

表面に路面標示材を塗布したアスファルト混合物の 力学特性に関する実験的研究

Experimental Study on mechanical properties of asphalt mixture with traffic Paint on surface

苫小牧工業高等専門学校専攻科環境システム工学専攻	○学生員	伊波 将人 (Masato Inami)
苫小牧工業高等専門学校創造工学科	正会員	近藤 崇 (Takashi Kondo)
苫小牧工業高等専門学校創造工学科	非会員	高橋 正一 (Shouichi Takahashi)
アルファ計画株式会社	正会員	高石 富生 (Tomio Takaishi)
アルファ計画株式会社	非会員	谷野 哲也 (Tetsuya Tanino)
アルファ計画株式会社	非会員	中澤 真 (Makoto Nakazawa)

1. はじめに

我々が日々使用している道路には、路面上に歩道と車道の境界を表す路側線や車道中心線など様々な区画線と道路標示が塗布されている。この区画線や道路標示には、「JIS K 5665 : 2016 路面標示用塗料」により定められている塗料が用いられている。しかし、実道において、路面標示材の塗布後短期間のうちに、路面標示材のひび割れやアスファルト混合物と路面標示材の境界部分にひび割れや剥離が発生している箇所が散見される。これは、アスファルト混合物と路面標示材の性質が異なるためだと考えられる。一方、JIS¹⁾で規定されている路面標示材の暴露試験では地域性や気候など考慮されておらず寒冷地域と温暖地域では試験条件が大きく異なること、力学性状に関しては圧縮強度のみであるなど、実際に使用される状態を考慮した検討事項を追加する必要があるのではないかと考えられる。

これまでの研究²⁾においてアスファルト混合物単体と路面標示材単体で行う直接引張試験による力学性状と熱性状の違いについては明らかとなっている。

そこで本研究では、表面に路面標示材を塗布した角柱のアスファルト混合物からアスファルト混合物単体、表面に路面標示材が塗布されたアスファルト混合物となるように棒状供試体を切り出し、この2種類を使用して直接引張試験を行った。得られた試験結果から、それぞれの力学性状を検討するとともに、路面標示材のみで作製した棒状供試体の直接引張試験結果と併せて力学性状の違いについて比較検討することを目的とする。

2. 供試体および試験方法

2.1 路面標示材と供試体形状

実験には、市販の溶袋式溶融型路面標示用塗料を使用した。直接引張試験用の供試体は、JIS R 5201 のセメント強さ試験用三連型枠の中央に三角形の突起をつけたものを使用し、一辺 40mm×長さ 160mm の中央部に切り欠きを有する形状とした(図-2)。

供試体の作製は、鍋で袋と粉を入れ定期的に混ぜながら温度が 180°C±20°C になった時点で加熱をやめ型枠から少量はみ出るように流し込む。型枠に流し込む際の 180°C±20°C という温度は実際の路面に塗装する温度と同様である。その後、流し込んだ路面標示材の表面温度

が 60°C 程度になったら熱したスクレーパではみ出した部分を除去し、表面温度が 25°C 程度になったら型枠から外し保管する。

各試験を行う前にアタッチメントを装着するため、供試体の両端を紙やすりで軽く研磨し室温硬化型エポキシ樹脂接着剤を塗り、両端を器具で固定して供試体と治具を圧着させた。

2.2 路面標示材塗布アスファルト混合物と供試体形状

アスファルト混合物の種類は、密粒度アスファルト混合物(13F)とし、使用材料はストレートアスファルト 80-100(密度 1.025g/m³)、粗骨材、細骨材、粗砂、細砂、フィラーとし、アスファルト量は 6.4%である。アスファルト混合物(図-3)は、長さ 300mm×幅 125mm×高さ 85mm の寸法で作製し、表面に路面標示材を塗布する。路面標示材の塗布は路面標示材の塗り直しの現場にて塗布作業を実施した。その後、カッターで一辺 40mm×長さ 240mm に切り出し、アスファルト混合物単体の供試体(図-4)2本とアスファルト混合物に路面標示材が塗布された供試体(図-5、以下：路面標示材塗布供試体とする)が2本で合計4本の2種類の棒状供試体が完成する。

