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)	戸建住宅地の半屋外空間を対象とした蒸発冷却手法により形成される微気候に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	平山由佳理
Author(English)	Yukari Hirayama
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10195号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:浅輪 貴史,田村 哲郎,中村 恭志,中村 芳樹,湯淺 和博,梅干野 晃
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10195号, Conferred date:2016/3/26, 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)

別　紙　1（論文博士）

論文審査の要旨及び審査員　（2000字程度）

報告番号	乙 第　　号	学位申請者	平山　由佳理	
論文審査員	氏　　名	職　名	氏　　名	職　名
	主査　淺輪　貴史	准教授	湯淺　和博	准教授
	田村　哲郎	教授	梅干野　晃	教授（放送大学）
	中村　恭志	准教授		
	中村　芳樹	准教授		

本論文は**「戸建住宅地の半屋外空間を対象とした蒸発冷却手法により形成される微気候に関する研究」**と題し、以下の7章から構成されている。

第1章「序論」では、我が国の戸建住宅におけるテラスやデッキ等の半屋外空間の形態と利用に関する変遷を概観したうえで、夏季においても快適に利用可能な半屋外空間を創出するために、その空間に冷涼な微気候、すなわちクールスポットを形成する意義を論じている。そして、パッシブクーリングの技術として蒸発冷却手法に着目し、テラスやデッキ空間を蒸発冷却機能を有する面によって適度に囲うことで、冷涼な半屋外空間が形成可能であるという本研究の着眼点を述べ、研究目的と論文構成を示している。

第2章「蒸発冷却手法により生成される冷気の分布特性に関する基礎的検討」では、蒸発冷却面による半囲み空間に形成される冷気の空間分布特性に関する基礎的知見を得るために、毛管吸水により蒸発冷却効果を発揮する壁体を対象に行った実測結果について分析している。半囲み空間に流入する気流の風向・風速に基づき冷気の分布特性を系統的に整理した結果より、風速が低いほど主風向の卓越性は低くなり冷気による気温低下は顕著となること、及び冷気の移流が卓越する風速域でも風向が変化する事象が高い頻度で起こり、半囲み空間内全体の継続的な気温低下に寄与していることを明らかにしている。

第3章「風向出現頻度を考慮した冷気の空間分布の予測手法の提案」では、半囲み空間内に形成される冷気の空間分布を流入風向の出現頻度を考慮して予測する手法を提示している。冷気分布を解析する手法として平均流を対象とした非等温の数値流体力学（以下、CFD）シミュレーションを用いることとし、第2章で示された流入風向と気温低下量との関係に基づき、複数風向のCFDの解析結果を風向の出現頻度に応じて加重積算する手法を示している。そして、半囲み空間を対象とした実測結果との比較により、本手法は風向が変化する実際の風環境条件においても冷気分布の再現性が高いことを示し、手法の有効性を確認している。

第4章「戸建住宅地の半屋外空間を対象としたパッシブクーリングルーバーの開発」では、蒸発冷却機能を持たせることにより冷気を効率的に生成可能な住宅部品としてルーバーを取り上げ、光触媒と多孔質材の組み合わせにより表面塗膜に親水性と吸水性を持たせたパッシブクーリングルーバー（以下、PCルーバー）を提案している。日射遮蔽と通風性能を確保しつつ、最上段からの水の滴下によりルーバー全体が濡れ面となるようにスラットの角度と間隔を調整し、最適な設計条件を提示している。モックアップを用いた屋外実験により冷却性能の評価を行い、条件が最も厳しい日照条件下においても、ルーバー表面の濡れ状態は維持され表面温度が湿球温度相当にまで低下するとともに、快適性向上に寄与する冷気を生成可能であることを明らかにしており、性能上と実用上の両面で優れたPCルーバーを開発している。

第5章「多孔質体モデルを用いたパッシブクーリングルーバーの伝熱モデル化」では、PCルーバーを半屋外空間に設置した場合の冷却効果を予測するために、微気候の数値シミュレーション手法に導入するPCルーバーの伝熱モデルを作成している。PCルーバーが幾何学的なスラットの配列により構成されていることから熱的性能を工学的に再現するために多孔質体モデルが適用できるとし、蒸発冷却に伴う潜熱輸送と対流熱伝達による顕熱輸送、及び空気力学的抵抗を単位体積当たりに平均化してモデル化する方法を示している。実測結果と数値実験によりモデルパラメータを同定したうえで、誤差要因の感度分析とモックアップを用いた屋外実験との比較により、冷却効果の予測精度が十分確保されることを確認し、PCルーバーの性能を評価可能な伝熱モデルを構築している。

第6章「パッシブクーリングルーバーを適用した半屋外空間の微気候予測・評価」では、PCルーバーの設置により半屋外空間に形成される微気候を、実際に計画中の戸建住宅地を対象に予測し、その効果を冷気分布と熱的快適性の観点から評価している。微気候の数値シミュレーション手法を用い、住宅のデッキ空間に対して異なるPCルーバーの配置案を設計し、流入風向の出現頻度も考慮したうえで微気候を解析した結果、デッキと建物の位置関係に応じてPCルーバーを適切に配置することで、デッキ空間に冷気が継続的にもたらされ、周辺の屋外空間より熱的快適性が向上したクールスポットを形成可能であることを示している。

第7章「結論」では、各章で得られた知見と結果を総括して結論を述べるとともに、今後の研究課題を示している。

以上を要するに、本論文は、住宅地の半屋外空間に適用可能な蒸発冷却手法を開発するとともに、その効果を予測する手法を構築したものであり、冷涼な半屋外空間の設計と評価を可能としている。この成果は、建築分野におけるパッシブクーリング技術の発展に寄与するものであり、工学上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。