

フィラーの性状がアスファルトモルタルに与える影響についての一考察

大林道路(株) 技術研究所 ○梅本 叡史
木谷 貴宏
鈴木 徹

1. はじめに

国内における道路の舗装の95%以上はアスファルト混合物を用いたアスファルト舗装である。アスファルト混合物は骨材とアスファルトとフィラーで構成されており、その配合比率は概ね骨材が90%、アスファルトとフィラーが残りの10%である。配合比率が微量なフィラーの役割としては骨材の空隙を埋める充てん材であり、アスファルト混合物の耐久性を担う要因であることは広く知られている。特にグーサスアスファルト混合物におけるフィラーとアスファルトの配合比率は30%以上であり、混合物の性状を決定づける重要な要因である。フィラーとアスファルトの関係を示す研究として、フィラー入りアスファルトのコンシステンシーについて報告されている¹⁾。しかしながら、フィラーとアスファルトに関する報告例は少ないのが現状である。そこで、本研究はアスファルトとフィラーの基礎的な関係性について報告する。フィラーの性状を測定し、その性状がアスファルトモルタルに与える影響について粘弾性測定を用いて評価と検討を行った。

2. サンプル

表一1 フィラーデータ

試験サンプルとして製造企業及び産地の異なる4つのフィラーを用いた。表一1に各フィラーサンプルのデータを示す。次に、フィラーと混合しアスファルトモルタルを作製するためのアスファルトとして、II型相当の改質アスファルトを用いて試験を行った。アスファルトモルタルはフィラー/アスファルト(以下:F/A)が異なる4つの系を作製した。作製したモルタルのF/Aの値はそれぞれ3.0、3.2、3.5、3.8である。

サンプル	主成分	性状	ふるい通過質量百分率 (75 μ m)
フィラー1	CaCO ₃	見掛け密度 2.70 g/cm ³	86.7%
フィラー2	CaCO ₃	見掛け密度 2.70 g/cm ³	93.0%
フィラー3	CaCO ₃	比重 2.72	79.7%
フィラー4	CaCO ₃	見掛け密度 2.71 g/cm ³	81.8%

3. 試験方法

本実験ではフィラーの性状試験として、粒径分布測定とフロー性試験を行った。粒径分布測定はレーザ回折式粒径分布測定機を用いて試験を行った。粒度分布測定は水にフィラーを微量に分散させた測定サンプルを作製し、測定サンプルにレーザ光を照射させた時の回折散乱光の強度分布のパターンを測定することにより測定サンプル中のフィラーの粒子径を算出するものである²⁾。また、フィラー

表一2 DSR 試験条件

試験装置	T.A instruments 社製 ARES
測定モード	temperature lamp test
プレート	パラレルプレート(25mm)
測定温度	10~160°C
昇温速度	1°C/min
周波数	1 rad/s
歪み	1%
GAP	1.0 mm

のフロー性試験は試験法便覧 A016 に準拠して試験を行った。

アスファルトモルタルの標準的な性状試験は試験法便覧に記載されていない。そのため、本実験ではアスファルトの粘弾性性状を測定する試験機である DSR 試験機を用いて評価を行った。粘弾性性状を測定することで、アスファルトに対する影響がフィラーごとに評価できると考えたからである。試験条件は表-2 に示した条件により試験を行った。

4. 試験結果

4.1. フィラーの性状試験

まず、各フィラーのふるい通過質量百分率の値を図-1 に示す。最もふるい目の開きが小さい $75\mu\text{m}$ であっても全てのフィラーの通過質量百分率は約 80% であり、それ以上に微細なフィラーの大部分については評価できない。次に粒度分布測定の結果を図-2 に示す。積算相対粒子量とは横軸における粒子径を持つ粒子が体積全体に占める割合を表したものである。この測定において先のグラフで確認できない $75\mu\text{m}$ 以下の粒径の違いが判別できる。粒子径が $50\mu\text{m}$ 以下の割合はフィラー2、フィラー4、フィラー3、フィラー1 の順で多くなりフィラーごとの違いが確認された。

