

低温領域におけるアスファルトの曲げ試験機の開発に関する研究

日本道路公団 川村和将
北海道開発局 川村和幸
北海道大学 森吉昭博

キーワード：アスファルト、フラースゼイ化点試験、曲げ試験、破壊性状、緩和弾性率

1. はじめに

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。

本研究では鋼板上にアスファルトを塗布した試料を用い、荷重が測定可能なフラースゼイ化点試験機を使用し、アスファルト単体の曲げ試験だけでなく、応力緩和試験も簡単に行う方法を開発した。その方法によりアスファルトの破壊ひずみ、緩和弾性率、破壊強度を測定したのでここに報告する。これらの方法はメタノール中で行うため温度精度が非常に良く、少量のアスファルトで簡単に行うことが可能である。

2. 供試体

全ての供試体は、特製の鋼板（長さ41mm、幅20mm、厚さ0.1mm）上に、約130度に熱したアスファルトを0.4g均一に塗布し、1時間室温にて徐冷したものである。一部、寸法が長さ25cm、幅2.5cm、高さ2.5cmのアスファルト混合物も使用した。本研究では15種類のアスファルトを用い実験を行った。

3. アスファルトのひずみ測定方法

以下のひずみの測定には通常のフラースゼイ化点試験機と荷重測定が可能なフラースゼイ化点試験機を用いた。鋼板に単軸箔フェスデルタイプのゲージを接着剤で貼付した。これを試験機に装着し、鋼板を曲げ、ひずみを測定した。鋼板上のアスファルト層下面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。但し、供試体は曲げられた状態にあるため、ひずみ分布を考慮しアスファルト層の上面のひずみは、図形の相似法則よりアスファルト層下面のひずみの11倍であると考えられる。従って、ここでは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の11倍をアスファルトの破壊ひずみと定義した。

4. アスファルトの応力解析方法

供試体は全て、鋼板上にアスファルトを均一に塗布した2層構造である。供試体が曲られる過程で最大応力となる箇所は供試体の表面中央部であり、供試体の変形量が大いため、アスファルトの破壊強度の推定には中央部の軸力と曲げモーメントの両方を考慮する必要がある。作用する曲げモーメントは鋼断面をアスファルト断面に換算することにより、全断面を等質なアスファルトとみなし計算した。

5. 実験概要

a) フラースゼイ化点試験

試験方法は JIS K 2207 に準拠した。冷媒に空気の代わりにメタノールの液体を使用した。メタノールを使用したことにより試験管内の温度むらが小さくなり、実験の温度精度が著しく向上した。又、本研究ではフラースゼイ化点試験機の供試体を装着する治具も改良した。

b) アスファルト単体の曲げ試験

自動フラースゼイ化点試験機を用いて、一定温度におけるアスファルト単体の破壊時の弾性係数、破壊強度、破壊時のひずみ等を測定するものである。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ストローク速度で行う。

c) 応力緩和試験

実験は主にフラースゼイ化点温度より高温のメタノール中で行った。供試体を試験機に装着し、供試体の熱応力が零になるまで放置し、その後供試体が破壊しないように一定速度である一定ひずみを加え、その後経過時間毎に荷重を測定する。荷重値は、デジタル荷重計と接続されている記録機器から読みとる。

d) アスファルト混合物の曲げ試験

混合物の供試体を測定温度のメタノール中で約1時間養生し、その後、載荷装置（支点間長20cmで支点中央に載荷できる）に締固め面を上面としてセットする。支点中央部に集中載荷を行い、破壊時の曲げ強度を求める。本研究では6種類の試料を用いた。

6. 実験結果及び考察

a) フラースゼイ化点試験

フラースゼイ化点は針入度級80/100のストレートアスファルトにおいては、10個の供試体で±1度の範囲のほぼ一定になった。従来の治具及び空冷の試験方法では試験結果が±2度の範囲であるから、試験精度が著しく向上したと思われる。他のアスファル

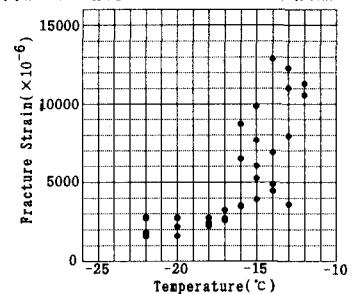


Fig.1 Fracture Strain

トにおいても、 ± 1 度の範囲となった。

b) アスファルト単体の曲げ試験

試料毎に、各温度において試験を数回行った。図は多数ある試料のうちの針入度級60/80のストレートアスファルトを示す。このアスファルトのフラースゼい化点は -12°C である。

1) 破壊ひずみ

破壊ひずみはどのアスファルトにおいても温度の低下に伴い、最小ひずみに漸近し、最小ひずみが $1800 \times 10^{-6} \sim 4000 \times 10^{-6}$ となった。結果はFig. 1に示す。フラースゼい化点における破壊ひずみは 11000×10^{-6} となった。改質剤を添加したほとんどのアスファルトの破壊ひずみはオリジナルのアスファルトよりも小さくなったが、一部のアスファルトの破壊ひずみは若干大きくなった。

