

V-22

アスファルトの低温領域における破壊
ひずみに関する研究

北海道大学 正 員 森吉昭博
学生員 川村和将
正 員 加来照俊

1. まえがき

アスファルト単体は低温領域においてぜい性体としての性質を示すが、その領域の力学性状の測定方法が現在確立されていないため、ここでの研究は充分に行われているとは言い難い。例えば、アスファルト単体の破壊ひずみの報告例は推定値や計算値ではあるものの、実測値では存在しない。そのため、本研究は低温領域における破壊ひずみの大きさを求めると共に、温度、载荷速度、アスファルトの厚み等がアスファルト単体の破壊ひずみに与える影響について検討したものである。本研究で採用した方法は、筆者らが新たに開発したもので、あらかじめひずみを測定した薄い鋼板にアスファルト単体を均一に塗布した供試体を使用し、それをフラスゼイ化点試験機器に装着し、冷却媒体であるメタノール中で供試体に曲げ作用を与え、これよりアスファルトの破壊ひずみを求める。この装置は小型で、簡便であり、メタノール中で試験を行うため温度精度が良い。またこの方法は使用アスファルト量も少量で、かつ低温領域においても鋼板のひずみの再現性がよい。

2. ひずみの測定法

2-1 鋼板のひずみ

以下のひずみの測定には主に通常のフラスゼイ化点試験機を用いた。

ひずみ測定法

実験には、寸法が $41 \times 20 \times 0.1$ mmの特別に製作した鋼板を使用した。特製の鋼板が標準の厚さより薄いのは、実験中に相対的にアスファルトにかかる荷重を大きくするためである。ゲージは鋼板の中央に長さ2mmの単軸箔フェステルタイプを長軸方向に、また同一のゲージを2枚長軸方向に中央より7mm及び14mm離れた場所に各々接着剤で貼付した。そして、試験機に鋼板を取付け、回転レバーを回転させることにより鋼板はしだいにひずむ。この時の鋼板のひずみは試験機の回転レバー1回転毎にミクロン単位で測定した。結果はFig.-1に示す。図で横軸は試験機のハンドルの回転数を示す。回転数0はフラスゼイ化点試験機に鋼板を装着する前の状態、回転数1はそれに装着した時を意味している。Rigdenらの鋼板のひずみの推定値（最大で 16000×10^{-6} ）と比較すると、この結果は極大値でも1桁小さく、かつひずみ分布がRigdenらのように鋼板全体で一様でないことは明白である。

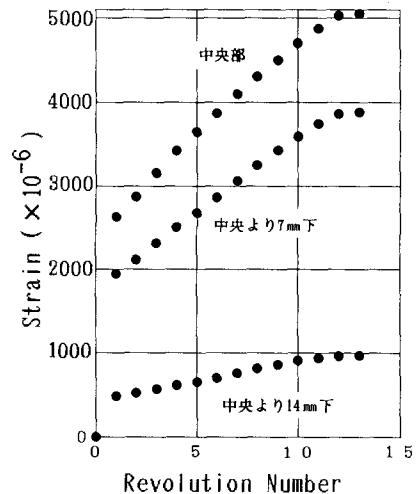


Fig. -1 ひずみと回転数の関係

The research on the Fracture Strain of Asphalt in Low Temperature
by Akihiro Moriyoshi, Kazumasa Kawamura, Terutoshi Kaku

a) 空中の鋼板のひずみの再現性

鋼板のひずみの再現性の実験は、三種類の鋼板にゲージを貼付し室温の空气中で曲げ作用を与えながら、以下の様に行った。鋼板は極大変形まで曲げて元に戻す作業（これを繰り返し作業と呼ぶ）を1回終了した後、試験機からはずした時に残留ひずみが、中央部分ではほぼ零になることが確認された。鋼板の極大ひずみおよび曲げを開始する時のひずみ（極小ひずみと呼ぶ）は共に繰り返し作業の回数に関係なく一定で、その差は一定となり、塑性変形は認められなかった。

b) メタノール中の鋼板のひずみ

低温のメタノール中の曲げによる鋼板のひずみの測定は、常温の鋼板を通常のフラースゼイ化点試験機に装着して行った。実験は鋼板の温度分布を考慮し、 -17°C のメタノール中に鋼板を装着した試験機を投入し1分後に行った。鋼板のひずみはどの箇所においても全体に約 600×10^{-6} 小さくなるが、鋼板中央部分の極大ひずみと極小ひずみの差の絶対値及び各ハンドルの回転数毎のひずみ増分は空中のそれと全く同一であった。

