報 告

APCWE 8 参加報告

8th Asia-Pacific Conference on Wind Engineering

飯塚 悟^{*1}

伊藤靖晃^{*2}

菊本英紀^{*3}

染川大輔^{*4}

竹内 崇^{*5}

Satoru IIZUKA,

Yasuaki ITO,

Hideki KIKUMOTO, Daisuke SOMEKAWA, Takashi TAKEUCHI

武田文義^{*6}

谷本早紀^{*7}

長谷部 寛^{*8}

山口 敦^{*9}

吉川 優^{*10}

Fumiyoshi TAKEDA, Saki TANIMOTO, Hiroshi HASEBE, Atsushi YAMAGUCHI, Masaru YOSHIKAWA

第8回アジア太平洋風工学会議(8th Asia-Pacific Conference on Wind Engineering, APCWE8)が2013年12月10日から12月14日にかけて、インド、チェンナイのGreen Park Hotel(図1)で開催された。チェンナイはインドの南に位置し、南インドの玄関口と称されるインド有数の都市である。会場はチェンナイの中心地から約3kmの地点にある。参加者は世界15か国から約200名、論文は約180編であった。参加者リストによれば、各国からの参加者数はインドが最多の111名、次いで中国32名、日本は3番目に多い25名であった。

会議全体のスケジュールは表1に示す通りであり、5つのPlenary Sessionと5つのTechnical Sessionが3日間に渡り開催され、活発な議論が行われた。12月11日の午前中にはInaugural Function(図2)が開催された。12月11

日の夜にはインド風工学会(The Indian Society for Wind Engineering, ISWE)の創立20周年を祝うイベントが開催

図1 Green Park Hotel(会場)

*1 名古屋大学大学院 環境学研究科 都市環境学専攻 准教授
Associate Professor, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

*2 清水建設 技術研究所 研究員
Research Engineer, Institute of Technology, Shimizu Corporation

*3 東京大学 生産技術研究所 助教
Research Associates, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

*4 大林組 技術研究所 副主任研究員
Research Engineer, Technical Research Institute, Obayashi Corporation.

*5 神戸大学大学院 工学研究科 建築学専攻 助教
Assistant Professor, Faculty of Engineering, Kobe University

*6 太陽工業 技術研究所 エンジニアリンググループリーダー
Engineering Group Leader, Technical Research Center, Taiyo Kogyo Corporation

*7 鉄道総合技術研究所 防災技術研究部 研究員
Researcher, Disaster Prevention Technology Division, Railway Technical Research Institute

*8 日本大学 理工学部 土木工学科 専任講師
Assistant Professor, College of Science and Technology, Nihon University

*9 東京大学 工学系研究科 総合研究機構 特任講師
Project Assistant Professor, Institute of Engineering Innovation, The University of Tokyo

*10 大成建設 技術センター 主任研究員
Senior Research Engineer, Technology Center, Taisei Corporation.

表 1 会議の全体スケジュール

12/10	PM	Registration / Ice-breaking Session
12/11	AM	Inaugural Function
		Plenary Session 1
		Sponsor's Session 1
	PM	Technical Session 1
		Technical Session 2
		ISWE 20 Year Celebration Cultural Program and Banquet
12/12	AM	Plenary Session 2
		Plenary Session 3
		Sponsor's Session 2
	PM	Technical Session 3
		Technical Session 4
12/13	AM	Plenary Session 4
		Plenary Session 5
	PM	Technical Session 5
		Valedictory Function
12/14		Technical Tour

され、その後の Cultural Program ではインドの伝統的な踊りが披露された(図 3)。また、同日夜にはバンケットが開催され、参加者の交流が深められた。さらに、12 月 14 日にはテクニカルツアーが開催され、世界遺産であるマハーバリプラムの建造物群(図 4) 見学の手機が設けられた。

Plenary Session では計 12 件の基調講演と 3 件の招待講演が行われ、Technical Session はそれぞれ 5 つの並行セッションで計 25 セッションが開催された。以下、セッションの概要を報告する。Technical Session については 5 室での並行セッションのため、日本人参加者が全てのセッションを聴講できず、一部のセッションのみの報告となることをご了承ください。

図 2 Inaugural Function の様子

図 3 Cultural Program で披露された踊り

図 4 マハーバリプラムの構造物群

基調講演 1 : Prof. Yukio Tamura, “Aerodynamic and Response Characteristics of Super-tall Buildings with Various Configurations”, (Yukio Tamura, Y. C. Kim, H. Tanaka, E. K. Bandi, A. Yoshida and K. Ohtake)

(梁川 大輔)

様々な形状の超高層建築物の転倒モーメントやスペクトル形状の違いについて解説された。三角形から円柱まで頂点が増えることによる効果や、ねじれた形状の回転角の増加に伴う影響などについて系統立てて説明された。

基調講演 2 : Prof. Flaga Andrzej, “Aerodynamics of Atypical Footbridges”, (Flaga Andrzej)

(梁川 大輔)

一般的な形状に当てはまらない様々な形状をした 3 つの橋を対象に、風洞実験、FEM 解析、振動解析によって、どのように耐風設計を行ったかを紹介された。振動解析と風洞実験結果がよくあっていることを説明された。

基調講演 3 : Prof. Nagesh R. Iyer, “Contemporary Wind Engineering Studies in India”, (Nagesh R. Iyer)

(武田 文義)

インドの国家機関の一つである CSIR- SERC の Nagesh R. Iyer 氏から現在のインドでの風工学への取組の説明がされた。現在、政府は第 12 次 5 カ年計画で 1.3 兆 US ドルを物質的なインフラ開発に投資している。その成果として、風洞設備、タワー・煙突などの風洞実験、実大実験、風速・風圧の実測、CFD 解析、サイクロンの模擬、風による疲労現象、基準作成・風速マップ作成・ガイドライン作成、災害緩和、サイクロンシェルター、風力エネルギー、今後の GPS 利用技術、などの幅広い話を聞くことができた。

基調講演 4 : Prof. Kishor C. Mehta, “Cyclone Disaster Mitigation in Cities”, (Kishor C. Mehta)

(谷本 早紀)

この講演では、都市部でのサイクロンによる災害を低減するための概念的な考え方が提示された。生命の安全や重要な施設の継続的な運用、インフラの迅速な復旧、重要な施設の減災、そしてコミュニティーレベルに焦点を当てることという目的を持って災害の低減を進める。これらの目的を達成するために、工学以外の分野の専門家とも協力する必要があるということが述べられた。

基調講演 5 : Dr. N. Lakshmanan, “Simplified Analytical Model for Across-Wind Response of Chimneys Around Critical Wind Velocity Regions”, (N. Lakshmanan, G. Ramesh Babu, Devdas Menon and S. Arunachalam)

(竹内 崇)

本基調講演では、煙突の風直角方向振動に関して、既往の研究で示されている応答予測は複雑であるため、より単純な解析モデルの提案について報告された。煙突の縮小模型を用いた風洞実験の内容およびその結果について示され、提案モデルが紹介され、既往の研究で行われた煙突の風応答観測結果と提案手法との比較が示され、提案モデルの有効性について報告された。

基調講演 6 : Prof. Richard G. J. Flay, “Full-Scale Wind Engineering Measurements in New Zealand”, (Richard G. J. Flay, Paul Carpenter, Mike Revell, Peter Cenek, Richard Turner and Andrew King)

(竹内 崇)

本基調講演では、ニュージーランドで行われた観測の歴史に関する紹介と、2 つの大規模な観測による研究プロジェクトの報告があった。1 つは複雑な丘陵地での風観測で、もう 1 つは市街地にある高層建築物の風応答の観測であり、それらの観測結果と、風洞実験結果や CFD 結果およびニュージーランドの設計規準との比較検証結果について報告された。

