

第7回 フィラー入りアスファルトの特性

阿 部 頼 政*

1. はじめに

前回までは、アスファルトそのものの性質について色々と述べてきた。舗装に使用されるアスファルト混合物は一般に図-1のような構成になっているが、これらの骨材類とアスファルトが混合されると、アスファルトの性質も変ってくる。そのいちじるしい例がフィラーを添加した場合で、いわゆる「フィラー・ピチューメン」と呼ばれ昔から論議的的となってきた。今回は、このフィラーを添加したアスファルトについて、そのコンシステンシーの変化を考察してみたいと思う。

2. フィラーとは何か

アスファルト舗装要綱¹⁾におけるフィラーの説明は、「0.074mmフルイを通過する鉱物質粉末」ということであるが、フィラーとして石粉(いしこ)を使う場合の標準を表-1のように示している。米国の規格²⁾もほぼ同様であり、両者の共通点をとれば、フィラーとは0.074mmフルイを70%以上通過する鉱物質粉末であると思えばよいであろう。

アスファルト混合物におけるこのフィラーの重要性は古くから認められてきた。そもそも、フィラーをアスファルト混合物に加えるようになった原因は、石油アスファルトが出現した初期の頃、それまでの天然アスファルトによる混合物は良い結果を示すのに、石油アスファルトによる混合物はうまくいかなかったので、両者の差異を調査したところ、天然アスファルトに含まれる微細な鉱物粒子の所為であることが判明し、その後、石油アスファルトには必ずフィラーを入れるようになったと言われている。

フィラーのアスファルト混合物中における働らきに関しては二つの異った見方がある。その第1は、フィラーを微細な骨材とみなし、砂や碎石の間隙を埋めることにより、混合物を安定にするという考え方である。第2の見方は、フィラーを砂・碎石等の骨材系列に連なるものとはせずに、アスファルト中に懸濁し、アスファルトの

図-1 アスファルト混合物の組成

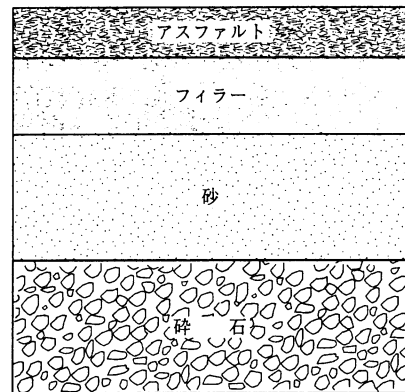


表-1 フィラーの標準粒度

フルイ目 (mm)	通過重量百分率 %	
	舗装要綱	ASTM
0.6	100	100
0.3	70~100	95~100
0.15		70~100
0.074	70~100	70~100

粘度を高める役割をするという考え方である。現在のところ、いずれの説が正しいのか明確な判断は下されていない。アスファルト舗装要綱でも、フィラーの種類、性質等について明確な規定はなく、火成岩類の石粉について注記されている程度である。

最近、アスファルトの品質改善が叫ばれ、種々の改質アスファルトが研究されているようであるが、それらのほとんどは、いわばアスファルトの化学的改質である。アスファルトにフィラーを添加するという事は、それらに比べると一種の物理的改質法であると見なしてよいであろう。フィラーを添加するとアスファルトは一般に硬くなると言われているが、定量的な実験、解析の例はきわめて少ない。筆者らは数年来、フィラーの定量的な解析の基礎にするものは何か、種々のフィラーを同じようにとりあつかえる方法はないかということを考えてきたが、次節以下その研究経過を紹介しながら、フィラー入りアスファルトの特性を考察していくことにする。

* 日本大学理工学部 講師

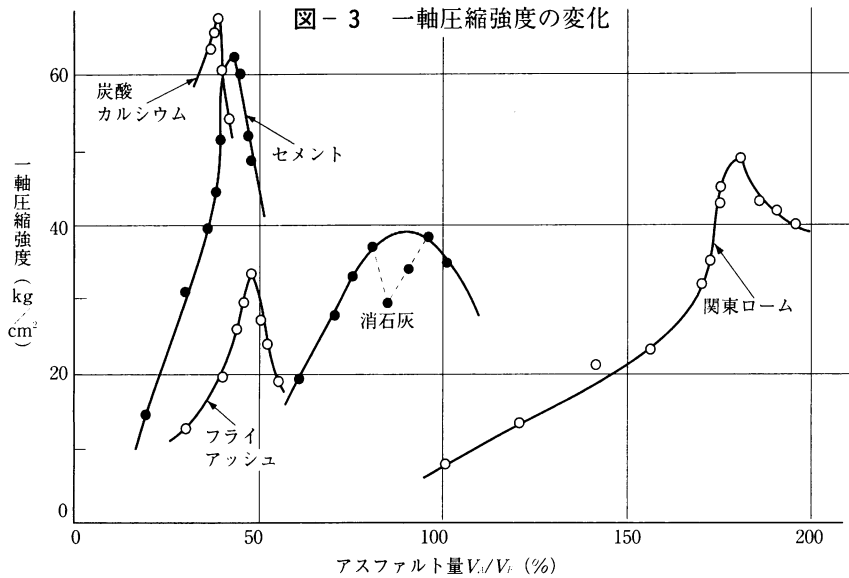
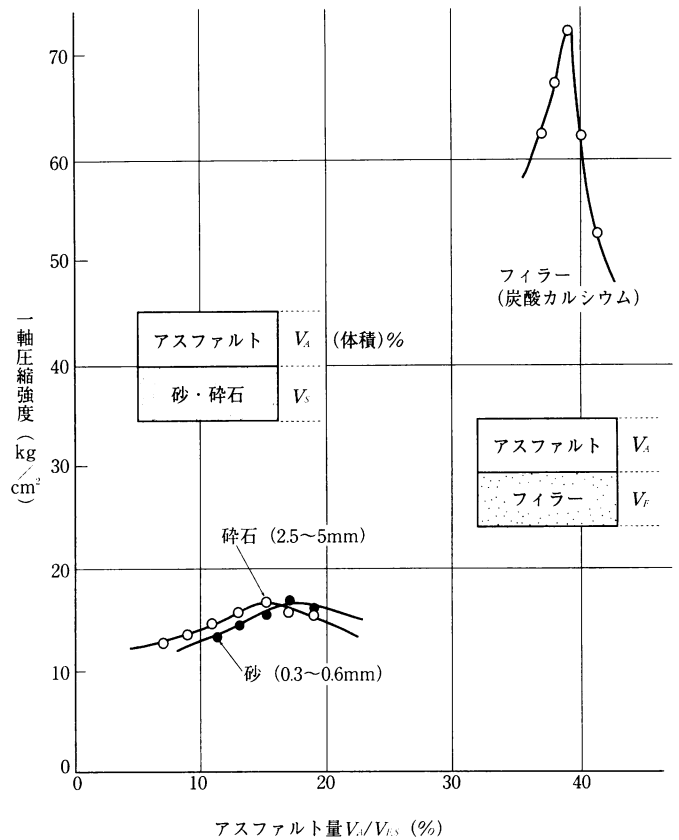
3. フィラーの特性

