

DSM を用いた路面日射量の空間分布評価

福井大学大学院工学研究科 学生会員 ○齊田 光
 福井大学大学院工学研究科 正会員 藤本 明宏
 福井大学大学院工学研究科 正会員 福原 輝幸

1. はじめに

路面温度が線的に予測できるようになれば、除雪の開始時間と範囲やチェーン着脱タイミングは現在よりも合理的に決定することができる。統計的手法に比べて熱収支法は汎用性に優れているため、路線に亘る広域路面温度予測モデル(Wide Area Road Surface Temperature Prediction model, WARSTP モデル)を構築し易い。周知のとおり、日射が路面温度に及ぼす影響は大きく、日向と日陰の間での温度差は大きい。従って、山地および建築物(沿道構造物)による日射遮蔽を正確に計算できない限り、路面温度の空間分布や凍結発生箇所を精度良く予測することは難しい。

今まで WARSTP モデルの多くは、沿道構造物による日射遮蔽を考慮するために、魚眼カメラで得られた沿道画像を基に日射遮蔽の状況を決していた¹⁾。しかしながら、この手法は撮影機材などの制限があると沿道構造物の形状を正確に求めることは難しく、広域に亘る適用が困難である。

本研究では、高精度で取扱いが容易な WARSTP モデル構築の緒として、数値地表モデル(DSM)を用いて路面日射量を面的に計算するモデル(Road Surface Solar Radiation model, RSSRモデル)を開発し、RSSRモデルの計算精度について検討を行ったので、ここに報告する。

2. RSSR モデルの概要

RSSRモデルの適用に際しては、DSMを用いるなどして沿道構造物の形状を表現しなければならない。DSMはFig. 1左側に示すような緯度、経度および標高データの集合であり、これだけ

で日射遮蔽の判別を行うことは難しい。そこで、Fig. 1右側に示すようにDSMの計測点を頂点とする三角形(面要素)の集合で沿道構造物の形状を表現する。その後、道路線形データを用いて道路に沿うように日射量予測点を配置し、各点の日射遮蔽の有無および路面日射量を計算する。

日射遮蔽の有無は、太陽から日射量予測点に向かう日射ベクトルと道路面要素の代表的な位置から判別する。例えば、Fig. 2に示すように道路面要素の代表点(地点(a))では日射ベクトルと面要素が(i)および(ii)で交差しており、日射遮蔽が生じた(日陰)と判別する。地点(a)と同

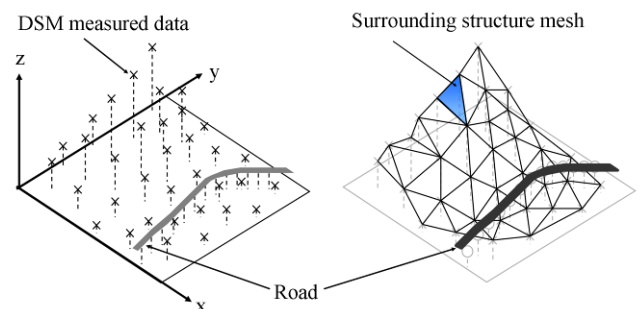


Fig. 1 DSM による沿道構造物の表現方法

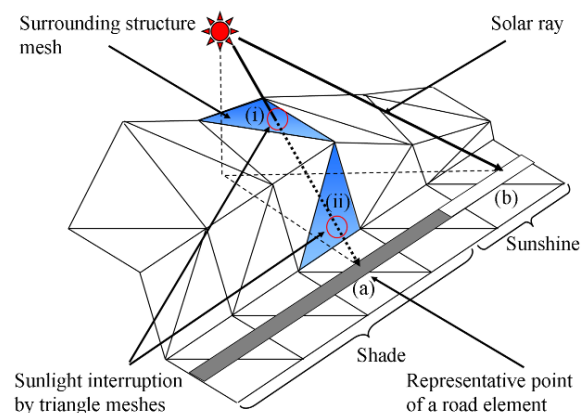


Fig. 2 日射遮蔽の判別例

キーワード：冬期道路管理，路面温度予測，日射量，沿道構造物

連絡先：〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学部建築建設工学科環境熱・水理研究室 TEL 0776-27-8595

じ状態が濃色の四角で表される。他方,地点(b)では日射ベクトルと面要素間の交差が生じないため,日射遮蔽が起こらない(日向)と判別する。

日向および日陰における路面日射量 S はそれぞれ次式で表される。

$$S = \begin{cases} S_{dir} + S_{dif} & (\text{日向}) \\ S_{dif} & (\text{日陰}) \end{cases} \quad (1)$$

