

Wind Effects

Joint Usage / Research Center

Bulletin

Wind Engineering Research Center
Graduate School of Engineering
Tokyo Polytechnic University

2015
Vol. 22

INDEX

日本版竜巻スケールおよびその評価手法に関する研究	3
構造部材の強風による累積疲労損傷評価法に関する研究	3
漏斗雲の形状から竜巻の強度を評価する方法の検討	4
異なる実験装置で得られ竜巻状旋回流の相互比較実験	4
テザー型空中浮遊式風力発電システムの開発	5
Researches on moving characteristics of structures which affect wind response	5
超高層建築物の歩行者や中低層建物への空気の環境問題に関する研究	6
太陽光発電システム風荷重評価に関する研究	6
耐風設計のための台風モンテカルロシミュレーションの適用方法に関する研究	7
種々の形状変化による高層建築物のピーク外圧係数の検討	7
高層建築物に作用する風荷重に与える Interference Effect に関する研究	8
Interference effect on a square prism based on aero elastic experiments	8
外装材耐風圧性能試験装置を用いた機械的固定後方防水システムの耐風性能評価に関する研究	9
発展途上国のたつまきの発生環境、強風被害評価および被害軽減に関する研究	9
調湿建材による放射冷房システムの表面結露防止の効果に関する研究	10
Preliminary investigation on the influence of planning factors on the near-field PM2.5 dispersion within urban areas	10
都市域内の流れ場を対象とした汚染物質拡散予測に関する研究	11
実測とCFD解析によるデータセンターにおける自然冷媒システムの自然対流冷却効果の確認	11
バングラデシュにおける竜巻等突風防災に資する実践的知識とその地域における共有・定着に向けた研究	12
在室者の覚醒状態および生産性を向上させる省エネ型室内環境制御法に関する研究	12
密度差のあるガスの拡散性状予測手法の検討	13
Fast prediction of indoor pollutant dispersion based on the development of low-dimensional reduced order ventilation models	13
換気塔を利用した通風性能向上に関する研究	14
亜熱帯気候におけるマンションベランダ緑化が室内温熱環境に与える影響	14
都市域内を対象とした流れ場および汚染物質拡散予測に関する研究	15
猛暑による健康被害リスクや冷暖房エネルギー消費予測の基礎となる高分解能メソ気象データの作成	15
密集市街地における街区気流構造の把握及びウィンドキャッチャーによる通風改善に関する研究	16
Preliminary investigation on the influence of planning factors on the near-field PM2.5 dispersion within urban areas	16
非等温乱流境界層中の乱れの特徴的時間・長さスケールの系統的把握のための研究	17
密度差のあるガス拡散性状予測手法検討	17

日本版竜巻スケールおよびその評価手法に関する研究

研究代表者：奥田 泰雄（国土技術政策総合研究所）
拠点担当者：松井 正宏 キーワード：竜巻 藤田スケール
研究内容

本研究は平成25年から継続的に実施している。平成27年度の目的は、以下の通りである。過去の被害情報の収集、被害指標(DI)の洗い出し、被害程度(DOD)の分析、竜巻発生時の空気力学的作用と工学的に等価な風速への換算手法、時空間的に非正常な流れ場での構造物や樹木等の空気力の性質、構造物や樹木等の耐力、強度の評価方法など多岐にわたる、竜巻被害評価関連技術を構築し、日本版改良藤田スケール(JEF)の策定に寄与する。

平成26年度までに検討した日本版改良藤田スケールの基本方針に従って、建築物、工作物その他等に分けてDamage Indicator (DI)を選定し、Degree of damage (DOD)を設定した。特に、日本における地域性、社会的背景、自然環境等を考慮して、竜巻等突風の評価に広く適用可能な対象物(表1)を選定した。コンテナ、車両、樹木、アスファルト舗装等日本特有のDIが含まれている。

日本版改良藤田スケールの設定に必要な、DI、DODと風速のs対応表を構築した。また、過去の被害事例を今回検討したDI、DODで評価し、従来の評価との対応関係を明らかにした(図1)。その結果、従来の藤田スケールと改良藤田スケール間の風速の関係を簡単な経験式で表すことができた。

なお、気象庁は、これらの研究成果を踏まえて、平成27年12月に日本版改良フジタスケールを策定し、平成28年4月1日よりその運用を開始している。

表1 被害状況から風速推定が可能となる建築物

住宅又は店舗	鉄道車両
仮設建築物・仮設足場	電柱
大規模な庇・独立上家の屋根	地上広告板
鉄骨造倉庫・物置、コンテナ	道路交通標識
軽・普通・大型自動車	塀、フェンス、ネット
自動販売機	広葉樹・針葉樹

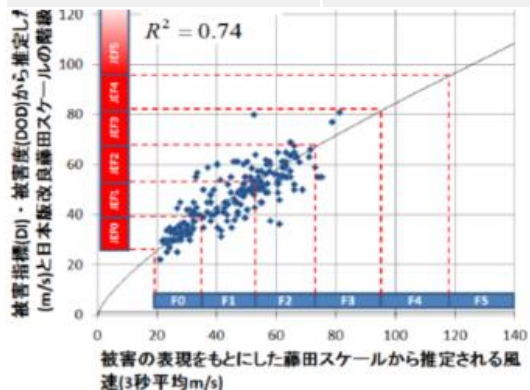
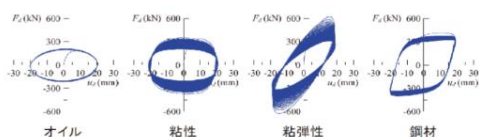


図1 従来の藤田スケールと改良藤田スケールの関係

構造部材の強風による累積疲労損傷評価法に関する研究

実験結果(履歴曲線)



- ▶ オイルダンパーでは、ダンパー力に大きな減少は見られず安定
- ▶ 粘性・粘弾性・鋼材ダンパーでは、サイクル数を重ねるごとにダンパー力が低下
- ▶▶ サイクル数ごとの特性値の減少量の確認を行う

図1 長時間の繰返しによる制振ダンパーの特性変化

研究代表者：大熊 武司（神奈川大学） 拠点担当者：松井 正宏
キーワード：累積疲労損傷
研究内容

本研究では、構造物の耐風性について、累積損傷の観点から検討した。

風荷重が長時間作用する荷重であることを考えると、極めて稀に発生する暴風時の安全性の確保のためには、風荷重に対する最大応答値が許容値を超えていないことを確認するだけでなく、長時間の繰返しによる損傷の累積に対する安全性の検証も必要である。この繰返し荷重の評価方法について日本免震構造協会による「免震構造物の耐風設計指針」では、極めて稀に発生する暴風に対応する一つの台風を対象とし、敷地での台風による風荷重の発生から終息までの疲労などの累積値を評価するための資料として、暴風の経時特性の評価方法を紹介するとともに、風荷重に対する免震部材の損傷評価のための基礎資料を提示している。この種の累積的荷重効果に関する検討を積み重ねて、累積的荷重効果に対する設計法へと発展していくことが求められているのが現状であり、竹中、近藤ら(2011)、高森ら(2012)、寺崎、植松(2012)等の研究例があるが、現時点では検討事例が十分とは言えず、風向特性の影響、極めて稀な暴風以外の日常風の影響、構造特性の影響、等々、累積的荷重効果に対する未解明の項目は多い。

結果、平成27年度は、公開研究会を平成28年1月19日に開催し、風以外の荷重効果に対する繰返し荷重効果事例および繰返し荷重効果には構造物の維持管理方法も重要な要素となると考え長周期・長時間地震動によるダンパーの疲労損傷度評価法(図1)と維持管理方法(図2)に関する情報収集を行った。

維持管理計画策定手順

海洋構造物の分野での手法を参考。

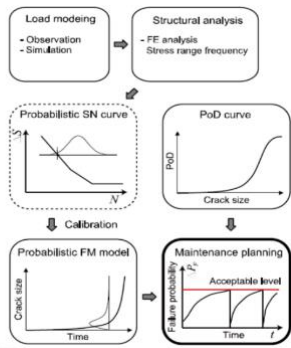


図2 鍾積載法による繰返し载荷実験

漏斗雲の形状から竜巻の強度を評価する方法の検討

研究代表者：佐々 浩司（高知大学） 拠点担当者：松井 正宏
キーワード：竜巻モデル PIV計測 LES解析 レーダー観測
研究内容

竜巻が被害を与える地面付近の速度場は観測が極めて難しい。高分解能の移動式レーダー複数台による集中観測を行ってきた米国のVORTEXプロジェクトにおいても、地上付近の風はごく一部が明らかになっているだけ(Koshiba et al.2013)であり、レーダー観測だけでは竜巻の速度場解明に限界が見えてきている。そのため漏斗雲の概形を画像計測することにより竜巻の最大接線速度と半径を推定する手法(宮城ら2013)を扱う。この評価手法の精度を高めるには竜巻の3次元速度場をモデル化することが必要であるが、室内実験のPIV計測(Sassa&Takemura 2011)と、LES解析(野田ら 2012)により詳細なデータを蓄積することにより可能となるものと期待される。

レーダー観測、室内実験、LESを総合的に活用し、竜巻状渦の3次元速度場を明らかにするとともに、その結果を用いてランキン複合渦モデルに替わる竜巻渦モデルを確立することによって漏斗雲の画像により竜巻の最大風速や循環、さらには想定される被害幅の評価を可能とする手法を作り出すことを試みた。本研究は他の観測機器に頼ることなく漏斗雲の画像のみで確立する手法であるため、画像のみしか入手できなかった海上竜巻も強度の統計評価に加えることができるようになるだけでなく、監視カメラ映像よりナウキャスト情報を提供できれば減災に大きく貢献することが期待される。

本年度の研究の結果、漏斗雲が地表面に達しない状態においては、漏斗雲の長さは最大接線風速の二乗と比例関係にあることが明らかとなった。また、地表付近の渦半径に対する漏斗雲の中間部における直径の比は相対湿度に支配されるマスターカーブに沿って最大接線風速との関係を有していることを示した。

