

御堂筋における歩行環境改善の街区デザイン案と CFD による検証 Study on Urban Design to Improve the Thermal Environment on the Midosuji Street and its Verification by CFD

立命館大学 理工学部 建築都市デザイン学科

Ritsumeikan University, Dept. of Architecture and Urban Design

近本 智行、武部 敬輔

Tomoyuki CHIKAMOTO, Keisuke TAKEBE

キーワード：街区キャニオン (Street Canyon)、ヒートアイランド (Heat Island)、実測 (Field Measurement)、
温冷感 (Thermal Comfort)、乱流数値シミュレーション (CFD)

1. はじめに

近年、都市部におけるヒートアイランド現象は深刻さを増し、特に大阪では、その解決が緊急の課題となっている。この問題に対して、自治体や研究機関等から数多くの対策技術の提案がなされているが、具体的かつ定量的効果が十分に示されているとはいえない。

そこで本研究では、大阪の御堂筋 (図 1・淀屋橋～本町) を選択し、被験者実験により実際に歩行環境の温冷感調査を実施し、CFD (コンピューターによる流体解析) を用いて、歩行環境を改善する街区デザインの効果を試算した。

2. 歩行時の人体周辺環境と温冷感の移動計測

夏期に、街区環境の違いが歩行者空間の温冷感に与える影響を検討すべく、移動計測装置と人体計測装置を用い、移動計測を行った。一日を午前・午後・夜に分けて御堂筋・西側、東側で実施し、温冷感は各地点でのアンケート調査により把握した。計測位置を図 2 に示す。

表 1 計測項目および計測器概要

移動計測装置	計測項目	計測間隔	計測器	
	気温	60 秒	アメニティメータ 101AM (京都電子工業)	
	相対湿度	60 秒		
	平均放射温度	60 秒		
	風速	60 秒		
	SET*	60 秒		
	照度	5 秒		T10M (KONICA MINOLTA)
	全天日射量	5 秒		MS-601 (英弘精機)
人体計測装置	騒音値	5 秒	NL20 (RION)	
	CO2 濃度	5 秒	GM70 (VAISALA)	
	体温、皮膚温	5 秒	NR-1000 (KEYENCE)	
	温冷感申告調			
熱画像撮影			TVS-200 (日本アビオニクス)	

計測位置の選定の特徴として、a:風のぬける交差点 (5,6,8,11,G,H,J,M)、b:歩道からセットバックした高さ 50m の建物の前 (10,12,N)、c:川の上・橋の上 (2,3,4,D,E,F)、d:風のぬけない地点 (7,9,I,K,L) の熱画像を図 3 に示す。

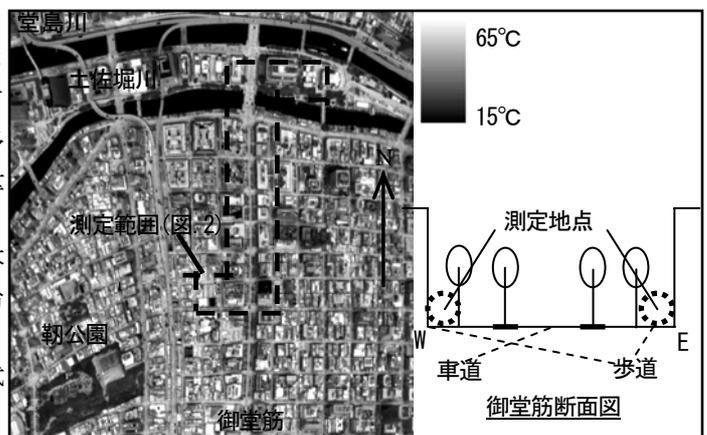


図 1 御堂筋周辺の熱画像 (2006/8/10/12:00)

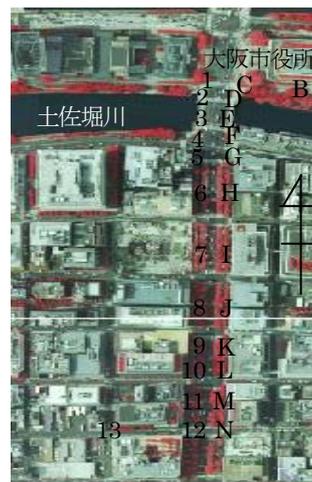


図 2 測定地点



(a) 風のぬける交差点



(b) 歩道からセットバックした地点



(c) 川の上



(d) 風のぬけない地点

図 3 各地点の熱画像

a:風のぬける交差点では、日射はあたらず、周辺の地表面温度・壁面温度は低い。b:歩道からセットバックしている建物の前は、日よけが設けられたカフェのテラス席であり、また周辺は街路樹により日陰となっており、地表面温度は概ね低い。c:川の上・橋の上では、日射を遮るものがないため、地表面温度は非常に高い。