また、アタッチメントを装着するため、供試体の両端を紙やすりで軽く研磨し室温硬化型エポキシ樹脂接着剤を塗り器具を用いて圧着させた。



図-1 路面標示材塗布の様子

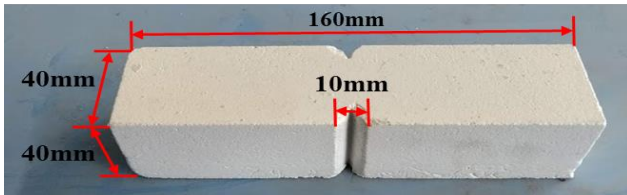


図-2 路面標示材供試体

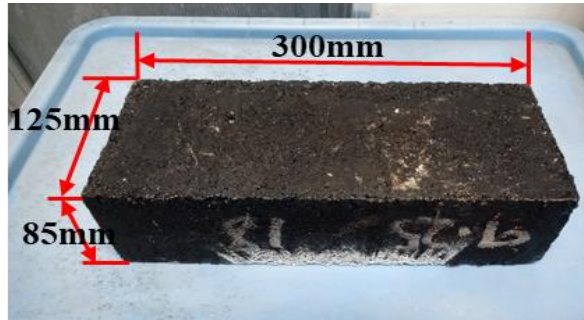


図-3 路面標示材塗布前のアスファルト混合物

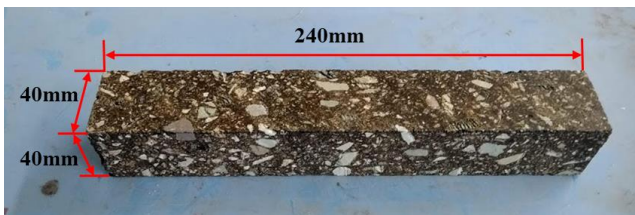


図-4 アスファルト混合物供試体

(路面標示材を塗装したアスファルト混合物から切り出した供試体)

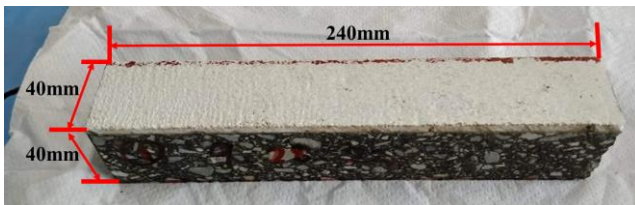


図-5 路面標示材塗布供試体

(路面標示材を塗装したアスファルト混合物から切り出した供試体)

2.3 直接引張試験

直接引張試験は、 $-20.0^{\circ}\text{C} \sim +20.0^{\circ}\text{C}$ の間で 10°C ごとに温度を変えて行った。なお、試験装置恒温槽内部を試験温度に設定した後、アタッチメントを装着した供試体を入れ養生する。その後、供試体を試験装置にセットし恒温槽内の温度が試験温度になったことを確認してから、载荷速度を供試体長さの $1\%/min$ (0.027mm/s)として試験を行った。

