

フィラーピッチューメンのレオロジー特性に関する一考察

北海道電力(株) 正会員 中井 雅司
 北海道電力(株) 正会員 村田 浩一
 北海道工業大学 正会員 亀山 修一
 北海道工業大学 正会員 笠原 篤

1. はじめに

フライアッシュ有効利用技術の一つとして、道路用のアスファルト混合物フィラーとしての利用が期待されており、過去に多くの適用研究が実施されている。その結果、フライアッシュはフィラーとして使用可能との報告¹⁾がなされており、アスファルト舗装要綱においてもその使用が認められている。しかしながら、これらの研究成果は、品質の安定した国内炭フライアッシュを対象としたものがほとんどであり、石炭火力燃料として品質変動の大きな海外炭を使用している現状では、フライアッシュの品質変動による配合への影響など未解明な部分も多く、本格的な利用には至っていない。

本報告は、混合物性状に影響を与えるフィラーの品質要因の解明を目的として、道路用混合物の要求性能のうち特に重要となる供用時の耐流動性（わだち掘れに対する抵抗性）に関する検討結果をまとめたものである。なお、検討にあたってはフィラーの品質変動による影響をより直接的に評価するため、骨材を含まないフィラーピッチューメン（バインダー＋フィラー）に着目し試験を実施している。

2. 試験概要

検討にあたっては、SHRP バインダー試験²⁾のうち、中温域のレオロジー特性を評価可能な DSR 試験²⁾をフィラーピッチューメンに応用し、SHRP 研究により供用時の耐流動性と密接な関係があると報告されている $G^*/\sin \delta$ （ G^* = 複素弾性率， δ = 位相角）を用いることとした。

まず、北海道において道路用混合物として主に使用されている密粒度アスコン 13F の配合で標準とされているフィラーアスファルト比（以下、F/A という）=1.70 の石粉ピッチューメンの $G^*/\sin \delta$ を把握した。フライアッシュピッチューメンの F/A は、わだち掘れの発生が顕著となる夏期の路面温度を想定した 60 時の $G^*/\sin \delta$ が石粉ピッチューメンと同等となるように定めた。試験用の試料は、攪拌装置を用いてアスファルトを攪拌しながらおよそ 5 分間でフィラーを投入し、投入完了後 10 分間攪拌を継続して作製した。なお、混合温度はアスファルトの熱劣化の影響を抑制するため 135℃ に設定した。

試験に使用したバインダーは、積雪寒冷地域で使用されることの多い針入度 80~100 のストレートアスファルトである。フィラーは、北海道電力(株)苫東厚真火力発電所 2 号機から発生するフライアッシュの中から、粒度分布や粒子形状などに関連性が強いと考えられる充填率（密かさ比重 / 真比重）およびブレン比表面積を指標に 3 炭種を選定し、ほかに比較検討用として日本セメント(株)製造の石粉（アサノフィラー）を使用した。なお、密かさ比重の算出法は長瀧らの方法³⁾に準拠し、落下回数を 1,000 回としたときの値とした。表 - 1 に使用したフィラーの物理性状を示す。

表 - 1 フィラーの物理性状

フィラー種別 物理性状		石 粉	フライアッシュ		
			A 炭	B 炭	C 炭
通過重量 百分率 (%)	600 μ m	100.0	100.0	100.0	100.0
	150 μ m	94.0	99.0	98.0	99.0
	75 μ m	85.0	95.0	93.0	97.0
比 重 (g/cm ³)		2.70	2.19	2.17	2.16
充填率 (%)		60.4	65.3	63.8	58.7
ブレン比表面積 (cm ² /g)		-	2,600	3,350	3,000

3. 試験結果および考察

図 - 1 に F/A（重量比）と $G^*/\sin \delta$ の関係を示す。図より、フライアッシュピッチューメンの F/A と $G^*/\sin \delta$ には線形的な相関が認められる。このことからフライアッシュピッチューメンの F/A は、石粉ピッチューメンの 60 時の

【キーワード】 フライアッシュ，フィラー，フィラーアスファルト比，充填率，耐流動性

【連絡先】 〒067-0033 北海道江別市対雁 2-1 北海道電力(株)総合研究所, Tel 011-343-8007, Fax 011-385-7553

$G^*/\sin \delta = 8.25 \text{ kPa}$ と同値となるように各フライアッシュピッチューメンの近似線から求めた。求められた F/A とフィルターの物理性状の関係を調べた結果、図 - 2 に示すように充填率と F/A （容積比）に良い相関が認められた。図より、石粉、フライアッシュのフィルター種別に係らず充填率の大きなフィルターを使用すると F/A （容積比）が大きくなるのがわかる。

