

アスファルト

第8巻 第44号 昭和40年6月発行

ASPHALT

44

社団法人 日本アスファルト協会

ASPHALT

目 次 第 44 号

アスファルト舗装回顧録（その1）.....	岸 文 雄 2
めいろん・たくせつ（その2）.....	明 日 春 人 7
Introduction to Asphalt 連載第26回	工 蔵 忠 夫 12
アスファルト合材の実用試験	印 田 俊 彦 17
貯水池のアスファルトライニング	藤 井 治 芳 24
ミシガン大学主催・アスファルト舗装シンポジューム・お知らせ	11



☆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

読者の皆様へ

“アスファルト”第44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
東京都中央区新富町3～2 TEL (551) 1131～4



VOL. 8, No. 44 JUNE 1965

ASPHALT Published by THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

Editor Isamu Nambu

アスファルト舗装回顧録（その1）

岸 文 雄

アスファルト誌の編集部から「アスファルト舗装回顧録」の執筆の依頼を受けた。形式内容はすべて私の自由で、随想的に思いつくまでよいのであるが、ある程度素人にもわかるようにとの希望条件が付けられている。しかも6回ぐらいの連載ものとし、可能ならば10回でもよいと。1回に原稿用紙30枚ぐらい書けというから、総計してみると大変な量になる。

私は大正13年（1924）12月に東京市道路局試験所に就職し、昭和31年（1956）12月東京都土木技術研究所を退職するまで32年間、だいたいアスファルト材料およびアスファルト舗装の試験研究に従事した。回顧するといろいろの出来事があったが、アスファルト誌に連載して貴重な紙面を占める価値があるか否かについては頗る疑問である。また従事していた仕事が高級な学問的な事柄ではなく、現場関係の平凡な仕事を数多く扱ったにすぎない。なお現職を去ってから現在まで10年近くなるので、記憶の方も怪しいものであって、果して辯證の合ったものが書けるかどうかも疑問である。一応執筆は引受けたものの、このような諸事情により、編集部の意図に沿い得るかどうか頗る心細い。素人にもわかるようにといふ希望条件も満し得るかどうかも心もとない。とにかく筆を進めることにする。なお文中人物の氏名には敬称を省略する。すべて歴史上の人物豊臣秀吉、徳川家康のように氏名のみを書くことにする。了承を得たいものである。

1 東京市に就職した当時の人々

私が東京市道路局試験所に就職したのは大正13年（1924）12月である。當時わが国には道路に関する試験研究の機関として、内務省土木試験所、復興局技術試験所、東京市道路局試験所および大阪市

立工業研究所などがあった。私と同じような技術関係の仕事に従事している人々には、内務省に西川栄三（現芝浦工業大学教授、本会顧問）、復興局に市川良正（現日本大学教授、本会顧問）、大阪市に高岡 肇、東京市に大道 彰らがいて、既に相当権威のある仕事がなされていていた。私は大道 彰、貝沼隆一（現東京瀝青工業KK）らの部下として、東京市に就職したのであった。

東京市の試験所は芝区（現港区）新芝町12番地にあった。建物は関東大震災後の急造パラックで、窓が小さく暗く、まことにお粗末なものであった。当時は職制が今のようにはっきりしていなかったが、アスファルト関係では前記大道、貝沼のほかに、津曲彦二（現東京瀝青KK）、武藤勘五郎、大浜健蔵、澄川義夫らがいて、アスファルトを試験するグループ、タルを試験するグループ、および混合物を試験するグループの3小係に分れていた。

私はまづアスファルトを試験するグループに配属された。道路局試験所には前記アスファルト関係のほか、石材（骨材を含む）およびコンクリート（セメントおよび一般化学分析を含む）並びに舗木関係との二つの部門があり、石材等に白鳥貞昌、舗木に北山次郎、星野市郎らがいた。

表一 試験所の沿革

年 月 日	記 事	場 所	備 考
大正 11・4・4	東京市道路局試験所として発足した。	麹町区丸の内東京市衛生試験所（現麹町）所長竹内秀一（兼務） 保健所内に試験室をおき、同年10月深川区新大橋詰に新大橋分室を設けた。	
大正 12・9・1		関東大震災により新大橋分室は焼失した。	
大正 13・6・23		芝区新芝町（札ノ辻横跡）に試験所を開設し移転した。	所長事務取扱 山本 亨
大正 15・12・6	職制変更により東京市土木局道路課試験所と改称した		道路課長 神谷秀吉 所長 山本 亨
昭和 7・10・1	市都合併により土木局の機構改革により東京市土木局土木試験所と改称した		所長 山本 亨 所長 渡辺米一 所長 高橋猛雄（兼務）
昭和 17・5・14	機構改革により東京市土木技術研究所と改称した		所長 花房利市
昭和 18・3・31	東京市財務局技術試験所を吸収合併した	技術試験所の施設を田毎分室（渋谷区）とした。	
昭和 18・7・1	都制施行により東京都土木技術研究所となつた		所長 岡 謙一
昭和 20・4・20	第二次世界大戦の影響を受けて研究所機制廃止となり計画局道路課所属となる		道路課長 石川栄耀 道路課長 深尾達也
昭和 20・5・26		研究所施設（本所および田毎分室）空襲により焼失	
昭和 23・11・11	東京都土木技術研究所として再発足し現在に至る	港区芝高浜町（現在地）建設局芝浦機械修理工場内	所長 岡 謙一 所長 吉田辰雄 現所長 尾崎 登



昭和3年11月、東京市土木局道路課試験所全景と職員。向って最左の人が所長、山本亨。

2 東京市道路局試験所の沿革

雨につけ風につけ市民は、東京市の悪道路に悩まされたものであった。この有様に御心を悩まされた皇室では、大正9年（1920）御内幣金300万円を下賜され、1日も早く東京市の道路を舗装するようにとの有難い御沙汰を押し、東京市は予算4,000万円をもって大正9年から7カ年計画で、幹線道路を舗装することになり、同年11月に道路局（局長丹羽鋤彦）を創設した。當時舗装についてはほとんど経験がなく、工法の研究は無論のこと、工事用材料、機械器具等についても新しい調査研究に待たなければならなかつた。これらの調査研究を行なうため大正11年（1922）4月4日道路局内に試験所を創立した。道路局試験所のその後の沿革の大要を記すと表-1のようである。

3 アスファルトの検収試験

大正14・15年（1924・5）頃東京市のアスファルト舗装は全部直営で施工されていた。（部分的な請負はあったが。）即ちアスファルト骨材およびフィラーを市場より購買し、労務者を傭い、アスファルトプラントでアスファルト混合物を製造し、運搬し、現場での敷きならしから、ローラーの転圧仕上げに至るまで、すべて直営であった。そのほかセメントコンクリート基礎づくり、路盤こしらえなど全部直営であった。従って工事の検査は案外あまかっただが、アスファルト等の材料の検査は厳重であった。検査員および立会員が納入者と立会いの上で、試料を採取し、これを試験所に送付した。そしてこれらについて規格試験が行なわれた。これら一連の作業は現

在も行なわれている。余り変わっていないようである。

当時東京市道路局試験所は、お粗末なパラック建であったが、試験機類はアメリカからの輸入品であった。もっとも材料試験機のメーカーは、道路局試験所の創立と相前後してスタートしたものと思われる千野製作所ただ一軒であったためもある。私が就職した頃の針入度計はニューヨーク材料試験所型で自働式のものであったが、どうも具合が悪いというので、自働のもとになる時計仕掛けの部分をはずして、人手で測定していた。標準針も同様輸入品であったが、相當に使い古されたものであった。現在ではアスファルト試料を25°Cの定温に保つための恒温水槽は極めて正確なものが用いられているが、当時はそんなものはなかった。約30cm角深さ20cmぐらいの銅製板の箱状容器をつくり、底より3cmぐらいの高さのところに、銅板に丸い小穴を沢山あけた有孔棚を挿入した。これに水を入れ架台にのせ、下よりガスバーナーを調節して加熱し、水の温度を25°Cとした。有孔棚の上に資料罐に入れたサンプルをおいた。用いた温度計はガラス製棒^状水銀寒暖計検定付（1度目盛）であった。もっとひどいところでは、洗面器に水を入れ、この中に試料を入れ、炭火の上に置いて、温度が上がるとおろし、温度が下がるとまたのせたものもあった。これに比べると、東京市の水槽は立派なものであったが、今から回想してみるとぞっとする。

伸張度試験機も輸入品であった。これで不便であったのは、試験機のモーターがアメリカ向きに110V60サイクルにつくられていたことであった。東京等では100V50サイクルである。このため伸張の進みが1分間に5

cm 進まなかった。1分間 4・5 cm ぐらいであったと記憶している。もう一つ伸張度試験機で感心したことは、この試験機の頗る重いことであった。よく調べてみたところ試験機の外わくは、全部石材でできていることがわかった。温度の変化を防止するためと試験機がゆがまないために特に石材を用いて製作したものと考えられた。その後わが国で伸張度試験機が製作されるようになったが、石材で製作されたものを知らない。

アスファルトを購買したときは、購買数量 5~20 ton に1個の割合で試料を採取して、規格試験を行なった。規格適合品ならば問題はないが、不適合となると納入者は、代金が減額されるのみならず(購買仕様書には、試験の結果規格に適合せざるものあるも、使用上支障なしと認むるときは、本市の認定に依り減価採用することあるべし、という条項があった。) 支払がおくれる二重の損害を受ける。したがって不適合に対しては、異議の申立てがあった。アスファルトの規格試験で、不適合となるのは針入度が最も多く、軟化点、固定炭素、水分および比重などでも少数の不適合が出た。(表一3参照)

針入度試験についての異議は、標準針が摩損変形して最早や標準とならない、温度計が狂っているというのがおもなものであった。これに対して標準針はアメリカから買入れる。温度計は標準温度計を買入れるなどの方針が決められたが、役所の常として早急に事は運ばれない。しかし試験は毎日行なわれなければならないので、当時内務省土木試験所には標準温度計があったから、同所の西川栄三の厚意によって、私どもの用いている寒暖計を10本ばかり同所へもって行って、25°C の温度で、標準温度計と比べてみた。その結果は検定付といって安心して使っていた寒暖計が1度もちがっていたものもあった。これには驚いた。10本ばかりのうち2~3本は正しく合うものがあったので、それをマークして大切にもちかえり、以後は専らこれを用いることにした。

なお一方では窮余の一策として、材料購買仕様書に、道路局試験所備付の試験機によって、当所の係員が試験を行なうという1個条を挿入した。これには前述の伸張度試験機が1分間に 5 cm 進まないことなどもあったためでもあった。その後試験機もおいおい改良され、標準試験に近くなつたが、前記当所備付の試験機により、当所係員が試験する。試験に適合したいならば当所の試験機、試験方法に合うよう調節してこいという思想は、有形無形にかかわらず永く残ったものと思う。

針入度の試験結果には個人誤差がある。東京市の試験では前に述べたアスファルト関係の試験に従事する全員に、同一アスファルトを用い、同一試験機によって針入

度を試験して、試験結果を出させた。それらの平均値を求めて、平均値に最も近い結果を出した者をマークした。このようなことを各種アスファルトにつき、何回か行なつて、平均値に最も近い結果を出した回数の最も多い者を、当分の間針入度試験担当者と決めた。私はその決めによりある期間は針入度試験専門となつた。試験結果はこの試験担当者のものばかりの結果で、次に記すような繰り返し性の許容差は考えなかつた。

注：現在の JIS では針入度試験結果の精度について繰り返し性および再現性の許容差を決めている。

繰り返し性では同一人同一装置における2回の試験結果と、その平均との差が次の許容差を越えない場合、その結果はいずれも正しいものと認める。

$$\text{許容差} = \frac{Am}{100} + 1$$

ここに Am : 測定値の平均値

再現性では別人別装置における二つの試験室の試験成績とその平均値との差が次の許容差を越えない場合、その試験成績はいずれも正しいものと認める。

$$\text{許容差} = \frac{Ap}{50} + 2$$

ここに Ap : 針入度の平均値

次に当時の石油アスファルトの購買仕様書中の規格を示すと表の一2 ようである。「日本産」は日本石油KKが、「メキシコまたはカリフォルニア産」のものを浅野物産KKが納入した。

表一2 石油アスファルトの規格

	日本産	メキシコまたはカリフォルニア産
質	等質・水分を混ぜず	等質・水分を混ぜず
比重	1.03 ~ 1.06	1.03 ~ 1.06
針入度 (25°C)	40 ~ 50	40 ~ 55
伸張度 (25°C)	100 cm 以上	100 cm 以上
熔融点	48 ~ 52°C	45 ~ 57°C
蒸発減量	0.7% 以下	1.0% 以下
蒸発後 (25°C)	原針入度の 70% 以上	原針入度の 70% 以上
全瀝青	99.5% 以上	99.5% 以上
四塩化炭素可溶分	99.5% 以上	99.0% 以上
固定炭素	14 ~ 16%	—
引火点	225°C 以上	225°C 以上

当時石油アスファルトのほかにトリニダットレーキアスファルトがあった。これは戦後わが国に輸入されたもの(AT-3, AT-4 などのように A (Asphalt) T (Trinidad) に番号を付けて針入度範囲を区分していた。AT-3 は 85~100, AT-4 は 100~120 である。) とは違う。精製トリニダットレーキアスファルトといい、比重は 1.35 ~ 1.42, アスファルト分は 54% 以上で、黒色岩石状のものであつて、溶かすと特殊の臭気があつた。アスファルトプラントでアスファルトケトル中で、これにフラン

クスという軟質瀝青材料を加えて溶かし、所要の針入度のアスファルトを得るようにして、これを用いたものであった。すなわち当時は、アスファルトとしては、トリニダットアスファルト、カリフォルニアアスファルトおよびわが国産アスファルトの三者が共に使用されていた。その後トリニダットアスファルトは高価なため、カ

