

高ポリマー改質アスファルトを用いた 伸縮分散型埋設ジョイント基層の伸縮特性

交通工学研究室 古川 雄太
指導教員 高橋 修

1. はじめに

伸縮分散型埋設ジョイントは表層と基層の二層構造で、基層には柔軟性と伸縮性に優れたグースアスファルト混合物（グース）の使用が標準となっている。しかし、グースは、製造や運搬が不便であること、コストが高いこと、原料が入手困難であることなどの問題がある。そのため、既往の研究で、グースに替わる基層用アスファルト混合物として、特殊添加剤を使用した High Polymer Mixture (HPM) が提案された。

既往の研究で HPM 単体での引張試験や、曲げ試験は行われているが HPM に格子パネルを組み込んだ場合での、引張特性については、検討されていない。そこで HPM を用いた伸縮分散型埋設ジョイントの引張特性を評価することを目的に、パネルを埋め込んだ HPM 供試体に対して定ひずみ速度の直接引張試験を行い、レオロジーの分野で経験的に用いられている時間温度換算則を適用して、ひずみ速度が遅い場合の引張特性を評価した。

引張特性の評価指標としてどのような物理量に着目するかが問題となるが、本研究では、次に示す理由から緩和弾性率を選択した。材料が有する応力緩和の程度は、緩和弾性率からある程度は説明できることから、実際のひずみ速度域における緩和弾性率を推定することで、引張特性を評価できると考えた。

本研究では HPM の緩和弾性率を推定し、標準的に使われているグースの緩和弾性率との比較を行った。

2. HPM を基層に用いた埋設ジョイントの引張試験

伸縮分散型埋設ジョイントに発生する横断クラックは、主桁が温度の変化によって伸縮変位し、埋設ジョイント舗装体が強制的に橋軸方向に引き伸ばされることによって発生するものと考えられる。一般的にアスファルト混合物の引張特性を評価するには、静的曲げ試験か圧裂試験が実施されている。しかし、埋設ジョイント舗装体は外力の作用の仕方が通常の舗装体に作用する曲げ引張試験とは異なり、主桁の温度変化に伴う非常に緩慢な速度の橋軸方向への引張作用であり、定量的な評価をするには適していないと考えられる。そこで本研究は、変形条件を実際に則したものとするために、供試体を軸方向に引き伸ばす直接引張試験を行い、供試体に発生する応力とひずみについて調べた。

2.1 HPM の配合

本研究での HPM に使用した骨材は、砕石 6 号、砕石 7 号、細砂およびフィラーとしての石粉で

ある。通常のアスファルト混合物と異なり、粗砂を使用していない。表 - 1 に骨材配合比を示す。使用するアスファルトバインダは、ポリマー改質アスファルト H 型（以下、改質 H 型）で、アスファルト量は既往の研究で定められた最適アスファルト量である 16%とした。

2.2 供試体の作成方法

HPM 供試体は骨材とアスファルトバインダを混合したのちに、特殊添加剤を加えることにより作成することができるプラントミックスタイプの混合物である。特殊添加剤の添加量は既往の研究を基に、アスファルトバインダの内比で 17.5%となるようにした。

通常のアスファルト混合物はローラコンパクタを用いて締固めを行うが、HPM 供試体はグースアスファルト混合物と同様に、流し込みによって作成する。また、作成に使う型枠は混合物の理論投入温度と同じになる

よう準備した。

供試体寸法は縦幅が 245mm，横幅 165mm，厚さ 40mm であり，供試体の底面側に厚さ 20mm の埋設ジョイントが組み込まれている。これは実際の埋設ジョイントの基礎部分と同じ構造である。

表-1 骨材配合比

骨材	碎石		細砂	石粉
	6号	7号		
骨材配合比(%)	30.0	25.0	42.0	3.0

2.3 直接引張試験

直接引張試験は、試験温度とひずみ速度を制御して実施した。治具を取り付けた供試体を空気恒温槽で十分養生した後、治具を介して供試体を載荷用のロッドにセットし、所定の温度、所定のひずみ速度で供試体を引き伸ばした。試験温度は、25℃，27.5℃，30℃，35℃の4つで、ひずみ速度は0.5mm/min，1.0mm/min，2.0mm/minの3つとした。

2.4 試験結果

試験結果の一例として、図 - 1 に試験温度 25℃における応力 - ひずみ曲線を示す。これらは、直接引張試験で出力された荷重と与えられた変位をそれぞれ供試体断面積と供試体長さで除して、応力とひずみの関係に計算し直したものである。図 - 1 よりひずみ速度が最も遅い 0.5mm/min に比べ、ひずみ速度の最も速い 2.0mm/min の方が大きな値となることが分かった。

