

CFD 解析による福井大学文京キャンパス内の風環境評価に関する研究

吉田 伸治*

高橋 祐輔**

Study on Evaluation of Wind Environment within Bunkyo Campus of University of Fukui Using CFD Analysis

Shinji YOSHIDA*

Yusuke TAKAHASHI**

(Received March 2, 2010)

The purpose of this study is to investigate wind environment within Bunkyo Campus of University of Fukui by means of the Computational Fluid Dynamics. The wind environment is evaluated using the scale for assessment including the effect of air temperature at the pedestrian level. Through the study, it was found that the installation of arcades near the Integral Research Building enables us to improve the wind environment.

Key Words : Computational Fluid Dynamics (CFD), Wind Environment, Arcade

1. はじめに

福井大学文京キャンパスでは 2002 年に総合研究棟 I (南部), 総合研究棟 II, 2004 年 VBL, 2008 年には総合研究棟 I (北部)と竣工させ, 高層化・高密度化が進められている. 特に総合研究棟 I は 13 階建と福井市でも有数の高さを有しており, 本学の新たなシンボリック的存在である反面, その周辺ではビル風による風環境の悪化が指摘されている. 文京キャンパスは本学教職員のあらゆる活動の中心であり続けると考えると, このビル風問題の対策は快適なキャンパス空間創出を考える上で急務な課題と言える. 本研究では数値流体物理学 CFD (Computational Fluid Dynamics) 解析に基づく数値解析^[1]により本学文京キャンパス内の風環境の形成メカニズムを明らかにすることを目的とする. また, 本稿では冬季におけるキャンパス内メインストリートの風環境改善の対策として防風用アーケードを設置する場合の効果についても検討する.