リフォルニアアスファルトは国産品に対して優位が認められなくなったため共に姿を消した。

表-2に示した石油アスファルトの規格試験の結果、各試験項目別に適合したものと、不適合のものとの二つに分け、それらの平均値を示すと表-3のようである。

なお全部の平均値を示すと表-4のようである。

表-3 適不適別石油アスファルトの試験平均値

	日本産		カリフォルニア産	
	適合	不適合	適合	不適合
質	水分なし	水分あり	水分なし	水分あり
比	重	1.035	1.027	1.031
針	入	43	(小) 37 (大) 52	42
溶	融	50°C	53°C	50.5°C
伸	張	100 cm以上	—	100 cm以上
蒸	發	減量	0.0773%	0.1211%
蒸	發	後の針入度	36	29
全	瀝	青	99.97%	99.886%
四	塩化炭素可溶分	99.86%	—	99.851%
固	定	炭素	14.989%	—
引	火	点	(少) 13.668% (多) 16.296%	—
		272°C	—	263°C

表-4 石油アスファルトの試験平均値

	日本産	カリフォルニア産
質	—	—
比	重	1.0345
針	入	43
溶	融	50°C
伸	張	100 cm以上
蒸	發	減量
蒸	發	後針入度
全	瀝	青
四	塩化炭素可溶分	99.86%
固	定	炭素
引	火	点
	272°C	263°C

表-5 石油アスファルト規格の今昔対照

	日本産石油アスファルト	JIS K 2207 (1960)
質	等質・水分を混ぜず	均質でほとんど水分を含まず 175°C
比	重	に加熱したとき著しく泡立たないもの
針	入	40 ~ 60
伸	度 (25°C)	甲 (15°C) 10以上 (25°C) 100以上
溶	張	乙 (15°C) 100以上
融	度	軟化点 40.0 ~ 60.0°C
蒸	融点	0.3 %以下
發	減量	原針入度の 75% 以上
蒸	後針入度 (25°C)	—
全	瀝	(全試料に対して) 99.5%以上
四	青	—
塩化炭素可溶分	99.5 %以上	—
(全瀝青に対して)	99.5 %以上	—
固	定	14 ~ 16%
引	炭素	225°C以上
		240°C以上

- (注) 試験方法はだいたい同じとみてよい。
- (2) 全瀝青とは二硫化炭素(CS₂)可溶分のことである。四塩化炭素可溶分より一般的に僅かに多い。この差をカービンといって、アスファルトが過熱されたときなどに生ずる物質であり、少ない方がよい。(普通は0.2%以下)
- (3) 固定炭素とはアスファルトを、空気を遮断して蒸し焼きしたとき残する炭素物質をいう。石炭試験方法より転用したものである。
- (4) 比重試験にはワイス比重皿を用いた。これは白金製の小さい皿で、この中に溶かしたアスファルトを入れて、水中および空中に重量をはかって、比重を算出する。

表-5で注目してよい項目は次のようである。

- (a) 現在の針入度範囲が昔のものより広い。
- (b) 軟化点の範囲も広い。
- (c) 蒸発減量、蒸発後の針入度、引火点の規定では、

アスファルト中の蒸発分は現在のものが少ないことを示している。

なお当時の石油アスファルト購買仕様書第1条には、必ず「アスファルト基原油より精製したものであって」と規定してあった。また今思い出しても面白いのは、「アスファルトは一釜毎に区分し堅固な容器(円筒型鉄板製として大きさを指定したものもあった。輸入品は木樽入りであった。)に入れ、各容器には針入度および釜番号を明記すべし」というのがあった。当時のアスファルト製造方法が単独蒸留釜を用いていたことを物語るものである。

アスファルトの針入度範囲は、加熱混合式工法用として、30~40, 40~50, アスファルトマカダムのような浸透式工法用として、80~100, 100~120ぐらいのもので、その他の針入度範囲のものはあまり用いられていないかった。
(つづく)

(原) (稿) (募) (集)

送り先 東京都中央区新富町3の2 社団法人 日本アスファルト協会

◎特にアスファルト利用の現場レポートを御寄稿下さい◎

- ☆ 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。誌上で答えます。)
- ☆ 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
- ☆ その他

枚数は400字詰10~20枚見当。締切日は設けません。

(本誌専用の原稿用紙があります。御希望の方は執筆概要を付記して御申越下さい)

御投稿には原稿料をお贈りします。

その他の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下さい。

めいろん・たくせつ(その2)

明日春人

4. 補装のすべり止め

道路補装の目的は一口にいって車輛を安全に、迅速に快適に、しかも経済的に走行させることにある。このうちのいずれが欠けてもよい補装とはいえない。安全の面については道路の幾何構造やその他の交通工学的な因子が最も大きく作用することは勿論であるが、補装路面のすべり抵抗もまた大切な因子である。

すべり抵抗の問題は自動車台数の増加と、自動車の高速化によって、クローズアップされてきた。米国においてもすべり抵抗に関する研究が行なわれはじめたのは1930年以後のことであり、特に第2次世界大戦後において顕著な進歩を示している。戦前のわが国ではすべり抵抗の問題はほとんど取上げられていない。これは道路、自動車がすべり抵抗を問題にするほど発達していなかたためであろう。ちなみに坂路の勾配や延長はばん馬の能力により決定されたり、また路面もばん馬のひづめがかかりやすいようにするなどの考慮がなされていた。今日なお各地に残っている坂路の小舗石舗装などは当時のすべり止め舗装ということができよう。またコンクリート舗装においても急勾配の坂路では亀甲状の溝をつけていた。しかし高速自動車に対するすべり抵抗が取り上げられはじめたのはやはり昭和30年以降の道路ブームにおいてである。それもコンクリート舗装が主体であった昭和35年頃まではすべり抵抗にさほど関心が払われてはおらず、アスファルト舗装が行なわれはじめて以後において急速にすべり抵抗の問題が取り上げられるようになった。日本道路協会編のアスファルト舗装要綱の出版されたのは昭和36年2月であり、その審議が行なわれた34・5年頃は耐すべり性の大きいアスファルト舗装に関する資料

表-1 すべり止め工法の配合（アスファルト舗装要綱）

	混合物の種類	a	b	c
骨材重量	20mm	100		100
材積百分率	10	90~95	100	30~60
粒度 (%)	5	30~45	75~85	10~34
通分過率 (%)	2.5	23~38	30~50	8~29
	0.074	3~8	8~12	0~4
アスファルト %	5.5~6.5	7.0~9.0	3.5~4.0	

に乏しく、実施例もわずかであった。それらの数例について示したのが、表-1に示すような配合の混合物である。

昭和34・5年頃に施工されたアスファルト混合物は一部の地域を除いては粗粒度アスファルトコンクリートが主体であり、最大粒径も大きく、表面のきめが極めて粗いため大部分がシールコートを行なっていた。シールコートとはいっても、冬季に人力で散布したストレートアスファルトの上に、チップを散布したもののが多かったから、施工後数日を経ずしてチップは飛散し、路面は鏡の如くつるつるした状態になっていた。このようなすべりやすいアスファルト舗装が各所で行なわれたため、コンクリート舗装と比較したとき、アスファルト舗装の方がすべりやすいという印象が強く、アスファルト舗装のすべりが大きな問題として取り上げられたのである。その後シールコートは全面的に施工されないようになってはきたが、相変らずすべりによる事故の多発地点にアスファルト舗装が多いことから、今日なおこれに関して多くの議論が行なわれている状態である。

アスファルト舗装のすべり抵抗に関する因子を考えられるままに列挙してみると次のようである。

- (a) 自動車(速度、大きさ、重量、タイヤ、ブレーキ)
- (b) 運転(熟練度、注意)
- (c) 気象(降雨とその継続時間、氷雪、気温)
- (d) 混合物の配合(アスファルト量、最大粒径、10~5mm, 2.5mm, 0.074mm各フルイ通過重量百分率)
- (e) 使用骨材(形状、岩種)
- (f) 施工の精度
- (g) 交通開放後の年数
- (h) 表面処理の有無
- (i) 路面塵芥の有無

舗装のすべり抵抗は路面とタイヤとのすべり摩擦係数により示される。摩擦係数の大きな路面ほどすべりにくく、急制動をかけたときの危険度は小さい。路面が乾燥している場合はどのような舗装でも摩擦係数は大きいが、降雨により路面が湿潤な状態になると摩擦係数は小さくなる。普通路面とタイヤの摩擦係数が0.4以下になると非常に危険であるといわれているが、降雨時には

0.4 以下になる舗装が多く、すべりによる事故はこのようなときには起りやすい。従って降雨時に乾燥時と同じような摩擦係数を有する舗装が、耐すべり性のよい舗装ということができる。路面とタイヤとの摩擦は、われわれが眼でみてわかるような路面の凹凸（たとえばコンクリート舗装における等程度の凹凸から砂粒程度の凹凸まで）とタイヤとの噛み合せ、および物質中の分子やその集合で示されるような非常に細かい凹凸による物質本来の摩擦の両者によって生ずる。今降雨により路面が濡れた場合、路面上の水はちょうど潤滑油のような働きをし、摩擦係数を小さくする。水膜の厚さは路面のきめや平坦性に關係するが、0.25~0.5mm 程度であり、タイヤが路面をすべてたときでも 0.025mm ぐらいは路面に残るといわれている⁽¹⁾。従って、路面が濡れていると物質本来の摩擦はほとんどなくなり、大きな凹凸による機械的な噛み合せしか期待できないことになる。チップが飛散してしまったようなシールコートでは、路面とタイヤの間の機械的な噛み合せが小さいので、物質本来の摩擦が降雨により失なわれたときには摩擦係数が非常に小さくなるわけである。

降雨時に大きな摩擦係数を期待するためには、大きな凹凸による機械的な噛み合せをもち得るような混合物を考えらび、また降雨による水膜となるべく早く除去するようにすればよい。自動車の速度が速い場合、タイヤと路面と接触する時間が短かく、路面上の水膜を除去するのに十分な時間がないので、走行速度が早いほど摩擦係数は急激に小さくなり危険である。また乗用車とトラックを比較すると後者の方がタイヤの接地圧が大きいので、水膜を除去する力が大きく、摩擦係数は大きいといわれている。タイヤにつけられている溝（トレッド）も水膜の逃げ道をつけるという意味で有効であり、路面とタイヤ溝との機械的噛み合せ以上の効果をもつ。

降雨が摩擦係数に關係する重要な因子であることはすでに述べたが、降雨が長時間継続すると、路面上の塵芥が流出し、摩擦係数は雨の降りはじめよりも一般に大きくなる。すべての道路が舗装されているような場合には、路面にたまる塵芥は、自動車の油、タイヤのくず、路面の剝離による微細な骨材などで、その量はわずかであるが、わが国のように一度側道に入れば多くが砂利道であるような道路では、舗装面に堆積する土砂の量は非常に多い。特に砂利トラの横行するような路線でははなはだしい。路面にこのような土砂があると降雨時にボルベーリングのような働きをして、摩擦係数を小さくする。降雨が長時間にわたった場合には、路面の土砂は流れ去るので、かえって摩擦係数は大きくなる。

冰雪が路面の摩擦係数を極端に小さくすることはここ

表一2 シリカサンド工法の骨材粒度と配合
(a) 粒度(通過%) (バージニヤ州)

フルイ目 mm	砂 A	砂 B	砂 C	砂 D
2.00	100	100	100	100
0.42	93	85	62	45
0.177	14	25	15	6
0.074	1	2	2	3

(b) 配合

砂の種類	アスファルト混合率 (%)	アスファルト針入度	石灰質フィラー (%)	舗設量 (kg/cm ²)
A	6~7	85~100	2.5~3.8	5.5~8.1
B	6.5	85~100	2.5~3.8	4.3~8.1
C	8	138	1.3	5.5~8.1
D	7.8	138	1.3	5.5~8.1

に殊更取上げるまでもないことがあるが、市原氏⁽²⁾⁽³⁾他の研究によれば、氷結路面での摩擦係数は0.09~0.25で、タイヤチェーンをつけた状態でもさほど大きくならない。積雪路面での摩擦係数は0.26~0.32である。従って冰雪時には極力これを取り除く以外によい方法はない。

路面温度やタイヤ温度が摩擦係数の因子であり、温度が高い程すべりやすいといわれている。しかしこれは摩擦係数の測定上の誤差に關係するためにいわれている程度であって、実際の降雨時の路面温度はそのときの気温よりやや低いくらいなので、年間を通じて 0°C~25°C であり、この程度の温度範囲では、それほど大きな問題ではない。

混合物の配合は路面の凹凸に關係する非常に重要な因子である。アスファルト量が過剰であると高温時にブリーディングやフラッシュを起こしやすい。ブリーディングやフラッシュがおこると路面にアスファルトを流したようになり、降雨時に平滑ですべりやすくなる。路面のすべり抵抗に関する限り、アスファルト混合物中のアスファルト量は少ない方がよい。アスファルト量が少ないと骨材が路面に突出した状態のまま残るので、タイヤとの機械的噛み合せが期待できる。骨材粒度は路面の凹凸に直接關係する因子である。われわれは路面に大きな骨材を露出させた粗い粒度の混合物が非常にすべりにくいような印象をうける。しかし砂粒程度の凹凸も大きな骨材と同様なすべり抵抗を与えるといわれている。シリカサンド工法といわれているものは表一2⁽⁴⁾に示すような粒度の砂を用いたもので、路面はちょうどサンドペーパー状となり、降雨に際しても摩擦係数は小さくならない。このことは路面とタイヤの機械的噛み合せが、粗粒であれ細粒であれ、変りないことを示すものと考えてよか

