

V—16 加熱型赤泥入りアスファルト混合物の曲げ破壊性状

北海道工業大学 工学部 正員 〇小山 泥舟
 “ “ 学生員 神田 俊彦
 “ “ 正員 間山 正一

1. 概説

ボーキサイトからアルミナを製造する過程で出される赤泥(赤土)は、現在、種々の処理方法が試みられている。セメント処理による道路材料としての活用、焼成して着色骨材として利用する方法、乾燥・粉砕による顔料としての利用等である。筆者等は産業廃棄物の利用、着色(明色)舗装材料の開発の目的から、一連の研究を行っているが、特殊乳剤を用いた常温用着色バインダーについてはすでに発表したり^{1)~4)}。

本稿においては加熱型着色バインダーについて説明するものであり、実験手法としては一定ひずみ速度による曲げ試験を用いた。赤泥を用いた加熱型着色混合物としては焼成骨材を用いる方法、乾燥・粉砕による赤泥粉(フィラー)を用いる方法があるが、バインダーそのものを赤泥によって着色することによって舗装用混合物を作製し、その力学的性状を明らかにした報告例はない。

舗装を着色する長所として

- 1) 舗装を着色することによって黒からの脱却がはかられ舗装の明色化が可能になる。
- 2) レンガ色を呈する赤泥着色バインダーは緑色とほぼ補色関係にあり、美観上のメリットが大きい。
- 3) 副射熱の吸収が少ないため舗装温度の上昇を小さくすることによって舗装のわだち堀れ、ウエービングと肉痛的に少なくする効果をもつ
- 4) 幾何学的配置(緑色)をすることによって舗装の各部分(例えば路肩、歩道等)の機能を明確にすることができる
- 5) 以上の効果は道路の交通安全等にもつながる効果をもつ。

等があげられる。

従来の着色舗装用混合物の欠点として高価なことがあげられるが、産業廃棄物としての赤泥を着色剤として用いることによって、価格の問題はかなり緩和される。

2. 着色バインダーの作製

本研究で用いた着色バインダーの作製方法を図-1に示す。

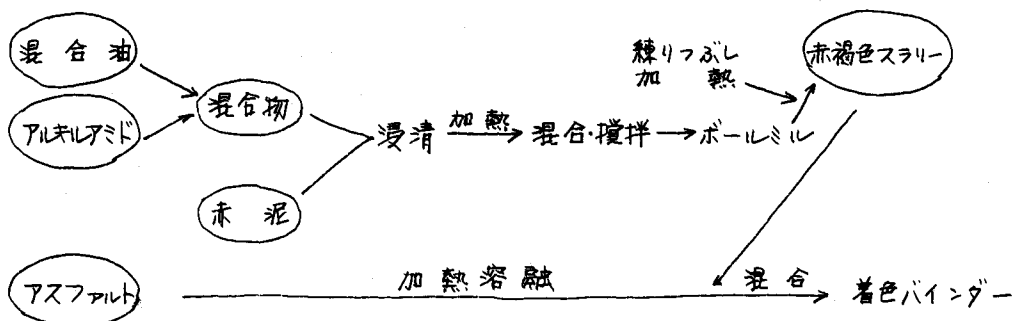


図-1 赤泥を用いた着色バインダーの作製方法

赤泥の量、添加物の量によって種々の色合い（色調）、力学性状をもつ着色バインダーと作製することが可能であるが、本研究においては1種類 についてのみ研究成果を報告する。

3. 実験材料と供試体作製法

2. で述べた方法によって作製した着色バインダーと表-1に示した粒度配合の骨材によって実験用供試体を作製する。この種混合物のバインダー量は力学的に決定される最適バインダー量、マーシャル試験によって決定される最適バインダー量の他に発色（色調）をも考慮してバインダー量を決定する必要がある。このことは言うまでもなく、用いられる舗装構造、場所、用途によって異なってくる。また、バインダーの考え方が、赤泥を含めたバインダー量とするのか、すなわち、赤泥、添加剤、アスファルトセメントの混合物をバインダーとするのか、赤泥を結合材として考慮しないでバインダー量を決定するのか、その合理性については別の論議を呼ぼう。前者の場合のバインダー量、BC、は