2-2 アスファルトのひずみ

鋼板上のアスファルトのひずみはメタノール中でも鋼板のひずみと同一と仮定した。即ち、試験機のレバーを回転させアスファルトが破壊した時の回転数に対応する鋼板のひずみをアスファルトの破壊ひずみとした。尚、アスファルトの破壊ひずみは、アスファルトの破壊場所が鋼板のほぼ中央部に限られるため、アスファルトの破壊ひずみは鋼板中央部分のひずみとハンドルの回転数との校正曲線から求めた。

3. 試験法

以下の二つの試験で使用した機械は、通常のフラースゼイ化点試験機を使用した。

使用アスファルトは針入度級 80/100 のストレートアスファルト（針入度 86、軟化点 47.8°C ）である。

3-1 フラースゼイ化点試験

試験方法は DIN U 6 に準拠した。但し、試験には特別製作の鋼板を使用した。温度制御はデジタル指示調節計を用い、温度は温度精度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ のデジタル温度計で測定した。従来の試験は空冷式であったが、本研究では水冷式とし、冷媒はメタノールを使用した。

3-2 一定温度の曲げ試験

この試験は主に通常のフラースゼイ化点試験機を用いて、供試体を曲げた状態から一定速度で実験を開始し、一定温度におけるアスファルト単体の破壊ひずみを測定する。曲げ試験はフラースゼイ化点温度より低い温度のメタノール中においてフラースゼイ化点試験と同一の一定速度で行い、破壊が生じたときのアスファルトの破壊ひずみを測定する。但し、実験は供試体のアスファルトの熱応力を零にするためメタノール投入1分後に行う。荷重測定が可能な別の機器により供試体のアスファルトの荷重を -25°C 以下で測定すると、メタノール投入1分後には荷重がほとんど零となりアスファルトの応力がこの時間でほぼ緩和していることが確認されている。

4. 結果及び考察

4-1 フラースぜい化点試験

実験結果は Table-1 に示す。アスファルトのフラースぜい化点温度は共に10個の供試体で±1℃の範囲のほぼ一定値となった。これより以後の実験ではフラースぜい化点温度が各アスファルト固有の基準温度と考えた。

Table-1 Fraass Breaking Point Temperature

Penetration Grade of Asphalt	Fraass Breaking Point Temperature (℃)	Ave. (℃)
80/100	-14,-15,-15,-14,-15,-15,-15,-14,-16,-16	-14.9

4-2 一定温度の曲げ試験

実験温度は-17℃、-19℃、-22℃、-25℃、及び-29℃とし、曲げ試験は各々3回行い、破壊ひずみはこの3回の平均値とした。実験は以下の様な様々な条件の下で行った。

1) アスファルトの薄膜加熱による影響

実験はアスファルト50 gを163℃で5時間加熱し、それを鋼板に均一に塗布したものについて行った。保持時間は1分間とした。結果はFig.-2に示す。但し、アスファルトを薄膜加熱せずに実験を行った場合のひずみはBefore、薄膜加熱後に実験を行った場合のひずみはAfterとする。全ての温度において、薄膜加熱したアスファルトを使用した供試体のひずみは、薄膜加熱しなかったものを使用した場合のひずみより全体に約 300×10^{-6} 小さくなった。薄膜加熱するとアスファルト単体の低温における破壊ひずみは減少すると考えられる。またひずみ～温度曲線の形状は加熱により、形状はそのまま高温側に約2℃移動する。