ろう。

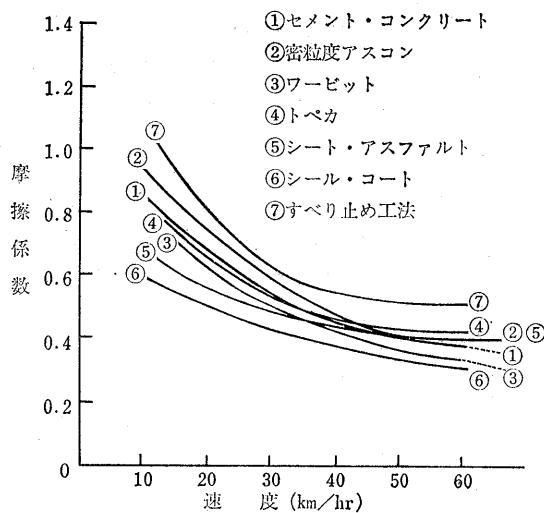
石灰岩を使用した混合物は交通開放後路面に突出した骨材が摩耗されやすく、平滑すべりやすい路面を作りやすい。たとえば東京周辺では栃木県産の石灰岩を多く使用しているので、摩耗されて白色のモザイク模様となった路面が多い。一般に岩石中の鉱物粒子の小さいものはこの傾向がある。砂岩では摩耗の単位が砂の粒子で、剥脱した粒子のあとに新しい粒子が突出するので、すべりに対する抵抗は他の岩石にくらべて大きい。骨材が交通により摩耗され、すべりやすくなる性質は、普通の規格試験より推定することは困難で、たとえばロサンゼルス通りへり減量とタイヤによる摩耗との間には特に相関性はないといわれている。砂利は碎かないで使用すると非常にすべりやすい路面を与えるので、必ず破碎して用いねばならない。しかし破碎面の少ない玉石碎石も砂利と同様であるから注意しなければならない。

以上前置が長くなつたが、ここで更に混合物の性状とすべりについて、わが国で測定された各種のデーターをあげて考えてみよう。

図-1は第15回建設省直轄技術研究会において要望課題として実施されたすべり摩擦係数の測定結果をとりまとめて示したものである⁽⁵⁾。測定は種々の速度の車輛に急制動をかけ、車輛が路面をすべりながら停止するまでの距離より、摩擦係数を計算するものである。従って摩擦係数の大きな路面ほど車輛は短かい距離で停止する。この測定方法は非常に危険であり、運転者の心理的な面が測定値に影響を与えるため、ばらつきも大きく今日ではあまり用いられていない。

図-1に示す曲線は総数78個所における測定値を平均したもので、一応各工種の摩擦係数を代表しているとみてよい。これによれば路面が濡れている場合、シールコートが最もすべりやすく、次いでシートアスファルト、ワーピット、トペカと骨材粒子が粗らくなるほどすべりにくい傾向を示している。すべり止め工法は最も良好である。ここで用いられたすべり止め工法の骨材粒度は表-

図-1 各種路面の摩擦係数の比較（温潤時）



3に示すようである。セメントコンクリート舗装は、高速時に比較的良好なすべり抵抗を示すようであるが、すべり止め工法よりも全般に劣っている。この結果よりすべり止め工法を用いれば、アスファルト舗装でもセメントコンクリート舗装以上の摩擦係数が期待できるといえそうである。図-2は温潤路面における摩擦係数の測定値をセメントコンクリート舗装、密粒度アスファルトコンクリートおよびすべり止め工法についてすべて示したものである。これによれば測定値のばらつきは密粒度アスファルトコンクリートおよびすべり止め工法において大きく、セメントコンクリート舗装で小さい。先述したようにこの測定に用いた制動停止距離法は測定誤差が非常に大きいものであるから、図-2に示すばらつきが、混合物（路面）のばらつきによるものか、測定誤差によるものかは判然としない。しかし、密粒度アスファルトコンクリートやすべり止め工法などのアスファルト舗装が、セメントコンクリート舗装より設計、施工のばらつきが大きく、従ってすべり摩擦係数のばらつきも大きい

表-3 すべり止め工混合物の粒度

通過フルイ	4	5	12	43	46	49	53	57	58	65	72
25mm											
20											100
15	100	100	100	—	—	100	—	100	100	100	89.9
13	—	—	—	—	100	—	—	99.1	86.7	99.5	—
10	52.6	97.7	94	30~60	60~100	50	100	90.0	59.1	56.8	66.2
5	24.6	67.1	66	10~34	30~50	37	75~85	56.4	33.2	18.4	50.8
2.5	21.4	54.0	43	8~29	10~20	—	30~50	35.1	26.0	16.5	25.8
1.2	20.2	46.5	39	—	—	—	—	27.1	19.4	16.5	18.6
0.6	15.1	32.6	34	—	—	22	—	24.1	11.5	15.5	15.5
0.3	8.3	17.5	22	—	—	—	—	15.2	7.7	6.9	5.0
0.15	5.3	7.5	8	—	—	9	—	6.9	6.7	3.2	2.5
0.074	4.4	3.8	7	0~4	2~6	7	8~12	5.2	4.4	2.2	0.9

という諸外国の資料と同じ傾向を示していることは注目すべきであろう。

表一4は第15回に引続いて行なわれた第16回建設省直轄技術研究会において測定された結果を示す⁽⁶⁾。この時は測定車をワゴン型ジープに指定し、急制動時の車輛の加速度(減速度)を携帯用すべり計を用いて測定することにより摩擦係数を求めた。この方法は制動停止距離より求める前回の方法より精度は高いとされている。表一4より密粒度アスファルトコンクリートとシールコート以外は温潤時においても良好な摩擦係数を与える。特にすべり止め工法が、トペカやシートアスファルトのような細粒混合物よりすべりやすいような傾向を示している点は図一1に示す結果とは全く逆である。また標準偏差より推定される測定値のばらつきは、セメントコンクリート舗装やすべり止め工法において大きく、密粒度アスファルトコンクリートでは小さい点もやはり図一2の結果とは逆である。そして温潤時の摩擦係数は一般に前回のものより大きい。特に温潤時の摩擦係数が、0.6を大きく上まわることは、今まで諸外国やわが国において、更に正確な方法で測定された結果よりは大き過ぎるような感じを受ける。また前回の測定結果の測定誤差は一般にいわれるように大きいとしても、種々の車輛が急制動をかけてから停止するまでの距離を示すものであり、それがすべりによる大ざっぱな危険度を表現するものと考えれば、携帯用すべり計のような機械を用いた結果よりは、何か信頼性が大きいようにも思われる。いずれにしろどの結果が正しいか、ここで結論はでない問題である。ただ図一1、2と表一4の共通点としては、

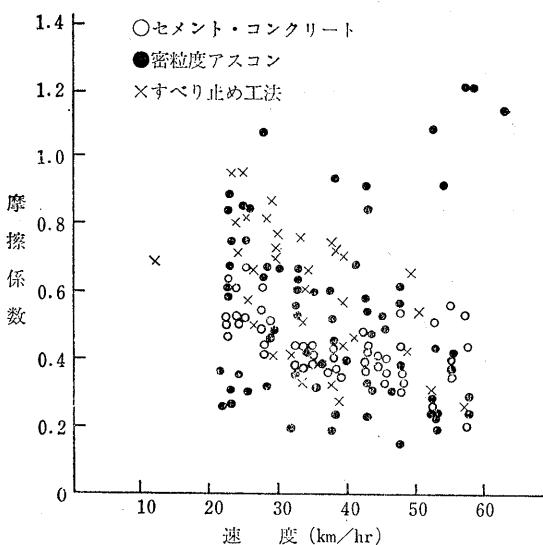
- 1) セメントコンクリート舗装よりすべりにくいアスファルト舗装は普通の工種で十分可能である。
- 2) シールコートはすべりやすい。

などの点をあげることができる。

表一5は市原氏他⁽³⁾が行なった試験結果をまとめたものである。この測定は一定速度で走行する車輛につけられた第5輪に制動をかけ、その輪と路面との摩擦抵抗を測定するもので、最も正確な方法の一つである。表一5より、トペカ、密粒度アスファルトコンクリートおよびすべり止め工法(開粒度アスファルトコンクリート)の間に特に大きな差異は見出せないようである。すべり止め工法の施工当初における摩擦係数は他のものよりやや大きいが、供用開始後半年で急激に小さくなっている。

以上あまり要領を得ない解説になったが、これはアスファルト舗装のすべり抵抗に関する因子の数が多く、複雑であり、また設計施工条件により大きく左右されるためと考えられる。更に測定技術にも問題が多い。強引

図一2 各種別面の測定値のばらつき(温潤時)



表一4 舗装工種別すべりマサツ係数の平均値

路面の種類	路面の状態	初速		30	50
		乾燥	温潤	乾燥	温潤
アスファルト	粗粒度	0.74 (0.102)	0.69 (0.083)	0.73 (0.082)	0.65 (0.059)
	密粒度	0.70 (0.079)	0.59 (0.072)	0.70 (0.081)	0.56 (0.049)
	修正トペカ	0.74 (0.078)	0.70 (0.071)	0.71 (0.057)	0.67 (0.057)
	トペカ	0.77 (0.066)	0.69 (0.098)	0.78 (0.067)	0.69 (0.072)
	シート・アスファルト	0.76 (0.064)	0.70 (0.045)	0.75 (0.077)	0.65 (0.049)
	セメントコンクリート	0.72 (0.101)	0.74 (0.107)	0.74 (0.085)	0.63 (0.106)
表面処理	シールコート	0.69 (0.073)	0.54 (0.149)	0.66 (0.113)	0.46 (0.126)
	すべり止め工	0.73 (0.068)	0.63 (0.087)	0.70 (0.079)	0.61 (0.077)

() 内は標準偏差

表一5 各種路面のすべり摩擦係数(温潤時 市原他)

測定場所	舗装種別	10km/h	30km/h	40km/h	55km/h	60km/h
首都高速道路	アスコン(密粒度)1. 2.				0.48 0.51	0.49 0.41
名神高速道路	アスコン(密粒度)	(0.64)	(0.62)		0.49	0.45
三國峠	アスコン(密粒度)	0.70	0.51			
首都高速道路	アスコン(開粒度)1. 2.				0.47 0.43	0.43 0.49
三國峠	アスコン(ギャップ)	(0.78)	(0.70)			
三國峠	トペカ	0.63	0.54			
首都高速道路	コングリート(トンネル中)				0.33	0.30
三國峠	コングリート				0.56	0.54

に結論を出すとすれば、"細粒混合物であれ、粗粒混合物であれ、その設計施工が十分に注意して行なわれれば、セメントコンクリート舗装以上にすべりにくい路面を得ることができる"という処であろうか。ただ感じとして、開粒度アスファルトコンクリートは誰が設計、施工しても、ある程度以上の摩擦係数が期待でき、この点他の工法よりすぐれているのではないかと思われる。特にわが国のように小規模な工事が多く、アスファルト混合物の設計、施工がおろそかになりがちな處では重要な点ではないだろうか。

参考文献

- (1) K. B. Woods "Highway Engineering Hand book"
p. 20—4.

- (2) 市原薰他 "各種路面のすべりまさつ係数について", 土木技術資料 Vol. 6, No. 6 p. 14~22.
(3) 市原薰他 "路面性状の試験について" 道路, No. 1 1965, p. 43~49.
(4) J. H. Dillard "Providing Skid-Resistant Road in Virginia" Proc. of A. A. P. T.
(5) 建設省 "アスファルト舗装のすべりとすべり止め工法に関する研究" 建設省直轄工事第15回技術研究報告, p. 553~572. 要約は土木技術資料 Vol. 4 No. 2 1962, p. 35~37.
(6) 建設省 "アスファルト舗装のすべりとすべり止め工法に関する研究" 建設省直轄工事第16回技術研究報告, p. 579~582. 要約は土木技術資料 Vol. 5 No. 3 1963, p. 29~30.

ミシガン大学における第2回アスファルト 舗装シンポジウムについて

ミシガン大学から本会宛に次のような招聘状が参りました。文中にありますように、同会議に論文を提出するよう希望しておりますので、振って提出されん事を、また同会議に参加御希望の向は御申越し下さい。御連絡致します。

日本アスファルト協会会長 南 部 勇 殿

拝啓 ミシガン大学は此度アスファルト・インスティテウトの協力を得て1967年8月7日から11日迄の5日間アスファルト舗装の構造設計に関する第2回国際会議を開催する事になりました。

1962年に成功裡に終了した第1回国会議に統いて、この第2回の会議はこの分野における新らしい発達、理論的に実際に関連する論文を提出し、討論をする良い機会であると存じます。

この第1回国会議では33カ国から500名の人々が参加し、60部に涉る論文が討議のため提出されました。1,000頁に涉るその議事録はあらゆる面でアスファルト舗装の構造設計の新らしい調査、理論的発展及び当時の最も新らしい智識を提供した事と思います。

第2回国会議に関する詳細は同封の小冊子に記載されております。貴下がこの問題及び関連分野における探求に興味を御持ちになっている事を承知しておりますので、貴下及び貴会関係各位が本会議に参加されん事を切望する次第であります、特にこの会議に論文を提出するよう御願い致します。

同封の小冊子には論文提出に関する手続が記載しておりますが、もし不明の点があれば御照会下さい。直ちに御答え致します。

1965年3月1日

ミシガン大学工学部

開催委員会議長 グブリュー・エス・ハウゼル
W. S. Housel

書記長 ワード・ケー・パー
Ward. K. Parr

Introduction to Asphalt

連載 第26回

工 藤 忠 夫

第 3 部

第 17 章 骨材の粒度解析

17. 01 概 説

骨材粒度の解析と所要の粒度を得る為の骨材の組合せは加熱混合物設計において最も重要なステップである。

骨材粒度は工事仕様書の要求に合致し、且つ設計方法の基準に合格する配合設計を形成しうるものでなければならぬ。又この粒度は最も安価で容易に入手し得る骨材で組成出来るものでなければならない。

