

# CFD による 24 時間非定常解析を用いた街区における温熱環境評価

CFD 24-h unsteady analysis on thermal environmental in city block due to varying some parameters

指導教員 近藤明教授・共生環境評価領域

28H11041 高橋陽介 (Yosuke TAKAHASHI)

**Abstract:** Urban Heat Island (UHI) phenomena have become serious problem in Japan. Changing the ground surface, increasing anthropogenic heat emission, and the complex building structures are the causes of UHI phenomena. The change of the surface reflectivity affects the short wave radiation flux. The shade due to the complex building structures also affects both the short wave radiation flux and the long wave radiation flux. The change of heat capacity and thermal conductivity due to buildings and roads affects sensible heat flux and latent heat flux. CFD model that can consider these factors was developed. The 24-hour unsteady simulations were carried out due to varying some parameters. The air temperature, wind direction and wind speed were given at the top / lateral boundary conditions. In order to analyze the thermal environmental characteristics, sixteen buildings were arranged in the calculation domain. The reflectivity and the height of buildings, the reflectivity of the roads, wind speed and direction were varied as parameters. The differences of the surface temperature, the air temperature and the wind speed near the ground surface due to varying the parameters were discussed. The simulation results showed that the surface reflectivity was most sensitive in the micro climate.

**Keywords:** Urban Heat Island, Computational Fluid Dynamics, urban micro climate, surface reflectivity

## 1. はじめに

都市ヒートアイランド現象が世界中の都市部で深刻な問題として捉えられている。その要因として、高層ビルの増加、植生の変化、人口排熱の増加などが挙げられる。ヒートアイランド現象の解決策として、数値モデルによる解析が有効な手法として考えられ、研究がなされている<sup>1)</sup>。しかしながら、多くのモデルはメソスケールでの非定常解析やマイクロモデルでの日中の定常解析が主で、時々刻々と変化する都市内部の微気候を再現できるものはほとんどない。これは各要素面における輻射計算に用いる形態係数を算出するために膨大な時間を要すること、加えて解析地域の緯度や経度、解析日時の均時差などの要因を考慮した太陽高度や太陽方位角の日変動によって生じる面要素への日射強度の計算も必要となることが原因である。本研究では大阪市を対象として 24 時間非定常解析をミクロスケールの 3 次元モデルを用いて実施した。そこで、ビル面および道路面反射率を変化させたことを想定し、ビル群での温熱環境評価を行った。

## 2. 解析条件

本研究で構築した 3 次元モデルを Fig. 1 に示す。計算ドメインは 184.4m×184.4m×75m とし、ビルサイズは 8m×8m×12m とした。また道幅はすべて 8m とし、ドメイン中央部にビル群を配置した。ビル面、道路面の反射率をパラメータとし、Table 1 のように変化させたケースについて解析を実施した。CFD の乱流モデルには標準 k-ε モデルを、解法には SIMPLE 法を用いた。道路面温度とビル表面温度は、熱収支式(1)から求めた。

$$(1-\alpha)S\downarrow - \epsilon\sigma T_s^4 + f_s R\downarrow + \sum f\epsilon T_j^4 = G + H + LE \quad (1)$$

ここで、 $\alpha$  はアルベド、 $S\downarrow$  は太陽日射、 $\epsilon$  は射出率、 $\sigma$  はステファンボルツマン定数、 $T_s$  は面温度、 $f_s$  は天空率、 $R\downarrow$  は長波放射  $f$  は形態係数、 $T_j$  は対象面温度、 $G$  は面内への熱フラックス、 $H$  は顕熱フラックス、 $LE$  は潜熱フラックスである。面が受ける直達日射量は光子追跡法により 1 時間

ごとに予め計算した。散乱日射量は各面に均一に到達すると仮定した。形態係数も光子追跡法により予め計算した。地表面温度は、force-restore 法により求めた。モデル内に流入する風速はべき乗則により算出した。計算対象地域は大阪市とし、計算日は夏至とした。計算は早朝 5 時から、24 時間の非定常計算を実施した。

Table 1 Albedo values of buildings and roads

Albedo of buildings	Albedo of roads		
	0.2	0.3	0.4
0.2	B0.2-R0.2	B0.2-R0.3	B0.2-R0.4
0.3	B0.3-R0.2	B0.3-R0.3	B0.3-R0.4
0.4	B0.4-R0.2	B0.4-R0.3	B0.4-R0.4