図-2は、アスファルトとフィラー（炭酸カルシウム）、アスファルトと砂（0.3mm～0.6mm）、アスファルトと碎石（2.5mm～5.0mm）、それぞれの混合物をつくり一軸圧縮強度を調べた結果である。図から明らかなように、（アスファルト・砂）、（アスファルト・碎石）混合物にくらべて、（アスファルト・フィラー）混合物だけがきわだった特徴を示している。すなわち、混合物を作るのに必要なアスファルト量も非常に多く、最大強度も他の混合物にくらべ3～4倍、またアスファルト量の変化に対してもきわめて敏感で山の形がシャープである。アスファルトとフィラーだけの混合物などは、実際の配合とほど遠いのでこのようなデータはほとんど見られないし、またフィラーだけでこのような強い混合物ができるとは一般に知られていないと思う。しかし、フィラーが、骨材の中でも特殊な挙動をすることはこれまで多くの研究者によって認められてきたことであり、フィラーの存在が、混合物の研究を困難にすることもしばしばであった。

4. 種々のフィラーとアスファルトの混合物

5種類の鉱物質粉末を準備し、アスファルトとそれぞれ混合物をつくり、一軸圧縮試験を行なった結果が図-

図-2 各混合物のアスファルト量と一軸圧縮強度



3である。なお、フィラーの性質、アスファルトの性質等を表-2、表-3、図-4に示す。また、供試体は直径10cm、高さ約6.35cmのマーシャル供試体である。

図-8で見ると、フィラーの種類によって強度の大きさ、必要なアスファルト量など大いに異なるが、ここで便宜上、一軸圧縮強度を最大にするアスファルト量を、それぞれのフィラーの最適アスファルト量と呼ぶことにしよう。消石灰をのぞいたいずれのフィラーにおいても山の形が非常にシャープで、最適アスファルト量は、は

表-2 フィラーの性質

フィラーの種類	比重	製造元
炭酸カルシウム	2.630	青倉石灰工業(株)
セメント	3.140	電気化学(株)
フライアッシュ	2.205	東電フライアッシュ工業(株)
消石灰	2.322	奥多摩化学(株)
関東ローム	2.849	東京工業大学構内

表-3 アスファルトの性質

項目	性質
種類	日石製ストレートアスファルト
比重	1.026
針入度	94 (25℃, 100g)
伸度	150以上 (25℃)
軟化点	44℃
粘度	5.0×10 ⁵ ポアーズ (25℃)

つきり読みとれる。図から求めた最適アスファルト量をそれぞれのフィラーについて表-4に示す。

5. 空隙率について

フィラーにアスファルトを入れて突固めを行えば、フィラー粒子同志の摩擦はアスファルトによって小さくされ、締まりやすくなる。またアスファルトが粒子間の空隙に入りこむので空隙率はアスファルト量が多くなるに従い減少していくと考えられる。図-5にアスファルト量による空隙率の変化を示した。いずれのフィラーにおいても空隙率はアスファルト量が多くなるにしたがい直線的に減少している。

いま、これらの直線を外挿してアスファルトがゼロの点の空隙率を考えてみよう。これらは、アスファルトを加えずにフィラー単独で突き固めた場合の空隙率を想像させるものであるが、実際に、乾燥したフィラーをマーシャル用突き固め機で締固め、空隙率を測定するとこれらの外挿した値にほとんど一致することが判明した。つまり、乾燥したフィラーを締固めた空隙 (Dry Comp-

図-4 各フィラーの粒度分布

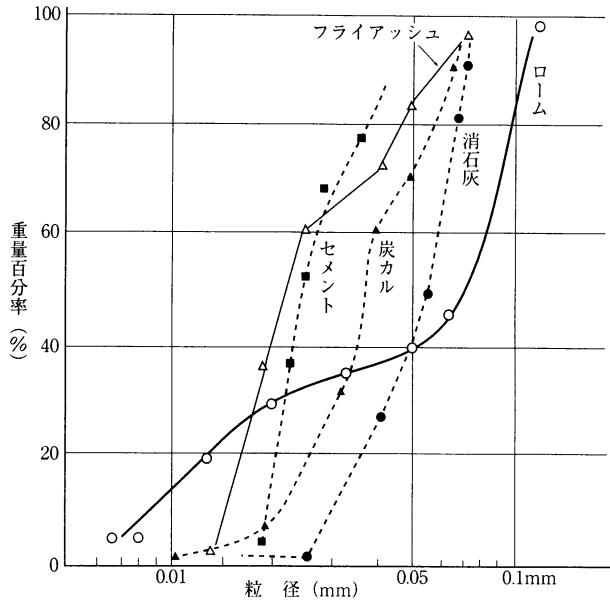


表-4 フィラーの最適アスファルト量

フィラーの種類	最適アスファルト量 $\frac{V_A}{V_F}$
炭酸カルシウム	0.39
セメント	0.43
フライアッシュ	0.48
消石灰	0.90
関東ローム	1.80

