

ストリートキャニオンにおける人工被覆改善効果の検証

法政大学大学院デザイン工学研究科 学生会員 木下 孝介
 法政大学大学院デザイン工学研究科 学生会員 鈴木 央樹
 法政大学デザイン工学部 正会員 岡 泰道

1. はじめに

人工排熱が集中するストリートキャニオンでは、外部へ熱を放射しにくい、特殊な流れ場を形成するなど熱環境上多くの問題点を抱えるため、重点的な改善策が求められている。

これに関連して、近年、流体解析を利用した熱構造解析による定量化、街路樹等の緑化施設や保水性舗装の整備、高反射性舗装などを対象とした微気象観測などが行われているが、効率のかつ経済性の高い組み合わせ等のノウハウの蓄積はまだ不十分な段階にある。

そこで、本研究ではストリートキャニオンを対象として街路樹や人工被覆改善による熱環境緩和効果の定量化を行った。

2. 検証方法

都市における熱環境は空間的・時間的な変化が大きいため、目標値の設定や対策技術の評価手法を構築することは容易ではない。熱環境緩和効果の定量化では、先立って地表面被覆ごとに地表面熱収支特性を明らかにし、次いで流体解析により特徴的な流れ場をもつ街路空間の温度分布を求めた。

3. 地表面熱収支解析による地表面温度の定量化

(1) 解析方法と条件

対象とした地表面被覆は、芝地、保水性舗装、高反射性舗装であり、従来条件としてアスファルト舗装を設定した。地表面熱収支は次式で表され、表-1の諸値を用いて反復計算により地表面温度を算定する。

$$R^{\downarrow} - (\sigma T_s^4 - H + IE) = 0 \tag{1}$$

ここに、 R^{\downarrow} ：入力放射量、 H ：顕熱輸送量、 IE ：潜熱輸送量、 σ ：ステファン・ボルツマン定数、 T_s ：地表面温度である。

入力値となる気象条件は、無降雨が連続し、東京気象台における観測値の中で気温が比較的高い2009年8月14日～16日を採用した。また、顕熱輸送量と潜熱

輸送量はパルク式¹⁾に従い、全天放射量がゼロの時には $IE=0$ とした。

(2) 地表面温度の算定結果

図-1に地表面被覆別の地表面温度の時間的変化を示す。気温は24～33℃で推移しており、この間、アスファルト舗装では地表面温度が約70℃まで達している。これに対してその他の舗装面では正午になっても大きな温度上昇は見られない。特に、潜熱輸送量が期待できる草地と保水性舗装においてはアスファルト舗装に比べて最大35℃程度の差異が確認できた。

しかし、保水性舗装では有効水分量が消費され、3日目の正午付近からアスファルト舗装と同程度の熱負荷が予想される。したがって、無降雨日が続く場合には打ち水などを併用することが望まれる。

表-1 計算パラメータ

地表面被覆 物理量	アスファルト	高反射性舗装	保水性舗装	芝地
アルベド $ref(-)$	0.12	0.19	0.70	0.20
交換速度 $C_H U (m/s)$	0.0027+0.0031U			0.002+0.0045U
熱伝導率 $\lambda (Wm^{-1}K^{-1})$	1.1			1.5
最大有効水分量(mm)	0.0	12.0	0.0	30.0

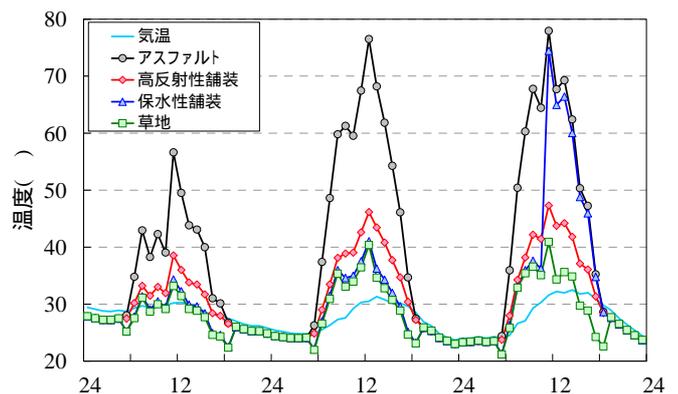


図-1 地表面被覆別の地表面温度の相違

4. ストリートキャニオン内の人工被覆改善効果

(1) 流体解析の概要

都市部主要幹線道路の標準的な配植および構造断面より、図-2のようにストリートキャニオンをモデル化し、汎用流体解析ソフト“CFD2000”を用いて風速場と温度

キーワード ストリートキャニオン, 人工被覆改善, 地表面熱収支解析, 流体解析, 地表面温度

連絡先 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33 法政大学デザイン工学部 TEL 03-5228-1443 E-mail: oka@hosei.ac.jp

場を計算する．解析モデルと条件を表-2 にまとめる．

ストリートキャニオン内には環境施設帯の一部と中央分離帯に街路樹が築造されている．対策範囲は車道部と歩道とし，CASE 1 の無対策を基準として，表 3 に従い 3 ケースで芝地による改善効果を比較検討する．

