

仙台市中心部の街路樹植栽計画のための熱・空気環境の検討 (その2) 街路樹が街路空間の温熱快適性に与える影響の解析

東北大学¹⁾ 正会員 ○持田 灯

東北工業大学²⁾ 正会員 渡辺 浩文

(株) 福山コンサルタント³⁾ 正会員 池澤 紀幸

1. はじめに

本報では、仙台市内の街区（東二番丁通）をモデル化した街区を対象として、前報（その1）^{※1)}で示した街路空間の人工排熱を考慮した、非定常放射解析^{※2)}とCFDに基づく対流解析^{※3)}の連成解析を行った。本報では、植栽の有無、疎密、樹冠高さの違いが街路空間の温熱快適性に与える影響の変化について検討した結果を示す。

2. 解析概要

(1) 解析対象・解析ケース 東二番丁通をモデル化した街区(図1)を対象としている。解析ケースを表1に示す。Case 2が街区内の樹木の配置が現状に対応するケースである。Case 1は街区内に街路樹が無い状況、Case 3は街路樹が道路の主軸方向（南北方向）に隙間無く植えられている状況、また、Case 4は樹木の配置は現状のままで、樹冠下の高さを同市内の定禅寺通の高木と同程度の高さ(Hc=2.7m)にしたケースである。

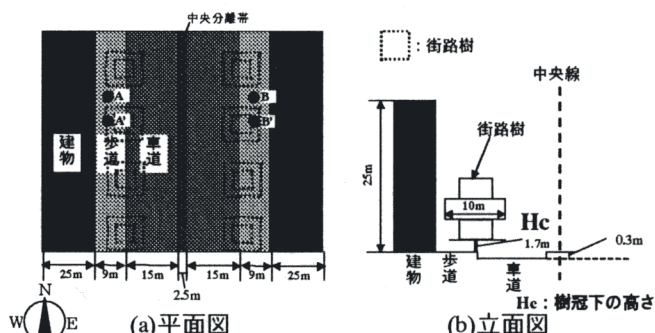


図1 東二番丁通モデル

(2) 解析条件

a) 非定常放射解析 解析は、8月3日0時～4日24時の48時間を計算した。放射環境の検討は8月4日0時～24時を対象としている。壁体、屋根面、道路面の構成および構成材の物性値等、解析の詳細は文4)参照。

b) CFDに基づく対流解析 8月4日13時付近を対象としている。風向・風速に関する初期条件、境界条件は注1)参照。表面温度は、a)で概要を示した非定常放射解析結果の当該時刻（8月4日13時）の結果を与えた。また、解析領域中の人工排熱は、その1^{※1)}で示した交通排熱・建物空調排熱を与えた。交通排熱は解析領域中の道路面から一様に、建物空調排熱は全て建物の屋根面から大気中に排出している。その他の解析の詳細は文5)、注2)参照。

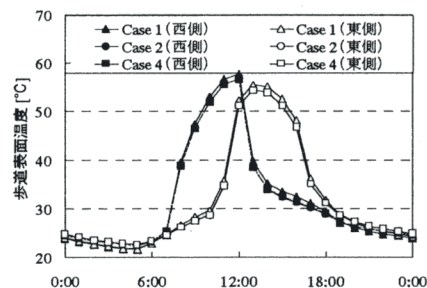
表1 解析ケース

Case	植栽の配置	樹冠下の高さ Hc
Case1	樹木無	1.7m (現状)
Case2	現状	
Case3	樹木を密に植える	2.7m
Case4	現状	

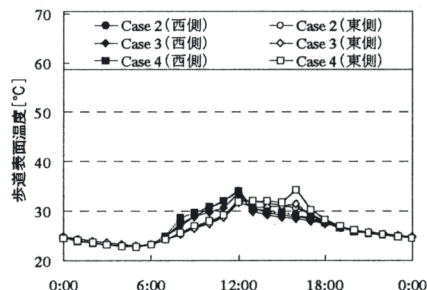
3. 解析結果

(1) 非定常放射解析 歩道上の表面温度の変化を、日照部(図1中 PointA,B、Case1、Case2、Case4)と樹陰部(図1中 PointA',B'、Case2、Case3、Case4)に分けて図2に示す。樹陰部では日照部に比べ、日中では約25℃表面温度が低下している。

