T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Evaluation of integrated passive cooling methods to improve the outdoor and indoor microclimates of a residential house in Japan
著者(和文)	デル リオ デニス マリア アレハンドラ
Author(English)	Maria Alejandra Del Rio Denis
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11651号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:淺輪 貴史,中村 芳樹,大風 翼,鍵 直樹,村田 涼
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11651号, Conferred date:2020/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第　　号		学位申請者氏名	Maria Alejandra Del Rio Denis	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名	氏　名	職　名
	主査	淺輪　貴史	准教授	村田　涼	准教授
	審査員	中村　芳樹	教授		
		大風　翼	准教授		
		鍵　直樹	准教授		

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「Evaluation of integrated passive cooling methods to improve the outdoor and indoor microclimates of a residential house in Japan」と題し、以下の 6 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」では、日本の季間蒸暑地域の住環境に着目し、温熱環境と居住者の住まい方との関係について既往研究をもとに概観したうえで、夏期と中間期の間の移行期には、屋外空間の微気候を改善することで窓を開放して自然通風により快適に過ごせる期間を増やすことができる可能性について論じ、微気候改善に有効なパッシブクーリング手法と住宅設計の重要性を指摘している。それらを踏まえ本研究では、住宅の外構空間に比較的余裕のある首都圏郊外の戸建住宅地を対象に、蒸発冷却技術と植栽を組み合わせたパッシブクーリング手法を導入することで、半屋外空間と屋内空間の微気候を効果的に改善する方法を、実測と数値シミュレーションにより明らかにすることを目的としている。

第 2 章「Field measurement」では、埼玉県熊谷市に位置する戸建住宅地を対象に、パッシブクーリング手法を住宅の外構部に導入した際の微気候改善の特徴と課題を、実測により明らかにしている。パッシブクーリング手法として、水分の蒸発冷却機能を有するルーバー状のフェンス（以下、ルーバーフェンス）と植栽を取り上げ、それらを導入することにより形成される半屋外空間と屋内空間の水平・鉛直の気温分布を詳細に調べている。その結果、ルーバーフェンスが十分な濡れ面となる条件では、ルーバーを通過する気温が最大で 2℃低下することが確認され、またルーバーの周辺に置かれたポット植栽による蒸発散および風速低減効果により、半屋外空間の地表面近傍に気温が 4℃低下した冷気が滞留することを確認している。しかしながら、掃き出し窓を介した屋内への冷気の流入量は少なく、対象住宅では室温の低減効果は限定的であることを明らかにしている。

第 3 章「Modeling and validation of passive cooling methods for CFD simulation」では、パッシブクーリング手法の外構部への導入と住宅の設計とを同時に検討することを目的とし、Computational Fluid Dynamics シミュレーション(以下、CFD シミュレーション)を用いた系統的な数値解析を行うための、パッシブクーリング手法の数値モデル化の方法と検証結果を示している。対象となるルーバーフェンスや植栽は微小な形状を有していることから、それらの形状の効果を CFD シミュレーションの 100mm 程度のグリッド内の計算要素で表現するために、多孔質体でモデル化することとし、既往研究で取得された抵抗係数や対流熱伝達率などのパラメータ、および前章の実測より得られた表面温度データを計算要素に設定する方法を提示している。そのシミュレーション結果を、対象住宅における気温分布の実測データと比較した結果、半屋外空間と屋内空間の計 8 点における鉛直気温分布が 0.5℃以内の誤差で再現できており、特に地表面付近で急激な温度勾配を有する鉛直気温分布の再現性も高いことから、パッシブクーリング手法の数値モデルを導入した CFD シミュレーションが妥当であることを確認している。

第 4 章「Sensitivity analysis of passive cooling methods using validated CFD simulation」では、前章で精度検証を行った CFD シミュレーションを用いて、パッシブクーリング手法の適用の有無および組み合わせや、ルーバーフェンスの濡れ度合いといった外構部の設計条件の違いが、半屋外と屋内空間の気流・気温分布に与える影響について、感度分析を行っている。その結果、ルーバーフェンスの単独の効果として冷気の生成量に関しては、ルーバー表面が水分拡散により完全な濡れ面となり蒸発冷却効果を発揮する場合に、通過空気に最大の気温低下が得られることを明らかにしている。また、主要な冷却部材であるルーバーフェンスと、風速低減効果を示す植栽との組み合わせによる室内への冷気の導入量に関しては、ルーバーフェンスと開口部との距離によって大幅に異なること等を示しており、対象住宅に応じた最適な設計を検討する必要があることを述べている。

第 5 章「Optimization of outdoor and indoor microclimates using CFD simulation」では、対象住宅の半屋外空間と屋内空間の両方のパッシブクーリングに適した外構部と住宅の設計について、CFD シミュレーションを用いた検討を行っている。外構部と住宅の設計条件を、シミュレーション結果を参照することで段階的に変化させ、室温低下の基準値を満たす条件を探索していった結果、ルーバーフェンスの開口部からの設置距離、主風向とルーバーフェンスの設置方位との関係、建物の平面形状の影響、屋内の建具の開放状況や流出側の開口部の設置位置などを、設計上総合的に考慮することで、室温が最大で 1.6℃低下可能なことを明らかとしており、そのための具体的な設計条件を提示している。

第 6 章「Conclusion」では、研究の総括と今後の課題を述べている。

以上要するに、本論文は、住宅の半屋外空間における微気候改善と、屋内のパッシブクーリングを両立する方法と設計条件を、実測と数値シミュレーションに基づき提示しており、建築環境工学の学術分野および、住宅・外構の設計実務に貢献するところが大きい。よって本論文は、博士（工学）の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。