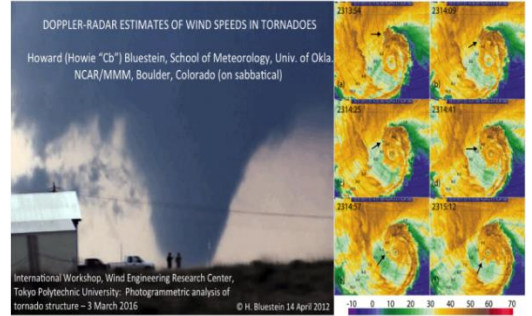


図1 高分解能レーダーで捉えた竜巻の構造

EFFECTS OF RELATIVE HUMIDITY ON SHAPE OF FUNNEL CLOUD ($R_{ref} = 1.5 \text{ km}$, $U_{max} = 102 \text{ m/s}$)

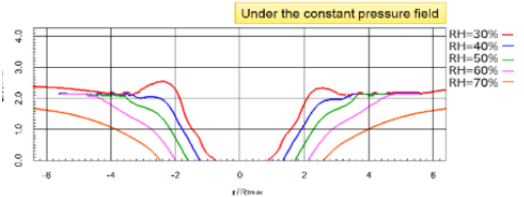


図2 漏斗雲画像解析に用いたランキン複合渦モデル

異なる実験装置で得られ竜巻状旋回流の相互比較実験

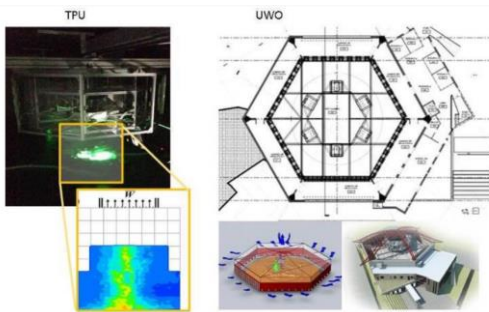
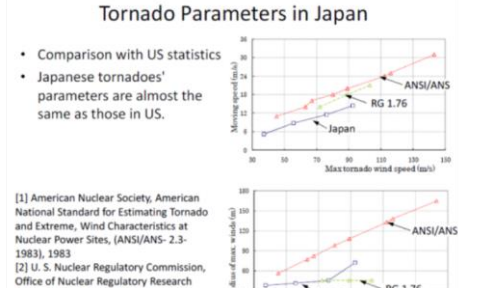
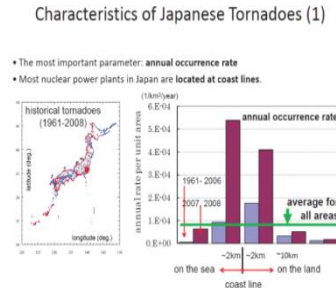
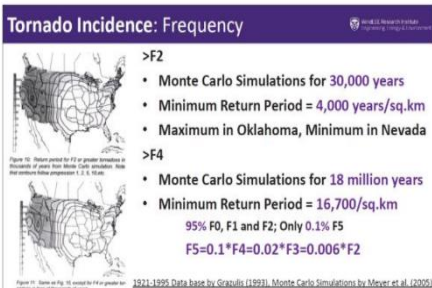


図1 TPUとUWOの竜巻状気流発生装置

研究代表者：Horia Hangan (Canada Western University)
拠点担当者：松井 正宏
キーワード：竜巻状気流発生装置
研究内容

本研究は異なる実験装置で得られた竜巻状旋回流の比較を行う。一年目の2014年はウェスタンオンタリオ大学 (University of Western Ontario, UWO) と東京工芸大学 (Tokyo Polytechnic University, TPU) との予備的な交換基礎データとして施設の設置と規模に関する実験条件を比較(図1)を行い、2015年では施設間の実験結果を比べた。次に、アメリカと日本での竜巻の発生の基本情報の比較を図2に示す。最大風速半径や平行移動速度等の比較に関しては図3に示したとおり、アメリカと日本の竜巻のパラメータはほぼ同じということがわかった。これらの結果は特別技術セッションの一つとして、2015年の6月に風工学国際会議で発表された。



(a) U.S

(b) Japan

図2 アメリカと日本の竜巻発生情報

図3 日本の竜巻のパラメータ

テザー型空中浮遊式風力発電システムの開発

研究代表者 藤井 裕矩(株式会社TMIT) 拠点担当者 松井 正宏
 キーワード: 風力発電システムの開発

内容

1. 研究の目的

エアボーン風力発電技術は今後伸びていく技術であると考えられる。この風車を用いるメリットは、①上空の強い風を利用することにより高効率の風力発電が可能、②台風時や雷発生時に、容易に装置を避難させることができる、③堅固な支持施設が不要であり風力発電のインシヤルコストが下げられる、等があげられる。上記メリットを生かす風力発電システムとして、テザー技術を活用した装置の開発に取り組む。

2. 研究の方法

・風洞試験における、テザーを活用した浮遊風力発電システムの動作状況の確認。

3. 研究成果

・境界層風洞における凧につるされた風車の稼働状況確認試験から、凧に吊るされた状態でも問題なく風車が回ること、風車が回ること凧の姿勢が安定することを確認した。
 ・バルーン及び凧によるフィールドテストから、ヘリウムの問題もあり、現状では凧による浮遊の方が優位であると判断した。併せてハイブリッド凧等の調査を開始した。
 ・CFRPを活用した軽量翼の成形法を試し、試験用の翼を成形した。また、翼の空気力実験結果から風車の効率を算定するプログラムを完成させた。
 ・2回の高空風力発電会議(3月の会議は本研究の公開研究会集として実施)を開催し、現状の解題を話し合うとともに、試作機の仕様を決定した。



Fig. 1
フィールド試験（凧による浮遊）



Fig. 2
風洞での動作確認試験

Researches on moving characteristics of structures which affect wind response

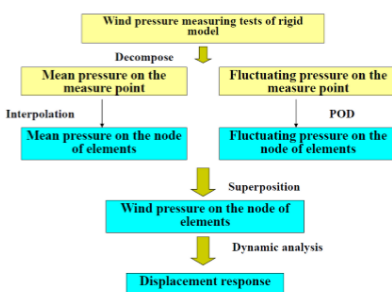


Fig.1
Framework of numerical analysis method of displacement response

研究代表者 Yuanqi Li(中国 同济大学) 拠点担当者 吉田 昭仁
 キーワード: structures which affect wind response

内容

1. Research Aim

This project mainly focuses on developing and verifying of equivalent method for wind-induced vibration of membrane structures considering solid-fluid interaction with the concept of added mass.

2. Research Method

The main research contents includes: 1) Development of equivalent method for wind-induced vibration of membrane structures with the concept of added mass; 2) BLWT Experimental investigation and verification on wind-induced vibration of membrane structures with a little complex shape; 3) Further verification by filed monitoring data of wind-induced response of a practical project, Yueqing Stadium, in China.

3. Research Results

3.1 Development of equivalent method for wind-induced vibration of membrane structures with the concept of added mass 1) Test introduction A circular flat roof was used as the test model. The wind tunnel tests were conducted in Wind Engineering Research Center, Tokyo Polytechnic University. 2) Numerical analysis method An equivalent method for wind-induced vibration of membrane structures with the concept of added mass is established. Firstly, wind pressure based on the measuring points of the rigid model can be decomposed into mean pressure and fluctuating pressure. Secondly, through the interpolation method, the mean pressure on the measuring points can be transformed to the mean pressure on all the nodes of FE model. Finally, nonlinear dynamic analysis is conducted to derive the displacement response. An equivalent dynamic analysis framework of numerical analysis method is shown in Fig.1.

超高層建築物の歩行者や中低層建物への空気の環境問題に関する研究

研究代表者 Qingshan Yang (北京交通大学) 拠点担当者 吉田 昭仁
 キーワード: 空気の環境問題

内容

Research Aim

A series of wind tunnel tests have been carried out to determine pedestrian level winds around 38 super tall building models with various configurations: square plan, rectangular plan, elliptic plan, with corner chamfered, tilted, tapered, inverse tapered, with setbacks, helical, openings and so on. The results of these tests have led to comprehensive discussions on the pedestrian-level wind environment characteristics of various tall building configurations, and studies on corresponding optimal structural systems. 2. Research Method For this research, using the thermistor sensors and hot-wire sensor to test wind speed around the super tall buildings and the inflow wind speed, calculate the mean speed-up ratio.

Research Result

The Fig. 1 shows the variation of speed-up ratio distribution of the square buildings models with the building height (Kami and CBS; Fig. 2 is the experiment result of the square model.

Roughly compared with the past studies, the pattern of the high speed zone is almost same, but the area of the high speed zone is much larger, and it increases with the building height. The measurement method in this experiment and past studies is all the Multi-point measurement: the wind velocity information can be acquired just at the measurement point, and the information of the all wind field is not continuous.

