

守口市シンボルロード計画の環境性能評価と改善策の提案

第3報 道路拡幅前後の夏季における温熱環境性能の検証

213-089 中島 惇 (共同研究者 213-043 久保 亮作 213-080 田中 麻理 213-161 渡邊 紗和)

1. はじめに

本報では、対象とする計画道路の拡幅が温熱環境に与える影響について検討することを目的とする。対象地域のモデルを再現し、夏季微風条件の下、放射・日射・地中温度・天空温度などを加味した非定常 CFD 解析を行い、道路拡幅前後の温熱面の環境性能について検討する。

2. 実測調査

2016年8月9日に実測調査を行い、東西歩道の熱環境の測定を実施した。グローブ温度・空気温度の測定高さは1mとしている。測定項目及び測定機器については第1報に、14時の測定結果を表1に示す。

表1 14時の測定結果(測定点は図1参照・単位[°C])

	東3	東4	東5	西3	西4	西5
歩道表面温度	52.1	51.4	50.0	45.2	53.1	49.8
建物表面温度	37.2	43.8	40.4	41.6	39.5	37.7
グローブ温度	40.1	39.1	37.8	36.0	36.2	36.0
空気温度	38.4	37.4	36.2	35.5	35.9	35.4



図1 実測調査 測定点・CFD解析領域 評価箇所

日射の入射角度の影響で東側測定点の歩道表面温度は西側より約1~7°C高くなる傾向が示された。空気温度は東側の方が約1~3°C高くなるという結果になった。空気温度については測定する際、センサ先端に放射除けを設けていたが、日射の影響を防ぎきれず、東側の数値が高くなった可能性がある。

3. 放射・日射連成解析

3.1. 解析概要

解析には株式会社アドバンスドナレッジ研究所の CFD 解析ソフト FlowDesigner2017 を使用。道路拡幅前(CASE0)と道路拡幅後(CASE1)[樹木・保水性舗装なし・建物セットバック 5m]の2ケースについて非定常 CFD 解析を用いて熱環境を比較検討する。ケース概要を表2に示す。

非定常解析の期間は2016年8月2日から8月9日の8日間とし、比較検討は実測日である8月9日の日中(14時)を対象とする。評価箇所は、実測調査の測定点3・4・5の東西の歩道、合計6箇所とする。CFD解析領域・評価箇所について図1に示す。

表2 解析ケース概要

CASE 番号	植樹	保水性舗装	建替え建物セットバック距離
CASE0 : 道路拡幅前	なし	なし	セットバックなし
CASE1 : 道路拡幅後	なし	なし	5m

解析モデル(図2・図3参照)は、第1報で用いた風解析の GIS モデルを参考に作成した。建物内部は室温 26°C を想定している。拡幅後の道路は、車道を除くと歩道・自転車通行空間・植樹帯で構成されている。本検討では、歩道のみの熱的快適性の評価を行う。

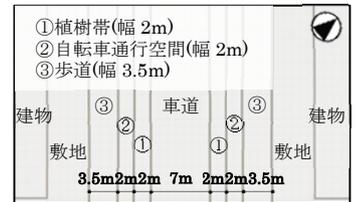


図2 CASE1の道路構成

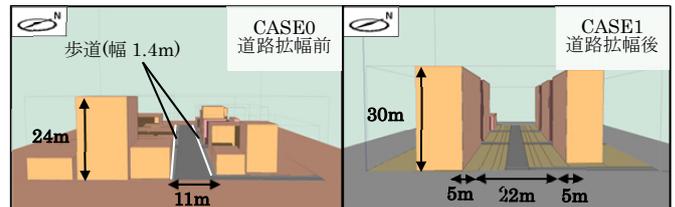


図3 解析モデル(左: CASE0 右: CASE1)

