

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	都市域における気象擾乱を考慮した乱流場・放射場の連成解析手法の構築と暑熱環境評価への展開
Title(English)	
著者(和文)	新井舞子
Author(English)	Maiko Arai
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京科学大学, 報告番号:甲第332号, 授与年月日:2025年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:坂田 弘安,鍵 直樹,湯浅 和博,浅輪 貴史,村田 涼
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Institute of Science Tokyo, Report number:甲第332号, Conferred date:2025/3/26, 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

## 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	新井 舞子	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	坂田 弘安	教授	村田 涼	准教授
	審査員	鍵 直樹	教授		
		湯浅 和博	准教授		
浅輪 貴史		准教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「都市域における気象擾乱を考慮した乱流場・放射場の連成解析手法の構築と暑熱環境評価への展開」と題し、5章から構成されており、各章の概要は以下のとおりである。

**第1章「序論」**では、建物が密集する市街地内での複雑な乱流場における熱中症危険性の正確な評価を実現することを目指して、乱流場と放射場の相互影響やメソ気象スケールからの影響を考慮した暑熱環境評価手法の構築を本研究の目的として述べている。近年の猛暑に対して都市部で重要視されている熱中症防止に向けた暑熱環境の予測技術として用いられるCFD (Computational Fluid Dynamics, 数値流体計算) の活用事例について、既往研究から従来の屋外熱環境解析・評価技術の課題点を整理し、本論文の位置づけを明確にしている。

**第2章「熱放射を考慮した都市乱流場のLESの検証と実市街地への適用性」**では、街区内の乱流・放射・熱伝導の相互作用を考慮した乱流場・放射場の連成解析手法の提案と基礎的な検証を目的としている。提案手法について実測値と比較した基礎的な検証のために、実都市の市街地における熱放射を考慮したLES (Large Eddy Simulation) を実施し、乱流場と放射場の相互影響を考慮した市街地内の非定常温熱場を示すとともに、一般的な夏季日中の街路気温実測データ等と比較して、提案手法の妥当性と実市街地への適用性を明らかにしている。

**第3章「都市気象擾乱に基づく温度不安定性を考慮した流入変動風の作成・検証」**では、猛暑時の暑熱環境解析および暑熱環境評価のための流入境界条件作成手法の構築を目的としている。猛暑時のように、地表面近傍が極端に高温となり熱的な影響が強い条件下の市街地内の非定常温熱場を再現するためには、メソ気象スケールの影響や温度の変動を考慮した流入変動風が必要となることから、気象擾乱に基づく熱的な影響を考慮した流入変動風を作成し、その流入変動風の基礎的な物理特性の確認のため、既往研究の風洞実験と比較し、構築した流入境界条件作成手法により、風洞実験における乱流特性に対する高い再現性を確認している。

**第4章「猛暑日の気象擾乱を考慮した都市域の乱流場・温熱場の推定と暑熱環境評価への展開」**では、提案手法の猛暑日への適用例として2018年7月の東京都市域を対象とした暑熱環境解析を実施し、市街地内の暑熱環境の実態把握と暑熱環境評価のために気温、風速、平均放射温度 (Mean Radiant Temperature, MRT) およびそれらの瞬時値から換算した湿球黒球温度 (Wet-Bulb Globe Temperature, WBGT) の非定常特性の確認を目的としている。解析に用いるメソ気象スケールの影響を考慮した流入変動風を作成するために、メソ気象モデルWRF (Weather Research and Forecasting model) およびWRF-LESによって猛暑日の気象場を再現し、この解に基づいて、第3章の手法によって作成した気象擾乱を考慮した流入変動風を市街地スケールの解析の流入境界条件として用いている。観測データのある東京管区気象台を含む東京都市域の市街地スケールの解析を行い、気象台観測値との比較検証により本手法の妥当性を示して、この解析により再現された街区内の複雑な乱流場・温度場を確認するとともに、熱中症リスクの評価上重要となる熱放射の影響を考慮した指標であるMRTや非定常WBGTも含めて詳細な時空間分布や時系列データを提示している。主要道路の交差点角部や高層建物後流の低風速域かつ日向の領域では、気温や非定常WBGTの変動が大きく高い値が断続的に発生していることを明らかにし、熱中症危険性を評価する上で時空間方向に平均化された値だけでなく、建物周辺の複雑な乱流場における局所的な暑熱環境を評価しうる本手法の有効性を示している。

**第5章「結論」**では、前章までに得られた成果を総括し、今後の課題・展望を述べている。

以上を要するに、本論文で構築した市街地における乱流場・放射場の連成解析手法および気象擾乱を考慮した流入変動風作成手法は、建物が密集する街区内の複雑な乱流場における暑熱環境を評価する上で適切な予測精度を有することが確認された。本研究は、猛暑日における都市域の暑熱環境評価に際し、気温、風速、MRTおよび非定常WBGTの詳細な時空間分布や変動特性を明らかにすることで、今後の暑熱環境評価の発展に資するデータの取得を可能にするものであり、建築学、風工学における貢献が大きい。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。