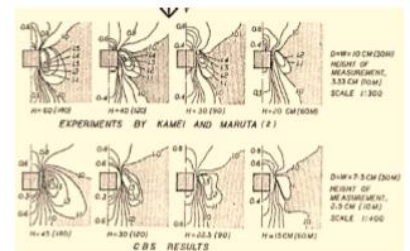


Figure 1. Speed-up Ratio Distributions in Past studies

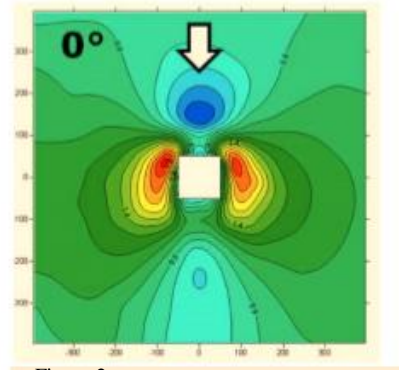


Figure 2. Speed-up Ratio Distributions in current result

太陽光発電システム風荷重評価に関する研究

研究代表者 植松 康(東北大学) 拠点担当者 吉田 昭仁
 キーワード: 風荷重・耐風性能評価

内容

1. 研究の目的

本研究の目的は、国内で需要が急増しているメガソーラーや工場などの大規模建築物の屋上に設置される屋上設置型太陽光発電システムなど、多様化する設置条件下での太陽電池アレイに作用する風荷重の特性を明らかにすることにある。また、太陽光発電アレイの設置架台の設計に用いられている現行のJIS規格における問題点を明らかにするとともに、種々の風洞実験結果を基に実情に即した風荷重を算定するための風力係数を提案する。

2. 研究の方法

本研究は、平成26年度から進められており、初年度の平成26年は、太陽光発電の普及状況と今後の展望、強風被害の実態の把握、太陽光発電システムの風荷重・耐風性能評価に関する文献調査、耐風設計上の問題点の抽出、今後の課題等の整理を行った。平成27年度は、平成26年度と同様の活動をさらに進めるとともに、「太陽光発電システム耐風設計マニュアル」の策定を最終目標とした資料整理および記載内容の検討を行った。また、平成27年6月に太陽光発電システムの耐風圧性能試験を実施し、耐風性能評価のための載荷試験方法の検討を行った。

3. 研究成果

平成27年度の成果は次のとおりである。なお、これらの成果をもとに平成28年2月24日に公開研究会「太陽光発電システムの耐風設計の要点 ―耐風設計マニュアルの作成に向けて―」(参加者99名)を実施した。

・設計用風力係数に関する文献整理

国内外の太陽光発電システムの風力係数に関する研究論文を収集した結果より、太陽光発電システムの設置形式、モジュールの傾斜角、風向角、風力係数の種類(平均・ピーク)などの項目ごとに整理した風力係数のデータベースを作成した

・太陽光発電システムの耐風圧性能試験の実施

風荷重の伝達経路(ロードパス)が複雑な折板屋根上に設置された太陽光発電システムを対象に耐風圧性能試験を実施した

・耐風設計マニュアルの作成

平成26年度に得られた成果をもとに、要求性能、風荷重評価、構造設計、耐力評価など、様々な側面から議論を重ね、「(仮)太陽光発電システム耐風設計マニュアル」の作成に向けた準備作業を行った。耐風設計マニュアルは全10章の構成とする。

耐風設計のための台風モンテカルロシミュレーションの適用方法に関する研究

研究代表者 三浦 景祐(東電設計株式会社) 拠点担当者 松井 正宏
 キーワード: 台風モンテカルロシミュレーション

研究目的

日本における強風の主要因は台風であることを考慮して、台風モデルを用いたモンテカルロシミュレーション手法(以下、台風シミュレーションと称す)による風速評価や風向特性の評価に関する研究が数多くなされている。台風シミュレーションにより設計風速を評価する際には台風気圧場の再現性と地上風の予測精度が重要である。本研究では、地域限定型モデル(Full-track type)を用いた場合の台風気圧場の再現性に着目し、台風気圧場のモデル化に適した確率分布モデルについて整理する。

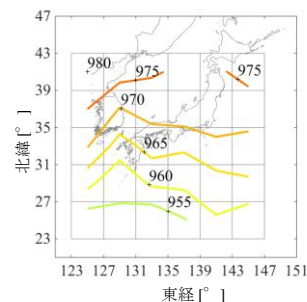
研究方法

台風シミュレーションでは、台風観測データより得られる台風の経路、気圧場、進行速度を確率分布で近似し、各確率分布に従う乱数を発生させて人工的に台風を発生させる。そのため、確率分布の近似精度が非常に重要となる。既往の研究では、気圧場を対数正規分布でモデル化することが多い。本研究では、台風パラメータの確率分布を一般化極値分布で与えることを試みる。一般化極値分布はGumbell分布、Frechet分布、Weibull分布の三つの極値分布を1つの式で表したもので与えられる。

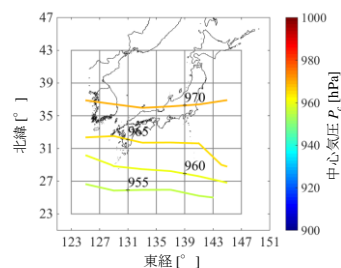
研究成果

(1) モンテカルロシミュレーション結果

図3に台風シミュレーションで得られた中心気圧の平均値分布を示す。観測記録の平均値分布を良く再現している。台風による強風の発生要因として中心気圧の低い値の分布の再現性も重要となる。



(1) 観測記録



(2) シミュレーション結果

図1 台風シミュレーションによる中心気圧の平均値分布

種々の形状変化による高層建築物のピーク外圧係数の検討

研究代表者: 勝村 章(株式会社 風工学研究所) 拠点担当者: 吉田 昭仁
 キーワード: 風圧実験 種々形状 ピーク外圧係数

内容

近年デザイン性のみならず空力的優位性の観点からも建築物の隅角部に、隅欠きや隅切りを採用する事例が多く見られる。建築物に水平方向や鉛直方向に設けられる隅欠き近傍では、隅欠きの無い建築物とは性質の異なるピーク外圧が作用するため、設計上十分注意を払わなければならない。建築物荷重指針・同解説では、比較的単純な隅切りや隅欠きのピーク外圧係数は記載されているが、複雑な壁面段差に適用することはできない。また、これまでに建築物の壁面段差とピーク外圧係数に関して系統的に研究された例は見当たらず、壁面段差付近の合理的な外装材用風荷重を算定することが困難となっている。2種類の建物形状に対し壁面段差の水平距離や鉛直距離を変化させ、壁面段差の影響を受けやすい部位に着目しピーク外圧係数の傾向を調査する。

図に辺長比1の、段差のない角柱の①面で実験風向中最小ピーク外圧係数の発生した風向角 $\theta=15^\circ$ に着目し、水平距離 $b=0$ とし鉛直距離 h を変化させた際の、最小ピーク外圧係数分布の一例を示す。鉛直距離 $h=2d$ および $5d$ (図(c)および(d))では、鉛直距離 h が大きくなるに従い、実線丸部の最小ピーク外圧係数発生位置もそれに追従している。この段差に発生した局所的な最小ピーク外圧係数は段差側面から建物側まで連続しており、段差隅角部から発生する渦によるものと考えられる。

段差のない角柱と比較し、段差による絶対値の大きな最小ピーク外圧係数の発生領域を明らかにした。段差の配置の組み合わせは非常に多く、本調査でもまだ十分とは言えない。今後も引き続き建物形状や段差の組み合わせを検討すると同時に、渦形成の現象についてもPIV等の実験にて検討していきたい。

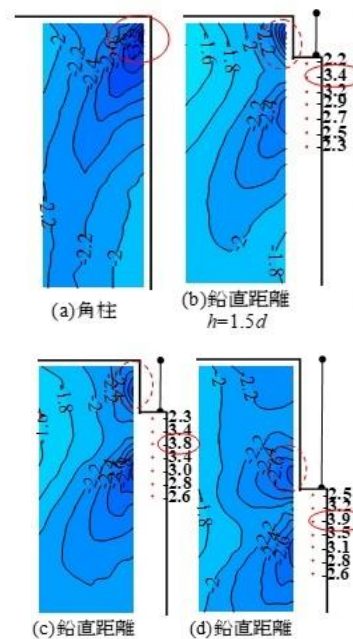


図 辺長比1, ①面での最小ピーク外圧係数分布
(風向角 $\theta=15^\circ$, 水平距離 $b=0$)

高層建築物に作用する風荷重に与える Interference Effect に関する研究

研究代表者：Achal Kumar Mittal(インド CSRI-CBRI)

拠点担当者：吉田 昭仁

キーワード：high-rise buildings, wind loads, responses

研究内容

1. Research Aim

Study of wind-induced interference effects between high-rise buildings through wind tunnel experiments to produce experimental data for a database and also suggest empirical formulas for evaluating wind loads and responses between tall buildings for preliminary design purpose.

2. Research Method

To assess the wind-induced interfering effects between two buildings, wind tunnel experiments on a high-rise building model with various arrangements and different height ratios and side ratios of an interfering building which is additional interfering building model are carried out in a Boundary Layer Wind Tunnel at Tokyo Polytechnic University, Japan.

For this study, the flow of the atmospheric boundary layer in the wind tunnel is interpreted as a geometrical scale of approximately 1:400. The approach flow represents an urban wind exposure with a power law exponent of 0.27.

Interference effect on a square prism based on aeroelastic experiments

研究代表者：Yuan-Lung Lo (Tamkang Univ.) 拠点担当者：吉田 昭仁

キーワード：Aeroelastic vibration test, CFD, square prism models,

内容

This paper intends to address that the significant interference effect between two high-rise not only comes from the upstream buildings but also the building existing in the downstream area, especially when the two buildings are close to each other. Aeroelastic vibration test and high-frequency force balance tests were conducted for two identical square prism models with an aspect ratio of 8 under a turbulent boundary layer flow.

Critical locations for interfering buildings were discussed and shown with altered force spectrum characteristics and different patterns of response trajectories. Finally, an idealized 2D numerical simulation of CFD was tried for the simulations of some critical cases. Although the absolute values from CFD results could not perfectly be compared with the experimental results, the simulated vorticity movement generated from both buildings could provide an intuitive way for the enhancement of the downstream interference mechanism.

Fig. 1 represents a half cycle series of vorticity patterns from the case at $(-2, 0)$. It is indicated that the downstream interfering model does not become an obstacle to the formation of vortex shedding from the principal model; instead, the vortex separated from the principal model converges to the vortex generated from the downstream interfering model (blue vortex from $0/16$ to $1/16$ cycle; red vortex from $5/16$ to $6/16$ cycle).