基調講演 7 : Prof. Partha P. Sarkar, “Advances in Wind Tunnel Simulation, Techniques and Tools for Assessing Extreme-Wind Hazard to Structures”, (Partha P. Sarkar)

(伊藤 靖晃)

竜巻、ダウンバーストなど過渡的な強風現象を風洞実験や数値流体解析で再現する手法およびその計測手法について示された。Iowa State University の竜巻シミュレーターや University of Western Ontario の The Wind Engineering, Energy and Environment (WindEEE) Dome などが紹介された。また、実験および解析結果を示し、定常的な風荷重だけでなくこれらの強風現象による過渡的な荷重を評価することの必要性が指摘された。

基調講演 8 : Prof. G. Solari, “Wind Loading and Response of Structures in Mixed Climates”, (Giovanni Solari, Patrizia De Gaetano and Maria Pia Repetto)

(長谷部 寛)

現在イタリアで実施されている風の広域モニタリングシステムが紹介され、観測システムで得られた様々な気象条件下の風のデータを分類する方法が示された。その分類方法は、大まかに言うと、風のデータが定常的か否か、ガウス分布に従うか否かで extra-tropical depressions, thunderstorms, gust fronts の 3 パターンに分類するものであった。さらにその分類方法に基づいて風荷重を算出し、統計学的に気象条件を考慮した新たな構造物の風応答予測法 (Independent Loadings Technique: IDT) も提案された。

基調講演 9 : Dr. S. Gomathinayagam, “Wind Power: The Way-Forward in India”, (S. Gomathinayagam)

(長谷部 寛)

インドの風力発電の歴史と現状を紹介する発表であった。2013 年 7 月時点での風力発電の設備容量は 19.9 GW (世界第 5 位) であるが、5 年後には更に 20 GW の増量を目指していること、200 GW~300 GW のポテンシャルを有していることが冒頭で述べられた。モーターやブレードなど、風車の主要パーツの 30~40 %は国内で生産されていることが紹介された。発表の終盤では、インドは平坦な土地が多く内陸部の平均風速は 6~7 m/s であることから、インドの風に適したインド独自の風車を製造することが今後の課題である述べられた。

基調講演 10 : Prof. Ashraf El Damatty, “Development of Critical Load Cases Simulating the Effect of Downbursts and Tornados on Transmission Line Structures”, (Ashraf El Damatty, Ahmed Hamada and Amal Elawady) (Tornados は誤植と思われるが講演タイトル通り記載)

(谷本 早紀)

この講演では、激しい強風のイベントのうちダウンバーストと竜巻による送電線構造物への影響を考慮するための手順が紹介された。ダウンバーストと竜巻、それぞれについて文献レビューと University of Western Ontario で行われた研究成果の概要が述べられ、臨界風荷重の条件が示された。

基調講演 11 : Prof. Shuyang Cao, “Advanced Physical and Numerical Modeling of Atmospheric Boundary Layer”, (Shuyang Cao)

(伊藤 靖晃)

構造物に作用する風荷重を適切に評価するためには大気境界層を適切に生成する必要がある。本講演では大気境界層を FFT などにより数値的に生成する手法、風洞実験で生成する手法および CFD で生成する手法について、それぞれ多くの方法が紹介された。また、CFD を用いたモデリング手法の一例として、丘陵および海面上の大気境界層の解析事例が示された。

基調講演 12 : Dr. S. Selvi Rajan, “Design of cyclone shelters based on wind tunnel studies”, (S. Selvi Rajan)

(菊本 英紀)

強力な熱帯低気圧による人的被害を軽減するため必要となるシェルターの設計に関する研究が紹介された。高潮被害を防止するにはシェルターを高床式にし、下部を水流が通過するような形態が望まれる。しかし、これは一方で建物高さの上昇によって風荷重の増加を引き起こす。このような特殊な形状を持つシェルターの設計指針を策定するため、シェルターの 1:50 模型を用いた風洞実験によって建物表面の風圧係数のデータが収集された。

招待講演 1 : Prof. Vijaya (VJ) Gopu, “Performance of light-frame structures subject to extreme wind loads”, (Vijaya (VJ) Gopu)

(山口 敦)

アメリカでは 2011 年の竜巻の大量発生や 2005 年のハリケーンカトリーナにより木造住宅に大きな被害が発生した。本講演ではそれらの被害についてまとめるとともに、このような被害を提言するための対策について紹介された。木造住宅の被害の大半は、不適切な屋根材の選択、壁面の不十分な固定等によって起こっており、開口部の強化、屋根と壁の結合部の強化等によってこれらの被害の大半を防ぐことができることが述べられた。

招待講演 2 : Dr. John Ginger, “Gust Wind Speeds for Design of Structures”, (John Ginger, John Holmes and Bruce Harper)

(伊藤 靖晃)

Australian Wind Loading Standards のガスト影響係数の基となっているダインス式風速計と、1990 年のはじめ頃から用いられている三杯風速計の応答の差異について比較を行った結果が示された。三杯風速計では高周波数の風速変動を過小評価するため、ダインス式風速計と比較して瞬間風速を過小評価することが明らかにされた。また、評価時間が異なる風速計の計測結果を補正し、他の基規準と風速評価を比較するための手法が提案された。

招待講演 3 : Prof. R. N. Sharma, “The fundamentals of building internal pressure dynamics induced through a dominant opening”, (Rajnish N. Sharma)

(飯塚 悟)

暴風時の建物の安全は、外部圧力とともに内部圧力の性状にも影響される。暴風時に飛散物の衝突などによりできる開口部に起因して、内部圧力は大きく変化する。内部圧力係数の代表的な算定式としては、Holmes (1979), Liu and Saathoff (1981), Vickery and Bloxham (1992), Sharma and Richards (1997) による 4 つの式があるが、実スケール建物への適用に関しては Vickery の式の精度が良いことが示された。また、算定式を無次元化する場合、ヘルムホルツ共鳴の時間スケールを用いて無次元化するのがより適切であることなどが述べられた。

招待講演 4 : Dr. P. Harikrishna, “Cyclone Disaster Mitigation Efforts by CSIR-SERC Towards Engineering of Non-Engineered and Semi-Engineered Dwellings”, (P. Harikrishna, Nagesh R. Iyer and S. Selvi Rajan)

(竹内 崇)

本招待講演では、まずインドでサイクロンによる被害を受けやすい Non-engineered 住宅と Semi-engineered 住宅について、詳細に関する情報を集めるために行ったアンケート調査について紹介された。また住宅の構成要素の強度を評価する様々な実験により行われた、各地で入手できる材料を用いた手頃で費用効率が高い改修方法の検討内容について報告された。これらの研究に基づいた策定されたガイドラインは、インド内の各地域に対応する言語で広められている。

セッション : Boundary Layer Wind Tunnel Testing (1)

(染川 大輔)

本セッションでは以下の 7 篇の発表があった。

Wind Loads Acting on PV Panels and Support Structures with Various Layouts (D. Somekawa) では地上に設置された太陽電池パネルのパネルと支持部材に作用する風荷重に、アレイ群のレイアウトが大きな影響を与えないことが示された。

Area-Averaged Characteristics of Wind Loads on Roof-Mounted Solar Arrays (Jinxin Cao) では、建物の屋根に設置された太陽電池パネルを対象として、負担面積が増加した際に、平均及びピーク風力係数は低下するにも関わらず、ピークファクターが変化しないこと

