

アスファルト

第3巻 第15号 昭和35年8月4日 発行

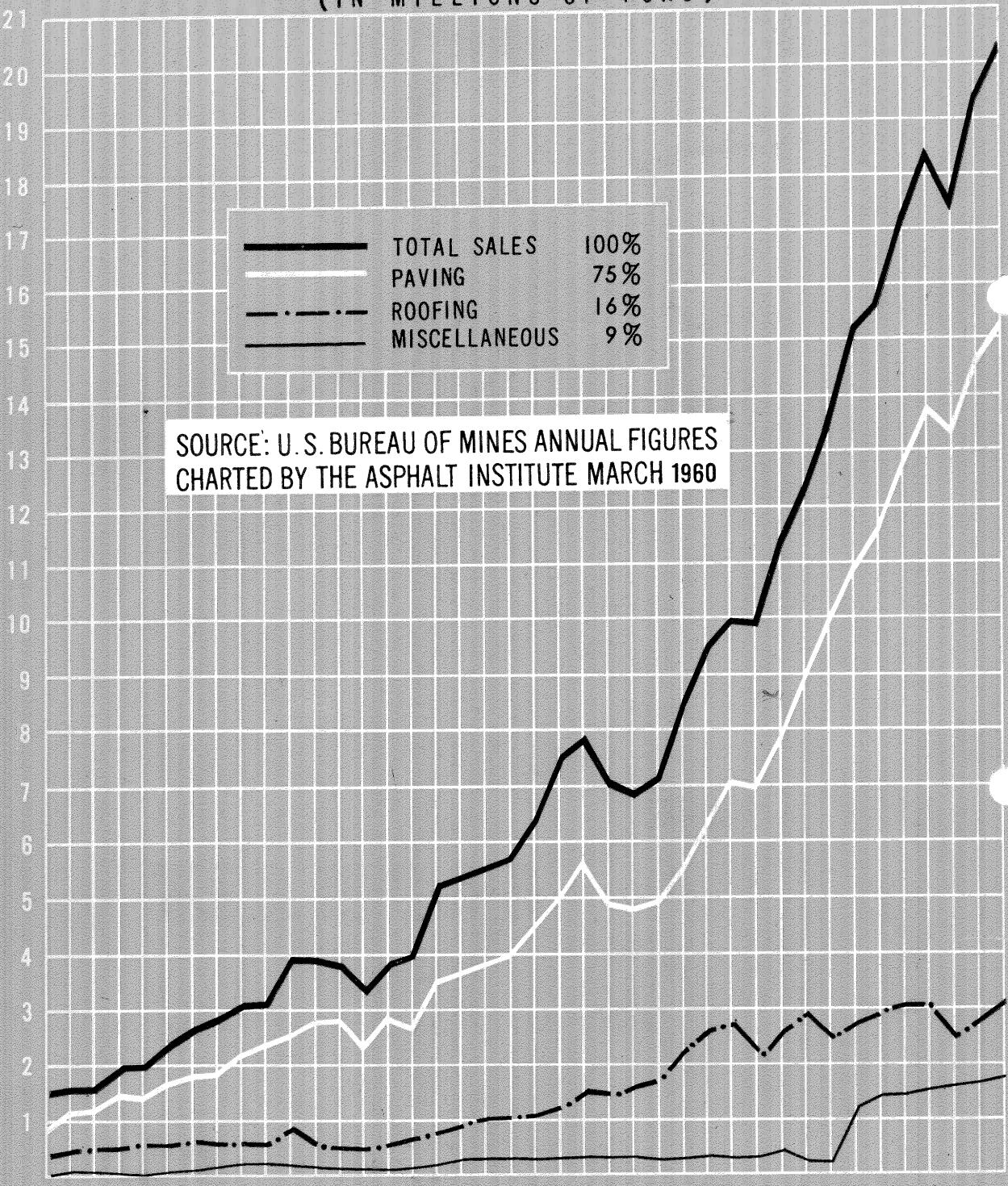
ASPHALT



日本アスファルト協会

Annual Sales of Petroleum Asphalt and Road Oil to Domestic Consumers in U.S.A.

(IN MILLIONS OF TONS)



SOURCE: U. S. BUREAU OF MINES ANNUAL FIGURES
CHARTED BY THE ASPHALT INSTITUTE MARCH 1960

1920 '21 '22 '23 '24 '25 '26 '27 '28 '29 '30 '31 '32 '33 '34 '35 '36 '37 '38 '39 '40 '41 '42 '43 '44 '45 '46 '47 '48 '49 '50 '51 '52 '53 '54 '55 '56 '57 '58 '59*

(No Official Figures Available For Period 1920-1930)

* UNOFFICIAL BASED ON PRELIMINARY ESTIMATES

アスファルト

目 次

第 15 号

改良を必要とされる現在のアスファルト乳剤について	松井宏道	2
INTRODUCTION TO ASPHALT		
アスファルト入門・連載第3回.....	佐藤正八	9
アスファルト雑記	藤原武	14
ドイツの瀝青材による安定処理要綱の紹介	岩間滋	18
アスファルトによる路盤について・連載第1回.....	C・D・ハリス	24

暑中御見舞申上げます。

“アスファルト”第15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が、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. 3, No. 15 Aug. 4, 1960

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

改良を必要とする現在の アスファルト乳剤について

松井 宏道

要旨

現在のような交通量の激しい道路上で、長時間通行を遮断して乳剤施行をする事は困難であり、有効なる浸透速度、付着力とより早い分解時間が要求され、又骨材も現場では常に乾いた状態での施行は困難で一般に3%前後の水分を含んだ湿った碎石を使用せねばならぬ為、骨材にアスファルトがよく付着し難く、剥げ易く、一方アスファルトがママコに成ったりして乳剤による簡易施行法は無意味になります。このような問題の解決は急務であり、これを改善せんが為の特許は二、三しか公表されてなく、現代の優れた界面化学の発達よりは遙かに遅れています。今もってその製造法は秘とされ業界の発展を妨げている現況で、乳剤も日進月歩せねばならぬ時、旧体然の乳剤では乳化アスファルトに依るこの施行法は一般より取り残され、かえり見られなくなるでしょう。筆者はこの問題解決の基礎となるアスファルトと骨材との湿れと付着性、化学反応及イオン反応による分解速度、その時間の問題等の界面化学的性質とアスファルトのコロイド構造とその性質の改善について実例を挙げて述べたい。

アスファルト乳剤の実用性

元来アスファルト乳剤はアスファルトのような半固型状コロイド体を常温、又は微加熱下(約40度C)で現場にて簡単に碎石や路面上に撒布使用出来る利点がある為、広く利用されてはいるが実用的な乳剤は単に乳化の状態が良好且安定で乳剤規格に合格すればよい事では不充分です。その使用目的に適した性質を具备し、骨材との付着がよく且安価である事が必要であり、乳剤の分解によってアスファルトを再生せしめ、そのコロイド的性質、防水性をより向上せしめ利用せんとするのが主目的で、乳化はその性質の改善と簡易使用の為の一手段である故、第一に主原料のアスファルトの性質の適合性の良否、加うるにアスファルトの乳化性の良否を選択吟味せねばならない。それ故に次にアスファルトの界面的性質とアスファルトのコロイド構造及びこれが付着する骨材表面構造とその成分の活用につき詳しく述べたい。

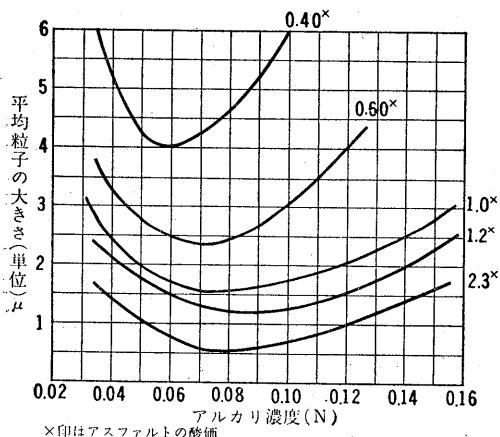
① アスファルトの界面的性質

アスファルトには産地により含有量・組成は異なるもナフテン酸誘導体で代表される酸性物質(レジン分で粘着性の強い半固体状の親水性極性物質)が存在し、これがアスファルト中で分子状に溶けているから、その濃度は界面膜生成に有効に作用します。即ちこれら物質とアルカリとが石鹼(錯化合物)を界面に生成し残りのアスファルト分(アスファルト中のアスファルテン分とアルテン分等)を乳化します。(Schulman¹⁾ 及 Cockhain²⁾ の界面錯化合物生成理論) この親水性物質は界面に於て水相中より無機塩類のイオン(カルシウム等の金属イオン)を吸着すれば油中水滴型乳剤となり、強親水性イオン及び表面活性剤のイオンミセル(会合体)を吸着(Rohert³⁾ 乳化理論の dipal-ion 間引力) すれば安定な水中油滴型乳剤となる。アスファルトの性質の適合性や乳化性改善の為アスファルト中にこのような極性化合物を予め一定量溶解しておくか、或はこの物質を水溶性にして水溶中に溶解して乳化すればイオンミセル迄吸着し、界面に集積し界面膜を更に凝縮状態にして、且界面粘度を高め又界面電荷を大にしますから、乳剤はより安定化されます。(Rohinson⁴⁾ の Zeta-Potential 乳化理論の証明) この親水性物質の含有量は酸価の測定によって検出されますが、測定法が煩雑なため実用的でないでの定性的ではあるが標準乳化液(苛性ソーダ0.1%, 脂肪酸石鹼0.35%, 硅酸ソーダ0.5%, アルギン酸ソーダ0.1%)の乳化液を用い、この性質を予め調べておく)を用いてテスト小型乳化機で同一条件で乳化し、結果を実際的乳化と比較観察するのが実用的である。筆者の実験的結果からもアスファルトの乳化の良否はその酸価に大きく影響され、その最適アルカリ濃度によりアスファルト分散粒子の平均直径が最小となる範囲がある故、乳化についてはアルカリ濃度は重要な要素の一つであります。又 J. Ph. Pfeiffer 氏は種々の酸価のベネズエラ産アスファルトでこの事を証明し1図のような詳細な実験結果を発表されています。

1図より酸価の大きいものほど微細な粒子であり、逆

に酸価が小なるほど粒子が大きくなっている。又最小の粒子を得る為にはアスファルトにより特定のアルカリ濃度範囲があり、その前後はアルカリの強弱にかかわらず粒子が次第に大きくなり、酸価大なる物は最適アルカリ濃度範囲が広く逆に小なる物は狭い事が分る。要約すれば酸価の大きいもの（高分子のナフテン酸含有量の多いもの）ほど乳化し易く、小なる物ほど乳化し難い。

又アスファルトの酸価は硬さの増大（針入度小なる程）により急激に低下し乳化の際は粘度高く分散し難く又乳化が困難であります。この酸価はその採油地により各々異り、その最適アルカリ濃度の調整に苦心せねばならなく製造上の難点がここにあります。（後述の芳香族性樹脂分ソーラミンAで調整しその性質の一定化する理由もここにあります）実験結果より酸価0.8以上のアスファルトは最適アルカリの添加により簡単に乳化出来ますが、酸価0.8～0.3迄のアスファルトではアルカリのみでは乳化が困難で0.1～0.2%の脂肪酸石鹼、樹脂酸石鹼、石油スルホン酸塩、ナフテン酸塩を補充添加してアスファルト粒子にこれらの分子膜を吸着せねば乳剤は分離して乳化がうまく行かず、又これらの過剰添加も却て乳化を不安定にします。酸価0.3以下のアスファルトではアルカリと共に、より高分子の樹脂酸塩を添加しないと乳化は困難であります。このように調整し製造されても乳化性がよくなつたから長期間の安定性がよいとは言い難く、より安定なる乳剤を作るには分散相（アスファルト）の粒子の大きさが1～1.5μ以下（高性能のホモデバイザー使用で得らる）であつて界面張力が低い程、分散相と均一相（水）との間の比重の小さい程（アスファルトと水とでは比重が異なるので硅酸ソーダ、磷酸ソーダ、硼砂等で調整する）均一相の粘度の大きい程（水溶液中でコロイドを造るゼラチン、カゼイン、アルギン酸ソーダ、



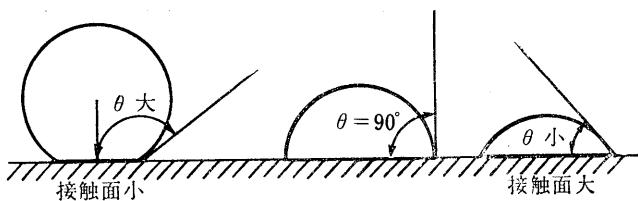
1 図

CMC等を添加する）よい事はDonnan¹⁾ Langmuir¹⁾が述べた理論であり一般に認められています。更に界面張力を下げる為には界面膜を構成する単分子膜が凝縮液相の状態（単分子膜が界面に於て占める面積が27～29 Å² の時）でこの状態が温度、化学反応、時間による変化を起さないで膜の表面粘度、表面電荷の大きい事を必要とします。一般に乳剤中に於てはアスファルト粒子は負の電荷を帶び、表面に乳化剤及び高分子の樹脂酸塩の単分子膜を吸着して、微細な粒子（1～5μ）として水中に分散懸濁された水中油液型でその粒子は互に反発し合い、その内径3～4μ以下のものは盛んにブラウン運動を行い平衡を保っています。アスファルト粒子は疎水性コロイドである為その安定性は電荷の強弱に左右され無機電解質の存在により電荷弱められ、また中和されて各粒子間に凝折が起り分解します。特に陰イオン界面活性剤によって製造されたアスファルト乳剤では顕著で、この種乳剤が無機電解質に対して抵抗性のない原因であり、又この性質を活用して分解時間、その速度を調整します。価格的及びアスファルトと骨材との附着性乳化の関係上、陰イオン活性剤を主とする乳化方法を採用する為、ある程度の無機電解質の存在は避け難く、その微量の存在はアスファルトの表面張力、粘度を低下する利点はあるが限外の無機電解質の存在は①分散相（アスファルト）の負の電荷が電解質のため中和される時、②乳化剤とイオン交換して乳化剤を不用化させる時（乳化剤がアルカリ石鹼の時に著しく金属石鹼を生じ油中水滴型となる）③多量の無機電解質の存在により乳化剤が塩析され、その水和度を減少する時乳剤は不安定となる。