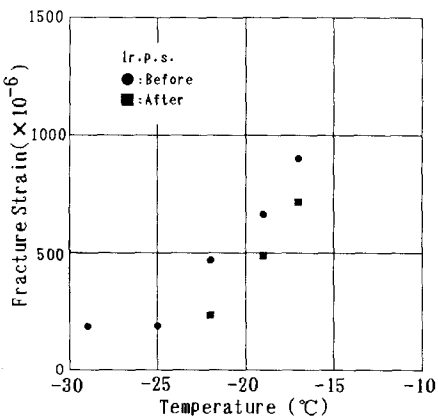


Fig.-2 破壊ひずみの薄膜加熱による影響

2) ひずみ速度の影響

通常の曲げ試験は試験機の回転レバーを約1秒で1回転させるが、10秒で1回転にした場合の破壊ひずみを測定した。結果はFig.-3に示す。ひずみ速度は1/10になると、どの温度においても破壊ひずみは大きくなり、-17℃では破壊しなかった。-17℃の破壊ひずみは 2400×10^{-6} 以上であり、アスファルト単体の破壊は、ひずみ速度にも依存していると考えられる。ひずみ～温度曲線はひずみ速度が一桁遅くなると約2℃低温側に移動する。

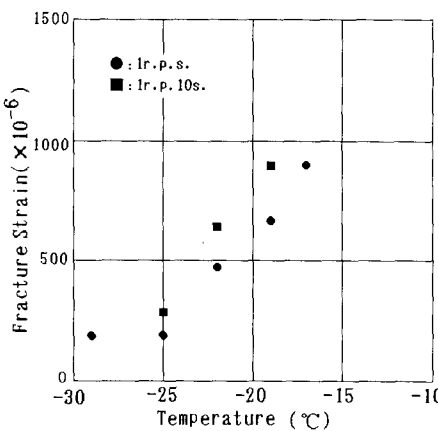


Fig.-3 破壊ひずみのひずみ速度による影響

3) アスファルトの断面積の影響

0.8 gのアスファルト（厚さ 1.0mm）を用い供試体を製作し、一定温度の曲げ試験を行った。結果はFig.-4に示す。アスファルトの破壊ひずみは、0.4 gのアスファルト（厚さ 0.5mm）を用いた場合より明らかに減少する。

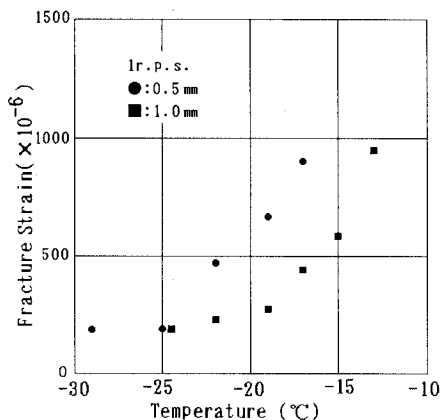


Fig.-4 アスファルトの厚さの影響

5. まとめ

以上で得られた結論を要約すると以下の通りである。

- 1) 低温領域におけるアスファルト単体の破壊ひずみは、温度が低下するに伴い最小ひずみに漸近する。この最小の破壊ひずみは 200×10^{-6} 程度である。
- 2) アスファルトの破壊ひずみはアスファルトの厚さ及びひずみ速度に依存する。
- 3) アスファルトの温度-破壊ひずみ曲線は、ひずみ速度、アスファルトの厚さ、薄膜加熱等の条件により、温度軸方向に平行移動しその形状はほぼ一定のように考えられる。

以上よりアスファルトの低温領域における破壊ひずみの大きさや、アスファルトの最小破壊ひずみ及び破壊ひずみに及ぼすアスファルトの厚さやひずみ速度の影響が明らかにされた。しかし、低温領域におけるアスファルト単体の応力とひずみの関係は、依然として解明されていない。

筆者らはこの点についてさらに研究しているので、機会を得て発表する予定である。

本研究を実施するに当たり、河村成範、川口政史両君の協力を得た、ここに感謝の意を表する。