

# Wind Effects

*New Frontier of Education and Research in Wind Engineering*

# News

**Vol.30 August 2012**

Wind Engineering Research Center  
Graduate School of Engineering  
Tokyo Polytechnic University

## **INDEX**

- 平成 23 年度の研究成果紹介 ..... 1
- The 7th China-Japan-Korea International Workshop on Wind Engineering 参加報告 ..... 13
- The 5th International Workshop on Equivalent Static Wind Loading 開催報告 ..... 14
- 動的シミュレーションと動的予測制御による空調システムの過渡特性改善に関する研究 ..... 15
- Application of ventilation indices to evaluate ventilation efficiency in newly-built urban area at pedestrian level ..... 18
- グローバル COE オープンセミナー ..... 24
- お知らせ ..... 25



図3 天井板の破壊

図4 天井骨組みの破壊

#### 4) 屋上緑化システムの耐風性能の実験的方法を用いた評価

三種類の樹木(図5)、一般に売られている3種類の屋上緑化モジュール(図6)の一樣乱流流中の空力特性(異なる風速における風力と投影面積)を体系的に明らかにした。樹木の充実率や流入気流の乱れ強さもパラメータとした。実験から分かったことは、落葉樹や針葉樹では、風速が増大すると樹木が傾いて投影面積が小さくなるために抗力としては小さくなること(図7)、屋上緑化モジュールでは大半の場合、風速に対する依存性は輸していないことが

分かった(図8)。一方で、長さスケール1/67の中層建築物と植栽モジュールモデルを含めた圧力模型を屋上緑化モジュールの空気力特性を決定するために設計した。屋根の形状、モジュールの位置、風向、パラベットの高さなどをパラメータとして実験を行った。一樣流中においてモジュールに作用する力を比較したところ、ユニットを持ち上げる力および横力は主に、複雑な性状を示す風況の影響を強く受けていることがわかった。

図5 樹木模型

図6 モジュール模型

図7 樹木モデルの平均抗力係数の風速に対する変化

図8 モジュール模型の風速に対する変化



8) ねじれ角度の異なる正三角形平面を有する高層建築物の空力特性

近年さまざまな形状を有する高層ビルが建設されている。種々の平面形状を有するもの、鉛直方向に形状を変えていくもの、それらについてもいまままで系統的にその空力特性が明らかにされてきている。その流れの中でここでは同じ体積で種々の形状を有する柱状高層建築物（正三角形平面の柱状体を基本とし、隅部を切り取ったもの、60度、180度、360度鉛直方向にねじれているものの5種類）の空力特性（風

圧力、風力、モーメントの統計量や周波数特性など）を明らかにした。さらに実験で得られた風圧力分布を元に応答解析を行い、空力的に、設計面から見てより信頼性の高い形状を見出すことを目標として検討を進めた。力や転倒モーメントは風洞実験から得られた風圧力分布を積分して求めた。さらに風方向、風直交方向、ねじれ方向それぞれの風力のパワースペクトルから外力の周波数性状を把握した。風応答は一般化風力から計算した。図12に結果の一例として風方向と風直交方向の転倒モーメントの風向依存性を示す。

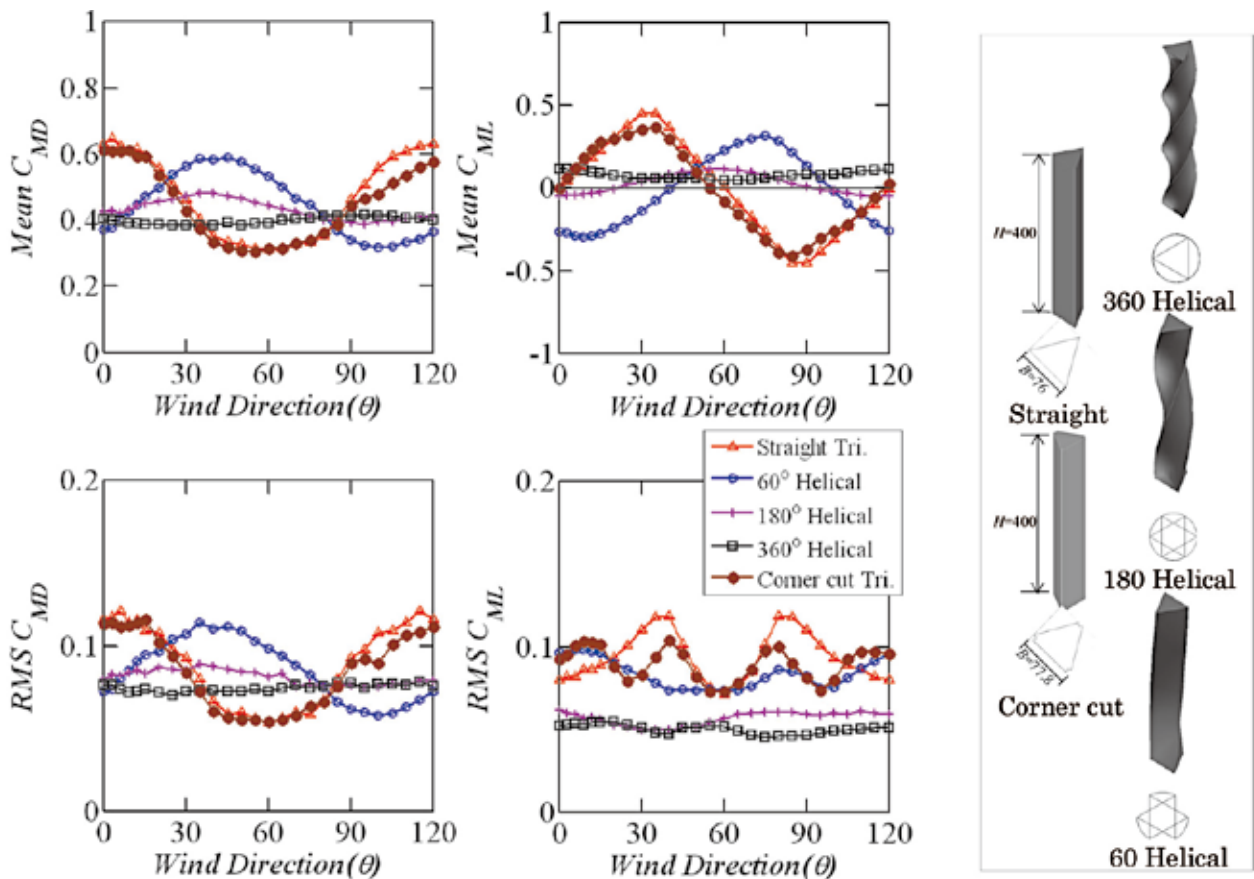


図12 転倒モーメントの風向依存性

9) シートを併設した仮設足場の風力特性

地震荷重はもとより風荷重は仮設足場の安定性に対して強い影響を与えている。昨年いたるまで強風による仮設足場の被害は後を絶たないのが現状である。既往の研究によれば特にシートに充実率0%のものを用いた場合、仮設足場にかかる風荷重は増大することが指摘されている。

そこで中層建築物に設置した仮設足場の両面の圧力を測定する風洞実験を行ないその特性をいまままで配慮されなかった点も含めて明らかにすることとした。実験パラメータとして、本年度は仮設足場の配置（I型、L型、U型、O型）、

流入気流を基本とし、さらに仮設足場が建築物の建設時、修繕時、解体時に用いられることも鑑み建物の開口率も重要な位置づけとしてパラメータに加え、それぞれにおける仮設足場に設置されたシートの両面における圧力分布を測定した。図13は、各仮設足場配置において、平均風力係数の、建物の開口率に対する依存性を示す。建物の開口率が大きくなるほど、局所風力係数は値が小さくなり、全体を通して定性的にI型とL型のときに、最大値は他より値が大きくなり、最小値は値が他より小さくなることがわかった。

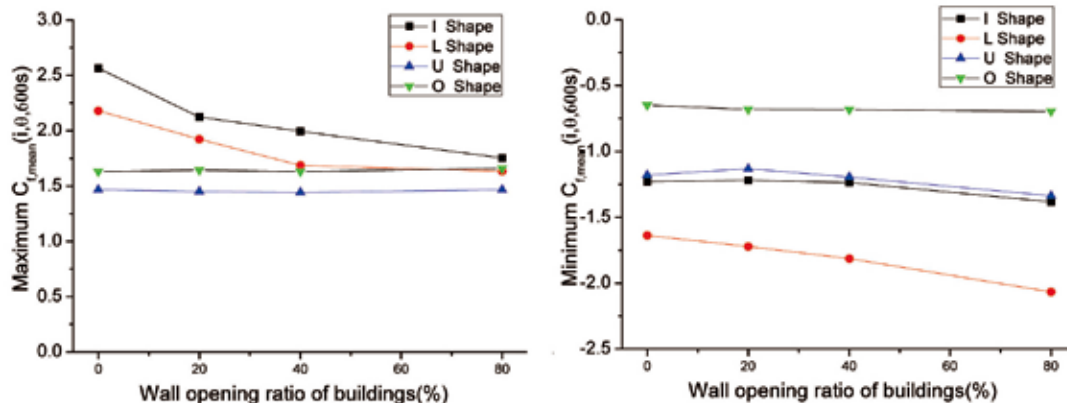


図 13 仮設足場に設置したシートに作用する局所風力係数の建築物の開口率に対する依存性

10) 低層建物の表面圧力と作用する力の周辺建物による Fetch 効果

この研究の目的は低層住宅に作用する表面圧力と風力に関する周辺建物の Fetch 効果を明らかにすることである。風路内に表面圧力分布を測定するための圧力孔を有する立方体のモデル(対象モデル)を設置し、周囲を同一形状のダミーモデルで囲むように面積密度が6%, 11%, 16%, 25%, 44%となるように配置する。Fetch 効果を明らかにするために、対象モデルを流れ方向に移動しながら周囲の建物モデル群の影響を圧力分布から明らかにしていく。圧力

係数は二つの方法を用いて定義する。ひとつめは、圧力係数を、気流がブロックモデル群に流入する位置における速度圧で基準化する方法、もうひとつは対象モデル設置位置における速度圧によって基準化する方法である。ピーク風圧力と風力の特性を詳細に調査した後、(ゾーニング)相互作用ファクターを導入して相互作用の効果を考慮して風荷重を見積もる方法の構築を試みた。結果を下表に示す。(ゾーニング)相互作用ファクターは面積密度 CA の指数関数のみで表せることが分かった。

表 1 相互作用ファクターとゾーニング相互作用ファクター

抗力の相互作用ファクター, $IF_D$		揚力の相互作用ファクター, $IF_L$		
$0.77e^{-3.18C_A}$		$C_A < 0.06$	0.7	
		$C_A > 0.06$	0.4	
	壁表面		天井表面	
	max $IF$	min $IF$	max $IF$	min $IF$
zone I	$1.15e^{-1.46C_A}$	$0.87e^{-2.55C_A}$	-	$0.89e^{-3.3C_A}$
zone II	$1.12e^{-2.41C_A}$	$0.81e^{-2.46C_A}$	-	$1.09e^{-3.21C_A}$
zone III	-	-	-	$0.61e^{-2.52C_A}$

11) 構造部材・非構造部材が建築物全体の動的特性に与える影響

建築物の動的特性を詳細に検討するとき、構造部材、非構造部材あるいはその相互作用の影響は、互いに複雑に関わりあっていることを認識する必要がある。そこでそれらの影響と実験用の構造物と実際の建物を用いて建設過程における剛性評価を行なう。本研究のなかで2棟の3層建築物と1棟の1層建築物モデルを建設しながら、その過程の各ステージにおいて評価を行なった。