表-1 骨材の粒度配合

Sieve opening (mm)	Pass by wt. (%)
13	100
5	97.1
2.5	57.6
0.6	47.0
0.3	29.0
0.15	2.3
0.075	0.5

$$BC = (R + A_d + A_s) / (R + A_d + A_s + A_g) \dots (1)$$

で定義される。ここで R: 赤泥, A_d : 添加剤, A_s : アスファルトセ

メント, A_g : 骨材である。同様に後者の場合の BC は $BC = (A_d + A_s) / (A_d + A_s + R + A_g) \dots (2)$ によって定義される。

さて 所定温度に加熱された着色バインダーと骨材をミキサーによって混合し、ローラーコンパクターを用いて転圧する。室内に放置した後、ダイヤモンドカッターにて $3 \times 3 \times 25 \text{ cm}$ の角型棒状供試体に切り出す。供試体寸法、重量を測定した後、実験に供する。

4. 実験方法と解析法

写真-1に示す電気・油圧サーボ制御方式による動的・静的万能試験機（インテス社製）の静的機能を用いて、一定ひずみ速度による曲げ試験を行なった。ひずみ速度は $2.19 \times 10^{-3} (\text{sec}^{-1})$ および $2.19 \times 10^{-4} (\text{sec}^{-1})$ の2点とし、温度範囲は $-20^\circ\text{C} \sim +30^\circ\text{C}$ とした。温度制御は $-30^\circ\text{C} \sim$ 常温 ($\pm 0.1^\circ\text{C}$) の制御が可能な低温恒温水槽および常温 $\sim +100^\circ\text{C}$ ($\pm 0.1^\circ\text{C}$) の制御が可能な高温恒温水槽の2台を用い、常温付近においてはこれらの恒温水槽にさらに投入式加熱器および冷却器を用いて細かく温度を制御した。熱電対を埋め込んだ同一混合物のダミー供試体が所定温度に達した後5分後に実験を開始した。中央載荷3点曲げ試験によって検出される最大荷重、 P , (kg) と設定ひずみ速度、 $\dot{\epsilon}$, から曲げ強さ、 σ_b , (kg/cm²)、破壊時のひずみ ϵ_b , (cm/cm)、破壊時のスティフネス、 S_b , (kg/cm²) が次式によって計算される。

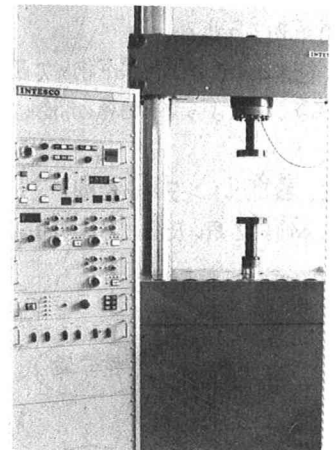


写真-1

動的・静的万能試験機

$$\sigma_b = \frac{3Pl}{2bh^2}, \quad \epsilon_b = \frac{6hd}{l^2}, \quad S_b = \frac{\sigma_b}{\epsilon_b}$$

ここで、 l : スパン長 (cm), b : 供試体の幅 (cm), h : 供試体の高さ (cm), d : 最大荷重 P が検出される時点における変位 (cm)

5. 実験結果と考察

図-2は赤泥入り着色アスファルト混合物の曲げ強さと温度の関係、図-3は破壊時のひずみと温度の関係、図-4は破壊時のスティフネスと温度の関係をそれぞれ示す。(1)式で示したバインダー量の定義によれば5.8%のバインダー量に相当する。

通常のアスファルト混合物と同様に脆化点を持ち、脆化点より高温側では温度の上昇とともに σ_b が減少し、脆化点より低温側では温度の下降とともに σ_b が減少する。また、脆化点より高温側ではひずみ速度が速いほど σ_b が大きい。

