A. そのソイルセメントというのはどうもよくないね。こわれているのが多いようだ。アスファルト安定処理の方がよいと、AASHO道路試験の結果もはっきりしているよ。

C. 日本のソイルセメントは施工が悪いし、交通量に比べて厚さが薄い。中央プラントで十分な厚さに施工すれば、それほどこわれない。コンクリート舗装の下にソイルセメントを用いると、50年や100年ぐらいは寿命のある舗装が可能かも知れないよ。そういうアスファルトだってサンドイッチ工法とかいって白を下層に使っているではないか。

A. そりゃ路床の悪い処は路盤の転圧ができないからね。もしそのような場所で白をやろうといっても同じことがいえると思うがね。話をはぐらかしたが、簡易舗装から高級舗装まで、アスファルトは舗装材料として理想的なものです。コマーシャルじゃないが、どうです。

C. 話の焦点がぼけている。われわれの議論しているのは高級舗装のことだろう。簡易舗装なんて21世紀までにはすべて高級舗装に打ち換えられるさ。

- A. うん、なかなか良い見識だが、その場合だってア

スファルト舗装が使われるね。第一イニシャルコストが安いからね。

C. イニシャルコストだけで経済的だというわけにはいかんね。寿命や修繕ともからみ合せて考えねばならないね。

A. その寿命や維持修繕も今までの議論で黒が有利だと思うがね。

C. いやいや結論はでていないよ。白は目地の維持だけで十分だが、黒はパッティングだとシールコートだと白よりも金がかかるからね。名神高速道路へコンサルタントとしてやってきたアメリカのSさんはアスファルト舗装がコンクリート舗装より20%以上安価であればアスファルトでやりなさいといったそうだが、これはその差が20%以下の場合はコンクリートでやれということだ。維持費とか諸々の事を考えた場合、このようになるんだね。名神が黒だからといっていばる材料にはならないね。

A. つまり黒の方がより安かったということだ。

C. どうも日本の場合、白には金をかけすぎ、黒にはあまり金をかけないようだ。名神のアスファルト舗装はもう5cmぐらい厚さがほしい。そうなればあながち黒が安いともいえないね。所せん確かな議論にはならないが。それでも最近は黒はこわれやすいから、白に切換えたいと考えている人が多くなっているよ。その人達にいわせると白も黒もそれほど建設費に差はないということだ。

A. また同じ議論のむしかえしだが、黒がこわれやすいということはない。設計施工が十分ならば、そんなに簡単にはこわれない。ただアスファルト舗装工事が多いので、出来上がったものが玉石混淆だということはみとめるが。それも時間が解決してくれる。白と黒の本質の問題じゃないよ。白に切換えたいなどと考えているのはつまらぬムードで取るにならないね。

C. ムードは大切だよ。東京都議会選挙のように地すべり的に白になる。そんな時代が来てほしい。

A. 北海道ではタイヤチェーンによる摩耗に抵抗するために、アスファルト舗装を全面的に用いている。コンクリート舗装では一度摩耗すると修理が大変だからね。

C. 北海道にだって古い時代に行なわれたコンクリート舗装があるよ。それなど摩耗していない。東北地方でも冬期タイヤチェーンの影響を受ける道路にコンクリート舗装した所があるが、粗骨材が表面にわずかに出ていて、厚20cmの版が致命的な摩耗をうけるには相当の年数が必要のようだ。その点アスファルトでは毎年何がしかの修繕が必要だから、あながちタイヤチェーンに対して黒がよいとは限らない。外国だって積雪寒冷地に

平気でコンクリート舗装をやっている。わが国で積雪寒冷地はアスファルトでなければいけないというのは要するにイニシャルコストが安いからだと思われるが、AASHO道路試験の結果では凍上融解に対してコンクリートがよいのだから、はっきりとアスファルトの方が安いともいえないのではないかね。

A. AASHOの点は話のむしかえしになるからやめとしても、外国ではタイヤチェーンを用いていない処が多いから白でもよいのだろう。

C. それにしても対摩耗用のアスファルトモルタルはすべりやすくていい。

A. いやいや前号の『舗装のすべり止め』を読んでいいね。はっきり結論がでたわけではないが、建設省直轄技術研究会の結果では、アスモルのように細かいものほどすべりにくいというデータもでているくらいだ。施工が上手ならアスモルでもすべらない。

C. 白と黒とすべりやすさは違わないというのがいずれの試験結果でも共通している点だが、やはりアスファルト舗装の方が、ばらつきの幅が大きく、とんでもなくらいすべりやすい舗装が今だにあちこちにあるようだ。その点コンクリート舗装は誰が施工してもある程度すべりにくい舗装ができる。