図-5 空隙率の変化

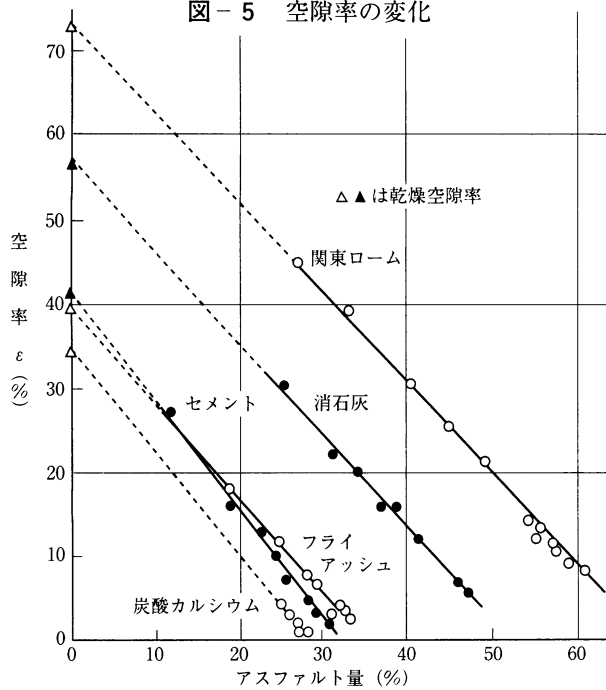


図-6 最適アスファルト量と乾燥空隙の関係

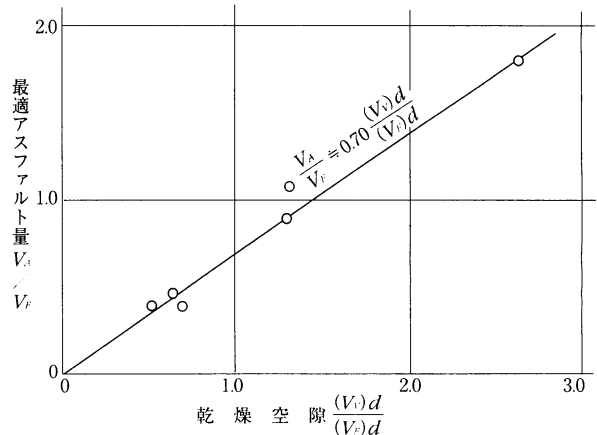
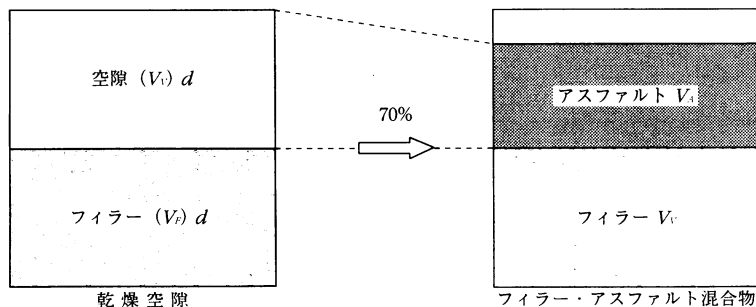


図-7 乾燥空隙と最適アスファルト量



ted Voidsと呼ばれる) - 以下乾燥空隙と略す- は、アスファルト・フィラー混合物の空隙率を大きく支配するわけである。この乾燥空隙と前に求めた最適アスファルト量の関係を示すと、図-6のようになり、ほぼ直線的な関係のあることがわかる。これを図式的に示すと図-7のようになる。すなわち、アスファルト・フィラー混合物の一軸圧縮強度を最大にする最適アスファルト量は、乾燥した

フィラーのみを締固めたときにできる空隙量の70%を埋めるだけのアスファルトとして求められるわけである。

6. 種々の流動特性について

フィラーの性質を研究しはじめた1930年代には、性質を判断する方法として土質試験がしばしば利用された。

表-5はTraxler³⁾を中心とした研究グループが15種類のフィラーについて、液性限界、塑性限界を調べた結果である。表を見てすぐ気がつくことは、液性限界と塑性限界が小さいもの、すなわち、塑性指数が0またはそれに近いものが多いということである。これは、水を加えていくとパサパサの状態から一瞬にしてネバネバの状態となることを示している。この点から考えても、フィラーがアスファルト量に対してきわめて敏感であることが想像される。乾燥空隙と液性限界、塑性限界の関係をそれぞれ、図-8、図-9に示した。かなりバラツキはあるが、一般に乾燥空隙の大きいフィラー程、液性限界、塑性限界も大きいことがわかる。

次に、アスファルトや水がフィラーに付着する量を乾燥空隙と比較しながら考察してみよう。200℃に加熱したアスファルト100gにフィラーを少しずつ加えていくと最初は加えたフィラー全部にアスファルトの被膜ができきる。しかし、フィラー量がどんどん増えるにつれてフィラーの表面に付着していない自由なアスファルトの量は少なくなり、最終的にはフィラー粒子をそれ以上加えてもアスファルトが付着しなくなる。このときまでに加えたフィラー量を種々のフィラーについて昆布谷・伊

表-5 液性限界、塑性限界

試料名称	空隙率 %	液性限界 (%)	塑性限界 (%)
Doromite	33.5	18	17
Marble	37.4	21	21
Coarse lime	28.0	15	15
Paving lime	38.0	20	20
Green slate	58.2	37	28
Trap rock	40.0	24	23
Tripolo	52.6	47	47
Miss Loess	47.1	28	24
Soapstone	57.5	40	35
Clay	69.4	50	31
Black slate	57.6	39	30
Talk	60.2	48	40
Pumice	50.9	46	46
Mica	68.9	43	36
Diatom earth	77.5	128	128

