

遮熱性舗装の路面温度推定式の構築について

(株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○植田 知孝  
(株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 田中 志和  
国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所 非会員 成田 健浩

1. 目的

遮熱性舗装は、密粒度舗装と比較して路面温度を低減させることが出来るが、路面温度低減効果は日射量や気温によって異なることが報告されている。路面温度低減効果を有する遮熱性舗装は、遮熱性舗装を施工前にどれくらいの路面温度低減効果を発揮するのかを予め把握することが費用対効果の上でも重要である。そこで、気象庁観測データ等の引用可能な気象データ（気温、積算日射量、雨量）を用いて、遮熱性舗装の路面温度を推定する式（以下、路面温度推定式と称す）を構築することを目的とした。

2. 路面温度推定式の構築

(1) 路面温度推定式の構築手順

路面温度推定式の構築は、「使用データの選定」を行い、それらのデータを用いて「主成分分析による説明変数の絞り込み」を実施した。その結果より目的変数と関係性があると考えられる説明変数を用いて「重回帰分析による路面温度推定式の構築」を行った。

(2) 使用データの選定

路面温度推定式を作成にあたり、国土交通省関東技術事務所構内（以下、関技構内と称す）の実験フィールドに施工された遮熱性舗装、密粒度舗装の路面温度データ及び気象データを用いた。この実験フィールドでは、建物や街路樹等の影による影響を受けないことから理想的な路面温度の測定が行うことが可能である。これらのデータは、平成 27 年度から平成 30 年度までの 4 年間の 7 月中旬から 9 月中旬にて測定されたデータである。その中で、遮熱性舗装の路面温度低減効果がより大きい測定日でのデータを適用するため、密粒度舗装の路面温度が 50℃以上である測定日を使用することとした。

(3) 主成分分析による説明変数の絞り込み

遮熱性舗装の路面温度を目的変数とした時に、どの観測項目を説明変数とするかについて主成分分析を用いて検討した。主成分分析に適用した変数は、表 1 に示す 6 つの測定項目とした。主成分分析は、算出された第一主成分、第二主成分を用いて目的変数との関係性を確認することが一般的であり、本分析では第一主成分に着目した。その結果、図 1 の判定の○に示す測定項目を説明変数として選定した。

(4) 重回帰分析による路面温度推定式の構築

上記の(3)の主成分分析から説明変数として選定した 5 つの変数を用いて重回帰分析を実施した。この結果より表 2 に示すような結果が得られた。当初の重回帰分析では「前日最高気温」の p 値が 0.05 以上となり目的変数を説明できていない変数として考えられた。そこで、「前日最高気温」を除外した上で重回帰分析を実施し、得られた 4 つの説明変数の係数を用いて式 1 に示す路面温度推定式を構築した。

$$Y = 0.13x_1 + 0.85x_2 + 0.22x_3 + 0.39x_4 + 1.72 \cdots \text{式1}$$

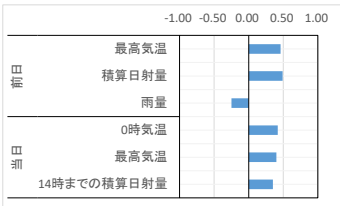


図 1 主成分分析結果例

表 1 主成分分析による判定結果

| 測定項目 |                     | 判定 |
|------|---------------------|----|
| 前日   | 最高気温 (℃)            | ○  |
|      | 積算日射量 (MJ/m²)       | ○  |
|      | 雨量(mm)              | ×  |
| 当日   | 0時気温 (℃)            | ○  |
|      | 最高気温 (℃)            | ○  |
|      | 14時までの積算日射量 (MJ/m²) | ○  |

表 2 遮熱性舗装での重回帰分析結果

| 項目          | 当初                | 削除後  |
|-------------|-------------------|------|
| 補正決定係数 (R²) | 0.76              | 0.76 |
| 有意F         | 0                 | 0    |
| P値          | 前日最高気温            | 0.83 |
|             | 前日積算日射量: x₁       | 0    |
|             | 当日最高気温: x₂        | 0    |
|             | 当日14時までの積算日射量: x₃ | 0    |
|             | 当日0時気温: x₄        | 0    |