この欠点の防止の一方法として配合物全体の電解質を最小限にし、一方電解質に、より抵抗性のある高分子親水性コロイドをアスファルトに吸着させ保護すればよく、ソーラミンAは無機電解質特にカルシウム塩に抵抗性があります。即ち全体に親水性コロイドの性質を帯びさせ安定にします。陰イオン活性剤の使用は夏季、温度が高くなると高度に水和された乳化剤が水和度の小さい溶液に変化し、粘度が下がり脱乳化速度が速くなり、乳剤の分解が生じ易くなる。また冬季温度が下がり氷結すると水和された水が乳化剤から離脱し界面膜が破れて分離が生ずる故、注意しなければなりません。この防止法は少量の非イオン界面活性剤、ソーラミンA又は糖類、グリコール、グリセリン、アニリンの添加によって防ぐ事が出来ます。アスファルト乳剤粒子の粘度、電荷、その温度又はその接觸する骨材面の本質、種類（親水性、疎水性）電荷その温度によってその付着形態を異にするが、その界面張力が小なる程（アスファルト乳剤粒子と骨材表面との付着力がアスファルト乳剤粒子間の凝集力

より大なる程) 骨材表面の湿れが大きく、乳剤の拡がりが大となる。即ち骨材表面に於けるアスファルト乳剤粒子の接触角 θ が小さい程、潤滑性が大きく $\theta=0$ の時、乳剤が骨材表面に単分子層吸着が行われ、乳剤は骨材全面に拡がる。次に骨材面に強く単分子層吸着が行われたアスファルト乳剤は長鎖脂肪酸基で完全にこれが包まれると、その接触角が180度近くになり、アスファルト粒子に対する湿れ方が完全に近くなる為、アスファルト粒子の親和性が大となる。そして乳剤は不安定となり(水中油滴型乳剤より油中水滴型乳剤に転相する為) 分解を起します。このように接触角は表面張力と密接な関係があります。いま乳剤の表面張力を γ_L 骨材の張力を γ_S 、乳剤の骨材面上に於ける界面張力を γ_{SL} とすれば次の関係式が成り立ちます。 $\gamma_S = \gamma_{SL} + \gamma_L \cdot \cos \theta$ 接触角とは静止状態に於て滴が水平な固体面とのなす角 θ をいう。接触角 $\theta > 90^\circ$ の時付着力(アスファルト乳剤粒子が骨材に付着する力)は凝集力(アスファルト粒子間が凝集し合一せんとする力)の約 $1/2$ 以下で接触角、 $\theta = 90^\circ$ の時付着力は凝集力約 $1/2$ に当り接触角 $\theta < 90^\circ$ の時付着力は凝集力の約 $1/2$ 以上である。2図より接触角が 90° より大なる時は接触面小で、接触角 90° より小なる時は接触面が大である事がわかる。このようにして骨材面に一旦付着したアスファルト乳剤粒子は分解され乾燥後も風雨に曝されても、骨材面より脱溶し難い性質に変化させねばならない。即ち撒布後水溶性から水に不溶性に転相せしめ再生アスファルト粒子との親和性を大とする固着剤を併用する事が必要で、そのため現在では高分子樹脂酸塩、ソーラミンA等が用いられます。分解時間とその速度の調整は主として乳剤の転相速度と、それをし易くする事と空気との接触による蒸発をよくする事によって促進達成せられ、乳剤の転相¹⁾は①乳化剤のアルキル基をより大にして界面活性を強くした時(炭素数10のアルキル基を12~18迄にした時)②石鹼を乳化剤とする時その一部をもっと骨材面に吸着し易い親水性界面活性剤に変えた時③乳化剤の濃度を大にして骨材面に、より多く吸着せしめた時④炭素数12~18の脂肪酸アルカリ石鹼のイオン濃度(PH)を7から12迄に大にした時にし易くなり、同時に活性化された疎水性骨材の使用とを必要とします。又空気との接触による蒸発は湿度に非常に関係するが、空気を吸収し反応を促進し易いチオエーテル型両面活性剤の使用によって空気との接触面を広くして水分の蒸発(乳化の破壊が起る)と転相反応とを促進する事によって解決されます。(Sohulman, Cockhair, Hildebrand の転相理論)

2 図



②骨材の表面構造とその成分の活用

アスファルト乳剤が付着する骨材の表面構造は複雑で多面質の凹凸性のため毛細管現象により水蒸気、水分を含有し、その性質によっては結晶水を有している事もある。又その成分も硅酸のアルミニウム、カルシウム、アルカリ等の複塩と金属の酸化物、硫化物との複雑な混合体よりなっており、その各々の含有量により碎石の表面電荷、疎水性、親水性を異にします。一般に硅酸の酸化物の含有量の多い碎石(例石英質)はその表面は親水性であり、水中で負に荷電し、硅酸の金属塩及金属の酸化物、硫化物の多い碎石は疎水性で正に荷電しますが、実際的には正確にこの判別がつけにくい物が多い。骨材表面が硅酸の金属塩及び金属酸化物、硫化物が多く疎水性が優れればアスファルト乳剤のこの碎石面への撒布は碎石との界面張力(アスファルト乳剤粒子と骨材表面との付着力がアスファルト乳剤粒子間の凝集力より大となる)を下げ、その表面を湿らし、その面に含有する硅酸の金属塩、金属の酸化物、硫化物と乳剤中のアルカリの接触反応(アスファルト乳剤のイオン濃度即ちPHはアルカリ性)により碎石面より乳剤水面上にイオン化された重金属が溶出される。これとアスファルト粒子に単分子膜として吸着され、乳剤中にイオン化され分散している高分子ナフテン酸のアルカリ塩や高分子陰イオン活性剤、アルカリ石鹼とが加水分解或はイオン交換してこれら等の金属塩^{1) 2)}(例石鹼では疎水性の金属石鹼)を形成します。この時水中油滴型乳剤が油中水滴型乳剤に転相され、その途中で乳剤の分解が生じアスファルト粒子の元來の疎水性が一層増加され碎石面との親和性が大となり、強固に被覆付着し、より疎水性となるが実際的には水に対する多少の溶解度があり、これを補強する必要があります。又その表面が硅酸の酸化物が多く親水性が優れれば乳剤のこの碎石面への撒布は碎石との界面張力を下げ、その表面は湿らされるが碎石面からの重金属イオンの溶出量が少い為、加水分解或はイオン交換も少なく、従って分解速度、時間も遅くなる。水分が蒸発して分解された再生アスファルト粒子はその表面に活性剤の親水性の単分子膜を吸着しており、又転相されて水に不

溶性になつてない為、一旦この碎石面に付着していくとも再生アスファルト粒子との強固な親和性が小なるため地下水、温水、雨で再乳化され碎石より剝げ易く、又再生アスファルト粒子自身の凝集を起す事があります。これらの欠点と分解速度、その時間及び付着性とを改善するため①骨材面の疎水化と②強力な固着剤の添加が必要で一工程で行う事が経済的にも重要であります。疎水性の大なる碎石を選択する事も必要ですが、実際には要旨に述べた通り困難であり、また碎石面に疎水化処理剤を撒布するのも一方法であるが、作業工程を複雑化します故、分子中に正と負の電荷を有する高分子両面活性剤（例ソーラミンA等）を用いれば碎石の親水性、疎水性、水分の問題に関係なく乳化と同時に使用が出来、一工程で目的を達する利点があり、雨、地下水、温水等に剝げない優れたアスファルト被覆を碎石面に生成させます。筆者は今後このような高分子両面活性剤の進歩とアスファルト乳剤にこれを応用する事が現況問題解決の鍵と考えます。

③アスファルトのコロイド構造とその性質の改善

石油アスファルトは多種多様の高沸点炭化水素の混合物で、最近その化学的組成や性質について研究されてはいるが、実際は未だ不明の点が多く一般に溶剤に対する溶解度の差を利用して、いくつかのグループに分ける二・三の任意分別法があり、結論として三つのグループ即ちアスファルテン分、樹脂分即ちレジン分、マルテン分に分けています。融点高く分子量の大きいアスファルテン分が中心となり次第に分子量の小さいアスファルテン分が配列し、その廻りに保護コロイドとして樹脂分が吸着してミセル（会合体）を形成しマルテン中に分散した型で、ミセルの中核をなすアスファルテンは分子量が数千から数万⁵⁾で又炭素と水素の平均比率は約10:1⁶⁾である事から芳香族性の強い炭化水素と考えられる。一方マルテンは分子量で300~700⁷⁾炭素と水素の比率が約7~8:1⁸⁾である事から脂肪族鎖の比較的多い炭化水素と考えられ、その性質はきわめて高粘度の潤滑油に似ている。芳香族性が大きなアスファルテンが芳香族性が小なる即ち脂肪族性の大なるマルテン中に分散するには、そのままでは親和性が乏しく、界面化学的にも不安定である。（例アスファルトとコールタールの混合の場合）それ故アスファルテンにマルテン中より芳香族成分に富む樹脂分（分子中にアスファルテンに相溶性のある芳香族基とマルテンに相溶性のある脂肪族基を適当に有する高分子ナフテン酸類等で、白土に吸着され易い粘着性の強い半固型状の極性物質）が吸着され保護コロイド化され、マルテン中に分散して親和性のある安定なコロイド体を形成していると考えられる。この芳香族性樹脂

分の多い程（即ちアスファルテン分の解膠力を大とする）又はアスファルテン濃度小なる程、アスファルテンはよくマルテン中に分散され、ミセル（会合体）構造は出来難く、ニュートン流動を呈するゾル状で逆の時はミセル（会合体）の三次元構造が出来て、弾性の強いゲル状となる（例ブランアスファルト）殆んどのストレートアスファルトは、これらの中間のゾルーゲル型で弾性回復が認められる非ニュートン流動体を呈している。このようにアスファルテン濃度とアルテン分及びマルテン中の芳香族性樹脂分の含有比率の増減によってアスファルトの力学的性質は左右されます。普通針入度、軟化点、伸度、粘度等によってこの性質が調べられております。ゾルーゲル型ストレートアスファルトに於てもクラギング法、カットバック法、及び数種のアスファルトの混合目的もこれら三成分の調整即ちアスファルトのコロイド構造の調整によって、その力学的（レオロジー）性質を利用せんとするものであり、次の三方法によって活用化され、その性質を改善します。①アスファルト中のアスファルテン濃度を小にして使用する場合……重質油をアスファルト層に加えるカットバック法 ②アスファルト中の芳香族性樹脂分を大きくして或は多い物を使用する場合……アルテンの一部を樹脂化するクラッキング法 ③芳香族性樹脂分をアスファルトに添加して使用する場合……A. 高分子樹脂分をアスファルトに加熱混合する（加熱混合用）B. 水溶性高分子樹脂として水層へ添加して乳化する方法（乳剤用、現在の乳剤製造設備では少量の高分子樹脂分をアスファルト層に溶かし均一に混合する事は困難に思われるが、これを水溶化し水層に溶かし乳化法で容易に使用出来るように水溶性高分子樹脂とする）

アスファルトは一般に乳剤用としてはナフテン系が選ばれ使用される理由は今迄述べた通りであるが、現況ではパラフィン系、混合系その他アスファルテンとマルテンの比率の異ったアスファルト、或は芳香族性レジン分の少ないアスファルト等同一採油地の物でも組成が異なる為、特に乳剤用としては芳香族性樹脂分の添加で調整してアスファルトの性質を一定化する方法がよいと考えます。又最近の研究では自然気曝によるアスファルトの硬化は光、熱、空気等の作用によりアスファルトが脱水素化され、重合、縮合が行われ樹脂分がアスファルテン分に油分即ちマルテン分が樹脂分に変化する為で樹脂分が多いと耐老化性がよくなっています⁹⁾。この事実からも芳香族性樹脂分は重要な要素であります。

それ故、筆者はこの天然の芳香族性樹脂分に非常に類似したと考えられる樹脂を多年の研究の結果合成し、加うるに今迄のアスファルトの老化性、吸水性と湿れた骨

材に対する付着、乳剤の再乳化、浸透速度と分解時間を改善した放射線に安定な（酸化防止力、耐老化性の強い）両面高分子界面活性剤ソーラミンAを合成しましたので発表させて戴きます。

乳剤用ソーラミンAの性質

色	黒褐色	樹脂分の元素分析結果
水分	約40%	平均% (燃焼法)
樹脂分	約60%	炭素 61.03
分子量	1,500～5,000	酸素 30.23
比重	1.23(25°/25°C)	水素 5.54
PH	13	硫黄 3.2

1. 溶解性

水、温水に攪拌して少しづつ入れれば任意に溶ける（水溶性両性界面活性剤）長時間放置してもすぐ溶けたものは沈澱を生ぜず。PHを酸性にすれば水に不溶性となり沈澱物が生じて来ます。そしてアスファルトに溶解するようになります。現在の乳剤製造設備の関係上水層に溶し乳化法で使用出来るようにした。

2. 粘度

30%濃度で70°C 30分加熱したものは約5,000c.p.s
30%濃度で70°C 1時間加熱したものは約8,000c.p.s

3. 表面張力

測定温度25°C 15秒 Pendant Drop 法

ソーラミンA濃%	dyne/cm
0	73
0.05	62
0.1	58
0.2	53
0.4	50

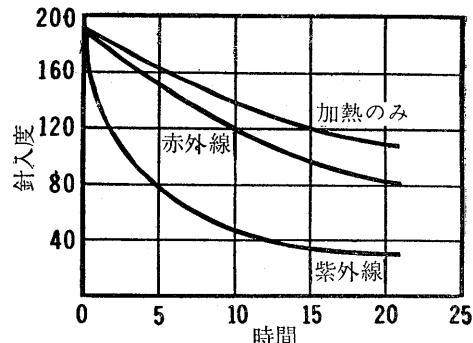
高分子界面活性剤は一般に表面張力の低下はそれ程、大でないが高分子としての乳化能を有するのが特徴で、この実験からも高分子活性剤の性質をよく表わしている。

4. 酸素吸収量

一般にアスファルトは酸化、重合、蒸発、熱、光等によって3図のように硬化（老化）しますのでアスファルトに添加した場合に老化、酸化が促進されては困るので次のテストを行った。

日 数	25°C樹脂分100g当りの酸素吸収モル数
1 日	0.25
2 日	0.5
3 日	0.8
4 日	1.0
5 日	1.1
6 日	1.2
7 日	1.22

