

寒冷地におけるアスファルト舗装の温度変化に関する基礎実験

Experimental study on temperature change in pavement at cold region

苫小牧工業高等専門学校環境システム工学専攻 ○学生員 小久保 亘 (Wataru Okubo)

苫小牧工業高等専門学校環境都市工学科 正員 近藤 崇 (Takashi Kondo)

苫小牧工業高等専門学校技術専門職員 高橋 正一 (Shouichi Takahashi)

1. はじめに

アスファルト舗装は、外気温が変化すると舗装体の温度が変化し、高温ではわだち掘れ、低温ではクラックによる破壊現象が生ずることが多い¹⁾。北海道などの寒冷地において、クラックの発生原因のほとんどが、自動車荷重による破壊と寒冷地特有の凍上破壊に集約されている。しかし近年では、非凍上性路床土からなる在来砂利道に横断方向クラックが発生するなど、自動車荷重および凍上による破壊とは異なる形態のものも存在することが明らかとなっている²⁾。このクラックは、アスファルト混合物の温度変化による収縮・膨張・路盤との摩擦による拘束等が相互に関係して生ずるものとされている³⁾。したがって、気温の変化により、舗装体内の温度がどのように変化するかを把握することは重要であると考えられる。しかし、舗装体内の温度特性は、自然条件に支配される問題で、かつ長期間にわたる実測データの積み重ねが必要ことから、舗装体内部の温度変化に関する研究が十分になされてきたとはいえない³⁾。

実道において、路面標示材と舗装の境界部からクラックが生じ、路面標示材のはく離が生じる事例が数多く確認されている。その原因としては、路面標示材と舗装の線膨張係数の違いにより発生すると考えられるが、その原因を明らかにした研究は見受けられない。

そこで、本研究では、寒冷地での冬期の屋外における、路面標示材で覆われた舗装内部の温度変化を明らかにし、物的性状や力学的性状に与える影響を調査することを目的とする。そのための基礎実験として、表面状態の異なる供試体の屋外での暴露試験を行い、外気温の変化と舗装内部の温度変化を測定し、比較検討を行った。

2. 使用材料および実験方法

2.1 使用材料

供試体は、北海道でも施工実績の多い、密粒度アスファルト混合物 13F を使用した。供試体の作製には Asphalt Vibratory compactor を使用し、締固め条件は、締固め圧力約 690kPa で、60 秒間締固めを行った。供試体の寸法は、幅 125mm、長さ 300mm、高さ 60mm とした。

2.2 供試体の種類および作製方法

(1)供試体の種類

本実験では、供試体の表面状態を変えることで、舗装表面および内部の温度変化を比較するために、供試体を 2 種類用意した。1 つは通常の供試体、もう 1 つは、白色の路面標示材（以下、白線）を塗布した供試体の 2 種類について実験を行った。

(2)供試体の断熱

供試体を通常の舗装と同じように、外気温による温度の変化が表面からのみとなるように、押出し発泡ポリスチレン（以下、断熱材）により断熱処理した。厚さ 20mm の断熱材を幅 175mm、長さ 350mm の矩形に切断し、その中を供試体の寸法に合わせてくりぬいてフレーム状にした（図-1）。用意したフレーム状の断熱材を供試体に 3 枚はめ込み、側面を断熱処理した。その際に、水の侵入や空気が通るのを防ぐために、供試体と断熱材の隙間にシリコンシーリング材を注入した。その後、供試体底面を厚さ 25mm の断熱材をフレームの寸法に合わせて切断し、供試体の底面を断熱処理した。その後、側面からの風の影響を取り除くため、供試体周囲をポリ塩化ビニルテープで囲った（写真-1）。

(3)熱電対設置

供試体の表面および内部温度の変化を測定するために、供試体表面および内部に熱電対を設置した。供試体の幅 125mm の半分 60.25mm の位置まで、直径 3mm のドリルで穴をあけた。その後、熱電対にシリコンシーリング材をまわらせて設置することにより、供試体との接着を確実にした。温度の測定位置は、供試体表面、供試体中央、および供試体底面（以下、表面部、中央部、底面部）の計 3 箇所とした。

(4)白線の塗布

本実験では、市販の熔融タイプの白線を使用し、鍋で 180℃前後まで熱して溶かしてから、供試体表面を覆うように白線を塗布した。白線の厚さは約 3mm とした。

2.3 試験方法

あらかじめ、供試体を屋外に出しておき、供試体に設置した熱電対をデータロガーに接続し、供試体の温度変化を記録した。なお、今回の実験では 1 日の外気温の変化も同時に記録するため、地表から 1.5m の位置に熱電対を設置し、外気温を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 実験結果

通常の供試体の測定データを図-2 に、白線を塗布した供試体の測定データを図-3 に示す。

3.2 考察

(1)各供試体の最高温度と温度差

図-2、図-3 より、通常の供試体と白線を塗布した供試体の各測定位置の最高温度および、各供試体で最高温度を比較したときの温度差を表-1 に示す。

表-1 供試体の各測定部の最高温度と温度差

種類	最高温度(°C)(測定日:2015年12月8日)		
	表面部	中央部	底面部
通常	29.5	30.3	30.0
白線	22.0	17.6	17.6
温度差	7.5	12.7	12.4