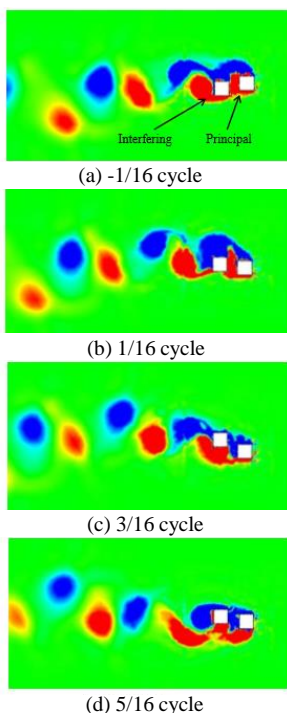


Fig. 1 Truncated patterns of vorticities at the case of $(-2, 0)$ under $Ur = 19.3$

外装材耐風圧性能試験装置を用いた機械的固定後方防水システムの耐風性能評価に関する研究

研究代表者：栗田 剛(東急建設株式会社) 拠点担当者：吉田 昭仁
キーワード：

現在、屋根の防水工法として施工性あるいは環境保全などの観点から、機械的固定工法防水層(以後、本防水層)が多く施工されている。本防水層は、強風時に風上と風下で防水シートの膨れ高さが異なるため、固定部に鉛直力と水平力が同時に発生する事が明らかになっている。耐風圧装置に設置した防水シートにあらかじめ質量の異なる錘を載せ、防水シートを膨らませた後に耐風圧装置内の圧力を変化させて防水シートの膨れ高さ、固定部に加わる応力、更には破壊に至るまでの回数を計測し、鉛直力と水平力を考慮した本防水層の耐風性を検討することとした。

低層建物の屋根面を対象として、風圧力の最大値、風速の累積作用時間および等価累積継続時間を算定し、錘積載法による評価を試みた。表1に暴風のみを対象とした照査期間ごとの等価累積継続時間を示す。図1にB列,C列における変位を示す。図中には照査期間50年における等価累積継続時間(215分:12900秒)を示す。B列における変位は、初期に錘の重量の分だけ約5mm増加し、繰返し載荷後は時間の経過とともに徐々に増加する。215分後の変位は17mm~19mmであるが、防水シートの破断は見られなかった。また、C列における変位は、初期状態は錘が無いので0であるが、繰返し載荷後は時間の経過とともに大きくなり215分後の変位は10mm~15mmであった。変位の振幅はC列のほうがB列に比べて大きかったが、C列においても防水シートの破断は見られなかった。照査期間50年の最大風速および等価累積継続時間を用いた錘積載法による繰返し載荷実験を行い防水シートに破断がないことを確認した。

表1 照査時間ごとの等価累積継続時間

照査時間 N(年)	最大風速 U _{H.1} (m/s)	設計速度圧 q _H (Pa)	ピーク風力 q _H × 4.3 (Pa)	等価累積継続時間 T(分)
50	30.9	571	2457	215.3
40	30.3	550	2367	224.9
30	29.6	524	2253	165.1
20	28.5	488	2098	141.9
10	26.7	429	1845	120.5

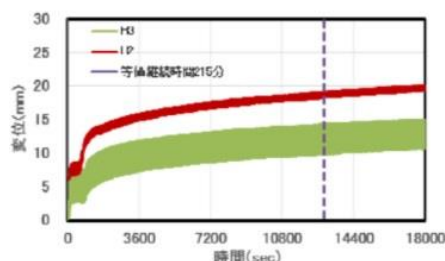


図1 防水シート変位の時刻歴波形

発展途上国のたつまきの発生環境、強風被害評価および被害軽減に関する研究

研究代表者：林 泰一
キーワード：竜巻 強風被害

拠点担当者：松井 正宏

内容

南アジアにおいて、バングラディッシュでは過去に、1960年代から約10年ごとにThe super cyclones floods による大きな被害が発生しており、ベンガル湾沿いのThe super cyclonesによる死者数は最大で500,000人にも及ぶ。バングラディッシュにおける、サイクロンや洪水の体験や知識、被害軽減に対する成功事例を ミャンマーに応用すべく実態調査を行った。

バングラディッシュでは、図1に示すように国内に4基のレーダーと高層観測を行い、気象を観測している。4基すべてのレーダーは3時間ごとに1時間観測している。図2は、2007年12月19日に起きたSidrの被害図である。海に面している南側で大きな被害が出ているのがわかる。

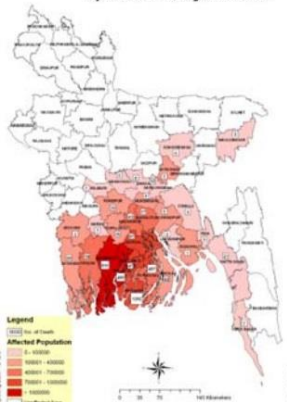
このような被害を軽減するためには、現地でデータの蓄積をしなければならない。しかし、ベンガル湾で東方向へ移動するサイクロンは少なく、1797年から2007年の28年間でわずか3個しかなく、サイクロンの体験が蓄積できない。さらに、レーダーなどの気象観測体制が不十分なことも1つの要因といえる。

サイクロンなどの被害を軽減するためには、気象観測体制を整え、サイクロンの早期予測、避難情報やサイクロンシェルターの増加、政治体制や市民のコミュニティを整える必要があるだろう。



図1 レーダー配置図

Cyclone SIDR: Damage Information



調湿建材による放射冷房システムの表面結露防止の効果に関する研究

研究代表者：張 会波(中国 上海交通大学) 拠点担当者：張 偉榮

キーワード：調湿建材 躯体放射冷房システム

放射冷房は一般的にデシカントシステムと併用され、顕熱のみを処理するという形であるが、在室者による開口部から多湿な外気の大量侵入などにより、表面に結露してしまうことが多発し、躯体放射冷房システムの利用を制限される重要な原因の一つである。調湿建材は表面における水蒸気の吸着・脱着により室内湿度の変動を抑える効果があるため、ゼオライト系、火山灰系の調湿建材を用い、試料負荷率、室内加湿量、換気回数等のパラメータを変化して、調湿建材が実住宅への適用効果の評価指標を提案し、空間内の湿度分布を考察した。本研究では調湿性能が優れる建材の三種類(無機の鉱物質、珪藻土、生物質系)のサンプルを用い、小型チャンバーの中で、各材料の吸放湿性能を実験で明らかにする。

研究成果としての総括：

- 1) 珪藻土はある程度吸放湿性能を持つから中国で健康内装材として盛んでいるが、実際塗った1mmの厚さでわずかの吸放湿性能が現れた
- 2) 無機の鉱物質パネルとした実験ではINA Xの製品エコカラットを用い、日本では調湿機能を持つ建材として認定されるが、7mmの厚さでは約珪藻土の2倍の吸湿量を得た
- 3) 生物質パネルは農産廃棄物として、近年断熱材で使われてきたが、吸放湿性能が注目されていない。今回の実験で、実際の厚さ(50mm)の半分でも無機の鉱物質パネルの約4倍の吸湿量を得た。非常に優れる調湿性能をもつ生物質パネルは今後の建築中でサステナブルな建材として活用することが期待できる。

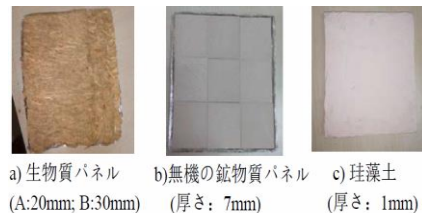


図1 実験対象の三種類調湿建材

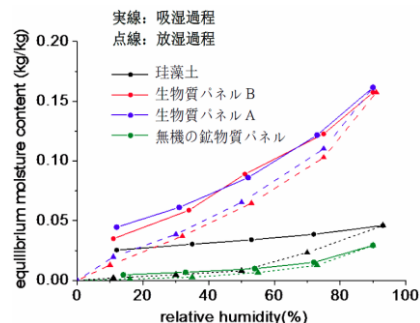


図2 三種類材料の平衡含水率曲線の比較 (質量基準)

Preliminary investigation on the influence of planning factors on the near-field PM2.5 dispersion within urban areas

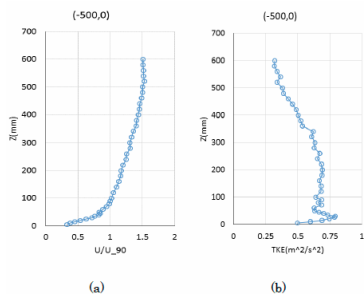


Fig. 1 Inlet profiles. (a) Horizontal wind speed (b) Turbulent kinetic energy

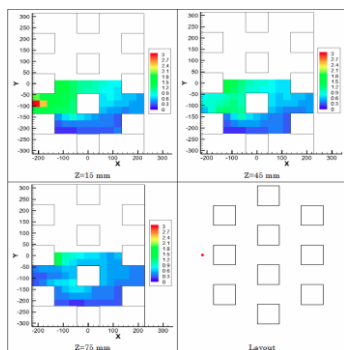


Fig. 2 the concentration distributions of scenario 6. The points at three horizontal planes (Z=15, 45, 75 mm) were measured.

研究代表者：Xiaofeng Li (中国 清華大学) 拠点担当者：張 偉榮

キーワード：wind tunnel experiments, pollutant dispersion

1. Research Aim

This research mainly focuses on the influence of planning factors on the pollutant dispersion in built-up urban areas. Due to the inhomogeneous distribution of urban pollution sources and the influence of urban morphology on urban flow and dispersion, highly inhomogeneous pollution levels in neighborhood scale (~1 km) can be found in built-up areas. This research aims to evaluate the urban dispersion, try to provide better living environment by optimizing urban planning, including road, community, and green area arrangements.

2. Research Method

To investigate the influence of different planning factors on the pollutant dispersion in urban areas, wind tunnel experiments were performed to study the pollutant dispersion characteristic. Cubic blocks were used to represent simplified building groups and tested in the Boundary Layer Wind Tunnel of TPU. The wind tunnel experimental results were used to calibrate the CFD model. The optimal turbulent Schmidt number were determined according to the wind tunnel experiments.

3. Research Result

3.1 Wind tunnel experiments

In the wind tunnel experiments, six dispersion scenarios in four different flow fields were tested in the boundary layer wind tunnel, 1,476 concentration points and 72 velocity vector points in total were measured.

3.2 Two of all six scenarios were simulated and the simulation method was determined, in which the optimal turbulent Schmidt number is 0.5~0.7.