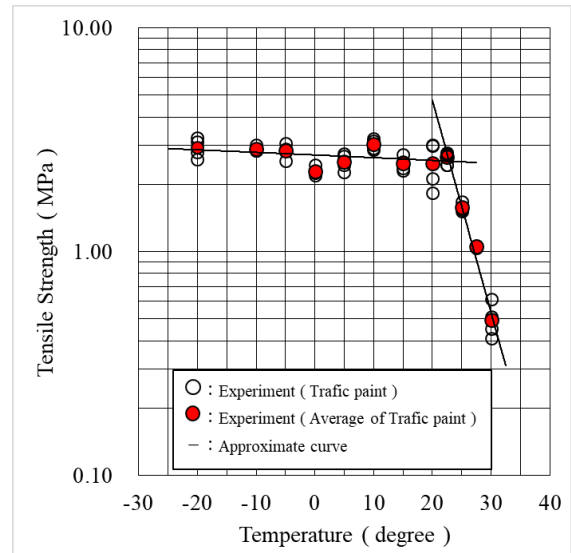


図-6 路面標示材供試体試験結果

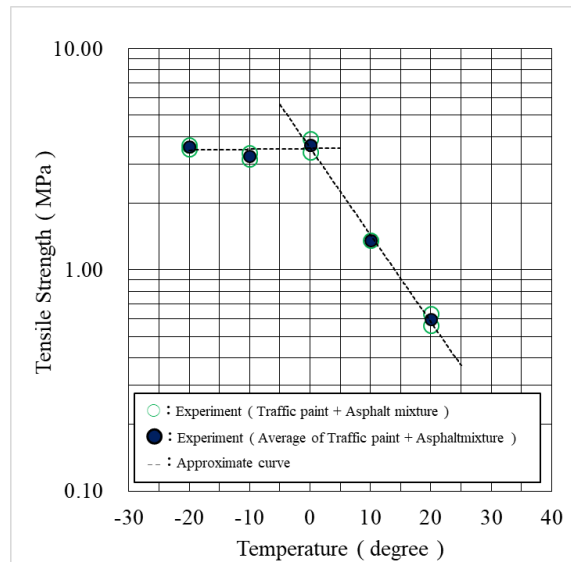


図-7 路面標示材塗布供試体試験結果

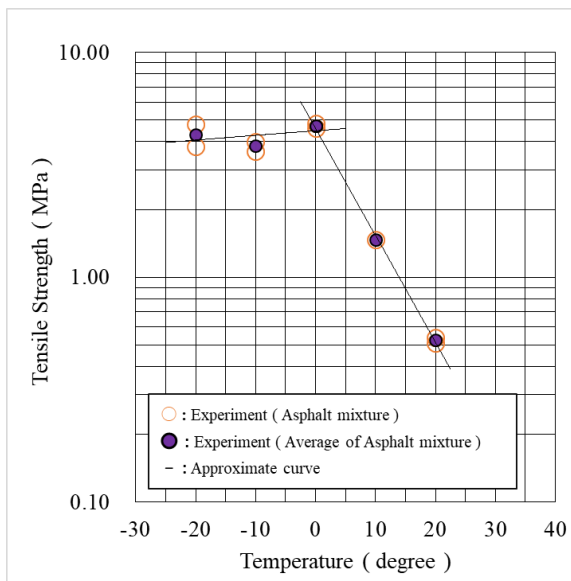


図-8 アスファルト混合物供試体試験結果

3. 結果および考察

3.1 各直接引張試験結果

図-6 に路面標示材供試体, 図-7 に路面標示材塗布供試体, 図-8 にアスファルト混合物供試体の直接引張試験結果を示す。

1) 路面標示材供試体の引張強度

各温度でのデータとその平均値をプロットし近似曲線を描いた。また、変曲点を探すためアスファルト混合物よりも細かく試験温度を設定した。

-20.0℃～+22.5℃の間では、試験温度が低下しても引張強度はほとんど変化していない。また、+22.5℃～+30.0℃の間では、試験温度が上昇するとともに引張強度は急激に低下する傾向を示している。このことから、+22.5℃を最大強度の変曲点として、これより低温では引張強度はほとんど変化せず、高温になると引張強度が低下する傾向を示している。このことから-20.0℃～+22.5℃までは感温性が低く、+22.5℃以上の温度では感温性が高いことがわかる。

2) 路面標示材塗布供試体の引張強度

-20.0℃～+20.0℃間の各温度でのデータとその平均値をプロットし近似曲線を描いた。

-20.0℃～±0.0℃の間では、試験温度が低下しても引張強度はほとんど変化していない。また、±0.0℃～+20.0℃の間では、試験温度が上昇するとともに引張強度は急激に低下する傾向を示している。このことから、±0.0℃～+10.0℃の間に最大強度の変曲点が存在すると考えられ、その変曲点から低温側では感温性が低く、高温側では感温性が高いことが分かる。