3. 実測結果と考察

西側の実測値平均を図4に、東側の実測値平均を図5に示す。データは、温冷感申告値と地上高さ 1.1m の気温・風速・放射温度と日射の回数^{注1)}の平均値である。

実測結果から温冷感は、どれか一つの計測項目によって決まるものではなく、様々な環境要素が絡み合って決まるということがわかる。どの計測項目が温冷感に大きく影響するかについて明らかにするため、温冷感と計測項目との相関を検証した。その結果、日中においては、日射のあたる、あたらないが温冷感に大きく影響し、風速・放射温度・気温も少なからず影響することがわかった。

風のぬける交差点(5,6,8,11,GH,J,M)では、日射の射し込まない小径を通りぬけた涼しい風が、小径が御堂筋に突きあたっている部分を通り過ぎる時に涼感を与える。また、風速も大きく温冷感は低い。

歩道からセットバックした高さ50mの建物の前(10,12,N)では、風のぬける大きな交差点がそばにあり、風速が大きく温冷感は低い。また、セットバックしてひらけた空間にカフェのテラス席が設けられており、実際の生活の中で快適な空間として利用されていると考えられる。

川の上・橋の上(2,3,4,D,E,F)では、風速は強いが、午前・午後は、日射を遮るものがないため暑熱感を感じ、他の地点と比べて放射温度が高いが、夜には同じ値まで低くなる。その要因として、川で冷却された風の影響が考えられる。

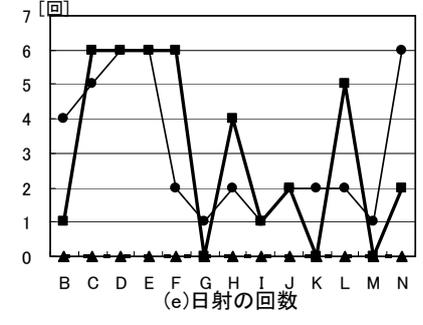
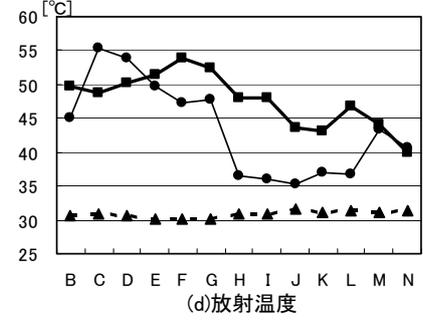
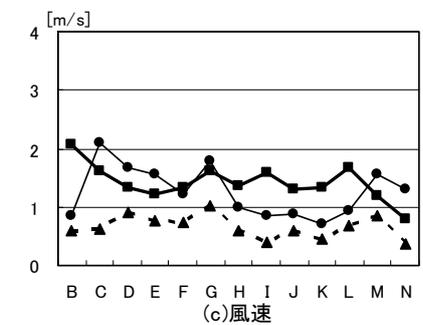
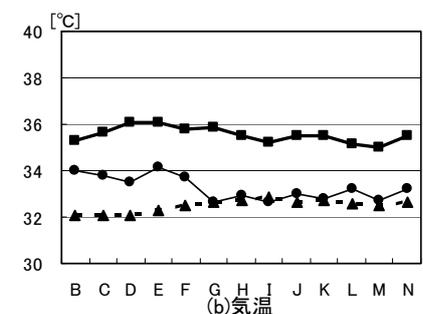
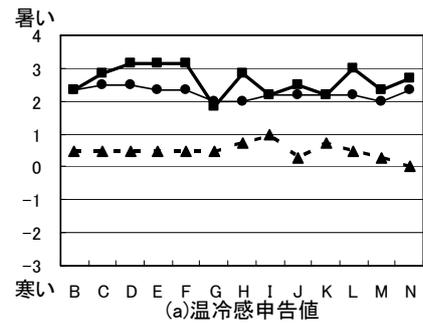
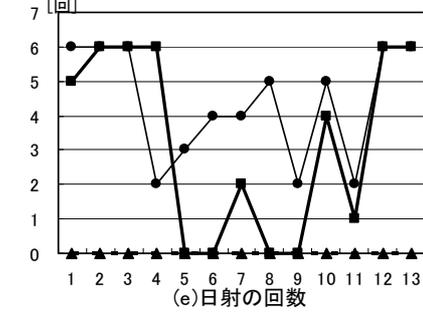
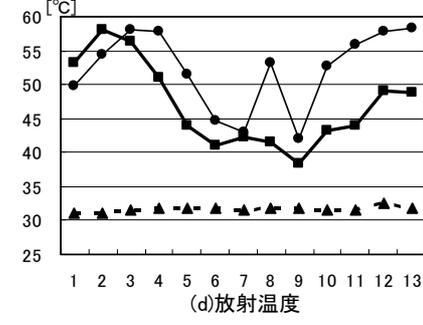
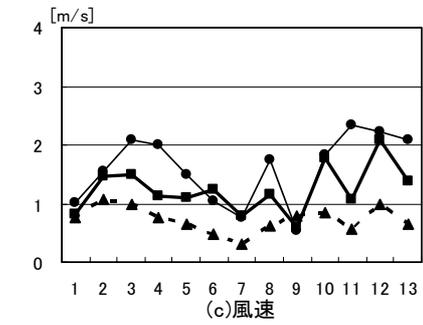
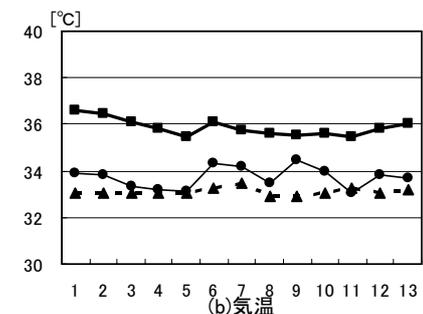
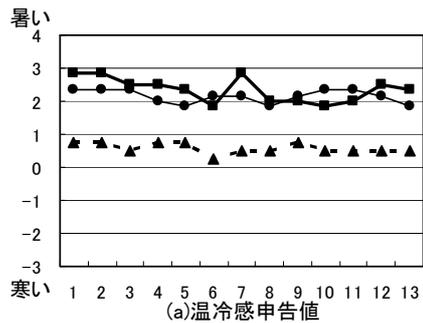