Bangladeshにおける竜巻等突風防災に資する実践的知識とその地域における共有・定着に向けた研究

研究代表者：山根 悠介(常葉大学 教育学部)

拠点担当者：松井 正宏

キーワード：竜巻等の突風被害 調査 分析

1. 研究の目的

竜巻等の突風被害の世界的な多発地帯の一つである Bangladeshにおいて、被害軽減に資する実践的知識が地域で共有・定着されることを目指して、過去の被災地において地域住民への聞き取り調査から明らかとなった被害発生前の気象や周辺の自然環境、体を感じた変化等の経験、被害実態、被害の拡大要因といった被害軽減に資する実践的知識を地域で共有・定着させるための地域防災ワークショップを実施する。

2. 研究の方法

過去の被災地における現地住民への聞き取り調査から明らかとなっている被害の実態と被害拡大の要因、またそれらの結果の分析から導き出される被害軽減のための教訓を整理・体系化し、これらの結果を地域における被害軽減のための実践的知識として共有・定着させるための地域防災ワークショップを行う。

3. 研究成果

2015年2月末に Bangladeshの首都ダッカにあるNew School, Dhaka及びUdayan Schoolにおいて、教員と児童に向けた突風防災ワークショップを行った。竜巻等の突風の気象学的性質と被害の実態、被害軽減に向けた適切な避難行動等の実践的知識について、様々な実際の場面における適切な被害行動について、参加者どうしのディスカッションにより実践的に学ぶことを重視したワークショップを行った。事後に行った参加教員のアンケートから、突風防災に関するこれまでに知らなかった新たな知識を得ることができた、このような知識を児童・生徒に学校現場で伝えることの重要性への気付き、また今後実際に突風防災に関する授業を自らの学校でも実施したい等、本ワークショップの実施により教員の突風防災教育に対する知識や意識の高まりを認めることができた。また児童に対するアンケートから、これまで知らなかった突風防災に関する知識を得ることができたとの声が多く得られ、このようなワークショップの実施の重要性及び被害軽減に資する知識の定着への有効性を確かめることができた。

在室者の覚醒状態および生産性を向上させる省エネ型室内環境制御法に関する研究

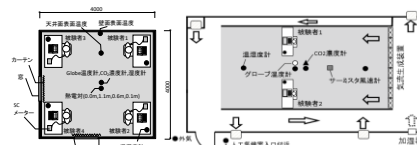
研究代表者：後藤伴延(東北大学) 拠点担当者：水谷国男

キーワード：覚醒状態 知的生産性 被験者実験 室温変動

本研究では、室温の変動が在室者の覚醒状態および作業効率に影響を及ぼすか否か、どのような変動が覚醒状態や作業効率にとって望ましいのかを明らかにする。加えて、室温に比べて可変性や制御性の高い環境要素である風速に関する覚醒状態(エネルギー覚醒EAと緊張覚醒TA)および生産性への影響と効果的な利用方法を明らかにする。

まず、急な上昇と緩やかな下降を組み合わせた室温の周期的な変動が在室者の覚醒状態および作業効率に及ぼす影響について検討を行った。実験は東北大学環境工学実験室内の人工気候室(図1(1))で行った。被験者は環境順応時間として20分間の映像視聴を行った後30分間の数独作業を計4回行う。その結果、急な上昇と緩やかな下降を組み合わせた周期的な室温変動は、自然発生的な環境変動や作業状態の変更が無く、その状況が一定時間維持されるような場合において、覚醒状態が向上し(図2)作業効率を向上させる可能性が考えられた。

次に風速が覚醒状態と作業効率に及ぼす影響を被験者実験によって検討した。実験は東京工芸大学の人工気候室(図1(2))で行い、定常条件として室温26°C風速0.15 m/s (Case 1)、室温27.5°C風速0.15 m/s (Case 2)に設定した。風速変動条件は、高風速時のPMVやSET*がCase1と同レベル、PMVやSET*の時間平均がCase2と同レベルになるように、室温28°C風速0.15m/sを基本として約20分間に1回の頻度で風速上昇させるCase3と、約20分間に4回の頻度で風速上昇させるCase4を設定した。その結果、短時間の風速上昇を繰返すことによって、温熱的な効果以上に覚醒状態が改善され、作業効率を向上させる可能性が示された。一方で、風速上昇の頻度を一定程度以上に多くするとむしろ覚醒状態の悪化を招き、作業効率が低下する可能性があらうことも示された(図3)



(1) 東北大学 (2) 東京工芸大学
図1 人工気候室

● Case 1 (23°C) ● Case 2 (26°C)
▲ Case 3 (23°C⇔29°C) ▲ Case 4 (24.5°C⇔27.5°C)
* p<0.05, † p<0.1 Wilcoxonの符号付順位和検定による

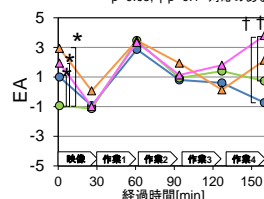


図2 EAの経時変化(東北大学)

● Case1(26°C, 0.1m/s) ● Case2(27.5°C, 0.1m/s)
▲ Case3(28°C, 0.1⇔1.0m/s, 上昇1回) ▲ Case4(28°C, 0.1⇔1.0m/s, 上昇4回)
■ 風速変動 * : p<0.05 † : p<0.1 Wilcoxonの符号付順位和検定による

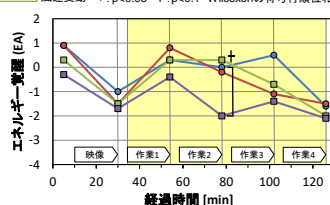


図3 EAの経時変化(東京工芸大学)

自然通風環境における気持ちよさ評価モデルに関する研究

研究代表者：森上伸也(豊田工業高等専門学校)
 拠点担当者：水谷国男
 キーワード：自然通風 2nodeモデル 発汗サーマルマネキン

本研究では、非定常通風環境に適応可能な多分割型人体温熱生理モデルを開発すること、および自然通風環境における気持ちよさの発生メカニズムを明らかにすることを目的とする。自然通風環境を再現したアクティブ制御マルチファン人工気候室で主観申告実験を行い、筆者らが定式化した気持ちよさ評価モデルを検証した。なお、通風環境は不均一であるため、人体の部位ごとの評価が可能なStolwijkの25nodeモデルを参考にした。

平成27年度の研究においては、人体温熱生理モデルの基礎的なモデルである2nodeモデルにおける発汗蒸発モデルの検証を行った。東京工芸大学の通風型人工気候室における発汗サーマルマネキンの実験から、発汗・蒸発モデルの検討および皮膚温の予測精度検証を行う。発汗サーマルマネキンの周辺環境をステップ的に変化させた非定常通風環境における条件で実験を行い、多分割型人体温熱生理モデルにおける発汗・蒸発モデルの精度検証用データを取得する。

通風環境における2nodeモデルの発汗モデルおよび新たな発汗・蒸発モデル(図1)を検証するために、通風型人工気候室を用いて非定常状態における発汗サーマルマネキンによる実験を行った(写真1)。実験条件は、気温32度一定で、風速を0.1m/sからステップ的に2.0m/sに変化させた。図2に既往のモデルと提案するモデルによる体重の計算結果の比較を示す。提案するモデルでは、風速のステップ変化直後の、急激な皮膚に残った汗の蒸発を再現できている。しかし、拡張型2nodeモデルが定常状態となった以降も実験値は体重が減少し続けている。

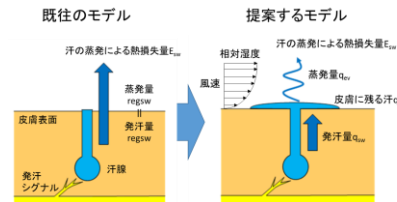


図1 新たな発汗・蒸発モデルの提案



写真1 実験時の様子

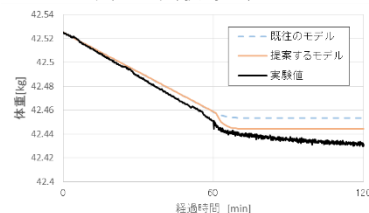


図2 体重の時刻歴波形

Study on wind-driven natural cross ventilation of a building

研究代表者：HeeChang LIM((Pusan National University) 拠点担当者：水谷国男
 キーワード：cross ventilation, model with the heat plate, temporal temperature variation

First, the wind tunnel tests were conducted in the turbulent boundary layer wind tunnel of the Wind Engineering Research Center at Tokyo Polytechnic University (TPU) in Japan. Figure 1 shows the setup and measurement system of temperature inside a model. 27 thermo-couples are systematically installed inside the model and the measurement system was placed on the side of wind tunnel. In order to save the temperature data simultaneously the sampling rate and the number of samples were 10Hz and 18,000, respectively. The temperatures on the ground inside the model were set to two different temperature, i.e., 34.5 and 80.5degs.

Figures 2 and 3 show the temporal variation of temperature inside the model. In order to get the temporal temperature variation, 27 different thermo-couples are systematically deployed inside the model and the measurement system was a multi-channel data logging system (HIOKI LR8416). In order to save the temperature data simultaneously the sampling rate and the number of samples were 10Hz and 18,000, respectively. The temperatures on the ground inside the model were set to two different temperature, i.e., 34.5 and 80.5degs. As shown in the figures, without the wind, the temperature increases and reaches to the maximum value and gradually descends monotonically, which would be controlled by temperature control device for the safety reason.

When the velocity reaches to 2m/s, the temperature decreases in the heating region, i.e., 0-5mins and decreases monotonically. As the oncoming wind increases further around 6m/s, the maximum peak of temperature would be slightly shifted to the early time, but the temperature reduction was not substantial compared to the lower velocity, i.e., 2m/s.

It seems to be caused by the wake inside the model, but this kind of phenomena should be researched further in the future.

