

V-43

フェノール樹脂を添加したアスファルト混合物に関する一実験

大阪産業大学工学部 正員 大前 達彦
 “ 正員 荻野 正嗣
 西安公路学院 李 碩
 昭和高分子(株) 阿部 誠

1. まえがき

近年、重交通道路の流動対策や橋面舗装などに、耐流動性を考慮した改質アスファルトやエポキシ樹脂を添加した熱硬化性の改質アスファルトなどが使用されている。

筆者らは、これまで研究報告の見当らない樹脂系結合材料の一つであるフェノール樹脂（Phenolic Resins）の利用を考え、手探り状態で着手した。その手始めの実験結果について報告するものである。

2. フェノール樹脂

フェノール樹脂は、昔から約75%が木工産業、断熱材、成形材料の分野で使用され、国内生産量は約30.6万ton、使用するフェノール樹脂の選択によって熱硬化性の性質が得られ、エポキシ樹脂と比べて取り扱いが容易で比較的安全である。化学的にはフェノール類とホルムアルデヒドを触媒の下で付加縮合反応させて生成する反応生成物であり、レゾール（以後、Reと呼ぶ）、ノボラック（以後、Nvと呼ぶ）およびノボラックレゾールの3種類に分類される。Reは単体で加熱することにより硬化し、Nvは可融性であるが、硬化剤（HMTA、ヘキサメチレンジアミン、以後、HM剤と呼ぶ）の添加と加熱によって硬化する。本実験では、このReおよびNvを使用することとし、両者の比較を示したものが表-1である。

表-1 レゾールおよびノボラックの比較

項目	レゾール：Re	ノボラック：Nv
比重	1.11	1.11~1.12
モル比	高い F/P=1.0~4.5	低い F/P=0.7~0.9
PH	アルカリ性	酸性
触媒の種類	(アルカリ) 苛性ソーダ アンモニア、アミン	(酸) シュウ酸、硫酸 塩酸
反応温度	低い 50~100℃	高い 90~130℃
脱水の程度	比較的少ない	多い
樹脂成分	メチロールフェノール	メチレンフェノール
樹脂形状	固形、液状(水系、ガス)	固形(粉状)
樹脂安定性	不安定(低温貯蔵)	安定
硬化条件	加熱で反応硬化	加熱と硬化剤(HMTA)添加で反応硬化
樹脂別名	1-Step 熱反応型	2-Step 非熱反応型

表-2 物理試験に使用したPhバインダ

バインダの種類	添加する樹脂材	呼称	添加量(g)に対する樹脂材	硬化剤(HM剤)の使用について
ストレーツアスファルト	—	St	0	0
Phバインダ	レゾール	Re	2.5	0
		Re	2.0	0
		Re	1.5	0
		Re	1.0	0
	ノボラック	Nv15	2.5	3.75
		Nv15	2.0	3.00
		Nv15	1.5	2.25
		Nv15	1.0	1.50
		Nv10	2.5	2.5
		Nv10	2.0	2.0
		Nv10	1.5	1.5
		Nv10	1.0	1.0
	Nv + HM剤(硬化剤)	Nv5	2.5	1.25
		Nv5	2.0	1.00
		Nv5	1.5	0.75
		Nv5	1.0	0.50

3. 実験方法

主として本実験は、フェノール樹脂を添加したアスファルト混合物（Phアスコン）を作成する際の①樹脂の添加量、②フェノール樹脂とアスファルトの混合の均一化、③Phアスコンの転圧性（施工の難易度）、④Phアスコンの安定性などについて、実験的に調査することとし、まず、フェノール樹脂を混入するための混合温度を調べる実験とPhバインダの針入度（JIS K 2207準拠）および軟化点試験（環球法 JIS K 2207）を実施した。次に、この結果をもとにPhアスコンを作成し、混合から転圧までの過程が支障なくできるかどうか、また力学的性状はどの程度かなど、今後の指針を得るためのホイールトラッキング試験を実施した。

4. 実験結果および考察

(1) フェノール樹脂を混入するための混合温度を調べる実験：

この実験では、ReおよびNvを単体で常温から約200℃まで加熱し、目視による観察を行った。その結果、ReおよびNvは、90~110℃付近で水アメ状となり、120~130℃付近でほど良い粘りをもつ状態に溶解した。さらに、140℃以

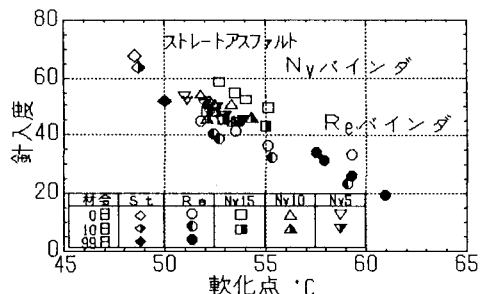


図-1 針入度および軟化点の関係

上になると、ほど良い粘りは無くなる事が分かった。これから、通常のアスコンより10℃程度低い約120～140℃付近ならば、概ねフェノール樹脂の混入ができると思われた。

