

北海道大学工学部 正員 ○上島 壯
 日本舗道株式会社 正員 下田哲也
 北海道大学工学部 正員 梶 恭典
 北海道大学工学部 正員 工博菅原照雄

1. はしがき

アスファルト合材の破壊現象に於て、粘性流動からゼイ性破壊に遷移する温度は変形速度に依存し、舗装体の受ける複雑な載荷条件に対する力学的性状を知るためには、広範囲の温度、変形速度条件に於ける性状の把握が必要と考えられる。本報告では、二種類のアスファルト合材について曲げ試験を用い、歪速度 $4.1 \times 10^{-4} \sim 4.5 \times 10^{-1}$ /秒の領域に於ける力学的性状、特にゼイ性についての温度・歪速度変化に関する実験を行った。

単味アスファルト・ロジンなどのゼイ性破壊限界歪速度 v_c と温度 T ($^{\circ}\text{K}$) の関係については、後藤・相田などによって次式が示されている。

$$\log v_c = A - \frac{E}{RT} \quad \text{---(1)} \quad [R: \text{気体定数} \quad A, E: \text{定数}]$$

しかし、充填骨材比率が非常に大きい舗装合材に、この式がそのまま適用可能か否か疑問であり、舗装用合材にどのようなゼイ性限界条件があるのか、実験データに基いて考察してみた。

2. 実験の概要

試験合材は次の二種である。合材Ⅰ（マスキックアスファルト型合材）： 豊浦標準砂（0.3～0.1 mm）50%，石粉（200番通過）25%，ストレートアスファルト25%

合材Ⅱ（修正トペカ）： 骨材最大粒径 10 mm，ストレートアスファルト 7.5%

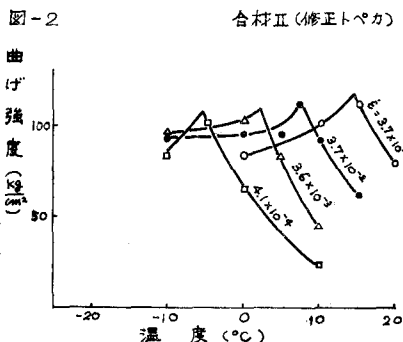
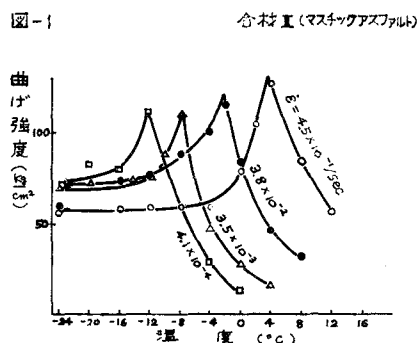
アスファルト： 針入度 93，軟化点 47.3 $^{\circ}\text{C}$

試料寸法： 25×25 mm（巾×厚み），スパン 20 cm

試験機： オルゼン型試験機〔タワミ速度 6.6，56.6（57.2）mm/分〕 高速曲げ試験機〔1，12（10）cm/秒〕 （）内は合材Ⅱのみの試験条件

3. 実験結果と考察

曲げ強度と温度の関係： 図-1，2より明らかなように、合材Ⅰ，Ⅱ共試験歪速度全域に於て極大点を持ち、極大点は歪速度が小さくなるにつれて低温側に移動する。その移動量は合材Ⅰ，Ⅱ共、歪速度1桁につき5 $^{\circ}\text{C}$ 程度である。極大点より高温側は流動抵抗領域、低温側はゼイ性破壊領域である。



破断歪と温度の関係： 合材Ⅰ，Ⅱ共，総ての試験歪速度に於て曲げ強度の極大点附近に遷移現象が見られる。その高温側では，合材Ⅰでは流動変形のみで，ヒビ割れも見られないが，合材Ⅱでは，低速変形の場合でも3%程度の限界歪をもつ。

曲げ強度と破断歪の関係： 図-3，4に示すようにある対応関係を保ちながら，温度，又は歪速度変化にしたがって変移する。破断歪があまり大きくない領域ではその対応の型は歪速度によって変らない。それ故，その合材のゼイ性-流動遷移の特性曲線的な意味を持つと考えられる。