図-3 にフィラーの $75\mu\text{m}$ ふるいの通過質量百分率と積算相対粒子量の関係を示す。このグラフより $75\mu\text{m}$ の積算相対粒子量と $75\mu\text{m}$ ふるいの通過質量百分率は良い一致を示すことが確認できる。よって、粒度分布測定を用いることでふるいでは判別できないフィラーの $75\mu\text{m}$ 以下の微細な粒径について評価することが可能であると考えられる。

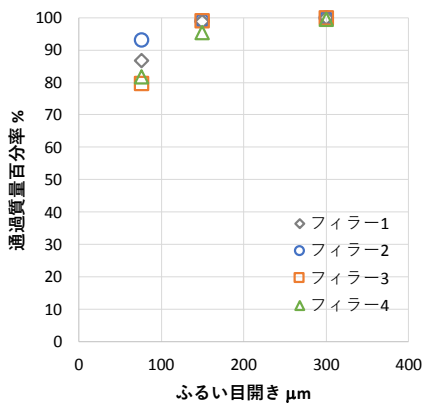


図-1 フィラーの
通過質量百分率

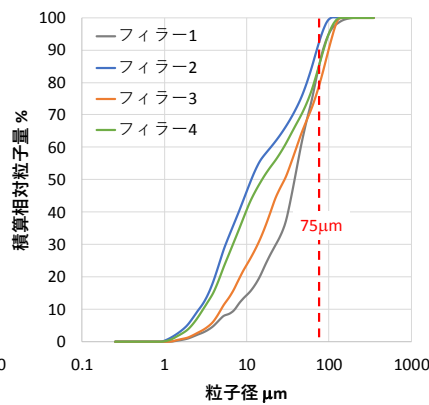


図-2 粒度分布測定結果

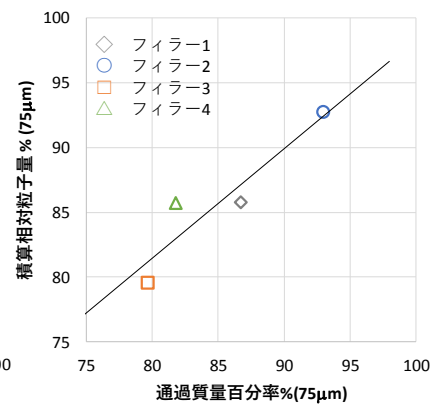
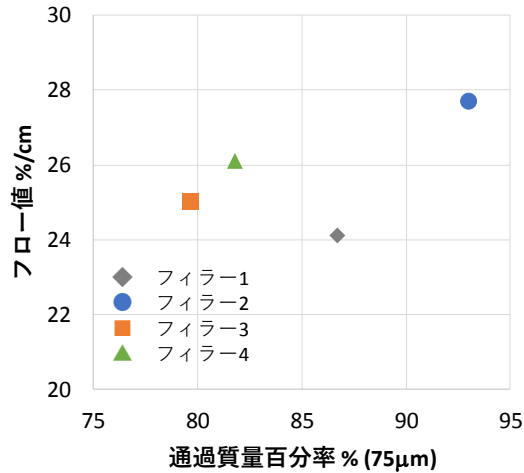
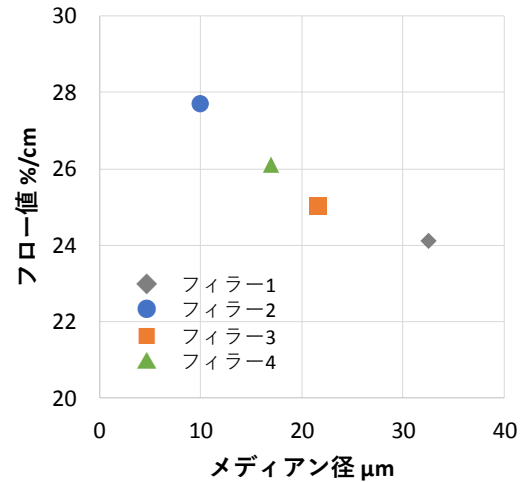