常時微動, 正弦波振動, スweep振動, 自由振動, ホワ

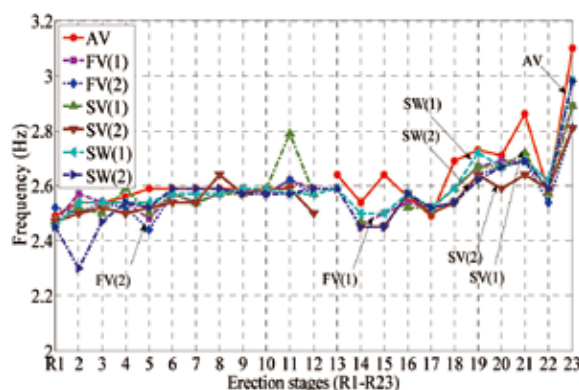


図 14 各建設ステージにおける固有振動数の推移

イトノイズ振動，地震波振動などを加えて評価を行なった。振幅レベルも強度別に3種類を設定した。構造部材と非構造部材（ALC壁，モルタルジョイント，シーリングジョイント，内装カバープレート，戸境壁，窓）の動的挙動と建物全体の剛性を評価した。さらに，より正確な建築物の有限要素モデルを構築するために，建物の各建設ステージにおける有限要素モデルを作製し，建設プロセス同様に検証を加えながら組み上げていった。また異なる入力波に対する動的

挙動の把握を目的とした，いくつかの近年提案されているシステム同定技術を用いた評価プログラムも作成した。

12) 柱状体の表面圧力のウェーブレット・コヒーレンス構造

本研究では新たなウェーブレット変換を用いて，流入風の持つ乱れ特性と典型的な柱状体（ $B/D=1$ ， $B/D=1$ ；スプリッタープレート付， $B/D=5.0$ ，ここで $B$ は柱状体の幅， $D$ は奥行き）の表面圧力のスパン方向と弦方向のコヒーレ

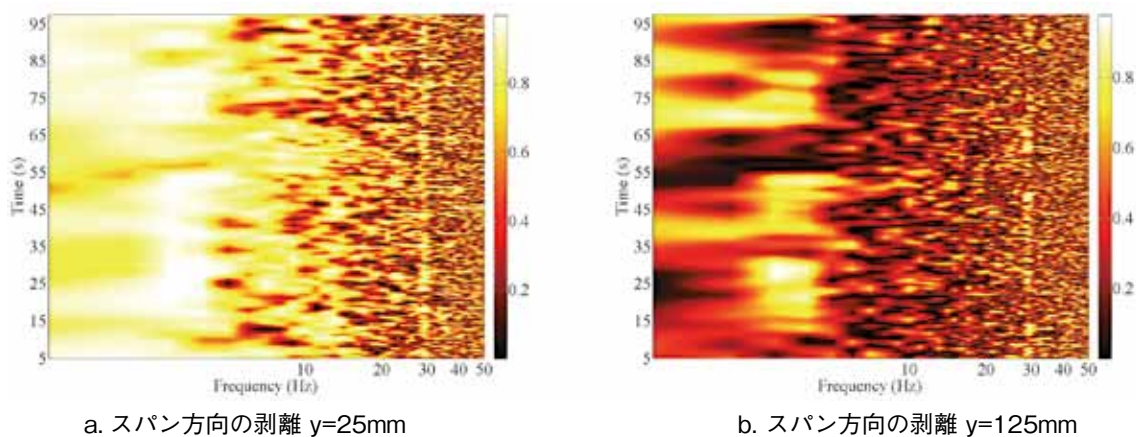


図 15 圧力のウェーブレットコヒーレンス分布 ( $B/D=1$ )

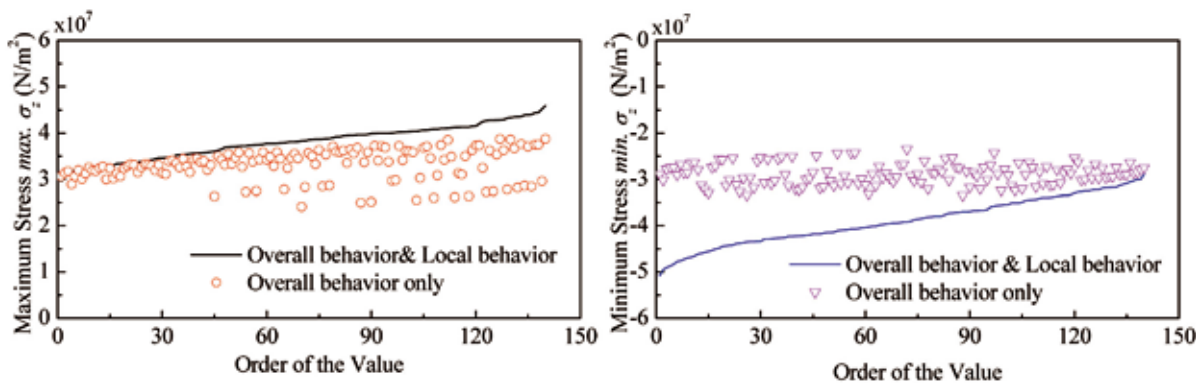


図 16 薄肉搭状シェルの全体挙動最大風荷重効果に対する貢献率

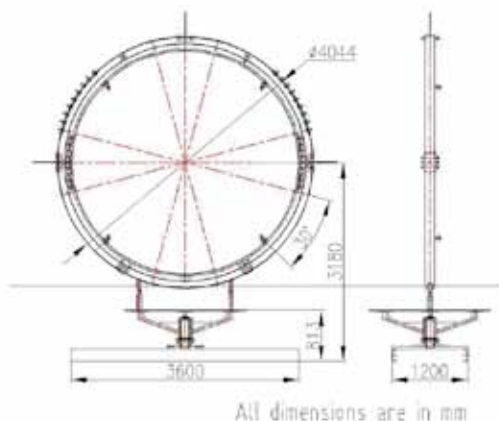


図 17 試験体設置状況（左），試験体設置用フレーム（右）

ンスの構造を明らかにすることを目的としている。流入風と柱状体表面の圧力は風洞実験から得た。フーリエコヒーレンスを用いた従来からのアプローチでは、周波数領域におけるコヒーレンス構造を明らかにするが、ウェーブレットコヒーレンスを用いると、同時にコヒーレンス構造を時間-周波数領域双方で評価することができる。さらに時間-周波数領域におけるコヒーレンス構造の間欠性と高いコヒーレンスイベントがウェーブレットコヒーレンスによって明らかになる。そこで柱状体の表面におけるブラフボディ流れと物理現象、弦方向の圧力のコヒーレンス、時間-周波数解像度と風の持つ乱れと圧力のウェーブレットコヒーレンスにおけるウェーブレット関数パラメータを解明し議論した。

### 13) 風荷重作用時の構造部材の応力状態に構造物の全体および局所挙動が与える影響

従来の耐風設計規・基準は、構造部材用風荷重と外装材用風荷重に分かれて構築されており、例えば薄肉円筒シェルの外壁や大空間構造屋根の外装材支承部材のような構造物の全体挙動と局所的な風圧力が同時に影響を与えるような構造部材の風荷重を決定付けるには十分とはいえないのが現状である。そこで、風荷重作用条件下において構造物の全体および局所的な挙動が最大荷重効果に対してどのような貢献率を有しているかを明らかにする。

外力を風洞実験で求めて、有限要素法解析によって挙動を把握した結果、全体挙動のみを考慮してしまうと、構造部材に対する荷重効果は過小評価になってしまう場合があることがわかった。その顕著な例として薄肉シェルの場合、下図に示すように、周方向の応力状態は、全体挙動のみ考慮したときに比べて双方を考慮したときのほうが最大値も最小値も大きくなっている。その一方で、大空間屋根構造の支持材については、局所的な風圧力による内部応力は局所的な風圧力分布と荷重効果の影響関数を加味することで準静的な方法で算出することができることがわかった。

### 14) 気象条件、周辺地域条件まで加味した、斜張橋におけるレインバイブレーションの評価

強風と強雨を原因として発生する空力不安定現象として、レインバイブレーションがある。ここでは斜張橋のケーブルを対象として振動発生時の周囲の地形や気象の条件も加味した応答レベルを予測法を構築することを目的として研究を進めている。レインバイブレーションは降雨量、風速、風のケーブルに対するヨー角だけでなくさらにはケーブルの傾斜角度などにも依存して特定の条件下で発生する振動現象である。ここでは主にこの振動特性について実験的手法を用いて解明を進めるが、これらのパラメータを変化させながらシミュレートする風洞装置、降雨装置などを含めた実験シス

テムを利用して行なう。図 17 に試験体設置状況と試験体を取り付けるフレームの図面を示す。現在までに、装置の動作確認および実験模型設置部の気流性状などを把握してきており、実験は次年度から開始する予定である。

## 通風換気分野 (プロジェクト 2)

### 1) 非定常通風環境下における温冷感指標の開発

研究目的は、過渡的な人体温熱制御作用を予測することができる非定常状態における人体温熱生理モデルを開発することである。また、開発された非定常人体温熱生理モデルを用いて、非定常通風環境下における温冷感指標を開発することである。

2011 年度には、実験は通風型人工気候室を用いて気温、相対湿度及び風速のステップ変化を発生させることで非定常環境を再現した。静穏環境において、人体熱バランスモデルである 2 ノードモデルの人体温熱制御係数を被験者実験データから同定した。図 1 で示すように、過渡的な平均皮膚温は高い予測精度が得られた。しかし、通風環境における 2 ノードモデルの人体温熱制御係数については、普遍的な制御係数は得られなかった。

通風型人工気候室を用いて非定常温熱環境下における主観申告実験を行った。図 2 に温冷感指標である温冷感、快適感及び気持ちよさの時刻歴波形を示す。通風環境のステップ変化によって人体熱バランスがマイナス側に変わったとき、気持ちよさの申告は「とても気持ちよい」になった。しかし、通

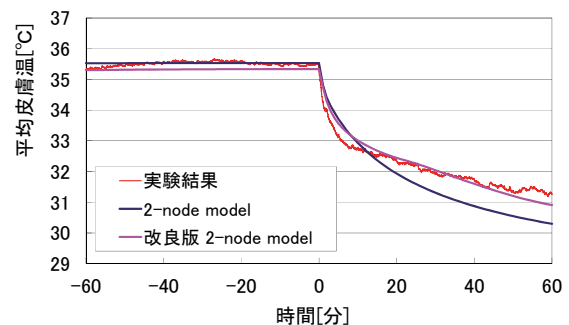


図 1 非定常静穏環境下における同定された 2 ノードモデルの平均皮膚温の予測精度

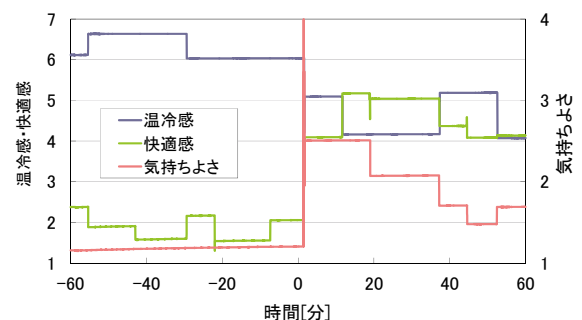


図 2 温冷感、快適感及び気持ちよさの時刻歴波形

風環境の気持ちよさの発生時間は、静穏環境よりも短かった。

2) 数値サーマルマネキンによる静穏環境における部位別皮膚温と顕熱損失量の予測精度検証に関する研究

在室者の温熱快適性を検証する上で数値流体力学 CFD の利用が行われている。本研究は、数値サーマルマネキンを作成し、静穏環境での人体皮膚温と顕熱損失量を実験用サーマルマネキンと比較することにより、CFD の予測精度を明らかにすることを目的とする。

実験は、東京工芸大学の通風型人工気候室で実施した。立位の裸体状態でサーマルマネキンを室中央に配置して測定

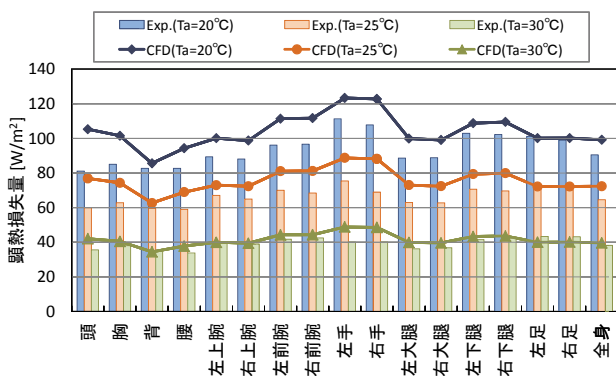


図3 数値サーマルマネキンと実験サーマルマネキンによる顕熱損失量の比較

した。室温は 20, 25, 30℃, 風速は 0.1m/s の 3 ケースとした。

実験と同じ条件で数値サーマルマネキンによる皮膚表面温度の予測精度を検証した。実験値と CFD 予測値の皮膚表面温度は同様の傾向を示した。図 3 に顕熱損失量の CFD 予測値と実験値の比較した結果を示す。各ケースとも CFD 予測値は実験値よりも若干高かったが、CFD 予測値は一般的に実験とよく一致していた。