※0.00は限りなく0に近い数値を意味している

キーワード 遮熱性舗装、主成分分析、重回帰分析、路面温度推定式、精度検証

連絡先〒151-0071東京都渋谷区本町3-12-1 (株)オリエンタルコンサルタンツ アセットマネジメント推進部 TEL03-6311-7862

3. 路面温度推定式の検証

(1) 施工直後のデータを用いた場合

上記で構築した路面温度推定式は、関技構内の実験フィールドでの測定値を用いて検討したため、現道での遮熱性舗装の路面温度の推定精度を確認する必要がある。そこで、路面温度の測定実績がある国道246号国連大学前、国道1号日比谷公園前、国道20号四谷地区の計3箇所での測定結果を用いて、実測値と推定値のデータから示すように図2に示すように散布図を作成し比較した。この結果より、全体的に実測値と予測値の差分は小さく、路面温度推定式によって路面温度が推定出来ていることがわかる。ただし、箇所毎で確認すると、国連大学前の方がより実測値と推定値の差分が小さく、四谷地区ではやや差分が大きい傾向にある。これは、周囲のビルや街路樹の影の影響を受けて、遮熱性舗装、比較舗装の路面温度の上昇度合いが異なるためと考えられる。また、母体アスコンの違い（新設：国連大学前と日比谷公園前、既設：四谷地区）の違いも路面温度の上昇度合いに影響していると推測される。

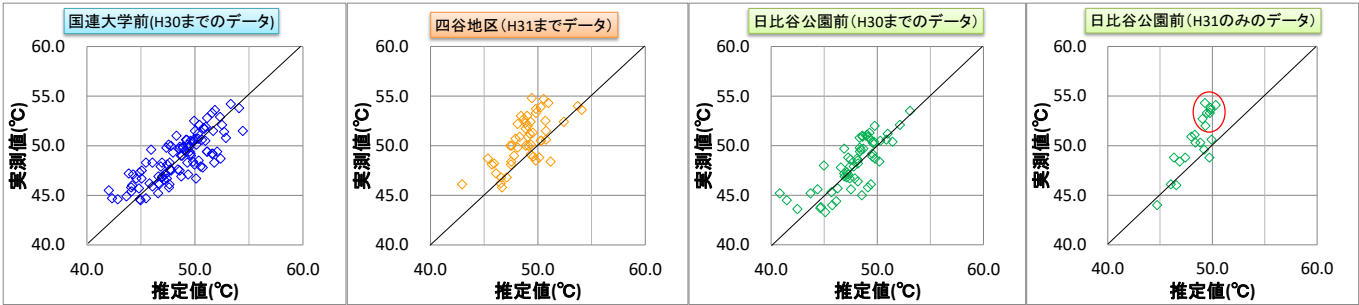


図2 補正決定係数の違い

(2) 経年変化による精度の低下

(1)で示した結果では、日比谷公園前（H31のみのデータ）の散布図の赤枠に示すように施工年数が経過するにつれて差分が大きくなる箇所が確認された。この違いについては以下の「①路面温度推定式の構築時の使用データの範囲を超えた実測値」、「②遮熱材の劣化やはがれ」の2つの理由が考えられる。

①路面温度推定式の構築時の使用データの範囲を超えた実測値

実測値と推定値の差分が小さい場合と大きい場合の違いをみると、表3に示すように、差分が大きい場合では遮熱性舗装の路面温度の実測値が52℃以上である場合が多いことがわかる。これは、路面温度推定式を構築した際に使用した関技構内での遮熱性舗装の路面温度のデータが最大で52℃程度であることから、52℃以上の実測値では推定出来る範囲を超えてしまい推定精度が低下することが考えられる。

②遮熱材の劣化やはがれ

①にて示したように、遮熱性舗装の路面温度において52℃以上の実測値が増えている理由として、現道での遮熱材の劣化やはがれにより路面温度低減効果が低下（遮熱性舗装の路面温度が上昇しやすい）していることが推定される。

| 表3 実測値と推定値の差分の検証 |      |      |          |      |      |
|------------------|------|------|----------|------|------|
| 差分が小さい場合         |      |      | 差分が大きい場合 |      |      |
| 差分               | 推定値  | 実測値  | 差分       | 推定値  | 実測値  |
| 1.0              | 51.4 | 50.4 | -3.6     | 49.1 | 52.7 |
| 0.3              | 50.9 | 50.6 | -3.8     | 49.5 | 53.3 |
| -0.2             | 50.3 | 50.5 | -3.8     | 49.8 | 53.6 |
| -0.2             | 51.0 | 51.2 | -3.8     | 50.3 | 54.1 |
| -0.5             | 49.7 | 50.2 | -4.0     | 49.8 | 53.8 |
| -0.7             | 49.6 | 50.3 | -5.0     | 49.3 | 54.3 |

4. まとめと今後の展望

- 構築した路面温度推定式より、事前に遮熱性舗装の路面温度低減効果を予測することできる。ただし、現道での遮熱性舗装に構築した路面温度推定式を適用すると、経過年数とともに実測値と予測値に差分が大きくなる傾向にある。そのため、今回構築した推定式による推定値は施工から浅い年数を想定することが良い。
- 遮熱材の劣化やはがれにより実測値と推定値の差分が生じるため、モニタリングを実施して路面温度推定式を更に検証することが望ましい。