

Title	On the Performance of Solar Chimneys with Particular Reference to the Prediction of Flow Rate
Author(s)	Adam, Zoltan
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44965
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	アダム ソルタン Adam Zoltan
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 18747 号
学位授与年月日	平成16年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科建築工学専攻
学位論文名	On the Performance of Solar Chimneys with Particular Reference to the Prediction of Flow Rate (ソーラーチムニーの換気性能に関する研究—換気量の予測手法について)
論文審査委員	(主査) 教授 相良 和伸 (副査) 教授 水野 稔 助教授 山中 俊夫

論文内容の要旨

本論文は、太陽日射のエネルギーをパッシブに利用した自然換気装置であるソーラーチムニーの換気量の予測方法を確立することを目的として、実物大のソーラーチムニー模型を用いた実験とゾーンモデルに基づく非定常計算を行い、ゾーンモデルによる予測精度について検討を行っている。さらに、切り妻屋根にソーラーチムニーを取り付けた建物と取り付けない建物の換気量について、気象データを用いた非定常熱・換気計算を行い、換気量・室温の時間変動特性を比較することによってソーラーチムニーの有効性を立証するとともに、設計者のための設計チャートを提示している。各章での内容を要約すると以下の通りである。

第1章では、ソーラーチムニーの原理・実例について解説し、既往の理論的な研究と簡単なシミュレーションモデルについて紹介している。

第2章では、実物大模型を用いた実験を行い、受熱日射量、傾斜角度、チムニー幅（壁とガラス間距離）の3つの主要パラメータが、チムニーの換気量に及ぼす影響を明らかにした。検討の結果、傾斜角が45度付近で換気量が最大になること、最も効率の良いチムニー幅が存在しているということ、チムニー内の境界層の特性などを明らかにしている。

第3章では、ソーラーチムニー内の気流性状についての検討を行い、実験データに基づいてチムニー内の温度境界層厚さについての実験式を提案するとともに、対流熱伝達率に関する実用式を誘導している。

第4章では、ソーラーチムニーの換気計算モデルについて検討を行っている。簡単な一方向分割のゾーンモデルでは十分な精度が得られないことが判明したため、第3章で提案した境界層厚さについての実験式及び対流熱伝達率の実用式を導入し、放射熱伝達を考慮した二次元ゾーンモデルを提案するとともに、熱容量を考慮した非定常熱計算モデルに拡張している。

第5章では、住宅におけるソーラーチムニー換気システムの導入の可能性に関する検討を目的として、気象データを用いた非定常熱・換気シミュレーションを行っている。その結果、ソーラーチムニーは換気システムの性能を向上させることができるが、その性能は立地の場所やチムニーの形状に大きく依存することを明らかにしている。

第6章では、設計者が簡単に様々なソーラーチムニーのパラメータを決定することができる換気量の予測チャート

を提示している。

第7章では、実験、計算モデル、シミュレーションの結果に基づいて、本論文の結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

近年シックハウス問題に見られた建物室内の空気汚染対策と建物の省エネルギー化が叫ばれるなか、太陽エネルギーを利用して室内を換気する方式の一つであるソーラーチムニーが環境共生型建築の重要な構成要素として着目されており、今後一般的な建築物においても多く利用されるようになると考えられる。しかしながら、ソーラーチムニーの換気量は日射量や外気温の変化に伴って変動するためその予測に基づく合理的な設計法は未だ確立されていないのが現状であり、ソーラーチムニーの普及のためには、ソーラーチムニーの換気量予測手法の確立が不可欠であると言われている。本論文は、ソーラーチムニーの非定常換気計算に基づいた換気量予測手法の確立を目的として、模型を用いた換気実験、ゾーンモデルを用いた非定常計算法の提案、気象データを用いた非定常熱・換気シミュレーション、設計用チャートの提示を行っており、その主な成果を要約すると以下の通りである。

- (1) ソーラーチムニーの換気に関する既往の理論的な研究や計算モデルについて検討を行い、物理現象の理解を深めるとともに換気計算の理論的考え方を明確にしている。
- (2) 実物大模型を用いた実験を行うことによって、受熱日射量、傾斜角度、チムニー幅（壁とガラス間距離）の3つの主要パラメータがチムニーの換気量に及ぼす影響について検討を行い、傾斜角 45 度付近で換気量が最大になること、最も効率の良いチムニー幅の存在を明らかにしている。
- (3) ソーラーチムニー内の温度境界層厚さについての実験式を提案するとともに、対流熱伝達率に関する実用式を誘導している。
- (4) ソーラーチムニーの換気計算モデルについて検討を行った。簡単な一方向分割のゾーンモデルでは十分な精度が得られないことが判明したため、第3章で提案した境界層厚さについての実験式及び対流熱伝達率の実用式を導入し、放射熱伝達を考慮した二次元ゾーンモデルを提案するとともに、熱容量を考慮した非定常熱計算モデルに拡張した。
- (5) 気象データを用いて、ソーラーチムニーを屋根面に取りつけた住宅の非定常熱・換気シミュレーションを行うことによって、システムの導入の可能性に関する検討を行い、ソーラーチムニーは換気システムの性能を向上させることができるが、その性能は立地の場所やチムニーの形状に大きく依存することを明らかにしている。
- (6) 煩雑な非定常シミュレーションをせずとも、設計者が簡単に様々なソーラーチムニーのパラメータを決定することができる換気量の予測チャートを提示している。

以上のように本論文の成果は、ソーラーチムニーの設計を日射量や気温といった気象データを用いた非定常熱・換気シミュレーションによる換気量予測と評価に基づいて行う合理的な設計手法を可能にし、省エネルギー性が高く環境親和性に優れたソーラーチムニーの評価と設計を容易にするものであり、建築工学の発展のみならず建築の品質向上に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。