3 図



実験結果より1週間で平衡に達し後少しの変化しか見られず、酸化、老化防止の効果が優れている事を表わしています。乳剤用ソーラミンAの高分子アリル基に結合した硫黄に水が配位して水和物を生成する為、骨材面が濡れても親水性でも勿論疎水性でも非常によく付着し撥水する（アスファルト粒子の骨材面への付着力が水のそれより大となる為である）また空気との接触により酸素を吸収するから乳剤の分解速度を早め、乾燥により不溶撥水性（雨、地下水、温水に再乳化しない）のアスファルト膜を生成し強固に骨材面に固着します。

実験結果より高分子樹脂の硫黄結合3.5%迄のものは水溶性で酸素を吸収し乾燥によりその膜を不溶化するが3%以下のものは乾燥前後共に被膜弱く再乳化が認められ、4%以上では骨材へ付着せぬ不溶性物質の凝縮沈澱物が生じて付着が落ちる事実を見出し、この狭い範囲の物が非常に有効である事がわかったので、この性質を応用した。又より大なる防水性をアスファルトに必要とする時（アスファルトの薄膜は僅かながら水を吸収し透過する故）パラフィン分の多いアスファルトや硬度の高い、即ち針入度小なるアスファルト（採油池のアスファルト原料によって又温感比が小にして耐候性及び耐水性のあるアスファルト）を乳化使用せねばならぬ時には、炭素数12～18の間の脂肪族鎖を導入して界面活性を強化したソーラミンEMの小量を併用する必要があります。

今述べた理論が実験によって正しい事がわかったので、現在最も広範囲に用いられる滲透用アスファルト乳剤製造の1つの例を報告致します。又アスファルト乳剤薄膜の顕微鏡拡大写真が間に合わなかった事をお詫びし他日に補充させて戴きます。

実験結果と考察

乳化剤が石鹼のみの場合は、そのアルキル基がリボン状にアスファルト粒子に吸着する為、アスファルト乳剤の粘度が高くなる傾向があり、従って湿れや滲透速度が遅れる石鹼にソープレスソープの小量の添加は後者の側鎖のアルキル基の混入、強親水基の位置、無機電解質の存

実験

ストレートアスファルト針入度 135 比重 1.01 (25°/25°C)

滲透用アスファルト乳剤製造条件

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
使用した乳化剤 (アスファルトに対する%)	ソーブレスソーブ オレイン酸ソーダ アビチエン酸ソーダ	— 0.2% —	— 0.2% —	0.05% 0.15% —	0.05% — —	— 0.2% —	— 0.2% —	0.05% 0.15% —	0.05% 0.15% —	0.04% 0.13% 0.13%
ソーラミン E M ソーラミン A ソーラミン D 硅酸ソーダ アルギン酸ソーダ 苛性ソーダ	— — — — — —	— — — 0.3% 0.4% 0.05%	— — — 0.3% 0.4% 0.05%	— — — 0.4% 0.4% 0.05%	0.05% 0.05% 0.07% 0.07% 0.07% 0.07%	— 0.05% — 0.3% 0.4% 0.05%	— 0.05% — 0.4% 0.4% 0.05%	— 0.05% — 0.4% 0.4% 0.05%	— 0.05% — 0.3% 0.4% 0.05%	— 0.05% — 0.3% 0.4% 0.05%
アスファルトと乳化液との比 アスファルトの温度 °C 乳化液の温度 °C 乳化方法	53:47 120~130 70~80 モキジナイザー 左回転1200回転	左に同じ 左に同じ 左に同じ 左に同じ	左に同じ 左に同じ 左に同じ 左に同じ	左に同じ 左に同じ 左に同じ 左に同じ	左に同じ 左に同じ 左に同じ 左に同じ	左に同じ 左に同じ 左に同じ 左に同じ	左に同じ 左に同じ 左に同じ 左に同じ	左に同じ 左に同じ 左に同じ 左に同じ	左に同じ 左に同じ 左に同じ 左に同じ	左に同じ 左に同じ 左に同じ 左に同じ

乳化試験結果(A.S.T.M規格による) 優、良、可共に合格で優劣の順位

ナフテン基原油からのアスファルトの場合

乳化性	可	可	良	良	優	優	優	優	優	優
貯藏安定性(5日後の分離%)	1.2	1.2	1.5	1.5	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7
骨材被覆試験	可	優	可	可	優	優	良	良	良	優
低温安定度(-5°C)	可	優	可	可	優	優	良	良	良	優
混合基原油からのアスファルトの場合										
乳化性	不良	不良	可	可	良	良	良	良	良	優
貯藏安定性(5日後の分離%)	100	100	100	100	3.5	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0
骨材被覆試験	不合格	可	不合格	可	良	良	良	良	良	優
低温安定度(-5°C)	不合格	優								

在で界面活性、粘度（アスファルト粒子）が低下し、湿れや滲透速度が早く、また骨材面上の吸着を向上せしめ、転相による分解時間も早くなり、特にソーラミンAの添加は分解速度（水分の蒸発や転相による）の促進に碎石への固着に有効に作用した。ソーラミンAの0.3%と特定アルカリ濃度0.07%苛性ソーダの添加によるアスファルト分散粒子は最小（2~3μ）となり、又レジン分の調整が出来てアスファルトの適合性、乳化性を改善する事が出来た。又この量の使用によりアルギン酸ソーダの使用量を半分に減らす事が出来、その時が特に著しく安定であった。又無機電解質特にカルシウム塩に抵抗性があった。

硅酸ソーダは骨材への付着性とアスファルト粒子との比重の調整に有効に作用し、アルギン酸ソーダは網状の纖維織体となって水相の粘度を高め、乳剤分解による骨材への固着を保護する。又アビエチン酸ソーダはアスファルト粒子と骨材との付着性と、その力学的性質を改善した界面活性化されたアルキル基を有する活性剤（ソーラミンEM、ソープレスソープ等）の併用によってこれら界面膜のアスファルト粒子への吸着は界面張力を低下させ乳化性、安定性を改良させた。特にパラフィン系アスファルトに対しては顕著であった。又前者は特にアスファルトの撥水性を向上せしめた。経済的に今迄の副資材の使用量より小量ですみ、且前より同価格か、むしろ安くついた。

結論

今後の高分子両面活性剤の、より進歩と次の三項目をアスファルトに応用する事が要旨に述べた現況問題解決の鍵と考えます。①二種以上の界面活性剤の混合使用とその選択及びその長所の活用……アスファルト粒子と水及び骨材面との界面張力を低下させ、骨材面への湿れ、付着性、転相による分解速度を促進させる。②高分子樹脂分の添加によるアスファルトのコロイド的構造とそ

の性質及び乳化安定性の改良……アスファルトに高分子樹脂分の添加とその最適アルカリ濃度による乳化でその分散粒子を最小にし、界面膜を凝縮状態にし且界面粘度を高めて乳剤を安定化させ、又アスファルトの力学的（レオロジー的）性質を改良する。③骨材面の疎水化と転相、分解によるアスファルト粒子との親和性を高める固着剤の使用——高分子両面活性剤の利用。

筆者が熟読した文献の原著者に謝意を表すると共に本研究に協力された東京都土木研究所岸文雄氏及び東京都瀝青混合所長竹崎忠雄氏及び同試験室長川越雄二氏ならびに関係各位に対して、この紙面より深く感謝致します。終りに筆者が理論と実験の両面に亘って行ったこの研究が現実の問題として解決に迫られている関係業界へ幾分なりとも参考となれば幸いと思います。

参考文献

- 1) Clayton's Emulsions and Their Technical Treatment, 1954, P253~295
- 2) Surface Acitivity, by F. Moilliet & B Collie, 1951, P178~192
- 3) Progress in The Chemistry of Fats and Other Lipids, Vol.11, by D.G Dervichian 1954 P193~242
- 4) Hildebrand, J. Am. Chem. Soc., P2786(1923)
- 5) J. Ph. Pfeiffer and R. J. Seal, J. Phys Chem., 44 P39(1940)
- 6) B. A. Murphy, J. Inst, Petroleum, 31 P475(1954)
- 7) G.W.Eckert and B.Wettman, Ind, Eng. Chem., 39, P1512(1947)
- 8) Am. Chem. Soc., San Francisco Meeting, April 1958 "Symposium on Chemistry and Composition of Asphalt"
- 9) Schulman & Cockhain, Clayton's book P275~315 Trans, Taraday Soc., 36, P651~661(1940)
- 10) B.A.Vallerga et al., Proc. Assoc. Asphalt Paving Technologists, 26, P126(1957)

（すずらん本舗・乳剤研究室）

INTRODUCTION TO ASPHALT

連載 第3回

佐 藤 正 八

第3章 試 験

第1部 アスファルト

I アスファルト・セメント

1. 針入度 (Penetration) ——針入度試験は、温度荷重、時間の既知の条件の下でアスファルト・セメントに垂直に貫入する標準針の深さを測って、その相対的な硬さ粘度を決定する。特に条件が表示されない場合は、温度が 77°F (25°C) で針の荷重は 100gr、荷重をかける時間は 5 秒間での試験を考えてよい。(図-2 参照)

また貫入深さの単位は 1/10 精をとる。

アスファルト・セメントはその針入度の範囲によって硬さを分類している。アスファルト協会 (The Asphalt Institute) で採用した舗装用アスファルトに対する針入度範囲による分類は 60~70, 85~100, 120~150, 200~300 の四種類で、この他に特殊な目的に使用するものとして 40~50 の針入度を加えている。標準試験方法は AASHO 方法の T-49 及び ASTM 方法の D-5 に規定され

ている。

2. 引火点 (Flash Point) ——アスファルト・セメントの引火点とは材料に裸の火災を接近させた時、瞬間に引火するが、その温度迄は安全に熱することの出来る最高の温度をいう。この温度は一般に材料が燃える温度以下である。燃える温度は "Fire Point" と呼ばれるが、アスファルト・セメントの規格としてはめったに使われない。

引火点は Cleveland Open Cup Flash Point Test で測られ、これは AASHO 方法の T-73 と ASTM 方法の D-93 に規定されている。(図-3 参照) アスファルト・セメントが入ったコップを前述の程度に加熱する。試料の表面に小さな幅を周期的に近づけて、瞬間的な引火が起るだけ充分な蒸気が発散される温度をもって引火点とする。

アスファルト・セメントの試験には時には Pensky-Martens Flash Point Test も用いられる。これも上述の試験方法と同じ目的に用いられるが、材料を試験の間中連続的に攪拌される装置がしてある点が前者の試験法と異なる。試験設備と方法は AASHO 方法の T-73 と ASTM 方法の D-93 に規定されている。

3. 蒸発減量 (Loss on Heating) ——蒸発減量試験はアスファルト・セメントに含まれる揮発性物質の量を測るためにものである。50gr の試料を金属の容器の中に入れ、それを換気のよい恒温器中の回転棚の上におき 5 時間の間 325°F (163°C) の温度に保つておく。この間の試料の重量損失を原重量に対する % で表し蒸発減量という。試験方法は AASHO 方法の T-47 と ASTM の D-6 に詳述されている。蒸発減量試験を行った後の試料に対して普通の針入度試験が行われ、その針入度が原針入度の何 % となるかを表示される。針入度減少の範囲は一般に規格できめられている。

蒸発減量試験の改良型として公道路局 (The Bureau of Public Road) で提案されたもので "Thin Film Oven"

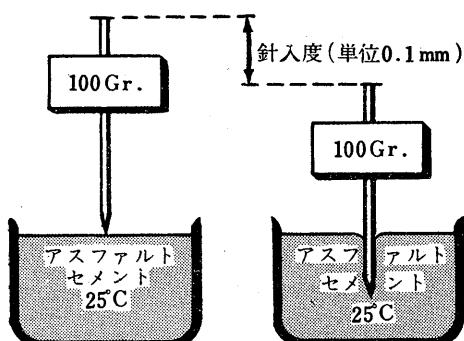
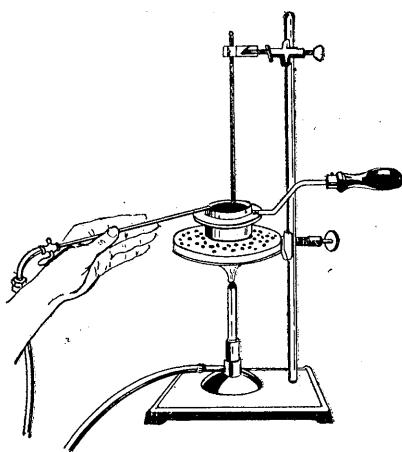


図-2

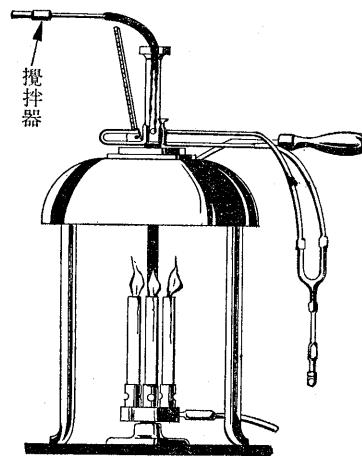
図-3



Test_s がある。この方法を示様に採用している所もある。これら二者の試験の主なる差異は試験されるアスファルトの厚さと表面積の点である。前者ではアスファルトの供試体の直径が 2.17吋 (5.5cm) で深さは 0.82吋 (2.08 cm) であるが後者は直径 5.5吋 (14cm) で深さが 1/8 吋 (0.32mm) である。Thin Film Oven Test の装置と方法の詳細は AASHO 方法の T-179 に示されている。

4. 伸 度 (Ductility) —— 伸度はアスファルト・セメントの重要な性質である。然し伸度が実際いくらあるかということよりも、伸度があるかないかということの方が尚更重要である。伸度のあるアスファルト・セメントは、伸度のないものより一般に粘着性がある。他方では非常に高い伸度のものは一般に温度に敏感である。舗装の混合物を施工する場合には、伸度と粘着性が

図-4



重要な要素となり、また舗装版の undersealing や亀裂填充等の施工では、低温感性 (low-temperature susceptibility) がより重要な性質である。

伸度は (図-5) に示す如く伸張型式の試験器で測る。アスファルトを標準条件下で標準寸法に成型し、標準試験温度の下で、定められた速度で、アスファルトの糸が切れるまで引張る。丁度切れた時のアスファルトの糸の長さを cm で表わし伸度と呼ぶ。試験の標準条件は AASHO 方法の T-51, ASTM 方法の D-113 にある。