本章ではアスファルト舗装用混合物の設計に要する骨材解析のスケジールについて概略を述べ以下の各項の場合における計算例を示す。

- a. 重量による骨材の混合
- b. 損失に対する粒度調整
- c. 容積による粒度組成と混合
- d. 試験用混合物の1バッチの計量

これらの例題に示す方法は室内試験における混合物の

粒度の組成や調整、骨材の生産調整、本工事におけるプラントの調整等において役立たせることが出来るものである。

17. 02 第1次配合設計における骨材解析の計画

第1次の配合設計については、骨材解析計画はある程度建設工事中の粒度形成方法に制約される。これはその地域における骨材入手源がどんなタイプであるかということと工事仕様書がどのような要求をしているかという点で数種の方法の内1種が選ばれる。工事現場近くの採石場で造られる骨材は屢々単一程度又は複合粒度のいづれかで、複合粒度は各種粒度別骨材から形成されたり、又少量のフィラーを添加したりされる。現場附近の骨材生産では所要粒度を得る為にある程度の量の不用物が出来る。他面市販の骨材を利用すれば、粒經別に入手出来るから、必要とする各粒經のものを凡て混合することにより時にはフィラーを入れたりして所要の粒度が得られる。第1次又は試験的な骨材試験に通常用いられる室内操作の計画を次に概説する。しかし配合設計の実施過程

表XVII-1 U. S 標準篩の篩目、許容誤差及びワイヤーの直径

Size of Designation	Sieve Opening		Permissible Variations in Average Opening, Percent	Permissible Variations in Maximum Opening, percent	Wire Diameter	
	mm.	In. (Approximate) (Equivalents)			mm.	In. (Approximate) (Equivalents)
3 in.	76.2	3.00	± 2	+ 3	4.8 to 8.1	0.190 to 0.320
2 1/2 in.	63.5	2.50	± 2	+ 3	4.4 to 7.1	0.175 to 0.280
2 in.	50.8	2.00	± 2	+ 3	4.1 to 6.2	0.160 to 0.245
1 1/2 in.	38.1	1.50	± 2	+ 3	3.7 to 5.3	0.145 to 0.210
1 1/4 in.	31.7	1.25	± 2	+ 3	3.5 to 4.8	0.140 to 0.190
1 in.	25.4	1.00	± 3	+ 5	3.43 to 4.50	0.135 to 0.177
3/4 in.	19.1	0.750	± 3	+ 5	3.10 to 3.91	0.122 to 0.1054
1/2 in.	12.7	0.500	± 3	+ 5	2.39 to 3.10	0.094 to 0.122
5/8 in.	9.52	0.375	± 3	+ 5	2.11 to 2.59	0.083 to 0.102
1/4 in.	6.35	0.250	± 3	+ 5	1.60 to 2.11	0.063 to 0.083
No. 4.....	4.76	0.187	± 3	+ 10	1.14 to 1.68	0.045 to 0.066
No. 8.....	2.38	0.0937	± 3	+ 10	0.74 to 1.10	0.0291 to 0.0433
No. 10.....	2.00	0.0787	± 3	+ 10	0.68 to 1.00	0.0268 to 0.0394
No. 16.....	1.19	0.0469	± 3	+ 10	0.50 to 0.70	0.0197 to 0.0276
No. 20.....	0.84	0.0331	± 5	+ 15	0.38 to 0.55	0.0150 to 0.0217
No. 30.....	0.59	0.0232	± 5	+ 15	0.29 to 0.42	0.0114 to 0.0165
No. 40.....	0.42	0.0165	± 5	+ 25	0.23 to 0.33	0.0091 to 0.0130
No. 50.....	0.297	0.0117	± 5	+ 25	0.170 to 0.253	0.0067 to 0.0100
No. 80.....	0.177	0.0070	± 6	+ 40	0.114 to 0.154	0.0045 to 0.0061
No. 100.....	0.149	0.0059	± 6	+ 40	0.096 to 0.125	0.0038 to 0.0049
No. 200.....	0.074	0.0029	± 7	+ 60	0.045 to 0.061	0.0018 to 0.0024

において起こる試験の要求に合致する為に、この計画を適宜修正することが多くの場合必要となる。

a. 骨材全部のサンプルを 105°C 乃至 110°C の温度で重量が一定になる迄乾燥する。各骨材サンプル毎に別々の鍋を用いなければならない。

b. 各骨材及びフィラーより代表的資料を探り、水洗い篩分け試験を行い比重を測定する (U.S 標準篩については表 XVII-1 参照)

c. 各骨材の粒度を用いて所望の配合設計粒度を作る計算を行なう。必要な際には損失 (waste) 部分の調整をする。第1次試験用としてはまづ粒度は示標粒度の中央線を目指とする。

d. c の計算に基づいて各骨材を計量し調合する。この際フィラーに調合しない。例えば1回の試験の為に20 kg の骨材が必要であるとする。砕石 A, B の2種類と細砂 C の1種合計3種類の骨材を調合するものとし、所望の合成粒度を得る為に A = 50%, B = 40%, C = 10% の率であったとすれば、まづ A = 10kg, B = 8 kg をミキサーに採り、均一になる迄混合する。次いで C = 2 kg をミキサーに入れる。

e. 合成骨材を乾燥篩分けで次の粒度別にする。

$\frac{3}{4}$ in (19.1 mm) 以上のもの

$\frac{3}{4}$ in (19.1 mm) より $\frac{3}{8}$ in (9.25 mm) 迄のもの

$\frac{3}{8}$ in (9.52 mm) より No. 4 (4.76 mm) 迄のもの

No. 4 (4.76 mm) より No. 8 (2.38 mm) 迄のもの

No. 8 (2.38 mm) 以下のもの

この仕分けは骨材の粒度及び加熱と篩分けの熟練度によって変るものである。

f. 上記の粒度別にされた骨材と、フィラーより代表的サンプルを採ってもう一度水洗い篩分けを行う。

g. f の結果から所望合成粒度を得る為の骨材群の混合比率を計算すると共に、1 パッチの重量も計算する。

h. 前章「供試体の用意」に準じて供試体を作製し、配合設定試験に取りかかる。

17. 03 現場配合 (J.M.F) の為の骨材解析の計画

J.M.F を決定する為の骨材解析計画は混合物を製造する際の骨材のストック・パイルの数とホッパーピーンの数によってかなり支配される。工事に実際に用いられる骨材の粒度組成とアスファルト量を決定するのが J.M.F である。以下述べるころは J.M.F を決定する骨材試験に通常用いられる室内試験方法の概略である。

a. 混合物の製造に用いるフィラーを含めた各骨材ストック・パイルから代表的なサンプルを探る。

b. 全部のサンプルを 105°C ～ 110°C で一定重量になる迄乾燥する。各サンプルは夫々別々の鍋に入れること。

c. 各ストック・パイルより採取した代表的サンプルについて水洗い篩分析と比重測定を行う。

d. 各サンプルの粒度を利用して、混合物の所要粒度を確保する為混合割合を計算する。

e. d に従ってコールド・フィーダーを調整する。

f. プラントが正常運転された時、各ホットビンより代表的サンプルを採取し、水洗い篩分析を行う。

g. 所定混合物粒度を得る為の各ビンの骨材及びフィラーの配合及び1 パッチの重量を計算する。

h. 前述の配合設計法に従って供試体を作る。

i. 混合物の粒度組成及びアスファルト含有量が適當でなければ再調整を行う。

j. 最後に舗設された混合物を抜き取って骨材を抽出し、水洗い篩分析を行う。

註 検査官 (インスペクター) への注意

上記は J.M.F を決定する為通常行われる一連の作業を概説したものであるが、現場におけるサンプリング、プラントにおける計量と調整等の詳細についてはアスファルト協会より出版している「アスファルト・プラント要綱」を参照されたい。

17. 04 重量による骨材の配合方法

示方粒度組成に適するように、2種又はそれ以上の骨材の配合を決定する方法は試索法による。しかし多くの場合図解法が用いられる。XVII-1 図に示すように各骨材をプロットする。これによって所要の配合割合を目で見て推定することが出来る。

例題 1

1種類の粗骨材のストック・パイルに細砂を配合して所要の合成粒度を得る場合：

粗骨材と細砂及び示方粒度組成が下記のようであったとする。示方粒度の中央に近い合成粒度を得る配合割合を計算で出そうとする。

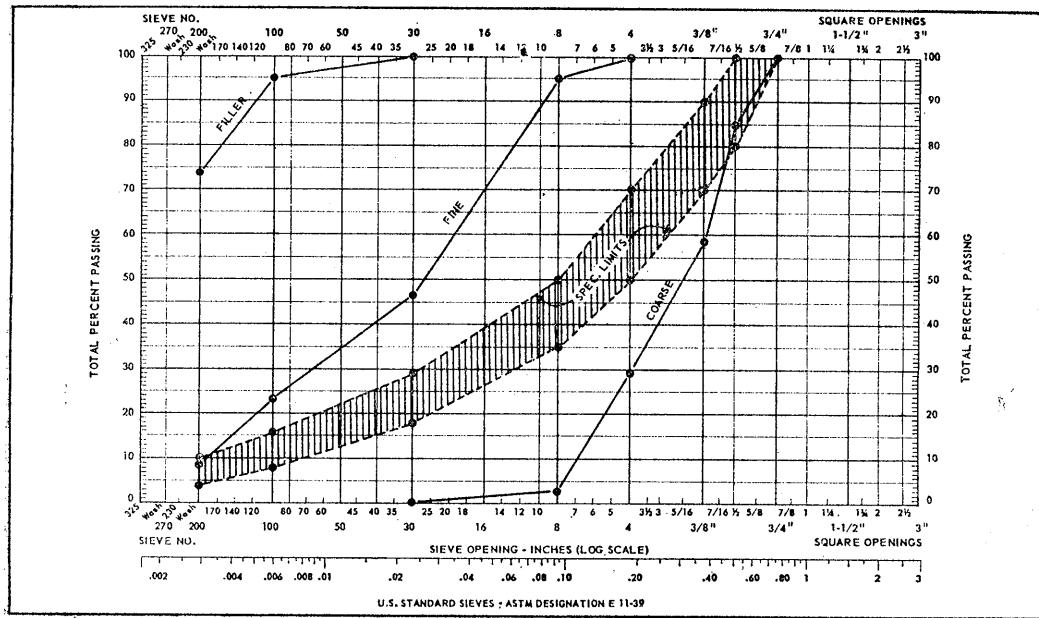
篩 目	通 過 百 分 率							
	$\frac{3}{4}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{3}{8}$ "	#4	#8	#30	#100	#200
示方配合	100	$\frac{100}{80}$	$\frac{90}{70}$	$\frac{70}{50}$	$\frac{50}{35}$	$\frac{20}{18}$	$\frac{16}{8}$	$\frac{10}{4}$
粗 骨 材	100	87	75	58	35	17	8	2
細 砂	100	100	100	100	100	80	53	40

まづ示方配合の中点で #200 は 7% であるから細砂を加えて 7% になるようにする。粗骨材を 100 として細砂の所要%は次式により求める。

$$X = 100 \cdot \frac{(C-S)}{(S-F)} \quad [\because (100+X)S = 100C + XF]$$

茲に X = 所要の合成粒度を得る為粗骨材を 100 とした場合の細砂の%。

図 XVII-1 骨材の粒度曲線



S = 所要合成粒度における考えている篩目の通過%

F = 細砂の考えている篩目の通過%

C = 粗骨材の考えている篩目の通過%

従って

$$X = 100 \frac{2 - 7}{7 - 40} = \frac{-550}{-35} = 15(\%)$$

となり次表を得る。

通過百分率

篩目	$\frac{3}{4}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{3}{8}$ "	#4	#8	#30	#100	#200
粗骨材 100%	100	87	75	58	35	17	8	2
細砂 15%	15	15	15	15	12	8	6	
計	115	102	90	73	50	29	16	8
	以上を1.15で割ると							
合成粒度	100	89	78	63	43	25	14	7
示方粒度(中点)	100	90	80	60	42	23	12	7

例題 2

粗骨材、細骨材、フィラーの3つのストック・バイルの材料を配合して所要の合成粒度を得る場合：

示方配合と各材料の篩分析結果が下記の通りであったとする。示方配合の中央線に近い合成粒度を作る配合割合を求めるとする。

篩通過百分率

篩目	$\frac{3}{4}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{3}{8}$ "	#4	#8	#30	#100	#200
示方配合	100	100/80	80/70	75/60	50/35	29/18	16/8	10/4
粗骨材	100	85	58	29	2.4	0.5	0.3	0.1
細骨材	100	100	100	95	47	23	8.8	

フィラー 100 100 100 100 100 95 74

図 XVII-1 に示すように粗細両骨材の粒度は#8 篩で非常にはっきり分れている。従ってまづ#8 篩で示方配合粒度の中央点である42%を得る粗細骨材の配合割合を求める。

$$X = 100 \frac{F-S}{F-C} \quad [\because XC + (100-X)F = 100S]$$

X = 所要合成粒度を得る為の粗骨材の配合割合

$$100 - X = " \quad \text{細骨材} "$$

S = 所要合成粒度における考えている篩目の通過%

F = 細骨材の考えている篩目の通過%

C = 粗骨材の "

従って

$$X = 100 \frac{95 - 42}{95 - 2.4} = 57\% \quad \dots \text{粗骨材の配合割合}$$

$$100 - X = 43\% \quad \dots \text{細骨材} "$$

今上述の配合割合を用いたとすれば#200 通過量は
 $0.1 \times 0.57 + 8.8 \times 0.43 = 3.8\%$

で示方配合では 7% であるから $7 - 3.8 = 3.2\%$ の不足分をフィラーで補わなくてはならない。従ってフィラーの所要量は $\frac{3.2}{0.74} = 4.3\%$ となる。そこでフィラーを 4% とし、細骨材を $43 - 4 = 39\%$ に変え、粗骨材は 57% そのままとして合成粒度を計算すると次の通りである。

通過百分率

篩目	$\frac{3}{4}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{3}{8}$ "	#4	#8	#30	#100	#200
粗骨材 57%	57.0	48.4	33.1	16.5	1.4	0.3	0.2	0.1
細骨材 39%	39.0	39.0	39.0	39.0	37.1	18.3	9.0	3.4
フラー 4%	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.8	3.0

