

V—23 アスファルト混合物の引張試験に関する基礎的研究

北海道工業大学 正員 ○ 小山 泥舟
 " " 学生員 西田 卓裕
 " " " 横尾 敏文
 杉原建設(株) 正員 川口 雄輔
 北海道工業大学 正員 間山 正一

1. 概説

アスファルト舗装の力学的挙動を論ずる場合に、表層材料に主として使用されるアスファルト混合物の力学的性状を明らかにすることは重要な課題の一つである。アスファルト混合物の力学的性状を舗装の Distress Mode と対応させて論ずる方法はすでに定着しつつあり、多くの研究者によって提唱され、個々の分岐テーマについて発表されているが、その大半は曲げ試験によるものであり、たとえば引張試験や三軸試験の手法を用いて舗装材料の力学的性状、舗装体の力学的挙動を論じた成果は少ないのが現状である^{2)~4)}。曲げ試験による研究手法はデータの蓄積が多いこと、比較的簡便に実験を行なえること、合理的な手法であること等、多くの利点をもっている事は否定できない。他方、材料の基礎的力学的性状を多角的に評価する必要性、舗装体の力学的挙動に関連づけて材料性状(混合物の力学的性状)を論ずる場合に単純引張試験が重要な位置を占める場合等も考えられ(たとえば、熱応力問題を論ずる場合に、曲げのみによらず引張に関する材料性状の把握が重要であると考えられる)、これらの理由からアスファルト混合物の引張特性を明らかにすることは重要である。

本稿は主としてアスファルト混合物の引張破壊性状を明らかにすることを目的としており、より信頼度の高いデータを得るために各種の治具、各種の測定方法を選択し、それらの方法によって得られたデータの違いについて検討するものである。ストレートアスファルトをバインダーとし、密粒度アスファルトコンクリート配合の粒度配合としている。なお、温度およびひずみ速度を変化させ、そのレオロジー性状についても論ずる。

2. 実験材料と供試体作製方法

2-1 実験材料

本研究に用いたアスファルトセメント(バインダー)の針入度、軟化点(環球式)、針入度指数を表-1に示す。表-1にはまた、骨材の粒度配合を示したが、密粒度アスファルトコンクリートの配合⁵⁾としている。

表-1 アスファルトの物理性状と骨材の粒度配合

骨材	割合
破砕(塊)	57
20-30	13
粗目砂	13
細目砂	8
フィラー	9
アスファルト量 5.8%	
アスファルト Pm 77	
RAB 475	
P.I. 27	

2-2 供試体作製方法

140℃に加熱したバインダー(粘度に換算して3 poises)をあらかじめ同温度に加熱してある所定の粒度配合をもつ骨材とミキサで3分間混合する。30×30×5 cmの鉄製型枠に入れ、混合物(合材)温度が103℃(粘度に換算して30 poises)になった後、ローラーコンパクタで所定の回数を転圧する。約24時間、室内(平均温度18℃)に放置した後、恒温室内でニーディング作用を与える。混合物の冷却を待って、ダイヤモンドカッターで所定寸法の供試体を切り出す。