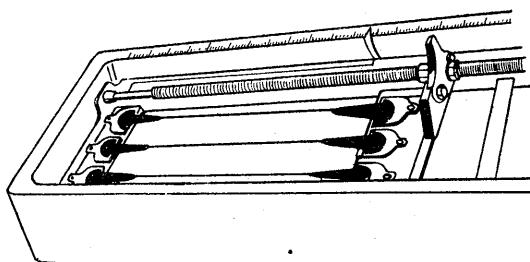


図-5

5. 可溶性試験 (瀝青全量試験)(Solubility) —— 可溶性試験はアスファルト・セメントの瀝青含有量を決定する試験である。二硫化炭素に溶解する部分が瀝青分と呼ばれてアスファルト・セメントの活発な粘着力を作用する成分を表わしている。大部分のアスファルト・セメントでは二硫化炭素でも四塩化炭素でも溶解度は等しい。四塩化炭素は可燃性でないので、溶剤としてはこれが最も一般的に用いられる。溶解度の決定は、アスファルト・セメントを溶剤に溶かして不溶性の物質から分離する方法による。試験の設備と方法は AASHO 方法の T-44 及び AASTM 方法の D-4 である。

6. 比 重 (Specific Gravity) —— 比重は一般には規定されてはいないが、使用するアスファルト・セメントの比重を知っておくことが望ましい。というのは、高温で測られた容積を他の温度の時の容積に修正するのに有效である。また比重は締め固められた舗装混合物に於ける空隙決定のための一要素でもある。比重測定は一般にピクノメーター方法で決定され、AASHO 方法の T-43 と ASTM 方法の D-70 に詳述されている。

II. カットバック・アスファルト

1. 引火点 (Flash Point) —— カットバック・アスファルトの引火点は開放式タグ引火点試験 (Open Tag Flash Point) で測定する。試験の目的はアスファルト・セメントの場合に述べたと同様であるが、[図-6]における様にカットバック・アスファルトを間接加熱する様に装置されている。試験装置と方法は AASHO 方法の T-79 及び ASTM 方法の D-1310 に記述されている。

2. 粘度 (Viscosity) —— カットバックアスファルトの粘度又は流動抵抗は一般にセイボルト・フロール粘度試験により測る。(Saybolt Furol Viscosity Test) 試験にはセイボルト粘度計が使用される。カットバック・アスファルトの規定量が標準の筒の中で規定温度になる迄流出孔 (Furol Orifice) のストッパーで閉じておき、試験温度になつたらストッパーを開いて、流出孔から 60 ml の液体アスファルトが流下する時間を秒で測る。材料の粘度が大きい程流下に要する時間がかかる。試験値はセイボルト・フロール秒 (Seconds, Saybolt Furol) (SSF) として表わされる。試験装置と方法は AASHO 方法の T-72 及び ASTM 方法の D-88 に詳述されている。カットバック・アスファルト及び SC 液体アスファルトについての同温度 (140°F) に於ける粘度は [表-13] である。

表-13 液体アスファルトの粘度比較 (140°F = 60°C)

液体アスファルトの種類	140°Fに於けるセイボルト フロール粘度概略値
RC ₀ , MC ₀ , SC ₀	15~30
RC ₁ , MC ₁ , SC ₁	40~80
RC ₂ , MC ₂ , SC ₂	100~200

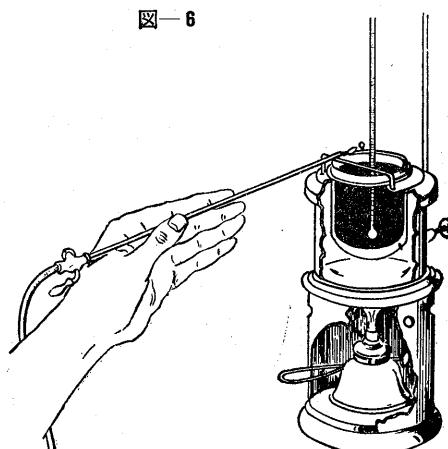


図-6

RC ₃ , MC ₃ , SC ₃	250~500
RC ₄ , MC ₄ , SC ₄	600~1,200
RC ₅ , MC ₅ , SC ₅	1,500~3,000

[表-13] では粘度範囲があまりに広過ぎるので、アスファルト協会 (The Asphalt Institute) では液体アスファルトの種類別に試験温度を次ぎの様にかえて粘度を測定する様に定めている。

(第2表, 第3表, 第4表参照)

液体アスファルトの種類	フロール粘度の試験温度
RC ₀ , MC ₀ , SC ₀	77°F (25°C)
RC ₁ , MC ₁ , SC ₁	122°F (50°C)
RC _{2,3} , MC _{2,3} , SC _{2,3}	140°F (60°C)
RC _{4,5} , MC _{4,5} , SC _{4,5}	180°F (82.2°C)

前掲の表から RC, MC, SC の三種類の液体アスファルトでは、各番号毎にフロール粘度は同範囲であることが分る。

最近ではセイボルト・フロール試験から Zeitfuchs 型の逆流式毛細管粘度計による粘度測定に移行している傾向であるが、これに關しては ASTM D-445 の付録 F に記述されている。又これは加熱アスファルト・セメントにも適用されている。

3. 蒸溜試験 (Distillation) —— 蒸溜試験はカットバック・アスファルトに含まれるアスファルトと溶剤 (揮発分) との相關的配合を決定するためのもので、また色々の温度で蒸発した溶剤の量を測定して溶剤の蒸発のしかたを知るためのものである。又これにより施工後の材料の硬化 (cure) の速さを知ることが出来る。蒸溜試験後の残溜アスファルトについては前掲のアスファルト・セメントで述べた一連の試験が行われる。

蒸溜試験は冷却器に連結された蒸溜フラスコにカットバック・アスファルトの規定量を入れ、ゆるやかに規定

図-7

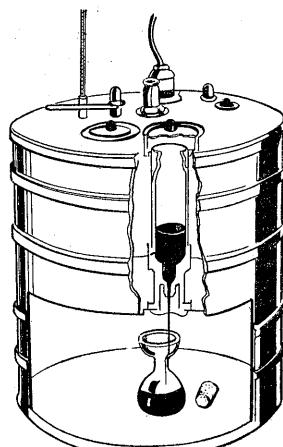


図-8

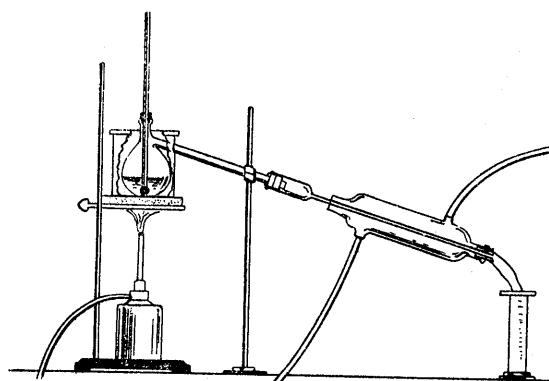
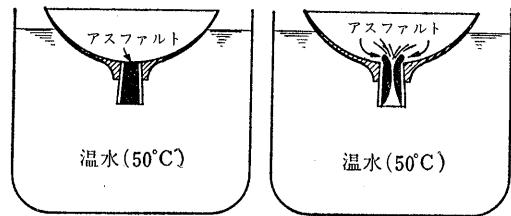


図-9



温度になる様に加熱する。定められた種々の温度の時の蒸発する溶剤の量を記録する。温度が 680°F (360°C) になったら残溜アスファルトの量を測り、原試料に対する容積%を表示する。

試験方法と装置はAASHO方法のT-78及びASTM方法のD-402に説明されている。又この試験を図解したのが〔図-8〕である。

4. 蒸溜残渣試験 (Test on Residue From Distillation)—蒸溜試験後の残溜アスファルトは一般に針入度、伸度と瀝青全量の試験が行われる。

5. 比重 (Specific Gravity)—この試験は一般には規定されていないが、使用されるカットバック・アスファルトの比重を知っておくことが望ましい。高温で容積測定した場合、他の温度に於ける容積に修正するのに役立つ。試験はピクノメーターで行われ、AASHO方法のT-43及ASTM方法のD-70に記述されている。

III. SC液体アスファルト (Slow-Curing Liquid Asphalt)

1. 引火点—装置、方法、目的はアスファルトセメントの項で述べたと同様である。

2. 粘度—装置、方法、目的はカットバックアスファルトの項で述べたと同様である。

3. 水分 (Water in Asphalt)—アスファルトの容積を測ってから、金属製蒸溜釜に入れて、石油ナフサで完全にかきませる。この釜には逆流冷却器 (reflux condenser) が取付けられていて、その下方に目盛のついた集水管 (Trap) があり、蒸溜釜を加熱すると試料中の水が蒸発し冷却されて集水管の中に集められる様にな

っている。水の容積を測り原試料の容積に対する%として表わされる。溶剤は蒸溜釜に戻る様になっている。この試験の装置と方法は、AASHO方法のT-55及びASTM方法のD-95で詳述されている。

4. 蒸溜試験—この試験の装置、方法、目的はカットバック・アスファルトの項で述べたと同様であるが異なる点はカットバック・アスファルトでは蒸溜温度が数種に亘って行うのに対し、SCでは 680°F (360°C) の温度の時だけに対する試験である。この理由はSC液体アスファルトの溶剤はその性状が油性に富んでいて、この製品はカットバック・アスファルトの様に速い速度では硬化 (cure) されないからである。

5. 浮遊試験 (Float Test)—浮遊試験はSC液体アスファルトの蒸溜後の残溜物に対して行われ、修正された粘度試験である。というのは残溜物は針入度試験を行うにはあまりに軟かすぎるし、又セイボルト・フロール粘度試験をするには、その値があまりに小さすぎるからである。そこで前両者の試験の不適当なこの範囲内で製品の軟かさを表示するのに限られて使用される。

試験は〔図-9〕に示す如くで、アスファルトの残溜残渣を 41°F (5°C) に冷却したものを、容器 (Float Cup) の底の流出口に詰込んで固める。次にその容器を 122°F (50°C) の水中に浮遊させてから、水がアスファルトの詰込み栓を破るまでの時間を測って決定する。規格でSC液体アスファルトの各種に対し値をきめている。試験についてはAASHO方法のT-50及びASTM方法のD-139に述べられている。

6. 針入度100のアスファルト残渣 (Asphalt Residue of 100 penetration)—この試験はSC製品に行われる。SC材料の硬化の速度はおそいので、その耐用期間中に針入度が100までに低下することもあるが、それまで低

下しない場合もある。試験の主たる目的は針入度 100 になるアスファルト残渣を作りその量を測り又この残渣に対してアスファルト・セメントの標準試験が行うことである。

SC 液体アスファルトを $480^{\circ}\sim450^{\circ}\text{F}$ ($249^{\circ}\sim260^{\circ}\text{C}$) に熱して、油分を消失せしめ、針入度が 100 に達する様にする。この時のアスファルト残渣物の重量による百分率を決定する。規格には SC 液体アスファルトの各級についてかかる残渣物の最小含有率がきめられている。試験方法は AASHO 方法の T-56 及び ASTM 方法 D-243 に述べられている。

7. 伸 度——SC 液体アスファルトの伸度は針入度 100 のアスファルト残渣に対して決定される。

8. 潜青全量——SC 液体アスファルトに対する潜青量試験の目的はアスファット・セメントの場合に述べたと同様である。

9. 比 重——この試験の方法、目的はカットバック・アスファルトで述べたと同様である。

IV 乳化アスファルト (Emulsified Asphalt)

1. 粘 度——この装置、方法、目的は根本的にはカットバック・アスファルトと同様で、AASHO 方法の T-59 及び ASTM の D-244 に述べられている。

2. 蒸溜残渣 (Residue from Distillation)——乳化アスファルトの蒸溜試験はアスファルトと水の相対的な割合を決定し本項の 7 に示す試験を行うためのアスファルトを得るために行う。試験方法はカットバック・アスファルトの場合と根本的には同様であるが、異なる所はガラスのフラスコと「ブンゼン・バーナー」の代りに鉄製蒸溜釜と「リング・バーナー」を使用していることである。試験装置、方法は AASHO 方法 T-59 及び ASTM 方法 D-244 に記述されている。

3. 貯藏安定度 (沈澱) (Settlement)——貯藏安定度試験は乳化アスファルトの貯藏中に、アスファルト粒子が沈澱を起す傾向を発見するために行われる。乳化アスファルトの試料を目盛のあるシリングーに入れて 5 日間放置し、5 日後に試料をシリングーの頂部と底部から採取し、アスファルト含有量の下部のものから上部のものを差引いた差によって決定している。方法、装置は AASHO 方法 T-59 及び ASTM 方法 D-244 で述べられている。

4. 破壊試験 (Demulsibility)——破壊試験は速硬性か中硬性の乳化アスファルトが土や骨材にうすい被膜として撒布された時にコロイド状のアスファルト粒子が破壊する相対的速さを示すものである。塩化カルシウム (Ca Cl_2) は乳化アスファルトの微少アスファルト粒

子を凝結させる性質がある。試験では塩化カルシウムの水溶液を乳化アスファルトと混合してアスファルト粒子の凝結の度合を決定するために篩の上に注ぐ。速硬性の乳化アスファルトでは、ごく薄い塩化カルシウム水溶液が使われる。規格では溶液の濃度と篩残留のアスファルトの最小量を規定している。速い破壊速度は乳化アスファルトが骨材に接触するや直ち分解することが望ましい時に要求される。中硬性乳化アスファルトに対する試験には速硬性型に用いられるものより濃い塩化カルシウム水溶液が用いられる。中硬性型 (MS) のものはアスファルトが早く凝集することは望ましくないので、規格では水溶液の濃度をきめてその時の破壊の最高制限値を規定している。試験装置、方法は AASHO 方法の T-59 及び ASTM 方法の D-244 で述べられている。

5. 篩 試 験 (Sieve Test)——この試験は貯藏安定度試験の補足的試験で、比較的大きな粒子の形で存在しているアスファルトの量を % で表わしたものである。この様なアスファルト粒子は骨材表面に薄い均一な膜を作る事が出来ないが、これは貯藏安定度試験では発見出来る事もあるが、出来ない事もある。と云うのは貯藏安定度試験の結果は、沈澱を起こすために、アスファルトと水の比重が充分異なる場合のみに見られる時の数値であるからである。