が示された。

Identification of Nonlinear Damping and Stiffness of Spring-Suspended Sectional Model (Guang-Zhong Gao) では、2 次元角柱内にセンサーを組み込んだ模型を用いて、自由振動と強制振動実験を実施し、付加質量の導出方法が提案された。

A Study on the Snow Load of Arched House Using Wind Tunnel Simulation (Sun-Young Paek) と A Study on the Types of Snowdrifts in Domed Stadium Using Snow Wind Tunnel (Byung-Hee Nam) では、農業用ビニルハウスとドーム建築物を対象に、降雪風洞を用いた実験を実施し、それぞれの雪荷重の分布について報告された。

Aerodynamic Across-wind Response According to Damping Ratios of a Tall Building Using Tuned Liquid Column Damper (Jang-Youl You) では、柱の中に液体を封入したダンパーを開発し、その性能検証を行ったところ、柱が渦励振を起こした際に明確な減衰効果が得られたことが報告された。

Investigation on Wind Characteristics for a Bridge within a Mountainous Area Via Wind Tunnel Test of Terrain Model (Lei Yan) では、チベットの山中に架ける橋を対象として、建設予定地周辺の風速分布について地形模型を用いて測定し、地形の影響によって風向ごとの風速が大きく変わることが示された。

セッション : Boundary Layer Wind Tunnel Testing (2)

(染川 大輔)

本セッションでは以下の 8 篇のうち 7 篇の発表があった。

Interference Effects of Mean Wind Loads for a Group of High-Rise Buildings with Unconventional Plan Shape (G. Ramesh Babu) では、インドの代表的な形状、配置パターンの高層マンションについて、単独の場合よりも複数棟配置することによって、風荷重が風向によっては最大 3 割程度増加することが報告された。

Characteristics of Point and Area Pressures on the Windward Wall of a Low-Rise Building (Ankush Bhargoo) と Dependency of Loss and Inertia Coefficients on Area, Location and Thickness of Windward Wall Openings (Ankush Bhargoo) は、低層建築物を対象に、風上壁面に生じた開口による室内圧の増加を検討することを目的とした発表であった。まず風上壁面に生じる風圧変動が、負担面積によってどのように変化するかを、アドミッタンスの形で表すことを試み、それが開口の位

置によってどのような違いになるかを示した。次に、卓越開口を通じて外圧と内圧がどのような関係になるかをヘルムホルツ共振を元に定式化するため、開口の位置ごとに圧力損失係数を求めた結果を示した。

Flow Around the 3D Square Cylinder and Interference Effects on Double Square Cylinders (M.A. Wenyong) の発表はキャンセルされた。Investigation of Influence Factors on Drag Coefficients for Stay Cables (Zhiguo Li) では、ケーブルの角度が橋の抗力係数に与える影響について、ケーブルの角度、風速、気流の乱れなどのパラメータを変化させた結果を示した。

Wind Velocity Measurement in the Wake of a Rectangular Section Using Particle Image Velocimetry (S. Selvi Rajan) では、PIV を用いた角柱後流の風速測定結果について基礎的な報告がされ、PIV の活用方法についての質問があった。

Internal Pressure in a Building with a Single Dominant Opening: An Experimental and Numerical Case Study (T. K. Guha) では、卓越開口を有する場合の室内圧を評価するため。圧力損失係数が開口の面積、風向によってどう変化するかが示された。また、実験で得られた室内圧と外圧から予測された室内圧の時系列波形の比較を行ったところ、両者はよく一致していることが示された。

Structural Design of Tall NDCT Based on Boundary Layer Wind Tunnel Experimental Studies on Group of Towers (M. K. Nema) では、原発の冷却塔を対象とした風洞実験を行い、冷却塔の形状や複数棟の配置によって IS/BS に示された単純な円柱の風圧係数よりも大きな風圧が生じることが示された。

セッション: Aeroelasticity + Wind Structure Interaction (1)

(長谷部 寛)

本セッションは空力弾性問題などに関して、7 編の発表が予定されていたが、1 編キャンセルとなり、6 編の発表が行われた。

Numerical Simulation of Lock-In Effect of a 2-D Rectangular Section Under Forced Oscillations (M. Keerthana and P. Harikrishna) で、RANS による 2 次元解析に基づき $B/D = 2$ の角柱のロックイン現象を検討したものであり、Realizable $k-\epsilon$ モデルと $k-\omega$ SST モデルが用いられたが、どちらも実験結果をよく捉えたものであった。

Wind Tunnel Study on Load Combination Including Torsion for Design of Medium-Rise Buildings (M. Elsharawy, et al.) では、中層建築物に作用するせん断力とねじりモーメントの相関関係について、屋根形状、建物高さ、風向角をパラメータとして風洞実験により検討された。その結果を各種コードと比較した上で、最大ねじりモーメントが生じる場合と最大せん断力が生じる場合の空気力係数の比率が提案された。

Wind Loading Tributaries for Pierced Fixed Roof Cladding (A. Lovisa, et al.) では、強い負圧を受ける屋根材固定部の挙動が数値解析により検討された。部分的に一樣な負圧を加えた local model でも、全体に載荷したモデルに近い結果が得られることが示された。

Distribution of Wind Loads in a House Roof System and Application to Fragility Analysis (C. Jayasinghe, et al.) では、トラス屋根の接合部に作用する風圧力について検討され、従来の方法では荷重を過小評価することが示された。

Evaluation of the Effect of Soil-Structure Interaction on the Raft of Tall Reinforced Concrete Chimneys Under Across Wind Load (S. V. Jisha, et al.) は、煙突と地盤の相互作用に関する有限要素解析であった。ただし、一定風時の静的解析にとどまり、会場から動的解析が必要であるとの指摘があった。

Current Status of Interference Effect Studies on Tall Buildings (R. K. Goliya, et al.) は、近接配置された高層建築物の相互作用効果に関する研究のレビューであった。

セッション: Aeroelasticity + Wind Structure Interaction (2)

(長谷部 寛)

本セッションでは、前セッションに引き続き空力弾性問題などに関する発表がなされた。8 編の発表が予定のところ、1 編キャンセルとなり、7 編の発表が行われた。

Wind - Induced Instability of Complex Lighting Poles and Antennas Masts: Static and Aeroelastic Experimental Study (C. H. Nguyen, et al.) では、照明のポールやアンテナのマストなど、付加物を有する円柱構造物のギャロッピングに関する風洞実験結果が示された。付加物を有することで 1° ピッチの迎角変化で応答結果が大きく変わること、それが付加物設置位置に強く依存することが印象的であった。

CFD-FEA Coupled Simulation of the Dynamic Aeroelastic Response of a Large Scale Horizontal Axis Wind Turbine Rotor (R. Kumar and K. V. N. Gopalb) は、風車ブレードとブレードまわりの流れの連成解析の発表であった。しかし実験値や実測値との比較が示されず物足りなく感じた。

Wind Energy Harvesting From Aeroelastic Instability (K. Kim, et al.) は、ギャロッピングを利用した小型の発電デバイスに関する発表であり、風速 2 m/s 程度から発電可能であることが示された。

Characteristics of Tornado Vortex Developed Under a Translating Tornado-Like Flow Simulator (G. R. Sabareesh, et al.) では、トルネードシミュレーターにより生成された移動する竜巻状気流の風速場および圧力場の特性が示された。

Numerical Investigation on the Design Parameters of an Aero-Elastic Wind Energy Generator (T. Velmurugan) では、翼のフラッター振動を利用した発電デバイスに関して、数値解析により最適設計パラメータが検討された。