2. 解析概要

2.1 解析対象

解析対象は福井大学文京キャンパスである. 図 1 に文京キャンパスの平面図を示す. なお, キャンパス全体の風環境を分析するため, その形成に寄与す



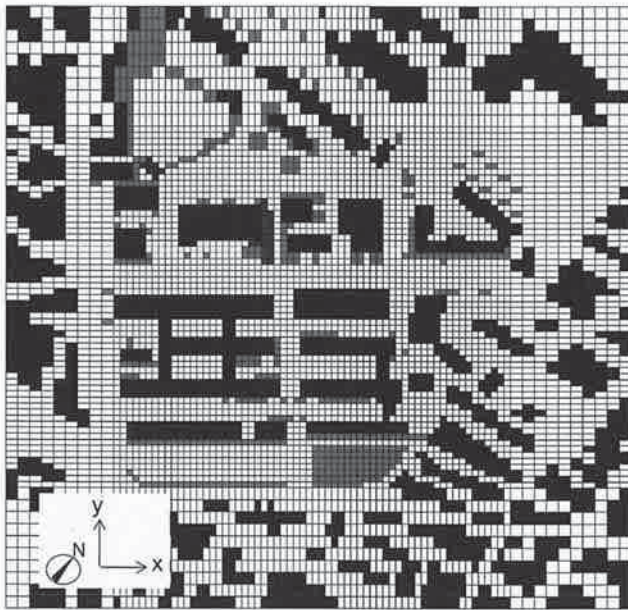
図 1 解析対象

* 建築建設工学専攻

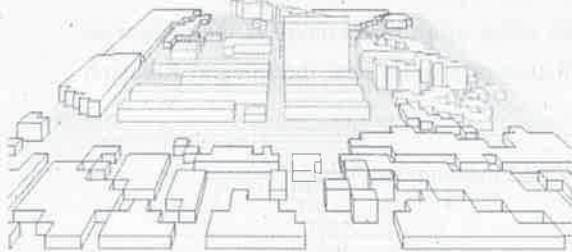
** 名古屋大学大学院環境学研究科

* Architecture and Civil Engineering Course,
Graduate School of Engineering

** Graduate School of Environmental Studies,
Nagoya University



(1) 平面図

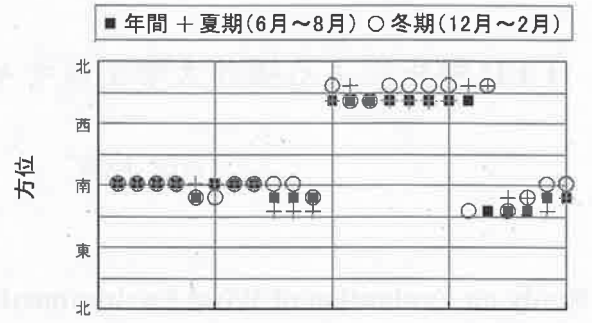


(2) 鳥瞰図 (南東方向より望む)
図2 解析領域のグリッドデザイン

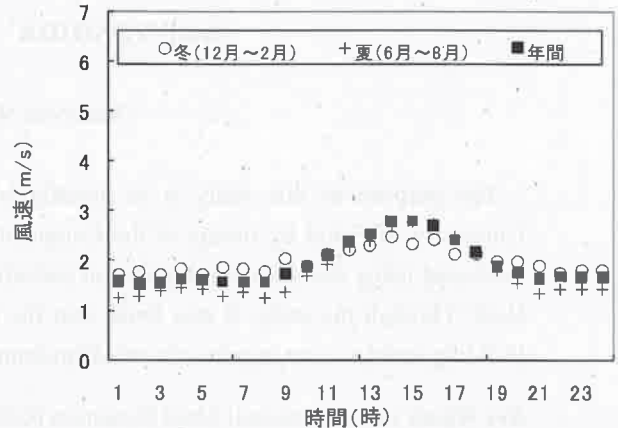
る周囲の住宅地, 芦原街道付近も含んだ領域を設定する. 図2にCFD解析のために設定したグリッドデザインを示す. 解析領域の大きさはx方向770m, y方向810m, z(鉛直)方向460mとし, メッシュの総分割数は265,236 (93(x)×92(y)×31(z))とする.

2.2 解析条件

冬季日中(午後2時頃)を対象日時と想定する. 気象条件は, 拡張アメダス気象データ^[1]の福井(標準年)を参考に設定した. 参考として, 図3に風向ならびに風速の季節毎の時間変化を示す. 年間を通じて夜間および午前中には南または南東から, 日中は北西からの風向を示すことが分かる. 本解析では, ビル風による日中における街路内の歩行並びに温熱環境悪化の影響分析を目的とするため, 冬季日中(12時~18時頃)の主風向の北西(NW), 準主風向の北(N)を対象とした解析を行う. 風速については, 高さ6.5m (H_b)で2.3m/s (U_b)となることを基準に地上高さの1/4乗に比例するプロファイルを与えた ($U(z) = U_b \times (z/H_b)^{0.25}$). なお, 本解析では冬季を対象とするため夏季に比べて気温の空間分布が小さいと判断し, 気温は空間一様に3°Cと想定した.



(1) 季節毎の風向の時間変化



(2) 季節毎の風速の時間変化

図3 福井市の冬季風向の風配図

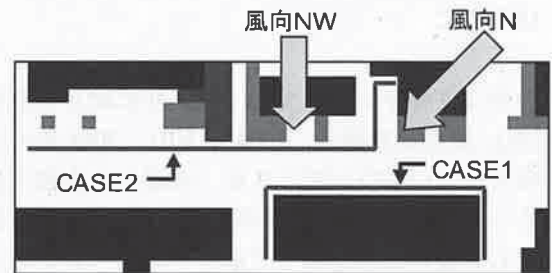


図4 解析ケース (アーケードの配置)

2.3 解析ケース

本解析では, まず前節に示した二つの風向(NW, N)を対象とした現状の風環境評価を行う. さらに, 現状に対する対策案として文京キャンパス内メインストリート歩道にアーケードを設置することを想定し, その効果を評価する. 図4に本解析で想定するアーケードの設置位置を示す. 総合研究棟近傍に設置する場合をCASE1, 大学会館前から生協までを含む歩道に設置する場合をCASE2として, 各々の評価を行う. なお, アーケードは高さ3m, 幅5mに設定する.