図-8 液性限界と乾燥空隙の関係

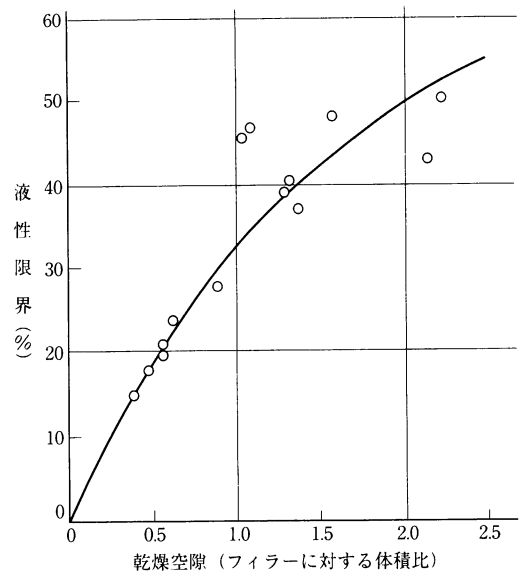


図-9 塑性限界と乾燥空隙の関係

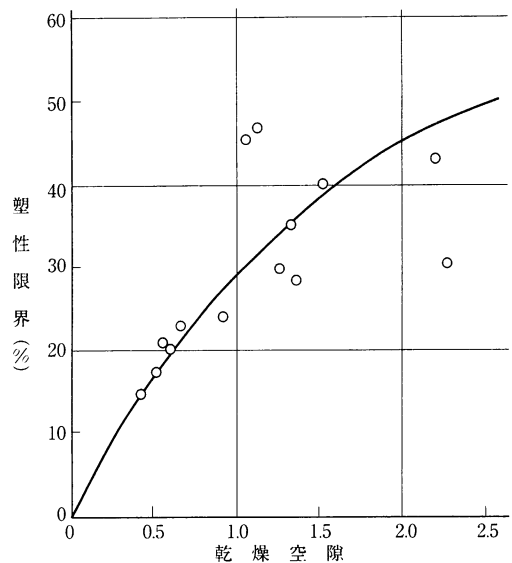
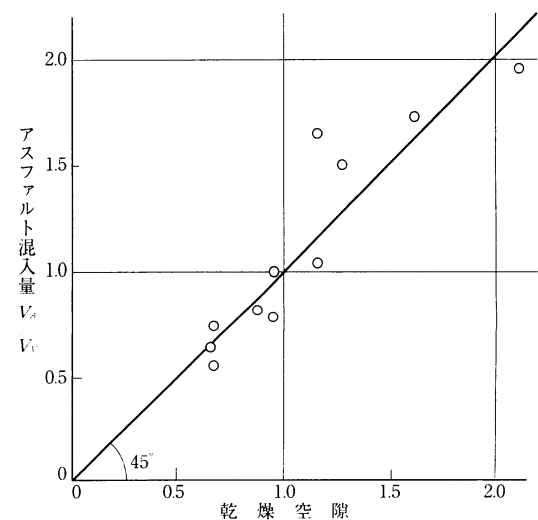


図-10 付着アスファルト量



藤⁴⁾が調べているので、そのデータをもとに解析し、図-10に示した。縦軸がアスファルトと加えたフィラーの体積比で横軸が乾燥空隙である。各点は、傾むきが45°の直線上に分布する。したがってフィラーに付着するアスファルト量は乾燥空隙に等しいということになる。すなわち乾燥空隙はアスファルトが種々のフィラーに付着する量を示す一つの尺度と考えることができる。

フィラーに水を加えて、セメントモルタルフロー試験機を用い、1秒1回の割合いで落下させ、一定のフロー(15回で200mm)を示すときの水の量を種々のフィラーについて求めた結果⁴⁾はやはり、図-11のような直線になる。従って乾燥空隙はフィラーに水を加えた場合の流動特性を決定する要因であることがわかる。言い換えれば、種類の異ったフィラーは、各々の乾燥空隙に応じた水を加えられれば、同じ流動性を持つようになるのである。なお、Traxler、昆布谷の乾燥空隙の求め方はそれぞれ異ってはいるが、本質的には変りがないのでここでは省略する。

図-11 水添加によるフロー特性

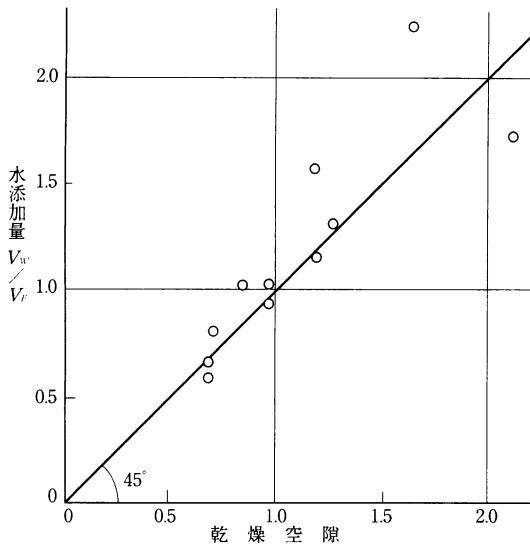
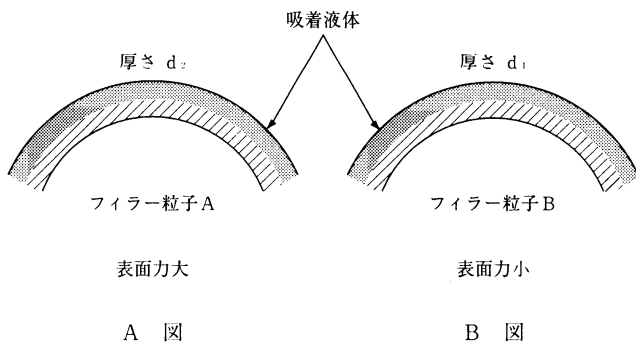


図-12 表面力の考察



7. 乾燥空隙の物理的意味

前節の考察により、フィラーのアスファルト付着量、水を添加した場合のフロー特性、液性限界、塑性限界は乾燥空隙と密接な関係のあることが判明した。このようにアスファルトや水がフィラーに付着する量はフィラーの表面力の大きさに関係するであろうと考えられる。

さて、液体と同様に固体も表面力を持つことは当然である。固体を粉末化する仕事の中には、この表面エネルギーの増加のために、費やされるものがあるはずであるが、粉末化に消費した仕事量と新たに形成した表面積との間にはほぼ比例関係の存在することが、リッチンガーの法則として知られている。こうして固体表面は、表面エネルギーの大きい所ほど、また表面積の大きい程、化学的にも活発であり、もしも、付近に他の原子や分子が近づくとたちまち手を結んで結合し、自らを安定な位置に平衡させようとする。フィラーの表面積は砂・碎石等の表面積にくらべて、数十倍、数百倍になる。従ってこれまで述べたように、それに相当した表面エネルギーを持つと考えてよからう。このフィラーが加熱したアスファルトと接した場合、当然のことながらこれを吸着して平衡な状態に落ちつこうとする。その働らきは、表面エネルギーを考えれば、当然、砂・碎石等と比べて大きいであろう。B. F. Kallas⁵⁾は、フィラー・砂・砂利・碎石等にスファルトを加えて混合したときの様子を調べ、アスファルトはまずフィラーの全粒子をおおった後、砂や碎石に付着すると報告しているが、これも以上の考え方の妥当性を示している。