3) 冷房エネルギー消費の改善を目指した息する通風換気ファザードの最適設計に関する研究

2011 年の東日本大震災以降、深刻な電力不足に直面して

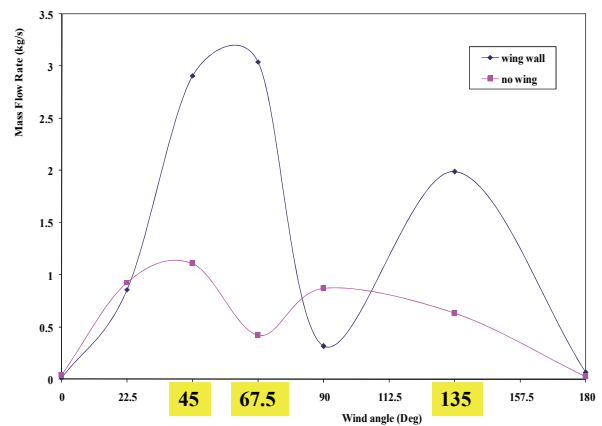


図5 通風換気促進壁の通風導入効果

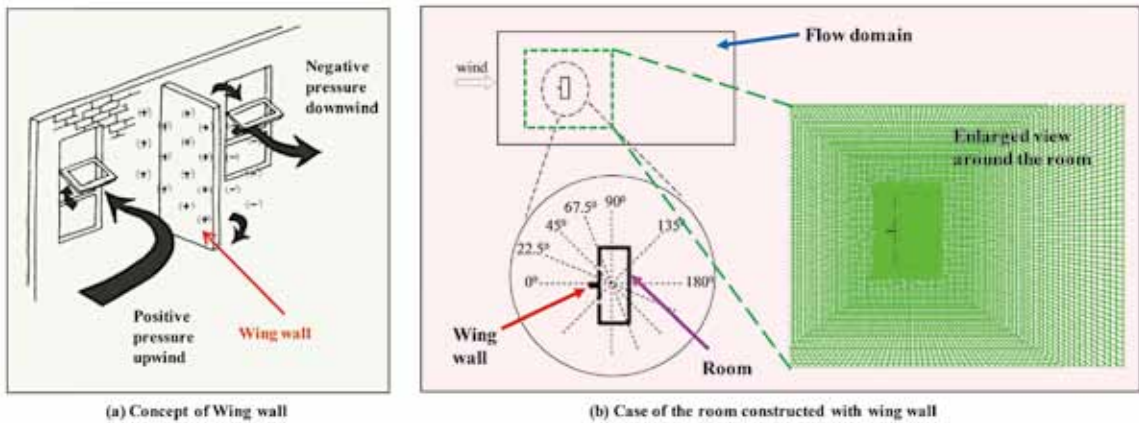


図4 換気促進壁と CFD 計算領域

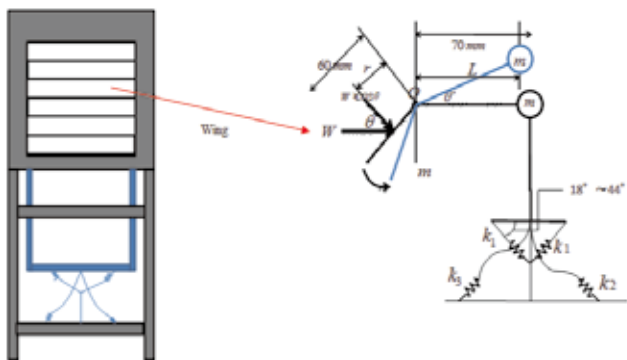


図6 質量とバネを用いたガラの開閉機構

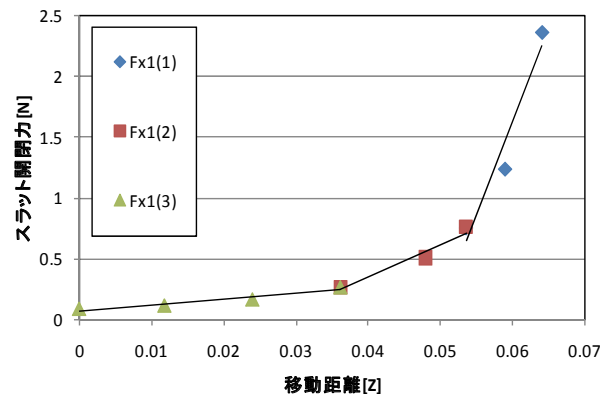


図7 スラット開閉力と移動距離の関係

いる。とくに夏場は深刻である。従来は、蒸暑環境の改善に機械空調のアクティブ冷房方式が採用されていたが、現在は節電の関係から、パッシブ冷涼風方式の再評価がなされている。本研究では、環境効率と持続可能性の視点から、住居建築の外皮設計に係わる最新の情報をレビューし、経済性を重視した場合、換気促進壁が最も実現性が高い通風換気ファザードであることが判った。図4に換気促進壁を示す。図5に単室2開口モデルで通風換気促進壁の有効性を数値解析で検討した結果を示す。風向により通風が促進されている。

#### 4) 定風量通気特性を有する風力開閉式外気取り入れガラの開発

事務所ビルなどでは、室内の空気質を維持するために、一定の外気を室内に取り入れる必要がある。外気取り入れ口は、外壁に設けられることが多いが、この場合、壁面にブラインド状のガラリが設置される。ガラリは隙間が少ない方が雨水や、砂塵の侵入を防ぐのに効果的であるが一方で、通風抵抗となるため、大量の外気を取り入れるためには大きな面積が必要となる。本研究では、風が強い時には隙間が狭まり、風が弱

い時には、隙間が広がって、面積が小さくても一定の風量を流すことができる風力開閉式外壁ガラリについて検討した。

その結果、図6のような特性を有するばねで下方に引っ張れば上流側風速が変化しても下流側風速を一定にできることが明らかになった。そこで、紐とばねを使った開閉制御装置を作成して実験を行い、自然風に近い変化をする風の下でも、定風量特性が得られることを確認した。

#### 5) 中空円筒状の木炭を用いた直接加熱・冷却型デシカント装置の吸放湿特性

吸湿材としてオガ炭を用いた直接加熱・冷却型デシカント装置を試作し、実験によってその性能を確認した。その結果、試作したデシカント装置は、15℃以上の冷水を使って除湿でき、40℃以下の温水を使って再生できることが明らかとなった。また、再生時間を1時間とした場合でも十分に除湿ができ、再生運転除湿運転を1時間で繰り返すことで効率良く除湿できることが確認できた。従って、装置を2台使って1時間毎に交互に吸着と再生を行えば、連続的に除湿できることがわかった。

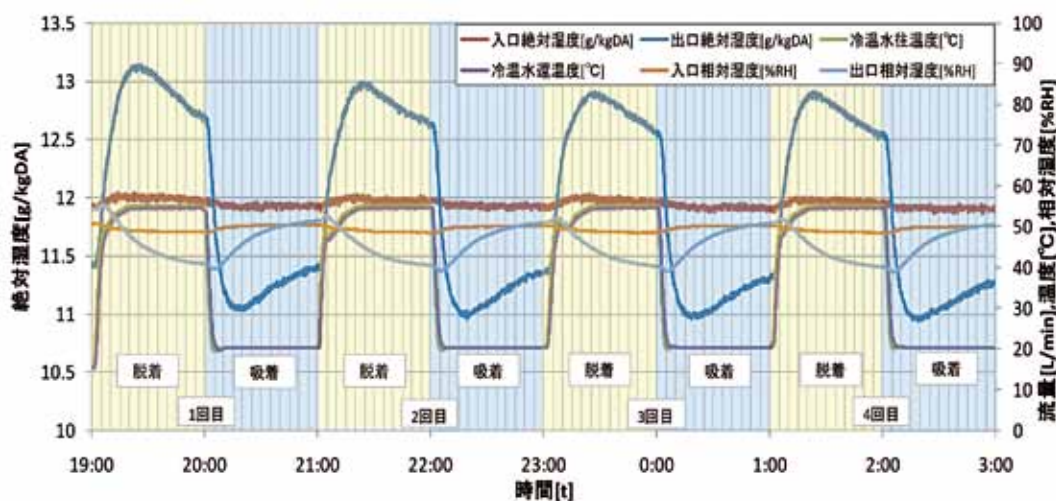


図8 運転中の装置出入口温湿度 (再生温水温度 :55℃, 冷水温度 :20℃)

### 風環境・空気汚染分野 (プロジェクト3)

#### (1) 領域気象モデルによる風速鉛直プロファイルや風速発生頻度の予測精度の検証

高層建物周辺のビル風の確率的評価のために必要な上空の風観測データは、周辺建物や風速計が設置されている自身の建物によって歪められている場合が多い。また高層建物建設地の近くに気象観測点が存在しない場合も多い。こうした問題に対し、我々は、領域気象モデル WRF(The Weather Research and Forecasting) を用いて、標準上

空風データを整備することを目指している。また筆者らは都市のヒートアイランド現象や大気汚染の CFD 解析に必要な夏季弱風時の典型的な風速や温度の鉛直プロファイルを WRF による計算結果から抽出しようとしている。これらの検討を行うためには、まず WRF が上空風速の発生頻度や風速の鉛直プロファイルをどの程度正確に再現できるかを明らかにしておく必要がある。そこで本研究では、ドップラーソーダやドップラーライダーを用いて観測されたデータを用いて、上空風速の発生頻度を求めるとともに、クラスター分析によって風速の鉛直プロファイルを抽出し、それらを WRF による

計算結果と比較検証した。

領域気象モデル WRF で風速鉛直プロファイルを再現するには地表面粗度を適切に与えることが重要と考えられる。しかし WRF のデフォルトの土地利用情報 USGS (United States Geological Survey) は、都市の粗密高低に関わらず、都市を1種類で表現している。そこで我々は GIS(Geographic Information System) を用いてより実際の状況に則った土地利用分類を行い、さらに都市を3形態に分類して地表面粗度を与える方法を開発した。WRF にこの地表面粗度を与えて、関東地方における解析を行い、大気境界層研究会がドップラーソダによって観測したデータとの比較を行った。WRF による風速の鉛直プロファイルの再現精度を統計的に検討するために、まずデータを風向ごとに分類し、クラスター分析によって鉛直プロファイルの形状が近いデータ同士のグループを作り解析値と観測値を比較するという独創的な手法を用いた。その検討結果を以下に記述する。

まず、図1と図2はそれぞれ、WRFによって計算された地上300mでの風向と風速の発生頻度を観測値と比較したものである。Case1とはWRFのデフォルトであるUSGSの土地利用分類と地表面パラメータを用いた計算結果、Case2とはGISに基づく土地利用分類と地表面パラメータを用いた計算結果である。これらの図からわかるように、WRFによって計算された風向と風速の発生頻度は観測結果と極めてよく一致している。Case1とCase2の計算結果間には顕著な差は見られず、地上300mという上空の風に対しては、地表面粗度の設定方法はあまり大きな影響を及ぼさないことが明らかとなった。

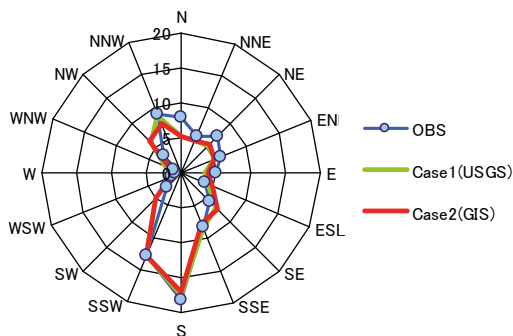


図1 風向の発生頻度 (地上300m)

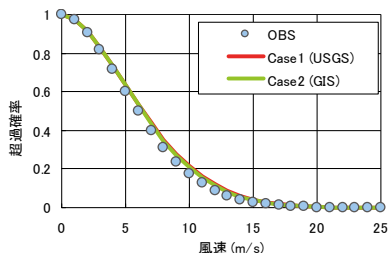


図2 風速の発生頻度 (地上300m)