篩試験では、乳化アスファルトの代表的な試料を 20# (0.84mm) 篩に注ぎ、篩に残ったアスファルトを sodium oleate で洗い、最後に蒸溜水で洗った後、篩に残ったアスファルトを乾燥して、篩残留アスファルト量を決定する。試験方法、装置は AASHO 方法 T-59 及び ASTM 方法 D-244 に記述されている。

6. セメント混合試験 (Cement-Mixing)——この試験は速硬性、中硬性乳化アスファルトに対する破壊試験と同目的で遅硬性乳化アスファルトに対して行われる試験である。遅硬性 (SS型) のものは細骨材やダストなどの材料と一緒に用いられ、前述の破壊試験で使われる塩化カルシウム水溶液では一般に影響されない。

セメント混合試験では、乳化アスファルトの試料を細粉ボルトランド・セメントと混合し、混合物は 80# 篩を通して洗われる。規格では篩残留物の残留百分率を規定している。(AASHO 方法の T-59 及び ASTM 方法の D-244)

7. 残 渣 試 験——蒸溜残渣物には針入度、潜青全量、伸度の試験をなす。方法はアスファルト・セメントに述べた通りである。

8. 比 重——比重試験の方法はカットバックアスファルトで述べたと同様である。(次号につづく)

(世紀建設工業株式会社常務取締役)



アスファルト雜記

藤 原 武

いつぞや『セメント』に關係ある雑誌から原稿の依頼をうけたことがあった。内容は雑文で結構——というお話をだったので、それならばと早速駄文をものしてお渡しました。

その後小生の原稿はサッパリその雑誌に現われない。どうしたものかと思っていると、やがてその雑誌の編集の方が見えて、

「まことに恐縮だが、この原稿はご勘弁願いたい」という話である。

理由を尋ねてもはっきりしたことを言わぬが、これを全国一般の道路技術屋さんに読まれると、セメント屋さんには不利になるから困るということらしい。薄謝とやらを置いて逃げるようにして帰って行った編集の人のうしろ姿を見送って、何でもいいから書いてくれと頼んでおきながら、内容が自分達に不利だから勘弁しろとは、何という虫のよさだ——と腹を立ててみたものどうにもならなかつた。

さて、この原稿もアスファルト協会から依頼をうけたのである。これも雑文でよければ——と念を押してみたらOKということで、例によって例の如き雑文を書いてみたわけである。しかし、アスファルト協会と言えども『アスファルト』業界の後押しで存在していることを考えると、この文章は業界にとってまことに都合が悪いから……というような破目になる恐れも多分にある。だから前以って、もしこの原稿がお気に入らなければ返して貰うことを申し上げてから、この原稿をお渡ししようと思っている。

『アスファルト』の話になると、どうしても相手役として『セメント』が登場する。そうすると『大毎対南海』を論ずるが如く、『若乃花対朝潮』に口角泡を飛ばすように『白と黒』談議になり、その優劣長短前後左右の話になって仕舞う。

夫々の当事者が向い合えば丁々ハシと激しくやり合うのは当りまいだが、USER側である小生は夫々の意図するところとは別に、我儘勝手に至極冷淡な見方考え方をするに過ぎない。したがってもしどちらかの悪口となるとすれば、それは第三者的悪口だからムキにならないで聞いて頂ければ幸いである。

☆

『道路標識令』、というものがある。總理府令、建設省令となっている道路標識とはこの頃化粧品屋の宣伝にも使われ出したあの『交通止め』、『駐車禁止』、『一方交通』などという代物である。

先日この『道路標識令』の改正があって、新たに『国道番号』などと一緒に『スリップ警戒標識』、というものが登場した。参考までにその図案を挿入しておいた。

道路のスリップ事故が最近甚だしくふえてきたことは、警視庁の交通事故白書にもある。何故スリップ事故がふえたかということを一口で言えば、道路が整備されて路面が良くなってきたことと、自動車の速度が早くなってきたことである。道路の路面がデコボコしていればスリップどころではないし、東京都心のようにノロノロと牛の歩み程度にしか走れないところでも滑りようがないのはあたり前である。

道路のスリップは勿論舗装の上の話で、雨の降りたてに最も多いとされている。これは舗装の上にたまたま塵埃が雨によってコロイド状にねられて、潤滑油のごとき役割を果たすのだそうである。

ところで『白と黒』はどちらが滑るか、となると、この話は以前に雑誌『道路』に書いたことがあるが、人によつては『セメント』の方が滑るといひ、又或る人は『アスファルト』の方が滑ると言う。色々の人のご意見を拝聴した結果をまとめてみると、比較的お年を召された方々は、『セメント滑り説』を、若い年層に属する人

は「アスファルト滑り説」を持っているようである。

年令によって分けるというのはおかしなことだが、その根源を探ると、昔に行われた試験の結果や古い外国の文献では「セメント」の方が滑り易いとなっており、最近の試験やら資料には「アスファルト」の方が滑るということになっている関係からご意見が相反することになるらしい。

お前はどうちだ……と聞かれると、今まで見てきたところでは黒の方が滑り易い、と申し上げざるを得ない。

私も若い方に入ることになるが、これは私のみならず若い年層の道路技術者の比較的一致した意見である。世の中は時の流れと共に移り変り、交通の情勢、自動車の構造、道路の構造などが年と共に著しい進歩発展を遂げている今日、古い話よりは新しい話の方が真実に近いことは自然の理である。

「白」が滑るということも、ついこの間までは広く信じられていたことで、昭和30年に出版された日本道路協会の「セメント・コンクリート舗装要綱」には、5%以上の急勾配には亀甲型に凹みをつけた滑り止めをつける、と書いてある。ところが実際にこの亀甲型をつけてみたところで、最近の上等のスプリングをつけた自動車では、いたずらに八釜しい雑音を発し、又こまかい震動を自動車に与えるに過ぎない。5%を7%位にあげたら、と言うような意見も出ているが、むしろコンクリート舗装は容易に滑るものではないから、馬車交通時代の遺物である凹みなどはやめてしまえ、というような人もいるくらいである。

これに対して「黒」はどうかというと、昭和29年に国道17号線の浦和の手前の別所坂で滑り止め工法が初めて用いられたが、それ以来滑りを防止するために全国の道路技術者が苦心慘胆して滑り止め工法を研究している。最近はシール・コートをやらない舗装の方が常識的になってきたが、これも滑りを防止する目的が大きい。

こう考えてくると「黒」の方が滑り易いという方が本當らしい。しかし「黒」が滑り易いという欠点をもっている割合に、アスファルト屋さんはこの問題を余り熱心に考えていないようである。

Epoxy resin という樹脂系の接着剤でアスファルト舗装の上に碎石などを貼りつけて滑り止めにしようとする方法が、アメリカやイギリスで或る程度行われているようだし、私のところでも試験的に多少使ってみた。

アスファルト舗装の欠点である滑りについては、何も高価な樹脂を用いなくても、アスファルト自体について、或いはアスファルト舗装の勉強を進めていくて解決するのが本筋であると考える。

☆

舗装とは毀れ易いもの、という概念は随分古くからある。毀れない舗装をこしらえるために、道路の技術屋さんは長い間にわたって苦心慘胆してきたところであるが、毀れない舗装をつくるということは、舗装そのものの経済性などから考え合せると容易なことではない。

橋梁が毀れるということは、それは人の命に直接深い関係を有することと、交通を杜絶させるということから、それらの構造物は十分な安全性をもって設計される。これにくらべて舗装の方は毀れても人命に危険を及ぼす度合は少ないし、交通に与える障害も左程ではない。従って橋梁ほどの安全性を必要としないし、経済性からの制約をうけて毀れるか毀れないかのぎりぎりの設計が要求されている。だから舗装は毀れ易いものであることは間違いないようである。

先日も舗装のベテランを以て自他共に許す人が、「俺は舗装に自信がもてなくなってきた」

としみじみ述懐した。十分な自信をもって設計し、施工した舗装が次々と壊れてゆくのを見ていると、今までに長いことかかって己れの中に築き上げてきた舗装に関する蘊蓄が、がらりがらりと崩れてゆくのだそうである。

もっともだ——とうなずき、それは最近の異常な交通量と交通荷重の増大によるものであり、又維持を怠るからであると慰めてみたものの、自分が抱えた舗装が毀れてゆくのを、まのあたり見るあの嫌な気持を思い起して撫然とした。

しかし毀れる——毀れる——と恐れおののいている舗装も、さて毀す段になるとなかなか毀れないものである。

東京都内では、古い舗装の修繕工事をしようとすると、飽和状態に近い交通量を抱えて、その真只中で工事をするわけにはゆかず、交通量の少い夜間を見計らってササッと短時間で工事を片づけなくてはならない。短かい時間で修繕工事をやり遂げるために最も隘路となるのが舗装を毀す仕事である。

舗装の修繕工事の中の色々な工程、例えば、路床の掘削、路盤工、基層工、表層工などの中で最も時間がかかるのが在来舗装の取扱いという仕事であり、これを短かい時間でやることは舗装修繕工事全体の作業時間を縮めるという意味できわめて大切なことがある。毀れやすいと言われる舗装を毀すのに四苦八苦するのだから、世の中まことに皮肉である。

東京都内の国道の舗装を見ると、最も多いのがホワイト・ベースをもったアスファルト舗装である。何故に今までこのような構造の舗装を採用してきたかは、未だに不分明であるが、恐らくは都内の交通量の多い国道で

は、舗装の打換えを行うことが困難であるという理由から、セメント・コンクリートの強さとアスファルト・コンクリートの平坦性を兼ね備える設計にしたものと考える。

ホワイト・ベースを用いたことの良し悪しは別として舗装を毀すことの難かしさから判ると、『白と黒』は比較にならない。寄り切りで『アスファルト関』に軍配があがる。舗装とは破損する危険率の高いものであり、絶えざる十分な維持と修繕を必要とするものであると考えると、毀し易いということも『白と黒』判定の目安となるものではなかろうか。

☆

すっかり暑くなった。暑さの中を東京の街の中を飛び歩くのは全く骨が折れる。ギラギラと照りつける太陽は自動車の屋根を焼いて、中は蒸し風呂のようだ。少しでも風をと思って窓を開ければ、行き交う自動車の排気ガスと塵埃が遠慮なく入ってくるし、自動車の洪水は到る処にあるゴーストップで交通の流れを乱して、暑さのために立ち易くなっている腹を益々搔き乱す。と言って都内国道を担当している手前徒らに腹を立ててばかりいるわけにもゆかず、やむなく——と言うと怒られるが——ホコリと汗にまみれている。

夏になるとアスファルトの舗装の良し悪しがわかると言われる。アスファルトの針入度が不適当であったり、アスファルト量が多過ぎたりすると、舗装の上に下駄の歯形がついたり、自動車が走ると舗装表面に浮き出したアスファルトが雨の中を走るときのようにベチャベチャ音を立てたりする。アスファルト舗装に生ずる波は、このような原因によるものである。

アスファルト舗装の波や凸凹はアスファルト舗装の宿命的な欠陥である。『白と黒』の平坦性が云々されるが、これは問題なく『白』の勝と考える。『白』には目地という弱点があるではないか——という人もあるが、目地による自動車の衝動は、目地の手入れを十分に行って目地材料が飛び出すのを絶えず修正しておけば、かなり是正されるものである。

セメント・コンクリート舗装の平坦性の強みは何と言ってもリデッドであることと、型枠を用いるために平坦性を得ることが施工上容易であることである。アスファルト舗装も最近ではフィニッシャーを使うから平坦性はよくなってきたことも事実だが、それよりも舗装の平坦性に影響の深いのはアスファルトが単に骨材の結合に用いられているものであって、しかもアスファルトは温度によって著しく性格が変るということである。この点はセメントが自から硬化して温度による影響が殆どないのと全く異なるところである。

平坦性の優劣を明瞭に示すのが国道1号線の鈴鹿峠の舗装である。鈴鹿トンネルを境として三重県側は、『黒』であり滋賀県側は『白』である。この辺は比較的交通量も少ないしボリスに擋まらない限り思い切って車を飛ばしてみるがよい。この舗装は何れも昭和31年から32年にわたって行われたものである。

しかしこの平坦性についての『白と黒』は、どこまでも一般論であって、セメント・コンクリート舗装と言えども施工技術が低ければデコボコにもなりうるし、アスファルト舗装でもアスファルトそのものの性質を十分に吟味することと、完全な混合物の品質管理、さらに高度の施工技術を駆使することによって満足すべき平坦性が得られる。

自動車の高速化が日一日と進んでいる現在、舗装の平坦性は益々強く要求されることになるであろうし、そのためにはアスファルトそのものの品質の向上が当然望まれるようになるであろう。

☆

私は商売というものをやった経験が全くない。役人をやっているのだからあたり前のことだが、物を金にかえるということではいささか経験をもっている。学生時代の話である。

それは学生のことだから物といってもきまりきったもので、書籍や写真機の類であり、相手は古本屋であり質屋である。遠く家を離れて勝手気儘な生活をするために古本屋、質屋ほど便利なものはないかったし、古本屋の親爺や質屋のおカミさんには今以て感謝の気持を抱いている次第である。

ところで、初回は何となく後ろめいた気持で入ったその入口も、足繁く通っているうちにお互いに気心も知るようになると、友人の門を叩く気安さで入り込むようになる。親爺の暇な時には上り込んで2時間も3時間も油を売ってくる。

こうなるともう一人前で、古本屋という商売の実情や質屋の内幕を覚えてしまって、古本屋の欲しがっている本1冊に駄本を5冊つけて高く買わせたり、親から送ってきた一年分の授業料を一と月質屋に預けて、その金利代りに長いこと入れておいた物一切の利息を只にさせたりの高等戦術を駆使したものである。

その結果古本屋と質屋で得た教訓は『汝の敵を知れ』ということであった。

私は商売は知らない。しかしこのささやかな経験は商売にも通ずるものと思う。そしてここで申し上げたいことは、『道路』を相手として商売をなさる方は『道路技術』を知って頂きたい、ということである。

舗装機械をつくる機械メーカーが舗装をどうやって拵

えるかを知らず、舗装材料をつくる各種材料屋さんが舗装とはどういうものかを摑まえていない——これがわが国の実情である。商売とは売って儲けることと考えるが、売らんかな一本槍のやり方、営業マンの口先一つで片付けようとするやり方は、『道路』の発達を阻害するものであり、『道路技術』を毒するものである。

