

V-14 エポキシアスファルトを用いた寒冷地用道路舗修材料の開発研究

大同鋪道(株) 工事部 正員 ○成田 一穂
北海道工業大学 工学部 学生員 松井 英明
" " " " 真島 建二

1. 概説

積雪寒冷地における道路建設、道路舗修の問題点の一つは冬期施工の問題である。冬期においてはその環境条件、工事量等の減少のため、アスファルトプラントの大半が稼働せず、舗装用合材の生産がきわめて困難となる。他方、道路舗装は積雪、外気温の変化等のため、凍上、熱亀裂、水の浸入をまぬき、さらに交通(輸送車両)の輻輳集中と相まって、きわめて苛酷な条件におかれる。具体的事例としては各所に見られるポットホールが舗装の損傷モードとしてあげられる。それへの対策として、常温混合料の使用がなされているが、交通量の多い箇所では舗修材料の脆散が著しく十分ではない。一液硬化型結合料としてウレタン(ホリウレタン)樹脂の使用が試みられたが、従来品では合材の保存、凍結等に問題があり、現在、舗装材料としてのウレタン樹脂混合物が試作されているようである。

本報告はエポキシ樹脂とアスファルトとの混合によって得られるエポキシアスファルトバインダーとして用いるエポキシアスファルト混合物の力学的性状を圧縮試験とマーシャル試験によって評価しようとするものである。なお、粒度配合については現在、現場での供用性を観察しており、模索中であることを付記する。

2. エポキシアスファルト混合物

熱硬化性材料であるエポキシ樹脂と熱可塑性材料のアスファルトの混合によって得られるエポキシアスファルトはきわしい環境条件、重交通に耐えうるいわゆる“Heavy Duty Binder”として知られている。通常のエポキシ樹脂に比較して、安価であること、既設舗装の大半がアスファルト舗装であることからそれらへのなじみが良いこと、応力の緩和が速いこと等の特徴に加えて、エポキシ樹脂の接着性、高い弾性率、強度等の特徴をおもてもつ材料であり、その力学的性状についてはすでに研究報告が種々の観点からなされている^{1)~5)}。

本研究で用いたエポキシアスファルト混合物の製造方法を図-1 に示す。

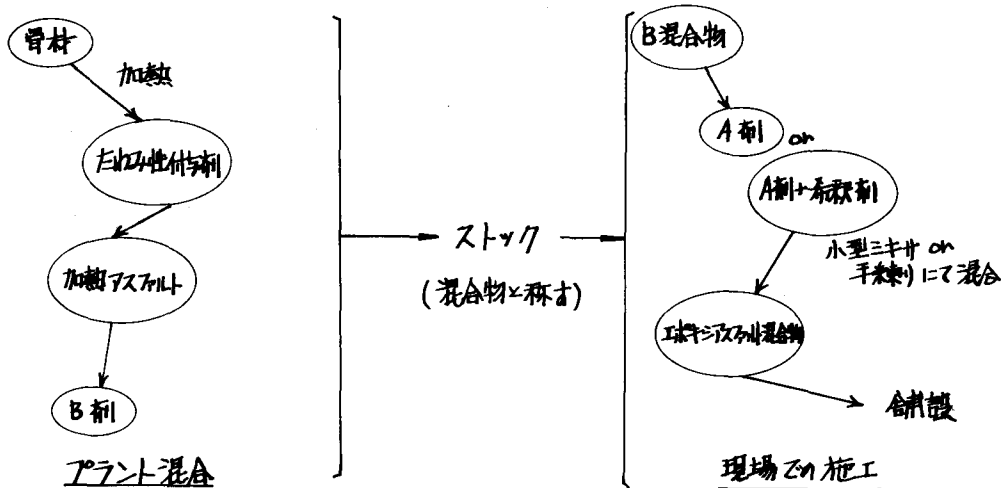


図-1 エポキシアスファルト混合物の製造方法

3. 本混合物の特徴

図-1に示したエポキシアスファルト混合物の特徴を列記すると

- 1) 水中、雪中、低温で硬化反応を示すこと。
- 2) B混合物は大量のストックが可能であると同時に固結しないこと。この性質は現場で容易にA剤と混合するために重要であり、この種混合物の商売の成否を握る。
- 3) バインダー（エポキシアスファルト）中に占めるアスファルトの量を多くすることによって貯蔵安定性となじみが良い。
- 4) ためみ性および高強度の混合物であること。

事があげられる。

バインダーの成分を表-1に示す。ここで50%と占めるアスファルトはためみ性材と割合を重量百分率であり、同様にA剤は希釈剤を占める重量百分率である。

アスファルトの規格は通常入手できる89/100針入度級のものであり、A剤はビスフェノールA型エポキシ樹脂、希釈剤は非反応性希釈剤、B剤はポリアミン系硬化剤である。