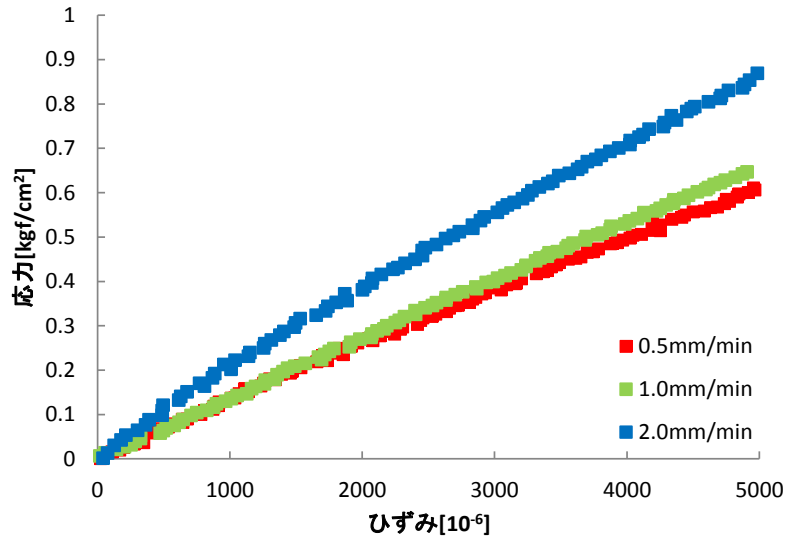


図-1 応力-ひずみ曲線 (25°C)

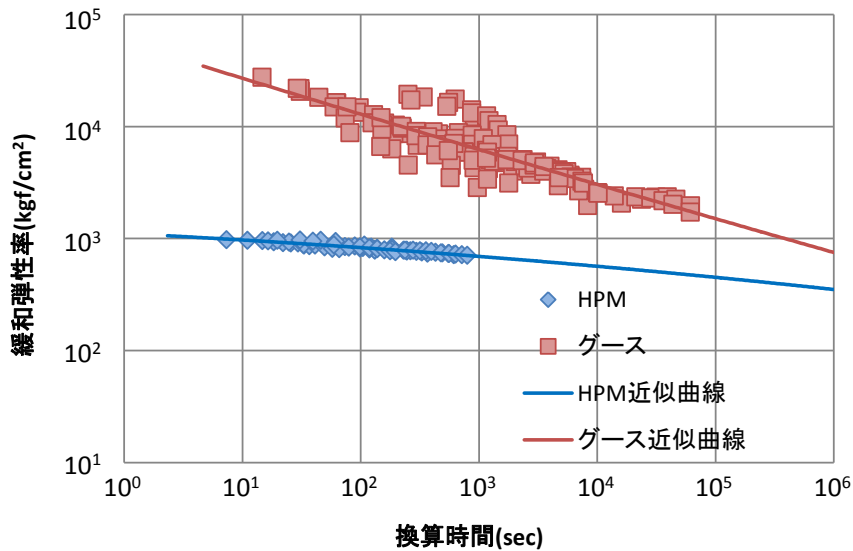


図-2 マスターカーブの比較

3. 埋設ジョイント舗装体のひずみ分散機能の評価

3.1 緩和弾性率マスターカーブの作成

各測定条件での応力-ひずみの関係をスティフネス - 換算時間の関係に線形領域と考えられるひずみ値について次式(1)から緩和弾性率を計算する。既往の通常のアスファ

$$E_r(t) = S(t) \left[1 + \frac{d \log S(t)}{d \log t} \right] \dots (1)$$

ルト混合物では 5000×10^{-6} 程度までが線形粘弾性の範囲と考えられている。本研究に使用している材料についてもその報告に従い、線形粘弾性領域内のひずみ値である 1000×10^{-6} , 2000×10^{-6} , 3000×10^{-6} , 4000×10^{-6} について緩和弾性率を求めた。

そして次に、これらを試験温度によってグループ分けを行い、各グループについてひずみ速度を変

えたもの、すなわち換算時間が異なるものを同一の緩和弾性率－換算時間の座標面に表して1本の曲線を描く。試験温度と同じ数の曲線を得ることになる。最後に、これら各グループの曲線を同一の緩和弾性率－換算時間の座標面に表示し、基準とする温度のものは固定して、それ以外のものを換算時間軸について平行移動することにより、すべての曲線を合成した1本の曲線を得る。換算時間軸に沿って平行移動させる移動量は、曲線の形状によって図上で決定する。各曲線の移動量がシフトファクターである。

このような手続きによって、基準温度 25°C の HPM マスターカーブと、既往の研究で求められた緩和弾性率を用いた基準温度 25°C のグースマスターカーブの作成を行った。

3.2 HPM とグースのマスターカーブの比較

図 - 2 に 25°C の HPM とグースの緩和弾性率マスターカーブを重ねて比較したものを示す。

どちらのマスターカーブにおいても、換算時間が短いほど緩和弾性率は大きな値を示し、換算時間が長くなるにつれて徐々に緩和弾性率が小さくなることがみてとれる。また、緩和弾性率が短い時点では、グースアスファルトの方が HPM に比べ緩和弾性率が大きくなるが、換算時間が長くなるにつれて、徐々に HPM に漸近していく結果となった。

既往の研究より、実際の埋設ジョイントでのひずみ速度に対応する換算時間は 10^5 sec 以上のオーダーと考えられており、外挿法を用いてマスターカーブからこの場合の緩和弾性率を読み取ると、HPM では 600kgf/cm^2 、 1800kgf/cm^2 程度の値となった。

4. まとめ

本研究で得られた知見は以下のとおりである。

1. HPM を用いた伸縮分散型埋設ジョイント基層に対して、時間温度換算則を適用することが可能である。そして、これに基づいて直接引張に対する緩和弾性率のマスターカーブを得た。