アメリカにはアスファルト・インスティチュートというものがある。これには石油メーカー、アスファルト舗装機械メーカー等の大きなバックがあると聞くし、シェ

ル石油会社やバーバー・グリーン社などは一流の道路技術者を擁している。

わが国においても舗装技術は日進月歩の目覚ましい進展を示している。又アスファルトは舗装材料として大きな期待を集めている。アスファルトが舗装材料として大きく飛躍するためには、石油メーカーが舗装技術を知ることが必要である。もし石油メーカーがアスファルトを糞的存在として軽視するならば、舗装技術はアスファルトを遠慮なく置き去りにするであろう。

(建設省東京国道工事々務所長)

別冊第2号発行御案内

アスファルト舗装工事に従事する人、研究する人に役立つ

『アスファルト舗装の検査、管理および施工要領』 B5版14ページ図解入 実費頒価40円(税込)

設計、路盤から現場においての具体的な工事進行状況、舗装機械の使用法に至るまで解説した本邦唯一の実用書

皆様方より御好評を頂きましたアスファルトプラントの検査と管理に引き続き、別冊第2号を上記の通り発行致しました。

建設省、道路公団、都道府県の主要関係官庁およびこれの主要現場、民間代表土建業筋へは一部無料配布致しました。

特に個人および職場で御希望の方は、本会迄御申込み下さい。実費でお預け致しております。御申込は現金または切手を同封願います。

尚、アスファルトプラントの検査と管理は、ただいま品切れになりました。お申込み頂いている方へは、その旨御返事致しましたが、増刷まで暫くお待ち下さい。

既刊の各号について

第8号及び第10号より第14号までは、部数が残っておりますから御希望の方は御申込み下さい。

別冊、本誌とも建設省、道路公団等の官庁関係へは無償でお預けしておりますので、御遠慮なくお申込み下さい。

ドイツの歴青材による 安定処理要綱の紹介

岩間 滋

最近切込み砂利、スラグ、碎石などの路盤ないし基層用として優れた材料が不足し、工事を経済的に行なうために現地の材料を極力利用する安定処理工法の必要性が増大している。安定処理の対象としては関東ロームのような甚だしい不良土もとりあげられているが、さしあたり砂のようなものも相当に使えるはずである。実際粒度分布の悪いものも含めれば、砂は現在でもかなり入手しやすい材料である。

しかし砂をセメントで安定処理しようとすれば、特に单一粒度の砂をセメントで処理しようとすれば、しばしば10%以上のセメントを必要とし不経済になりやすい。そのため砂の安定処理は歴青系の材料、特にタルで行なうと得策なようである。しかし砂に歴青材だけ加えても現場での締固めが極めて困難で実際に使えないことが多い。したがっていわゆるバインダーに相当するフィラーを加えるのが普通である。また歴青材と砂の付着がよくなるように少量の生石灰をさらに加えることが多いようである。

最近、氷河堆積砂に恵まれているために砂の安定処理について豊富な経験をもっているドイツの安定処理要綱案を入手したので、御参考までに紹介する。なお砂の安定処理においてはたとえフィラーを入れて粒度分布を改良した場合でも締固めは必ずしもやさしくない。その場合砂利を混和できれば問題ないが、もともと経済性を

狙っている以上砂利を混和したくないことが多いであろう。そのためドイツでは路上混合機に予備転圧装置をつけたスタビライザーを多く用いている。その一つはわが国にも輸入されたフェーゲレのスタビライザー（振動締固め機がついている）であり、もう一つは英國製のハワード・スタビライザー（突固め機がついている）である。これらのスタビライザーを用いればタイヤローラーを通してわだち掘れを起すおそれがないことを付言しておく。

『歴青材による土質安定処理要綱案』

第1部 砂

ドイツ道路学会
1958年4月10日作成

まえがき

この『歴青材による土質安定処理要綱案』は路盤基層分科会の『土質安定処理』小委員会のペツツホルト工学士の原案によって1958年4月10日に作成されたものである。第1部は砂の安定処理を取り扱っている。

ドイツ道路学会

0 一般

0.1 概念の決定

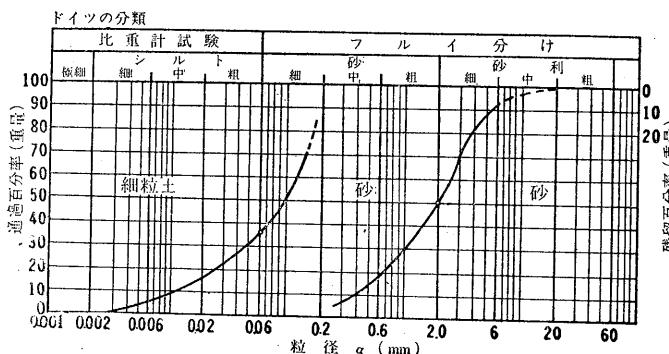
『歴青材による土質安定処理』という言葉は舗装の路盤をつくるために、もしくは路床を改良するために歴青系結合材を加えることによって土を処理することを意味している。

『歴青材による土質安定処理』の特長は現地の土にも改良した土にも、客土にも使えることである。

0.2 適用範囲

安定処理は舗装体のうちどの層を処理するかに応じて次の三つの目的に役立つ。

- a) 路床を改良するために。
- b) 路盤ないし基礎として。
- c) 独立した舗装として。



個々の場合についてどの方法を用いることができるかは土の性質と、舗装全体の工種と予想交通荷重などに関係する。歴青材料によって処理した層は交通による衝撃をやわらげ、また路床に加わる荷重を小さくする。

重交通を通す道路では路床改良として路床を歴青材で処理することができる。

コンクリート舗装に歴青材による路床改良工法を用いる場合には、交通の動的な作用や水やその他の原因によって路床土の配列が次第に変えられていくのを防ぎ、コンクリート版に対して一様で変化せぬ支持を与えるようにしなければならない。

歴青舗装に路床改良工法を用いる場合には土の支持力を高めるものでなければならない。

歴青材によって安定処理した層を路盤ないて基層として用いることはあらゆる舗装において可能である。この場合歴青材によって処理した層は交通荷重をやわらげてその下の層に一様に分散して伝えなければならない。

歴青材によって安定処理した層を独立した舗装として用い、表面にごく薄い層（たとえばアスファルト・スマム、表面処理、薄い摩耗層など）をおくことは軽交通を通す等級の低い道路、村落をつなぐ道路、農道、林道、自転車道、モーペット道路、その他それに類似した道路に用いることができる。

この工法は路床の凍上や排水に関しては従来の工法よりも劣っている。（1958年の道路凍害対策指針を参照）森林道や農道で一般に凍結融解期間中に交通を通さない場合には、この指針に示されていることのうち必要止むを得ざるものだけを考慮すればよい。

0.3 土の種類

歴青材による安定処理に適した土質がどの範囲のものであるかは完全にはわかっていない。今までのところ主として砂質土（砂、砂利）とソ性の低い粘性土（P I < 10 : 0.06mm 通過量が75%まで）に用いて成功した。土のソ性が高くなるにしたがって土を機械的に粉碎するためのエネルギーが大きくなり、工事中の天候に支配されやすくなるから、自から使える土質の限界が生ずる。粘土を含む土でも場合によっては石灰などによってあらかじめ処理しておけば歴青材による安定処理をすることができる。

0.06mm 以下が35%以上あるような粘性土の安定処理は今までほとんど行なわれなかった。今までの結果から一般的な結論を引き出すことはできない。（訳者註：前記75%と矛盾しているが不明：おそらく75%が間違いで、35%が正しいであろう。）

この要綱の第1部はまず「砂」の安定処理だけを取扱っている。砂利の安定処理と粘性土の安定処理について

の部分は将来つくられるであろう。

1 砂

1.1 土の範囲

ここで「砂」という言葉は図-1で「砂」と示されている範囲の土をすべて含むものとする。この粒度範囲は1955年6月に発表された「土質試験法要綱」によると、粗い方は2mm フリイ残留量が50%以下の「砂利混り砂」に境し、細かい方は0.06mm以下が35%以下の「シルト質砂」に境している。したがってこの粒度範囲は、細砂、中砂、粗砂のすべてを含むばかりでなく、それらの混合物を含んでいる。

1.11 要求

ここで示された砂はすべて締固めた後の空隙率が比較的大きいという特長をもっている。適當な歴青系結合材を混合することにより砂の個々の粒子をお互いに結合し、その結果たえず締固められることができ、また砂に粘着力を与えるようにしなければならない。

したがって結合材の量、種類、混合方法、締固め方法に対して次のことが基本的に要求される：

a) 結合材の量は多すぎるとこねかえされやすくなり内部摩擦角を減ずるから多量に用いてはならない。

b) 粘着力をできるだけ大きくするためには粘い結合材の方が優れている。ただし施工が申し分なくできることが前提である。

c) 集中的な機械的混合を行うことによって結合材をよく分散させるようしなければならない。

d) 土-結合材混合物を締固めるにあたって最適含水比で締固めるという締固めの原則に留意しなければならない。この場合混合した結合材は締固めに際して液体として働くこともできることに注意しなければならない。

1.12 構造と層厚

1.121 路床改良

路床を改良するために砂質を歴青材で処理する場合にはまず第一に耐久性に豊み、含水量変化、温度変化、動的荷重などの影響を受けにくい組織になるようにしなければならない。歴青材の添加量の上限は安定処理した層が交通によってソ性変形を起すようなことがあってはならないという要求からきまる。処理すべき砂がシルト分を含んでいる場合にはシルト分は空隙をある程度満たすばかりでなく、バインダーとして支持力を高める働きをもっている。砂がこのような細粉分をもっていない場合には、したがって適當なフィラー（たとえば石粉）を試験結果に応じて適當量を加えてやらなければならぬ。

およそ2%の生石灰を加えると大抵の場合混合しやすくなり、結合材が土の粒子にくっつきやすくなり、硬化

しやすくなり、水の影響を受けにくくなる。

路床改良の場合の層の厚さは一般に12~18cmである。歴青材による土質安定処理は一般に一層で施工される。

1.122 路盤、基層ないし独立表層

歴青材によって処理した砂質土を全舗装構造のうちの路盤ないし基層として用いる場合、あるいは独立した表層として用いる場合土一歴青材混合物の安定度に対して特にきびしい要求をしなければならない。歴青材が多すぎることも少なすぎることも避けなければならない。歴青材が少ないと粒度分布の悪い砂質土は水を吸った場合にこわれやすい。

このことは湿った混合物の安定度と乾いた混合物の安定度を比較してみるとわかることがある(1.31を見よ)したがって歴青材で処理した路盤ないし基層をつくる場合には、結合材がよく分散して混合されるようにすると同時に締固めが容易にできるようにすることに特に重きをおかなければならない。粒度分布のよい砂、特にシルト分を含んだ砂は路盤ないし基層の材料として特に適している。フィラーが支持力を増す働きをもっていること、生石灰が有用な働きをすることについては1.121のべたことがそのままあてはまる。

路盤、基層ないし独立表層として用いられる場合の層厚は一般に12~22cmである。特別な場合には(たとえばバグミルミキサーで自転車道をつくる場合には)荷重が小さいから層厚を8cmまで下げることができる。

1.13 工事用材料

1.131 結合材

結合材としては次のようなものを使うことができる。

加熱したタール

カットバック・アスファルト

常温アスファルト

常温タール

アスファルト乳剤

タール乳剤

一般に次の原則が成立つ:

土の粒子が粗い程、粘っこい結合材を用いる:

土の粒子が細かい程さらさらした結合材を用いる。

1.132 フィラー

一般に市販されているフィラーは0.09mm以下の粒度分布が色々であることに注意しなければならない。フィラーとしてはできるだけ粒径の小さいものが優れてい る。

1.133 生石灰

生石灰はDIN1060に適合するものでなければならぬ。すなわち工場生産したもので、細かい粒径のものも

完全に乾燥し、反応することができる自由な酸化カルシウム(CaO)と酸化マグネシウム(MgO)が灼熱後重量の80%以上でなければならない。

1.134 水

工事用水として使える水はすべて使える。

1.2 施工

1.21 機械器具

- (1) 施工基面を仕上げて締固める機械
- (2) 工事用材料をしきならす機械(フィラーや生石灰)
- (3) 土の混合機械、自走式または被ケン引式、設計厚さの土、結合材、水混合物を深いところまで充分に混合できるもの。安定処理をする土を路線から離れた土取り場から取る場合、あるいは工事量が小さい場合には定置式のバグミルミキサーで混合することもできる。
- (4) 土の混合機械に特別な散布機がついていない場合には結合材のスプレーヤー。
- (5) かきならし機械
- (6) 締固め機械:いろいろな重さのゴムタイヤローラ、ローラ。自走式のゴムタイヤローラは施工上ならび工事の段取り上、最も合理的である。ローラーとしては4~8tものタンデム・ローラが有利である。シープスフット・ローラーは不適当である。粘性の低い結合材を用いる場合には振動締固め機械を使うこともできる。
- (7) 結合材を貯えるタンクと結合材を供給するための自動車。
- (8) 水を供給した撒布する機械。
- (9) 少くとも安定処理する土の物理試験を行なうための試験と試料採取機を備えた現場試験室。

1.22 施工面の準備

歴青材で処理するように計画した施工面は締固めて正しい高さに仕上げておかなければならない。この場合充分に締固めた施工面は、最終的に締固めた安定処理面にはほぼ等しいと考えてよい。しかしある種の土では高さの差ができる、それを修正する必要の生ずることがある。その場合にはその差をあらかじめ実験的に求めておいて施工基面を仕上げる時に考慮しなければならない。

歴青材で処理した砂層はどんな場合でも(路床改良であると路盤ないし基層であることを問わず)標準締固め試験における最大乾燥密度の100%以上の密度になるよう充分に締固めなければならない。施工面の性質は舗装の平坦性、厚さ、路上混合機による土一結合材混合物の混合の均一性に大きく影響するから、かきならしは特に注意深く行なわなければならない。

施工面のわだち掘れ、ないし凹凸は路上混合機を通す前に除いておかなければならない。

1.23 作業の順序

1.231 添加材料の添加

安定処理をする前に添加材料を加える場合にはこれを混合の直前に施工面上に一様にしきならし、必要に応じて予備混合しておかなければならない。水を加える必要がある場合には混合の直前または混合の最中に加えるとよい。そうすれば混合時間を短くし、混合物の品質を改良することができるからである。