ここに, S_{dir} :直達日射量(W/m^2)および S_{dif} :散乱日射量(W/m^2)である。

3. 野外観測

RSSR モデルの精度検証を目的として,兵庫県春日和田山道路山東 IC ~ 青垣 IC において,2010/11/10 15:00 から 48 時間に亘り野外観測を行った。Fig. 3 に観測の概要を示しており,観測期間中は概ね快晴であった。観測では,山東 IC に気象ステーションを設置し,全天日射量 S_{all} および S_{dif} の定点観測を行った。同時に,放射収支計を搭載した車両を用いて S の線の計測を行った。

4. 観測および計算結果

Fig. 4 は 2010/11/11 12:00 における S の計算値 S_c (実線)および実測値 S_o (○)の空間分布を示す。図中灰色で示す区間はトンネルを表し, S_o および S_c は $0\text{W}/\text{m}^2$ となった。

図中(A)で示す日向区間では, S_o と S_c はともに約 $600\text{W}/\text{m}^2$ でほぼ一致した。同様に,図中(B)の日陰区間では, S_o と S_c はともに約 $150\text{W}/\text{m}^2$ で一致した。一方,図中(C)で示す区間では日射遮蔽判別が正確に行われず, $S_o=480\text{W}/\text{m}^2$ に対して $S_c=130\text{W}/\text{m}^2$ となった。これは RSSR モデルに用いた DSM の空間解像度が 50m と粗く,沿道構造物の形状が正確に表現できていないためである。

図中(D)の区間は日向であり,日射遮蔽判別は正確に行われたが, $S_o=470\text{W}/\text{m}^2$ に対して $S_c=590\text{W}/\text{m}^2$ であり,両者の差は $120\text{W}/\text{m}^2$ と大きい。この区間は道路に隣接して山があり,他の区間と比較して天空率が著しく低く, S_{dif} は山に遮蔽されることで減少する。しかしながら,

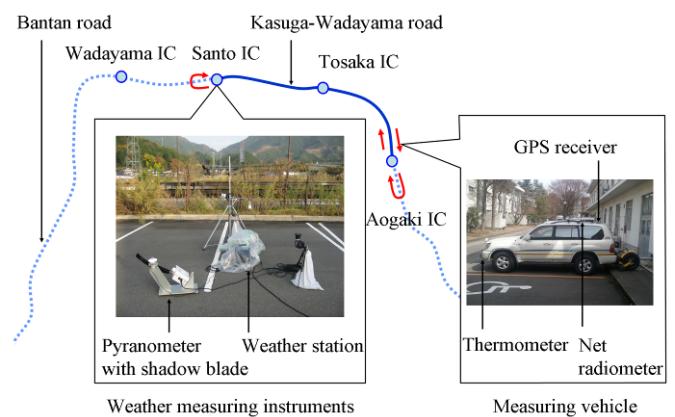


Fig. 3 野外観測の概要

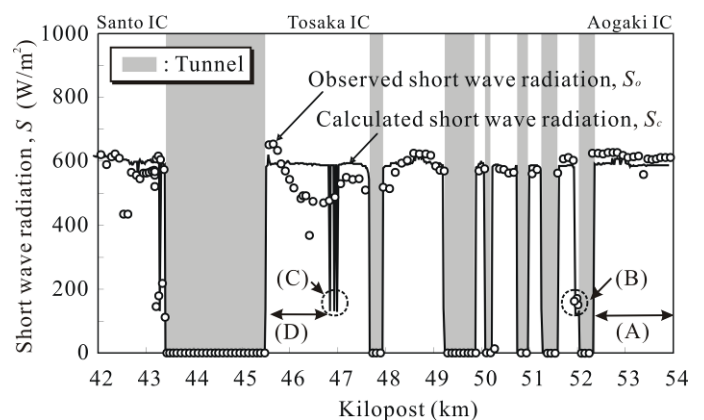


Fig. 4 日射路線分布の実測値および計算値
(2010/11/11 12:00)

現状の RSSR モデルは山による S_{dif} の減少を考慮していないために, S_c を過大評価したと考えられる。

5. おわりに

本研究では DSM を用いた RSSR モデルを提案し,路面日射量に関する野外観測との比較を行った。その結果,計算値は観測区間の大部分で概ね一致した。また,不一致の原因(モデルの改善点)が理解できた。今後はより高解像度の DSM を用いて路面日射量の予測精度の改善を行う。

参考文献

- 1) Chapman, L and Thones, J.E.: A blueprint for 21st century road ice prediction, 11th international road weather conference, 2002.