A Method for Evaluation of Across-Wind Response of a Circular Chimney Including Lock-in Effects and Comparison with ACI Code of Practice (S. Arunachalam, et al.) では、著者らが以前に提案した煙突の風応答の予測モデルについて、その特性をより詳細に検討し、渦放出の影響を考慮した改良モデルが示された。

Simulation and Analysis of Cylindrical wall of Ground Elevated RC Silo with Transverse Shear Due to Wind Load: A Case Study (D. B. Mukherjee, P. Patra and A. K. Samanta) は、コンクリート製のサイロに風荷重が加わる際の、サイロ壁の変形モードおよび応力分布を有限要素解析により検討したものであった。

セッション : Bridge Aerodynamics (1)

(伊藤 靖晃)

本セッションは長大橋梁の空力問題に関して 7 編の発表が予定されていたが、2 編がキャンセルとなり 5 編の発表が行われた。

Uncertainty Effects of Structural FE Model and Turbulent Wind Loading on Bridge Buffeting Response (Tingting Ma and Yaojun Ge) (Uncertainty は誤植と考えられるが著者のタイトル通り記載) では、構造解析の手法が構造解析結果およびガスト応答解析結果に影響を与えることを示した。

Non-Flutter Design Principle for Long Span Bridges

(Jens Johansson, Michael Styrk Andersen and Michele Starch Ovre) では、捩れ(ϕ)—鉛直曲げ(η)の 2 自由度系において振動数比(f_ϕ/f_η)を 1.0 以下とすることによりフラッター発現を抑制できることを風洞実験により確認した結果を示した。

3D Nonlinear Aerostatic Stability Analysis for Suspension Bridges with Ultra-Long Span では(Yaojun Ge and Yahui Shao)では、支間長 1,500m から 5,000m の超長大橋を対象に 3 次元非線形の静的安定性解析を行い、一箱桁や複数箱桁は風に対して十分な静的安定性を有することを示した。

Spanwise Correlation Behavior of Vortex-Shedding Lift Force on a Flat Closed Box Deck (Le-Dong Zhu, Xiao-Liang Meng and You-Lin Xu)では、静止状態および渦励振下で扁平箱桁に作用する変動圧力を計測し、それぞれの変動揚力の空間相関について定量的な評価を行った。

Interference Effects on Bridge Hangers (Seungho Lee, Unhoe Choi, Houigap Jeong, Changsu Kim and Soon-Duck Kwon) では、並列配置されたハンガーケーブルを対象に風洞実験を行い、振動発現風速をスクルートン数と離隔距離の関数として表した。

セッション : Bridge Aerodynamics (2)

(伊藤 靖晃)

本セッションは長大橋梁の空力問題に関して 7 編の発表が予定されていたが、3 編がキャンセルとなり 4 編の発表が行われた。

Buffeting Analysis of Long-Span Bridge Under Skew Wind in Frequency Domain (Shaopeng Li, Mingshui Li and Cunming Ma)では、テイラーの仮定を用いて斜めから風が作用した場合のガスト応答解析手法を提案するとともに、解析事例を示した。

Flutter Stabilization of Slender Bridge Deck Section Using Combination of Double Slot with Fairings and Winglets (Robby Permata, M. Raizamzamani M. Zain, Hiroshi Hattori and Hiromichi Shirato)では、開口部を有する扁平矩形断面にフェアリングやウィングレットを設置した場合のフラッター特性について検討した結果を示した。

Vortex-Induced Vibration of Continuous Beam Bridge and Its Mitigation (Hao Qin, Haili Liao, Mingshui Li and Yanguo Sun)では、全径間模型を用いて一様流下の連続桁橋の渦励振について検討を行い、連続桁橋において

渦励振の検討を行うことが重要であると指摘した。

Effect of Wind Speed, Wind Direction, Rainfall Intensity, Damping and Cable Diameter on Vibration Amplitude of the Cable (G. Vinayagamurthy, Liu Qingkuan, Yunfei Zheng, Masahiro Matsui and Yukio Tamura)では、傾斜角や風向、降雨量などの条件を変化させてケーブルの振動試験を行い、それらのパラメータが振動振幅に与える影響を明らかにした。

セッション：Computational Fluid Dynamics (1)

(吉川 優)

本セッションでは、7編の投稿論文のうち6編の発表があった。

LES Modeling of the Effects of Ground Roughness and Translation on Tornado-Like Vortices (Zhenqing Liu and Takeshi Ishihara)では、竜巻を対象としたLESの計算結果が報告された。特に、流れ場に対する粗面の影響や竜巻の移動による効果について計算結果が示された。

Effect of the Tilt Angle on the Wind Turbine Performance and Wakes (Ali M. Abdelsalam and Velraj Ramalingam)では、非構造格子系を用いた $k-\epsilon$ モデルによる風車まわりのCFD結果が示された。ブレード傾斜角に着目し、発電量および後流への影響について報告された。

Appraisal of Certain Linear and Nonlinear $k-\epsilon$ Turbulence Models (S. Mandal, P. Bhargava and C. S. P. Ojha)では、 $k-\epsilon$ モデルによる建物まわりの乱流統計量について、線形モデルと非線形モデルの結果が紹介された。

Numerical Study on the Effect of Flap on Vortex-Induced Vibration of Box Section of a Bridge (Anh Dat Tran, Hiroshi Katsuchi, Hitoshi Yamada and Mayuko Nishio)では、箱型断面(橋梁)の渦励振におけるフラップの効果をCFDで検討した事例が示された。 $k-\epsilon$ モデルが用いられ、フラップの条件を変化させた際の風圧分布、揚力、後流の渦構造に関して考察されている。

LES of Fluctuating Pressures on a High-Rise Building Influenced by Windward Building (Masaru Yoshikawa and Tetsuro Tamura)では、高層建物×2棟モデルを対象とし、風上建物の影響を受けた風下建物の風圧分布をLESで求めた事例が報告された。特定条件下において、風下建物側面の局部負圧が増加する現象が再現されている。

Large Eddy Simulation of Vortex Shedding with Triangular Cylinder Ahead of a Square Cylinder (Akshoy

Ranjan Paul, Shrey Joshi, Aman Jindal, Shivam P. Maurya and Ajit Verma)では、三角柱および角柱が直列配置されたモデルを対象とし、LESの2次元計算結果が報告された。

セッション：Computational Fluid Dynamics (2)

(飯塚 悟)

Numerical simulation of flow around bluff bodies based on virtual boundary method (Q. Yang and S. Cao)では、Virtual Boundary Methodを用いて2次元角柱周辺流れ($Re = 10 \sim 500$)や2次元デッキ周辺流れ($Re = 2000$)の解析を行った。"Virtual" Boundary Methodという言葉は聞き慣れないが、実体は古くからあるImmersed Boundary Method (IBM)と同じである。既往のシミュレーション結果との比較(抗力係数の比較)を通じて、Virtual Boundary Methodの有効性を示しているが、その適用は低 Re 数流れのみに留まっている。高 Re 数流れへの応用が今後の課題である。

Uniform flow around a circular cylinder in the subcritical range - Using the self-induced angular moment method turbulence model (J. Johansson, M.P. Nielsen, and L.O. Nielsen)では、Navier-Stokes方程式に角運動量の項を付加したモデル(Self-induced angular Moment Method モデル：SMoM モデル)の改良型を用いて、 $Re = 10^5$ の円柱周辺流れの解析を行った。彼らのSMoMモデルは、表面圧力係数の最大・最小値や時間平均値については実験結果を精度良く再現できる一方、壁面せん断応力分布の予測精度は十分ではないことが示された。