フィラー粒子も種類によってその表面力の大きさは当然異なっているであろう。そして、液体が接した場合、表面力の大きいものほど、多量の液体を吸着することによってはじめて安定すると考えられる。

水を添加した場合のフィラーのフロー特性を例にとつて考えることにする(図-12)。いまフィラー粒子A、Bともに厚さ d_1 になるだけの水量を加えたとすれば、粒子Bはこれで表面力を飽和し、さらに加えられた水の量は、粒子Bに流動性を与えることになる。しかし、粒子Aは d_1 の厚さの水量では表面力を飽和できず、さらに加えられた水量も、厚さ d_2 になるまでは表面力飽和のために吸着される。そして d_2 以上になってはじめて流動性を持つようになると思われる。前節で述べたようにフィラーの塑性指数は小さいため、一定のフローを示すために必要な水の量は、 d_1 、 d_2 にとられる量が大半を占めるとと思われる。したがって、このときの水の量と表面力の間には、比例関係がほぼ成立することになる。そして、図-11に示されたように、水の量と乾燥空隙が等しいということは、乾燥空隙は表面力の大きさと比例関係にあ

り、表面力の大きさを示す一つの尺度と考えられることを意味している。

この点を別の角度から検討してみよう。種類の異ったフィラーどうしでは、同じ表面積を持っていても、表面力の大きさに差があるであろうが、同種類のフィラーでは、表面積と表面力は比例関係にあると考えられる。図-13は、S. B. Hudson⁶⁾の実験から同種類のフィラーについて表面積と乾燥空隙の関係を示したものであるが、図に見られるように、乾燥空隙の大きさは、表面積の大きさとほぼ比例関係にあり、したがってまた表面力とも比例関係にあると考えられる。

以上の考察より、乾燥空隙は表面力の大きさを示す一つの尺度と考えることができる。

8. フィラーのアスファルト被膜厚

最適アスファルト量を与えられた場合のフィラーのアスファルト被膜厚はどの程度になるであろうか。フィラー粒子を球と仮定し、平均粒径を0.037mmにとって膜厚を計算すると表-6のようになる。この計算は非常に単純な概算であって正確な数値を示すものではない。フィラー粒子が球形であるとは限らないし、それに表面の凹凸によっても膜厚は変わってくるであろう。また、平均粒径のとり方によっても誤差がでてくると思われる。しかし、オーダー的にこれよりさがる（膜厚が薄くなる）ことはあっても、これより厚くなることはほとんどないであろう。フィラーの種類によって膜厚にかなりの差があるが、これは本当にアスファルト膜の厚さがフィラーの種類によって異なるのか、または表面積を求める段階で差がでたのかいづれとも判明しない、ここでは、概算によればほとんどのフィラーの膜厚が 10^{-3} mmのオーダーであることを確認するにとどめる。

9. アスファルト薄膜の固体化

前節の考察により、最適アスファルト量を与えられた場合のフィラーのアスファルト被膜厚は、ほぼ 10^{-3} mmのオーダーであることがわかった。このような薄膜に関しては、機械工学の分野で軸受の摩擦、潤滑として詳しく研究されている⁷⁾。それによれば油膜の厚さが薄くなり 10^{-3} mmのオーダーになると急に粘度の高い壁に突きあたったかのような大きな抵抗を受け、その原因は、潤滑油が表面力、その他の複雑な影響のもとに、ゲル化、固体化したものであろうと言われている。また、二枚の平行板の間に潤滑油を強くはさんで押しつけると平行板が容易に離れなくなる——いわゆるリングングの現象がおきるのは、やはりこの 10^{-3} mm程度の厚さであると言われている。

図-13 Hudsonの実験

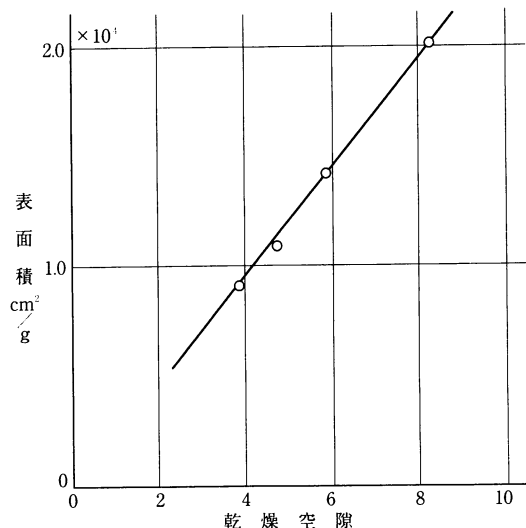


表-6 アスファルト膜厚

	概 算 法
炭酸カルシウム	2.4×10^{-3} mm
セメント	2.7 "
フライアッシュ	3.0 "
消石灰	5.5 "
関東ローム	11.0 "

表-7 最大強度を与える膜厚 (Hubert)

アスファルトの種類	表面	針入度	膜厚 (10 ⁻³ mm)
Galicia	Silica	60	12.5
Bedford	"	100	3.9
Trinidad Lake blended with Shale	"	75	7.3
Trinidad Lake blended with red	"	60	8.3
Trinidad Crude Ditto minus Asphaltenes	"	-	3.8
Mexican	"	42	5.6
Mexican	limestone	42	11.1

Mack⁸⁾が表面の平らな二枚の平行板の間にアスファルト薄膜をはさみ、一定の荷重速度で二面をひきはなし薄膜の強度を測定しているが、アスファルト薄膜が厚くなるにつれて強度は増加し、さらに厚くなるとかえって減少する結果がでている。すなわち、アスファルト膜には最も強い厚さがあるということになる。そしてMackの観測によれば、この最大強度を示す膜厚では、アスファルトは液体であるにもかかわらず固体的な挙動をし、膜厚がそれ以上になって初めて流動を起すと報告している。Hubertが、この最大強度を与える膜厚を種々のアスファルトについて測定した結果を表-7に示す。表か