合材の伸び粘性係数の温度，歪速度変化： 流動変形領域に於て，応力-時間曲線から λ が求まる。 λ の温度変化に Andrade式を想定し， T^1 に対する $\log \lambda$ を図-5に示す。一定温度で比較すると，歪速度の低下にしたがい，応答コンシステンシーは大幅に増大する。合材Ⅱでは，歪速度が1桁下がると約5倍カタサを増す。合材Ⅰでは，与える影響はⅡより若干小さい。各歪速度については， $\log \lambda$ は T^1 に対し，ほぼ直線的に変化し，その勾配は，歪速度の低下につれて幾分急になるが，ほぼ一定と考えて良い。又 $\log \lambda$ は $\log \dot{\epsilon}$ ($\dot{\epsilon}$ は歪速度)に対して直線的に減少している。そこで合材Ⅰ，Ⅱの伸び粘性係数 λ は，近似的に次の様に表すことが出来る。

$$\log \lambda = A + \frac{B}{T} - C \log \dot{\epsilon} \quad \text{-----(2)}$$

合材の破壊限界： 歪速度条件に依存しない一定の限界応力 f_m を仮定し， $\lambda \dot{\epsilon} = f_m$ を限界条件とすると，流動-ゼイ性破壊の遷移条件として，(1)式と同じ型の次式が得られる。

$$\log \dot{\epsilon}_c = \frac{1}{T-C} \left[(\log f_m - A) - \frac{B}{T} \right] \quad \text{-----(3)}$$

$\dot{\epsilon}_c$ ： 温度 T に於ける限界歪速度

(2)式の各定数は，流動変形域に於ける実験データより，右表に示す値を得た。B，Cの値は次のことを示している。合材Ⅰ（マスタックアスファルト）は合材Ⅱ（修正トベカ）に較べ，粘性係数の感温性は大きく，歪速度依存性は小さい。

実験データを考慮して f_m は，合材Ⅰ～130 kg/cm²，合材Ⅱ～120 kg/cm²として(3)式に代入し，測定遷移現象から求めたゼイ化点と比較し，ほぼ満足すべき結果を得た。（図-6）

このように瀝青合材のゼイ性は，粘弾性状の感温性と歪速度依存性に支配され，それらの性質を測定すれば，相当広範囲の温度・歪速度に於けるゼイ性を推測する可能性を示している。

図-3 曲げ強度と破断歪の対応(合材Ⅰ)

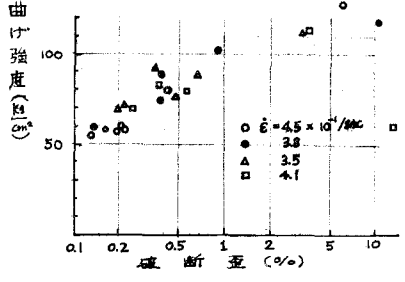
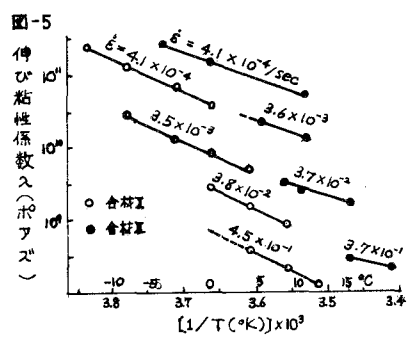
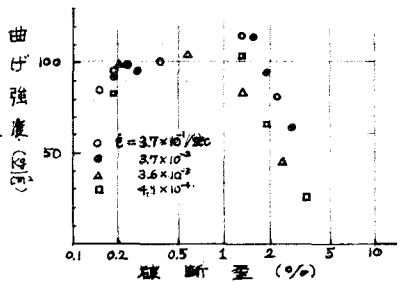


図-4 曲げ強度と破断歪の対応(合材Ⅱ)



定数の種類	合材Ⅰ	合材Ⅱ
A	-7.9	-2.2
B ($\Delta \log \lambda / \Delta \frac{1}{T}$)	4.5×10^3	3.0×10^3
C ($-\Delta \log \lambda / \Delta \log \dot{\epsilon}$)	0.58	0.71

