

「新杉本町駅」のCFD解析による温熱環境予測 CFD analysis of the 'New Sugimoto station' thermal environment

原田 恭幸 (大阪市立大学) 梅宮 典子 (大阪市立大学)
櫻井 雄太 (大阪市立大学大学院)

Takayuki HARADA*¹ Noriko UMEMIYA*¹
Yuta SAKURAI*¹
*¹ OSAKA CITY UNIVERSITY

The thermal environment of the proposed 'New Sugimoto Station' in summer was predicted using CFD analysis. Case 0 (base model) is the original proposal. Case 1 removes the south wall. Case 2 removes ventilating opening (VO) #1 and adds VO #4. Case 3 adds VO #4. Case 4 removes VO #1. Case 5 and Case 6 respectively change the widths of the south wall to 7 m and 4 m. Results clarified that south wall removal and VO #1 and VO #4 yield higher temperature and lower air flow velocity. The narrow south-facing wall yields lower temperatures and higher velocity.

1. 背景と目的

JR 阪和線杉本町駅は現在 EV が未設置で東側に改札口がなく、東西を行き来するには混雑した踏切を渡らなければならない。このたび踏切を含む駅舎のバリアフリー化が要望され、宮本佳明氏設計の「新杉本町駅案」が提案された。本研究は「新杉本町駅案」の夏季の最も暑い時期におけるコンコース内部の温熱環境をCFD解析によって予測し、コンコース壁面の形状と材料および換気口の適切な設計について提案する。Fig.1は「新杉本町駅案」の模型でFig.2に駅の出口と踏切の位置を示す。



Figure.1 New Sugimoto station



Figure.2 The position of rail road crossing and west side exit

2. 解析対象日時の選定

大阪管区気象台の7月・8月の気象データから夏季の最も暑い時期として2009年8月17・18・19日を選らんだ。駅近傍の気象データとして、



Figure.3 The position of observation point 大阪市立大学生科学部棟屋上 (高さ 10.5m、Fig.3) における昼光日射長期観測システムの3日間の1分間隔データを用いる。Fig.4に3日間の日射量と風向を示す。市大データをもとに風向が安定しており晴天の17日の12:00~15:59を解析対象日時とする。

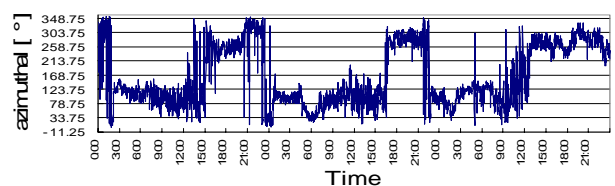
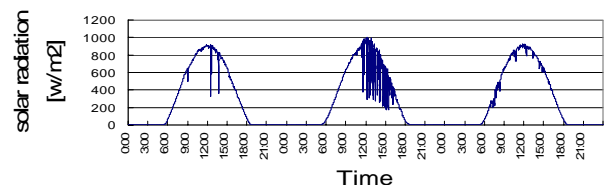


Figure.4 The weather date

3. 解析モデルの作成

3-1 要素分割と表面温度

駅舎の図面及び周辺の住宅地図に基づき 3次元モデルを作成する。メッシュは駅舎に 1m間隔に、コンコース内部の高さ方向は 50cm間隔に、自動分割に上乘せる。

建物の表面温度は文献 1) の夏季晴天日の日中の実測値を使用する。

3-2 気温・風速・風向の設定

解析対象日時である 17日の 12:00~15:59 の気温の平均値 35.98 を市大データ観測点に与え、流入風を風速 1.66m/s とし、流入風向を 17・18・19日の風向をもとに東とする。

解析モデルの主な設定内容を Table.1 に示す。解析領域の鳥瞰図を Fig.5 に示す。

3-3 解析モデルと生科学部棟の気象データとの比較

生科学部棟での観測点の高さが 3F + 1.5m であることから一階高を 3m とし、比較する解析モデルでの高さは 10.5m とする。

気温は、解析モデルでは生活科学部棟の屋上で 36.07 となり、生活科学部棟の実測データから解析モデルに入力した流入温度 35.98 との誤差は 0.09 とほぼ合う。Fig.6 に解析モデルの気温分布を示す。