図4 実測結果(西側)

図5 実測結果(東側)

4. CFDによる熱・気流分布の検証概要

4.1 解析対象と計算概要

解析モデル鳥瞰図を図6に、解析領域を図7に示す。解析対象は、実測を行った地点を含む御堂筋周辺街区：東西方向1200m×南北方向1200m×高さ地上200m(西側に1450m、東側に3150mの助走空間を設けた)とした。解析は、標準k-εモデルを使用した。計算概要を表2に示す。なお、流入境界条件として高さ47mを4.1m/sとした1/4べき乗則、流出境界条件として自然流入流出境界を設定した。計算条件を表2に示す。

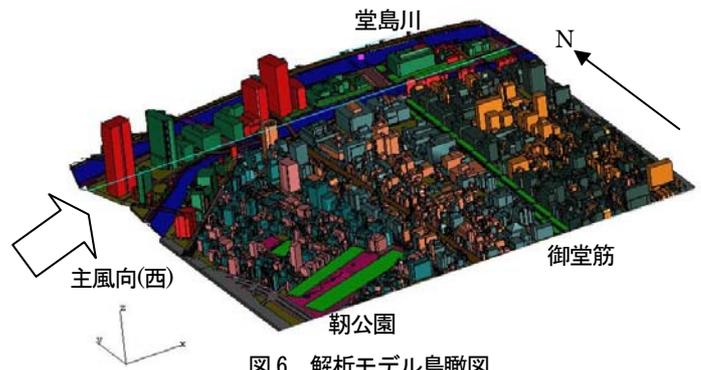


図6 解析モデル鳥瞰図

4.2 境界条件

計算日時は、実測を行った2006年8月10日12:00とし、気象条件は、大阪管区気象台の測定値(風向き：西、風速：47mの高さで4.1m/s、気温：33.6℃)を用いて設定した。表面温度(地表面温度、壁面温度)は、移動計測値及び航空熱画像を用いた。地表面温度は、エリア毎(道路日なた、道路日かげ、敷地日なた、敷地日かげ、公園地表面、工事現場地表面、水面、樹木表面)、壁面温度は、屋上面と方位毎に日射のあたる、あたらないとして設定した。表3に境界条件で与えた表面温度を示す。