ら明らかのように、最大強度を与える膜厚はアスファルトの種類により、また表面の性質により異なる。しかしここで注目すべきことは、この膜厚が前に求めた最適アスファルト量を与えられた場合のフィラーのアスファルト被膜厚と同程度の厚さであり、またこの厚さではアスファルトが固体的挙動をするという実験的事実である。両者の膜厚が、一致していると結論することはできないが、フィラーに与えられた最適量のアスファルトは、フィラーの表面力により、かなり固体化していると推論できる。なお、このようなアスファルトの固体化は Rigden, Heukelom⁹⁾ 等も主張しているものである。

以上の考察の過程をふりかえってここでまとめてみよう。アスファルトに種々のフィラーを添加した影響を定量的に調べようとするのが最初の出発点であった。そして、そのもとになる量としてアスファルト・フィラー混合物の最適アスファルト量に目をつけ、これが乾燥空隙の70%を埋める量として求められることを知った。また乾燥空隙が表面力の大きさを示す尺度であり、最適アスファルト量を与えられたフィラー表面のアスファルト膜が、この表面力により固体化していると推論できるようになったわけである。次節以下では、これらのデータを背景に仮説を設け、それをもとに、種々のフィラーがアスファルトのコンシステンシーにおよぼす影響を考察することになる。

10. 仮説の設定

前節までの考察をもとに次のような仮定を設け、議論を進めていこう。

「フィラーに付着したアスファルト膜は、それぞれのフィラーの最適アスファルト量だけ固体化し、フィラーと不離一体のいわば新しい固体を形成する」

この新しい固体は、フィラー粒子を核とし、周囲をアスファルトの固体膜で被った「アスファルト・ボール」のようなものである。そして、表面形状、表面力などフィラーの種類による差異は、アスファルト膜の厚さとして影響するが、全体のアスファルトボールとしてみれば

もはやアスファルトの性質のみが問題になり、固体膜が破壊しないかぎり、フィラーの種類による差はなくなると考えられる。したがって、この仮定が正しければこれまでアスファルトにフィラーを添加した場合のアスファルトのコンシステンシーの変化は、フィラーの種類によって大きく異なるとされていたが、その差を消去することができると考えられる。この証明は、次節以下、粘度針入度、軟化点、伸度について行なうが、ここで図-14を参考にしながら各種の量的関係を求めておこう。

アスファルトにフィラーが添加された場合、フィラーが全体積中に占める割合を X_F (%) とすれば

$$X_F = \frac{V_F}{V_F + V_A} \dots\dots\dots(1)$$

固体アスファルトの体積を (V_s) solid, 全体のアスファルト量から固体部分を取り除いた自由アスファルトの体積を (V_A) free とすれば

$$V_A = (V_A) \text{ solid} + (V_A) \text{ free} \dots\dots(2)$$

$$\text{アスファルトボールの体積} = V_F + (V_A) \text{ solid} \dots\dots\dots(3)$$

アスファルトボールが全体積中に占める割合を X_B (%) とすれば

$$\begin{aligned} X_B &= \frac{V_F + (V_A) \text{ solid}}{V_F + V_A} = \frac{V_F}{V_F + V_A} \left\{ 1 + \frac{(V_A) \text{ solid}}{V_F} \right\} \\ &= X_F \left\{ 1 + \frac{(V_A) \text{ solid}}{V_F} \right\} \dots\dots\dots(4) \end{aligned}$$

固体化するアスファルト量がそれぞれのフィラーの最適アスファルト量に等しいとすれば、その量は乾燥空隙の70%として表わすことができるとして表わすことができる。したがって

$$\frac{(V_A) \text{ solid}}{V_F} = 0.70 \frac{\epsilon}{1 - \epsilon} \dots\dots\dots(5)$$

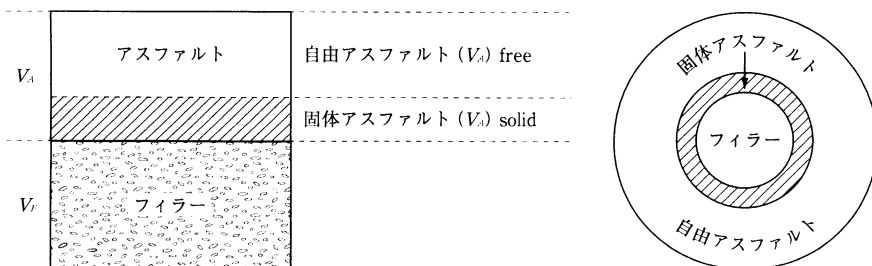
ϵ : 乾燥したフィラーを締めつけたときの空隙率 (%)
よって X_B は次のように計算できる。

$$X_B = X_F \left(1 + 0.70 \frac{\epsilon}{1 - \epsilon} \right) \dots\dots\dots(6)$$

11. フィラー添加による影響

アスファルトにフィラーを添加すると一般にアスファルトは硬くなると言われている。すなわち、粘度上昇、針入度減少、軟化点上昇等の影響がある。しかし、その影響の程度は、フィラーの添加量と同時に、フィラーの種類によっても大きく異なる。本節では、それらの具体的実験例を紹介するとともに、これまで述べてきたアスファルト薄膜の固体化、すなわちアスファルトボールの考え方を導入すれば、どんなフィラーを使っても同様にとりあつかえることを

図-14 アスファルトの固体化



示す。

(1) 粘度への影響

図-15は昆布谷・伊藤⁹⁾がアスファルト(100°C)に種々のフィラーを混入し、その粘度を回転粘度計で測定した例である。縦軸はもとのアスファルトの粘度 η_0 に対するフィラー添加後の粘度の比であらわしてある。図で見られるとおり、粘度はフィラーの量が増すとともに大きくなるが、その割合はフィラーの種類によって異なる。しかし、フィラーがアスファルト中でアスファルトボールを形成していると考えれば(図-16)、フィラーの種類による差はなくなり、アスファルトボール量により粘度は一義的に定まってしまう。