3.2. 解析条件

本 CFD 解析を実施するにあたって、以下の1)~5)の熱収支・物性値を考慮し、解析条件を設定した。

- 1) 風速・風向: 風速は微風時を再現すべく一様流、風向は第1報での卓越風向に近い西風とした。流入風温度は気象庁のアメダスデータから過去6年間の8月の平均気温を抽出し経時変化用のサイクリックデータを作成した。
- 2) 短波長放射(日射)・長波長放射: 本解析では、短波長放射(日射)及び長波長放射について連成するが、建物等の反射日射の考慮は直接にはしていない。別途、建物壁面反射率を35%と仮定した上で反射日射のみから地表面に流入する熱量を DIVA(Radiance)を用いて計算し、地表面第1セルに組み込んだ。
- 3) 天空温度: 天空温度は、気象庁のアメダスデータから引用した気温・相対湿度から算出し、過去6年間の8月の平均値(18.19°C)を設定した。
- 4) 曇天率: 曇天率は、日照時間と可照時間の比から日照率を算出し、(1-日照率)とすることで求めた。
- 5) 地中温度: 年間を通して温度変化が微差とみなされる地層は地温不易層と呼ばれ、深さ10m以深の地中での年間温度がほぼ一定(大阪府では16.6°C¹⁾)となる。図4に示す通り、地表面から深さ10mを解析領域の下端とし、境界温度を固定して地中温度を再現した。

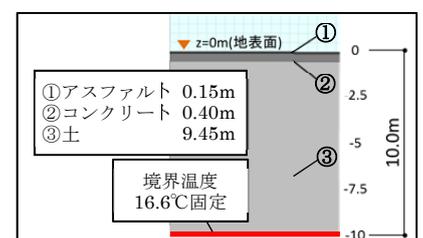


図4 地中モデルの構成

アスファルト・コンクリート・土の3層で構成される地中モデルを深さ10mまで作成した。

解析条件を表 3～表 5 に示す。

表 3 CFD 解析条件

乱流モデル	k-ε モデル	風速	0.5[m/s]
離散化	有限体積法	風向	西
アルゴリズム	SIMPLEC 法	流入風温度	アメダスデータより作成した 経時変化(サイクリック)
移流項差分スキーム	一次風上		
メッシュ	構造格子	反射日射量	DIVAにより算出し作成した 経時変化(サイクリック)
流入境界	一様流		
流出境界	自由流出	天空温度	18.19[°C]
天空面・側面	Free Slip	曇天率	32.37[%]

表 4 非定常解析条件

解析期間	2016年8月2日～2016年8月9日	刻み時間	1分
------	---------------------	------	----

表 5 解析領域設定

CASE 番号	解析領域	解析格子数
CASE0	x:145m, y:186m, z:130m	2,026,080(x:168, y:201, z:60)
CASE1		814,320(x:117, y:145, z:48)

3.3. 解析結果

道路拡幅前(CASE0)・道路拡幅後(CASE1)の2ケースについて、8月9日14時00分における表面温度・SET*の解析結果を図5・図6に示す。

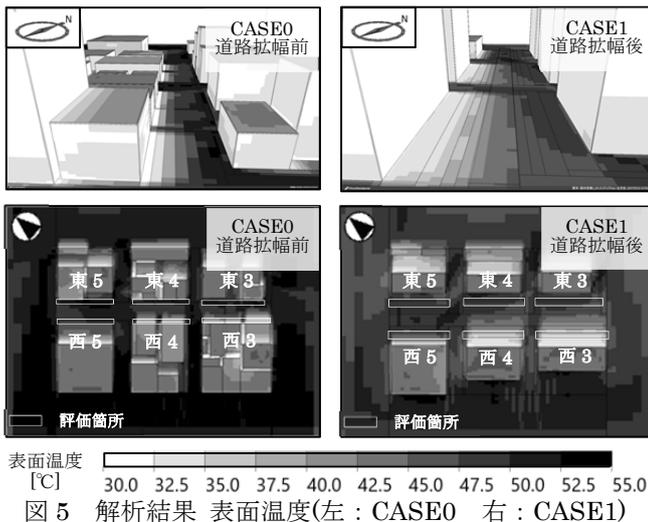


図5 解析結果 表面温度(左: CASE0 右: CASE1)