合計	100.0	91.4	76.1	59.5	42.5	22.6	13.9	6.5
示方配合	100	90	80	60	42	23	12	7

例題 3

3種の骨材の粒度組成がオーバーラップしている場合この際は図式解法によるのが便利である。

粗粒、中粒、細粒の3ビンの骨材粒度及び示方粒度が下記の通りであったとする。

通過百分率

筛 目	$\frac{3}{4}$ "	$\frac{1}{2}$ "	$\frac{3}{8}$ "	#4	#8	#30	#100	#200
示方粒度	100	$100/_{80}$	$90/_{70}$	$73/_{55}$	$55/_{40}$	$30/_{20}$	$18/_{10}$	$10/_{4}$
粗骨材ビン	100	74	12	3.0	2.5	2.0	1.8	1.5
中骨材ビン	100	100	90	52	18	4.0	3.2	2.0

細骨材ビン	100	100	100	100	98	55	30	15

図 XVII-2 の作図と利用方法について述べる。

段階 a : 細骨材ビンと中骨材ビンの通過百分率を II 図のスケール D と C にプロットする。

段階 b : C, D 線上の同じ篩目に対する通過百分率を示す点を直線（点線）で結ぶ。今横軸下線 X と横軸下線 $X' = 100 - X$ の両点を結ぶ縦線 XX' とこの直線群との交点は、細ビン X 中ビン $100 - X$ で配合した合成骨材の各篩目通過百分率を示すことになる。

段階 c : 各篩目通過百分率が示方配合範囲内の部分は点線を実線に改める。例えば #200 に対する線は D スケール上で 15, C スケール上で 2 であり、この 2 点を点線で結ぶ。示方配合は $\frac{10}{4}$ であるからこの範囲を実線と

する。

段階 d : 各篩目の実線部を平均的に最も良好に通過する縦線を選ぶ。図 II では $X = 40\%$ が選ばれる。

段階 e : 縦線 (XX') と篩線群との交点を図 I のスケール B 上へ水平移転させる。即ちスケール B 線上の各点は細ビン 40%, 中ビン 60% で配合した合成骨材粒度組成を表示することとなる。

段階 f : 粗骨材ビンの篩通過百分率をスケール A 上にプロットし、同じ篩に対する A B 両点を直線（点線）で結ぶ、図 I と同じくこの点線中で示方配合の範囲内の部分を実線に改める。この各篩の実線部を平均的に最も良く通過する縦線 xx' を選ぶ。図において $x = 92\%$ が選ばれている。 x は細と中ビンを夫々 40 : 60 に配合したもののが成骨材比率、 x' は粗ビン比率を示すものである。

従って本例では 3 ビンの配合比率は次の通りとなる。

粗ビン	8%
中ビン	$0.92 \times 60\% = 55\%$
細ビン	$0.92 \times 40\% = 37\%$
計	100%

段階 g : 図 I において縦線 xx' と篩線群との交点をスケール A 上に水平移動してプロットすれば、この数値は最終合成骨材の組成を示すこととなる。又図式の代りに次表の通り計算によっても最終組成を算出してもよい。

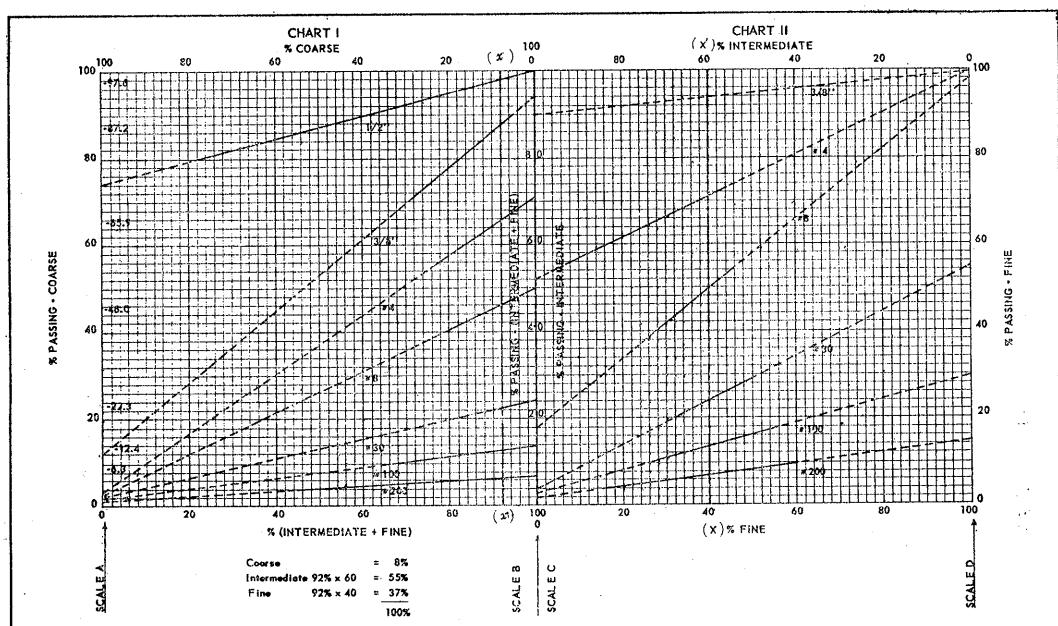


図 XVII-2 骨材の配合割合を求める図式解法

篩 通 過 百 分 率								
篩 目	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8	#30	#100	#200
示方配合	100	100/80	90/70	73/55	55/40	30/20	18/10	10/4
粗ピン 8%	8.0	5.9	1.0	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
中ピン 55%	55.0	55.0	49.5	28.6	9.9	2.2	1.8	1.1

細ピン 37%	37.0	37.0	37.0	37.0	36.3	20.4	11.1	5.6
合 計	100.0	97.9	87.5	65.8	46.4	22.8	13.0	6.8
図式解法	100	97.6	87.2	65.9	46.0	22.3	12.4	6.3

〔筆者：世紀建設株式会社 専務〕

×

×

×

×

×

×

「アスファルト」誌は間違ひなく

皆さんのお手許に届き、御利用頂いておりますか？

本誌を送ってほしいという御註文が、たいへん多くなりました。その部数だけ、どんどん増刷すればよいのでしょうが、いろいろな事情で、そうもいきません。係では、よく注意して送り先の整理をしております。

そこで皆さんに次のことを御願いしたいと存じます。御協力頂いて、無駄のないよう、本誌を御利用下さるよう御願い致します。

◎ ◎ ◎

1. 番地の変更について

現在、全国的に町名、丁目、番地の整理変更が行われております。本誌の送り先カードは旧番地のままですがこれも今のところ支障なく届いてはいます。しかし余りこのままで、今に返送されてくるのではないかと懸念しております。

変更がありましたならば、新番地をお知らせ下さい。

2. 移転、廃止などについて

特に工事各務所、出張所など、現場関係に移転、廃止などが多く見られ、せっかく本誌を送っても返送されてくることがあります。このような場合、ちょっとお知らせ下さいませんか。

3. 民間の業者の方へお願い

施工業者の会社へは、必ず「工務部」宛にして、お送りしております。この宛先で担当の方に届いて、そして御利用頂いておりますでしょうか。最近では、詳しく宛先をお知らせ下さる会社もありますが、正確に担当の方に届き、お読み頂いているのか、ちょっと不安になります。大きな会社ですと、失礼乍ら女の事務員の方が、つまらぬダイレクト・メールの一つかと思って粗末に扱ってしまうことがあります。

届いているが、読んでいないという例もあるのではないでしょうか。そんなことが、最近もあったものですから特に御注意して頂きたいと存じます。

部、課、係名まで正確にお知らせ下さい。

4. 1つの部署に1冊で、御回覧を――

本誌は部数に制限があり無償配布ですから、出来るだけ個人の御註文は、お受けしないことにしております。1つの課で1冊、保存して頂き、みんなで読むという形をとった頂けないでしょうか。はっきり申上げると、係長や課長が個人の所有物にしてしまい、若い人たちが読みたくても、貸して貰いにくいということです。どうぞ、みんなに読ませてあげて下さい。

アスファルト合材の実用試験

—原油および製法と合材性能との関係—

印田俊彦

1. はじめに

舗装用アスファルトはふつう蒸留残留物として得られるから、その性質は原料である原油によってほとんど決定され、その実用試験における性能も、原油の種類が異なるときに若干の差異があると考えられる。また、アスファルトの合成性能は使用する骨材の種類および粒度などによってかなり違ってくるであろう。さらにアスファルトの実用試験には、マーシャル試験、ビーム試験およびハーバードフィールド試験などがあり、それぞれ測定方式が異なるから、同じ骨材同じアスファルトの場合でも、その合材性能は試験方法のいかんによって変ってくるかもしれない。

これらの点を検討するため、骨材の種類および粒度と同じにして、アスファルトの種類を変えた場合について、密粒度アスファルトコンクリート型合材¹⁾のマーシャル試験およびビーム試験、ならびにシートアスファルト型合材²⁾のハーバードフィールド試験およびビーム試験を行なった。

2. 試料

2-1. アスファルト

原油の種類が異なる5種の80~100アスファルトおよび製法が異なる2種の60~80アスファルトで、いずれも中東系原油から得られたものである。アスファルト試料の性状および組成を表1に示す。

2-2. 骨材

骨材は、碎石およびスクリーニングスとして三重県多

表1 アスファルト試料の性状および組成

針入度範囲	80 ~ 100					60 ~ 80		
	A*	B	C	D	E	A ₁ *	A ₂	
針入度 25°C	89	91	96	86	88	72	75	
軟化点 °C	46.6	45.0	45.2	45.0	43.9	49.2	47.0	
伸度 10°C cm	70	130+	45	105	83	21	38	
比重 25/25°C	1.027	1.025	1.022	1.021	1.018	1.028	1.029	
平均分子量	808	751	769	797	762	822	808	
ブレーキングポイント°C	-20	-14	-20	-11	-12	-16	-15	
組成	アスファルテン %	12.8	8.5	14.2	10.3	6.0	16.7	12.8
飽和成分 %	20.9	18.0	21.8	22.8	23.4	20.9	17.1	
分析	芳香族分 %	46.1	50.5	43.4	42.4	44.0	45.9	49.4
レジン分 %	20.2	23.0	20.6	24.5	26.6	17.5	20.7	
フローレ	160°C	71	60	58	50	42.5	93.5	70
	150°C	106	87	87	74	60.5	138	103
	140°C	168	135	133	112	93	218	170
粘度	130°C	267	219	216	182	149	364	273
(秒)	120°C	450	400	379	298	261	640	460
	95秒になる温度 °C	153	148	148	144	140	160	152

註 1) *印はセミプロンアスファルト

2) A, B, C, D, E, は原油の種類を示す

A, A₁, A₂……カフジ原油 C……アラビア・サファニア混合原油 E……アガジャリ(イラン)原油
B……クエイト原油 D……ガッチャサラン(イラン)原油

表2 骨材の粒度、配合割合および比重

骨材の粒度	骨材粒度フルイ通過量(wt%)										
	孔径(mm)	0.074	0.149	0.297	0.59	1.19	2.38	4.76	9.53	12.7	19.05
密粒アスコン	7.2	9.4	14.1	22.3	—	43.9	58	80	90	100	
粗粒シート	10.6	17.9	41.5	68.2	80	88	100	—	—	—	
密粒シート	13.9	22.6	49.3	78.7	92	97.6	100	—	—	—	
骨材の配合割合	骨材の材種(砂石mm)および配合割合(wt%)										
材種	フィラー	細砂	1.19以下	1.19~4.76	4.76	荒砂	4.76以下	9.5~4.76	19~9.5		
密粒アスコン	10	5	—	—	—	21	22	22	20		
粗粒シート	10	30	40	20	—	—	—	—	—		
密粒シート	14	32	46	8	—	—	—	—	—		
骨材の表乾比重	密粒アスコン: 2.661			粗粒シート: 2.589			密粒シート: 2.587				

慶産の硬質砂岩を、砂として粗粒、細粒2種の川砂を、フィラーとして市販の炭酸カルシウムをそれぞれ使用した。骨材の粒度、配合割合および比重を表2に示す。

3. 試験方法

3-1. アスファルトの組成分析³⁾

アスファルトをn-ヘブタンで3回抽出して、不溶分をアスファルテンとした。n-ヘブタンに溶けたマルテン（別名ペトローレン）の分析はアルミナゲルクロマトグラフ法により、n-ヘキサン溶出分を飽和成分、ベンゼン溶出分を芳香族成分、残余分をレジン分とした。

3-2. 骨材の比重

JIS A 1109 および 1110 法による表面乾燥飽和状態の比重とした。

3-3. マーシャル試験⁴⁾

ASTM D 1559-62T に準拠した。ただし、突き固め温度は、上記試験法による温度では供試体がうまく突き固まらないので、アスファルトB、CおよびDにおいて $130 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、アスファルトAにおいて $135 \pm 5^{\circ}\text{C}$ とした。