1.232 結合材の混合

結合材は混合の際にくだかれた土の中に圧力によってできるだけ細かく撒布されなければならない。そうすれば結合材は安定処理される土と始めからよく混ざりあり、混合作業を節約することができる。結合材を暖めて用いる場合にはあらかじめ必要な温度まで加熱しておかなければならない。使用温度よりはるかに高い温度まで加熱すると特に長時間にわたって加熱すると一低揮発性の油まで蒸発するから、そのようなことは避けなければならない。タンク車から保温材をつけた管で供給することはよいことである。しかし路床混合機にポンプつきのタンクを備えつければ、作業を開始する前に温度が均一になるようにすると同時に、予備タンクからノズルに行くまでの間に冷えてしまうのをほとんど防ぐことができるから、もっとよい。これに対してカットバックアスファルト、常温アスファルト、常温タールを用いる場合には接着作用をもたない溶剤が混合作業が終った後で適当に空気に対してやることによって蒸発できるように、そして深いところまで一様に硬化するよう注意しなければならない。

アスファルト乳剤を用いる場合には、締固めにあたって自由になった乳剤の水は土の自然含水量に加算されて働くこと、したがって両方加えたものが最適含水量になるように注意しなければならない。

混合作用が強力であるかどうかによって土と結合材の混合を1回で行なうか、何回も繰返して行なうかがかかる。混合物は一様で、色も均一でなければならない。

土の含水量が許容値をこえたら工事を中止するか、それとも空気にあるなどの方法によって含水量を低めるようにするかしなければならない。

1.233 かきならしと締固め

かきならしと締固めのために用いる道具は1.21(5)と1.21(6)にのべたものが用いられる。いろいろな重さのローラーを用いる場合には断面を正しくかきならしたのちまず軽いローラーで締固め、段々重いローラーを通して正しい形に仕上げることができる。ローラーを何回かけるかは示標された締固め度に関係する。締固めの程度は土の試料をとることによって管理できる。締固めの時期は：土—結合材混合物が正しく混合され、

全含水量が（自然含水量+付加水量+結合材のうちの有効量）最適含水比であれば、できるだけ早く締固めなければならない。天気が悪い時、くずれそうな時には混合物が水を吸わないように、この注意をとくに守る必要がある。水が浸入すると締固めが不充分となり、支持力が小さくなる。含水量が最適値よりほんの少し多くなった場合には、締固めを少し遅らせて最適値になってから締固めるとよい。

1.24 交通に開放する時期

歴青材で安定処理した層を交通に開放するまで、またはその上に他の層を施工するまで一定の養生時間をおいて充分な支持力が得られるようにする必要がある。その時間は土の含水量、温度、結合材の種類に関する。したがって歴青材で処理した土は問題の自動車を通した時に永久的な凹みができるようになってから交通に開放しなければならない。ただしわだちの跡が僅かにつくくらいのことは問題でない。

1.3 試験と管理

1.31 工事を始める前に実施する適合試験

適合試験は問題の土が歴青材による安定処理に適するかどうかを決定し、どの種類の結合材を用いるとよいか、その他の材料や水は何をどれだけ用いたらよいかなど配合についての指針を得るために行なうものである。

適合試験は工事を開始する前に早目に経験の豊富な試験所で行なわなければならない。適合試験のためにどれだけの数の試料をとるかは、問題の区間を目で見て土の性質がどの位変化しているかによってきめる。試料は完全に代表的なものでなければならない。

安定処理する土について具体的には次のような試験が実施される（『土の物理試験要綱』参照）

- (1) 粒度分析
- (2) 標準突固め試験
- (3) 有機物含有量

粒度曲線が得られれば添加物を加えることによって現地の土を改良しておくことが望ましいかどうかがわかる。粒度分布を改良することは、その結果支持力が非常に高められる場合にだけ実施すべきである。粒度分布を改良することは添加材料がやすく入手できる程望ましいものとなる。もしやすく入手できない場合には、現地の材料を極力利用するという安定処理の利点が失なわれてしまう。

標準突固め試験を行なえば土の最適含水比と最適含水比における乾燥密度を知ることができる。土の有機物含有量がわかればどの結合材を用いればよいか、とくに土をあらかじめ処理しておくことによって使えるようにできるかどうか、あるいは全然使えないかどうかがわか

る。

次に問題の土と歴青材の混合物の供試体をつくり、安定度試験を行なう。砂を歴青材で処理する場合の配合設計を実験室における実験によって決定する場合には

(4) 円すい貫入試験 または

(5) マーシャル試験

を行なえばよい。いずれも 20°C で行なうものとする。これらの試験は結合材の量、フィラーの量、全含水量、時にはその他の添加物などを変化させた供試体をつくって実施しなければならない。供試体の形と数は試験法によってきまる。これらの供試体は標準方法で締固め、試験法の規定にしたがって室温の空中または水中に養生した後試験する。得られた最良の配合は工事を実施する際の基礎となる。

1.32 施工管理

安定処理層の施工面、添加材料、安定処理の作業などはすべて数少ないが適切な試験方法で厳密に管理しなければならない。一般に安定処理の施工面は土—結合材混合物は体積で配合するという前提にたって検査すれば充分である。その対象は細粒部分の量、安定処理層の締固めの程度およびその含水量などである。

1.321 施工面の管理

a) 粒度分布：工事を始める前に安定処理する層から土の試料を取り出し、フルイ分け試験をする。フルイ分け試験の試料数は目で見て判断した土の種類によってきまるが、大規模な工事では一定の間隔で試料をとってフルイ分け試験をする。（およそ 2000m^3 について 1 個ずつ）個々の粒度範囲（たとえば 0.06mm 以下、 $0.06\sim0.09\text{mm}$ 、 $0.09\sim0.2\text{mm}$ 、 $0.2\sim0.6\text{mm}$ 、 $0.6\sim2\text{mm}$ ）について表の形であらわさなければならない。また個々の採取場所に対して粒度範囲をグラフであらわすことができる。ここで 0.06mm フルイ通過量がわかれば 1m^2 あたり加えるべきフィラーの量が求められる。

b) 締固め：安定処理層は平らに、かつ一様に締固めなければならない。締固めの管理は乾燥密度によって行なう。求めた乾燥密度を標準突固め試験で得られた最大乾燥密度と比較しなければならない。そして必要に応じて締固めし直さなければならない。

c) 含水量：毎日の作業を開始する前と天候が変わった時に、（たとえば雨が降った時に）安定処理するために準備した施工面から何度も試料を取り出し、含水量を測定しなければならない。含水量の測定結果によって工事中に加えるべき 1m^2 あたりの水量がわかる。

1.322 工事用材料の管理

工事用材料はすべて数量の管理を一般の場合と同じように行なわなければならない。

1.323 土—結合材混合物の管理

注意：次の(b)および(c)項の管理試験は締固めが終った後に切り取った 5 個の供試体について行なわなければならぬ、(b)項によって層厚と乾燥密度を測定した後に、5 個の供試体をごちゃまぜにして結合材の量を(c)項によって求める。結合材の量が求められれば結合材のスプレイヤーの個々のノズルの撒布能力を管理するために役立つからである。

これらの 5 つの供試体は毎日一回は採取するものとし、できるだけ施工全幅員にわたってとらなければならない。配合を変更した時にはいつでも新たに供試体をつくるなければならない。

a) 温度：寒冷な時期に安定処理工法を実施する場合には毎日何回も土の温度を測定しなければならない。土の温度が 5°C 以上でなければ作業をしてはならない。土の温度が低すぎると土—結合材混合物は結合材が不足したように明るい色になる。しかし結合材を増すことは温暖な時期にフラッシュするから避けなければならない。

b) 層厚と単位重量：層厚と現場の単位重量は、1.323 の注意の項でのべた切取供試体によって求めるよ。

c) 結合材の量、撒布、温度：結合材の量と結合材を一様に撒布することについては安定処理層の全断面にわたって管理しなければならない。安定処理層の断面内で結合材が均一に分布しているかどうかは目で見て検査する。品質管理は D I N 1996 による抽出試験を行ない、含水量を決定すればよい。

結合材の温度はたえず測定しなければならない。大容量の機械を用いる場合には圧力管に温度計をつけていつも測れるようにしなければならない。

d) 円すい貫入試験：円すい貫入試験によって工事をたえず管理することは、この試験が長時間を要することから考えて不適当である。（註：この試験はわが国の貫入試験と違い室内試験である）しかし切取り供試体について土—結合材混合物の品質を試験を行ない、適合試験の結果と比較することはすすめられる。〔1.31(4) 参照〕路上混合機が通ったあとからとった土—結合材混合物の試料、ないしは定置式のミキサーから取り出した試料は適合試験を行なった時と同じ条件で締固めて供試体をつくるように注意しなければならない。

e) 平坦性：安定処理層を最終的に締固めた後の平坦性を管理しなければならない。平坦性に要求される精度は工事目的によきまるもので、示様書に規定しておかなければならない。

1.33 竣工検査試験

歴青材で安定処理した層は施工管理試験に引き続く最終的な試験を行なって始めて検収できるものである。し

たがって竣工検査試験として次のようなものを行なわなければならない。

1.331 平坦性 [1.323(e)に準ずる]

平坦性の検査は少なくとも100mごとに実施しなければならない。

平坦性の許容限界は:

- a) 路床改良の場合, 4mにつき凹凸1.5cm以下
- b) 路盤ないし基層の場合, 4mにつき凹凸1.0cm以下。安定処理層の表面は規定の高さでなければならぬ。

1.332 締固め [1.321(b)と1.323(b)に準ずる]

1.333 層厚 [1.323(b)に準ずる]

層厚の検査は工事中に始める方がよい。締固め後に測定した層厚の誤差の許容値は、路床改良の場合も路盤ないし基層の場合にも-1.5cm, +2.5cmである。

1.334 結合材の量 [1.323(c)に準ずる]

結合材の量の許容誤差は±1%とすることができる。しかし結合材の全消費量は示された結合材量から求めた数値に一致しなければならない。必要ならば用いた結合材の品質をあとから試験することもできる。抽出試験およびベンゾールないしトルオール可溶分決定は試験所で行なわなければならない。(終)

(建設省土木研究所舗装研究室)

(原) (稿) (募) (集)

御寄稿をお待ちしております。

送り先・社団法人 日本アスファルト協会

- ☆ アスファルトに関する研究論文
- ☆ アスファルトを主題とした隨筆・小話
- ☆ アスファルトに関する質問 (要領を簡単にお知らせ下さい。誌上でお答えします)
- ☆ 本誌に対する意見・感想
- ☆ 海外のアスファルトに関するニュース・研究の翻訳論文

(皆) 様方の御指導によりまして本誌は愈々第15号を発刊、益々充実味を加えて参ることが出来ました。

(そ) こで今後共、誌面を更に益んに致したいと考え、上記の通り原稿を広く募集致すことにしました。

(枚) 数は400字詰10枚見当。締切日は設けません。執筆御希望の方へは本誌用の原稿用紙お送りします。

御投稿には薄謝を贈呈させて頂きます。

その他アスファルト関係及び本誌に関するお問い合わせは御遠慮なくお申付願います。

アスファルトによる路盤について

連載 第1回

Bitumen in Base Course

C・D・ハリス

日本でも新らしく高速道路の建設が進められているが、歐州各国で大規模にアスファルトによる路盤（アスファルト base course）構築が行われている現状とその理由について、述べてみたいと思う。

まず、この工法を大規模に使用して道路を建設しつつあるのが、ドイツであって、ドイツでは砂利を骨材として広く使っている。少量のアスファルトを経済的に使って、非常によい路盤をつくっているのが現状である。

ドイツでの試験道路が成功したので、アスファルト base course はドイツのみでなく、近隣諸国のオーストリア、スイスやイタリーまで広く建設されるようになった。15~22cm 厚の密なアスファルト路盤層は、他の路盤層の厚さに比べて交通荷重による応力をかなり減少させることが判った。アスファルト base course は大部分がアスファルト舗装の路盤として使われている現状である。

そしてフレキシブルな舗装を次々と重ねて、建設すると、将来、交通荷重の増加に対応して、アスファルト層を追加舗設して耐荷力を増強するのに都合がよい。

しかし一方セメント舗装の場合でも、その下にアスファルト base course を使用している例もある。これはアスファルト base course がセメントコンクリート・スラブにおける示差的の応力を減少させることができることが判ったものである。即ち 1) 高い弾性率のコンクリートから低い弾性率の路盤にかかる応力が急激に変るのを避けて、2) 均一の強度をもつ base course をつくる。

アスファルト base course の利点としてロンドンのシェル石油（Shell International Petroleum Co.）発行の“bitumen base course” という本に次の点を挙げている。

所要

- 1) 路盤厚を減すことが出来る。
- 2) 低廉且、粗悪な骨材を使用出来る。
- 3) 連続的の構造の工法であること。
- 4) 養生の期間が不要なこと。
- 5) 機械化して施工できること。

- 6) 材料が均一であること。
- 7) 平坦な路盤が出来ること。
- 8) よく締固めた下層ができる。
- 9) 防水層が出来る。
- 10) 路床の保護の役目を果す。
- 11) 凍上防止に役立つ。

設計

アスファルト base course の施工をして得られる重要な利点として、主なもの一つは全体の厚さを減すことができ、且建設費を節約出来るということである。通常路床に応力が余りかからぬようにして、繰返しの交通荷重による変形が過大にならぬよう、交通荷重を分散させるのが撓性舗装（flexible pavement）の一つの機能である。従って舗装そのものを荷重に応じて僅かに変形して亀裂が入らず、且水を透さないような構造にすべきである。アスファルトと骨材との合材は、一時的にしき、永久的の変形にしき亀裂を生じないで交通荷重に耐えうるのに最も適したものである。

撓性舗装の設計として C・B・R 法が広く使用されている。この方法はいろいろの路床や路盤材料を C・B・R の値で表わして全舗装厚を決める方法である。¹⁾ これは経験的方法で、設計曲線はいろいろの路盤材料を使って経験的に決められている。C・B・R 法は従来の路盤材料を使っての道路建設には適当なものかも知れないが、このアスファルト base course による出来るだけ、交通荷重を分散させるという点を考えに入れてない。

