

積雪期のポーラスアスファルト舗装の熱的特性について

新潟大学 学生会員 山川 雄太郎
 新潟大学 正会員 大川 秀雄
 新潟大学 正会員 神立 秀明

1. 目的

透水性・排水性舗装は従前の舗装には無い機能を有し、都市部のヒートアイランド現象の抑制に効果があると期待されている。車道への適用が進み施工量が増えるなか、舗装体内部の空隙が多いことで密粒度舗装と熱的特性が異なるため、積雪期に路面凍結や融雪のしにくさなどの問題が起こらないかを明らかにする必要がある。そこで本研究では温度への影響を定量化し基礎的知見を得るため、熱拡散率などの熱物性値に着目して透水性舗装の熱的特性を検討した。

2. 理論計算

物質の熱物性値には、熱伝導率 λ (W/mK)、比熱 c (J/kgK)、 $\kappa = \lambda / c$ (m²/s)で表される熱拡散率がある。骨材に用いられる岩石やアスファルトバインダのような非晶質の固体は熱伝導率と比熱は常温付近では一定とみなせる。一方、水と空気は熱伝導率と比熱は温度によって値が変化する。よってこれらの材料で構成されるアスファルトコンクリートの各熱物性値は熱伝導率は体積比、比熱は質量比により

$$\lambda_{as} = \frac{V_b}{V} \lambda_b + \frac{V_s}{V} \lambda_s + \frac{V_a}{V} \lambda_a + \frac{V_w}{V} \lambda_w = \frac{V_b \lambda_b + V_s \lambda_s}{V} + (n - \theta) \lambda_a + \theta \lambda_w$$

$$C_{as} = \frac{W_b}{W} C_b + \frac{W_s}{W} C_s + \frac{W_a}{W} C_a + \frac{W_w}{W} C_w$$

V : 体積 (kg/m³) W : 質量 (kg) n : 舗装の空隙率 θ : 含水率
 と書け、添え字はそれぞれ

as: 舗装体 b: アスファルトバインダ s: 骨材 a: 空気 w: 水を示す。

この式に立脚し透水性舗装の物性値について考える。熱伝導率の式中の a と w が温度に影響を受けることから熱伝導率は温度の影響を受ける。

図1・2は空隙率23%の舗装表層の含水率と熱伝導率・比熱の関係を描いたものである。空隙中に水分が多く含水率が高いほど熱伝導率と比熱も

高くなることわかる。12~2月の3ヶ月で降水が平均60日以上ある新潟市の冬期の自然条件を考え、舗装体の空隙には間隙率10%の水が存在し、気温は0°Cであると考えて透水性と密粒度舗装の表層の熱物性値を求める。

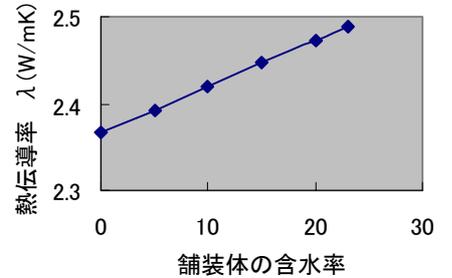


図1 舗装体の含水率と熱伝導率の関係

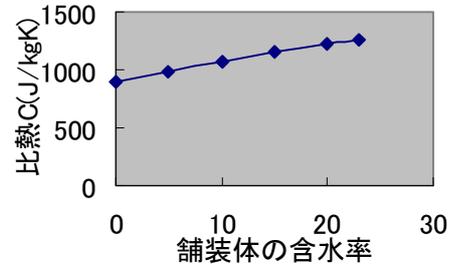


図2 舗装体の含水率と比熱の関係

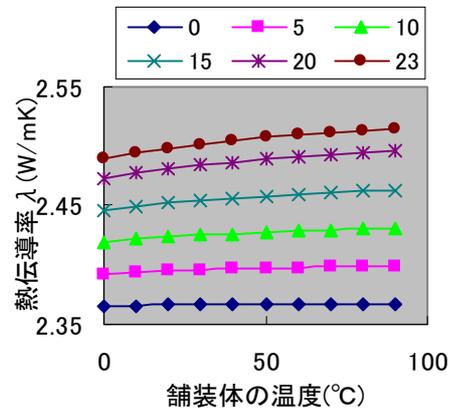


図3 含水率で変化する舗装体の熱伝導

	密度 ρ (kg/m ³)	熱伝導率 λ (W/mK)	比熱 C (J/kgK)	熱拡散率 $\kappa \times 10(-6)$ (m ² /s)
透水性舗装	1945.65359	2.419472	1068.24044	1.16409
密粒度舗装	2312.64215	2.991230	885.92131	1.46000