3) アスファルト混合物供試体の引張強度

図-7 では、-20.0℃～+20.0℃の間の各試験温度で得られた結果の平均値をプロットし近似曲線を描いた。

-20.0℃～±0.0℃の間では、試験温度が低下するとともに引張強度はほとんど変化していない。また、±0.0℃～+20.0℃の間では、試験温度が上昇すると引張強度は急激に低下する傾向を示している。このことから、±0.0℃～+10.0℃の間に引張強度の変曲点が存在していると考えられ、その前後の試験温度では引張強度が低下する傾向を示しており-20.0℃～±0.0℃までは感温性が低く、±0.0℃以上の温度では感温性が高いことがわかる。

3.2 各直接引張試験結果との比較

1) 路面標示材供試体と路面標示材塗布供試体

変曲点を比較すると路面標示材供試体は 22.5℃であるが路面標示材塗布供試体は±0.0℃～+10.0℃間にあるのではないかと予想できるため、両者の変曲点には最大で 20℃以上の差があることになる。

変曲点から高温側について比較すると両者とも急激に引張強度が低下する傾向を示している。

変曲点から低温側について比較すると両者ともに試験温度が低下しても引張強度にはほぼ変化が見られない。

また、路面標示材と路面標示材塗布アスファルト混合物のグラフ形状を比較すると、変曲点前後の傾向は同様である。

このことから、路面標示材が塗布されたアスファルト

混合物の引張強度は路面標示材が支配していることが予想される。

2) 路面標示材供試体とアスファルト混合物供試体

変曲点を比較すると路面標示材供試体は 22.5℃であるがアスファルト混合物供試体は±0.0℃～+10.0℃の間にあると考えられるため両者の変曲点には最大 20℃以上の差があることになる。

変曲点から低温側について比較すると、路面標示材供試体は低温になるにしたがって引張強度がわずかに増加する傾向を示しているが、アスファルト混合物供試体は引張強度がわずかに低下する傾向を示している。

変曲点から高温側について比較すると試験温度が上昇するにつれ路面標示材供試体、アスファルト混合物供試体ともに低下する傾向を示しているが、路面標示材供試体の方が引張強度の低下が急激である。

このことから、路面標示材とアスファルト混合物では両者の変曲点が大きく異なり、このことがひび割れに大きく関与していることが予想される。

3) アスファルト混合物供試体と路面標示材塗布供試体

変曲点を比較すると、アスファルト混合物は±0.0℃～+10.0℃であるのに対し路面標示材塗布供試体も±0.0℃～+10.0℃であるため、両者の変曲点は同じ範囲内にあるのではないかと予想される。

感温性に関しては、試験温度が低温になるにつれてアスファルト混合物供試体は引張強度がわずかに低下し、路面標示材塗布供試体の引張強度はほぼ変化していない。また、試験温度が高温になるにつれてアスファルト混合物供試体、路面標示材塗布供試体ともに引張強度が低下する傾向を示しており、試験温度が +20.0℃ においては引張強度に大きな差は見られないことからひび割れは+20.0℃よりも低温の範囲で発生することが多いのではないかと考えられる。

4. まとめ

本研究の結果から、以下のことが明らかとなった

1) 路面標示材供試体の試験結果

- ・変曲点より高温側の引張強度の低下が路面標示材塗布供試体とアスファルト混合物供試体に比べて路面標示材供試体の方が急である。

2) 路面標示材塗布供試体試験結果

- ・変曲点前後の傾向は、路面標示材やアスファルト混合物と同様である。
- ・表面に路面標示材が、塗布されているが、アスファルト混合物との力学性状に大きな違いは見られない。

3) アスファルト混合物の供試体試験結果

- ・アスファルト混合物供試体の変曲点は、路面標示材供試体に比べると低温側に存在している。

参考文献

- 1) JIS ハンドブック 2016 塗料：日本規格協会，2016
- 2) 伊波将人ほか：アスファルト混合物と路面標示材の力学性状と熱性状の比較検討，平成 30 年度論文報告集第 75 号