3-4. ピーム試験⁵⁾

ASTM D 1561-63T および D 1560-63T に準拠した。混合温度は、アスファルトのフロール粘度が95秒となるときの温度とした。

3-5. ハーバードフィールド試験⁶⁾

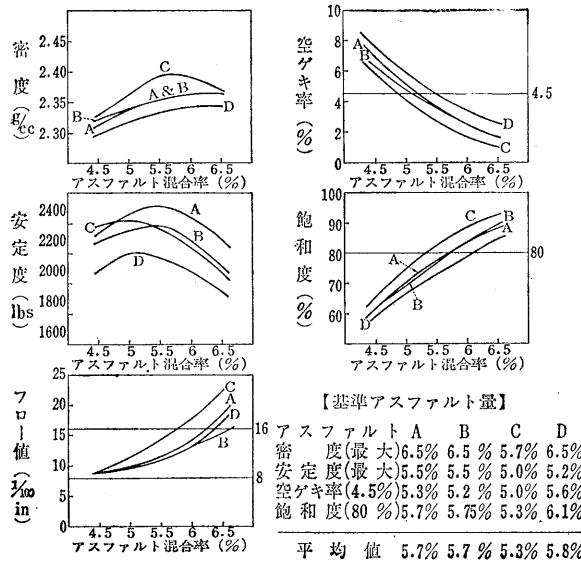


図-1 密粒アスコン型合材マーシャル試験

表3 密粒アスコン型合材のマーシャル試験

試料名	混合率 (wt%)	アスファルト		容積(%)	空げき率(%)	飽和度(%)	安定度(lbs)	フロー値 (1/100in)
		実際	理論					
A	4.5	2.312	2.481	10.20	6.81	59.94	2280	11
	5.0	2.325	2.463	11.40	5.60	71.25	2260	10
	5.5	2.357	2.445	12.71	3.60	78.41	2420	13
	6.0	2.362	2.427	13.89	2.68	83.83	2330	12
	6.5	2.366	2.409	14.89	1.78	89.32	2200	19
B	4.5	2.332	2.481	10.29	6.01	63.13	2180	11
	5.0	2.337	2.463	11.46	5.12	69.12	2250	10
	5.5	2.353	2.445	12.69	3.78	77.05	2280	13
	6.0	2.363	2.427	13.90	2.64	84.04	2150	14
	6.5	2.368	2.409	15.09	1.70	89.87	2050	15
C	4.5	2.332	2.481	11.31	6.01	65.30	2270	9
	5.0	2.359	2.463	11.56	4.22	73.26	2320	10
	5.5	2.396	2.445	12.92	2.00	86.60	2260	15
	6.0	2.384	2.427	14.02	1.77	88.79	2140	19
	6.5	2.378	2.409	15.15	1.29	92.15	1990	21
D	4.5	2.297	2.481	10.13	7.42	57.72	1980	9
	5.0	2.315	2.463	11.35	6.01	69.38	2100	10
	5.5	2.333	2.445	12.58	4.58	73.31	2060	11
	6.0	2.338	2.427	13.75	3.67	78.93	1980	13
	6.5	2.345	2.409	14.94	2.66	84.89	1860	17

ASTM D 1138-52 に準拠したが、混合温度はアスファルトのフロール粘度が95秒となるときの温度とし、成形温度は 125°C の一定とした。また、安定度は、密度を求めた供試体を、 60°C の恒温水槽に1.5時間放置してから測定した。

4. 結果および考察

4-1. 密粒アスコン型合材のマーシャル試験

4種類の80~100 アスファルトについてのマーシャル試験の結果を表3 および図1 に示す。

アスファルト舗装要綱⁷⁾では、マーシャル試験において合材の種類が密粒度アスファルトコンクリートの場合

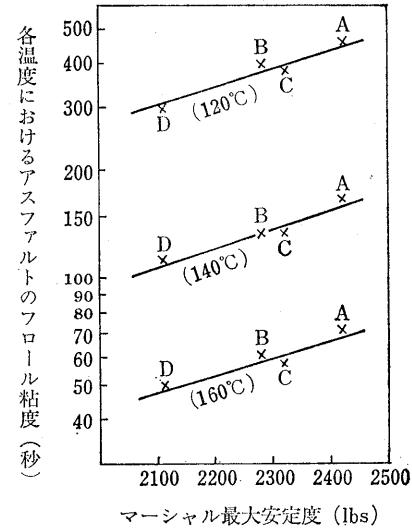


図-2 マーシャル試験における合材の最大安定度とフロール粘度との関係

その基準値の範囲を、安定度において1200 lbs 以上^a、フロー値において8~16 (1/100 in), 空げき率において3~6%, 飽和度において75~85%, としている。また、マーシャル試験の結果から基準アスファルト量を決定するためには、合材の密度および安定度が最大になるときのそれぞれのアスファルト混合率、空げき率が4.5%になるときのアスファルト混合率、および飽和度が80%になるときのアスファルト混合率を求め、これらの平均値をとることにしている。

図1に示した各アスファルトの合材性能は、適当なアスファルト混合率において、いずれも上記の基準値を満足する。ただし、その合材性能は、アスファルトの種類が異なるときに若干の差異があり、基準アスファルト量は多少異なり5.3~5.8%の範囲である。また合材の安定度の大きさは、図2に示すように、アスファルトのフロール粘度の大きさと関連があるように思われる。

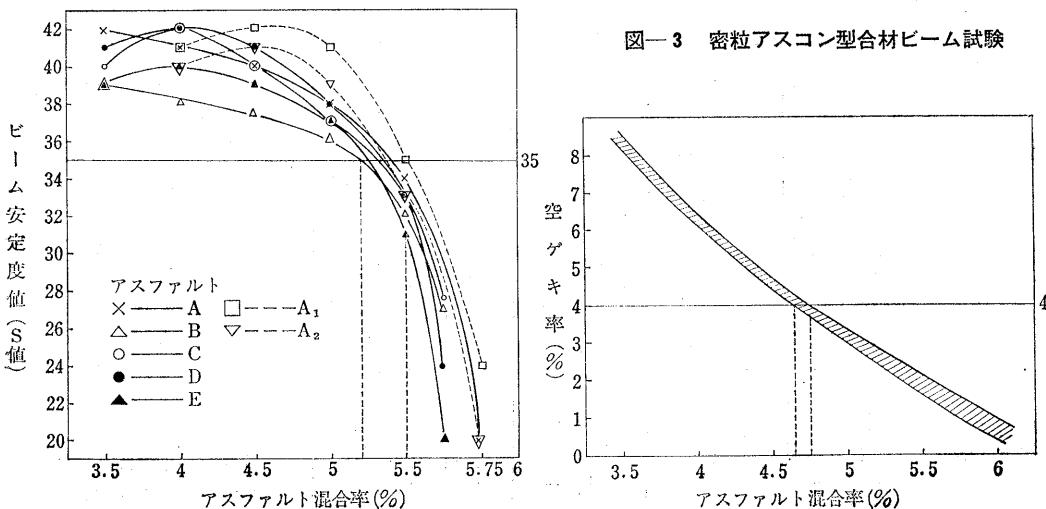
4-2. 密粒アスコン型合材のビーム試験

5種類の80~100 アスファルトおよび製法が異なる2種類の60~80アスファルトについてのビーム試験の結果を表4、図3および図4に示す。

表4 密粒アスコン型合材のビーム試験

アスファルト		密度 (g/cc)		アスファルト容積 (%)		空げき率 (%)	飽和度 (%)	S 値	C 値
試料名	混合率 (wt%)	実際	理論						
A	3.5	2.281	2.490	7.77	8.39	48.08	42	55	
	4.0	2.314	2.472	9.01	6.39	58.51	41	69	
	4.5	2.338	2.454	10.25	4.73	68.42	40	149	
	5.0	2.361	2.436	11.01	3.08	78.14	38	238	
	5.5	2.373	2.419	12.71	1.90	87.00	34	317	
	6.0	2.387	2.402	13.95	0.62	95.74	20	431	
B	4.5	2.274	2.490	7.78	8.67	39.92	39	22	
	4.0	2.315	2.472	9.03	6.35	58.71	38	60	
	4.5	2.337	2.452	10.26	4.69	68.63	37.5	98	
	5.0	2.352	2.436	11.47	3.46	76.83	36	117	
	5.5	2.365	2.418	12.69	2.19	85.28	32	233	
	5.75	2.386	2.410	13.72	1.00	93.21	27	267	
C	3.5	2.282	2.489	7.82	8.32	48.45	40	38	
	4.0	2.315	2.471	9.06	6.31	58.95	42	50	
	4.5	2.336	2.453	10.29	4.77	68.33	40	77	
	5.0	2.356	2.435	11.53	3.24	78.06	37	121	
	5.5	2.369	2.417	12.75	1.99	86.52	33	262	
	5.75	2.379	2.409	13.38	1.25	91.46	27.5	354	
D	3.5	2.283	2.489	7.83	8.28	48.60	41	46	
	4.0	2.315	2.471	9.07	6.29	59.05	42	82	
	4.5	2.344	2.452	10.33	4.41	67.25	41	96	
	5.0	2.364	2.435	11.58	2.92	79.86	38	175	
	5.5	2.375	2.417	12.80	1.72	88.15	33	326	
	5.75	2.387	2.410	13.72	0.92	93.72	24	374	
E	3.5	2.285	2.488	7.85	8.16	49.03	39	24	
	4.0	2.318	2.470	9.10	6.18	59.67	40	55	
	4.5	2.341	2.452	10.34	4.53	69.54	39	90	
	5.0	2.362	2.434	11.60	2.96	79.67	37	156	
	5.5	2.376	2.416	12.83	1.66	88.54	31	283	
	5.75	2.388	2.407	13.48	0.79	94.46	20	383	
A ₁	4.0	2.316	2.472	9.01	6.31	58.81	41	201	
	4.5	2.341	2.454	10.25	4.61	68.98	42	204	
	5.0	2.359	2.437	11.47	3.20	78.19	41	229	
	5.5	2.368	2.419	12.67	2.11	85.72	35	330	
	6.0	2.379	2.402	13.88	0.96	93.53	24	476	
A ₂	4.0	2.320	2.472	9.02	6.15	59.46	40	208	
	4.5	2.346	2.455	10.26	4.44	69.80	41	171	
	5.0	2.362	2.437	11.48	3.08	78.85	39	264	
	5.5	2.373	2.419	12.68	1.90	86.97	33	313	
	6.0	2.382	2.402	13.89	0.83	94.36	20	473	

図3 密粒アスコン型合材ビーム試験



ビーム試験における合材の性能について、米国アスファルト協会では、その推奨値の範囲⁹⁾を、安定度値において重交通および中交通の場合に35以上、軽交通では30以上、空げき率において各交通とも4%以上、こう着度値において各交通とも50以上、としている。

図3に示すように、各アスファルト合材の安定度値は、アスファルト混合率が5.2%以下であれば、いずれも35以上になり、その空げき率はアスファルト混合率が4.6%以下であれば、いずれも4%以上になる。

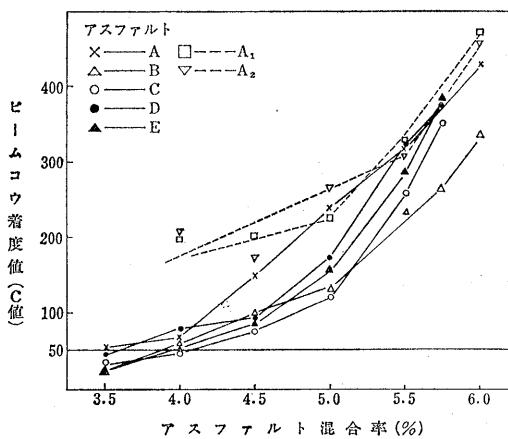
図4に示したアスファルト合材のこう着度値は—アスファルトの種類によってかなりの差異があるが—そのアスファルト混合率を4%以上にしたときには、いずれも50以上になる。

これらのことから、各アスファルト試料のビーム試験における合材性能は、この場合アスファルト混合率が4~4.6%の範囲であれば、いずれも十分であると思われる。

表5 密粒シート型合材のハーバードフィールド試験

アスファルト 試料名	重量(g)		容積 cm ³	密度(g/cc)		アスファルト容積 (%)	空げき率 (%)	飽和度 (%)	安定度 (lbs)
	空中	水中		実際	理論				
A ₁	8	104.82	54.71	50.11	2.092	2.306	16.28	9.28	63.69
	9	106.05	56.16	49.89	2.126	2.275	18.61	6.55	73.97
	10	108.18	58.01	50.17	2.155	2.245	20.97	3.97	84.08
	11	110.05	59.67	50.33	2.184	2.216	23.37	1.45	94.16
	12	111.95	60.63	51.32	2.181	2.188	25.54	0.32	98.92
	13	108.77	58.32	50.45	2.156	2.160	27.26	0.18	99.34
A ₂	8	104.83	54.48	50.35	2.082	2.306	16.19	9.71	62.51
	9	106.90	56.35	50.55	2.115	2.276	18.50	7.07	72.35
	10	108.59	58.07	50.52	2.149	2.246	20.88	4.32	82.86
	11	111.61	60.23	51.38	2.172	2.217	23.22	2.03	91.96
	12	107.66	58.16	49.50	2.175	2.188	25.36	0.59	97.73
	13	107.11	57.36	49.75	2.153	2.161	27.20	0.37	98.66
A	8	104.55	54.14	50.41	2.074	2.305	16.16	10.02	61.73
	9	103.91	54.66	49.25	2.110	2.275	18.49	7.25	71.83
	10	109.70	58.59	51.11	2.146	2.245	20.90	4.41	82.58
	11	110.69	59.80	50.89	2.175	2.216	23.30	1.85	92.64
	12	110.32	59.63	50.69	2.176	2.187	25.43	0.50	98.07
	13	109.48	58.62	50.86	2.153	2.159	27.26	0.28	98.98
B	8	105.75	54.52	51.23	2.064	2.307	16.11	10.53	60.47
	9	107.00	55.86	51.14	2.092	2.274	18.37	8.00	69.66
	10	107.98	57.28	50.70	2.130	2.244	20.78	5.08	80.36
	11	108.43	58.32	50.11	2.164	2.215	23.22	2.30	90.99
	12	109.34	58.86	50.48	2.166	2.186	25.36	0.92	96.50
	13	109.36	58.36	51.00	2.144	2.158	27.19	0.65	97.67
C	8	105.17	54.17	51.00	2.062	2.303	16.14	10.47	60.65
	9	106.29	55.54	50.75	2.094	2.273	18.44	7.88	70.06
	10	108.42	57.36	51.06	2.123	2.242	20.77	5.31	79.64
	11	110.43	59.24	51.19	2.157	2.213	23.22	2.53	90.17
	12	111.55	59.98	51.57	2.163	2.184	25.40	0.96	96.36
	13	108.07	57.56	50.51	2.140	2.157	27.22	0.79	97.18
D	8	104.15	53.81	50.34	2.069	2.303	16.21	10.16	61.47
	9	106.39	55.73	50.66	2.094	2.272	18.51	7.57	70.97
	10	109.70	58.24	51.46	2.132	2.242	20.89	4.91	80.97
	11	110.36	59.46	50.90	2.168	2.212	23.36	1.99	92.15
	12	112.72	60.71	52.01	2.167	2.184	25.47	0.78	97.03
	13	112.09	60.22	51.87	2.161	2.182	25.46	0.96	96.37
E	8	105.83	54.58	51.25	2.065	2.302	16.22	10.30	61.16
	9	107.21	56.02	51.19	2.094	2.271	18.51	7.79	70.38
	10	107.89	57.18	50.71	2.128	2.241	20.90	5.04	80.57
	11	110.00	59.11	50.89	2.162	2.211	23.35	2.22	91.32
	12	112.09	60.22	51.87	2.161	2.182	25.46	0.96	96.37