2.4 乱流モデル

建物風上側コーナーにおける乱流エネルギー k の過剰生産を抑制する改良Launder-Katoモデル^[2]を組み込んだ改良型 $k-\epsilon$ モデルを使用した. 解析手法の詳細は文献3を参照されたい.

2.5 結果の評価

村上・森川らが文献4で提案する気温の影響を考慮した風環境評価尺度(図5)を採用する。本解析では解析領域内の気温は3°Cで一様と想定するため風速1.4m/s以下を適風域, 1.4m/s以上1.9m/s未滿を中間域, 1.9m/s以上を強風による非適風域と判断する。具体的には領域内の高さ1.3mにおける水平方向各メッシュの風速に対して上記の3段階評価を適用して風況マップを制作する。

3. 解析結果

3.1 風向北西(NW)時の風環境評価

図6に解析領域全体の高さ1.3mにおける風速ベクトルの水平分布を, また総合研究棟周辺の結果を

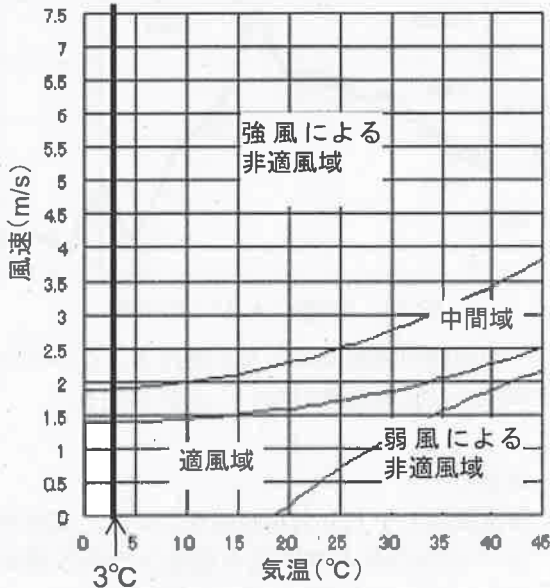


図5 気温の影響を考慮した風環境評価尺度

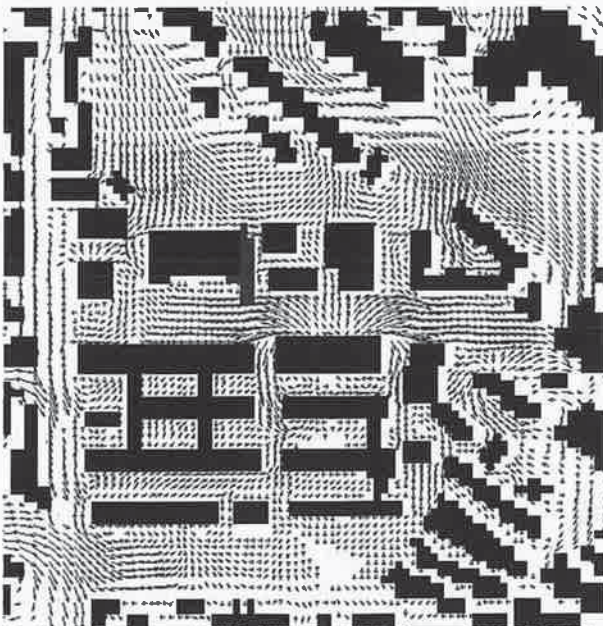


図6 風速ベクトルの水平分布(風向NW, 高さ1.3m)

拡大表示したものを図7に示す。日本海側から福井平野に流入する季節風の影響により, 解析領域北西から風が流入し, 図書館の北西の角で分離する。総合研究棟に対しては北西側壁面正面より風が衝突するため, 北西・北東の両コーナーを中心に剥離に伴う強風域が生じる。その結果得られる風況マップを図8に示す。上述の二つのコーナーを中心に非適風域が生じ, 適風と非適風の中間となる領域は工学部1号館近傍から産学官連携本部(地域共同研究センター)前まで広がる。次に本解析で想定する対策ケ

