

アスファルト混合物の性質にフィラーのおよぼす影響

日本大学理工学部 正員 三浦 裕 二

アスファルト混合物に用いられるフィラーは、従来よりそのほとんどが石灰石粉（炭酸カルシウム）であるが、この他に火成岩粉、セメントなど鉱物微粉末が利用される場合も多い。フィラーの種類が変わることによって、当然混合物の性質に影響をおよぼすことが予想される。そこで、種類の異なる四種のフィラーを送り、その混合量が変わることによって変化する混合物の性質について次の観点から検討を加えた。

- 1). フィラーの種類と量は、マーシャル特性に有意な差を示すであろうか。
- 2). フィラーの種類と量は、耐水（ス）性に影響するであろうか。
- 3). 混合物の種類によって、フィラーの効果に相違があるであろうか。

I. 実験計画およびその方法

実験計画およびその方法の概要は下表に示す通りである。

	粒 度 ・ 配 合			フィラーの種類				F/A (vol)	試験内容
	最大粒径	2.5mm過量	0.6mm過量	フィラー	アスファルト量	比	比		
アスファルト・コンクリート 骨材の種類（石灰岩）	13mm	35%	20%	F/A (vol)	5.1%	A 炭カル（松山）	C 珪石粉（小岩洗）	0.2, 0.6	マーシャル試験
				により異なる	6.1%	B セメント（小野田）	D 鉄山尾鉄（赤金）	0.4, 0.8	水浸マーシャル試験
シート・アスファルト 骨材の種類（石灰岩）	5mm	90%	フィラー+アスファルトの各種 骨材の各種 = 0.36% 定		定	A 炭カル（松山）	C 珪石粉（小岩洗）	全上	マーシャル試験
			したがって、F/A, フィラーにより異なる			B セメント（小野田）	D 鉄山尾鉄（赤金）		貫入試験

四種のフィラー粒度、性質は図-1、表-1に示す。実験は、各組合せについて3つの供試体を作りその平均をもってデータとし、二元配置による分散分析、各因子水準間の差の検定を行なった。

水浸マーシャル試験は、供試体を60℃の水中に4日間水浸したのについて行ない、貫入試験は、25℃の恒温室にて直径10mmの貫入棒に115kgの力を加え、その貫入量を24時間にわたって観測した。なお、実験に用いたアスファルトは、ワフラ原油、針入度60-80のものである。

図-1

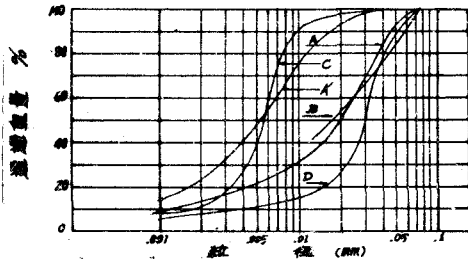


表-1

No.	フィラー	比重	pH	主 要 成 分 (%)			
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO
A	炭酸カルシウム(赤金)	3.3	2673	108	15	07	528
A'	炭酸カルシウム(赤金)	4.1	2705	96	14	09	523
B	ホルランドセメント	3.6	3150	124	227	61	635
C	珪石粉	5.1	2661	82	930	38	04
D	鉄山尾鉄	2.3	3259	72	419	82	125

[註] 表中 活性係数とは、ケロシン中を沈降する粉体の単位重量当りの沈降容積と、比重との積で表わされるものである。

II. 実験結果とその考察

II-1 アスファルトコンクリートについて

a. マーシャル安定度（非水浸）

非水浸安定度に対しF/Aには有意差が認められるが、フィラーの種類およびアスファルト量に差はな

い(図-2, 3参照)。アスファルトを一定に F/A を変化させた場合、ある F/A で(この実験では0.2~0.4)安定度は極大値を持つようである。

b. マーシャル安定度(水浸)

4日水浸後のマーシャル試験を行なった結果、四種のフィラーのうち珪石粉は、水浸後約一時間で自然崩壊した。したがって、当然フィラー度の間には有意差が生じることが明らかなので、このデータを除外し他の三種のフィラーで検定した結果次のことが言える。