次に図3には、クラスター分析により分類された風速の鉛直プロファイルのうち代表例を示す。Case1とCase2を比較すると、GISを使用したCase2(右図)の方が、デフォルトのCase1(左図)と比べて低い高度で風速が弱くなっており、より観測値に近いことがわかる。すなわち低い高度では地表面粗度の設定方法が解析結果に影響を及ぼすので、GISを用いてこれを適切に与えるべきである。

以上のように、WRFに適切な地表面粗度を与えれば、かなり正確に風速・風向の発生頻度や風速の鉛直プロファイルを再現できることが明らかとなった。

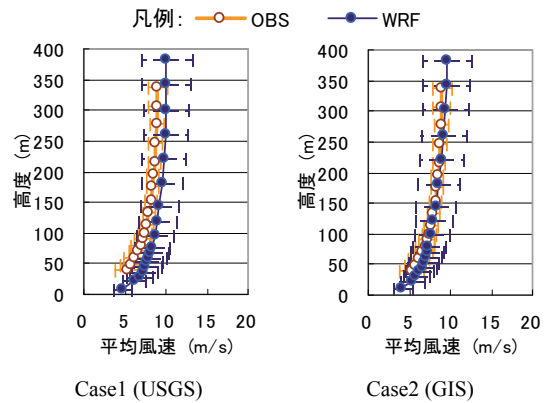


図3 風速の鉛直プロファイル

### (2) 夏季メソスケール解析による鉛直プロファイルの分類とその発生頻度の調査

前述のように、WRFによる風速の鉛直プロファイルの再現精度が高いことが証明されたため、次にWRFを用いて2006年～2008年の夏季(8月)の計算を行った。計算結果に対しクラスター分析を行い、いくつかの典型的な風速と温度の鉛直プロファイルを抽出した。その一例を図4に示す。風速値が正の場合は南風、負の場合は北風であることを示している。このプロファイルは地上1500m以下では南風(海から陸への風)、それより上空では北風(陸から海への風)となっており、典型的な夏季の海風循環の傾向を示している。地表付近から地上200m程度まで風速は増加しているが、それより上空では風速は減速している。

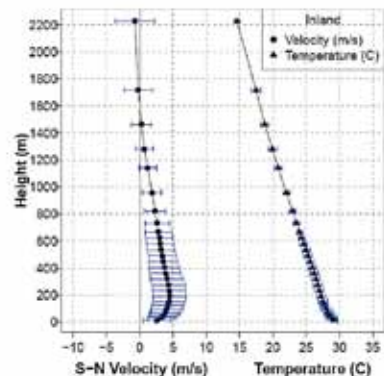


図4 典型的な海風循環のプロファイル

**(3) 都市街区内の弱風域を対象とした非等温流れ場の Large Eddy Simulation**

都市のヒートアイランドは、非等温の現象であり、弱風の場合により深刻となる。弱風の場合は温度変化に伴う浮力の影響も無視できなくなる。こうした問題に対して、これまで一般的に用いられてきたRANSモデルは予精度が悪いことが指摘されており、Large Eddy Simulation (以下、LES) の実用化が期待されている。都市街区内弱風域での熱拡散、汚染物質拡散に対するLESの予測精度については、未だ十分な検証がなされていない。

本研究では、まずLESに必要となる流入変動風（風速変動と温度変動の両者）の生成方法として、流れ方向に広い解析領域を確保し長い助走区間によって乱流境界層を発達させていく方法（図5のCase-a）と、狭い解析領域で周期境界条件によって乱流を発達させる方法（同Case-b）の両者を検討した。生成した流入変動風と風洞実験結果との比較を図6に示す。（左から平均風速、乱流エネルギー、平均温度、温度変動の標準偏差）。Case-a, b 両者とも全体的に実験結果をよく再現しており、適切な流入変動風を生成することができた。

次に生成した流入変動風を用いて、図7に示すような都市街区内弱風域での熱拡散・汚染物質拡散に関するLES

解析と風洞実験を実施した。結果の一例を図8に示す。LESは街区内の（特に人にとって重要な地表付近の）汚染物質濃度（図は省略するが気温も）を、RANSモデルに比べ格段によく再現している。これはLESがストリートキャニオンの中と上空との間で生ずる間欠的な空気の交換を正確に再現できているためと考えられる。ストリートキャニオンコントロールボリューム境界面での流入・流出空気量、流入・流出汚染物質量の分析により、LESはストリートキャニオン上界面での乱流拡散による換気量の割合が大きいことが明らかとなった。

**(4) 都市街区による海風冷熱の消費**

都市街区が消費する海風の冷熱量は、都市表面から大気に伝わる対流熱伝達量と言い換えることができる。この対流熱伝達量は都市街区の形態に依存するはずであるが、既存の都市キャノピーモデルにはその影響が陽に考慮されてはいない。そこで本研究では、都市表面から大気への対流熱伝達率を都市形態パラメータの関数として一般化し、都市キャノピーモデルに組み込むことを目的とした。その第一段階として、まず風洞実験により都市形態が対流熱伝達量に及ぼす影響を把握した。図9に風洞実験状況の一例を示す。温度成層風洞の床面を加熱し冷たい気流を流して、

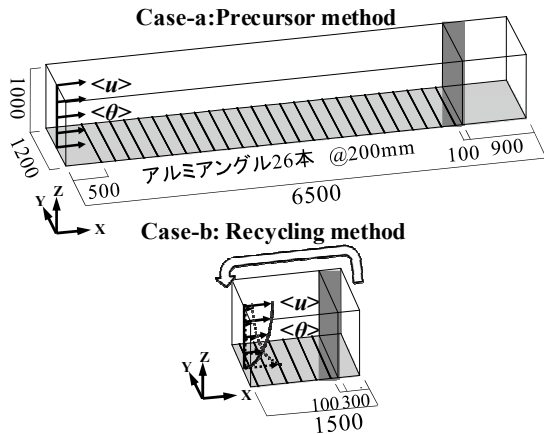


図5 流入変動風の作成方法

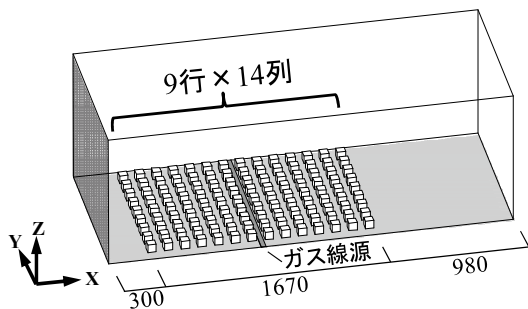


図7 都市街区モデル

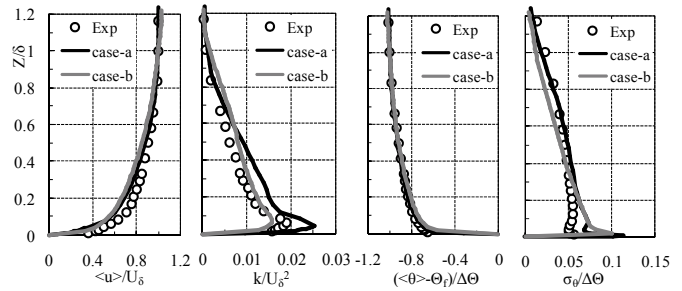


図6 生成した流入変動風と実験との比較

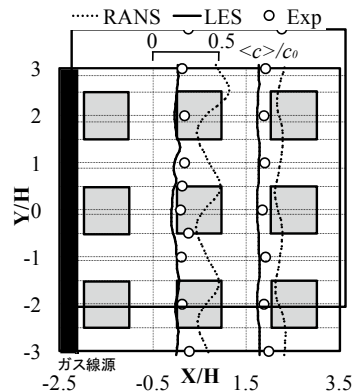


図8 都市街区内の濃度の水平分布

夏季の不安定乱流境界層を再現している。この境界層流中に都市街区を模擬してアルミブロックを並べている。ブロックの高さや配置密度を6通りに変えて建蔽率や建物高さのばらつきを変化させた。風洞の風上側断面と風下側断面の風速分布と温度分布を測定して各断面通過熱量を算出し、両者の差をとることにより、都市表面全体から空気へ伝わるバルクの対流熱伝達量を求めた。

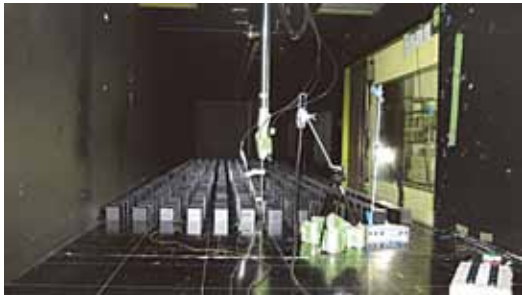
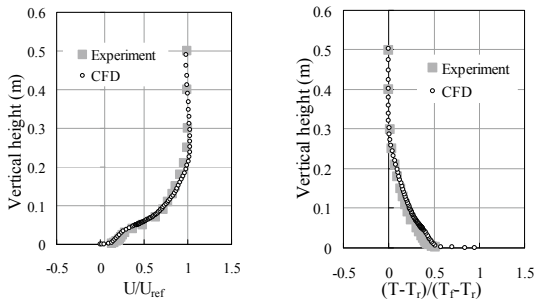


図9 風洞実験状況

ただし風洞実験では個々の建物表面から空気への対流熱伝達率を測定することは困難であり、求めた対流熱伝達率を実物のスケールに換算することもできない。そこで低  $Re$  数モデルを用いた CFD 解析の対流熱伝達予測精度を上記風洞実験との比較により確認した上で、CFD を用いて対流熱伝達率を調べることとした。図10、図11には CFD 解析結果と風洞実験結果との比較の一例を示す。両者は非常によく一致しており、以後 CFD を用いて個々の建物表面から空気への対流熱伝達率を詳細に調べることにした。



(a) 風速分布 (b) 温度分布  
図10 CFD 解析結果と風洞実験結果の比較

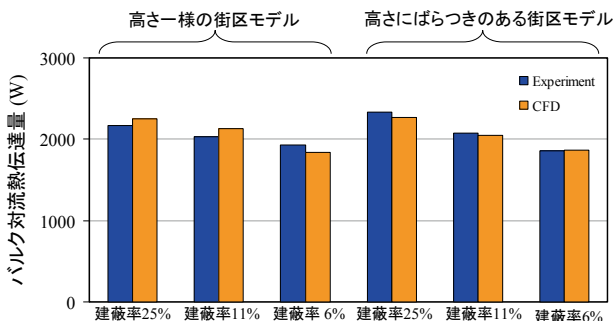


図11 バルク対流熱伝達量の比較

図12に CFD 解析により求めた各壁面からの対流熱伝達率 (CHTC) の一例を示す。壁によって対流熱伝達率は大きく異なること、風の吹走距離に伴って対流熱伝達率は徐々に減少していくことがわかる。

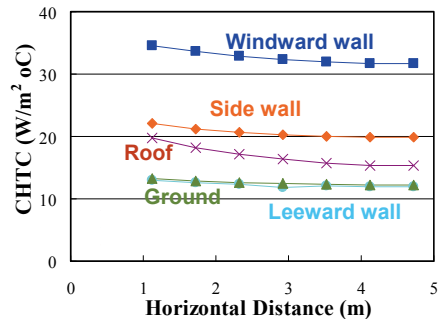


図12 各壁面からの対流熱伝達率

都市街区形態、レイノルズ数、大気安定度を32通りに変化させて CFD 解析を行い、これらパラメータの関数として対流熱伝達率を一般的に表す関数式を提案した。例えば風上面に対する提案式は以下のとおりである。

$$Nu_x = 11.9 + 0.82 Re_x^{0.62} - 62.4 \lambda_p + 4.0 H_r + 0.15 Ri$$

ここで、 $Nu_x$  は局所ヌッセルト数 (対流熱伝達率を表す無次元数)  $Re_x$  はレイノルズ数、 $\lambda_p$  は建蔽率、 $H_r$  は建物高さのばらつき、 $Ri$  はリチャードソン数である。図13には提案式による局所ヌッセルト数  $Nu_x$  と CFD 解析による  $Nu_x$  との対応を示す。両者はよく一致しており、提案式の妥当性が確認された。また提案式は無次元パラメータを用いて表されているため、あらゆるスケールでの対流熱伝達率を求めることができる。この提案式を WRF の都市キャノピーモデルに組み込み、都市による海風消費構造を解析し、その結果を分析するのが最終目標である。この残された課題を継続して実施していく予定である。

