

[別紙 2]

審 査 の 結 果 の 要 旨

論文提出者氏名 遠藤 智行

本論文は「通風の力学的相似性に基づく高精度型通風量予測モデルに関する研究」と題し、従来の通風に関する研究で問題にされながら、その解明がなされていなかった風圧係数と通風量を結びつける流量係数が、建物に当たる風の向きなどによって変化する現象を、合理的に説明するモデルを提案したものである。

日本を含むアジアの蒸暑地域において、エネルギーを用いず蒸暑室内の温熱環境を改善する手法である通風は、近年省エネルギー推進のための重要な技術として位置づけられるようになってきており、住宅だけでなく、商業ビルでも採用される傾向にある。この通風に関する研究は、極めて古くから行われてきたが、その多くが定性的な効果を論じたものであり、定量的な扱いがなされていないのが現状である。その原因の一つとして、風圧係数と通風量を結びつける流量係数が、建物に当たる風の向きなどによって変化する現象を合理的に説明するモデルが示されなかったことが挙げられる。

論文提出者は、風洞模型実験およびCFDを併用し、通風時の開口部周辺における圧力場の詳細な検討を行い、流量係数変化を包括的に説明するモデルを提案することを主目的とし、以下の8章からなる論文を提出した。

第1章では、研究の背景・目的および研究の意義について述べている。

第2章では、前半で通風時の流量係数・圧力損失係数を概説し、後半で流量係数変化の要因把握のために行った風洞模型実験結果について述べている。結果として、流量係数は開口部位置・風向角度・通風量のいずれによっても変化することから、新たなパラメータに基づいた、包括的に流量係数変化を著すモデルが必要なことを述べている。

第3章では、既往研究に基づき通風現象の特徴について述べるとともに、流量係数変化に対応可能な新たなモデルを提案している。既往研究から、通風気流は開口部到達まで全圧損失が小さく、開口部上流側の壁面上に沿って流れることを見だし、通風気流の全圧・風圧は開口部位置によって概ね決定されるとの推測をし、さらに、LESによる解析を行い、開口部が建物が引き起こす剥離領域にない限り、位置によらず到達全圧はほぼ保持されることを示している。また、全圧管を用いた通風気流の動圧測定について述べ、一般に測定される風圧との差をとることにより、基準静圧の影響のない全圧と風圧の差が得られ、それが通風が

ない場合の壁面接線方向動圧と近似的に等しいという考え方を示している。以上より、壁面接線方向動圧を基準とする無次元換気駆動力 P_R^* という新たなパラメータを提案し、この P_R^* で整理することにより、通風現象は開口部周辺での流れ場が力学的に相似であれば、開口部の大きさ・位置および風向角度によらず相似になるという考え方・局所相似モデルを構築し、風洞実験・LESによる解析から妥当性を検証している。

第4章では、局所相似モデルの実用化に必要な壁面接線方向動圧の測定手法を述べており、開口部のない建物模型を用いた風洞実験において、壁面鉛直方向の風速プロファイルをI型プローブの熱線風速計で測定し、その結果を外挿することにより求められることを、第3章の測定結果と比較し示している。

第5章では、局所相似モデルを応用した開口部通風性能評価方法について述べている。局所相似モデルによれば、開口部周辺での流れ場が力学的に相似であれば、開口部での通風現象は、開口部の大きさ・位置および風向角度によらず相似になる。この考え方を応用すれば、開口部および吸引チャンバーを平板に取り付けたものを風洞内に水平設置し、吸引量を変化させた実験を行うことにより通風現象が再現でき、開口部の通風性能評価ができることになる。まず単純な開口部で妥当性を検討した上で、複雑なディテールの実開口部にも適用し、良好な結果が得られることを示している。また、本手法を利用して流出開口部における通風性能評価を行い、流出側特有の問題点について検討している。

第6章では、LES解析に基づく流量係数変化のメカニズムについての検討結果を述べており、通風気流が開口部を通過する際の縮流による静圧から動圧への転化、乱流エネルギー生産に使用されるための圧力損失などについて得られた知見を示している。また、流出側開口部においては、外部気流により流出気流の流路が狭められることが流量係数減少の大きな要因になっていることを示すとともに、流入気流の残存動圧が流量係数に及ぼす影響などについても考察している。

第7章では、実測により無次元換気駆動力 P_R^* の発生頻度について検討した結果を述べている。実測結果では、流量係数が減少する領域の P_R^* の発生頻度が50%を超えており、本研究が実用上有益なものであることが示されている。測定に使用した新たに開発した吸引型全圧測定装置の有効性についても検討している。

第8章では、研究成果を総括するとともに、今後の課題を述べている。

以上のように、本論文は、通風量予測で問題となっていた流量係数の変化について、主として風洞実験・CFD解析から検討し、その変化を、統一的に扱える新たなパラメータを提案するとともに、その考え方を応用した、容易に開口部の通風性能評価ができる手法を提案したものである。流出側開口部の扱いについて一部問題を残すものの、建築内環境改善に寄与するところが極めて大である。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。