

Title	ポイドを有する高層オフィスビルにおける室温分布を考慮した自然換気設計・制御手法に関する研究
Author(s)	田辺, 慎吾
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/96095
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論文内容の要旨

氏名 (田 辺 慎 吾)

論文題名 ボイドを有する高層オフィスビルにおける室温分布を考慮した自然換気設計・制御手法に関する研究

論文内容の要旨

近年、ZEBを目指すオフィスビルでは、多くの建物で自然エネルギーの活用が計画され、その中でも自然換気は必須項目の一つとなる。昨今多発するインフラ供給の遮断といった非常時においても建物内の最低限の除熱を目的とし自然換気が採用される建物も多い。また生産性向上を狙いwellnessの考えを取り入れ、WELL-APやCASBEE-WOの評価を受けることも多く、その評価項目の中には自然換気の採否のみならず、開口サイズの制約まで加えられ、質も重視される。しかし、外気温度、外部風速・風向などの外部条件により、自然換気量は大きく変動し、コントロールが難しく、非制御による非省エネ・局所的な自然風によるドラフト・突風による書類の飛散といった利用者からの苦情も起こっている。

自然換気に必要な開口面積は、設計者の経験や過去事例から想定され、自然換気量算出も代表条件のみで行なわれるケースも多く、最適値を導いているかとは言い難い。また、自然換気を行う上で、開閉条件・制御手法についても確立されたものは少なく、自然換気のポテンシャルをすべて生かしているとは言えない。運用後に自然換気口からのドラフトや室温の平面的なばらつき等により運用が止められてしまうケースも多く、室内分布を考慮した自然換気制御を確立させることも重要である。

本研究では、ボイドを持つ高層オフィスビルでの自然換気システムの設計・運用のため、自然換気経路や開口部面積の設定など定量的な設計基準の確立に資する資料作成及び自然換気時間の拡大を目的とする。

第1章では、本研究の背景となるオフィスビルにおける自然換気運用の課題を示し、本研究の目的を述べた。また、実測・実験事例やシミュレーションによる検討手法について既往研究を示し、本論文の構成について述べた。

第2章では、筆者が設計を担当し検証を行った大阪某所に建つテナント高層オフィスビルを題材に設計の意図、自然換気を促進させるための工夫について述べた。また、用いた自然換気口ごとの換気特性曲線を求め、以降の章でもその開口部特性を用いて検討を行った。

第3章では、第2章のオフィスビルを題材に自然換気量把握の実証実験を行った。①トレーサーガス減衰法から換気量を求める「濃度法」、②各換気口の代表風速と開口面積から換気量を求める「風速法」、③各面及びボイド面の室内外の常時差圧計測と換気特性曲線から求める「差圧法」の3つの測定方法を同時刻で複数回の測定を行い、各測定方法に差異が無いことを確認した。

第4章では、第3章で常時計測している差圧を用いて年間の時刻ごとの自然換気量を把握した。各面およびボイド面の開口率を変化させ、自然換気量が最も多くなる開口配置を求めた。なお、対象は高層、中層、低層部分の測定フロアの違いによる検討も行った。

第5章では、平面をより矩形なものとし、CFDを用いて室内の温度環境及び空気齢を求めた。①外部風速の影響、②ボイド開口比率の影響、③ボイド開口位置の影響を検証するため、13条件の計算を行った。ハイブリット空調を想定し、7,200mm×7,200mmモジュールでの平均化した無次元化温度上昇及び換気効率を指標化したSVE3を求め、各条件別に室内温度簡易予測式を作成した。

第6章では、第5章で作成した室内簡易予測式から室内の温度分布を求め、自然換気の開口面積を変えながら、室内温度分布の悪化を防ぎ、自然換気期間を拡大させる制御の可能性を探った。またイニシャル・ランニングコストの検証も行い、省エネ性の最も優れる開口面積も算出した。その他、自然換気可能条件を変更することによる自然換気による除去熱量をグラフ化し、設計資料として整備した。

最後に第7章では、本論文で得た知見を総括すると共に、残された課題について述べた。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (田 辺 慎 吾)			
	(職)		氏 名
論文審査担当者	主 査	教授	山 中 俊 夫
	副 査	教授	横 田 隆 司
	副 査	准教授	小 林 知 広

論文審査の結果の要旨

本論文は、近年 ZEB を目指すオフィスビルなどで必須の自然エネルギー活用技術となっている自然換気を対象として、その設計と制御手法の確立を目指して様々な検討を行っているものであり、高層オフィスビルにおいて一般的なボイドを持つ高層オフィスビルでの自然換気システムの設計・運用のため、自然換気経路や開口部面積の設定など定量的な設計基準の確立に資する資料作成を行い、自然換気時間を拡大し省エネルギー性を高めるための自然換気の設計と室内分布を考慮した換気制御手法の確立を目的としている。

本論文は、以下の全 7 章から構成されている。

第 1 章では、本研究の背景となるオフィスビルにおける自然換気運用の課題を示し、本研究の目的を述べている。また、実測・実験事例やシミュレーションによる検討手法についての既往研究を整理し、本論文の構成について述べている。

第 2 章では、学位申請者が設計を担当し検証を行った大阪市に立地するテナント高層オフィスビルを題材に、設計の意図、自然換気を促進させるための工夫について述べ、それぞれの自然換気口の換気特性曲線を求めている。

第 3 章では、第 2 章のオフィスビルを対象として、自然換気量把握のための実証実験を行っている。自然換気量の測定手法としては、①トレーサーガス減衰法から換気量を求める「濃度法」、②各換気口の代表風速と開口面積から換気量を求める「風速法」、③各面及びボイド面の室内外の常時差圧計測と換気特性曲線から求める「差圧法」の 3 つの方法を用いて、同時刻で複数回の測定を行い、各測定方法で求められる換気量に差異が無いことを確認している。

第 4 章では、第 3 章で常時計測している各自然換気口の内外差圧を用いて年間の時刻ごとの自然換気量を把握している。各窓面およびボイド面の開口率を変化させ、自然換気量が最も多くなる開口配置を求めている。なお、検討対象として、高層、中層、低層部分の測定フロアの違いによる検討も行っている。

第 5 章では、平面をより一般的な形状のものとし、CFD 解析を用いて室内の熱環境及び自然換気による外気の分配性を検討している。ここでは、①外部風速の影響、②ボイド開口比率の影響、③ボイド開口位置をパラメータとして、自然換気と機械空調を併用するハイブリット空調を想定し、7,200mm×7,200mm モジュールでの平均化した無次元化温度上昇及び代表的換気効率指標である SVE3 を求め、各条件別に室内温度分布の簡易予測式を作成している。

第 6 章では、第 5 章で作成した室内温度分布の簡易予測式から室内の温度分布を求め、自然換気の開口面積を変えさせながら、室内温度分布を適正に保ちつつ、自然換気期間を拡大させる制御の可能性を探っている。またイニシャルコストとランニングコストの検証も行い、省エネ性に最も優れる開口面積を示している。その他、自然換気可能条件を変更することによる自然換気除去熱量をチャート化し、設計資料として整備している。

最後に第 7 章では、本論文で得た知見を総括すると共に、残された課題について述べている。

以上のように、本論文は、与条件によって予測される室内温度分布を評価対象として適正に開口の制御をすることによって、室内での快適性を維持しつつ省エネルギー効果の最大化を可能にする自然換気設計・制御手法を確立したものであり、建築設備技術の発展と建築の省エネルギー性能向上に大きく貢献するものと考えられる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。