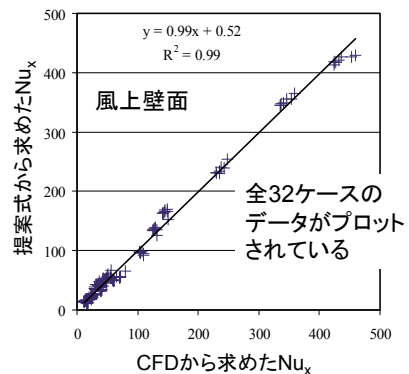


図13 提案式と CFD から求めた  $Nu_x$  の対応

# The 7th China-Japan-Korea International Workshop on Wind Engineering 参加報告

日時：2012年6月1日

会場：POSCO International Center, 浦項, 韓国

日中韓風工学ワークショップ(英語名称は表記)が2012年6月1日、韓国浦項の Pohang University of Science and Technology (POSTECH) において開催された。この会議は、東京工芸大学 21 世紀 COE プログラムの共催で 2005 年に日韓風工学会議 (JaWEiK, 日本風工学会 JAWE と韓国風工学会 WEIK に由来する会議略称) として韓国ソウルで第 1 回が開催されて以来、新型インフルエンザの影響で途中 1 年間延期はあったが、日本と韓国の持ち回りで継続的に開催されてきた。昨年、京都大学防災研究所で JaWEiK6 が開催された際に、中国の研究者の正式参加の打診があり、本年度から中国の風工学研究者も交えての三カ国間会議に発展した。名称も CJK(China-Japan-Korea) の名を冠することになり、文字通り三カ国間の風工学分野の情報交換の場として新たなスタートを切った。

会議は、韓国風工学会会長の Prof. Sang-Jun, Lee (POSTECH) の挨拶で始まり、参加者に歓迎の意が示された後、21 件(中国 7 件、韓国 8 件、日本 6 件)の発表があった。

本会議の開催日に、POSTECH が、設立 50 年以内の大学でのランキングで 1 位になったとの発表があり、Lee 教授からニュースの紹介を受けた。POSTECH は 1986 年設立のきわめて新しい大学であり、教員数 266 人、学生数、学部 1414 人、大学院 1870 人(2012 年現在)と決して大規模とは言えない大学であるが、すべての学生に対して学生寮やスカラシップを得る機会が与えられており、良好な教育研究環境を維持しているとのことである。

会議終了後、韓国内では唯一の放射光加速器実験施設と Lee 教授の研究室の風洞実験施設見学が行われた。



図 1 CJK-Workshop 参加者集合写真



図 2 放射光加速器実験施設で説明を受ける CJK 参加者たち



図3 風洞施設見学の様子(1)



図4 風洞施設見学の様子(2)

## The 5th International Workshop on Equivalent Static Wind Loading 開催報告

日時：2012年6月2日

会場：POSCO International Center, 浦項, 韓国

2012年6月2日に The 5th International Workshop on Equivalent Static Wind Loading が韓国浦項にある POSTECH の POSCO International Center にて開催された。本ワークショップは、日本の科学技術振興機構 (JST) および中国の国家自然科学基金委員会 (NSFC) が公募した「日本—中国研究交流『環境保全及び環境低負荷型社会の構築のための科学技術』の共同研究プロジェクト「都市や社会基盤における強風(又は台風)災害インパクトの評価と緩和技術」に採択された、東京工芸大学、同済大学、北京交通大学が進めている共同研究プロジェクト“風の影響を受けやすい社会基盤の風災害リスク低減戦略”

の一環として開催されたもので、第1回目は上海の同済大学、第2回目は東京工芸大学、第3回目は北京交通大学、第4回目は京都大学防災研究所と年に2回開催されている。研究成果発表に先立って、中国側と日本側から中間報告が行われ、その後各サブプロジェクトの研究成果発表が行われ、日本側から4件、中国側から9件の発表があった。また、オブザーバーとして参加した東京大学の石原教授からサブプロジェクト1の設計風速に関連した発表を急遽行って頂くなど、活発な討議が行われた。次回は本共同研究プログラムの最終報告会として、2012年11月に宮古島で開催する予定である。



図1 会場となった POSCO International Center

# 動的シミュレーションと動的予測制御による空調システムの過渡特性改善に関する研究

岡崎 徳臣

## 1. はじめに

空調システムは、気象条件の変化や人員変動による内部負荷変動に対して、室内温湿度を所定の値に維持することが要求される。室内温湿度の維持は、フィードバック制御によって行われるため、制御パラメータの良否は、室内温湿度の維持に多大な影響を及ぼす。しかし制御パラメータは、試運転調整中に試行錯誤により、調整されるため多大な労力が必要であった。

本論文の目的は、動的空調システムシミュレータを構築し、非定常 CFD との連成計算により、制御パラメータの決定を行い、制御パラメータ調整に係わる労力を軽減することにある。本論文は、動的空調システムシミュレータの構築に際し、空調機器モデルの妥当性を検証し、動的空調システムシミュレータと非定常 CFD との連成計算により、室内温湿度調節計制御パラメータが求められることを検証した。

## 2. 動的空調システムシミュレータの構築と検証

動的空調システムシミュレータの構築に際し、冷却減湿コイルと三方弁モデルの構築と検証を行った。また、温水発生器、直管・ダクト、クッションタンク、温度センサ、室内温度調節計などの空調機器モデルと、動的空調システムシミュレータと非定常 CFD との連成計算方法を構築した。

### 2.1 冷却減湿コイルモデル

従来の冷却減湿コイルモデルは、濡れ面係数法による熱交換特性に、コイル熱容量をパラメータとする 1 階微分方程式からなる動的特性を組み合わせで構成される。実測との比較による検証を行った結果、従来の冷却減湿コイルモデルは、以下の要因により計算精度が悪化することが明らかとなった。

- 1) 低流量域における、従来の冷却減湿コイルモデルの動的特性で考慮されていないコイル内保有水量の影響
  - 2) コイル表面が濡れ面から乾き面に移行するときに、従来の冷却減湿コイルモデルの動的特性で考慮されていない、コイル表面に滞留したドレン水の再蒸発
- そこで、コイル保有水量とドレン水再蒸発の影響を考慮した改善モデルを構築した。

冷水出口温度計算値と実測値との比較を図 1 に、送風温度計算値と実測値との比較を図 2 に、送風絶対湿度計算

値と実測値との比較を図 3 に示す。改善モデルでは、計算精度が向上していることがわかる。

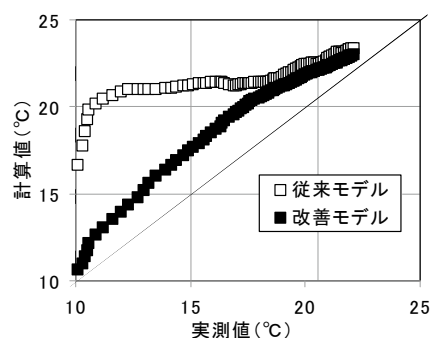


図 1 実測値と計算値の比較（冷水出口温度）

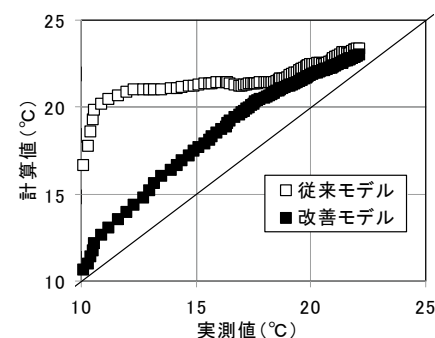


図 2 実測値と計算値の比較（送風温度）

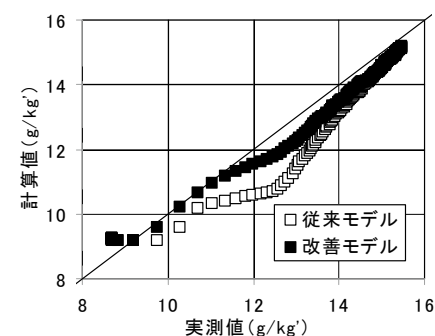


図 3 実測値と計算値の比較（送風絶対湿度）

## 2.2 動的空調システムシミュレータと非定常 CFD の連成計算方法

動的空調システムシミュレータと非定常 CFD との連成計算は、図 4 に示すように境界条件の受け渡しを、中間ファイルを通じて行う方法とした。

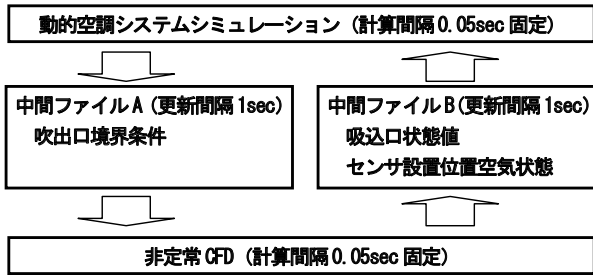


図4 連成計算の概要

### 3. 動的空調システムシミュレータと非定常 CFD との連成計算の検証結果

#### 3.1 解析概要

構築及び検証した空調機器モデルにより、人工気候室(図5の点線内)をモデル化した。構築した動的空調システムシミュレーションモデルを図6に示す。人工気候室は水平一方向流方式を採用している。そこで室内モデルは、完全混合とすると水平一方向流の循環風量の影響が評価できないと考え非定常 CFD とした。

#### 3.2 空調システム動的特性の再現性の検証

実設備の室内温度を周期的にハンチングさせ、室内温度と送風温度を実測した。このときの室内温度調節計制御パラメータを用いて、動的空調システムシミュレータと非定常

CFDとの連成計算を行い、室内温度と送風温度の実測値と計算値を比較した結果を図7に示す。図より、実験値と計算値は概ね一致しており、空調システムの動的特性の再現が、動的空調システムシミュレータと非定常 CFD との連成計算により出来ることが確認できた。

### 3.3 室内温度調節計制御パラメータ調整の検証

動的空調システムシミュレータと非定常 CFD との連成計算で、室内温度が安定する室内温度調節計制御パラメータを求め、求めた室内温度調節計制御パラメータを実設備に適用し計算と同じく室内温度が安定するか確認した。図8に示すように、室内温度が安定することを確認できた。

## 4. まとめ

動的空調システムシミュレータの構築に際し、機器モデルの構築と検証を行った。冷却減湿コイルと三方弁モデルに関しては、改善モデルを提案し、計算精度の改善が図れた。空調システム全体をモデル化した動的空調システムシミュレータと非定常 CFD との連成計算を構築した。動的空調システムシミュレータと非定常 CFD との連成計算により、空調システムの動的特性の再現と制御パラメータの決定を行えることが検証できた。