キーワード 透水性舗装 排水性舗装 舗装の温度 熱的特性 積雪期

連絡先 〒950-2181 新潟県新潟市五十嵐二の町 8050 新潟大学工学部建設学科 TEL 025-262-7204

3. 実路盤を用いた検討

本研究で対象とした新潟市内の舗装断面を図1に示す。図中の*印は熱電対の埋設位置で、図の右側に表面からの深さを示す。表層は高粘度改質アスファルトを用いた空隙率23%の透水性舗装で、上層路盤はストレートアスファルト60/80を用いた空隙率25~30%の20mm透水性アスファルト安定処理混合物(ATPM)を用いた。下層路盤はクラッシャーランであり、路床土は砂丘砂である。温度はデータロガーで記録した。熱電対の測定範囲は-40~+110であり、測定精度は±0.3である。熱電対は保護管を取り付けて耐水処理してある。また、通常の密粒度舗装が隣り合った位置に敷設してあり、透水性舗装と同じ深さに熱電対が埋設してある。

表層 t=5cm	* 2.5cm
基層 (ATPM) t=5cm	* 7.5cm
路盤 (C-40) t=20cm	* 20cm
路床 (砂丘砂)	* 80cm
	* 130cm

図4 透水性舗装の断面

4. 結果と考察

図5に12月の平均舗装体温度差を示す。各時刻における透水性舗装から密粒度舗装の温度を引いた値を平均し算出している。透水性舗装と密粒度舗装の表層の温度はほぼ同程度とみなせるが、どの時刻においても基層は透水性舗装のほうが4以上高く温度差が顕著に現れている。同様に路盤も1ほど高くなっている。

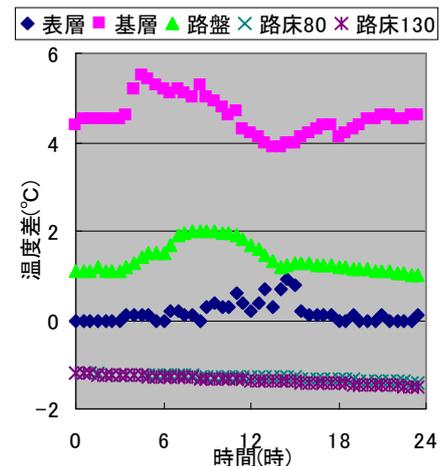


図5 12月の1ヶ月平均透水性舗装と密粒度舗装の温度差

この理由として、透水性と密粒度舗装の違いのひとつは表層にある。表層の熱伝導率は0・含水率10%を仮定した理論式からも0.57(W/mK)程度透水性のほうが低く、比熱は透水性舗装のほうが180(J/kgK)高いことがわかる。次に、基層部分の違いが考えられる。密粒度舗装では基層部分は比較的乾いた状態になっているが、透水性では積雪期において基層が乾燥することは無く常に水を含んだ状態である。つまり、表層と同じように基層に熱を伝えにくくし、蓄える作用が密粒に比べ大きいといえる。このことは図6・7の実測値から見ても昼間上がった舗装体の温度が夜間にもそれほど下がることが無いことから裏付けられると考える。また、この実験などで実際に舗装上に積もった積雪の解け方を比較しても明らかに透水性舗装が早く融雪を起こしていることが観察出来る。

5. まとめ

以上のことより次のことがいえる。透水性舗装と密粒度舗装の大きな違いを生じさせるものは空隙が存在することで、その空隙が大きいかまたは水が多く含まれる場合に熱物性にさらに大きく影響を与える。最も特徴的なことは透水性舗装の基層部分であり、ATPMの個々の空隙が比較的大きなことと、表層と異なり外気と直接接しないことなどが加わり、舗装表面から5~10cmという近い位置に氷点下になることの無い温度の高い層があることがわかる。このことは新潟市などの気温の高い積雪地においては路面環境に悪影響を及ぼすことはなく、むしろ融雪や路面の凍結防止に効果があるといえる。

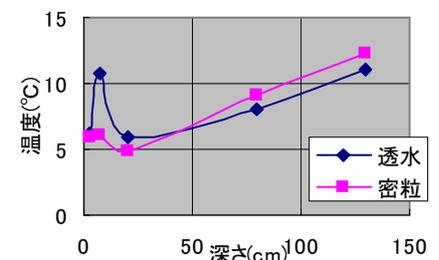


図6 12/8 14:00の深さ方向の温度分布

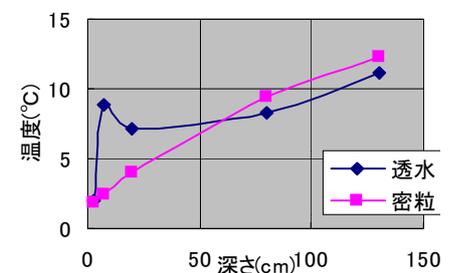


図7 12/9 2:00の深さ方向の温度分布

参考文献

- 熱物性ハンドブック 日本熱物性学会編 養賢堂
- 理科年表 平成11年度版 国立天文台編 丸善