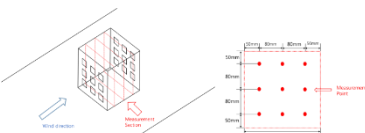


Figure 1 Setup and measurement facility of temperature inside a model

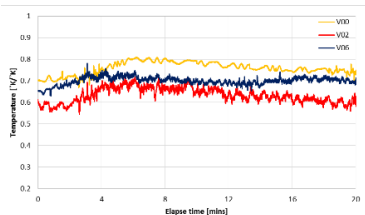


Figure 2 Temporal variation of temperature inside the model with the heat plate 34.5degs

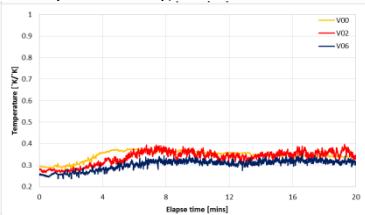


Figure 2 Temporal variation of temperature inside the model with the heat plate 80.5degs

在室者の覚醒状態および生産性を向上させる省エネ型室内環境制御法に関する研究

研究代表者：後藤伴延(東北大学) 拠点担当者：水谷国男
 キーワード：覚醒状態 知的生産性 被験者実験 室温変動

本研究では、室温の変動が在室者の覚醒状態および作業効率に影響を及ぼすか否か、どのような変動が覚醒状態や作業効率にとって望ましいのかを明らかにする。加えて、室温に比べて可変性や制御性の高い環境要素である風速に関する覚醒状態(エネルギー覚醒EAと緊張覚醒TA)および生産性への影響と効果的な利用方法を明らかにする。

まず、急な上昇と緩やかな下降を組み合わせた室温の周期的な変動が在室者の覚醒状態および作業効率に及ぼす影響について検討を行った。実験は東北大学環境工学実験室内の人工気候室(図1(1))で行った。被験者は環境順応時間として20分間の映像視聴を行った後30分間の数独作業を計4回行う。その結果、急な上昇と緩やかな下降を組み合わせた周期的な室温変動は、自然発生的な環境変動や作業状態の変更が無く、その状況が一定時間維持されるような場合において、覚醒状態が向上し(図2) 作業効率を向上させる可能性が考えられた。

次に風速が覚醒状態と作業効率に及ぼす影響を被験者実験によって検討した。実験は東京工芸大学の人工気候室(図1(2))で行い、定常条件として室温26°C風速0.15 m/s (Case 1)、室温27.5°C風速0.15 m/s (Case 2)に設定した。風速変動条件は、高風速時のPMVやSET*がCase1と同レベル、PMVやSET*の時間平均がCase2と同レベルになるように、室温28°C風速0.15m/s を基本として約20分間に1回の頻度で風速上昇させるCase3と、約20分間に4回の頻度で風速上昇させるCase4を設定した。その結果、短時間の風速上昇を繰返すことによって、温熱的な効果以上に覚醒状態が改善され、作業効率を向上させる可能性が示された。一方で、風速上昇の頻度を一定程度以上に多くするとむしろ覚醒状態の悪化を招き、作業効率が低下する可能性が示された(図3)。

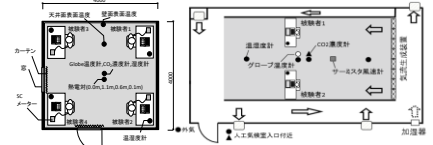


図1 人工気候室

Case 1 (23°C) Case 2 (26°C)
 Case 3 (23°C⇔29°C) Case 4 (24.5°C⇔27.5°C)
 * p<0.05, † p<0.1 対応のある検定による

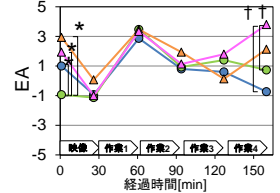


図2 EAの経時変化(東北大学)

Case 1(26°C, 0.1m/s) Case 2(27.5°C, 0.1m/s)
 Case 3(28°C, 0.1⇔1.0m/s, 上昇1回) Case 4(28°C, 0.1⇔1.0m/s, 上昇4回)
 風速変動 * : p<0.05 † : p<0.1 Wilcoxonの符号付順位和検定による

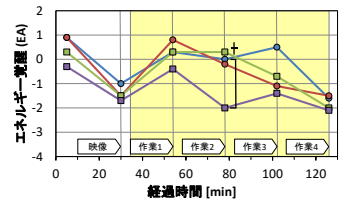


図3 EAの経時変化(東京工芸大学)

住民参加型風環境マップの作成

研究代表者：白澤 多(大妻女子大学) 拠点担当者：義江 龍一郎
 キーワード：ビル風、風環境マップ、風環境評価、住民参加型風環境調査

内容

近年、再開発により都市部では超高層マンションが多く建設されている。大規模な高層ビルを建設する際には、事前に風洞実験結果と最寄りの気象観測点における風の統計データを用いて、風速の発生確率に基づく風環境評価が行われている。その手続きは確立され適切に行われているはずであるが、高層建築物周辺では強風にあおられ高齢者や子連れの夫婦などが転倒するといった事故も発生している。風環境評価を行なう上で、技術的な課題であった「ビル風の予測に用いられる風観測データ」や村上らの提案した「日最大瞬間風速の超過確率に基づく評価尺度」を用いる際に使用する「ガストファクターの設定」については、日本風工学会で議論され、前者については「標準上空風データ」の整備、後者については「GFを平均風速比の関数として表す近似式」などが提案され、解決されつつある。風環境評価を行なう上では、上記のような技術的な課題とともに評価尺度そのものの果たす役割は大きく重要である。わが国では、上記の村上らの風環境評価尺度、風工学研究所の「毎10分間風速の累積頻度に基づく風環境評価尺度」が1980年代からおよそ30年にわたって数多く使われ、これまで大きな役割を果たしてきた。

そこで、本研究では住民参加型の風環境調査を行い、その調査に基づき風環境マップを作成し、web公開することで、強風時に回避すべき場所や夏期に心地よい風が吹く場所等が明確になるなど地域住民の風環境への理解の促進と認識の共有化をはかることを目的とする。



(1) Vaavud (2) Kestrel

図1 風速計



図2 VaavudのiPhone用アプリの履歴画面

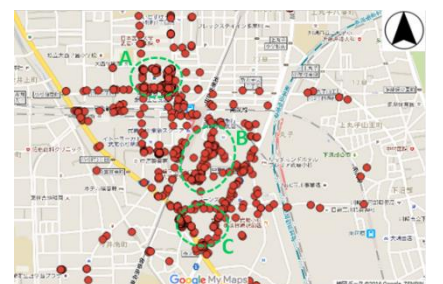


図3 風環境マップ

換気塔を利用した通風性能向上に関する研究

研究代表者：倉淵 隆(東京理科大学) 拠点担当者：水谷 国男
 キーワード：自然通風 換気塔 風洞実験 CFD

<研究目的>

近年建物の高気密化・断熱化により発生したシックハウス症候群を受け、24時間換気のために原則として居室への機械換気設備の設置が義務付けられた。自然換気だけで居室に求められる換気量を維持することは困難であるが、省エネルギーの観点から機械設備の負担を極力減らすべきである。また居住者の自然通風へのニーズも高まりつつある。このような現状がある中で、日本の都市部では住宅の隣棟間隔に狭さによって壁面開口間による自然通風の活用は容易ではない。そこで本研究では上空風を利用する換気塔に注目し、室内圧と換気量に注目することで、換気塔の通風特性の把握及び局所相似モデルへの適用可能性を検討した。

<研究成果>

作成したパラメータを使って通風量予想精度の比較を行った。予想精度の比較は①CFD 全域計算により通風量を算出する方法、②流量係数を固定し通風量を算出する方法(従来法)、③換気塔局所相似モデルパラメータと既報の流入側単純開口局所相似モデルパラメータを使用して通風量を算出する方法の計3ケースで行った。この検討ではCFD 全域計算を正確な通風量として比較を行うものとする。図1, 2に通風量予想結果を示す。流量係数を固定して計算を行った場合通風量を過大に予想しているのに対し、局所相似モデルパラメータを使用することで周辺建物の有無に関わらずCFD 全域計算と同様の通風量を予想することができた。

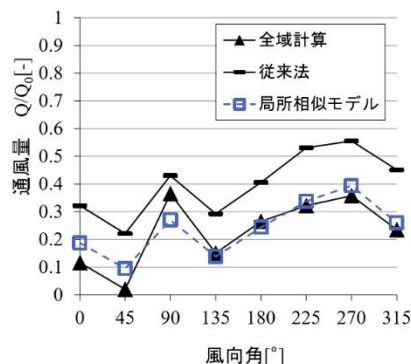


図1 周辺建物なし 通風量予測

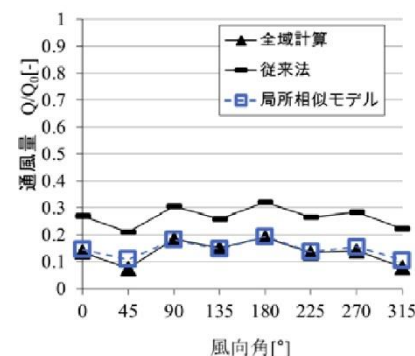


図2 グロス建蔽率30% 通風量予測

亜熱帯気候におけるマンションベランダ緑化が室内温熱環境に与える影響

研究代表者：蔡 耀賢(台湾 成功大学) 拠点担当者：張 偉榮
 キーワード：亜熱帯気候 ベランダ緑化 シミュレーション

<研究目的>

近年、地球環境問題により、エコシティが世界的に都市発展方針の主流となり、緑化による都市生態環境の改善やヒートアイランドの緩和効果に関する研究が数多く提出された。

本研究では、都市環境のマンションベランダ緑化に着目し、維持管理の簡単なベランダ緑化・菜園による温熱環境の改善を検討する。本研究では、台湾を含めた亜熱帯気候に合わせたマンションベランダの緑化法を提案するため、研究目的を以下に示す。

- (1) 気候に相応しい植生を選択し、既成の蒸散モデルの適用性を検討する。
- (2) マンション及びベランダの構成により、周辺の風向・風速を分析する。
- (3) 提案緑化手法が室内温熱環境に与える影響を明らかにする。

<研究成果>

風がベランダの植栽を通過する際の風速減衰現象を予測するため、CFD (Flow Designer) による数値解析を行い、実験の結果と比較した。数値解析では、流入・流出や乱流強度等の境界条件を実験で測定した値とした。また、植栽の数値モデルは阿藤ら(2015)が提案したものを、アラマンダのLAI (Leaf Area Index) の測定値を与えた。CFD 解析の風速分布を図1に示す。無植栽のベランダに比べ、植栽を設置した場合、部屋の奥まで風速が高くなることが分かった。これは、断面の縮小による風速の増加が原因と考えられる。また、鉢数の増加による風速減衰の違いが見られなかった。ベランダ前後の風速の実験値及び解析結果を比較した結果(図2)、CFD予測の信頼性が高いと考えられる(R2=0.944)。