図4 密粒アスコン型合材ビームこう着度試験



ただし、ビーム試験における4~4.6%のアスファルト混合率は、同じ合材のマーシャル試験で求められた基準アスファルト量5.3~5.8%よりも明らかに少ない¹⁰⁾。

図3(ビーム安定度値—アスファルト混合率)において、アスファルト混合率を5.75%にしたときのビーム安定度値の大きさは、アスファルトのフロール粘度の大きい順序(表1参照)とほぼ一致している。しかし安定度値が35以上となるアスファルト混合率の範囲においては、

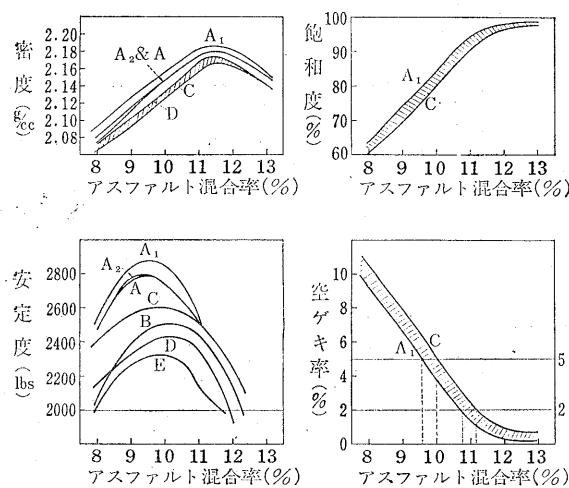
安定度値とフロール粘度とのあいだには、はっきりした関連がないだけだ。

また、ビーム合材の空げき率は、アスファルトの種類を変えたときでもほとんど差異がないが、マーシャル合材のそれはアスファルトの種類によってかなりの差異があった。空げき率における両者のちがいは、つき固め方式が異なるためであろう。

4-3. 密粒シート型合材のハーバードフィールド試験

5種類の80~100アスファルトおよび製法が異なる2種類の60~80アスファルトについて

図-5 密粒シート型合材のハーバードフィールド試験

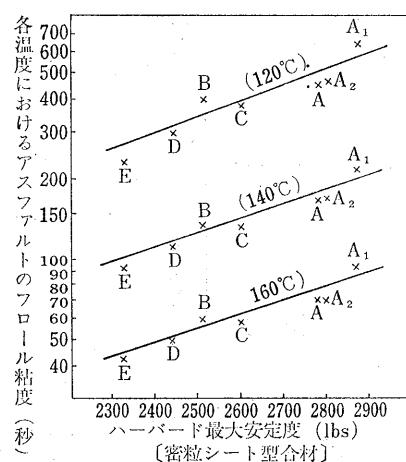


の、ハーバードフィールド試験の結果を表5および図5に示す。

ハーバードフィールド試験における合材の性能について、米国アスファルト協会では、その推奨値の範囲⁹⁾を、安定度において重交通の場合に2000 lbs以上、中交通および軽交通では1200~2000 lbs、空げき率において各交通とも2~5%としている。

図5に示した各アスファルト合材の安定度および空げき率は、適当なアスファルト混合率において、いずれも推奨値を満足し、空げき率の推奨値から求められる基準アスファルト量の範囲は、アスファルトA₁において9.6

図-6 ハーバードフィールド試験における合材の最大安定度とフロール粘度との関係



[密粒シート型合材]

~10.8%，アスファルトA₂およびAにおいて9.7~10.9%，アスファルトDにおいて9.9~11%，アスファルトBおよびEにおいて10~11.1%，アスファルトCにおいて10.1~11.2%である。

合材の安定度はアスファルトの種類によってかなりの差異があり、図6に示すように、フロール粘度が大きいアスファルトを使用すれば、合材の安定度が大きくなる傾向である。また図5においてアスファルトA₂とアスファルトAの合材性能はほぼ同じであり、表1より両者のフロール粘度はまたほぼ同じである。すなわちこれらの結果から、同じ骨材を使用したときのハーバードフィールド合材の性能は、アスファルトの針入度の大小よりも、むしろ、そのフロール粘度の大さによって決定されるものと思われる。

4-4. 粗粒シート型合材のハーバードフィールド試験

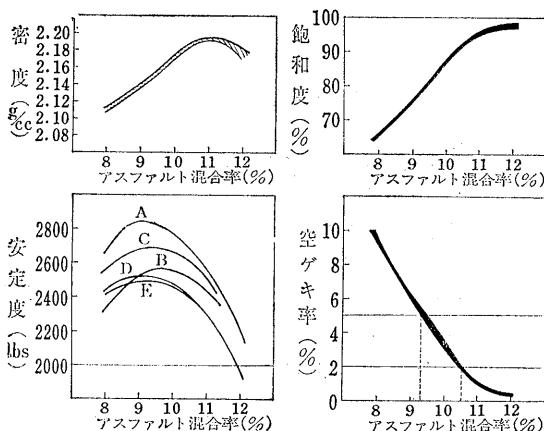
5種類の80~100アスファルトについてのハーバードフィールド試験の結果を表6および図7に示す。

図7に示したアスファルト合材の密度、飽和度および空げき率はアスファルトの種類が異なるときでもほとんど同じになります、したがって空げき率の推奨範囲から求められる基準アスファルト量はほぼ同じの9.3~10.5%の範囲である。しかし合

表6 粗粒シート型合材のハーバードフィールド試験

アスファルト 試料名	混 合 率 (wt%)	重 量 (g)		容 積		密 度 (g/cc)		アス ファ ルト 容 積 (%)	空 ゲ キ 率 (%)	飽 和 度 (%)	安 定 度 (lbs)
		空 中	水 中	cm ³	実 際	理 論					
A	8	108.43	56.96	51.47	2.107	2.308	16.41	8.71	65.33	2660	
	9	108.93	57.95	50.98	2.137	2.277	18.73	6.15	75.28	2840	
	10	109.88	59.24	50.64	2.170	2.247	21.13	3.43	86.03	2760	
	11	112.70	61.33	51.37	2.194	2.218	23.50	1.08	95.61	2560	
	12	112.84	61.12	51.72	2.182	2.189	25.50	0.32	98.76	2200	
B	8	109.00	57.12	51.88	2.101	2.307	16.40	8.93	64.75	2320	
	9	111.33	59.23	52.10	2.137	2.276	18.76	6.11	75.43	2510	
	10	110.91	59.75	51.16	2.168	2.246	21.15	3.47	85.91	2560	
	11	110.98	60.33	50.65	2.191	2.217	23.51	1.17	95.26	2440	
	12	111.71	60.38	51.33	2.176	2.188	25.47	0.55	97.89	1970	
C	8	190.24	57.48	51.76	2.111	2.306	16.52	8.46	66.13	2560	
	9	110.50	58.84	51.66	2.139	2.275	18.84	5.98	75.91	2690	
	10	111.73	60.27	51.46	2.171	2.245	21.24	3.30	86.55	2660	
	11	112.27	61.05	51.22	2.192	2.215	23.59	1.14	95.39	2520	
	12	110.44	59.50	50.94	2.168	2.186	25.46	0.82	96.88	1940	
D	8	109.01	57.37	51.64	2.111	2.305	16.54	8.42	66.27	2430	
	9	111.28	59.18	52.10	2.136	2.274	18.83	6.07	75.62	2520	
	10	113.00	61.04	51.96	2.175	2.244	21.31	3.08	87.37	2470	
	11	111.91	60.91	51.00	2.194	2.214	23.64	0.90	96.33	2300	
	12	110.40	59.55	50.85	2.171	2.186	25.52	0.69	97.37	1900	
E	8	108.80	57.16	51.64	2.107	2.305	16.55	8.59	65.83	2420	
	9	109.83	58.49	51.34	2.139	2.273	18.90	5.90	76.21	2500	
	10	110.81	59.78	51.03	2.171	2.243	21.32	3.21	86.91	2460	
	11	110.75	60.29	50.46	2.195	2.213	23.71	0.81	96.86	2300	
	12	111.28	59.95	51.33	2.168	2.185	25.55	0.78	96.89	1940	

図-7 粗粒シート型合材のハーバードフィールド試験



材の安定度は密粒シート型合材の場合と同様、アスファルトの種類によってかなりの差異がある。また同じアスファルトの場合、図7および図5より、粗粒シート型合材の密度、安定度および飽和度は密粒シート型合材のそれよりも大きく、粗粒シート型合材の基準アスファルト量は密粒シート型合材のそれよりも少ない。

4-5. 粗粒シート型合材のビーム試験

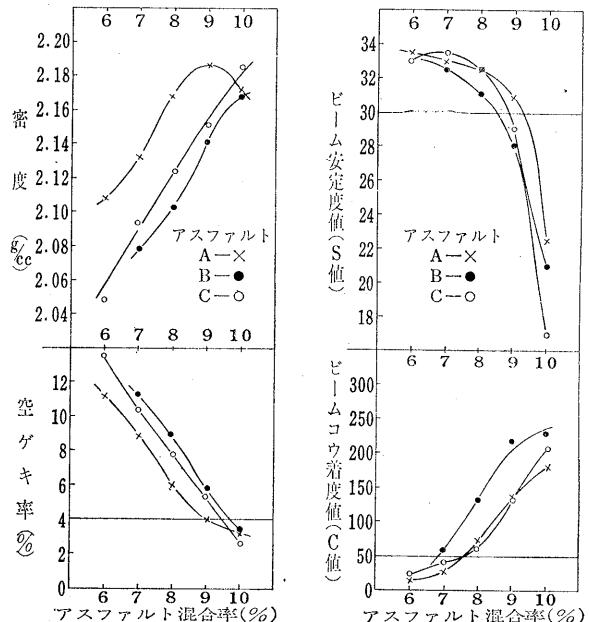
密粒アスコン型合材のマーシャル試験およびビーム試験において、両試験の結果から求められる基準アスファルト量には明らかな差異があったので、ハーバードフィールド試験を行なった粗粒シート型合材のうち、3種類の80~100アスファルトについてビーム試験を行ない、両試験による基準アスファルト量などを比較した。結果を表7および図8に示す。

図8に示した各アスファルトの合材性能には、かなりの差異があり、安定度値、突げき率およびこう着度値の推奨範囲から求められる基準アスファルト量およびその

図-8 粗粒シート型合材のビーム試験

アスファルト基準量の範囲

アスファルト	A (×)	B (●)	E (○)
S値が30以上になる	9.3%以下	8.5%以下	8.9%以下
空げき率が4.9%以上になる	9.0%以下	9.7%以下	9.5%以下
C値が50以上になる	7.6%以上	6.9%以上	7.6%以上
S値、空げき率およびC値の適合範囲	7.6~9.0%	6.9~8.5%	7.6~8.9%



範囲は若干異なる。しかしこれらの基準アスファルト量はいずれも7.6~9.0%の範囲内にあり、この数値は同じ合材のハーバードフィールド試験の場合の9.3~10.5%よりも少なく、両試験による差異が認められた。

図8(ビーム安定度値—アスファルト混合率)において、アスファルト混合率を10%にしたときの安定度値の大きさは、アスファルトのフロール粘度の大きい順序と一致している。しかし安定度値が30以上になるアスファルト混合率の範囲においては安定度値とフロール粘度とのあいだに関連性がみいだせない。そしてこの結果は密粒アスコン型合材のビーム試験においても同様であった。

5.まとめ

原油および製法が異なる中東系のアスファルトは、実用試験において、いずれも適当なアスファルト混合率において十分な合材性能を示した。したがって中東原油から製造されるアスファルトは、原油の種類を選ぶことなく舗装用アスファルトとして使用できるで

表7 粗粒シート型合材のビーム試験

アスファルト 試料名	混合率 (wt%)	密度 (g/cc)		アスファルト容積 (%)	空げき率 (%)	飽和度 (%)	S 値	C 値
		実際	理論					
A	6	2.108	2.372	13.32	11.13	56.47	33.5	15
	7	2.133	2.340	14.54	8.85	62.16	33	23
	8	2.170	2.308	16.91	5.98	73.88	32.5	70
	9	2.187	2.277	19.18	3.96	82.89	31	135
	10	2.171	2.247	21.14	3.38	86.57	22.5	179
B	7	2.078	2.339	14.19	11.16	55.98	32.5	54
	8	2.103	2.307	16.41	8.84	64.99	31	130
	9	2.142	2.276	18.81	5.89	76.15	28	216
	10	2.169	2.246	21.16	3.43	86.40	21	230
E	6	2.048	2.368	12.07	13.51	47.19	33	23
	7	2.093	2.336	14.39	10.40	58.05	33.5	39
	8	2.124	2.305	16.68	7.85	68.00	32.5	60
	9	2.152	2.273	19.02	5.32	78.14	29	132
	10	2.186	2.243	21.47	2.54	89.42	17	204

あろう。

しかし、これらの合材性能は原油の種類およびアスファルトの高温粘度が異なるときに若干の差異があり、アスファルトの基準量および合材の安定度などが相違した。

この結果から、舗装用アスファルトには原油または高温粘度の一定したものを使用することが重要で、とくにアスファルトの高温粘度は、これで原油の種類がほぼ表示されることから、合材の混合温度およびしめ固め温度を定めるために必要であるばかりでなく、また合材性能との関連性において、極めて重要であると考えられる。