(2) 対流解析 以下では8月4日13時を対象とした解析結果について示す。
(a) 風速・気温 歩道面から高さ1.5mにおける風速ベクトルと気温の水平分布を図3、図4に示す。風速ベクトルを見ると、Case2、Case4では、樹木の無い場合(Case1)に比べ、樹木による風速低減効果が明瞭である。また、樹冠位置が高いCase4では低減の程度は比較的小さい(図3(3))。樹木の無い



(1) 日照部



(2) 樹陰部

図2 地表面温度の変化 [°C]

キーワード 街路樹, 温熱快適性, 放射・対流連成解析, SET*

連絡先;

1) 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 06 TEL022-217-7884
2) 〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町 35-1 TEL022-229-1151
3) 〒980-0801 仙台市青葉区二日町 13-17 TEL022-262-0969

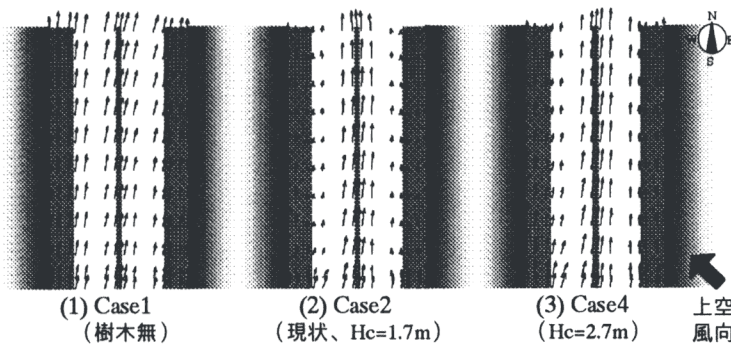


図3 風速ベクトルの水平分布
(歩道面から高さ1.5m、8月4日13時)

場合 (Case1)、建物間で循環流が形成され (次報 (その3) 図3(1))、これにより建物壁面や地表により加熱された空気が歩道側にも輸送され、東側の歩道上で気温が高くなっている (図4(1))。一方、樹木のある場合 (Case2)、この効果が弱まるとともに、樹陰の効果で歩道及び建物表面の温度が低下するため (図2)、歩道上で気温低下が顕著である。

(b) 新標準有効温度 SET^* 各ケースの歩道面から高さ1.5mにおける SET^* (新標準有効温度) の水

平分布を図5に示す。本研究では、日射も含めて人体に入射する全放射量から MRT を算出し、これを用いて SET^* の空間分布を求めている。現状 (Case 2) に対して、樹木無の場合 (Case1)、高温域の広がり (図4) や MRT (平均輻射温度) の上昇により SET^* が $31\sim 32^{\circ}\text{C}$ 以上になる領域が広がっている。また、樹木を密に植えた場合 (Case 3) では、気温低減や日射遮蔽の効果などにより、 SET^* が低下している領域も見られるが、歩道上では風通しが悪化するため、 SET^* の現状からの大きな改善はみられなかった。一方、現状に対して樹冠を高くした場合 (Case 4)、風通しが向上するため、 SET^* は多くの領域で低下した。以上のことより、風通しを考慮した街路樹の植栽により、歩行者空間の快適性が向上することが確認された。

4. まとめ

(1) 街路に樹木が無いケースでは、加熱された道路や建物壁面付近の高温空気が歩道上へ輸送される。街路樹を植えたケースでは、この効果が弱まり、地表面温度や壁面温度が低下するため、高温域は車道上とその周辺に現れ、歩

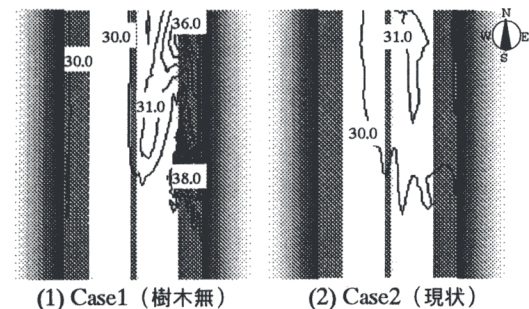


図4 気温水平分布 $^{\circ}\text{C}$
(歩道面から高さ1.5m、8月4日13時)