図-3 粒度分布測定と
通過質量百分率の関係

実験により算出したフロー値と $75\mu\text{m}$ ふるいの通過質量百分率の関係を図-4 に示し、メディアン径との関係を図-5 に示す。なお、メディアン径とは先の粒度分布測定で算出した積算相対粒子量が 50% になる粒径のことである。図-4 のグラフより、フロー値と通過質量百分率は相関しない結果を示した。一方、図-5 のフィラーのメディアン径とフロー値は直線的に相関することが確認でき、メディアン径が小さくなると共にフロー値が大きくなる結果を示した。つまり、フィラーのメディアン径つまり粒径がフィラーの性状を決定づける要因の一つだと考えられ、以下の実験においてフィラーのメディアン径とアスファルトモルタルの関係について評価を行った。



図—4 フロー値と通過質量百分率の関係

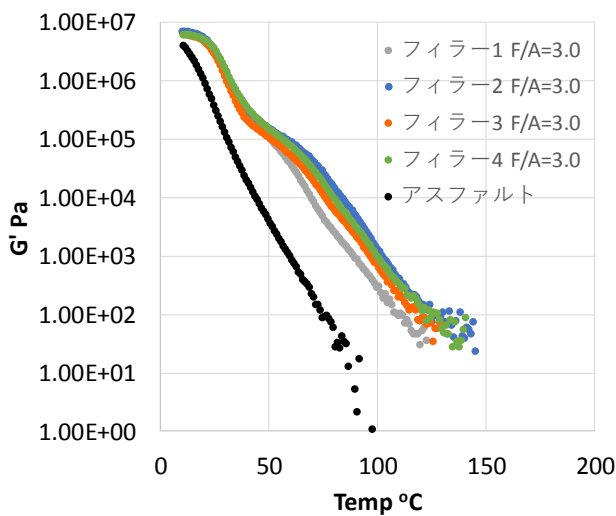


図—5 フロー値とメディアン径の関係

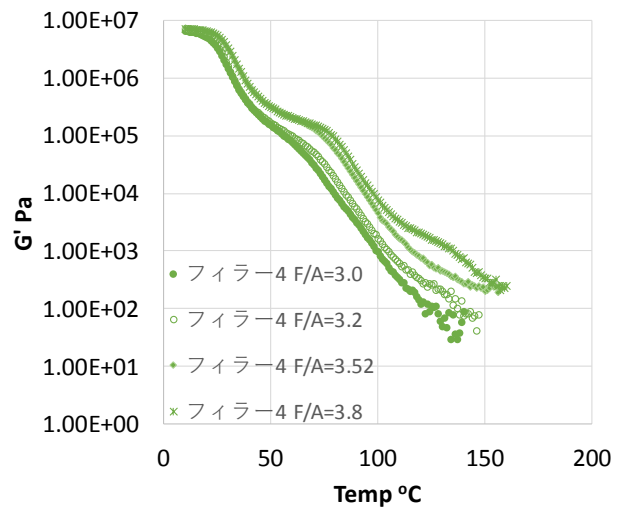
4.2 アスファルトモルタルの試験結果

フィラー性状がアスファルトに与える影響を、DSR 試験より得られた各アスファルトモルタルの貯蔵弾性率 G' の値を用いて評価した。結果の代表例としてアスファルト単体と $F/A \div 3$ の各フィラーにおける G' を図—6 に示す。また、フィラー4の G' について F/A が異なる4つの系の結果を図—7 に示す。

まず図—6の結果より、アスファルトにフィラーを添加することで G' が増加し、またフィラーの違いにより 50°C 以上において変化するのが確認できた。フィラー1が最も G' が小さくなり、フィラー2が最も高い結果を示した。つまり、フィラーの性状が異なるとアスファルトに与える影響も同様に変化することが示唆された。また、図—7の結果よりフィラーの F/A が増加すると共に G' も増加する結果を示した。特に 100°C 以上では F/A の影響が顕著に表れているのが確認できたことから、アスファルトの流動温度に近くなるとフィラー量の影響が確認できやすくなったと推察される。