同様に比較し、風速において誤差は -0.16 ~ 0.14m/s となり、風向は東となり実測値との差はほぼない。



Figure.5 Analytical model

Table.1 The main set content of analytical model

Item	Set Content
Analytical domain	320m x 267.25m x 152m X: -70m ~ 250m Y: -37.5m ~ 230m Z: -2m ~ 150m
Analytical outline	Turbulent flow・Non-compression, Analysis for steady state
Initial condition	Initial temperature: 35.98
Boundary condition	Inflow: East 1.66m/s 35.98 In or Outflow: north・south・west 35.98
Surface temperature	Building North side: 35.26 South: 39.37 East: 35.21 West: 37.90 The horizontal plan: 51.80 Inside: 36.00 Ground: 51.80
Turbulent model	Standard k - model
Thermal boundary condition	Building: Heat transfer rate 23.3W/m ² The sky: 1 x 10 ² W/m ²
Element division	The number of all element: 900,000

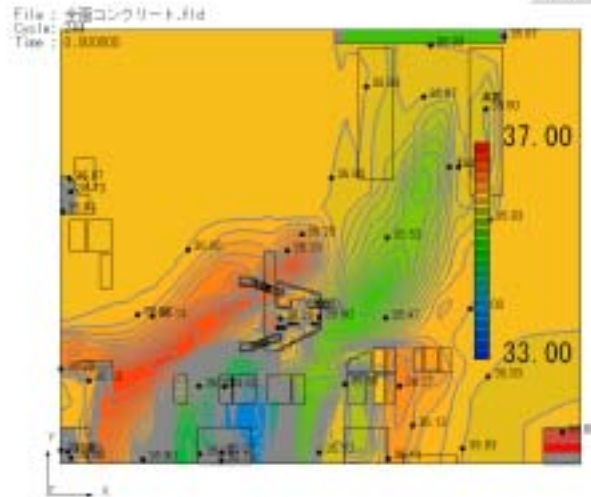


Figure.6 The temperature distribution of analytical mode

4 「新杉本町駅」の解析

4-1 解析方法

「新杉本町駅」案の図面を参考に解析の基本モデルを作成し、これを Case0 とする。換気口・壁面を変えていき、Case0 と比較する。

4-2 Case0 のモデルの概要

換気口の位置は駅案 (Fig.7) を忠実に再現し、一階のホームからコンコースに入るための階段・エレベーターと、コンコース床面との接合部の真上に計 3 つ設置する。これは Fig.7・8 の換気口に当たる。

東・西側壁面は駅案ではガラス張りとなっているが、Case0 では開口率 0% のコンクリート壁面とし、南側壁面は平面図では階段接合部で多少のコンクリート壁面が使用されているという状態だったが、流体性状の観点から比較しやすくするため、その基本となる Case0 は、南壁面を開口率 0% のコンクリート壁面とする。

駅事務所とトイレの空間 (Fig.7 の) は Fig8 のように統合した。

4-3 検討点の位置

駅空間の用途別に検討点を与え、これを用い Case0 との比較に用いる。検討点は、

- ：東西自由通路西側入り口
- ：東西自由通路中央入り口
- ：東西自由通路東側入り口
- ：コンコース内部
- ：駅事務所・店舗
- ：未計画オープンスペース

で、位置を Fig.7 に示す。検討点の高さは駅の床高 GL+7.45m より 1m 高い GL+8.75m とする。

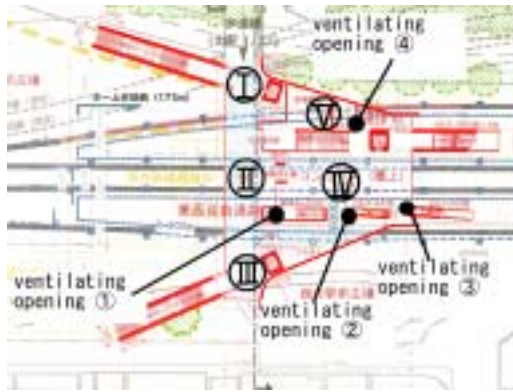


Figure.7 The position of examination point

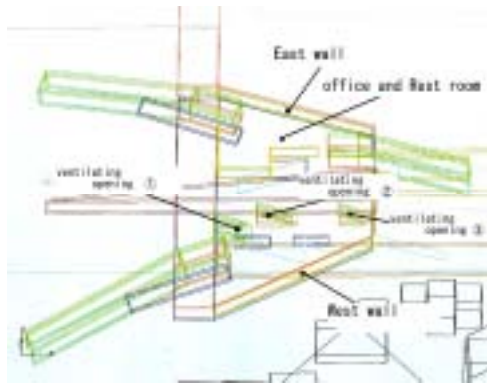


Figure.8 The model of New Sugimoto station

4-4 壁面・換気口に起因する駅空間内部の流体性状

Table.2 に示すように南側壁面を取り除いた Case1, 換気口設置方法を変えた Case2~4 で比較する。

換気口の開口面積は換気口 1 で 2m×3m、換気口 2・3 で 1m×2m で、開口部はすべて北向きである。検討点での気温の結果を Table.3 に、風速の結果を Table.4 に示す。