なお、ここで示したバインダー成分およびその重量百分率は力学試験を行なうのに用いたものであり、若干の変動があっても十分に実用性があることをあらかじめお詫言したい。

表-1 バインダー 成分

バインダー成分	% by wt.
アスファルト	50.0
A 剤	38.8
B 剤	11.2

4. 供試体の作製方法

表-2に示したCase I, Case II, Case IIIの3種類の粒度配合を選定した。Case Iは連続粒度配合、Case IIは中間粒径に重きを置いた粒度配合、Case IIIはローリッドタイプの粒度配合にそれぞれ近いことが明らかであろう。これは最適粒度配合を模索中であり、現場での実用状況を観察中であるため採用した試みである。したがってバインダー量についても最適バインダー量割合によって異なるはずであるが、本研究においては、8.0%に統一して実験を行なった。

図-1に示したエポキシアスファルト混合物の製造手順にしたがって、まずB混合物と室内用ミキサーで作製する（写真-1）。保存状態、とりわけ低温領域におけるB混合物の固結状態を検討するため0°C（±0.5°C）の恒温槽にB混合物約30kgを袋詰めおよびバットに入れて貯蔵する。約1週間後に恒温槽から取り出し固結状態を観察したが、粒度配合、貯蔵方法と関係なく、ミキサーに投入できる状態を保っている。

A剤および希釈剤を加えて約2分間ミキサーで混合し、圧縮試験用型枠φ100×200mmおよびマーシャル試験用モールドに規定量入れてつき固める。圧縮試験用

表-2 骨材の粒度配合

配合 骨材	% by wt.		
	Case I	Case II	Case III
13~5mm	32.6	18.5	43.5
5~2.5	21.7	48.9	0
粗砂	38.1	16.3	34.8
細砂	7.6	16.3	21.7

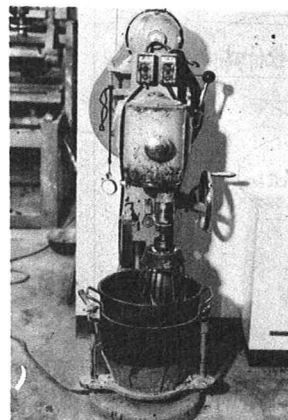


写真-1
室内用ミキサー

供試体の作製方法は現場における先行実験の結果(主として密度)を参考に1モールド当り 3 kgとし 5層にわけつき棒でしめ固めた。

Case II 混合物の密度が若干大きく出る傾向にあるが、いまだの混合物を 2.13~2.15 の密度の範囲内にある。

マーシャル試験用供試体の作製方法は舗装要綱に準じて作製し、片面 50 回のつき固めとした。密度としては 2.21~2.26 の範囲内にある。

なお、密度変化による圧縮強度の違いについて検討するため、密度の異なる供試体も作製した。

5. 実験方法と解析法

この種混合物の力学性状を検討する際に重要なことは強度発現の時間的变化と実験手法である。ポットホール形状、大きさによって圧縮、引張、剪断等考えられるが、本稿においては圧縮試験を用いた。また、外気温の変化はきわめて多様であるため、実験量が増大になり、かつ繁雑になるため、実験温度は圧縮試験については 0°C 、マーシャル試験については 60°C に固定して行なった。圧縮試験の場合、長さ l (cm)、断面積 A (cm^2) の供試体が載荷によって(載荷速度 5.0 cm/min) Δl だけ軸方向に変形した場合、圧縮強度、 σ_b (kg/cm^2)、圧縮ひずみ、 ϵ_b (cm/cm) はそれぞれ、 $\sigma_b = P/A$ (kg/cm^2)、 $\epsilon_b = \Delta l/l$ (cm/cm) によって計算される。ただし、 P は荷重(kg)である。

6. 実験結果と考察

図-2、図-3はエポキシアスファルト混合物に一定載荷速度による圧縮試験を行なった結果得られた σ_b および ϵ_b と養生日数の関係を示す。 σ_b の強度発現が著しいのは供試体作製後数日間であるが、これはミキサ