Large-eddy simulation of the turbulent boundary layer using generated inflow turbulence with estimated statistics (H. Kikumoto, R. Ooka, and S. Iizuka)では、Reynolds 応力のコレスキー分解に基づいて人工的に生成した流入境界条件のための変動風(以下、流入変動風)を用いて、平板境界層流のLES解析を行った。人工的に生成した流入変動風は、流入面では目標とする乱流統計量を満足するものの、流入直後に生成した乱れが大きく減衰することを示した。ただし、同様の解析対象の同じ知見は近藤・飯塚(日本建築学会環境系論文集, 2012)で既に述べられている。

A numerical investigation of the effects of vertical geometric parameters of buildings on thermal and wind environments in city blocks (S. Iizuka, K. Hashimoto, and Y. Xuan)では、鉛直方向の風の道の導入が導入街区とその後方街区の温熱環境に及ぼす影響をCFD(標準 $k-\epsilon$ モ

デル)により解析した。鉛直方向の風の道の導入に際して、建物平均高さや建物高さの凸凹度合の2つに着目し、導入街区の気温低減効果に関しては建物高さの凸凹度合、後方街区の気温低減効果に関しては風の道の導入領域の建物平均高さの影響が大きいことを示した。

Numerical study of pedestrian wind around tall buildings (H. Mittal and A. Gairola)では、横並びの2つの建物の周辺流れ ($Re = 21,000$) をCFD (RNG $k-\epsilon$ モデル)により解析し(事前に標準 $k-\epsilon$ モデル, RNG $k-\epsilon$ モデル, realizable $k-\epsilon$ モデルの比較も実施), 2つの建物間隔と建物幅の比である gap ratio と、抗力係数やストローハル数の関係を調べた。gap ratio の値が増加するに従い、抗力係数やストローハル数の値が小さくなることを示した。

Generation of suburban terrain inflow conditions for large eddy simulations (Y.-C. Li, C.-M. Cheng, F.-M. Fang, C.-H. Chang, and Y.-L. Lo)では、LESのための人工的な流入変動風の生成手法の1つである DSRFG (Discretizing and Synthesizing Random Flow Generation) の改良型 (MDSRFG) を用いて、平板境界層流の風洞実験を対象とした LES 解析を行った。他の人工的な流入変動風生成手法と同様、MDSRFG は流入面では目標とする乱流統計量を満足するものの、流下するにつれて生成した乱れが大きく減衰することが示された。執筆者の知る限り、この問題はあらゆる人工的な流入変動風生成手法において共通する問題で、その改善方法の提案が待たれる。

セッション : Computational Fluid Dynamics (3)

(飯塚 悟)

Numerical assessment of aerodynamic forces on 2-D L-angle section using CFD (S. C. Ganapathi, P. Harikrishna, and N. R. Iyer)では、L型断面の2次元物体周辺流れ(流入風角度は 0° , 45° , 90° , 135° , 315° の5パターン)を Realizable $k-\epsilon$ モデル, RNG $k-\epsilon$ モデル, SST $k-\omega$ モデルを用いて解析し、それぞれの予測精度を比較した。抗力係数に関して、Realizable $k-\epsilon$ モデルと SST $k-\omega$ モデルの結果は既往研究の結果と良く対応するが、RNG $k-\epsilon$ モデルは十分な精度が得られないことが示された。

Design of vortex generators for light transport vehicles (LTVs) using CFD (R. Govindharajan, K. M. Parammasivam, and S. S. Narayanan)では、車の後部に設置する vortex generator を4種類導入し、vortex generator

なしの場合とそれぞれの vortex generator を設置する場合の車への空気抵抗の変化をCFD (Spalart-Allmaras モデル)により検討した。最も効果的な vortex generator の場合、vortex generator なしの場合に比べて20%近く空気抵抗が減少する(100 km/h 走行時)ことを示した。

Wind flow characteristics around rooftop solar array - A numerical study (D. Ghosh, A. K. Mittal, S. Behera¹, and A. Gupta)では、CSIR-CBRI の屋上に設置した太陽光発電パネル周辺の風環境をCFD (Realizable $k-\epsilon$ モデル)により解析した。(既設のものに対し、設置位置の検討の目的は不明であるが) パネルを屋上中心に設置した場合、屋上風下側に設置した場合に比べて、パネル表面圧力係数が2倍程度大きくなると報告した。

Wind flow simulation in the vicinity of tall buildings through CFD (A. K. Mittal, D. Ghosh, S. Behera, I. A. Siddiqui, and D. S. Dharmshaktu)では、大小2つの高さの建物(大は小の2倍の高さ、縦(主流方向)に並べて配置)の周辺流れをCFD (Realizable $k-\epsilon$ モデル)により解析した。建物間隔と建物基準高さ(小の建物高さ)の比が1.5のとき、歩行者空間の圧力レベルが最も小さくなる、などの結果を報告した。

Numerical investigation of wind forces and Strouhal frequencies of secondary hyperboloid reflector (M. Eswaran, R. K. Verma, G. R. Reddy, R. K. Singh, and K. K. Vaze)では、hyperboloid型の太陽光反射板の周辺流れについて、順風向、逆風向、鉛直風向の3種類と通常風速(40 km/h)と強風速(160 km/h)の2種類の計6ケースをCFD (RNG $k-\epsilon$ モデル)により解析し、各ケースの抗力係数、揚力係数、ストローハル数の結果を整理した。順風向と逆風向では揚力係数の正負が逆になる、などの結果を示した。

セッション : Low and High rise Buildings (1)

(武田 文義)

本セッションは、低高層建物を対象として行われた1回目のセッション (LHB(1)) であり、それら建物に関する耐風設計や空力特性の解明に向けた研究成果が報告された。報告内容は、1) HP型ポーラスキャノピー屋根の設計用風力係数 2) 様々な多角形断面を有する高層ビルの空力および応答特性 3) 風力エネルギーのより良い利用および建物に作用する風荷重削減のための概念 4) 円弧屋根に作用する風荷重 5) 突風下の切妻建物に作用する非定常風圧力に関する数値解析と実験による研究 6) 半球ドームに作用する風圧力のコヒ

ーレンス特性に関する研究 7) 風を受ける高層ビルの性能の最適化 (インドでの計画), の計7件であった。

1) の発表では、ライズ・スパン比が異なる3種類のHP型独立上屋を対象に、屋根がポーラス材料である場合の設計用風力係数が提案された。その係数は、屋根がソリッド材である場合の風力係数に低減係数を掛けるものである。

2)では、3, 4, 5, 6, 8, 12 角形, および円形断面の直鎖およびヘリカル (螺旋) 状の高層ビル, 全13種類を対象に風洞実験が実施され、角数の増加に伴う側面数の増加が空力特性に与える影響についての報告がされた。

3)では、楕円形状の主建物を、その建物と類似形状の風を遮るファン付きの多孔ラチス構造で取り囲むことで、主建物に作用する風荷重の低減と風力エネルギーを利用するという新しい概念が報告された。

4) では、円弧屋根建物を対象に、屋根のスパン長さに対する側面壁の高さの比が0, 0.15, 0.29の3ケースについて風圧測定実験が実施され、各ケースの平均外圧係数が比較された。また、各国の基規準との比較も示された。

5) では、突風で発生する非定常風圧力のオーバーシュート現象を、風洞実験とLES解析から求め、解析で得られたピーク風圧力が実験値と同等であったこと、また、屋根の風下で渦が発生したことが報告された。

6) では、半球ドームを対象に、子午線に沿った任意の2点間における変動風圧のルートコヒーレンス特性を調査するため、一様流と境界層乱流下で風洞実験が行われた。その結果、基準タップの位置だけでなく、タップ2点間の距離もルートコヒーレンスの分布性状に著しく影響すると報告された。