E_b と温度の関係についても通常のアスファルト混合物のそれと似た曲げ破壊性状を示す。すなわち、温度が上昇するにしたがって E_b が増大し、また、ひずみ速度が速いほど E_b が小さくなる。図-2と図-3を対応させて観察すれば、 σ_b の極大値を示す温度(脆化点)における E_b の変化(温度依存性)が著しいことが理解されよう。

図-4に示す S_b と温度の関係は、 S_b が σ_b と E_b の比によって定義されることから容易に理解できる。他の2種類の曲げ破壊性状に比較して温度依存性(感温性)が最も著しい。 -15°C で S_b の上限値を示し、温度の上昇に伴って S_b が減少する。ひずみ速度が速いほど S_b が大きいことは言うまでもない。

(2)式で定義されるバインダー量を5.8%に設定した赤泥入り着色混合物の場合、すなわち、アスファルトと添加剤をバインダーとして考慮した混合物の場合いかなる力学挙動を示すか興味のある問題である。また、通常のアスファルト混合物の曲げ破壊性状とこの比較を行なうこともこの種バインダーの実用にあたって重要なテーマであろう。

ここでは、曲げ強さ、破壊時のひずみについて、バインダー量を5.8%に設定したアスファルト混合物について論ずる。

図-5は同一粒度配合によるバインダー量5.8%のアスファルト混合物3種類の σ_b と温度の関係を示す。ここで言う3種類とは、通常のアスファルト混合物、(1)式で定義されたバインダー量をもつ赤泥入り着色アスファルト混合物、(2)式で定義された赤泥入り着色混合物を言う。

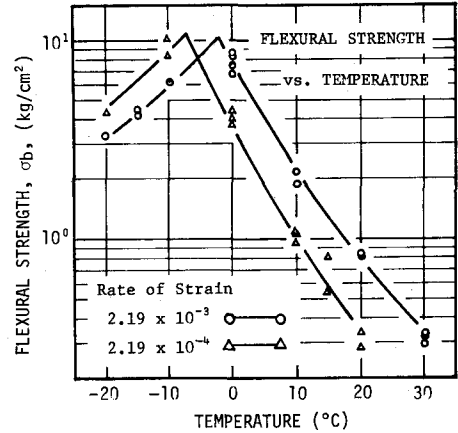


図-2 着色混合物の σ_b と温度の関係

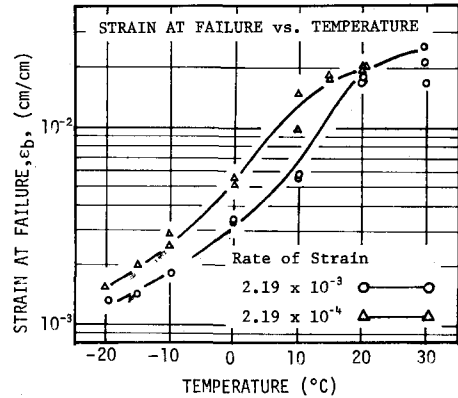


図-3 着色混合物の ε_b と温度の関係

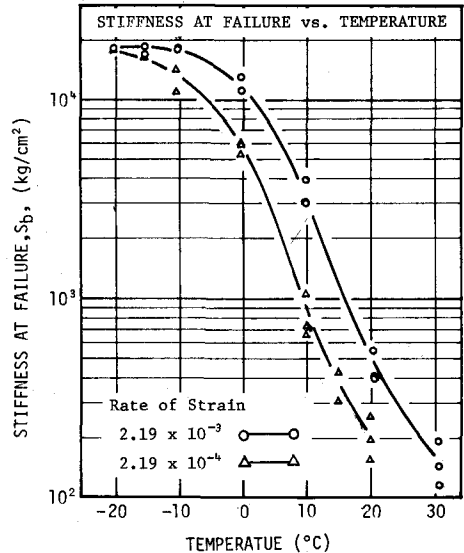


図-4 着色混合物の S_b と温度の関係

通常のアスファルト混合物の曲げ試験はひずみ速度 $2.91 \times 10^{-3} \text{ (sec}^{-1}\text{)}$ で行っており、他の2種類の赤泥入り着色混合物について行なったひずみ速度 ($2.19 \times 10^{-3} \text{ sec}^{-1}$) より大きいため、同一条件で論ずることは無理があるが、一応の目安として参考になる数字であらう。