空調排熱は、建物用途別の排熱量原単位¹⁾を用いて算出した。対象街区の各建物の延床面積を建物現況データ(大阪市都市計画局)から得て、建物の延床面積当りの排熱量を算出した。排熱位置は、航空写真より判別して、建物毎に排熱量を与えた。

交通排熱は、航空写真から得られた交通量を元に、車種別・速度別の排熱量原単位¹⁾を用いて算出した。排熱位置は、対象街区の大通りとし、小路は交通排熱を与えていない。

4.3 解析ケース

解析ケースを表4に示す。i)Case1：現状ケース。御堂筋沿道の建物高さは、概ねが31m,50m中心である。ii)Case2：建物間に風のぬける隙間(5m間隔)を追加したケース。御堂筋沿道に二カ所のクールスポットを生み出す対策とした。iii)Case3：建物高さを一部90mに高くし、上空の気流を歩行空間に吹きおろすケース。日中の西向きの海風と朝・夜間の東向きの陸風を考慮し、御堂筋沿道建物の高さを東西交互に90mに上げるように配置した。また、工事現場・駐車場の空きスペースも建物に置きかえるものとした。iv)Case4：川により冷却された風を御堂筋に引き込むケース。土佐堀通に面した建物をセットバックして配置した。

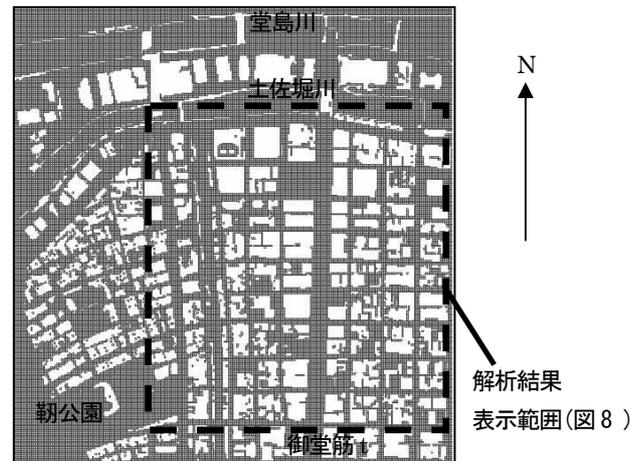


図7 解析領域

表3 境界条件 (地表面、壁面温度)

		温度[℃]
地表面温度	道路日なた	43.2
	道路日かげ	35.2
	敷地日なた	45.0
	敷地日かげ	36.3
	公園地表面	37.7
	工事現場地表面	38.1
	水面	31.2
壁面温度	樹木表面	34.3
	屋上面	41.6
	北面、日射のあたらない各面	33.5
	南面 (日射あたる)	36.6
	東面 (日射あたる)	37.3
	西面 (日射あたる)	35.3

表4 解析ケース

	対策内容
Case1	現状
Case2	対策1: 建物間に風のぬける隙間を追加する
Case3	対策2: 建物高さを一部90mに高くし、上空の気流を歩行空間に吹きおろす
Case4	対策3: 川により冷却された風を御堂筋に引き込む