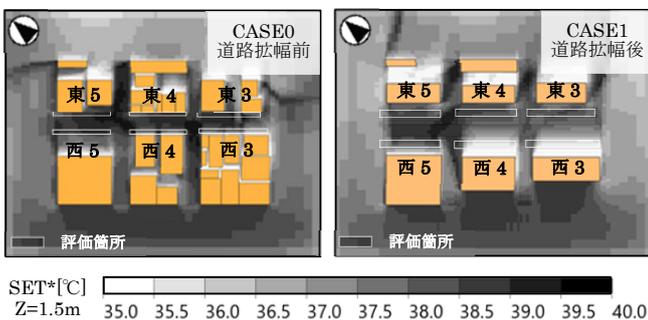


図6 解析結果 SET*(左: CASE0 右: CASE1)

拡幅に伴う沿道建物の建替により建物高さが高くなったことで、日中に影のかかる面積が増加した。図5・図6では、沿道建物の影が地面にかかったことにより一部の西側歩道での熱環境の改善が確認された。

道路拡幅前後での熱環境の変化を検証するため、(CASE0)と(CASE1)の歩道表面温度・SET*の値を比較し、差を求めた(表6・表7参照)。

表 6 歩道表面温度の差(14時・単位[°C])

	東3	東4	東5	西3	西4	西5
CASE0	51.47	51.07	51.88	32.08	37.03	48.03
CASE1	47.88	48.41	48.40	36.07	37.51	45.48
差(CASE1-CASE0)	-3.59	-2.66	-3.48	3.99	0.48	-2.55

日射が当たりやすい東側歩道と、もともとのセットバック距離が大きい「西5」では(CASE0)の歩道表面温度は高く、(CASE1)は約3°C低減した。一方、沿道建物の影による影響が大きくセットバック距離が小さい「西3」と「西4」は(CASE0)の歩道表面温度が低かったが、(CASE1)はセットバックされることによって日射が当たる面積が広くなり表面温度が約0.5~4°C増加した。

セットバックによりもともと日が当たっていた箇所では表面温度が下がり易く、日が当たっていない箇所では表面温度が上がり易くなるため、温度分布が小さくなる傾向がある。また、西側よりも東側の方が歩道表面温度が高くなる傾向は、実測調査での歩道表面温度の結果と一致した。

表 7 歩道の SET*の差(14時・単位[°C])

	東3	東4	東5	西3	西4	西5
CASE0	39.41	39.38	39.97	35.12	36.68	39.15
CASE1	38.98	39.16	39.23	35.11	35.62	38.18
差(CASE1-CASE0)	-0.43	-0.22	-0.74	-0.01	-1.06	-0.97

SET*の結果は歩道表面温度と同じく、もともと日が当たっていた箇所では高い値が、日射の影響が小さい箇所では低い値が見られた。(CASE1)はすべての評価箇所でもSET*が僅かに低減したが、最大でも約1°Cの変化幅しかなく、道路拡幅前後では熱環境が大きく変化しなかったとみなされる。

また、他の時間帯における歩道表面温度・SET*の値についても精査したが、14時の結果と同様の傾向が確認された。

4. まとめ

対象地域における開発前後の熱環境の変化を実測調査と非定常解析を用いて検証した。考察を行った結果、道路拡幅・建物の建替え・それに伴う建物のセットバックを施しても、熱環境の大きな改善にはならないことが明らかになった。道路拡幅に伴い、通風量が増加するため、また、評価点から周辺建物までの距離が広がり放射の影響が下がるため、夏季の熱的影響を低減する傾向が見られるが、SET*で0.5~1°C程度の改善にとどまり、セットバックで直達日射が入り易くなることで暑くなる箇所も見られた。

次報では、本報の結果を踏まえて、暑熱環境の改善策として樹木と保水性舗装を組み込んだ場合についての効果検証を行う。

参考文献

1) 石野久彌・品川浩一等, 「試して学ぶ熱負荷 HASPEE~新最大熱負荷計算法~, 空気調和衛生工学会, 2012.10

(河野研究室)