A. シールコートを全面的にやめてから、アスファルト舗装すべりやすいものは無くなった。むしろ摩擦係数はアスファルトの方が大きいくらいだ。すべりに対してコンクリート優位の従来の考え方は徐々に打破されつつあるのが現状ではないか。

C. コンクリートはすべり止めとか何とか難かしいことをいわなくてすむだけでもよいね。ところでアスファルト舗装は交叉点などでよく山のようになって流れている。また梅雨期に弱いのもアスファルトだ。コンクリートは流れようにも流れないがね。

A. アスファルト混合物が流动している舗装はほんのわずかに過ぎない。アスファルト舗装の全延長に対して1%以下で、とるにたらないよ。もっともCさんのように針先でほじくるように見て歩けばはあることはあるが、所詮その程度だ。逆にアスファルトは従来いわれてきたように流れはしないという証明みたいなものさ。耐水性だって、黒と白とが本質的に違わないというデータはいくらもある。アスファルトは水路のライニングにまで使用されている。耐水性が悪くては問題にならないような部分だ。骨材表面からアスファルトが剥離しやすいとかいうけれど、加熱混合式の混合物は、そんなに簡単に剥離するようなものではない。白だって凍ったときにスケーリングを起こしやすい。A-E剤とか入れるではないか。

C. それにしてもただでさえ暑い夏の日に、アスファルトが靴の裏にベトベトくっつくのは気持がわるいし、ゴム底の靴なぞたちまちいかれてしまう。流れ出したアスファルトをよく子供がおもちゃにしているが、子供の粘土細工の材料まで提供するとはいやはや御親切なことで。

A. あまり馬鹿なことをいうものではないよ。高級舗装で靴の裏にくっつくようなものがあったらお目にかかりたいくらいだ。10年も前の話でしょう。簡易舗装の浸透式工法では今でも夏になるとフラッシュするものがあるが、浸透式工法はこれくらいになるものほど永持ちがする。浸透式のフラッシュが我慢できないなら、メントで簡易舗装をやられたらいかがでしょう。

C. 殺し文句はそう何回もいうものではない。

A. これは失礼。ところで東京都内の道路だが、コンクリート舗装を切取って、下水管など埋設した跡はどうもいただけないね。付近のコンクリート版はすぐこわれる。その点アスファルトの方が施工しやすいし、跡もきれいだ。都市内は維持修繕の問題もあり、黒の方が断然すぐれているよ。

C. 下水管の埋設など、やたらに舗装を掘返すところに問題がある。共同溝など整備されれば白も黒も同じだ。

A. 盛土が沈下したためにひびわれの入っているコンクリート舗装があるね。

C. アスファルト舗装だって同じだろう。横浜新道などは盛土の沈下の大きい方だが、コンクリート舗装のひびわれは少ない。横断構造物の影響なぞは白の方が少ないくらいだ。アスファルト舗装は小さなパイプが埋設してあっても表面に凹凸やひびわれが現われる。

A. 名神高速道路の大垣地区のように、アスファルトは盛土の沈下の終わった時に本舗装にかかる。コンクリートで最初から舗装していたら、がたがたになったろうね。

C. 最近は本舗装をあとから施工するのはやらな

い。沈下の大きい盛土上でもはじめから本舗装すれば、白も黒もかわりないよ。横浜新道と藤沢バイパスを比較すればわかるだろう。ところでアスファルトプラントではドライヤーが骨材を乾燥させるのでほこりが立ってきたない。それにアフファルトに引火したり、下手にあちこちさわるとやけどはするし、大変だ。それに転圧にローラが必要だし施工の管理もむづかしいようだ。施工性はコンクリートの方がよさそうだよ。

A. コンクリートの目地部分の施工のわざらわしいこと。それに水をまいて養生しなけりゃならん。手間がかからてしまうがない。施工性は何といってもアスファルト舗装だよ。施工が早くて養生の必要のないこと。これはアスファルト舗装の一大特色だ。わが国で現在アスファルト舗装が多いのも、アスファルトが現道舗装に適しているからだよ。この点はCさんも異議あるまい。

C. 大いに異議ありだ。わが国の舗装工事がすべて現道舗装というわけではあるまい。バイパス工事などでは白も黒も変りないはずだ。このような場所は白でやりたいと考えている人も多いよ。

A. そりや、まけおしみというもんだ。ドイツだって、アメリカだって最近は黒が多くなってきている。世界的傾向だからね。

C. アメリカでもコンクリート舗装は結構多いよ。日本ではアメリカの道路はすべて黒のようにいわれているが、石油の多いカリフォルニア州だってコンクリート舗装がある。その国の政治状勢などに影響されていろいろだった。だから外国の状況などはきめ手になるものではない。アスファルト協会の熱の入れ方なども白か黒かのきめ手になるものかも知れないね。とに角アスファルト舗装が多いのだから一応敬意を表しておくが、また白の時代が必ずくるものと信じているよ。

A. そうはさせないようにアスファルト協会も力を入れてもらわねば。要するに他山の石とせよ、ということか。

☆編集委員☆ 竹下 春見・高橋 国一郎・井上 孝・大島 哲男
多田 宏行・松野 三朗・高見 博・工藤 忠夫
☆顧 問☆ 谷藤 正三・板倉 忠三・西川 栄三・市川 良正