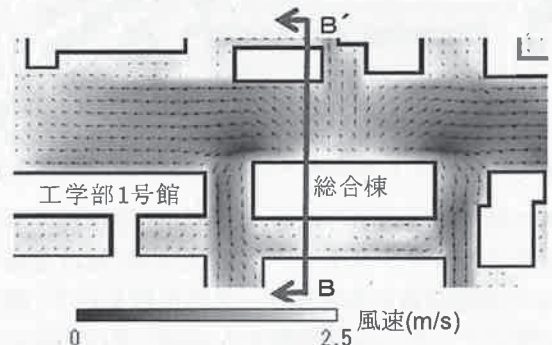


図7 風速ベクトルの水平分布(総合棟周辺, 風向NW, 高さ1.5m)



図8 総合棟周辺の風況マップ(風向NW, 現状)

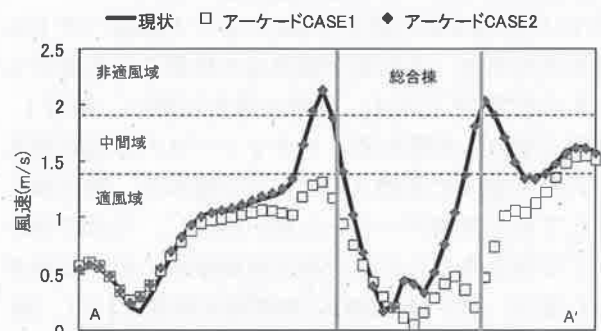


図9 風速のA-A'上の分布

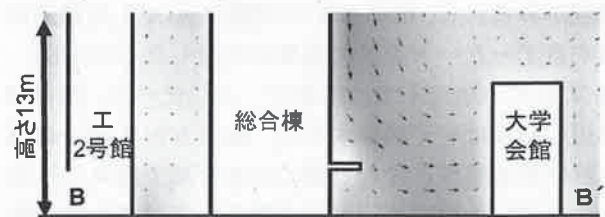


図10 風速ベクトルの鉛直分布(風向NW, CASE1)

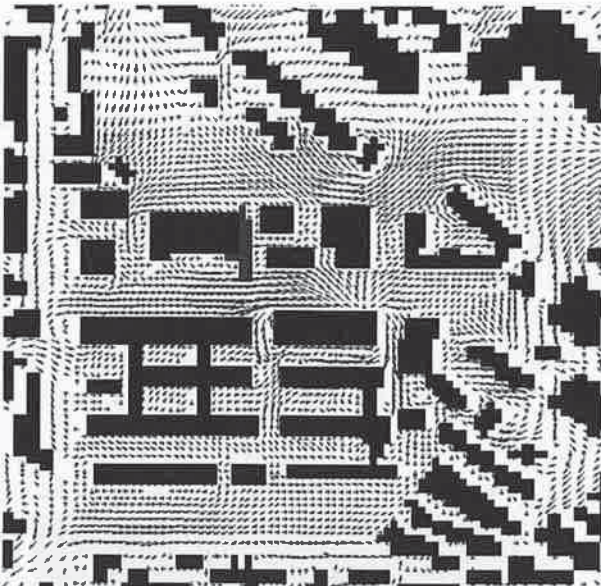


図11 風速ベクトルの水平分布 (風向N, 高さ1.3m)

ースの効果を検証するため, 図9に総合棟隣の歩道付近を含むメインストリート上(A-A')における高さ1.3mの風速分布の各対策ケースの比較を示す. 総合棟近傍にアーケードを配置するCASE1では現状に比べ風速が大きく減少する. これは図10に示す総合棟近傍の地表付近の風速ベクトルの鉛直分布(B-B')より明らかな様に, 設置されるアーケードが上方からの吹き降ろしを遮蔽するためであり, A-A'上のほぼ全ての領域で適風域へと改善がみられる. 一方, 大学会館そばの歩道にアーケードを設置するCASE2ではその効果は殆ど表れない. これはアーケードの設置の有無に関わらず総合棟からの吹き降ろしが地表付近に直接到達するためである.