これは、図 - 3 に模式的に示したフィルターの結合メカニズムに起因するものと考えられる。すなわち、バインダーにフィルターを投入すると、フィルターの周囲にバインダーが吸着し、その後、吸着したバインダー（以下、吸着バインダーという）が結合材となってフィルター同士が結合しフィルター塊が生じる。この吸着バインダーとフィルター塊中の間隙に閉じ込められたバインダー（以下、間隙バインダーという）は、流動に寄与しないバインダーであり、残りのバインダー（以下、フリーバインダーという）の量にフィルターピッチューメンのレオロジー特性は支配される。これらのうち、間隙バインダー量はフィルターの物理性状のうち充填率と、吸着バインダー量はプレーン比表面積と密接な関係があると考えられる。なお、このメカニズムは既往の研究成果^{4),5)}を参考に構築したものである。

本試験の範囲内では、充填率と F/A （容積比）に相関が認められたことから、今回使用したフィルターの物理性状では、吸着バインダー量に比べ、間隙バインダー量の影響が卓越していたものと考えられる。今後、海外炭フライアッシュを使用したアスファルト混合物を検討するうえで、充填率を指標とすることにより、配合の省力化が図れるものと期待される。

4. おわりに

本報告は、フィルターが道路用アスファルト混合物に与える影響を明らかにするための基礎検討として、フィルターピッチューメン試験により供用時の耐流動性に着目した検討を実施したものである。その結果、石粉、フライアッシュのフィルター種別によらず、フィルターピッチューメンのレオロジー特性はフィルターの充填率と相関があることが明らかとなった。今後は、本報告で得られた知見を、混合物試験に反映し検討を進める予定である。

最後に、研究を進めるにあたり、ご指導を頂いた北海道大学菅原照雄名誉教授をはじめ関係者各位に感謝の意を表します。

【 参考文献 】

- 1) 安田 稔, 松下 宗司: アス・コンにおけるフライアッシュのフィルター効果, 電力土木 No.191, PP.70-81, 1984.
- 2) 菅原 照雄: SHRP のアスファルト研究について, ペーパーテック研究会講演資料, 1994.
- 3) 長瀧 重義, 大賀 宏行, 増田 和機, 谷 直樹: フライアッシュコンクリートの品質管理手法に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集 9-1, PP.223-228, 1987.
- 4) 菅原 照雄: アスファルト舗装用フィルターについて, 1966.
- 5) 太田 顕, 名和 豊春, 大沼 博志: セメント粒子の凝集構造とセメントペーストの流動性の関係, コンクリート工学年次論文集 Vol.23, No.2, 2001.

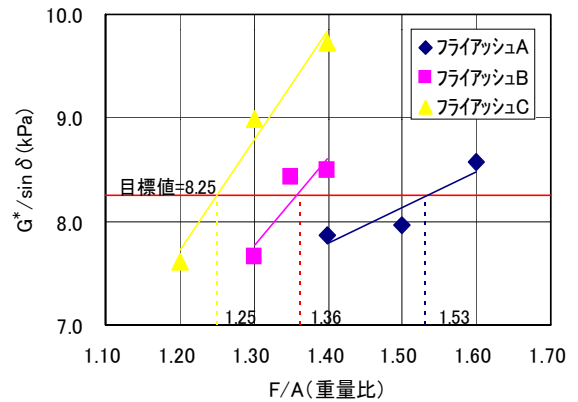


図 - 1 F/A と $G^*/\sin \delta$ の関係

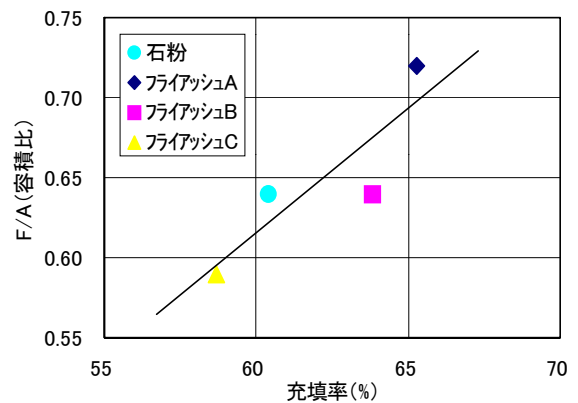


図 - 2 充填率と F/A （容積比）の関係

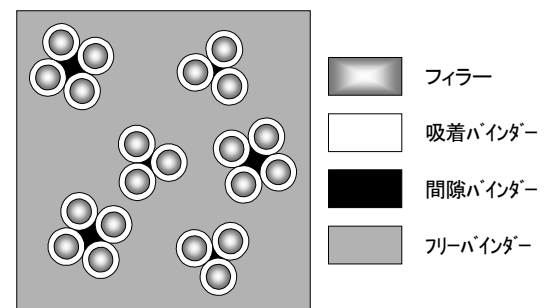


図 - 3 フィルターの結合モデル