表2 計算条件

解領域	1200m(x) × 1200m(y) × 200m(z)
建物壁面境界条件	フリースリップ壁
乱流モデル	標準k-εモデル

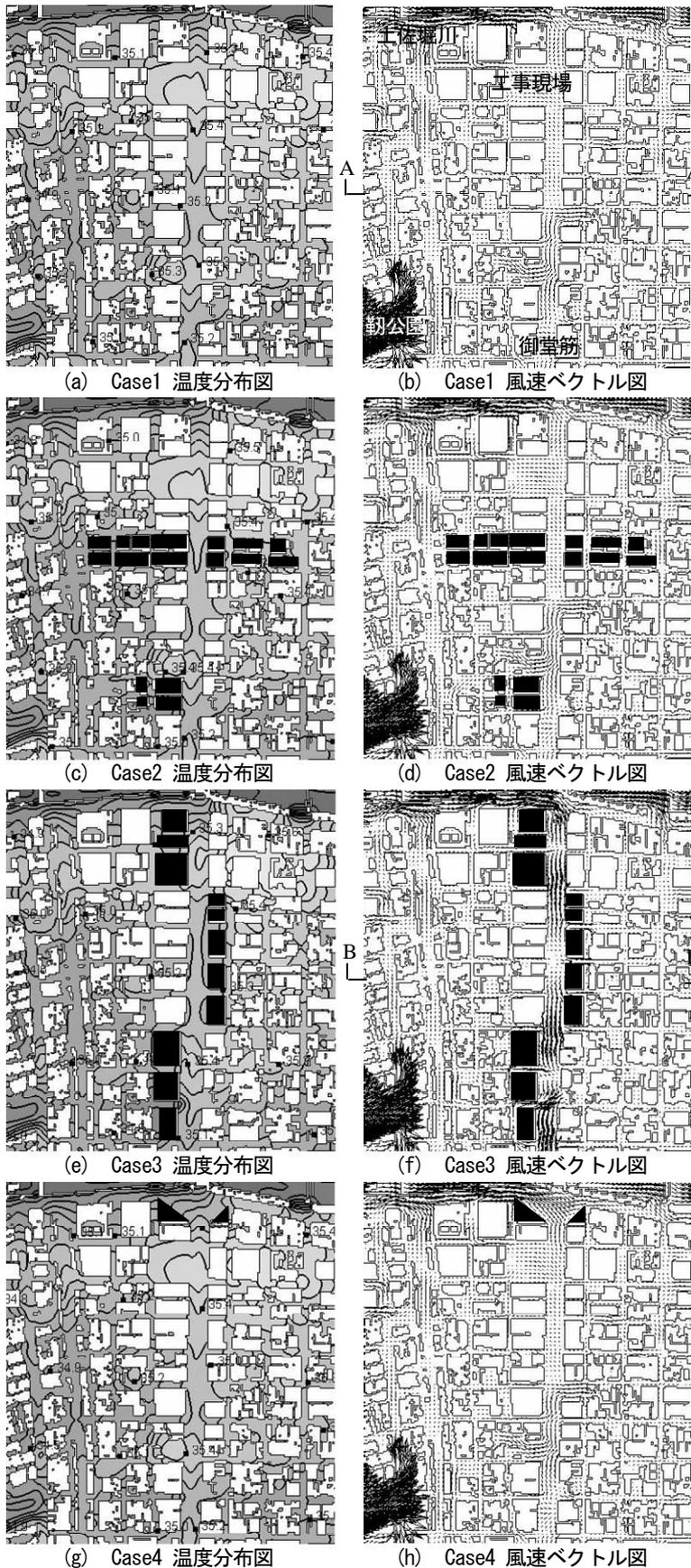


図8 熱・気流分布の解析結果

5. 熱・気流分布の解析結果と検討

表示範囲を図7に、結果を図8(地上高さ1m)に示す。

5.1 Case1 現状においては、工事現場周辺、御堂筋中央部に熱だまりが生じている。

5.2 Case2 建物間に風のぬける隙間を確保した御堂筋沿道付近において、Case1 と比べて0.2℃の気温低減効果があるといえる。

5.3 Case3 Case1 においてみられた熱だまりは解消されている。空きスペースに建物を建てたことにより、地上に射し込む日射量が減少したこと、東側の建物が高いエリアで、上空の強い風が地上まで吹きおろしたことが原因であると考えられる。(図9)また、西側の建物が高いエリアでは、風下側(御堂筋)で温度の高い領域が観測されたが、温熱環境が著しく悪化しているものではないといえる。

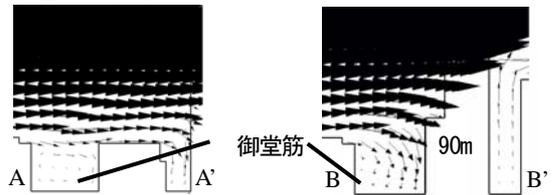


図9 Case1 風速ベクトル断面図 Case3

5.4 Case4 Case1 と比べて、大きな変化はみられない。この原因として、川で冷却された風の影響を大きく受けるのは、日没後の夜間であることが考えられる。

6. まとめ

- 1)御堂筋周辺街区を対象に、CFD 解析を行い、街路の風環境変化が歩行空間の熱環境に与える影響について検討した。
- 2)建物間に風のぬける道を確保することで、風がぬけ歩道上の気温は低下する結果となった。
- 3)沿道の建物高さを上げると上空の強い風が地上まで吹きおろし、風上側の気温は低下する。また、空きスペースに建物を建てることで、地上に射し込む日射量は減少し、気温が低下する結果となった。
- 4)日中、川により冷却された風を街路に引き込んでも熱環境に大きな変化はなく、気温も低下しない結果となった。川により冷却された風の効果は、夜間においての検証が必要である。

注1) 日射の回数とは、計測を行った6ケースの内、日射があたった回数の結果である。

参考文献

- 1)国土交通省・環境省：都市における人工排熱抑制によるヒートアイランド対策調査報告書,2004