

フェノール樹脂リサイクルから得られるエポキシ樹脂の排水性舗装トップコートへの利用

京都市工業試験場	非会員	北川 和男
同	非会員	島村 哲朗
利昌工業株式会社	非会員	松田 嘉宗
日進化成株式会社	正会員	○大道 賢
同	正会員	山之口 浩

1. はじめに

熱硬化性樹脂は一旦硬化させると加熱しても溶融することがなく、多くの溶剤に不溶であるためリサイクルがむずかしく、現状はそのほとんどが埋め立て処分されている。プリント基板や成形体として絶縁部材に多く利用されているフェノール樹脂は、基板を成型する際に用いられる紙フェノール等と併せると、今後産業廃棄物としての益々の増加が予想されるものであり、リサイクル技術の早期確立が求められてきた。この度フェノール樹脂廃棄物を炭素化しその高度利用技術の開発を行ってきたが、さらに加熱分解処理から得られた分解液よりエポキシ樹脂を得ることに成功した¹⁾。また、フェノール樹脂廃棄物よりリサイクルされたエポキシ樹脂を舗装材として利用できないか、排水性舗装（ポーラス舗装体）のトップコート材としての適用性²⁾を検討してきて、その有用性、とくにその空隙詰まり抑制効果について室内試験から確認した。

2. フェノール樹脂廃棄物のリサイクルと生成物

フェノール樹脂成型品廃棄物を熱分解処理すると、図-1に示すよう炭素前駆体と分解液に分別される。右側の炭素前駆体は更に粉末、焼成行程を経ることにより、防災建築材や摺動材料等への利用が期待できるほか、道路部門では黒色顔料などへの応用も考えられるが、現実には自発光式道路標の電気二重層キャパシター用電極材としても利用されている。

一方、加熱分解処理より得られた分解液は、フェノール誘導体および長鎖脂肪酸メチルエステル類が含まれ、この分解液をエポキシ化するためフェノールを添加し一旦強靱性を付与するためにノボラック化したのち、エポキシ樹脂が得られる。さらにこれを粘性を下げ作業性を確保するため、エマルジョン化することで実用化することができる。

2. サイクルエポキシ樹脂の性状とトップコート工法への適用

フェノール樹脂成型品を熱分解し得られたエポキシ樹脂の性状を、一般に用いられるMMA樹脂と比較して試験した結果を表-1に示す。色相が茶褐色でありカラー舗装には不向きなこと、また強度が強すぎ一般の樹脂系舗装材料には適さないが、逆にこれらの特性とこの樹脂硬化物は水酸基およびアミ

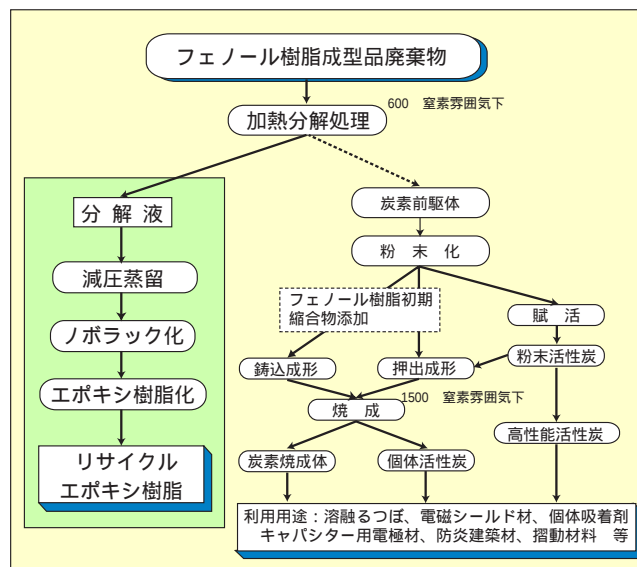


図-1 フェノール樹脂廃棄物のリサイクル工程¹⁾

表-1 リサイクルエポキシ樹脂の性状

試験項目	単位	リサイクルエポキシ樹脂	MMA樹脂
色		茶褐色	淡紫色
粘度(20℃)	PS	半固形状	3.1
引張強度(20℃)	N/mm ²	345	320
引張伸び率(20℃)	%	12	7
曲げ強度(20℃)	N/mm ²	55.8	49.7
曲げ歪み(20℃)	%	2.81	1.99

キーワード: フェノール樹脂リサイクル、エポキシ樹脂、排水性トップコート、界面張力、空隙詰まり抑制
連絡先: 〒530-0027 大阪市北区堂山町1番5号 TEL 06-6361-1601 FAX 06-6361-3505

ン残基を有するため親水性が高いので、空隙詰まり抑制効果を有する排水性トップコート工法の材料としての適用性は高いと考えた³⁾。なお、使用したエポキシ樹脂は常温域での施工条件（一定散布量など）を確保するため、エマルジョン化（有効濃度 60%）したものである（以後 R エポエマルジョンと称す）。