7) では、インドの高層ビルの設計では、現在、風洞実験が実施されているものの、ビルの隅切りを施すような構造上最適な形状変更には及んでいない。そこで、空気力学的な対処法と構造変更のための最適な方法を示すことで、今後のインドにおける設計法の方向性を示した。会場からは、ねじりなどに関する質問も出て活発に議論がされた。

セッション : Low and High rise Buildings (2)

(武田 文義)

本セッションでは、主に高層ビルに関する耐風設計法や風荷重に関する研究成果が報告された。それらは、1) 風工学における一般化座標の統合法の効用 2) LQGコントローラーを用いた高層ビルの風方向応答のアク

ティブ制御 3) 風荷重と地震荷重を受けるRC造高層ビルの解析と設計 4) 高層ビル設計用の風方向風荷重の半経験的な準定常モデル 5) 長方形高層ビル用の風力係数予測に関する研究 6) 高層ビルの室内壁に作用する風荷重 7) 高層ビルを取り巻く様々な配置の中層ビル群の遮蔽効果 8) 各種ノン・ガウシアンピークファクターの定式化の比較, の計8件であった。

1)では、風による建物の応答を予測するため、GCS (Generalized Coordinates Synthesis) 法という手法が示された。これはモーダル解析法を改善した一般化座標への統合法であり、時間領域で風応答を算出するものである。応答の算出時間は従来の方法の10%未満であることが示された。

2)では、LQG (Linear Quadratic Gaussian) 制御装置を備えた高層ビルの風方向振動を軽減するため、アクチュエータ制御力を利用したアクティブ制御方法が報告された。そして、高層ビルに作用する風方向の変動が荷重スペクトルを用いて時間領域で数値的に模擬され、その計算例が示された。会場からは、具体的にどのように制御しているのかとの質問も出た。

3)では、地上41階地下3階のRC造高層ビルを対象に、インド基準に基づき風時と地震時の解析がされた。また、部材の断面設計が限界状態設計法により行われ、その結果が示された。

4)では、高層ビルの風方向の等価静的風荷重用のモデルが、風洞実験結果に基づき提案された。このモデルはASCE7で規定されているモデルと類似したもので、設計用風荷重をかなり良い精度で評価できることが示された。

5)では、矩形建物の風力係数を予測する手法として、多項式の非線形回帰法が調査され、RBF (Radial Basis Function)ニューラルネットワークが最も効果的な手法であるとの報告がされた。

6)では、外装材が突然破壊された時、建物内部の壁には外装材と同等の風圧力が作用するため、内部壁の設計用風圧力を風洞実験から求める方法が示された。

7)では、高層ビルを取り巻く中層ビル群の遮蔽効果が風洞実験から計測され、結果として高層ビルからの渦の発生が大きく抑制され、変動量と風直交方向の励起力のコヒーレンスも大幅に低減されることが示された。

8)では、エルミートモーメントモデルを用いてノン・ガウシアンピークファクターが改良され、KareemとZhaoの方法、およびPillaiとTamuraの方法

と比較された。その結果、Kareem と Zhao の方法は過大評価となり、一方、Pillai と Tamura の方法は過小評価になることが示された。

セッション : Low and High rise Buildings (3)

(武田 文義)

本セッションでは、1) 不規則な平面形状を持つ一列に並んだ 3 棟の建物により干渉された風 2) 近接する高層ビル群により干渉された動的な風荷重の LES による数値シミュレーション 3) 高層ビルの風応答推定のための遺伝的プログラミングの利用 4) 西安で最も高いビルの風圧測定実験と有限要素法による解析 5) 建築設計を向上させるための地形や建物の空気力学上のコンピュータモデリング、の計 5 件が報告された。

1) では、境界層風洞で建物が単体の場合と 3 体の場合について風圧測定実験が行われ、建物で干渉された各種の風圧・風力係数が報告された。干渉現象は、中間建物の最大平均抗力係数と最大平均揚力係数の絶対値で著しく、一方、端部建物では、最大平均揚力係数の絶対値のみが影響を受けたことが示された。

2) では、以前風洞実験で行われた 2 ケースの近接した高層ビル群の動的な風に対する干渉現象が LES で計算され、実験では得ることができない情報を得ることができたこと、また LES は干渉現象の解明に有効であるとの報告がされた。

3) では、高層ビルの風応答は一般に風洞実験やインド基準により推定されてきたが、非常に煩雑で時間がかかるため、遺伝的プログラミング手法を用いて推定を試みたと報告された。その結果、推定に関わる面倒な作業を軽減できたことが示された。

4) では、中国、西安に建設される高さ 303 m、64 階建ての高層ビルが対象とされ、ガラスのカーテンウォールなどの耐風設計の指針を提供するため、風洞実験で風向変化が風圧力に与える影響などが調査され、その結果が CFD 解析の結果と比較された。さらに、風による応答振動を計算するため、有限要素解析が実施された。

5) では、提案された IIT Gandhinagar の新キャンパス (インド) の建物群の建築設計の向上のため、空気の流れ、温度、湿度などの点からこの設計案が CFD 解析により評価され、その結果が示された。

セッション : Low and High rise Buildings (4)

(竹内 崇)

本セッションでは 4 編の報告があった。

Alpha-Stable Distribution for Prediction of Negative Peak Wind Pressures on Roofs of Low-Rise Building (K. Balaji Rao, M. B. Anoop, P. Harikrishna, S. Selvi Rajan and Nagesh R. Iyer)では、低層建築物の屋根面における負のピーク風圧力のモデル化に α 安定分布を応用することを試みている。その結果、ピーク風圧係数の予測に対して、 α 安定分布が良い結果を示すことを報告している。

Wind Response Control of 76-Storey Benchmark Building with Distributed Multiple Tuned Mass Dampers (Said Elias and Vasant Matsagar)では、分散型 Multiple Tuned Mass Dampers (MTMDs)を取り付けた 76 階建ての建物の風応答制御について、MTMDs をすべて最上階に取り付けた場合や同質量の Single Tuned Mass Damper を用いた場合と比較し、分散型 MTMDs が建物の風応答制御により有効であることを報告している。

Probabilistic Analyses of Base Shear and Roof Displacement for Wind and Earthquake Load Along with Gravity Loads (P. Kamatchi, K. Balaji Rao, K. Rama Raju and Nagesh R. Iyer)では、固定荷重および積載荷重と共に、風荷重あるいは地震荷重を受ける建物の Base Shear と最上階変位に関する確率分析を行い、統計変数と最適な分布関数の確立を試みている。

Structural Behaviour Glass Panels in Facades (E. Prema Latha and C. Umarani)では、建築物のファサードにおけるガラス板の構造性能に関して、大変形を考慮した非線形有限要素解析を行い、その有効性について報告している。また、いくつかの寸法のガラス板に関する設計手法に関して提案している。

セッション : Urban Flow Dispersion Modeling + Wind Environment/Human Comfort

(吉川 優)

本セッションでは、7 編の発表があった。

Effects of Building Lift-Up Design on Pedestrian Wind Environment (Qian Xia, Xiaoping Liu, Jianlei Niu and K. C. S. Kwok)では、建物単体、高層建物 4 棟および低層部を共有する高層建物群の各モデルを対象とした風環境実験結果が示された。各建物モデルそれぞれについて、地上階を解放する形状とした場合に、歩行者レベルの風速分布に与える影響について報告された。