(2) 針入度への影響

図-17はWarden, Hudson, Howell¹⁰⁾が種々のフィラーを加えて針入度を測定した例である。アスファルトの針入度を P_0 、フィラーを加えた場合の針入度を P_F として両者の比を縦軸にとり、全体積中でフィラーが占める割合 X_F を横軸にとると、どのフィラーを加えた場合も針入度は直線的に減少するが、フィラーの種類によってその傾むきは異なっている。しかし、全体積中でアスファルトボールが占める割合 X_B を横軸にとると図のように(黒点)フィラーの種類による差はなくなり、ほぼ一つの直線としてあらわすことができる。

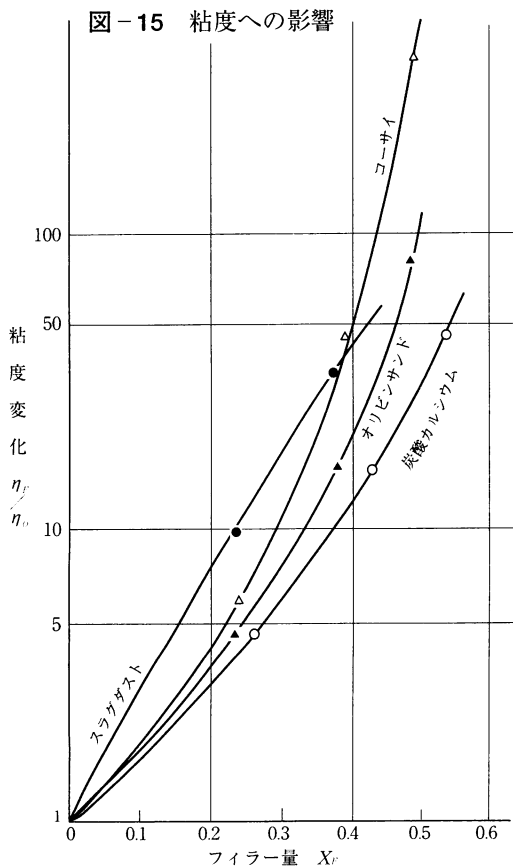


図-15 粘度への影響

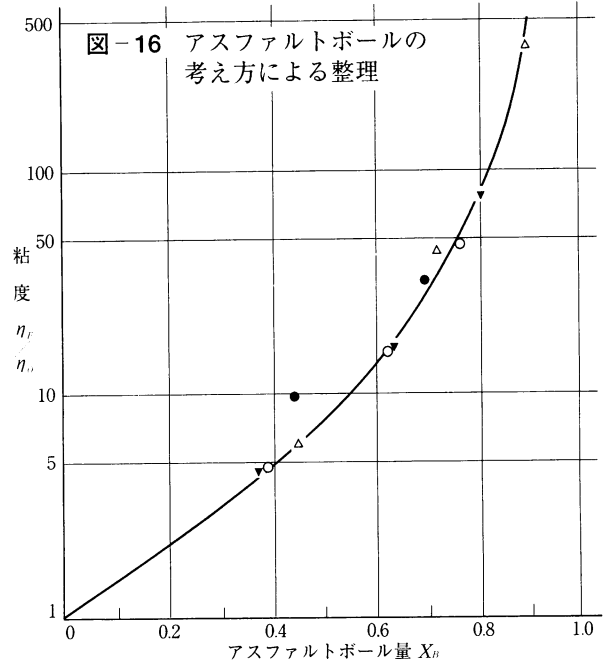
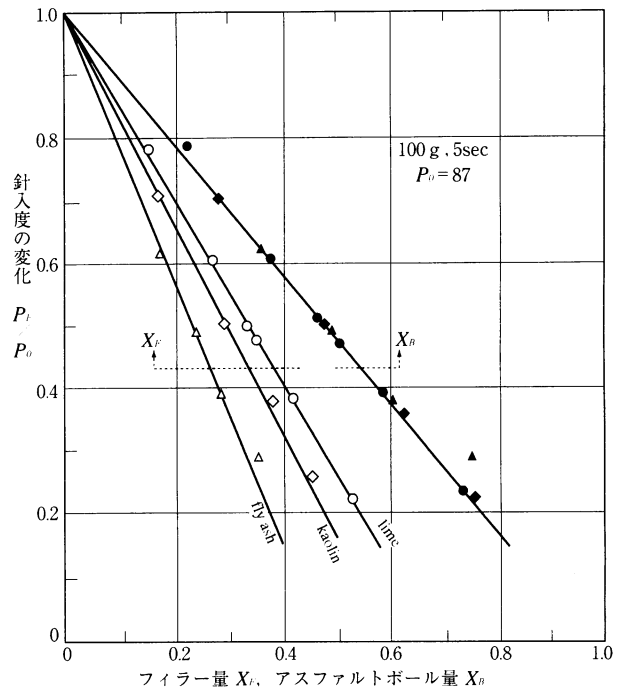


図-16 アスファルトボールの考え方による整理

図-17 針入度への影響



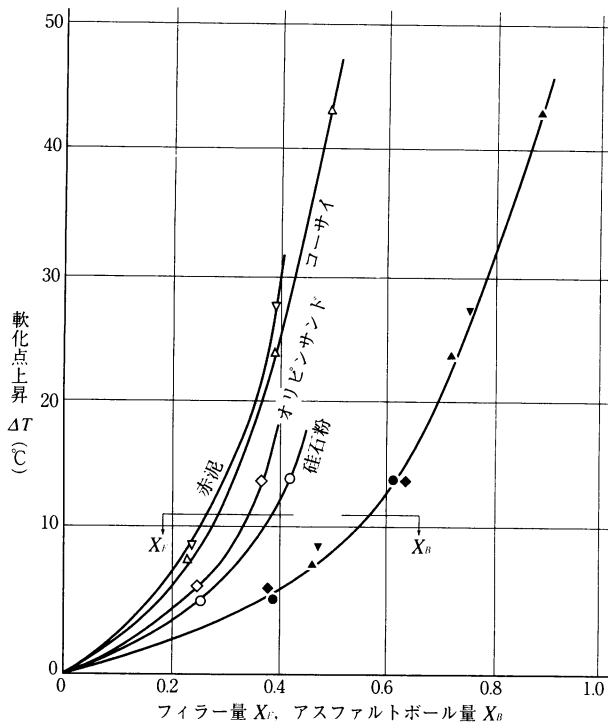
(3) 軟化点への影響

アスファルトにフィラーを混入するとアスファルトは硬くなるため軟化点は上昇する。このフィラー混入により上昇する温度 ΔT °Cは、フィラーの種類により異なるが(図-18)¹¹⁾、アスファルトボールでみると粘度、針入度の場合と同様にやはりフィラーの種類による差はなくなり一つの曲線であらわすことができる。