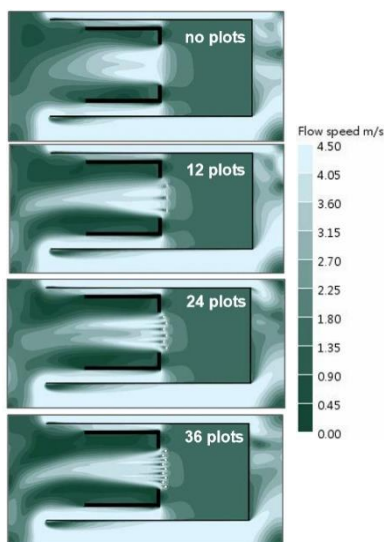


図1 CFDの風速分布結果

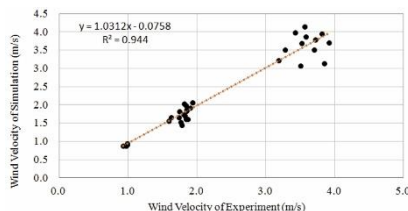


図2 実測値及びCFD結果の比較

都市域内を対象とした流れ場および汚染物質拡散予測に関する研究

研究代表者：宮下 康一(風工学研究所)
拠点担当者：義江 龍一郎
キーワード：風洞実験 汚染物質 次元濃度

本研究では、比較的狭い範囲の野外拡散実験ならびに広域の野外拡散実験を対象としている。風洞実験を行う際には、流入気流の設定が重要となる。そこで本検討では、第1に東京工芸大学に設置したドップラーライダーの観測結果を基に、ドップラーライダーによる観測の有効性を検討し、上空風の特性を明らかにする。これにより、風洞実験における流入気流を適切に設定することが可能となる。

風洞実験による予測では、広範囲に及ぶ汚染物質拡散を対象とする場合、風洞の大きさの制限から模型の縮尺率を小さくせざるを得なくなる。その場合に、実験精度が低下する可能性がある。そこで模型の縮尺率を1/600と1/300の2種類に変えた拡散風洞実験を行い、縮尺率が風速比や無次元濃度に及ぼす影響を検討した。

東京工芸大学厚木キャンパスを対象として、縮尺1/600模型と1/300模型を用いた2種類の拡散風洞実験を行った。その結果、両者の実験による無次元濃度は極めてよく一致することを確認した。風速比に関しては、建物の隅角部近傍や近接する建物間のように、風速の局所性が強い場所でやや大きな差が見られたが、その他の場所ではほぼ一致した。測定点の位置決めを厳密に行えば、上記の場所でも両者の対応は向上すると考えられる。

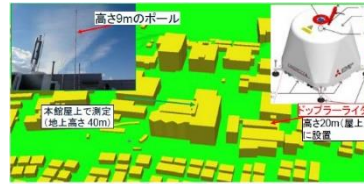


図1 観測機器の設置状況

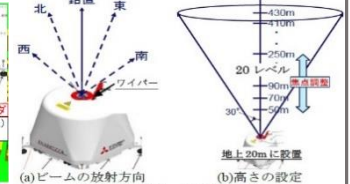


図2 ドップラーライダーの概要

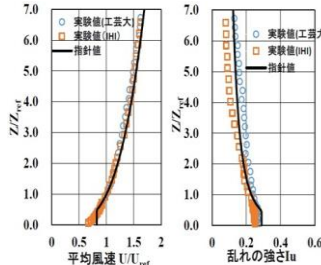


図5 実験気流の鉛直分布

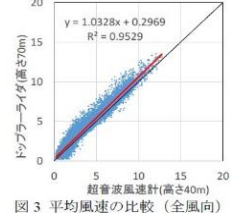


図3 平均風速の比較 (全風向)

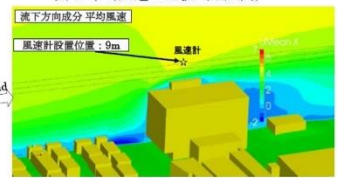


図4 本館近傍の流れ場 (LES解析結果)

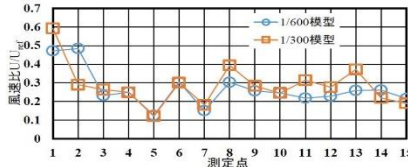


図6 風速比の比較

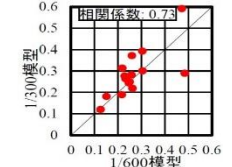


図7 風速比の相関図

猛暑による健康被害リスクや冷暖房エネルギー消費予測の基礎となる高分解能メソ気象データの作成

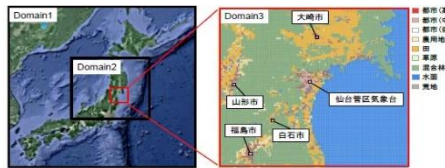


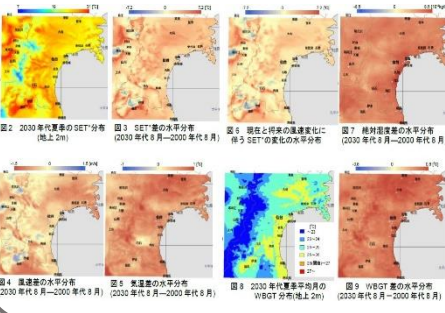
図1 解析領域 (仙台エリア)

表1 解析領域、メッシュ分割数、メッシュサイズ

領域	メッシュ	メッシュ	メッシュ
(X*Y)[km]	分割数	(X*Y*Z)[-]	サイズ
			(X*Y)[km]
domain 1	1800*1800	72*72*34	25*25
domain 2	750*750	150*150*34	5*5
domain 3	120*120	120*120*34	1*1

表2 WRF 解析条件

タイムステップ	90秒、30秒、6秒
初期・境界値	土地利用データ 地形データ 標高 気象データ
放射過程	短波 長波
地表面過程	WSM 6-class groupel scheme Dufin scheme ntns scheme Noah Land Surface Model scheme * Single-layer Urban Canopy Model
大気境界層過程	YSU scheme
積雲パラメタリゼーション	Kan-Fritsch (new Eta) scheme
ネスティング	1-way ネスティング



研究代表者：持田 灯(東北大学 大学院) 拠点担当者：義江 龍一郎
キーワード：エネルギー消費 気象データ SET 冷暖房負荷

今後、平均気温の上昇だけでなく、猛暑等の出現頻度も増加すると予測している。近年、医学や労働災害の分野で研究データが蓄積されつつあり、気象官署で観測された平均気温が同程度でも、高温時における健康被害の発症率は都市により相当の差がある場合があると報告されている。この原因として、ヒートアイランド現象により気象官署で観測された気温と中心市街地の気温が大きく異なることが考えられる。

- 1) 2030年代夏季冬季の平均的な気候を対象にSET*と熱負荷、夏季の極端気象を対象にWBGTを評価することによって将来のクリマアトラスを作成する手法を提案した。
- 2) SET*、WBGTについて構成要素による要因分解を行い、SET*は風速、WBGTは絶対湿度と気温の寄与が大きいことを明らかにした。
- 3) 極端気象日におけるWBGT日平均値は、海風日と山風日ともに沿岸部から内陸部にかけての広範囲において26[°C]を超えていた。
- 4) 日最高WBGT(Hazard)、日最高WBGTと熱中症による救急搬送率の関係式(Vulnerability)、昼間人口密度(Exposure)を用いて屋外の熱中症による救急搬送者数(熱中症リスク)を推定する新たな評価手法を構築した。
- 5) 仙台を対象に2010年8月のWRF再現解析を行い、熱中症リスクを推定した。実際の救急搬送者数より少なく算出されたものの一ヶ月間の傾向は再現できており、提案した熱中症リスク評価手法の妥当性を確認した。
- 6) 2000年代と2030年代の仙台における屋外の熱中症リスクを分析した。将来はWBGT上昇に伴い広範囲でIncidence Rateが上昇した。Incidence Rateの上昇に加え昼間人口が多い都心部、Hazardの上昇が顕著であった仙北・仙南地域で特に熱中症リスクが高まった。
- 7) 東京エリアを対象にもWRF解析を行い、2007年と2031年における熱中症リスクの評価を行った。

密集市街地における街区気流構造の把握及びウィンドキャッチャーによる通風改善に関する研究

研究代表者：遠藤 智行（関東学院大学） 拠点担当者：張 偉榮
 キーワード：建蔽率 GIS 風洞実験 CFD ウィンドキャッチャー
 内容

建築物の屋内環境の改善と省エネルギーの観点から再生可能エネルギーである風力を活用したパッシブデザイン手法に注目が集まる現状がある。そのため、自然通風・換気量を高精度に予測するための技術手法の確立が有益であると考えられるが、設計段階において個別の問題に対して風洞実験やCFD解析を実施することは一般的とは言えない。研究手法として、実在する街区を対象に16風向による地域別の風速比を求めているが、通風量予測の基準となる街区のグロス建蔽率は、あくまでも任意の一か所における結果的な値であることから、建築予定地のグロス建蔽率算出手法に関しては検討の余地があると考えられる。

本研究では、GIS(Geographic Information System)を用いて、東京23区と横浜市の住宅地を解析対象とし、地域の通風性能を評価するうえで基準となる平均的なグロス建蔽率の算出を実施した。そして、抽出した実街区を1/200縮尺模型で再現し、風洞実験により街区中心建物に作用する風圧係数 $C_p[-]$ を明らかにすることで、既存の均等整列配置との相違および地域適正グロス建蔽率ごとに整理された実街区が保持する通風性能の評価を試みた。

結果として、以下の結論を得た。1)GISを用いて240m平方の範囲で街区抽出することにより、その位置や地図角度に関わらず差異の少ない地域の適正グロス建蔽率の算出が可能となった。2)通風関連の既往研究で多く散見できる均等整列配置の街区条件は、2種類の実街区と比して壁面風圧力を過大または過小に評価してしまう傾向が確認された。3)非整列の街区条件では、グロス建蔽率の増加とともに最大風圧係数差が小さくなるが、準整列街区は整列均等配置と同様に、一度グロス建蔽率40%でその値が大きくなる傾向が確認された。