### 3. 計算結果

B0.2-R0.2 ケースを基準として各ケースとの 1.5m 高さの気温差を Fig. 2 に示す。領域を真上から見た正午における建物および道路表面温度の結果を Fig. 3 に示す。

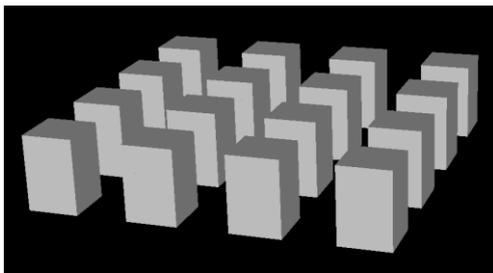


Fig. 1 urban CFD model

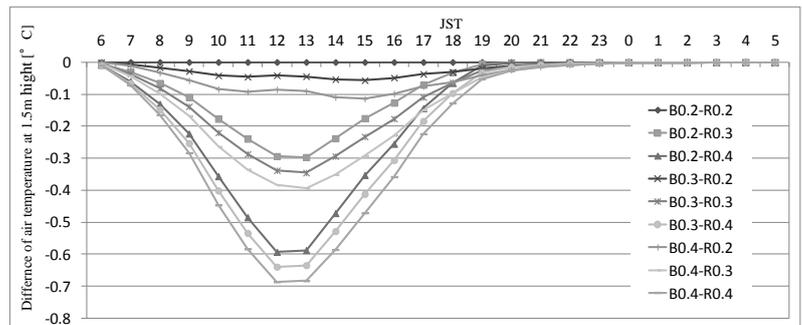


Fig. 2 Difference of air temperature from B0.2-R0.2 case at 1.5m height

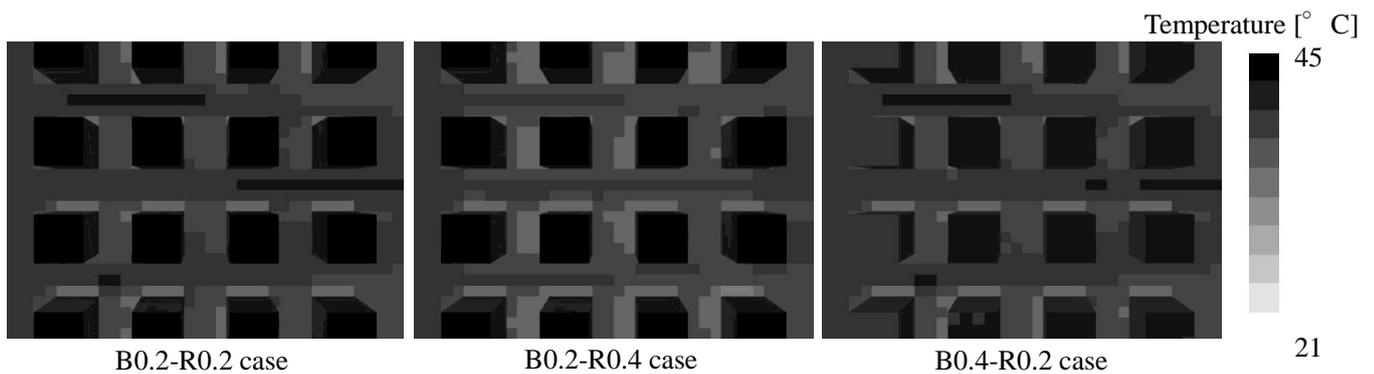


Fig. 3 Top and road surface temperature at noon

### 4. まとめ

マイクロモデルでの 24 時間非定常解析が以上のように実施された。計算結果から、表面アルベドを高くすることが気温低下、表面温度低下に効果があることが分かった。気温変化への寄与は道路面アルベド変化による影響がビル面のアルベド変化よりも支配的であることが明確となった。ビル面アルベドの増大は冷房負荷の軽減に効果的であると考えられる。

### 参考文献

- 1) Kim Y, Baik J., "Spatial and temporal structure of the urban heat island in Seoul," Journal of Applied Meteorology, 44 (2005), pp. 591-605