出来るだけ交通荷重を分散させるという考え方のアスファルト base course の試験舗装が多數の国——特に英國、ドイツ、オーストリア及びアメリカで行われた。この試験舗装でアスファルト未被覆の石の代りにアスファルトを被覆（coat）した石を使った場合、路面の変形や路床への応力が減少することが判った。密なアスファルト合材は空隙率の多い粗なアスファルト合材より、更によい結果を示した。

第1図、第2図、第3図、は英國道研路研究所（British Road Research Laboratory）で試験舗装で三年間測定

した結果である。全試験区間は、同じ舗装厚で路盤材料と表層の材料を変えただけのものである。これらの結果によると、密なアスファルト合材は結果的に、交通荷重による永久変形が少なく、且空隙の多いアスファルト合材(High void content coated stone mixture) ですらアスファルト未被覆のものよりかなりよい成績を示している。

英國道路研究所による、より詳細な結果が第2図である。これは同じ路床土の上に構築された5種の路盤材料を使って、測定した最大応力である。図の曲線に2,305ポンド(1,045kg)の輪荷重で、80Lbs/in²(5.6kg/cm²)の表面応力を車が与えた時の路盤下の土の深さに応じた縦方向の圧縮応力の変化を示している。①の場合が最小の値を示していることに注意して欲しい。

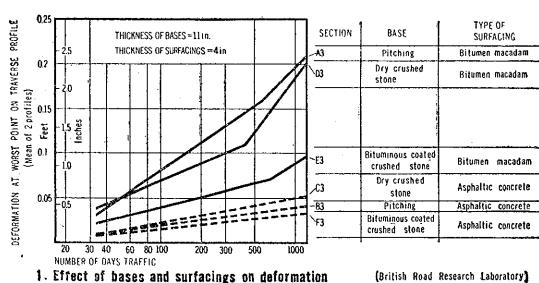
アメリカでのWASHO Road Test^{2) 3)}は大規模の試験であるが、気象条件、繰返荷重、路床土等が異なるので結果は複雑であるので簡単に解説しにくいが、大体同じような傾向を示している。これ等を要約すると、栗石をアスファルト合材と置換えた場合、舗装厚をかなり減少してもよいことが判った。第3図がそれである。

他の数多くの試験がアスファルト base course を使用した場合、舗装厚を減少することが出来ることを示しているが、アスファルト base course を採用する場合、設計への基本的の資料が必要となる。

設計の基本

本文で設計の考え方や方法について詳細に述べることは出来ないが、ロンドンのシェル石油(Shell International Petroleum)はいろいろの資料から、暫定的な設計曲線を考え出した。これらの設計曲線は、良い道路とは想定寿命の間、亀裂や変形を生じないものであるという考えを基にしているのである。従って次のつの極端な場合の応力を考えに入れる必要がある。即ち

1) 路盤における最大の縦応力、これは荷重面の中



心下、路盤の上部に生じて、変形を制限する為に一応の限界がある。

2) アスファルト舗装層に於ける最大引張力、これは荷重面のすぐ下のアスファルト舗装層の最下部に生じて、亀裂の生ずる応力より低目に制限する必要がある。

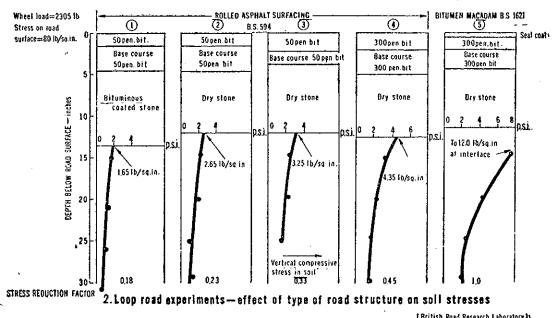
主要自動車道や幹線道路は、まず走行中の車による応力を受けるのであるが、動的荷重による応力は材料の動的強度(dynamic properties)から計算出来る。

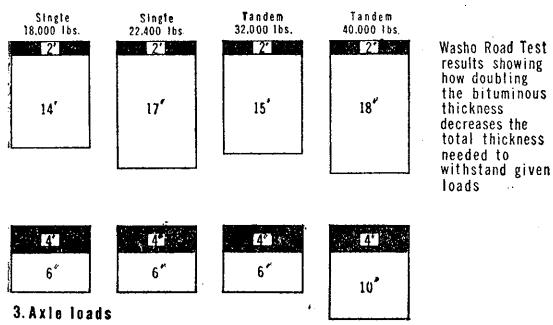
従って交通密度と勘案して、最大許容応力を計算することが出来る。設計曲線から適当な各層の厚さの割合が判り、許容応力を知ることができる。

合材の組成と仕様

アスファルト base course に大切な点は高い気温で、変形しないような、安定した合材であること、また低温で固くなつて亀裂の原因となるようなことのないようにすべきである。そして又、密で(Dense)、不透水性でなければいけない。勿論粗な(open)組織で、透水性の合材の base course も使用可能であるが、路床への交通荷重の分散が前者よりよくなつて、合材の機械的性質から言っても、舗装厚をより厚くする必要がある。そして表層に不透水性のアスファルト合材を舗設するまでは、雨水に浸される可能性もでてくる訳である。

経済的の面から考えると、出来るだけ現場近くで得られる材料——勿論、栗石や、砂利、砂と砂利の混ったもの、砂等いろいろあるが——を使うべきである。今迄のいろいろの経験から言って、この場合、骨材の粒度配分について厳格に考える必要はない。大切な点は合材中のアスファルト量と空隙率(Void content)である。勿論骨材が合材をつくるに適しているかどうかを、試験室でチェックする必要はあるが、ドイツとイタリーではアスファルト base course の合材の試験として、マーシャル試験と、合材の空隙率、アスファルト量を行っている。





現在迄のところ非常に成績がよいので、従ってアスファルト base course の暫定的仕様として Table 1 のようになんかから出している。(27ページ参照)

粒度配分に関しての制限はないが、出来たら密度の高くなる(空隙は最小になるが)ような粒度配分を持った骨材を使ったほうがよい。しかし粒度配分については相当の巾がある。

実際の合材の粒度性能は、所定の粒度配分から余りかけ離れたものであってはならない。即ち範囲として、

粗骨材 (2mm—10メッシュ—止り) ± 5%

細骨材 (2mm—200メッシュ 篩) ± 3%

石粉 (200メッシュ 篩通り) ± 1%

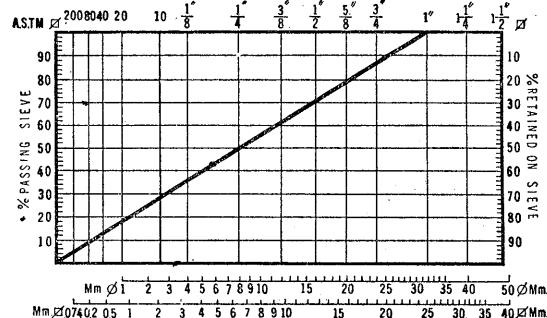
アスファルト ± 0.5%

Table 1 の "A" と "B" の型の base course の場合 2mm (10メッシュ) と 200メッシュ 篩の通過の骨材の量が特に重要である。最大密度をもつような骨材の粒度曲線は、第4図から骨材の最大寸法が判れば決めることができる。

この図表の使い方は左の角から上の線の骨材の最大寸法の点に直線を引くと各粒径の量が判る。

Table 2 で判るように、粗骨材の量の少ないもの、及び砂の多い合材の場合は、マーシャル試験数値が低くなる。Table 2 の一番最後の合材 (30メッシュ 篩を100% 通過の細目の砂) は Table 1 の仕様書にはないものである。又ドイツでの経験ではマーシャル試験値 200kg 以下の安定値のものだけが、結果的によくなかったというものは興味ある現象である。

良質の碎石が一番よいのであるが、もし必要なら、砂利/砂の混合材に加えて、安定性を増加させるようにしてもよい。緻密な合材に硬目のアスファルトを使った場合の影響はごく僅かである。実験室での試験によれば針入度10の差でマーシャル安定度で100~150ポンド (50~75kg) の差が生ずる。従って余り硬目のアスファルトを使うのは合材が低温でもろくなり、亀裂を生ずる原因の



4. Grading curve(max. density)

一つにもなるので出来たら避けた方がよい。

実際例について

次回にアスファルト base course を施工している各国の実際例について述べたいと思う。実際例で従来の工法との比較も出来るし、且、日本にもこのアスファルト base course は適していると思うので、何等かの御参考になると考へます。(シェル石油KKアスファルト部長)

参考文献

- 1) Kerk hoven, R.E. and Dorman, G. M. ; "Some consideration on California Bearing Ratio method for design of flexible pavements." Shell Bitumen Monograph No. 1, 1953 (Also in Bitumen, vol. 15, May 1953 (in German); and in Revue Générale des Routes et des Aerodromes, No. 266, March, 1954 (in French).
- 2) Highway Research Board (Washington), Special Report 22 "The WASHO road test. Part 2, Test Data, Analysis, Findings, 1955
- 3) "The WASHO road test" Shell Road Construction circular No. 55, June, 1957
(シェル石油KK 有福武治 訳)

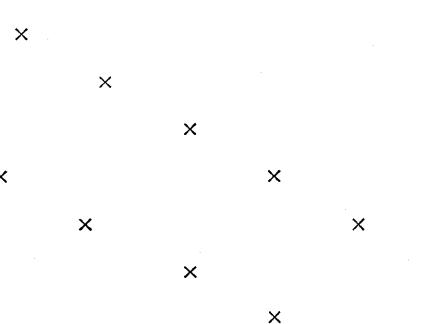


Table 1

Type	A	B	C
%voids in mix (Marshall sample)	2-5	5-10	10-15
Type of aggregate (usually locally available materials)	Gravel/sand crushed or uncrushed, crusher-run stone or a mixture of both	Sand/gravel crushed or uncrushed, crusher-run aggregate or a mixture of both	Sand, quarry fines or a mixture of both
<i>Marshall Test</i>			
Stability min.	350 kg. (750 lb.)	300 kg. (650 lb.)	250 kg. (550 lb.)
Flow max.	45 (0.1mm.) or 18 (0.01 in.)	45 (0.1 mm.) or 18 (0.01 in.)	50 (0.1 mm.) or 20 (0.01 in.)
Bitumen Grade	80-200 pen.	60-200 pen.	40-100 pen.
Percentage (approx.)	4	4.5	5
Max. size of aggregate	Less than $\frac{2}{3}$ compacted thickness		
Filler content of natural aggregate	0-5	0-5	0-10
	Additional good quality filler may have to be added in order to obtain the Marshall test figures required		

Notes

- (1) Since the top layer of the bitumen base will normally provide the running surface for some time, it must have adequate stability and durability, and hence for motorways and trunk roads this should be type A material. Type B material is suitable for the lower layers or on roads carrying less traffic.
(2) Type C material is only suitable for less heavily trafficked road.

Table 2 · Typical Test Results

Type of Aggregate used	Marshall Stability lb (kg.)	Percentage voids	Bitumen Content % wt.	Filler Content % wt.
Gravel/sand : 50-70% retained 10 mesh (Types 'A' and 'B')	1200-2000 (500-900)	4-8	3.5-4.5	3-5
Gravel/sand : 30-50% retained mesh (Type 'B')	700-1500 (300-700)	8-10	4.5-5.0	5-10
Sand graded from 10 mesh down	250-500 (100-300)	15-20	5.0-5.5	10
Fine sand all passing 30 mesh	150-180 (60-80)	Over 20	6.0-7.0	10-12

編集委員 比毛 関・岩本 浩・間世田益穂・松田正二・南部 勇・清水利英・沢田寿衛

協会顧問 西川栄三・市川良正 編集担当 橋島 務

アスファルト 第3巻第15号 昭和35年8月4日発行

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 東京(551)1131~4

発行人 南 部 勇

光邦印刷株式会社 印刷

社団法人 日本アスファルト協会会員

正 会 員

〔地区別A B C順〕

朝日瀝青株式会社	東京都千代田区大手町2の4	(201) 1791	大 協
浅野物産株式会社	東京都千代田区丸の内1の6	(281) 4521	日 石
株式会社 恵谷商会	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 鉱
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
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
中西瀝青産業株式会社	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	東京都千代田区丸の内2の3	(231) 0311	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
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	旭 加工油
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
東洋国際石油株式会社	東京都中央区日本橋本町4の9	(201) 9701	大 協
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	(8) 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	(88) 1210	大 協
株式会社 名建商会	名古屋市中区宮出町41の2	(24) 1329	日 石

株式会社沢田商行	名古屋市中川区富川町1の1	(32) 4515	丸 善
株式会社三油商会	名古屋市中区南外堀3の2	(23) 3205	大 協
株式会社上原成介商店	京都市上京区丸太町通 大宮東人藁屋町530	(84) 5301	丸 善
大阪朝日瀝青株式会社	大阪市西区南堀江1番町14	(53) 4520	大 協
浅野物産大阪支店	大阪市東区瓦町2の55	(23) 1731	日 石
枝松商事株式会社	大阪市北区道本町41	(36) 5858	出 光
池田商事株式会社	大阪市東区道修町1の11	(23) 1345	丸 善
松村石油株式会社	大阪市北区網笠町20	(36) 7771	丸 善
丸和鉱油株式会社	大阪市南区塙町通2の10	(26) 4020	丸 善
三菱商事大阪支社	大阪市東区高麗橋4の11	(27) 2291	三 石
中西瀝青産業大阪営業所	大阪市北区老松町2の7	(34) 4305	日 石
日本建設興業株式会社	大阪市東区北浜4の19	(23) 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	(39) 1761	昭 石
梅本石油株式会社	大阪市東淀川区新高南通1の28	(39) 0238	丸 善
山文商事株式会社	大阪市西区土佐堀通1の13	(44) 0255	日 石
株式会社山北石油店	大阪市東区平野町1の29	(23) 3578	丸 善
川崎物産株式会社	神戸市生田区海岸通8	(8) 0341	昭和・大 協

贊 助 会 員 [ABC順]

新亞細亞石油株式会社	(541) 5931	日本石油株式会社	(231) 4231
大協石油株式会社	(561) 5131	日本鉱業株式会社	(481) 5321
出光興産株式会社	(541) 4911	昭和石油株式会社	(231) 0311
丸善石油株式会社	(201) 7411	シェル石油株式会社	(231) 4371
三菱石油株式会社	(501) 3311	三共油化工業株式会社	(281) 2977

真鶴有料道路

提供・日本道路公団



アスファルト

第3巻第15号 非売品

1960年8月4日発行