2) 破壊時の弾性係数

弾性係数はどのアスファルトにおいても、温度が低下するに伴い増加する。結果はFig. 2に示す。各々のアスファルトのフラースゼい化点付近における弾性係数は、針入度級に関係なくほぼ $300\text{Mpa} \sim 700\text{Mpa}$ となった。又、Van der Poel の Nomograph における、載荷時間0.1秒の値と比較してもほぼ同一と言えるが、P. I. 値が正の場合実測値はNomographの値より大きくなる傾向があると思われる。

3) 破壊強度

バツキはあるものの、ほとんどのアスファルトにおいて温度が低下するに伴い破壊強度は小さくなった。ほとんどのアスファルトの破壊強度はフラースゼい化点付近で 3.0Mpa 以上となった。この試料の破壊強度はフラースゼい化点（ -12°C ）で約 $4\text{Mpa} \sim$ 約 5.5Mpa 、 -22°C で約 $1.4\text{Mpa} \sim$ 約 2.6Mpa となった。結果はFig. 3に示す。このアスファルトに改質材を添加したアスファルトの破壊強度は、 -12°C で約 $3.4\text{Mpa} \sim$ 約 4.9Mpa 、 -23°C で約 3.8Mpa となった。このアスファルトは試験温度が低下してもさほど破壊強度が減少しなかった。

c) 応力緩和試験

-15°C で行った試験結果はFig. 4に示す。試験温度が低いため緩和弾性率はさほど減少しなかった。試験機械の測定精度を確認するために、ストレス制御式レオメーターを用い測定した緩和弾性率（ITSと表示）も図示した。試験時間は27秒から100秒である。Van der Poel の Nomograph から求めた緩和弾性率は、レオメーターと自動フラースゼい化点試験機より求めた緩和弾性率と異なっており、特に緩和の程度が著しく異なる。

d) アスファルト混合物の曲げ試験

試料にはストレートアスファルト2種、改質材入りアスファルト4種を使用した。極大強度はどのアスファルトでもほぼ $11\text{Mpa} \sim 12\text{Mpa}$ となった。結果はFig. 5に示す。極大値が現れる温度より低温における曲げ強度の減少率は各アスファルトによって異なっており、アスファルト単体の曲げ試験における破壊強度の減少率と同一アスファルトではほぼ同じとなった。Fig. 3とFig. 5を比較すると曲げ強度の減少率が単体では $0.27\text{Mpa}/^{\circ}\text{C}$ 、混合物では $0.21\text{Mpa}/^{\circ}\text{C}$ となりほぼ同一であると思われる。

7. まとめ

1. フラースゼい化点試験の精度は、治具や冷媒を改良することにより向上させることができる。
2. アスファルトの破壊ひずみ、破壊強度、破壊時の弾性係数等が簡便で正確にかつ少量のアスファルトで求めることができる。
3. 低温領域におけるアスファルトの応力緩和弾性率が短時間領域で測定可能である。
4. アスファルト単体の曲げ試験から、アスファルト混合物の低温領域の破壊性状がある程度推定可能であると思われる。

【参考文献】

- 森吉昭博、川村和将：アスファルトの低温領域における破壊ひずみ、石油学会誌（Vol 35, No4, 1992）
 森吉昭博、川村和将：低温領域のアスファルト性状の測定法、石油学会誌（Vol 36, No2, 1993）

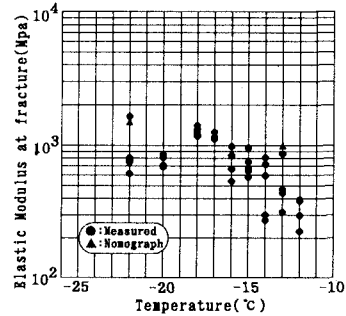


Fig. 2 Elastic Modulus at Fracture

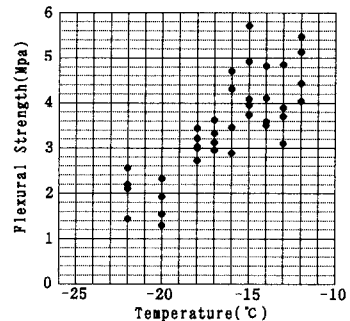


Fig. 3 Flexural Strength (Asphalt)

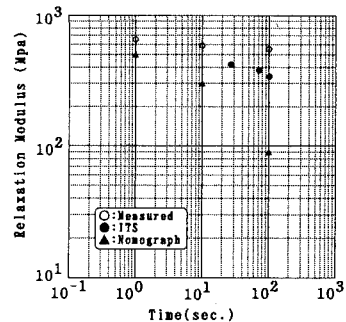


Fig. 4 Relaxation Modulus

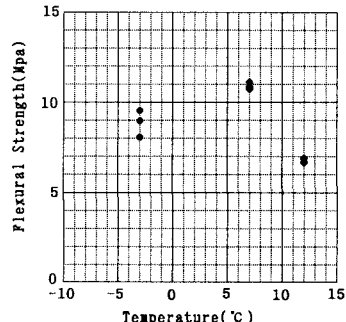


Fig. 5 Flexural Strength (Mixture)