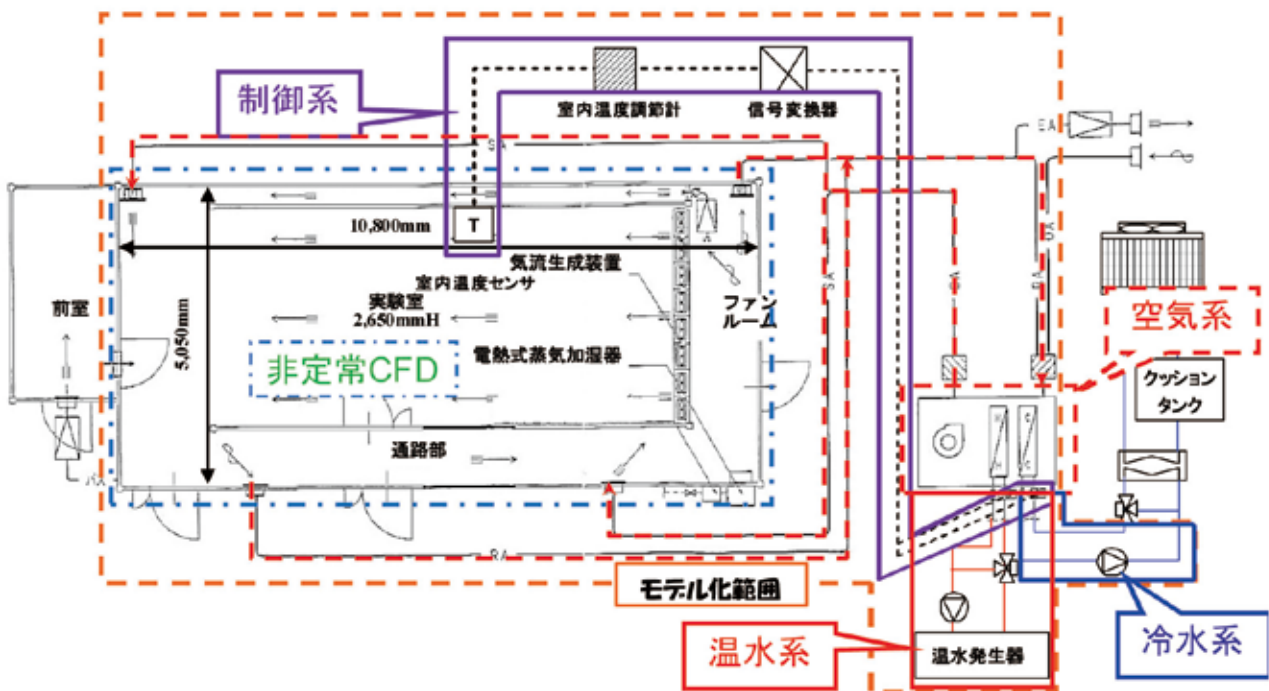


図5 人工気候室の空調システムとモデル化範囲

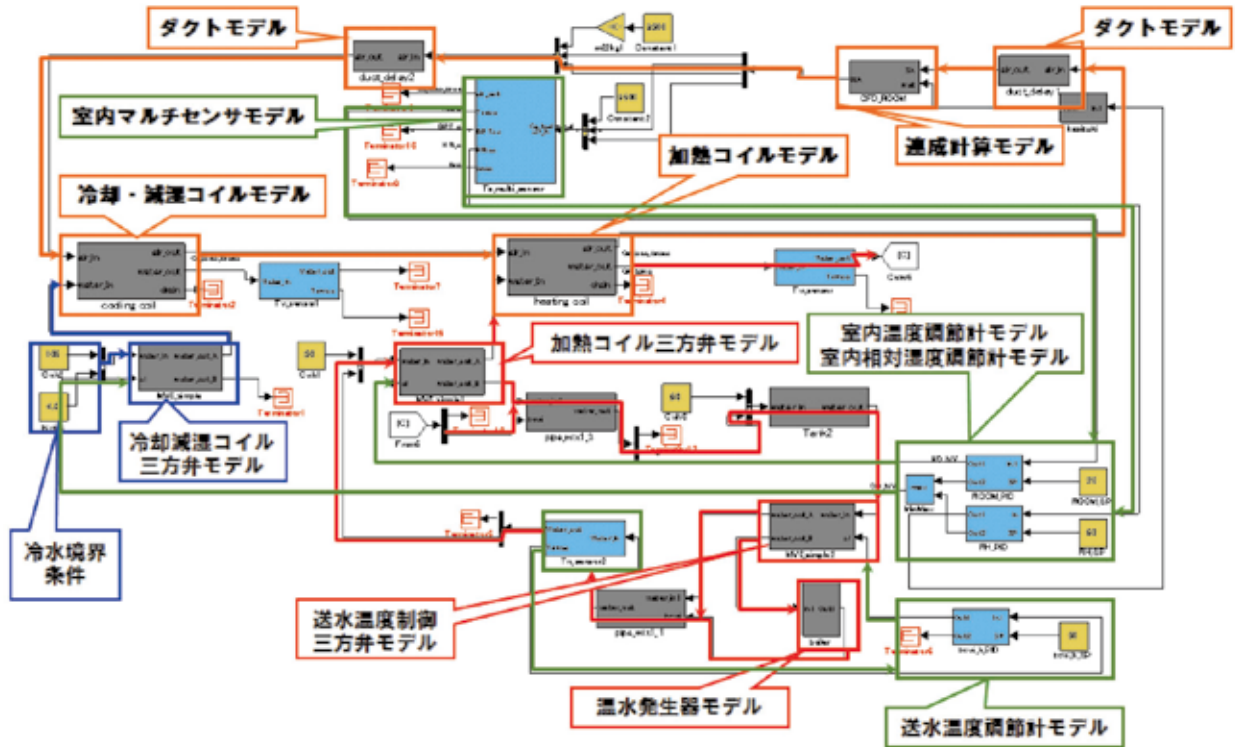


図6 動的空調システムシミュレーションモデル

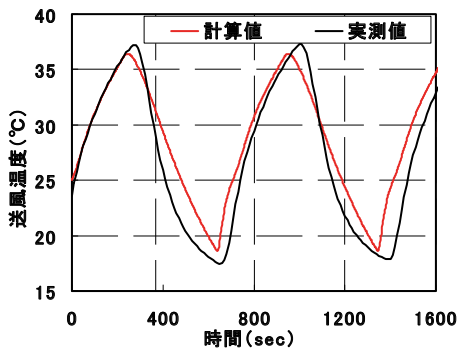


図7-1 実測値と計算値の比較(送風温度)

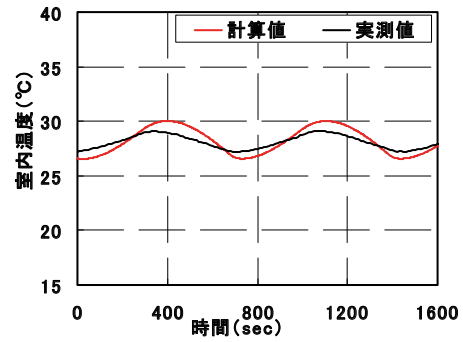


図7-2 実測値と計算値の比較(室内温度)

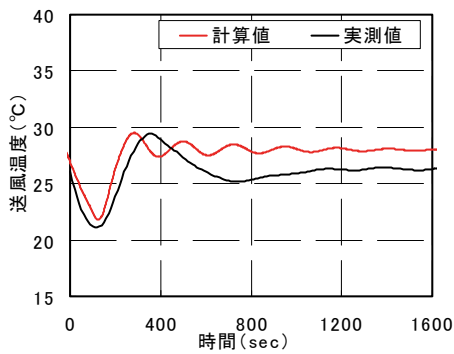


図8-1 実測値と計算値の比較(送風温度)

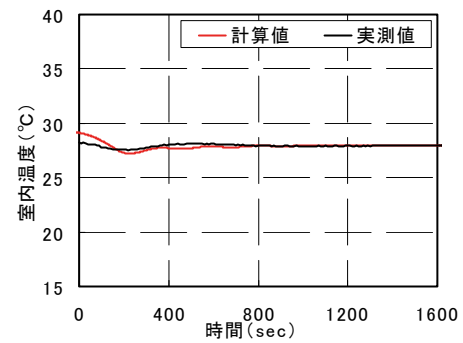


図8-2 実測値と計算値の比較(室内温度)

# Application of ventilation indices to evaluate ventilation efficiency in newly-built urban area at pedestrian level

Tingting Hu, Ryuichiro Yoshie

## 1. INTRODUCTION

In China, urban ventilation efficiency is becoming an important concern because of urban heat island effects and serious air pollution. Many researchers have studied ventilation efficiency and the distribution of pollutants within urban domains. Those studies can be categorized into two types: (1) meso-scale (regional scale and city scale)<sup>[1]</sup> and (2) micro-scale (neighborhood scale and street scale)<sup>[2-6]</sup>. Through both experimental and numerical methods, countermeasures to improve urban ventilation performance have been considered, focusing on modification of urban design arrangements such as road width, building height, and building array.

In developing countries, many new areas in suburban zones of cities have expanded to meet the requirements of social and economic development. Due to limited land resources, newly-built urban areas still need to meet various social and economic requirements. For example, total floor area should be firstly satisfied. Under this restriction, it is worthy systematically investigating the effects of urban building arrangement (such as building coverage ratio, building array, and height variation of buildings) on urban ventilation efficiency in order to practically guide urban ventilation design in these areas.

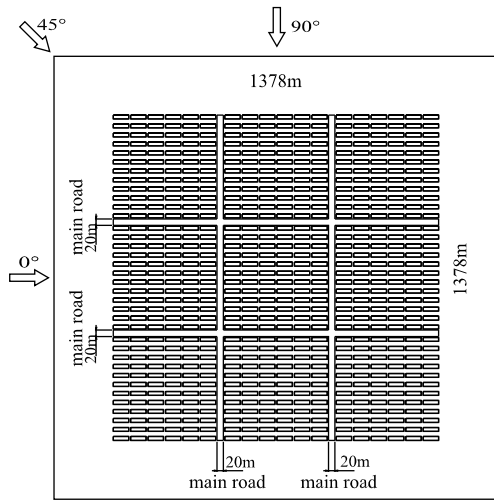
The CFD technique with the standard k- $\epsilon$  model was used for the evaluation. A simplified urban block model of a typical existing residential area in Shanghai was adopted as the reference case, and urban parameters such as building coverage ratio (BCR), building height ( $H$ ), passage width ( $D$ ) and building array were varied. The urban ventilation efficiency was evaluated by spatially-averaged wind speed ratio ( $VR_w$ ), spatially-averaged normalized pollutant concentration ( $C^*$ ) and visitation frequency (VF).

## 2. MODEL DESCRIPTION

A simplified urban block model (Figure 1a) was designed to represent a typical residential area in Shanghai (Figure 1b). Figure 1c shows an enlarged view of a center block in Figure 1a. The computational domain contained 8 blocks surrounding the central one. All 9 blocks had the same arrangement. Each block comprised a total of 72 residential buildings (48m ( $L$ )  $\times$  12m ( $W$ )  $\times$  18m ( $H$ )) with 6 stories. The building coverage ratio (BCR), representing the ratio of ground floor area to lot area, was 40%, and the floor area ratio (FAR), representing the ratio of total floor area to lot area, was 240%.

To compare the ventilation efficiency of different urban patterns, other BCRs and arrays (Layouts 2-18) were considered, as shown in Table 1 and Figure 1. The BCR was changed by increasing the building height while keeping the FAR constant. The lengths ( $L$ ) and widths ( $W$ ) of buildings were not changed. The passage widths  $D_1$  and  $D_2$  between adjacent buildings (shown in Figure 1f) changed with BCR and building array. The main road width in these models was 20m for all cases, as shown in Figure 1a.

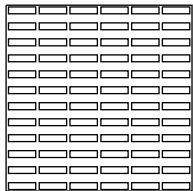
Wind conditions at pedestrian level in an urban area play an important role in the dispersion of vehicle pollutants, diffusion of heat, and ventilation of buildings. Therefore, it is necessary to understand the pedestrian wind environment around buildings 0-2m ( $z$ ) and to take them into account in urban ventilation design. A uniform pollutant source assumed to be a passive scalar was generated throughout the pollutant source volume (PSV) (0-2m ( $z$ ) volume of the center block), as shown in Figure 2, to simulate pollution from residence areas and vehicles.