文 献

- 1) 日本道路協会，“アスファルト舗装要綱”47（昭和39年）
- 2) 谷藤、埴原、亀井川、高橋，“道路舗装施行法”237（昭和35年）山海堂
- 3) 菊池、藤田、昭石技報、2, 15 (1958)
- 4) 日本道路協会“アスファルト舗装要綱”147（昭和39年）

- 5) Martin, J. R., Wallance, A. H., “Design and Construction of Asphalt Pavements”, p. 239. McGraw-Hill Book Co., Inc., 1958
- 6) Martin, J. R., Wallance, A. H., “Design and Construction of Asphalt Pavements.” p. 223. McGraw-Hill Book Co., Inc., 1958
- 7) 日本道路協会“アスファルト舗装要綱”54（昭和39年）
- 8) 中島彬博“アスファルト・コンクリート舗装”32（昭和36年）理工図書
- 9) 佐藤正八，“アスファルト”日本アスファルト協会, 3, No. 14 22 (1960)
- 10) 増田久仁男、池田靖、ビームスタビロメーターによる1.2の考察について、第5回日本道路会議論文集 371. (35.12)

〔筆者：大協石油株式会社研究所〕

本誌の協賛広告掲載についてのお願い

本誌が発行されてから丸8年目に入っております。

1号も休刊することなく、なんとか計画どおり発行し続けておりますのは、皆様方の御力添えによるものと感謝致しております。

本誌はアスファルトを利用して頂く方々へのサービスとして、無償で配布しております。

当初は3,000部発行し、全国へお配りしたところ、御註文が殺倒し、すぐ5,000部としました。しかしこれでも大分不足し、現在では一応6,000部を全国へ渡れなく無償でお送りしてますが、まだまだ御註文に、すべてお応え出来ておりません。

そろそろ実費配布としてはどうかとの御意見も頂いておりますが、可能な限り、無償でお配りしていきたいと存じます。

毎号ごらん頂いておりますとおり、若干「広告」を掲載し、少しでも発行費をカバーして、無償配布の線を守ろうとしております。

どうぞ、本誌発行に対し、「広告」の面でのお力添えも頂けますよう、特に民間関係会社の方へ御願い申し上げます。

——広告掲載の御申込み、御問合せは本会にてお受けしております——

貯水池のアスファルトライニング

藤井治芳

1. オンタリオ湖利用によるイースタン貯水池の建設

この貯水池はオンタリオ湖を開発する為の水利区総合計画に従った最初の建設である。この計画には Oswego での第一次取水口やシラキュースの直北にある中央貯水池に 54in 径のパイプで、約 30 マイルもの距離を揚水する為の揚水塔の建設等が含まれている。

水はこの中央貯水池から二つの貯水池（イースタン貯水池とウエスタン貯水池）と郡にめぐらされた給水管網に給水されることになっている。この計画は 1966 年中に完成の予定である。

イースタン貯水池は容量約 3000 万ガロンで開発局の設計方式に従って O'Brien & Gere コンサルタント (Walter K. Neubauer が主任技術者となった) によって設計された。この設計には Montgomery Damm の例が参考とされたが、1965 年 6 月には完成され供用開始の予定である。

(1) 貯水池の堤体

貯水池は丘陵を利用して作られたが、南側は丘陵の斜面を利用し、頁岩を主にした基礎の上にあり、掘削された土は下り斜面上におき貯水池の底面を築造すると同時に、北側に約 36ft (10.8m) の高さに積上げ堰堤を築造した。法面勾配は $2\frac{1}{2} : 1$ を採用した。

この貯水池の中央には約 5 ft (1.5m) の高さの小堰堤を設け、二つに分離している。これは堤体の修繕を行なう場合、全部を空にする必要のないようにしたものである。

(2) 貯水池のライニング

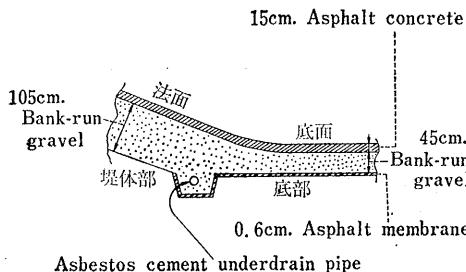


図-1 ライニング断面図

堤体の被覆は法面部と底部とに分けられる。

(a) 底部のライニング

底部にはまず $\frac{1}{4}$ in 厚にアスファルトのみの薄層膜を作った。次いでこの上に bank-run gravel を 18in (45cm) 厚に敷き展げた。この上にアスファルトライニングを厚さ 6 in (15cm) でアスファルトコンクリートを用いて被覆してある。

このライニングは貯水された水の滲透を防ぐことのみならず、地下水の滲水をも阻止することを目的としている。

(b) 法面部のライニング

法面部にも示すように堤体の上に bank-run gravel を 42in 厚 (105 cm) に全面被覆し、この上にアスファルトライニングを行なった。まずプライムコートとして MC-1 を 0.5 gallons/yard² の割合で撒布し、次いで 6 in (15cm) 厚のアスファルトコンクリートを被覆している。

(c) ライニングの舗設

アスファルト薄層膜の施工は加熱温度を 350~400°F (177°C~205°C) とし $1\frac{1}{2}$ gallons/yard² の割合で撒布した。アスファルトとしては高軟化点のものを使用した。

アスファルト混合物のアスファルト混合量は 8.3% で、骨材は地元産のものを使用した。粒度は $1\frac{1}{2}$ in フルイ (40mm) を 100% 通過し且つ 200 番フルイを 7~15% 通過するように粒度調整されている。

舗設する順序は、法面部にまず 3 in 厚のアスファルトコンクリートを舗設(第一層)次に底部の第一層 (3 in 厚) のアスファルトライニングを行なうという順序をとった

舗設はフィニッシャーで敷き均し、レーキで表面の整形を行なった。転圧機械は鉄輪ローラーとタイヤローラーを併用したが、法面勾配の点から 36ft 高の堤上にブルドーザーとクレーンを設置し、これをを利用して振動ローラー ($1\frac{1}{2}$ ton) などを上げたり下げたりした。転圧は 4 回行なったが、混合物は現場到着温度が 300~310°F (150°C) になってから転圧を開始した。

(3) 貯水池の排水

ライニングを透過して滲透して来た水はアスファルト薄膜上で集められ、図に示すような排水孔によって排出さ

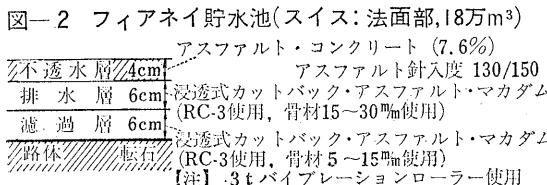
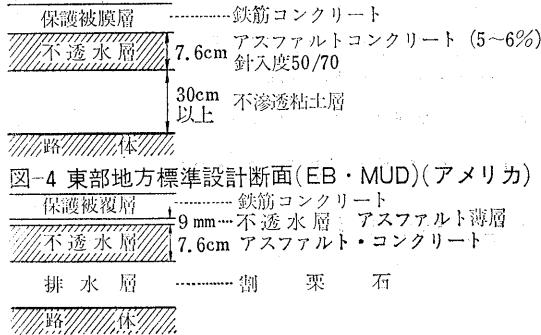


図-3 ガーベ貯水池(アメリカ: 南カルフォルニア, 底部, 185万m³)



れた。このアスベストセメントの排水パイプは径 6 in (15cm) で、貯水池の縦横に走っており、堤体の外側に設けられた二つの集水渠につながっている。ここでもって滲透水の量が定期的に測定され、維持修繕の為の目安とされている。

II. 貯水池のアスファルトライニングの諸例

(1) 目的と特徴

貯水池にアスファルトライニングを行なう直接の目的は、貯水された水の漏水防止にあるが、これも二つに分けられ、貯水量の減少を防ぐ為と、漏水により堤体等の崩壊を招き附近に災害を及ぼさない為の二つである。

この他にも逆に地下水(伏流水などを含む)等の逆滲透を防ぐことや、結果として水質の保全(定質化)をはかるなどと考えられる。

Walter. K. Neubauerによればアスファルトライニングの特徴は次の通りである。

- アスファルト自体の不透水性の働きにより漏水、滲透水の防止が十分に満足されること。
- 路体構造物にわずかな変位(沈下等)が生じても十分にライニングは追従しうること。
- コンクリートライニングに比べて、施工が容易であること。
- 貯水池が何らかの破壊を受けても修繕が早く安価に容易に出来る。
- 一般的に他の材料に比べて、アスファルトライニングは建設費、維持費が安いこと。

(2) ライニングの諸例

図-5 ウィツティア貯水池(アメリカ: カリフォルニア, 400万ガロン)

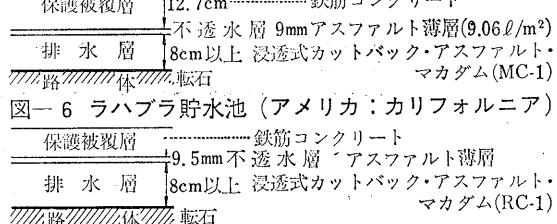


図-6 ラハブラ貯水池(アメリカ: カリフォルニア)

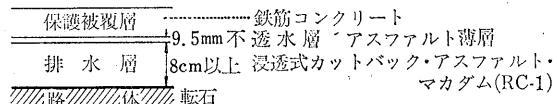


図-7 パルドワインヒル貯水池(アメリカ)

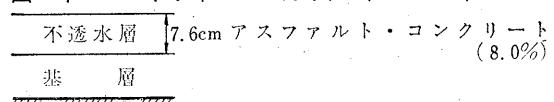
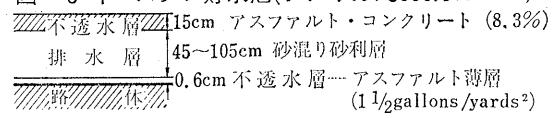


図-8 イースタン貯水池(アメリカ: 3000万ガロン)



アスファルト混合物をもってライニングした諸例を(主としてアメリカ)図-2~図-8示す。

(3) 加熱混合物アスファルト混合量

上記の貯水池の諸例でも分るようにアスファルトライニングはいろいろな形で使用されている。このうち加熱混合物について、その使用アスファルト混合量を他の海岸、ダム、河川等の水理構造物の諸例と比べながら大体の傾向をみてみると、下表のようなことが云えるだろう。

アスファルト混合量	アスコン	サンドアスファルト	マスチック	調査数
ダム	7.5~8.5%	14~16%		6
海岸・運河	6.5~7.5%	6~10%	12~14	5
河川	8~9%	5%		4
貯水池	6~8.5%			8

この表はあくまでも実例から求めた範囲であるが、その調査数は上表の右欄の通りであるので十分のものとは云えないし、この範囲を出るものもあると思うが、一応の目安として取上げた。

これを見ると一般に水理構造物ではアスコンで6~9%, サンドアスファルトで5~10%程度が多いことが分る。

- 参考資料 1. Engineering News Record. '64
 2. 土木技術資料

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

シェル石油株式会社(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

昭和石油瓦斯株式会社(591)9201

朝日瀝青株式会社	東京都千代田区外神田3の12の9	(253) 1111	大協
恵谷産業株式会社	東京都港区芝浦2の4の1	(453) 2231	シエル
恵谷商事株式会社	東京都港区芝浦2の4の1	(453) 2231	三石
富士鉱油株式会社	東京都港区芝新橋5の20	(432) 2891	丸善
富士商事株式会社	東京都港区麻布10番1の10	(583) 8636	富士興産
泉州石油株式会社	東京都千代田区丸の内1の2	(216) 0911	出光
株式会社木畑商会	東京都中央区西八丁堀2の18	(551) 9686	日鉱
三菱商事株式会社	東京都千代田区丸の内2の20	(211) 0211	三石
マイナミ貿易株式会社	東京都港区芝田村町1の7	(503) 0461	シエル
株式会社南部商会	東京都千代田区丸の内3の4	(212) 3021	日石
中西瀝青株式会社	東京都中央区八重洲1の3	(272) 3471	日石
新潟アスファルト工業(株)	東京都港区芝新橋1の18	(591) 9207	昭石
日米礦油東京支店	東京都中央区日本橋室町2の4	(270) 1911	昭石
日東商事株式会社	東京都新宿区矢来町61	(260) 7111	昭石
日東石油販売株式会社	東京都中央区銀座4の5	(535) 3693	シエル
瀝青販売株式会社	東京都中央区日本橋江戸橋2の9	(271) 7691	出光
菱東石油販売株式会社	東京都台東区上野5の14の11	(833) 0611	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	昭石瓦斯
三共アスファルト株式会社	東京都千代田区丸の内1の2	(281) 2977	三共油化
東新瀬青株式会社	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) 4931	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 日
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 石
株式会社 名建商會	名古屋市中区宮出町41の2	(24) 2817	日 石
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 石
名古屋シエル石油販売株式会社	名古屋市西区牛島町107	(54) 6757	シ エル
株式会社 沢田商行	名古屋市中川区富川町3の1	(36) 3151	丸 善
株式会社 三油商會	名古屋市中区南外堀3の2	(23) 7721	大 協
三徳商事名古屋営業所	名古屋市中村区西米野1の38の4	(48) 5551	昭 石
北陸ピチュメン株式会社	金沢市有松町2の36	(41) 6795	シ 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	光 産
富士アスファルト販売(株)	大阪市西区京町堀3の20	(441) 5195	富士興産
平和石油株式会社	大阪市北区宗是町1	(443) 2771	シ エル
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	丸 善
丸和鉱油株式会社	大阪市東淀川区塚本町2の22の9	(301) 8078	丸 善
三菱商事大阪支店	大阪市東区高麗橋4の11	(202) 2341	三 日
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	石 石
(株)シエル石油大阪発売所	大阪市北区宗是町1	(441) 6931	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	石 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	善 石
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