3.2 風向北(N)時の風環境評価

図11に領域全体の高さ1.3mにおける風速ベクトルの水平分布を, また総合棟周辺の結果を拡大表示したものを図12に示す. 風向の変化に伴い, 教育1号館と教育2号館の間よりキャンパス内に風が流入し大学生協の北東側コーナーで分離する. 総合棟に対しても北東側コーナーに風が衝突し, これに伴い生じる吹き降ろしと総合棟北西側壁面に沿う気流が合わさり, 風下側(西側)に強風域が形成される. 図13に示す風況マップにおいても, 総合棟北西コーナー付近から工学部1号館前まで広がる非適風域, 中間域がみられる. 風向NWと同様にA-A'上の風速に対するアーケード設置の効果を比較したものを図14に示す. CASE1では現状ケースに比べて, 総合棟周辺の風速はやや減少するが, 風向NWの場合の様に評価が適風域に変わる程の大きな減少は見られない. これは強風の原因が吹き降ろしだけでなく, 総合棟側壁面に沿う気流の影響が大きいことを示している. また, 風向NWと同様にCASE2ではアー

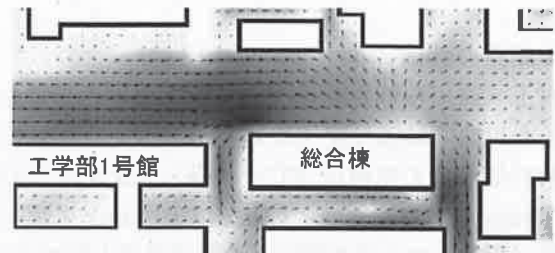


図12 風速ベクトルの水平分布 (総合棟周辺, 風向N, 高さ1.5m)

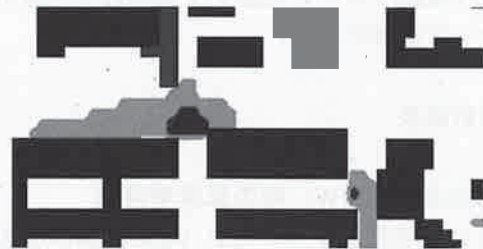


図13 総合棟周辺の風況マップ (風向N, 現状)

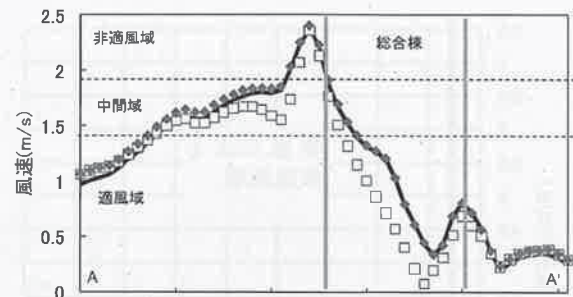


図14 風速のA-A'上の分布

ケードの設置の効果はほとんど表れず, このアーケード単独では防風効果がないことがわかる.

4. まとめ

- (1) 数値流体力学CFD解析技術を用いて, 文京キャンパス内の冬季風環境の現状とその改善のためのアーケードの設置効果を分析した.
- (2) 冬季日中の総合棟周りの風環境は同建物に対する気流の衝突ポイントによって大きく変化する.
- (3) 風環境改善のためにアーケードを設置する場合, 総合棟近傍に設置するのが最も有効である. しかし, 風向Nの場合, 風向NWの場合に比べてその緩和効果は小さくなるため, この対策のみでは不十分であり, 常緑樹の効果的な配置をはじめとする対策が必要であることが示唆された.

参考文献

- [1] 日本建築学会編, 拡張アメダス気象データ (2000).
- [2] Kato M., Launder, B.E., Prep. of 9th Symp. on Turbulent shear flow, 10-4-1-6 (1993).
- [3] 村上, CFDによる建築・都市の環境設計工学, 東京大学出版会(2000).
- [4] 村上, 森川, 第6回風工シンポジウム論文集, 219-226(1982).