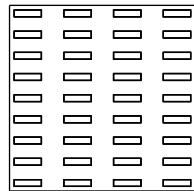
(a) Reference urban block model



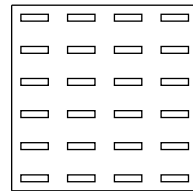
(b) Typical residential area in Shanghai (Google map<sup>[7]</sup>)



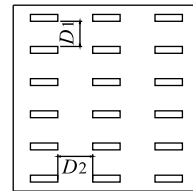
(c) Layout 1 (BCR40%)



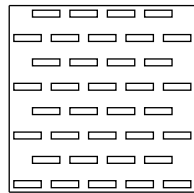
(d) Layout 2 (BCR20%)



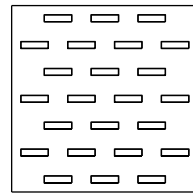
(e) Layout 3 (BCR13%)



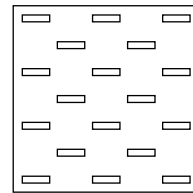
(f) Layout 4 (BCR10%)



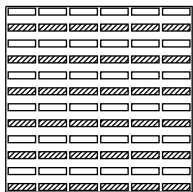
(g) Layout 5 (BCR20%)



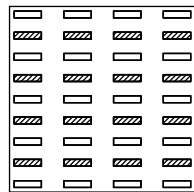
(h) Layout 6 (BCR13%)



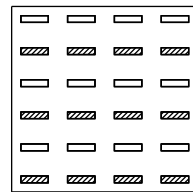
(i) Layout 7 (BCR10%)



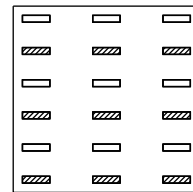
(j) Layout 8 (BCR 40%)



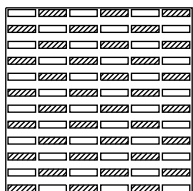
(k) Layout 9 (BCR 20%)



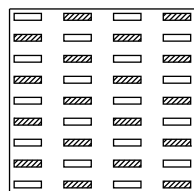
(l) Layout 10 (BCR 13%)



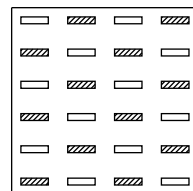
(m) Layout 11 (BCR 10%)



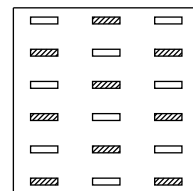
(n) Layout 12 (BCR 40%)



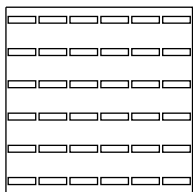
(o) Layout 13 (BCR 20%)



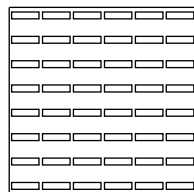
(p) Layout 14 (BCR 13%)



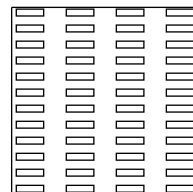
(q) Layout 15 (BCR 10%)



(r) Layout 16 (BCR 20%)



(s) Layout 17 (BCR 30%)



(t) Layout 18 (BCR 30%)

Layout	$H$ (m)	$H$ (m)
8&12	12m	24m
9&13	18m	54m
10&14	36m	72m
11&15	54m	90m

$H$  of non-uniform layout

Figure 1. Analysis model

Table 1. Parameters for all layouts

Layout	H (m)	BCR (%)	Array	Layout	H (m)	BCR (%)	Array
1	18	40	A	10	36 & 72	13	LH
2	36	20	A	11	54 & 90	10	LH
3	54	13	A	12	12 & 24	40	SH
4	72	10	A	13	18 & 54	20	SH
5	36	20	S	14	36 & 72	13	SH
6	54	13	S	15	54 & 90	10	SH
7	72	10	S	16	36	20	A
8	12 & 24	40	LH	17	27	30	A
9	18 & 54	20	LH	18	27	30	A

Note: A: Aligned array; S: Staggered array; LH: Low and High spaced array; SH: Staggered Height array

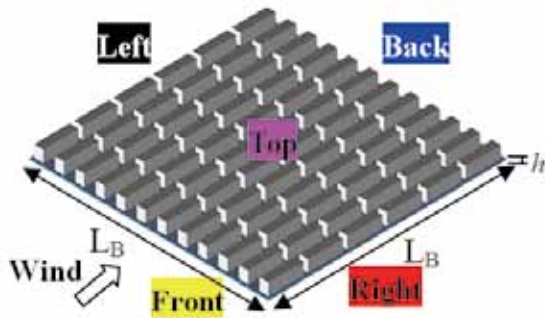


Figure 2. Pollutant Source Volume (PSV)

Take layout 1 (BCR=40%, Aligned array) as an example:

**Pollutant Source Volume (PSV)**

Location: 0-2m (z) volume of center block

Size: 326m (L<sub>B</sub>) · 326m (L<sub>B</sub>) · 2m (h) (Note: except building part)

**Five surfaces of PSV**

- a. Front (Windward surface)
- b. Back (Leeward surface)
- c. Left, Right (side surfaces)
- d. Top (upper surface)

**3. ANALYSIS INDICES**

Three analysis indices were used to evaluate urban ventilation efficiency for all cases.

(1) Spatially-averaged Wind Velocity Ratio (VR<sub>w</sub>)

Spatial averaged wind velocity ratio (VR<sub>w</sub>) is defined as the ratio of spatially-averaged wind velocity at pedestrian level to a reference wind velocity<sup>[8]</sup>, and is calculated as:

$$VR_w = U_p / U_{ref} \tag{1}$$

where U<sub>p</sub> is the volume-averaged wind speed in PSV (m/s) and U<sub>ref</sub> is the inflow wind velocity at 10m height (m/s) in this study.

(2) Spatially-averaged Normalized Concentration (C\*)

C\* is defined as the spatially-averaged normalized concentration, and is calculated as:

$$C^* = (C \times U_{ref} \times W^2) / Q \tag{2}$$

where C is the calculated spatially -averaged concentration (kg/kg), Q is the pollution emission rate (m<sup>3</sup>/s) and W is the building width (m). W is constant for all the cases (W=12m) in this study.

(3) Visitation Frequency (VF)

VF represents the number of times a particle enters the domain and passes through it<sup>[9]</sup>. To calculate VF, the following equation was applied:

$$VF = 1 + \Delta q_{p,in} / q_p \tag{3}$$

$$\Delta q_{p,in} = \sum_{i=1}^n \rho A_i (\bar{c}_i \bar{u}_{in,i} + \overline{c'_i u'_{in,i}}) \tag{4}$$

Where ρ is the air density (kg/m<sup>3</sup>), A<sub>i</sub> is the inflow area of cell face i (m<sup>2</sup>),  $\bar{c}_i$  is time-averaged pollutant concentration at the boundary of cell face i (kg/kg),  $\bar{u}_{in,i}$  is the time-averaged normal inflow wind velocity of cell face i (m/s), and n is the cell number at boundary surface of PSV.  $c'_i$  is the concentration fluctuation (kg/kg), and  $u'_{in,i}$  is the inflow velocity fluctuation (m/s).

q<sub>p</sub> is the pollutant generation rate q<sub>p</sub> = PSV × S<sub>p</sub> (kg/s), PSV is the Pollutant Source Volume (m<sup>3</sup>), and S<sub>p</sub> is the uniform generation source strength (kg/m<sup>3</sup>·s).

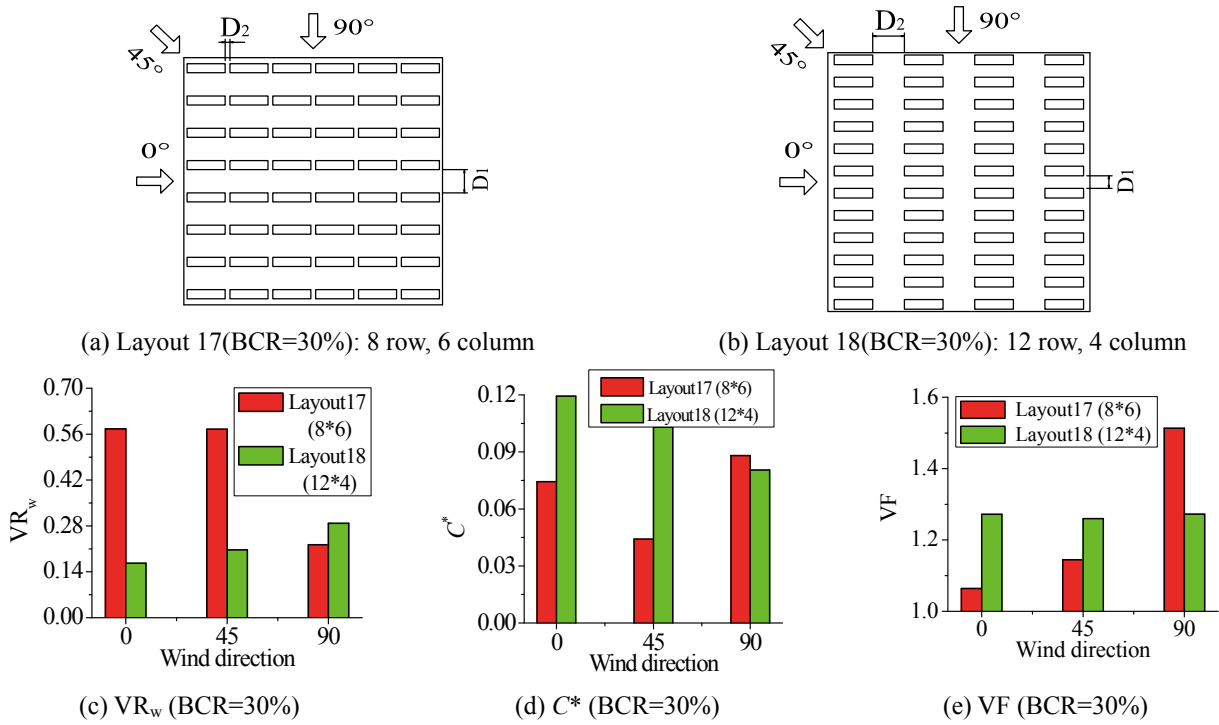


Figure 3. Effect of passage width



Figure 4. Definition of D and F

**4. EFFECT OF PASSAGE WIDTH ON URBAN VENTILATION EFFICIENCY**

The effect of passage width was investigated by adjusting the widths of two passages  $D_1$  and  $D_2$  while keeping other patterns constant. The two layouts depicted in Figures 3a and b shared the same BCR (30%), FAR (230%) and  $H$  (27m). The only difference between them was the building distribution. Layout 17 was arranged in 8 rows and 6 columns and Layout 18 was arranged in 12 rows and 4 columns. As shown in Figures 3c-e, layout 17 showed larger  $VR_w$ , and smaller  $C^*$  and VF than layout 18 for  $\theta = 0^\circ$  and  $45^\circ$ . This was because of the passage width  $D_1$ . The larger  $D_1$  in layout 17 was helpful in bringing more air into the PSV and improved the ventilation efficiency, while the smaller  $D_1$  in layout 18 hindered the entry of air. For  $\theta = 90^\circ$ , layout 18 showed larger

$VR_w$ , and smaller  $C^*$  and VF than layout 17 because of the larger  $D_2$ .

**5. PRACTICAL DESIGN PARAMETER FOR URBAN VENTILATION**

A general parameter needed to be considered for practical design of urban ventilation. We firstly thought building coverage ratio (BCR) could be a promising candidate according to the previous studies of Kubota et al.<sup>[10]</sup> and Yoshie et al.<sup>[5]</sup>. The relationships between ventilation indices and BCR were investigated and are displayed in Figures 5a-c. However, contrary to our expectations, it is difficult to find a strong relationship between building coverage ratio and ventilation efficiency indices especially for  $VR_w$  (Figure 5a). Bady et al<sup>[9]</sup>. evaluated the effect of non-dimensional passage