表-1 より、通常の供試体と白線を塗布した供試体の各測定部で温度に差が出ていることが分かる。通常の供試体では、各測定部の温度にほとんど差はない。一方で、白線を塗布した供試体は、通常の供試体に比べて表面部の温度が低く、加えて中央部、底面部の温度が表面部に比べて低い。この理由としては、供試体の表面部の蓄熱量に差があるためであると考えられる。アスファルトの表面は黒色で、日射吸収率は高く、熱を蓄熱しやすい。そのため、表面部から内部への熱の伝わり方に差は生じなかった。一方で、白線の供試体では、白線の日射吸収率はアスファルトと比べて低いために、表面部の温度が通常の供試体よりも低くなった。また、白線を介して熱が内部に伝わっているため、表面部からの熱が内部にそれほど伝わらなかったと考えられる。

(2)各測定部の最高温度の到達時刻

各供試体の最高温度の到達時刻を表-2 に示す。

表-2 各測定部の最高温度の到達時刻

種類	最高温度の到達時刻(測定日:2015年12月8日)		
	表面部	中央部	底面部
通常	13:58	14:05	14:16
白線	13:53	14:01	14:18

表-2 より、通常の供試体と白線を塗布した供試体の時刻を各測定部で比較してみると、表面部、中央部、底面部の最高温度の到達時刻にほとんど差はないと考えられる。表面部が最高温度に到達してから中央部、底面部の最高温度到達までの時間差も各供試体で同様の傾向を示していると考えられる。

4. おわりに

本実験では、白線で覆われた供試体内部の外気温による温度分布の変化を明らかにすることを目的として、表面状態の異なる2種類の供試体を用意して、内部温度を測定し比較を行った。その結果、白線を塗布した舗装は温度が伝わりにくいことが明らかとなった。今後、供試体の底面を断熱しないタイプや、供試体の底面を鉄板にすることで鋼床版を想定した実験なども行っていく予定である。

参考文献

- 1) 森吉昭博・藤原正浩：アスファルト混合物熱応力挙動に関する研究，土木学会論文集，第396号，p. 129
- 2) 久保宏・熊谷茂樹・小栗学：アスファルト舗装の温度応力クラックについて，土木試験所月報，1990年7月，No.326，p. 8
- 3) 近藤佳宏・三浦裕二：アスファルト舗装体内温度の推定に関する研究，土木学会論文報告集，第250号・1976年6月，p. 123

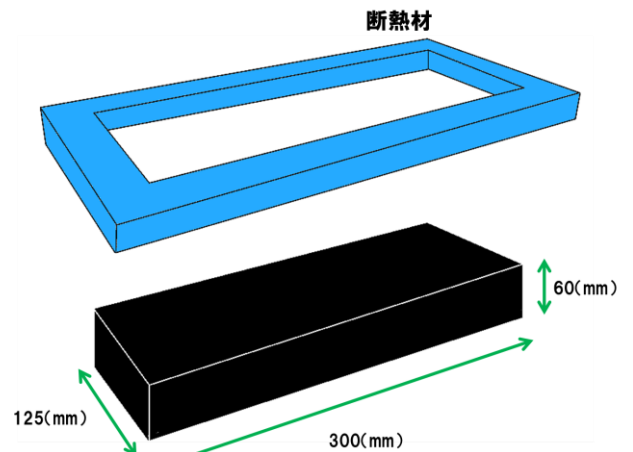


図-1 供試体の断熱処理

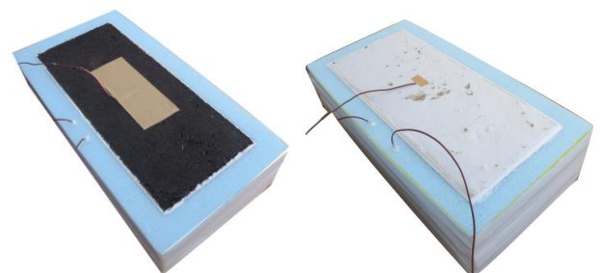


写真-1 供試体概況(左：通常，右：白線塗布)

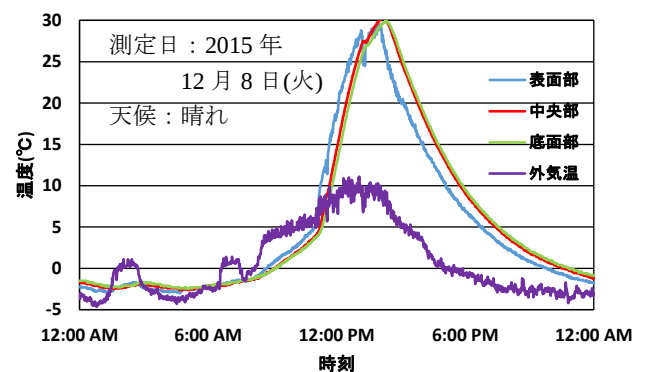


図-2 通常供試体の測定結果

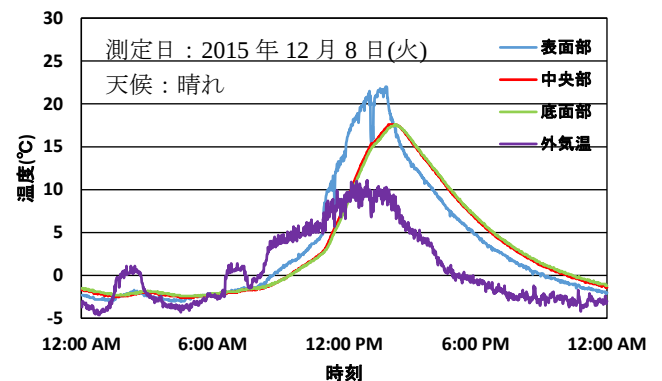


図-3 白線塗布供試体の測定結果