Table.2 The kind departure of Case

Case1	remove South wall from Case0
Case2	remove ventilating opening from Case0 and add ventilating opening to Case0
Case3	add ventilating to Case0
case4	remove ventilating opening from Case0

Table.3 The temperature in examination point

temper()	Case0	Case1	Case2	Case3	Case4
	36.50	36.53	36.60	36.40	36.53
	36.13	36.40	36.40	36.67	36.40
	35.73	36.07	36.67	36.40	35.73
	36.07	36.53	36.80	36.60	36.40
	36.20	36.47	36.87	36.60	36.47
	36.07	35.98	36.73	36.53	36.33

Table.4 The velocity of the wind in examination point

velocity of the wind (m/s)	Case0	Case1	Case2	Case3	Case4
	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	0.2	0.6	0.2	0.3	0.2
	0.3	0.5	0.1	0.1	0.2
	0.2	0.6	0.1	0.2	0.2
	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3
	0.3	1.3	0.1	0.1	0.1

4-5 考察

以上のモデルのうち Case0 が最も温熱環境的に優れていた。Case0 の気温分布を Fig.9 に示す。

Case1 で南壁面を除くとコンコース内部に二極化した局所的な流体の流れを引き起こしているのが Fig.10 で理解できる。かえって駅空間内部が暑っている。また換気口 1 を除くと駅空間内部の気温は上昇するのが Case4 から見てとれる。換気口 1 の真下の位置にはホームからコンコースに入るための階段があり、そこから流入する流体が比較的高温であり、換気口 1 から抜けていた一部の流体が換気口 1 を取り外すことで駅空間内部に影響を与えている。換気口 4 をとりつけた Case2・3 も駅空間内部の気温が上昇する。中途半端に流体の流れる方向を分散させることが、かえって駅空間内部の気温を上昇させることが分かる。

このことから南側壁面をとじ駅空間内部を気流があまり生じていない空間とすれば、半戸外の北側へと安定した気流性状で気流を流すことができ、駅空間内部の温熱環境の向上につながる事が分かる。

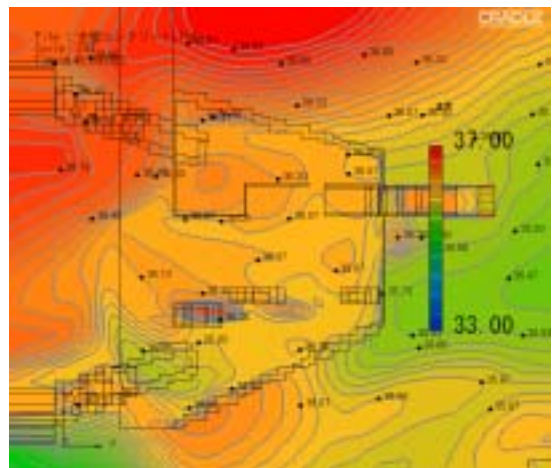


Figure.9 The temperature distribution of Case0

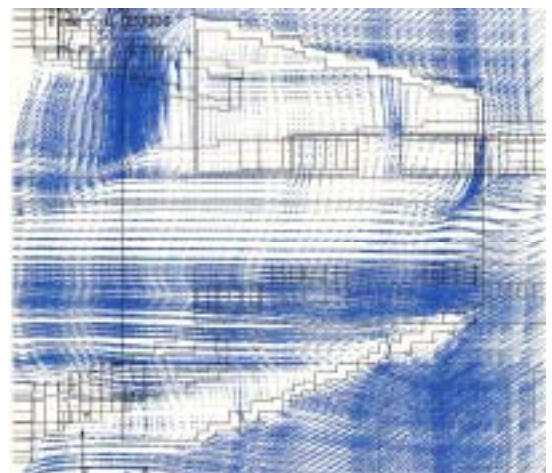


Figure.10 The vector of the wind in Case1

5 南側壁面の再検討

5-1 経緯

半戸外となった北側へと安定した気流性情で気流を流すことが、駅空間内部の温熱環境の向上につながる事が分かったが、これは駅空間においてあまり気流が生じていない場合の結果である。気流がある程度生じていて、かつ温熱環境的に優れた駅空間をどのように実現するかの考察も必要である。