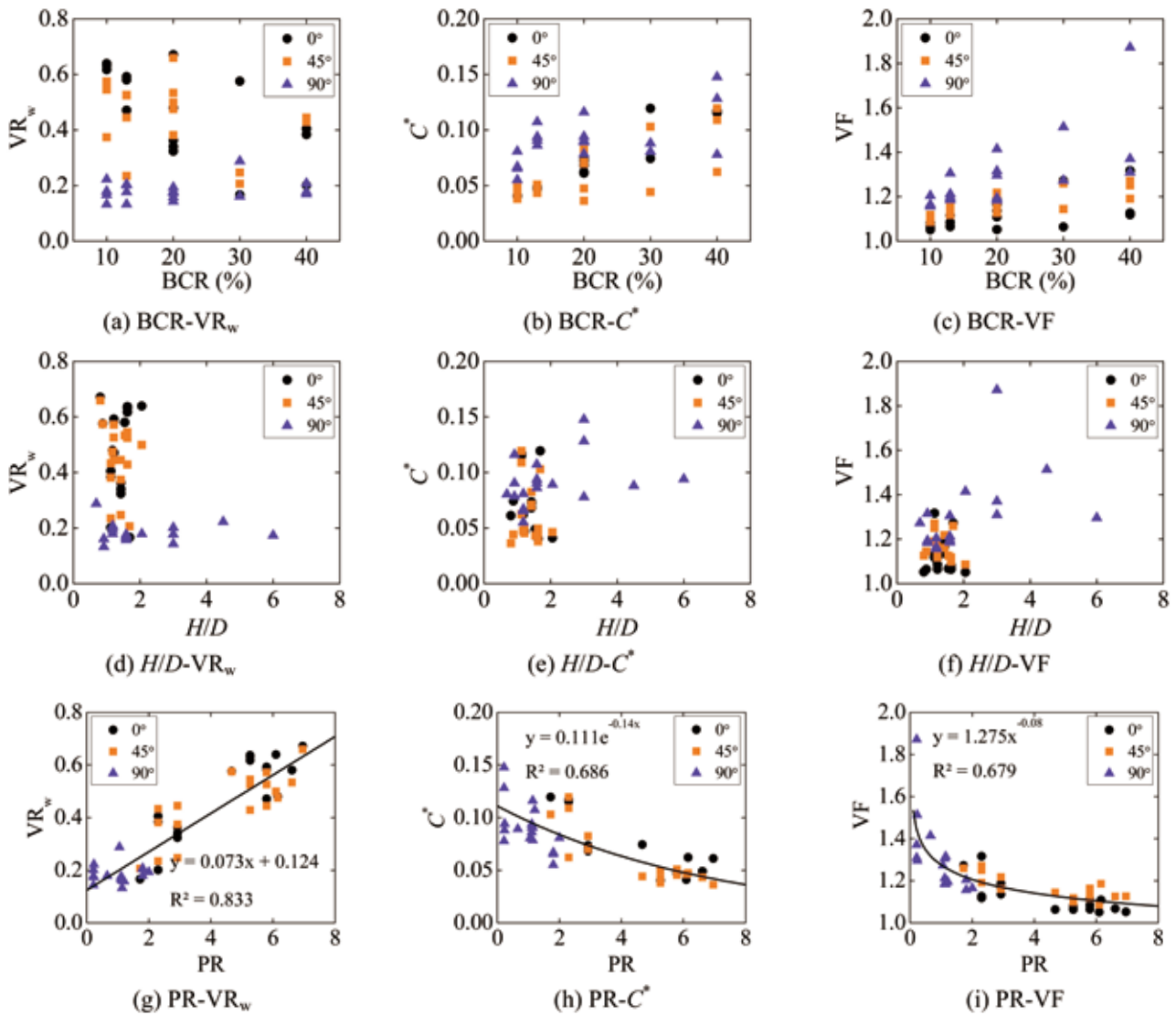


Figure 5. Comparison of effects of BCR,  $H/D$  and PR on ventilation indices

width ratio  $H/D$  ( $D$  is the distance between two buildings (m), and  $H$  is building height (m)) on ventilation efficiency indices of a domain located between two buildings. It has been observed that with the increase of  $H/D$ , the spatially-averaged pollutant concentration increased and air change rate decreased. Following this finding, the relationship between  $H/D$  and ventilation efficiency indices were then investigated (Figures 5d-f). In the figures,  $D$  is the passage width perpendicular to the wind direction and  $H$  is the average building height. For all the ventilation efficiency indices,  $H/D$  fails to be a practical design parameter since the correlation between  $H/D$  and ventilation efficiency indices are very low.

To improve the correlations, a modified parameter which we call “Passage Ratio” (PR) was proposed. PR is defined as follows

$$PR = \left(\frac{D}{F}\right) \times \left(1 + \frac{D_1}{D_1 + D_2}\right) \quad (5)$$

where  $D$  is the passage width perpendicular to the wind direction (m).  $F$  is the width of the windward facade perpendicular to the wind direction (m).  $1 + \frac{D_1}{D_1 + D_2}$  is the adjustment factor.

In Formula (5), the values of  $D$  vary with wind direction and building array and  $F$  changes with wind direction. Their values are determined as follows:

## (1) Non-staggered array (Figure 4a)

For  $\theta=0^\circ$ ,  $D=D_1$ ;  $F=F_1$

For  $\theta=45^\circ$ , since the ventilation efficiency for  $\theta=45^\circ$  is very similar to that for  $\theta=0^\circ$  in most cases,  $D=D_1$ ;  $F=F_1$

For  $\theta=90^\circ$ :  $D=D_2$ ;  $F=F_2$ ;

## (2) Staggered array (Figure 4b)

For  $\theta=0^\circ$ , since there are two passage widths perpendicular to the wind direction:  $D_{1L}$  is the larger one and  $D_{1S}$  is the smaller one, a integrated passage width  $D_1$  was defined to consider the effect of both passages:

$$D_1 = (D_{1L} \times D_{1S}^2)^{(1/3)} \quad (8)$$

In this case,  $D=D_1$ ;  $F=F_1$

For  $\theta=45^\circ$ ,  $D=D_1$ ;  $F=F_1$ ;

For  $\theta=90^\circ$ :  $D=D_2$ ;  $F=F_2$ .

Strong relationships between PR and ventilation efficiency indices were found as shown in Figures 5g-i. With increase of PR,  $VR_w$  increased while  $C^*$  and VF decreased. Therefore, PR is more appropriate and applicable as a practical parameter for evaluating urban ventilation efficiency, which is beneficial for examining basic schemes of urban development. However, the aspect ratio of the building model was fixed ( $L/W = 4:1$ ) in this study, which is typical in Chinese residential areas. The proposed PR may not be effective for other building geometries.

## 6. CONCLUSIONS

In order to investigate the ventilation efficiency of newly-planned residential areas, CFD simulations were carried out for various building arrangements. The ventilation efficiency of the different cases were evaluated by spatial averaged  $VR_w$ ,  $C^*$ , and VF. Large passage width improved ventilation efficiency. Practical design parameter (passage ratio) for evaluating urban ventilation efficiency, which is useful to examine basic schemes of urban development was proposed based on the calculation results.

## ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan, through the Global Center of Excellence Program of Tokyo Polytechnic University.

## REFERENCES

- [1] Murakami S, Ooka R, Mochida A, Yoshida S, Kim S. CFD analysis of wind climate from human scale to urban scale. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 1999; 81: 57-81.
- [2] Stathopoulos T, Storms R. Wind environmental conditions in passages between buildings. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 1986; 24: 19-31.
- [3] Oke TR. Street design and urban canopy layer climate. *Energy and Buildings* 1988; 11:103-113.
- [4] Blocken B, Carmeliet J, Stathopoulos T. CFD evaluation of wind speed conditions in passages between parallel buildings-effect of wall-function roughness modifications for the atmospheric boundary layer flow. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 2007; 95:941-962.
- [5] Yoshie R, Tanaka H, Shirasawa T, Kobayashi T. Experimental Study on Air Ventilation in a Built-up Area with Closely-Packed High-Rise Building. *Journal of environmental engineering* 2008; 627:661-667. (in Japanese)
- [6] Bady M, Kato S, Takahashi T, Huang H. An experimental investigation of the wind environment and air quality within a densely populated urban street canyon. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 2011; 99: 857-867.
- [7] Google Maps 2011. URL: <http://maps.google.com/>
- [8] Ng E. Air ventilation assessment for high density city- An experience from Hongkong. In: *Proceedings of the seventh International Conference on Urban Climate* 2009. Yokohama.
- [9] Bady M, Kato S, Huang H. Towards the application of indoor ventilation efficiency indices to evaluate the air quality of urban areas. *Building and Environment* 2008; 43: 1991-2004.
- [10] Kubota T, Miura M, Tominaga Y, Mochida A. Wind tunnel tests on the relationship between building density and pedestrian-level wind velocity: Development of guidelines for realizing acceptable wind environment in residential neighborhoods *Building and Environment* 2008; 43: 1699-1708.

## グローバルCOE オープンセミナー

本グローバル COE プログラムでは、どなたでも参加できるグローバル COE オープンセミナーを開催しています。これまでに開催された内容を以下にご紹介します。

**第39回** 日時：2012年2月18日(土) 15:00-17:00  
場所：東京工芸大学厚木キャンパス本館 011 教室

- 講演者：  
Ivan S.K. Au (City University of Hong Kong)
- 講演タイトル：  
Bayesian ambient modal identification: from theory to practice



**第40回** 日時：2012年2月27日(月) 15:00-17:00  
場所：東京工芸大学厚木キャンパス本館 012 教室

- 講演者：  
Bernd Leitl (Meteorological Institute, University of Hamburg)
- 講演タイトル：  
ETWL - Environmental Wind Tunnel Laboratory



**第41回** 日時：2012年3月6日(火) 10:00-12:00  
場所：ホテルサンルートプラザ新宿

- 講演者：  
Kishor Mehta (テキサス工科大学)
- 講演タイトル：  
Interdisciplinary Research for Wind disaster Resiliency



- 講演者：  
Giovanni Solari (ジェノバ大学)
- 講演タイトル：  
Wind models for safety and management of anthropogenic systems



**第42回** 日時：2012年3月10日(土) 14:00-16:00  
場所：東京工芸大学厚木キャンパス本館 011 教室

- 講演者：  
岡崎健二 (政策研究大学院大学)
- 講演タイトル：  
Motivation for Earthquake Disaster Reduction



**第43回** 日時：2012年6月19日(火) 13:30-15:30  
場所：東京工芸大学厚木キャンパス本館 6階大会議室

- 講演者：  
Thomas K. Thiis (Narvik Institute of Technology)
- 講演タイトル：  
Engineering applications of numerical simulations of snow drift and sea spray



**第44回** 日時：2012年6月30日(土) 14:00-16:00  
場所：東京工芸大学厚木キャンパス本館 021 教室

- 講演者：  
Alan Burden (Structured Environment)
- 講演タイトル：  
Enjoying structural design



**第45回** 日時：2012年7月21日(土) 14:00-16:00  
場所：東京工芸大学厚木キャンパス本館 021 教室

- 講演者：  
河井宏允 (東京電機大学)
- 講演タイトル：  
陸屋根に作用する風圧と円錐渦の特性



グローバル COE オープンセミナーの予定は本学ホームページ (<http://www.wind.arch.t-kougei.ac.jp/>) でご覧いただけます。

# お知らせ

## The 9th International Advanced School on Wind Engineering

開催日：2012年8月13日～16日

会場：University of the Philippines, Manila, Philippine

## The 7th Workshop on Regional Harmonization of Wind Loading and Wind Environmental Specifications in Asia-Pacific Economies (APEC-WW2012)

開催日：2012年11月12日～13日

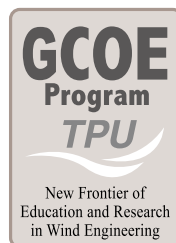
会場：Vietnam Institute for Building Science and Technology (IBST), Hanoi City, Vietnam

## The 6th International Symposium on Wind Effects on Buildings and Urban Environment (ISWE6)

開催日：2013年3月6日

会場：ホテルサンルートプラザ新宿

問い合わせ先：東京工芸大学工学研究科 グローバル COE プログラム 事務局  
〒243-0297 神奈川県厚木市飯山1583  
Email: gcoe\_office@arch.t-kougei.ac.jp  
Tel: 046-242-9658 Fax: 046-242-9514  
URL: <http://www.wind.arch.t-kougei.ac.jp/>



### グローバルCOEプログラム『風工学・教育研究のニューフロンティア』メンバー 工学研究科 建築学専攻

田村 幸雄 教授(拠点リーダー)	教育研究拠点形成の統括	yukio@arch.t-kougei.ac.jp
Ahsan Kareem 教授	EVO構築に関連する技術開発	kareem@nd.edu
大場 正昭 教授	通風・換気設計法の研究開発	ohba@arch.t-kougei.ac.jp
義江龍一郎 教授	市街地の熱・空気汚染予測・制御	yoshie@arch.t-kougei.ac.jp
水谷 国男 教授	自然通風・放射涼房システムの開発	mizutani@arch.t-kougei.ac.jp
松井 正宏 教授	工学的竜巻シミュレータの開発	matsui@arch.t-kougei.ac.jp
吉田 昭仁 准教授	風応答モニタリング・ネットワークの構築	yoshida@arch.t-kougei.ac.jp
森田 芳朗 准教授	各国の対風構工法の調査研究	morita@arch.t-kougei.ac.jp
大熊 武司 客員教授	耐風設計法の構築	ohkuma@kanagawa-u.ac.jp

### 東京工芸大学工学研究科 風工学研究センター

〒243-0297 神奈川県厚木市飯山1583

Tel: 046-242-9658 Fax: 046-242-9514

URL : <http://www.wind.arch.t-kougei.ac.jp/>