(2) Phバインダの針入度および軟化点試験：表-2に示す16種のPhバインダを作成し、材令0日、10日および99日の針入度および軟化点の試験結果から、フェノール樹脂の添加について検討した。尚、実験に使用したストレートアスファルト（比重1.033、針入度67、軟化点49℃）を加熱溶融（約120℃）させて樹脂を添加した。図-1は針入度および軟化点との関係で図示したものである。これによると、ストレートの針入度は左上に、ノボラックのそれは中央部に、レゾールのそれは右下に位置している。次に、図-2はストレートアスファルトの軟化点を1としてPhバインダの軟化点の変化割合について図示したものである。軟化点は樹脂の添加量が増加すると上昇している。しかも、NvよりReを添加したものの方が高い値となっている。また、バラツキはあるが、材令日数の長いバインダが高い値である。これらは、フェノール樹脂による改質効果の主因を①添加量によるもの、②材質によるもの、③時間経過によるものであることを示している。これらのうち、特にフェノール樹脂による改質効果は、時間の経過によるものより樹脂材の添加量の大小に関わること、またNvよりReを添加する方が効果的であることを示している。

(3) ホイルトラッキング試験：この実験で作成したPhアスコンは、最大粒径13mmの密粒度アスコン②で、既往の実験結果¹⁾からバインダ量6.5%を採用した。使用するバインダは表-3に示す成分割合に調合したものを使用し、実験は舗装試験法便覧に準じて行った。

図-3はWT試験の変形量-時間曲線である。Phアスコンはストレートアスコンより変形しないようである。特に、Reを添加したアスコン(Re25)の変形量は大変小さい。一方、Nvを添加したアスコン(Nv10およびNv15)は、使用する硬化剤(HM剤)の量を変えてもほとんど差がないようである。また、変形率RDおよび動的安定度DSの結果を示したものが表-4である。Re25の動的安定度は、Stの約13倍、Nv10およびNv15のそれはStの約1.5倍となっている。特に、Re25のDSは約6800回/mmと目標DS値をはるかに上回っており、ストレートと比べて非常に耐流動性であることが分かった。なお、Phアスコンの混合時に、樹脂材による一時的な刺激臭があったが、混合から転圧まで特に支障をきたすものはなかった。

4. まとめ

今回の実験から、Phアスコンはストレートアスコンより耐流動性であること、その際使用するフェノール樹脂はReが優れることが分かった。また、混合から転圧までストレートアスコンと同じ方法で作成できることが分かった。しかし、ひびわれ抵抗性や摩耗性などについて、今後も引き続き研究する予定である。最後に、本研究にご協力頂いた三京化成(株)の尾崎、上水田 両氏に謝意を表します。

〔参考文献〕 1) 荻野正嗣、大前達彦：ホイルトラッキング試験におけるアスファルト混合物の挙動とその評価方法、第20回日本道路学会一般論文集、p.480～481、平成5年。

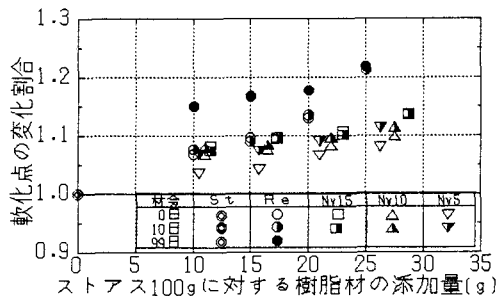


図-2 軟化点の変化割合

表-3 WT試験に使用したPhバインダの成分割合

バインダの成分	St	Re25	Nv10	Nv15
ストレートアスファルト	100%	80%	80%	80%
樹脂材				
Re	---	20%	---	---
Nv	---	---	18.2%	17.4%
HM剤	---	---	1.8%	2.6%

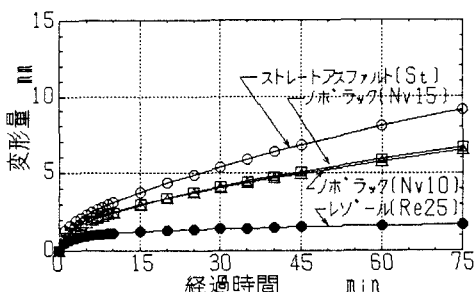


図-3 時間と変形量の関係

表-4 RDおよびDS

アスコン供試体	RD mm/min	DS 回/mm
St	0.08	520
Re25	0.01	6770
Nv10	0.05	800
Nv15	0.05	790