4. 排水性トップコート材料としての検証

4-1 一般的物性

R エポエマルジョンを用いた排水性トップコート工法の一般的な力学的性状についての試験結果を表-2に示す。トップコートを施したものは、排水性舗装体の力学的性状を満足（向上）しており、散布した硬質骨材と強固に接着しているため耐摩耗性と滑り抵抗値も高くなっている。

4-2 機能性効果

排水性トップコート工法の透水性能と空隙の目詰まり抑制効果については、トップコート材である樹脂と水との界面張力（ γ_{sl} 値）で評価できる³⁾。表-3は、測定した γ_{sl} 値を示したもので、R エポエマルジョンの γ_{sl} 値は、標準的に用いられる MMA やトップコートを施していない排水性混合物（高粘度改質アスファルト）より小さい値を示す。図-2および図-3は、先に³⁾求めたと同じようにして排水性トップコートの各種材料（ γ_{sl} 値）とその舗装体の透水係数（ k ）および残存透水率（ k_r ）との関係を示したものである。これより、R エポエマルジョン（ $\gamma_{sl} = 33.9 \text{ mN/m}$ ）の透水性能（透水係数）と空隙詰まり抑制効果（残存透水率）の高いことがわかる。

5. まとめ

排水性トップコートとして、リサイクルエポキシ樹脂エマルジョン（R エポエマルジョン）を用いた舗装体の耐わだちばれ抵抗性（動的安定度）など一般的物性は、MMA 樹脂などを用いた標準的なものと大差なく、むしろ透水性能や空隙詰まり抑制効果が高いことがわかった。それは R エポエマルジョンの親水性の高いこと、すなわち界面張力（ γ_{sl} 値）が小さいことで説明できるもので、現在埋め立て処分されているフェノール樹脂廃棄物の大量（5万トン/年）を考えると、今後の排水性舗装の表面強化処理工法などへの積極的な適用が期待される。本材料はリサイクル材料であるという基本的ニーズ対応と共に、舗設直後の散布施工ができること（関連特許出願済）や材料コスト縮減にもつながる可能性があることなど、さらなる高度利用の期待されるものである。これらの室内試験の結果をうけて、平成13年度より3ヶ年計画で一般道においての試験施工と追跡調査を行う予定である。協力いただいた各界の関係者に紙面を借りてお礼を申し上げるものである。

参考文献：1) 島村哲朗, 北川和男, 中野達明：フェノール樹脂廃棄物の炭素材料化による高度利用技術の開発, ネットワークポリマー, vol.21, pp70-76, 2000

2) 大道賢, 山之口浩, 丸山輝彦：ポーラス舗装の多機能性と高度化による適用性の検討, 第8回北陸道路舗装会議技術論文集, pp37-40, 2000.6

3) 大道賢, 中川修, 山之口浩, 丸山輝彦：排水性トップコート工法のポーラス舗装における機能向上効果, 土木学会舗装工学論文集 Vol.5, pp31-38, 2000.12

表-2 R エポエマルジョンを用いた排水性トップコート工法の性状

試験項目	単位	トップコート無し	トップコート有り
動的安定度	回/mm	6600	7200
摩耗量	g	115	67
滑り抵抗値	BPN	64	82

備考：排水性舗装体：空隙率20%
使用バインダ：高粘度改質アスファルト(4.7%)
トップコート散布量：1.3kg/m²
骨材散布量：0.7kg/m²

表-3 各種材料の γ_{sl} 値

樹脂の種類	単位	R エポエマルジョン	MMA 樹脂	高粘度改質アスファルト
γ_{sl} 値	mN/m	33.9	50.6	61.3

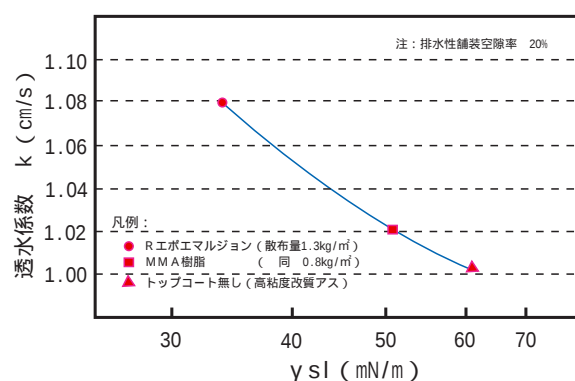


図-2 界面張力（ γ_{sl} ）と残存透水率（ k_r ）の関係

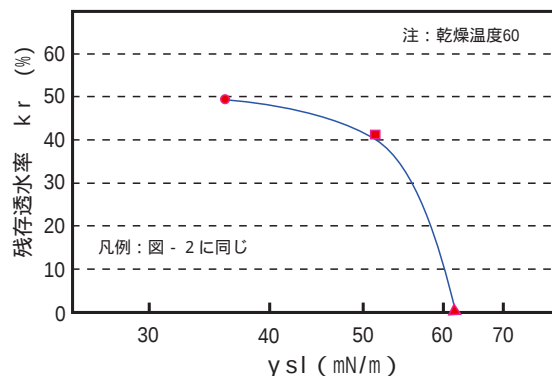


図-3 界面張力（ γ_{sl} ）と残存透水率（ k_r ）の関係（流し込み回数30回）