(1). 図-2に示した通り、水浸安定度は F/A によって差が認められ、 F/A が大きなほど水浸安定度は低下する。

(2). 図-3に示した通り、珪石粉は勿論のこと、炭カルに比し、セメント、鉾山炭は水浸安定度に良好な結果を示す。

(3). この範囲でのアスファルト量は水浸安定度に影響しないといえる。以上のことから、混合物の耐水(ス)性に、フィラーの質と量は大きな影響をおよぼすことがわかる。

c. フロー値

フロー値については、非水浸の場合アスファルト量だけに有意差が認められるが、水浸の場合は、フィラーの種類によっても差が生ずる(図-4参照)。このことは、水浸安定度とともに混合物の耐水性にとって重要なことの一つであると考えられる。今回の実験では、鉾山炭を除く他のフィラーは、水浸することにより20%程度のフロー値増加がみられた。

d. 空隙特性

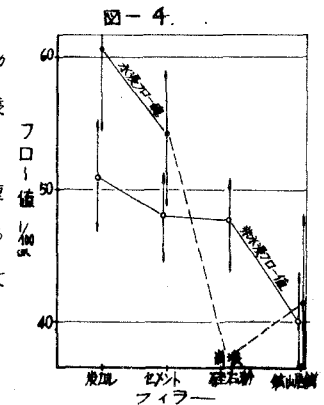
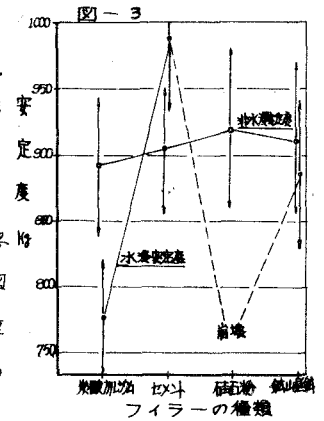
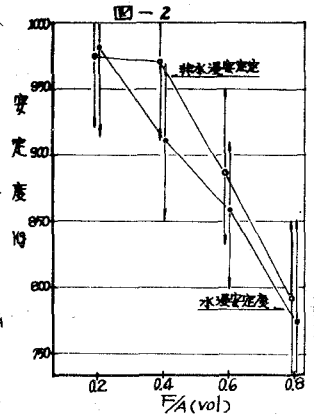
密度、空隙率、飽和度ともフィラーの種類により差が生ずる。要因効果は図-5に示す。密度、空隙特性におよぼす影響は、フィラーの粒度によるところが大きいようである。鉾山炭より多少比重は小さいが、粒度分布のよいセメントは最も高密度の混合物を作る。また、比重最小の珪石粉が、セメントについて高い密度を示すのもその粒度によるものと思われる。 F/A によっても差が認められ、各フィラーとも F/A が増大するに従い、空隙率は減少し、飽和度は増大する(図-6参照)。

II-2 シートアスファルトについて

a. マーシャル安定度(非水浸)

シートアスファルトの安定度は、フィラーの活性係数とほぼ直線的関係にあり、活性係数が高くなるほど高い安定度を期待することができる。

また、この関係は、図-6に示したように F/A が大きくなるほど、その勾配は大きくなり、フィラーの種類による効果は顕著となる。このことは、前述のアスファルトの場合には観察されなかったことである。この理由は、配合方法の相違にもよるであろうが、主として細骨材率によって影響されるものと考えられる。すなわち、フィラーの効果は、重量で40%以上の細骨材をもつような混合物において最も大きい。



ようである。この点については、更に検討を加える予定である。

b. フロー値

フロー値は、 F_A による有意差は認められない。フィラーアスファルトと骨材の容積比を一定とした配合方法をとったため、 F_A が大きくなるに従って混合物中のアスファルトはフィラーに置換されることになる。それにもかかわらず、炭カルを除く他のフィラーは、 $F_A=0.6$ 附近までフロー値は増加する。アスコンの場合と異なり、フィラーの種類によっても差を生ずる。このことは、安定度の場合と同様に、混合物の形式によるものと思われ、今後の検討が必要である。

c. 空隙特性

シートアスファルトの場合、細粒分が多く、しかも粒度分布の広い炭カルが最も高密度の混合物を作る。粒径は小さいが、比較的単粒度の珪石粉は、鉾山尾鉾とほぼ同様で密度が小さい。 F_A が増加すると、前述の通りアスファルトが少なくなり、フィラーが多くなるため、空隙率はアスコンと反対に増大し、飽和度は減少する（図-8参照）。種類についても有意差は認められるが、珪石粉、セメント、鉾山尾鉾の間に差はない。等空隙率とするために必要な締め固めエネルギー（静荷重）を求めた結果、図-9に示すように F_A が大きくなるほど大きなエネルギーを必要とし、炭カル、珪石粉、セメント、鉾山尾鉾の順に締め固め易かった。このようにフィラーの種類は、締め固めにも影響をおよぼす。