5-2 解析方法

温熱環境的に最も優れていた Case0 と、Case0 の南壁面幅を変えた Case5・6 と Case1 とを、検討点において比較する。

Case5・6の南側壁面の変更幅を Table.5 に、アクソメ図を Fig.11 に示す。

Table.5 Cas5 and Case6

Case5	South wall wide 7m
Case6	South wall wide 4m



Figure.11 The appearance of South wall in Case5and 6

5-3 解析結果

Table.6 に検討点における気温と風速の結果を、Fig.12 に Case6 の駅空間内部の気温分布を、Fig.13 に Case6 の駅空間内部の流速分布を示す。

Case5 では気温が比較的安定しているが気流速度はコンコースにおいて Case0 と Case1 に比べて上昇するものの、その他の駅空間内部においては気流速度の上昇は得られない。

Case6 では気温がコンコース・駅事務所とトイレの空間・未計画のオープンスペースと空間ごとに分布した。駅空間全体において位置によって気温差はあるものの検討点 . . . では Case0 よりも気温が低下し、温熱環境的にも Case0 に劣らない結果である。気流速度も気温分布と同じく、空間ごとに分布している。

Table.6 The velocity of the wind and the temperature of examination point

temper(Case0	Case1	Case5	Case6	velocity of the wind (m/s)	Case0	Case1	Case5	Case6
	36.50	36.53	36.47	36.47		1.2	1.2	1.2	1.2
	36.13	36.40	36.27	36.07		0.2	0.6	0.35	0.8
	35.73	36.07	35.93	36.27		0.3	0.5	0.1	0.2
	36.07	36.53	36.27	36		0.2	0.6	0.4	0.9
	36.20	36.47	36.27	36.47		0.3	0.2	0.2	0.5
	36.07	35.98	36.33	36.47		0.3	1.3	0.2	0.2

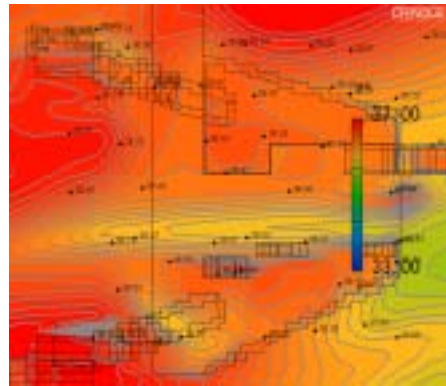


Figure.12 The temperature distribution of Case6

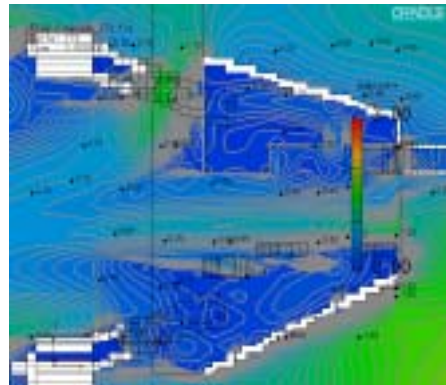


Figure.13 The velocity distribution of the wind in Case6

6 まとめ

「新杉本町駅」をもとに CFD 解析により、換気口の位置や壁面素材の違いによる温熱環境の違いを調べた結果、次のことが分かった。1)採光・換気を目的とした換気口はホームからコンコースに入るための階段・エレベーターと、コンコース床面との接合部の真上のみに設置することが望ましい。2)南壁面に開口部を設けると(Case6)では空間ごとに気流性状が異なる。これはとても興味深い結果である。コンコースとは駅を利用するための動的空間であり、歩行者の移動が主な目的を持った空間である。それに対し、駅事務所とトイレの空間・西側オープンスペースは歩行者の移動が比較的少ない静的空間であると予測される。このように空間ごとにその利用方法が異なることを考慮すると、この Case6 の気流性状の結果が歩行者に対してどのような影響を及ぼしうるのか考察を行うことができる可能性がある。3)壁面に開口部を設けることは外的要素に大きく左右され、そのコントロールが難しいことが Case1 と Case5 から理解できる。

参考文献

1)川本真史ほか：大阪東横堀川の暑熱環境緩和効果に関する実測と計算，平成 19 年度建・近・研究報告集，第 47 号，pp.185-188, 2007 年。