供試体寸法は3種類とし、3×3×25 cm, 3×3×15 cm,

3 × 1.5 × 15 cm の角型棒状供試体である。供試体の切り出しの例を図-1に示す。

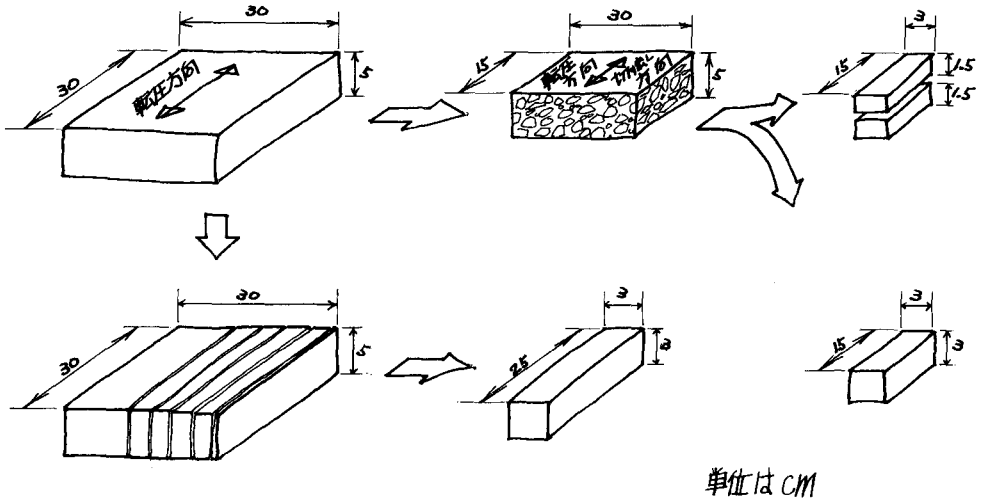


図-1 供試体切り出しの概略図

いずれの供試体もニーディング方向に骨材が並んでおり、空隙率も3~4%の中にほぼ入っている。本研究においては 3.5 ± 0.5 % の空隙率をもつ供試体のみを実験に使用した。

3. 試験装置と試験方法

3-1 試験研究

二種類の試験研究を行なう場合、定みすみ速度試験、定荷重速度試験等の方法があるが、本試験研究においては比較的手順が容易である定みすみ速度試験による手法を用いて引張試験を行なった。載荷装置はインスコ(株)製電圧油圧サーボ制御方式の動的・静的試験機を用いた。本試験機の概要を以下に示す。

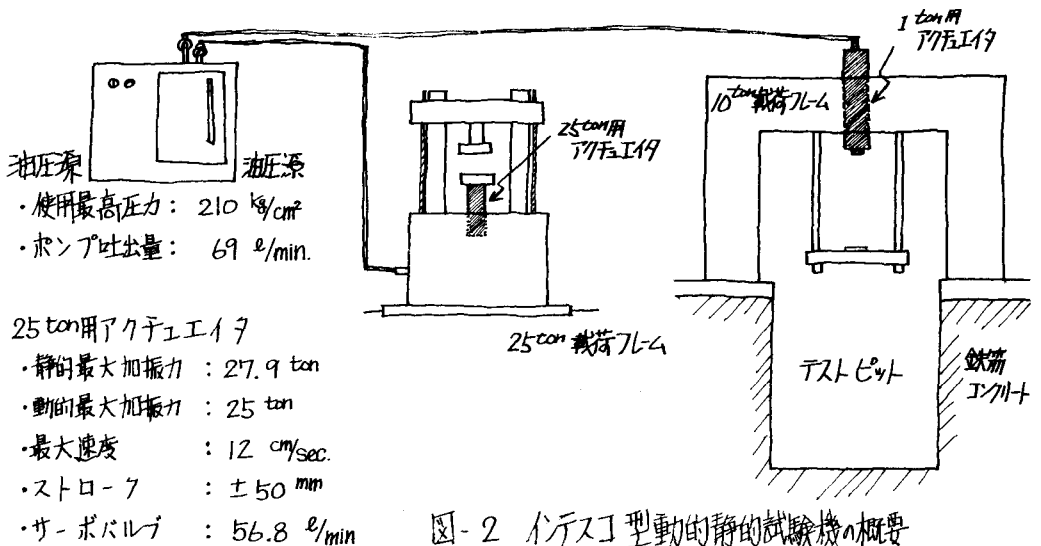


図-2 インスコ型動的静的試験機の概要

本実験研究においては、恒温室（ $-20^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ ，プログラム設定による温度制御が可能）内のテストピット用載荷フレーム（ 10ton ）に吊り付けた 1ton 用載荷フレーム（アタッチメント）に治具を取り付けて実験を行なった。なお、供試体の養生は恒温水槽2台（室温 $\sim +100^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ および室温 $\sim -20^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ の制御が可能）を用いて行なったが、治具への供試体の取り付けに時間がかかることから、恒温室内の温度をも試験温度と一致させた。

また、本試験機は従来の動的試験機の場合ランプ入力を利用して静的試験を行なっている点を改良して、静的試験そのもののコントロール部を取り付けると同時に、動的出力と静的出力とを合成する事も可能。