道上の気温は大幅に低下する。しかし、樹木により風速低下するので、 SET^* で評価すると、大きな改善はみられなかった。

(2) 樹冠が高い場合は、風通しを阻害することなく、気温低減・日射遮蔽の効果を得られるため、 SET^* は低下し、快適性は向上する結果となった。このことから、植栽計画に際しては、風通しへの配慮が必要であることが指摘される。

(3) 今後、市街地の道路整備において、街路空間の緑の創出や快適な街路空間の創出を目標としたときのアウトカム指標として SET^* 等の温熱快適性の指標を用いるためには、詳細な検討が必要である。

注1) 本解析では、まず東二番丁通を含む仙台市中心部500m四方を対象とした市街地内の気流・気温分布の解析を行い⁵⁾、この解析より得られた風向・風速を、モデル街区を対象とした解析の境界条件として用いている。なお、この500m四方の解析の境界条件には文6)で行ったメソスケールの解析結果を用いている。

注2) 乱流モデルは改良 Launder-Kato 型 $k-\epsilon$ モデル²⁾を用いた。さらに、樹木の流体力学的効果を再現するために文7)8)の Canopy モデルを付加している。ここで、モデル係数 $C_{pe}=1.8$ 、樹木の抵抗係数 $C_f=0.2$ とした。また、葉群における放射の消散係数 $k'=0.6$ とし、葉面積密度 a については文9)を参考に、仙台市中心部に多数植栽されているケヤキの葉面積密度 ($a=0.73$) を与えた。

5. 参考文献

- 1) 渡辺他：仙台市中心部の街路樹植栽計画のための熱・空気環境の検討（その1）街路空間の人工排熱の算定、第59回年次学術講演会、2004、投稿中、2) 原山他：建築学会計画系論文、No.556、pp.99-106、2002.6、3) 吉田他：建築学会計画系論文、No.529、pp.77-84、2000.3、4) 佐々木他：仙台市東二番丁通・定禅寺通を対象とした街路樹植栽計画のための放射・対流連成解析 - その1 放射環境に及ぼす街路樹の効果についての検討 -、日本建築学会東北支部研究報告集、2004.6、投稿中、5) 佐々木他：仙台市東二番丁通・定禅寺通を対象とした街路樹植栽計画のための放射・対流連成解析 - その2 屋外温熱快適性に対する街路樹の影響についての検討 -、日本建築学会東北支部研究報告集、2004.6、投稿中、6) 佐々木他：- 仙台・原町を対象とした気候数値解析 - 熱収支分析に基づく都市気候形成メカニズムの比較、日本建築学会東北支部研究報告集、2004.6、投稿中、7) 吉田他：建築学会計画系論文、No.536、pp.87-94、2000.10、8) 木村他：建築学会大会学術講演梗概集、D-2、pp.721-722、2003.9、9) 下條他：建築学会大会学術講演梗概集、D-1、pp.609-610、2003.9

〔謝辞〕次報 (その3) 参照。

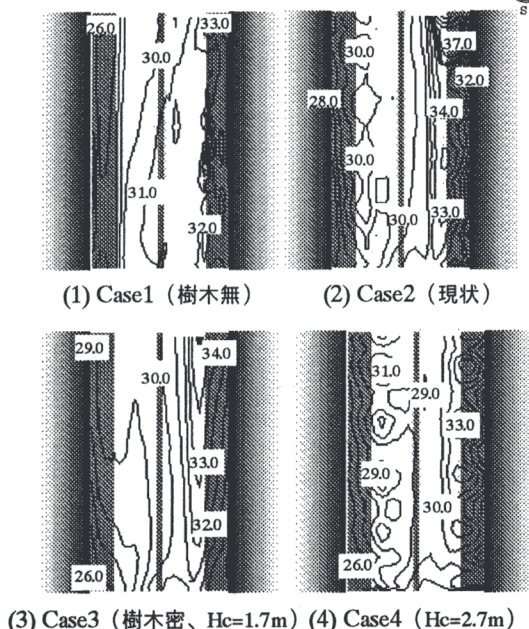


図5 SET^* の水平分布 $^{\circ}\text{C}$
(歩道面から高さ1.5m、8月4日13時)