Numerical Analysis of the Momentum Transport and Temporal and Spatial Scales of Turbulent Coherent Structures in the Urban Boundary Layer Using Large Eddy Simulation (Keigo Nakajima, Ryoza Ooka and Hideki Kikumoto)では、都市キャノピー（立方体モデル）における乱流構造について LES の結果が示された。風洞実験による精度検証の他、運動量輸送および時空間スケールに関する検討結果が報告された。

Effect of Atmospheric Stability on Urban Pollutant Concentration (Ruichiro Yoshie and Tingting Hu)では、都市の大気汚染予測において大気安定度の影響を一般化するための検討結果が示された。観測データおよび風洞実験結果の分析に基づき、中立時の予測結果から非中立時の濃度予測を行うための関数を導いている。

Impact of Avenue-Trees on Traffic Pollutant Concentrations on the Urban Neighborhood Scale (Christof Gromke and Bert Blocken)では、都市の交通大気汚染に対する街路樹の効果を検証した結果が報告された。道路・交差点まわりの流れ場および拡散場に関して、CFD (RSM) により街路樹の影響を検証している。

Wind Tunnel Measurement on the Flow and Plume Dispersion Through Two Tandem Porous Fences (Bao-Shi Shiau, Pei-Ling Lin and Kiwing To)では、連続する2枚の有孔フェンスを対象とした風洞実験（拡散実験）結果が示された。フェンス周囲の流れ場および拡散場に関して、フェンス開口率およびフルード数の影響を調べている。

Models for Assessing Air Pollution in Cities (S. Kar and M. Damodaran)では、実都市（Ahmedabad 市）の大気汚染に関する観測値を比較対象として、Gaussian プルームモデルおよび Lagrangian Branched Atmospheric trajectory モデルの精度検証結果が報告された。

セッション：Bluff Body Aerodynamics (1)

（長谷部 寛、伊藤 靖晃）

本セッションでは、矩形断面を有する物体の空気力やそのまわりの流れに関して6編の発表が予定されていたが、1編キャンセルとなり、計5編の発表が行われた。

Acting Effect of Roof Pitch of a Gable Structure on Wind Force Under a Short-Rise-Time Gust (K. Otsubo, et al.) では、風速が急変する際に切妻屋根の矩形柱モデルに作用する空気力の風洞実験結果が示された。抗力、揚力にオーバーシュート現象が認められたが、条件によっ

ては抗力に2次ピークが見られたことが述べられた。

Image Processing Technique of Smoke Flow Visualization for the Prediction of Behavior of Airborne Sea Salt Around a Bridge Girder (H. Hasebe, et al.) では、風洞の可視化実験で得られた画像を画像処理することで、橋梁まわりの飛来塩分挙動を推定する方法が提案された。はく離せん断層の内外で可視化実験の煙濃度が大きく異なることから、塩分濃度も同様の傾向を示すことが推定された。

Numerical Modelling for Assessment of Wind Flow Pattern and Wind Load on a Rectangular Cylinder for Different Aspect Ratios (Ashutosh Sharma and Ajay Gairola)では、辺長比 B/D が0.05から1.0までの矩形柱を対象に標準 $k-\epsilon$ モデルおよび RNG $k-\epsilon$ モデルを用いて数値流体解析を行い、既往の解析結果と比較した結果を示した。

Experimental Validation of Numerical Simulations of Wind Induced Pressures on 2:1 Rectangular Section Under Smooth Flow (M. Keerthana, P. Harikrishna, G. Ramesh Babu, A. Abraham and S. Selvi Rajan)では、辺長比 B/D が2.0の矩形柱を対象に風洞実験と数値流体解析を行い、静的空気力係数および平均圧力係数分布を比較した。低圧部の圧力分布が実験結果と一致しないことを指摘し、迎角を有する矩形断面の圧力係数分布の予測のためには乱流モデルの改良が必要であると指摘した。

Span-Wise Correlations of Fluctuating Lift Forces on 2D Rectangular Cylinders (Yasuaki Ito, Hiromichi Shirato, Masaru Matsumoto and Kojiro Nozawa)では、一様流および一様乱流中の矩形柱を対象に LES 解析を行い、適切な解析条件を用いれば変動揚力の空間相関が LES 解析で適切に評価できることを示した。また、変動揚力の空間相関を定める要因が渦の強度と渦のスケールであると考えられることを指摘した。

セッション：Wind Disaster Mitigation (1)

（山口 敦）

Characteristics of Weibull coefficients of wind velocity by wind directions to evaluate safety of railway vehicles under strong windでは、日本の鉄道総研の谷本早紀氏が、アメダスデータを用いて日本全国の風速の出現頻度分布を風向別にワイブル分布を仮定して求め、鉄道の転覆リスク評価に用いた研究について発表した。風速の出現頻度分布を風向別に考慮することにより、従来に比べて正確な転覆リスク評価が可能になることを示した。

Modeling Tropical Cyclones for Property Risk Assessment and Disaster Management in the Indian Context では、インドの AIR Worldwide India の Raju Datla が熱帯低気圧のモンテカルロシミュレーションに基づき、インドにおける熱帯低気圧のリスク評価を行った研究について発表した。モンテカルロシミュレーションによりインド各地の強風の出現確率を定量的に評価するとともに、予想される損失を金融モデルを用いて定量的に評価した。研究の結果、インド東岸で特に熱帯低気圧のリスクが高いことを明らかにした。

Short term gust forecasting by using numerical weather prediction and multi timescale nonparametric regression model では、日本の東京大学の山口敦が現地観測データと ARX モデルによる強風予報についての発表を行った。マルチタイムスケールのノンパラメトリック回帰を用いることにより、ピークファクターの動的な推定が可能となり、従来のモデルと比較して予報精度が向上することを示すとともに、入力に用いる数値気象予報データとしてメソスケールモデルの結果を用いることにより、従来の気象庁 GPV を直接用いる場合に比べて強風イベントの的中率と補足率が向上することを示した。

Simplified windborne debris equations in strong winds では、ニュージーランドのオークランド大学の Peter Richards がデブリ飛来によるリスク評価についての発表を行った。本研究ではデブリや風速の大きさに関係なく適用可能な一般的なデブリ飛来モデルを提案した。この研究によると、通常のデブリの飛行速度は容易に風速の 40% に達し、場合によっては風速よりも早くなることを示した。

Hurricane Sandy (2012) and Impact of Changing Climate on Tropical Cyclones では、アメリカの東京海上日動火災保険の Jianming Yin が 2012 年秋にアメリカ東海岸に多大な被害をもたらしたハリケーンサンディの分析を行うとともに、気候変動が熱帯低気圧にどのような影響を与えるかについて発表を行った。気候変動により熱帯低気圧の数は減少するが強さは強くなる可能性があることを示したが、結果には不確実性が多いということを述べた。

セッション : Wind Energy (1)

(山口 敦)

Wind Tunnel Experiment on a Small Horizontal Axis Wind Turbine では、インドの CSIR 構造工学研究所の

K. Sankaranarayanan が風洞実験を用いて、小型水平軸風車の開発を行った例を示した。13 分の 1 の風洞模型を制作し、風洞実験を行ったところ、設計で想定した性能が得られたことを説明した。

Site Specific Wind Turbine Foundation Certification では、ドイツの認証機関である Germanischer Lloyd (GL) のインド支社の Mary Prabha が大型風力発電設備の基礎の認証についての発表を行った。基礎の認証は型式認証の一部として、あるいはプロジェクト認証の一部として、あるいは単独で実施される場合がある。基礎の認証の際には GL Guideline に従い通常の風力発電設備の設計荷重ケースに加えて基礎独自の荷重ケースを考慮するとのことであった。インドでは熱帯低気圧等の強風により風力発電設備の基礎が破壊される事故が多く起こっており、GL としては基礎の認証を広めたいようだが、実情としてはあまり広く広まっていないようであった。