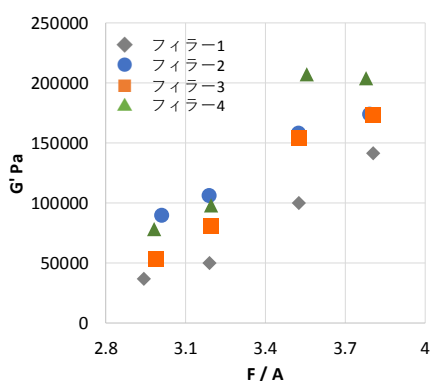
図—6 フィラーが異なる系の G' ($F/A=3.0$)



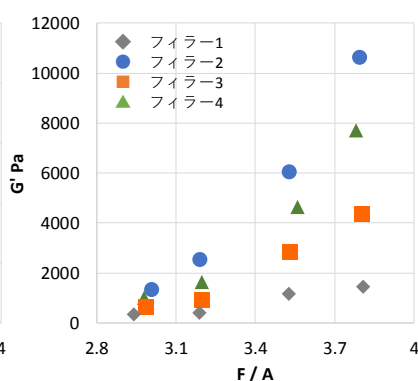
図—7 F/A が異なる系の G' (フィラー4)

次に 60°C と 100°C における G' の結果について各 F/A ごとにプロットした結果を図—8 と 9 に示す。どちらの温度においても F/A の増加とともに G' の値は増加したが、その増加割合はフィラーごとに異なる傾向を有することを示した。しかし、60°C では各フィラーの G' の増加割合に一定の傾向が確認できなかつたが、100°C においては各フィラーによる違いが顕著に確認できた。また 100°C において、F/A が小さい系ではフィラーの違いによる G' の変化は微小であるが、F/A が大きくなると共にフィラーの影響が増大することが確認できた。

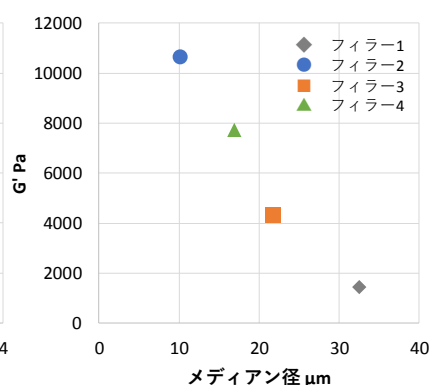
最後に F/A=3.8、100°C における G' とメディアン径の関係について図—10 に示す。この結果から G' はメディアン径と相関し、メディアン径が増大すると G' が低下する直線的な関係が存在することが示唆された。数値的關係を比較すると、メディアン径が約 20 μm 小さくなることにより G' が 10000Pa 高くなる結果を示している。以上より、 G' はアスファルトが流動する 100°C ではフィラーに大きく依存することが考えられ、60°C ではアスファルトと含まれる改質材の影響を無視できなかつた可能性が考えられる。



図—8 F/A と G' の関係
(60°C)



図—9 F/A と G' の関係
(100°C)



図—10 メディアン径と G' の関係
(F/A=3.8, 100°C)

5. おわりに

本実験では、フィラーの性状試験とそのフィラーを用いたアスファルトモルタルについて評価を行った。粒径分布測定ではフィラーごとにメディアン径は大きく異なることを示し、さらにメディアン径はフロー値と相関し径が大きいものほどフロー値が低下することを示した。また、アスファルトモルタルの粘弾性を測定することによりフィラーの性状による変化が確認できた。100°C における G' はフィラーと相関する結果を示し、フィラー量だけでなく粒径もアスファルトに大きく影響を与えることが示唆された。よって、フィラーの性状の操作がグースアスファルトの性能向上の一助になることを期待するものである。

6. 参考文献

- 1) 安部頼政：フィラー入りアスファルトの特性，アスファルト第 98 号 pp.34-43(1974)
- 2) レーザ回折・散乱法における粒度分布測定：島津製作所，
<https://www.an.shimadzu.co.jp/powder/lecture/middle/m01.htm>(参照 2018.2.23)