3-2 試験方法

アスファルト混合物の力学的性状を検査する場合、使用する治具、試験方法によって得られるデータの信頼度が大きく異なってくる。本研究においては、この点に着目して、次の方法について先行実験を行なった。

1) $3 \times 3 \times 25\text{ cm}$ の角型棒状供試体の両端にエポキシ樹脂を塗布し、鉄板と接着した後2日後（エポキシ樹脂の硬化完了）に治具に取り付ける方法（スパン： 25 cm ）……写真2

2) 1)の方法と同様であるが供試体の長さを 15 cm とする方法（スパン： 15 cm ）

3) 1)の方法にストレンゲージを取り付ける方法 スパン： 25 cm

4) $3 \times 1.5 \times 15\text{ cm}$ の角型棒状供試体の両端 3.5 cm にエポキシ樹脂を塗布して補強し、直接治具でつかむ方法（スパン： 8 cm ）

5) 4)の方法にストレンゲージを取り付ける方法……写真-3

6) $3 \times 3 \times 25\text{ cm}$ の角型棒状供試体の両端 5 cm にエポキシ樹脂を塗布して補強し、直接、治具（4）および5）の治具とは異なる）でつかむ方法（スパン： 15 cm ）……写真-4

4. 実験結果と考察

1)~6)の方法を用いて 0°C 、 20°C 、 40°C の温度条件、ひずみ速度 $6.25 \times 10^{-3}\text{ sec}^{-1}$ の条件で行なった予備実験の結果のうち、応力とひずみの関係（破壊時経路）を図-3に示す。

なお、応力とひずみの定義はそれぞれ、（荷重 kg ）/（もとみ断面積 cm^2 ）

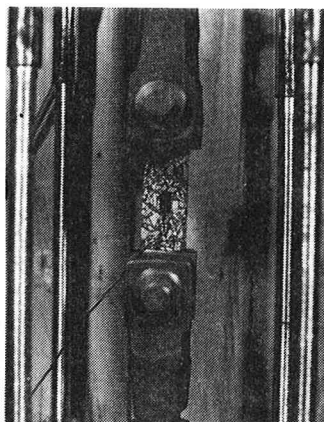


写真-3

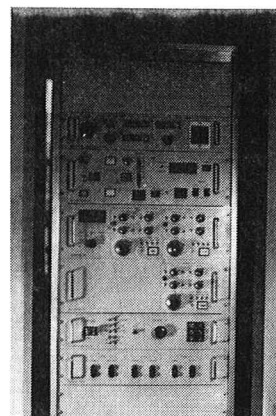


写真-1 インデス型動的静的試験機の制御部

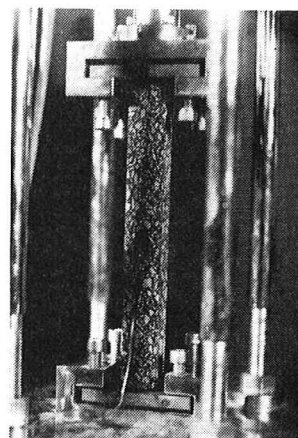


写真-2

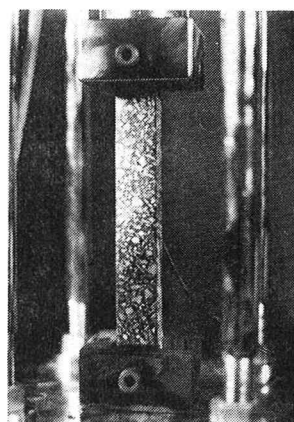


写真-4

、(変形量 cm)/(もとノスパン cm) で定義される。

図-3は予備実験で得られた引張強さと破壊時のひずみの関係は予備実験で $6.25 \times 10^{-3} (\text{sec}^{-1})$ の場合について示した図である。図上の番号は3-2でそのひずみの実験方法について説明した番号と同一である。非線形領域における応力とひずみの関係のため、実験値のバラツキが大きく、とくに高温(40℃)におけるその差が著しい。ストレインゲージを用いた場合(3)および(5)にはとくに最大値が得られていないが、これは供試体の異质性、不均一性、接着面の相違(骨材分が多いか、バインダー分が多いか)などによるものと考えられる。高温時にはストレインゲージを用いた場合にとくにバラツキが大きいが、これも上記の理由によるものと考えられ、この方法の不適合を意味するものではあるまい。