アスファルト 第8巻 第45号 発行 昭和40年8月
発行人 南 部 勇

社団法人 日本アスファルト協会
東京都中央区新富町3~2 TEL (551) 1131

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

大協石油株式会社(561)5131
丸善石油株式会社(201)7411
三菱石油株式会社(501)3311
日本石油株式会社(502)1111

出光興産株式会社(211)5411
昭和石油株式会社(231)0311
シエル石油株式会社(212)4086

アジア石油株式会社(501)5351
富士興産株式会社(583)6841
日本鉱業株式会社(582)2111
三共油化工業株式会社(281)2977
三和石油工業株式会社(270)1681
ユニオン石油工業(株)(211)3661

朝日瀧青株式会社
恵谷産業株式会社
恵谷商事株式会社
富士鉱油株式会社
富士商事株式会社
泉石油株式会社
株式会社木畑商会
三菱商事株式会社
マイナミ貿易株式会社
株式会社南部商会
中西瀧青株式会社
新潟アスファルト工業(株)
日米礦油東京支店
日東商事株式会社
日東石油販売株式会社
瀧青販売株式会社
菱東石油販売株式会社

東京都千代田区外神田3の12の9
東京都港区芝浦2の4の1
東京都港区芝浦2の4の1
東京都港区芝新橋5の20
東京都港区麻布10番1の10
東京都千代田区丸の内1の2
東京都中央区西八丁堀2の18
東京都千代田区丸の内2の20
東京都港区西新橋1の4の9
東京都千代田区丸の内3の4
東京都中央区八重洲1の3
東京都港区芝新橋1の13の11
東京都中央区日本橋室町2の4
東京都新宿区矢来町61
東京都中央区銀座4の5
東京都中央区日本橋江戸橋2の9
東京都台東区上野5の14の11

(253) 1111
(453) 2231
(453) 2231
(432) 2891
(583) 8636
(216) 0911
(551) 9686
(211) 0211
(503) 0461
(212) 3021
(272) 3471
(591) 9207
(270) 1911
(260) 7111
(535) 3693
(271) 7691
(833) 0611

大協
シエル
三丸
富士興産
出光
日石
三日
エシ
日石
昭日
昭日
昭日
工石
光石
三石

◎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◎

株式会社 沢田商行	東京都中央区入船町1の1	(551) 7131	丸 善
清水瀬青産業株式会社	東京都渋谷区上通2の36	(401) 3755	三共油化
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
東新瀬青株式会社	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	東京都港区芝田町6の12	(452) 4981	アジア石
東通株式会社	東京都千代田区神田須田町1の23の2	(255) 6111	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	(270) 1811	大協・三和
東光商事株式会社	東京都中央区八重洲5の7	(281) 1175	三 丸
梅本石油東京営業所	東京都港区麻布10番1の10	(583) 8636	三 丸
京浜礦油株式会社	横浜市鶴見区向井町4の87	(52) 0621	三 三
株式会社 山中商店	横浜市中区尾上町6の83	(68) 5587	大 大
朝日瀬青名古屋支店	名古屋市昭和区塩付通4の9	(85) 1111	日 日
株式会社 名建商会	名古屋市中区宮出町41の2	(24) 2817	シ 丸
中西瀬青名古屋営業所	名古屋市中区園井町1の10	(23) 0501	日 日
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	エ
株式会社 沢田商行	名古屋市中川区富川町3の1	(36) 3151	丸 大
株式会社 三油商會	名古屋市中区南外堀3の2	(23) 7721	昭 光
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	(48) 5551	工 協
北陸ピチュメン株式会社	金沢市有松町2の36	(41) 6795	エ ル
朝日瀬青大阪支店	大阪市西区南堀江5の15	(531) 4520	大 協
枝松商事株式会社	大阪市北区葉村町78	(361) 5858	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) 5195	富 売
平和石油株式会社	大阪市北区宗是町1	(443) 2771	シ 産
丸一石油株式会社	大阪市福島区鷺洲本通1の48	(451) 7601	丸 善
松村石油株式会社	大阪市北区絹笠町20	(361) 7771	善 善
丸和鉱油株式会社	大阪市東淀川区塚本町2の22の9	(301) 8073	善 善
三菱商事大阪支店	大阪市東区高麗橋4の11	(202) 2341	石 石
中西瀬青大阪営業所	大阪市北区老松町2の7	(341) 4305	石 石
日本建設興業株式会社	大阪市東区北浜4の19	(231) 3451	工 ル
(株)シエル石油大阪発売所	大阪市北区堂島浜通1の25の1	(363) 0441	エ ル
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
東通(株)大阪支店	大阪市東区大川町1	(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	(392) 0531	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
川崎物産株式会社	神戸市生田区江戸町89	(39) 6511	昭石・大協
株式会社 小山礦油店	神戸市生田区西町33	(3) 0476	丸 善
入交産業株式会社	高知市大川筋90	(3) 4131	富士・シエル
丸菱株式会社	福岡市上土居町22	(28) 4867	シ エ ル
烟礦油株式会社	北九州市戸畠区明治町5丁目	(87) 3625	丸 善
共栄石油株式会社	福岡市箱崎飛島4,112	(65) 7831	昭 石