d. 貫入試験結果

貫入量は、珪石粉が最も多く、鉾山尾鉾が最も少ない。載荷4時間後の貫入量を示したのが図-10である。 F_A は大きなるほど貫入量は少なくなり、 $F_A=0.6$ 以上となると、フィラー間に差はなくなり、0.2~0.4ではフィラーの種類による差が著しい。特に $F_A=0.2$ で珪石粉は、載荷3時間後に94mmの貫入量を示し、完全に剪断破壊を起こす。一方鉾山尾鉾は、同時間における貫入量で09mmと珪石粉の1/10以下であり、24時間後でも12mmと極くわずかなのである。これは、フィラーの粒度は勿論、粒子形状が大きく影響するものと思われる。電子顕微鏡写真によると、珪石粉（内部摩擦角 27° ）が比較的球形であるのに対し、鉾山尾鉾（内部摩擦角 38° ）は非常にりょう（稜）角に富んでいることが観察される。各フィラーと $F_A=0.6$ 以上となると時間（枚数）と貫入量との間にはほぼ直線関係がある。

貫入試験の結果とマーシャル安定度と比較すると、最も安定度の高かった珪石粉が貫入試験において多量に貫入し、安定度の最も低かった鉾山尾鉾が、最も大なる剪断抵抗を示した。このことは、筆者の他の実験結果——シートアスファルトにおいて、マーシャル安定度を満足するのは内部摩擦角、粘着力ともに、ある値以上が要求されるが（例とばスミス三軸の範囲）、内部摩擦角が小

図-5

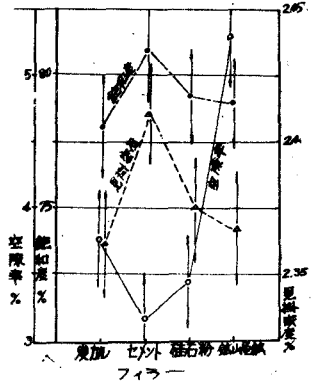


図-6

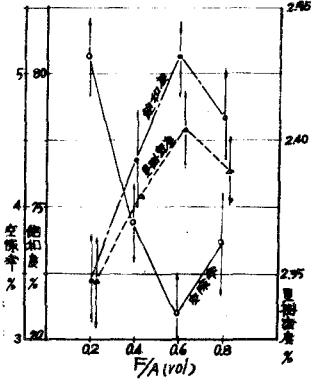
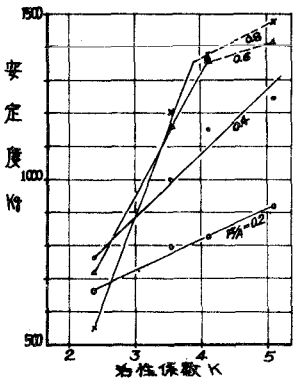


図-7



さくても、粘着力がある程度高い場合には、マーシャル安定度を満足する——と考え合わせ興味深い。

II 結 言

今回の実験から次のことがいえる。

- (1). フィラーの種類は水浸安定度、水浸フロー値に影響をおよぼす。
水浸マーシャル試験は、骨材の品質判定だけでなく、フィラーの適性試験にも十分利用できる。
- (2). 空隙特性におよぼすフィラーの種類、質、量の影響は大きい。特にフィラーの粒度は重要である。
- (3). フィラーの種類、性質により変化する活性係数と、マーシャル安定度との間には密接な関係がある。
- (4). フィラーの効果は、混合物の形成により大きく左右され、細骨材の多い混合物ほど顕著なようである。
- (5). フィラーアスファルトと骨材との各積比を一定にして配合した場合、混合物の各積割合（空隙も含む）を一定にするためには、 F_A が大なるほど大きな締め固めエネルギーを必要とする。また、エネルギーはフィラーの種類、特にその粒度と粒形によって影響されるようである。
- (6). シートアスファルトの場合、マーシャル安定度が大きいというて、その貫入抵抗も大であるとはいえない。剪断抵抗の大小は、フィラーの形状によるところが大きいようである。

フィラーの粒度、形状、粒子の表面組織、表面化学等、混合物の物理的性質におよぼす因子に関して、いまだ不明確な点は多い。今後とも研究を続け、次の機会に報告したい。

終りにあたって、御指導賜わった本学理工学部浅川助教、ならびに実験に関し終始御協力下さった松岡君（川崎市役所）、永田君（東亜道路）、番場君（鹿島建設）、大村君（大有道路）、平野君（日大）に感謝の意を表します。