供試体の形状による差はとくに顕著な傾向を示す程顕著ではない。断面積に対する軸方向の長さが大きいため、末端効果などが見られなかったためと思われる。

図-4はストレートアスファルト混合物について、温度およびひずみ速度を変化させて実験を行なった結果得られた引張強さと破壊時のひずみの関係(破壊包絡線)を示す。破壊時のひずみの変化は小さく、むしろ引張強度の変化がきわめて著しいこととなる。若干バラツキは大きい、破壊包絡線と考えてもさしつかえないと思われる。

5. 結論

1) 供試体形状、治具、ひずみの入力方法を変えてひずみ速度引張試験を行なった。これらの条件と混合物の力学的性状との間には顕著な関係は見られない。

2) 温度およびひずみ速度に著しく依存する力学的性状が得られた。

参考文献

- 1) Monismith, C.L., and Finn, F.N.: Flexible pavement design State of the Art, Transportation Engineering Jour. 12663, A.S.C.E., 1975.
- 2) Michael, E.N., TRRL LR870, 1978.
- 3) R.T.N. Goldard et al, TRRL SR410, 1978
- 4) 関山正一, 第9回材料力学研究会, 1975.
- 5) 日本道路協会, アスファルト舗装規範, 1979.

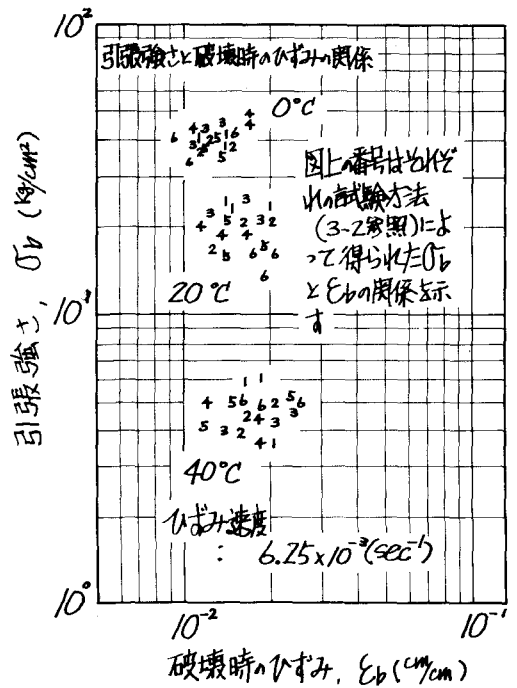


図-3 予備実験で得られた引張強さと破壊時のひずみの関係

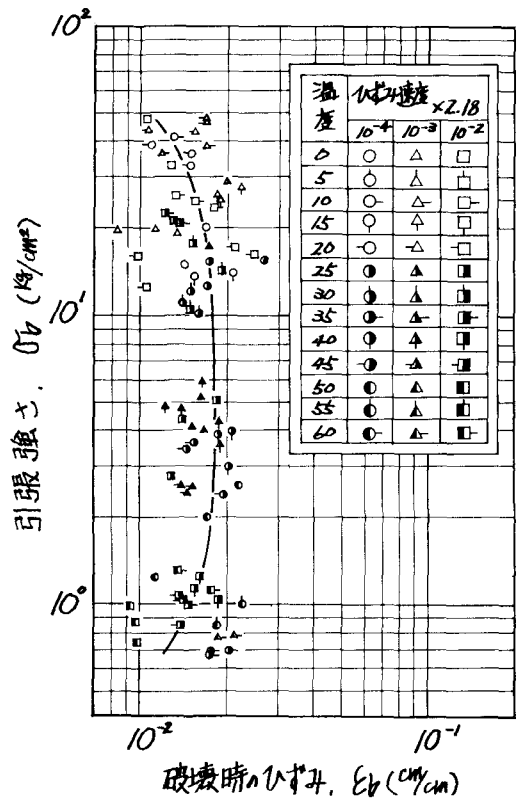


図-4 ストレートアスファルト混合物の引張強さと破壊時のひずみの関係