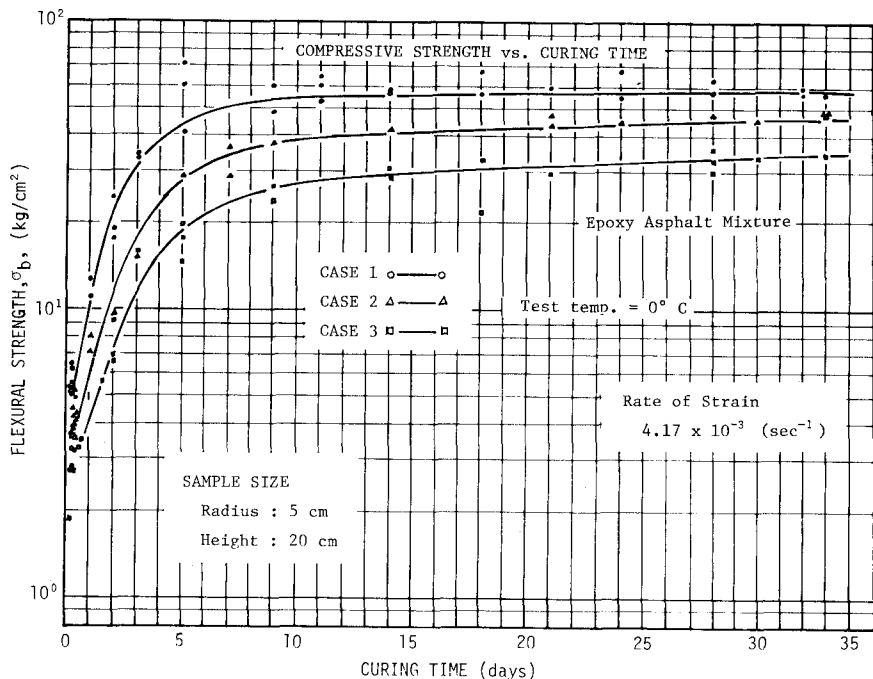


図-2 エポキシアスファルト混合物の圧縮強度と養生日数の関係

混合による発熱および硬化反応が最も著しい時間領域にあるためと考えられる。ほぼ5日間にわたって強度の増加が著しいが、その後の増加率は減少する。

ϵ_b の変化はきわめて少なく、養生日数の増加によって若干 ϵ_b が減少している。

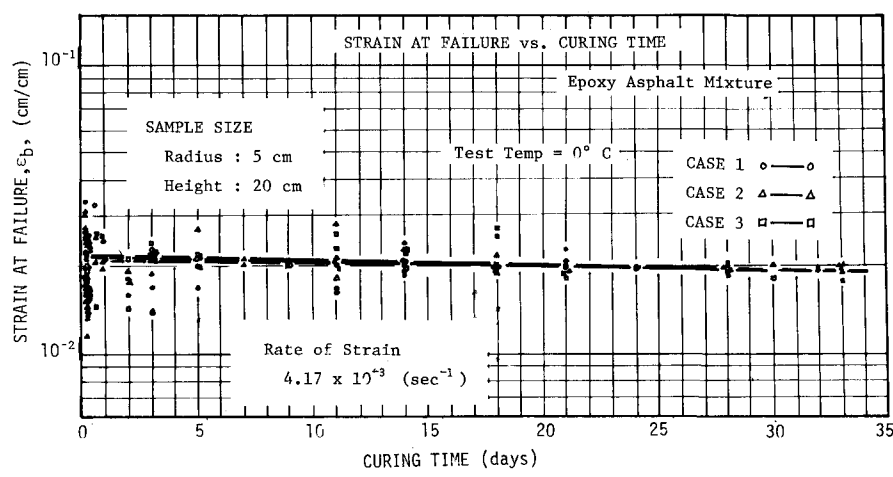


図-3 エポキシアスファルト混合物の破壊時の圧縮ひずみと養生日数の関係

表-3はエポキシアスファルト混合物を用いて作製したマーシャル供試体を30℃、1週間養生した後に行なった60℃におけるマーシャル試験結果である。フロー値はきわめて近似しているが、マーシャル安定度についてはCaseⅡ混合物が大きく、CaseⅠ混合物およびCaseⅢ混合物のそれ等はCaseⅡ混合物のそれと比較して小さく、かつ近似している。バインダー量がすべて同一であり、本来のマーシャル試験の意味からは示れるが、一応の目安として14tonを越えるマーシャル安定度が得られたと言える。

表-3 エポキシアスファルト混合物のマーシャル試験結果

混合物	安定度	フロー値
CaseⅠ	14.64 ^{ton}	28.33 ^{cm x 100}
CaseⅡ	14.20	28.74
CaseⅢ	17.77	28.17

7. 結論

骨材の強度配合を変えて行なったエポキシアスファルト混合物の圧縮試験およびマーシャル試験の結果、次に述べる結論が得られた。

- 1) 低温域で施工性を失わない(固結せず)、かつ混合が可能なエポキシアスファルト混合物を用意した。
- 2) この混合物は数分間で硬化反応を開始し、かつ強度発現が速いことを特徴とする。
- 3) 通常のエポキシ樹脂に比較して安価であり、また強度、安定度も大きい。

本研究は北海道工業大学間山研究室で動物・静動的な試験機(インテスコ社製)を用いて行なわれたものであり、それと筆者らがまとめたものである。同大学の間山助教授に厚く謝意を表したい。

参考文献

1) 間山, 石油学会誌 21巻 1号 (1978), 2) 間山, 土木学会論文報告集 275号 (1978)・3) 間山, 石油学会誌 21巻 5号 (1978) 4) 間山他, 石油学会誌 22巻 3号 (1979) 5) 間山, 石油学会誌 22巻 4号 (1979)