(4) 伸度への影響

図-19は伸度150以上のアスファルトに種々のフィラーを加えた場合の伸度変化を示したものである¹⁰⁾。フィ

図-18 軟化点への影響



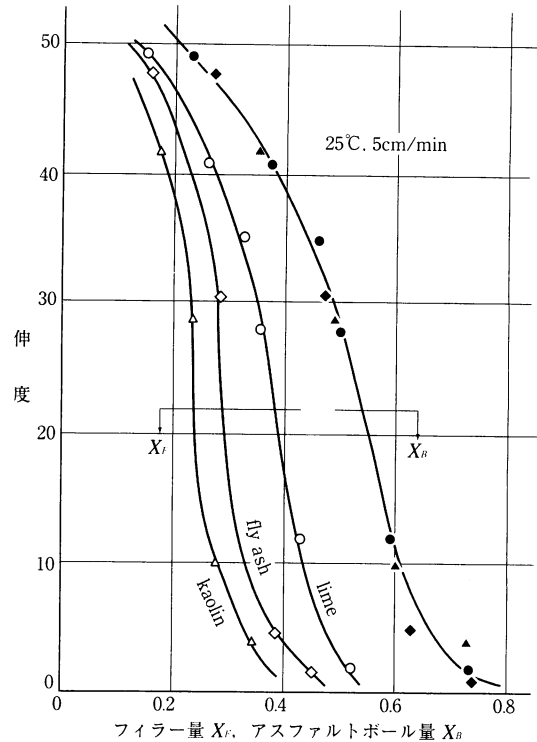
ラーを加えると伸度は150以上あったものが、急激に50以下に低下する。アスファルトが一部固体化することを考えれば、自由アスファルトの量はフィラー量に応じて減少するから、伸度が低下するのは当然と思われる。この伸度変化も図に見られるとおり、アスファルトボールで整理するとフィラーの種類による差はなくなり、一つの曲線上にあらわすことができる。

12. まとめ

以上の考察により、フィラー入りアスファルトのコンシステンシーはフィラーの種類によらず一様にあらわせることがわかった。その考え方の大筋は、乾燥空隙→フィラーの最適アスファルト量→アスファルト薄膜の固体化という流れである。

現在、アスファルト舗装に使用されるフィラーはほとんどが炭酸カルシウム粉末であるが、目的によっては他のフィラーを使った方がはるかに有効な場合がある。たとえば、耐久性を増すためにアスファルト量を多く使用したければアスファルトを多く吸収するフィラー（最適アスファルト量の多い、すなわち乾燥空隙の大きいフィラー）を使えばよいし、そのときの全体の適正アスファルトについては、これまで述べてきたような考え方が利用できるであろう。炭酸カルシウム以外のフィラーを使って成功した例としては、本協会による「湿潤時作業可能な舗装補修材料に関する研究」¹³⁾がある。またアスファルトの固体化を混合物の最適アスファルト量に利

図-19 伸度への影響



用した例¹³⁾もある。

13. あとがき

フィラーに関しては、その重要性が認められているにもかかわらず、あまりまとまったものがない。そこで、今回は筆者らの研究^{13), 14)}を軸としてフィラー入りアスファルトの特性を紹介することにした。内容はかなり想像に頼ったところ独断的なところがあると思って批判しながら読んで欲しい。乾燥空隙、アスファルトボール等の言葉も一般的な用語ではなく、ここだけのものであることを注意しておく。このような内容のものは、講座として不適当かと思ったが、アスファルト混合物の品質改良にはフィラーが重要な役割を果たすと筆者は常々考えており注意を喚起する意味で、あえて紹介した次第である。また、研究にはほとんどタッチする機会がないと思われる一般の道路技術者に、こんな筋道で考えていくのか、という感じの一端をつかんでもらえれば幸いだと思う。

参考文献

- 1) (アスファルト舗装要綱) 付録1 用語の解説, 日本道路協会
- 2) 1971 Annual Book of ASTM Standards D242
- 3) R. N. Traxler他 "The Evaluation of Mineral Powders as Fillers for Asphalts" AAPT Vol.18 (1937)

- 4) 昆布谷・伊藤 (フィラーについて) 日本道路会議論文集, No. 7
- 5) B. F. Kallas他 "Mineral Fillers in Asphalt Paving Mixtures" H. R. B. (1962)
- 6) S. B. Hudson他 "Effect of Fillers on the Marshall Stability of Bituminous Mixtures" H. R. B. Bull, No. 329 (1962)
- 7) 例えば, 曾田範宗, (摩擦と潤滑) 岩波全書
- 8) C. Mack "Deformation Mechanism and Bearing Strength of Bituminous Pavement" H. R. B. (1954)
- 9) W. Heukelom "The Roll of Filler in Bituminous Mixes" AAPT 35 (1965)
- 10) W. B. Warden他 "Evaluation of Mineral Fillers in Terms of Practical Pavement Performance"
- 11) 「湿潤時作業可能な舗装補修材料に関する研究」報告書, 昭和49年3月
- 12) 渡辺・阿部「最適アスファルト量に関する一考察」(その2) 道路 7 (1970)
- 13) 阿部「アスファルト薄膜の特異性に関する研究」東京大学土木科論文集録 No. 7 (1970)
- 14) T. Watanabe, Y. Abe "Special Characteristics of Thin Asphalt Films in Filler-Asphalt and Sand-Filler-Asphalt Mixes." A C. S. Asphalt Symposium (1971)