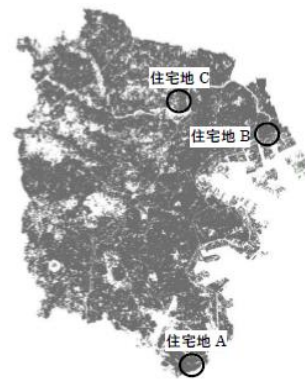


図1 地域適正グロス建蔽率算出場所（横浜市）

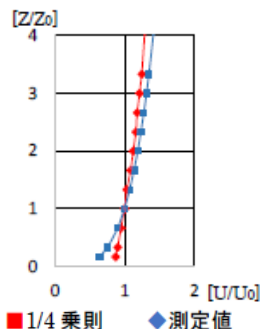


図9 アプローチフロー（単独建物）

Preliminary investigation on the influence of planning factors on the near-field PM2.5 dispersion within urban areas

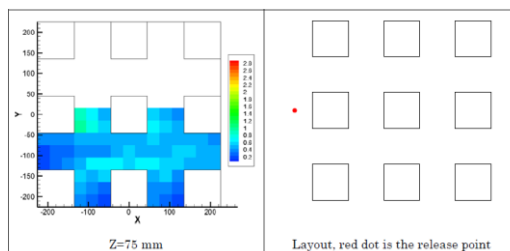
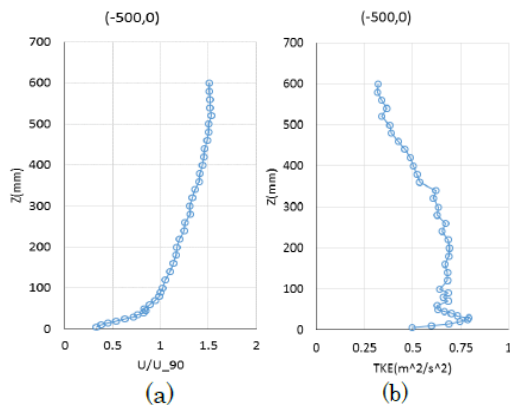
研究代表者：Xiaofeng Li（中国 清華大学） 拠点担当者：張 偉榮
 キーワード：pm2.5, Wind tunnel experiments, turbulent Schmidt number
 内容

This research mainly focuses on the influence of planning factors on the pollutant dispersion in built-up urban areas. Due to the inhomogeneous distribution of urban pollution sources and the influence of urban morphology on urban flow and dispersion, highly inhomogeneous pollution levels in neighborhood scale (~1 km) can be found in built-up areas. Epidemiological studies also showed that cardiopulmonary mortality was highly associated with living near a major road or an industrial area. It is thus evident that urban planning is highly related to the distribution of urban pollution. Therefore, this research aims to evaluate the urban dispersion, try to provide better living environment by optimizing urban planning, including road, community, and green area arrangements.

To investigate the influence of different planning factors on the pollutant dispersion in urban areas, wind tunnel experiments were performed to study the pollutant dispersion characteristic.

In the wind tunnel experiments, six dispersion scenarios in four different flow fields were tested in the boundary layer wind tunnel, 1,476 concentration points and 72 velocity vector points in total were measured. The results are as follows. Fig. 1 shows the inlet profiles. The horizontal wind speed is normalized by the reference speed $U_{90}=3.74$ m/s at the reference height $H=90$ mm.

Two of all six scenarios were simulated and the simulation method was determined, in which the optimal turbulent Schmidt number is 0.5~0.7.



Scenario 1

非等温乱流境界層中の乱れの特徴的時間・長さスケールの系統的把握のための研究

研究代表者：大風 翼（東北大学大学院）

拠点担当者：義江 龍一郎

キーワード：LES(Large-eddy simulation)、変動風生成手法、大気安定度

内容

最近の計算機性能のめざましい進歩により、都市スケールの風環境予測にLES(Large-eddy simulation)が用いられるようになり、渦の構造を再現するような物理的矛盾が生じない変動成分を付加し、流入変動風を生成する研究も精力的に行われている。

LESの流入変動風を生成する手法としては、①予備計算を行い、直接変動風を得る手法、②仮定した乱流統計量を満たすよう乱数を組み合わせて変動風を人工的に得る手法、の2つに大別される。これらの手法は、風速変動の時刻歴は再現できるものの、都市温暖化や粒子の飛散など様々な問題が叫ばれている中で、流入面で温度・濃度等のスカラー量の変動を再現できる手法はほとんどなかった。

代表者の大風は、上記②の手法の一つを援用して、乱流フラックスのコレスキー分解に基づき、風速変動に加えて温度変動等のスカラー変動を加えた流入変動風を生成する新しい手法を開発し、温度成層風洞での実験結果との比較から、その有用性を示した。

本研究では、上記の変動風生成手法において規定する必要がある乱流の特徴的長さスケールについて、野外観測を実施し、大気安定度との関係性について分析を行う。

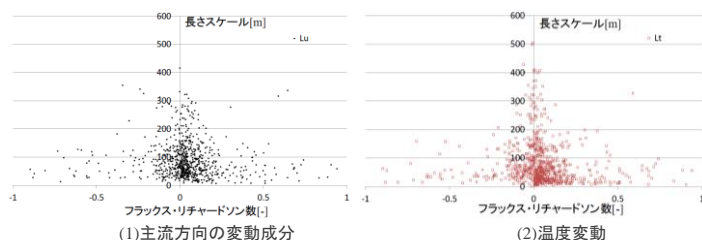


図1 フラックス・リチャードソン数と乱れの特徴的長さスケールの関係

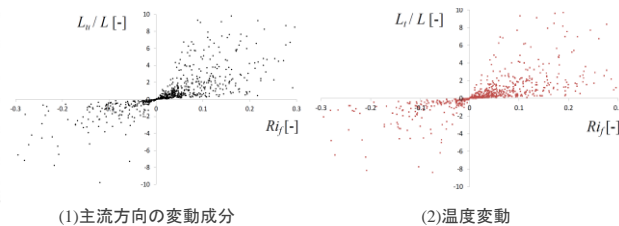


図2 フラックス・リチャードソン数とモニン・オブコフの長さスケールで基準化した乱れの特徴的長さスケールの関係

密度差のあるガス拡散性状予測手法検討

研究代表者：佐々木 澄（清水建設株式会社） 拠点担当者：義江 龍一郎

キーワード：ガス濃度予測、拡散性状、乱流モデル、乱流シュミット数

内容

都市空間における大気汚染や臭気の問題に対して、従来のガス濃度予測では主に中立時かつ排出される汚染質は空気と同程度の密度と想定して検討されてきた。近年はBCPの観点から非常用電源を備える建物も増え、発電時に排出される高温ガスの影響範囲の検討や、都市部に作られるコジェネレーションシステムからの排熱の影響など、排出されるガス自体が空気よりも軽い条件での予測事例も必要となってきた。また、今後建設が推進されると考えられる水素ステーションについても、万が一の事故時に及ぶガス漏えいの問題への対策として、浮力性のガスである水素の拡散状況の予測が重要となる。

本研究は、市街地や建物周りにおける密度差の異なるガスの拡散性状を把握し、ガスの濃度予測手法の確立に向けた検討を行うことを目的とする。

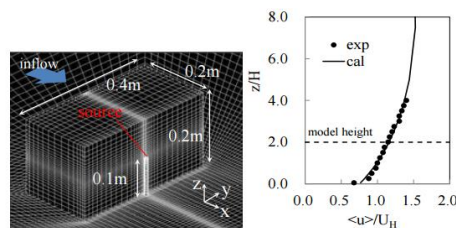


図1 建物模型形状とメッシュ 図2 流入気流(風速)

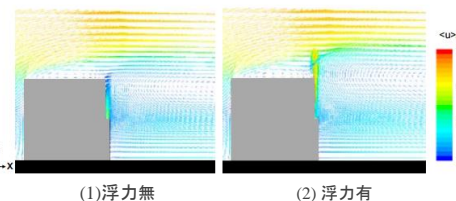


図3 建物モデル中心線上の風速ベクトル(Realizable k-)

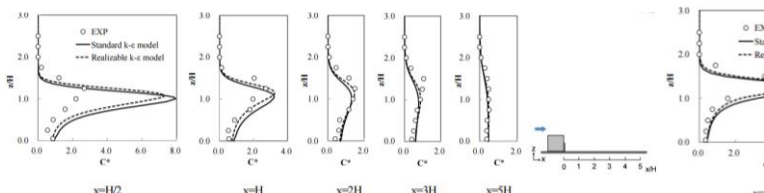


図4 無次元濃度の鉛直分布(浮力無、建物モデル中心線上)

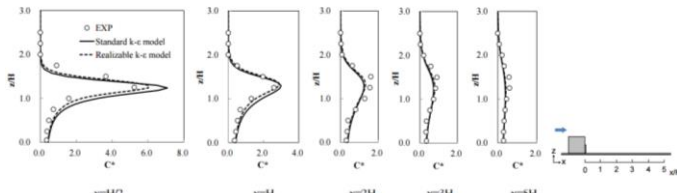
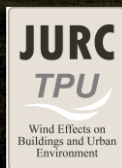


図5 無次元濃度の鉛直分布(浮力有、建物モデル中心線上)



Executors of the JURC

<i>Y. Tamura</i>	Professor	Program Coordinator of JURC/WERC Chongqing University, China
<i>R. Yoshie</i>	Professor	President of Tokyo Polytechnic University
<i>M. Matsui</i>	Professor	Director of the JURC/WERC, Tokyo Polytechnic University
<i>K. Mizutani</i>	Professor	Member of the JURC/WERC, Tokyo Polytechnic University
<i>A. Yoshida</i>	Professor	Member of the JURC/WERC, Tokyo Polytechnic University
<i>W. Zhang</i>	Associate Professor	Member of the JURC/WERC, Tokyo Polytechnic University
<i>Y.C. Kim</i>	Associate Professor	Member of the JURC/WERC, Tokyo Polytechnic University
<i>N. Fukudome</i>	Assistant Professor	Member of the JURC/WERC, Tokyo Polytechnic University

**Wind Engineering Research Center
Graduate School of Engineering
Tokyo Polytechnic University**

1583 Iiyama, Atsugi, Kanagawa, Japan 243-0297
TEL: 046-242-9658, FAX: 046-242-9514
URL: <http://www.wind.arch.t-kougei.ac.jp/>