図-5から明らかなように、アスファルト混合物の σ_b が最も大きく、(2)で定義された着色混合物の σ_b が最も小さい値を示している。(1)で定義された着色混合物の σ_b は(2)で定義されたものの σ_b よりも大きい、実質の(赤泥を除いた)結合材分であるアスファルトと添加剤(オイル分)がより多く入っているためである。脆化点以下における σ_b の減少と興味をひくのは(2)で定義された着色混合物の脆化点が最も低く、かつ σ_b の減少が現定温度範囲内では見られない点である。これは添加剤の寄与によるものと考えられる。

図-6は3種類の混合物の ϵ_b と温度の関係を示す。 ϵ_b の温度特性からわかるように、(2)で定義された着色混合物の ϵ_b が現定温度領域にわたって最も大きく、アスファルト混合物の ϵ_b が最も小さい。とくに、低温領域においては着色混合物の ϵ_b とアスファルト混合物の ϵ_b の違いが顕著である。

結 論

赤泥を用いた着色混合物について定ひずみ速度試験を行なった結果得られた結論を明らかにする。

- 1) 通常の加熱用アスファルト混合物と同様の手順で施工が可能な赤泥入り着色アスファルト混合物を作製した。
- 2) 通常のアスファルト混合物と比較して曲げ強さが小さいが、バインダー量の選択によって脆化点が低く、かつ脆化点以下における σ_b の低下と少なくすることが可能である。
- 3) 通常のアスファルト混合物と比較して破壊時のひずみが大きく、とくに低温領域における着色混合物のそれは大きい。

参考文献： 1) 間山, 第36年次学術講演会講演概要集(Ⅶ) PP. 439, (1981) 2) 小山他, 同講演概要集(Ⅶ) PP. 441, (1981) 3) 畑中他, 同講演概要集(Ⅶ) PP. 443, (1981) 4) 建盛とエネルギー PP. 35, 31年4月号(1981)

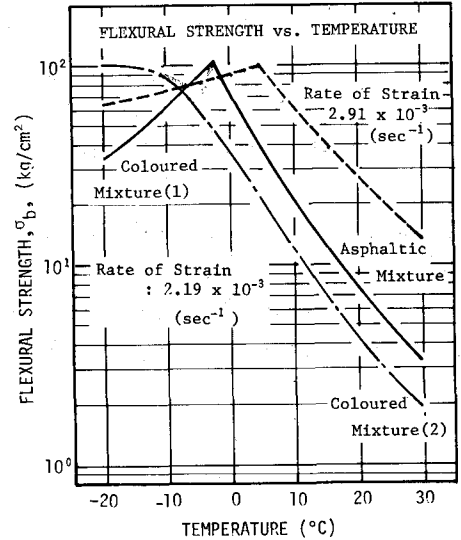


図-5 各種混合物の σ_b と温度の関係

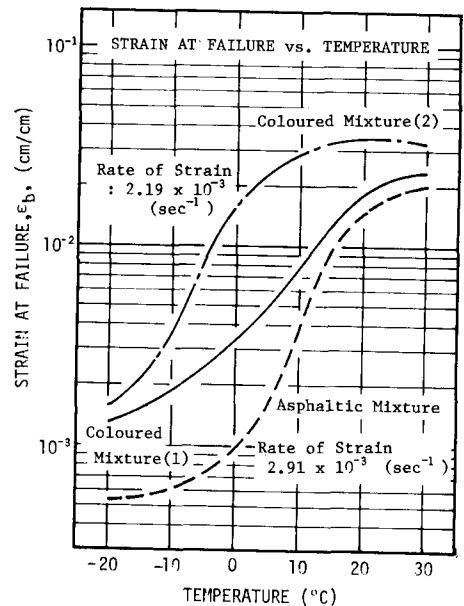


図-6 各種混合物の ϵ_b と温度の関係