Computational modeling of wind energy systems では、インドの IIT Gandhinagar の T. Shah が RANS モデルを用いて行った垂直軸風車および水平軸風車まわりの流れのシミュレーション結果について発表した。風車ウェイク内の構造がよく再現できたことを述べた。

Feasibility study on fixed platforms for offshore wind turbine in India では、インドの国立海洋技術研究所の Satya Kiran Raju Alluri がインドにおける洋上風力発電のフィジビリティスタディを実施した結果について発表した。5MW 風車を仮定した場合、インド洋上では設備利用率が 48% からサイトによっては 71% に達することを示すとともに、モノパイル基礎とジャケット基礎を仮定し実際の設計を行った例について説明した。

Design methodologies of wind-sensitive tower foundations under conditions of partial contact では、インドの CSIR 構造工学研究所の Bharathi Priya が風車タワーのような塔状構造物の基礎の設計についての検討例を説明した。設計式と FEM の比較を行い、設計式に問題がないことを示した。

An easily programmable Analysis Approach for Vertical Axis Wind Turbines では、Double Multiple Streamtube theory (DMST) を使って垂直軸風車の解析を行う手法について説明した。またこの手法を解析プログラムにする際のアルゴリズムについても説明し、本手法により垂直軸風車の簡易な解析が行えることを示した。

セッション : Wind Disaster Mitigation (2)

(谷本 早紀)

本セッションでは以下の7件の研究発表があった。

Numerical Investigation of the Wind Profile During Downburst Lines Using Multiple Impinging Jet Model (Kalyan Kumar Das and Amit Kumar Ghosh)の発表は、LESを用いた3次元の渦度ベクトルポテンシャル法に基づいて、dry downburst lineの数値計算に関するものであった。その計算結果のダウンバーストの流れ場について述べられた。

A New Method of Extreme Wind Pressure Estimation (Qingshan Yang and Danyu Li)の発表では、極端な風圧を推定するための改良された計算方法が示された。この方法は、Davenport法やCook & Mayne法と比較して、極端な風圧の計算をするのにより妥当で、経済的かつ効率的であることがわかったと考察していた。

Strong Wind-Damaged Roof Detection from Post-Storm Aerial Images (Sudha Radhika, Yukio Tamura and Masahiro Matsui)の発表では、被災前の画像を使わずに被災後の航空画像のみを使って、サイクロンや竜巻のような強風による建物の屋根の被害面積の割合を定量的に示す方法が紹介された。

Thunderstorm Wind Velocity Decomposition and Moving Average Period (Patrizia De Gaetano and Giovanni Solari)の発表は、プロジェクト“Wind and Ports”において得られたサンダーストームのデータを参照して風速の移動平均の期間に関するものである。高周波成分や地形の粗度との関係に着目した変動の性質についての議論もあった。

Numerical and Physical Simulation of a Thunderstorm Downburst (Michael Jesson, Matthew Haines, Nishant Singh, Mark Sterling and Ian Taylor)の発表では、英国のUniversity of StrathclydeとUniversity of Birminghamと共同研究の中で着手されている、ダウンバーストの物理実験および数値計算の結果について述べられた。物理実験では、secondary vortexが見られた。数値計算結果から、物理実験と数値計算の間に整合性があることを確認したということであった。

Span Reduction Factor of Transmission Line Conductors Under Downburst Winds (Haitham Aboshosha and Ashraf El Damatty)の発表では、ダウンバースト下での送電線導体のSpan Reduction Factor (SRF)を推定するための解析方法が示された。ダウンバーストの乱流の特徴はCFDのシミュレーションによって得られた。

The Effect of Wind Load on Rural Roofing System (F. A. Wan Chik, N. I. Ramli, M. K. A. Muhammad, T. A. Majid and Amirul Hafiz)の発表では、農村の屋根システムにおける風荷重の効果について述べられた。屋根の母屋と垂木の接合と母屋とroof sheetingの接合の二つのタイプについての解析結果が示された。

セッション : Field Measurements and Health Monitoring

(菊本 英紀)

本セッションでは、以下の7件のうち5件の発表が行われた。

Identification of spatial modes through instantaneous vibration direction (Y. C. He et al.)の発表はキャンセルされた。

Modal identification of Guangzhou new TV Tower by blind source separation using output-only ambient data (A. Rama Mohan Rao et al.)では、中国に実在するタワーを対象として計測データを基に空力振動の自然周波数やモードシェイプ、減衰率を推定する手法が示された。

Statistics and identification of mode-dependent structural damping of cable-supported bridges (Yi Liu et al.)では、中国内の31の斜張橋における計測データの統計的解析から、自然周波数の増加とともにモード減衰率が減少するなどの一般的特徴が説明された。

Field measurement for aerodynamic mitigation of wind pressure on gable-roofed low-rise building (Peng Huang et al.)の発表はキャンセルされた。

Characteristics of mean wind and turbulence profiles of typhoon wind (K. T. Tse et al.)では、Doppler SODARとWind-profilerを用いた香港における台風時の風速観測データが示され、平均風速は対数則や指数則でよく表されるものの、乱流強度に関しては従来のESDUやAIJのモデルでは精度良く再現できないことが示された。

Field Measurement of cyclone wind data using wind monitoring system (V. Muthalagan et al.)では、長い海岸線をもち熱帯低気圧による被害が耐えないインドにおいて、強風被害を低減するためCSIR-Structural Engineering Research Centerによって整備された風速観測システムとその観測データが紹介された。

Experimental studies on bolted joint damage assessment due to wind load (R. Balagopal et al.)では、電送塔に用いられるボルトの風荷重によるゆるみや損傷の発生要因

を明らかにするため、トラス構造のモックアップを用いた実大実験の結果が示された。

セッション：Atmospheric Modeling

(山口 敦)

Prediction of extreme wind speed by using mesoscale model and JMA best track of tropical cyclones では、日本の東京大学の種本純氏がメソスケールモデルと気象庁ベストトラックデータを用いた極値風速の推定に関する研究結果について発表した。気象庁ベストトラックデータに含まれる風速 15m/s 半径から台風モデルに用いる最大風速半径を推定した結果、従来の天気図解析と比較して台風の同定率が向上することを示すとともに、強風イベント時の広域の風速場の推定にはメソスケールモデルと台風モデルを組み合わせる必要があることを示した。

A modified von Karman model for wind field generation in dynamic analysis of wind turbine では、日本の東京大学の福王翔氏が風力発電設備設計の際に用いる乱流風速場のモデル化手法の提案についての発表を行った。カ

ルマンモデルを大気境界層に適用できるよう変更することにより、現在設計で広く使われているカイマルモデルではできなかった時間空間での表現を可能にし、時間空間での乱流風速場発生に利用可能なモデル化を行った。

A study on influence of a ridge on mean wind speed and turbulence intensity では、インドの風工学技術センターの K. Boopathi が実観測データに基づき、尾根地形が平均風速と乱流強度に与える影響について研究した結果を発表した。尾根上では風速は大きくなるが、地面からの高度が高いほどその影響は小さくなることや、乱流強度が低下することなどを示した。

Prediction of near-surface wind fields using the CSIR Varsha GCM では、インドの CSIR 国立航空宇宙研究所の Arshad Shameem C. が CSIR で開発した全休モデルを用いて地表風速の 1 日先から 3 日先までの予報を行った例を示した。風力発電所での観測値を用いて検証したところ、1 日先予報の風速の RMSE は 2m/s~3m/s 程度であることを示した。