(2) 風速場の決定

植栽周囲では植栽内を減衰しながら通過する流れと，

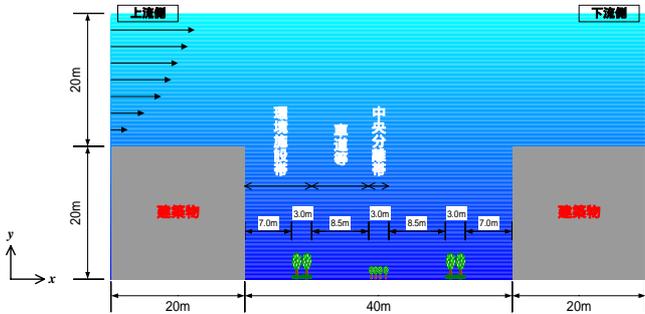


図-2 モデル化したストリートキャニオン

表-2 解析モデルおよび諸条件

項目	風速	温度
物理モデル	運動方程式 Navier-Stokes方程式 乱流モデル standard $k-\epsilon$ モデル	移流拡散方程式
初期条件	無風	31.3
境界条件	上空	free-slip条件 温度勾配ゼロ
	上流	対数則による高度換算 温度勾配ゼロ
	下流	速度フラックス勾配ゼロ 温度勾配ゼロ
	壁面	no-slip条件 温度勾配ゼロ
障害物条件	樹木 多孔媒質モデル	熱収支計算より算定した顕熱輸送量を入力 地表面境界として入力

注1) 建物等による多重放射および人工排熱は考慮していない

表-3 舗装の配置パターン

	車道	歩道
CASE 1	アスファルト	アスファルト
CASE 2	アスファルト	芝地
CASE 3	芝地	芝地
CASE 4	芝地	アスファルト

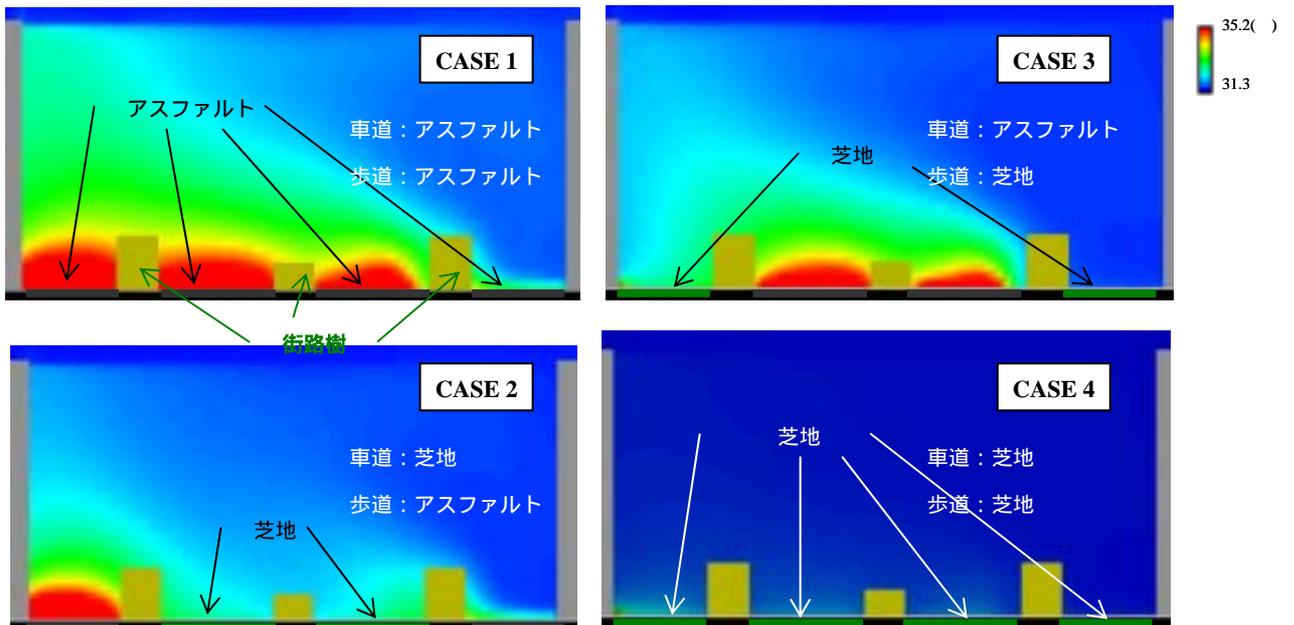


図-3 人工被覆改善による温度分布変化の検証結果

植栽に遮風されて上方に向かう流れが生じる．多孔質媒体モデルは，一般的な樹木キャノピーモデルと異なるため，本研究では熱対流のない条件下で計算因子を調整し，既往の研究²⁾に類似した風速場を再現した．

(3) 人工被覆改善による熱環境改善効果

図-3 に気温分布を示し，得られた知見を列記する．

- ・アスファルト舗装で覆われたストリートキャニオン内は高温域が発達し，風速が弱まる街路樹後方でより顕著になる(CASE 1)．
- ・街路樹の遮風効果により熱の広がりが抑えられるが，車道部または歩道部のみの人工被覆改善効果はオンサイトのものとなる(CASE 2 と CASE 3)．
- ・全面的に熱環境改善効果を期待するには人工被覆改善が高密度となり，合理化を図るには人工排熱の低減技術と併用することが期待される(CASE 4)．

5 . まとめ

街路樹によって風および熱環境に大きな影響を及ぼすことが認められた．歩道のように良好な熱環境を望む箇所などでは，部分的に対策を講じることにより，目標値に応じたヒートアイランド対策技術の合理化が有効な施策となるものと考えられる．

参考文献

- 1) 近藤純正(2000): 地表面に近い大気の科学, 東京大学出版会, pp.142-143.
- 2) 稲垣ら(1993): 都市のストリートキャニオンにおける風速場と熱環境に対する街路樹の効果, 水工学論文集, No.37, pp.355-360.