

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	3次元的な壁面顕熱フラックス分布を考慮したLESによる都市大気境界層と街区の乱流解析
Title(English)	A LARGE-EDDY SIMULATION STUDY OF 3D-SENSIBLE HEAT FLUX ON TURBULENT ORGANIZED STRUCTURES WITHIN AND ABOVE A REALISTIC URBAN AREA
著者(和文)	Yucel Meral
Author(English)	Meral Yucel
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10492号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:神田 学,木内 豪,秋田 大輔,高木 泰士,中村 恭志
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10492号, Conferred date:2017/3/26, 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	Yucel Meral		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	神田学	教授	審査員	中村恭志	准教授
	審査員	木内豪	教授			
		秋田大輔	准教授			
高木泰士		准教授				

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「A Large-Eddy Simulation Study of 3D-Sensible Heat Flux on Turbulent Organised Structures within and above A Realistic Urban Area」と題し、全6章で構成されている。

第1章「Introduction」では、本研究の背景として一般的な大気境界層並びに都市大気境界層の大気環境特性について述べるとともに、過去の研究をレビューし、本研究で着目する大気乱流構造が都市街区内外の風及び温熱環境場に及ぼす影響や、その検討手法として、実際の都市街区構造とその温熱分布を考慮した乱流計算の重要性について記述した。

第2章「Theoretical Background」では既往の室内実験や数値実験により調べられている都市境界層乱流の物理特性に関して述べており、熱的・機械的作用により発達する乱流境界層における無次元乱流統計量に関する実験式及び理論式について記述した。

第3章「Model Description and Simulation Setup」では実都市街区内外の風及び温熱環境場を数値的に再現するための、LES気象モデル、領域気象モデル、3次元的城市街区の熱放射分布を考慮した熱収支モデル、について記述した。領域気象モデルは現実的な初期気象条件を作るために使用し、熱収支モデルでは都市街区の3次元的な顕熱フラックス分布(熱境界条件)を作成し、LES気象モデルは都市街区内の熱と複雑な幾何形状による流体抵抗の影響を受けた乱流場の解析に使用した。

第4章「Improvements of Urban Representation in Weather Model using Global Datasets」では領域気象モデルの計算結果について述べる。本研究ではイスタンブールを対象とし、都市地表面データ(都市面積率、空力学抵抗、人工排熱データ)と海面温度データを整備し、それぞれについて感度分析を行った。現実的な海面温度を用いることで都市の気温の再現を大きく改善することが示された。都市地表面データの整備に関して、詳細な建物高さの数値情報から作成したものと、衛星プロダクトより作成したものを比較し、両者に大きな違いはなく、手法の汎用性を示した。

第5章「Coupling Mesoscale outputs with 3-D City Irradiance Model」では、第6章の大気境界層流れの計算において必要となる境界条件・初期条件の与え方を記述した。流入境界条件として先の領域気象モデルの計算結果を利用する手法を、底面の熱フラックス境界条件として都市街区の3次元熱収支モデルの計算結果を利用する手法を、それぞれ論じた。

第6章「Large-Eddy Simulation with Buoyancy-driven Flows over A Realistic Urban Area」ではLES気象モデルにより再現された、数メートルスケールの都市街区の流れから上空数kmまで発達する大気境界層の流れについて考察を行った。まず対流速度スケールで無次元化した鉛直風速の標準偏差の鉛直分布について既往の室内外の実験結果と比較したところ、地表面条件や顕熱の与え方に寄らず、街区上空の乱流統計量が相似になることを確認した。次に街区の幾何形状の違いによる影響を見るために、一様な立方体が正方配列されたケースとイスタンブールの計算結果を比較した。街区上空では地表面加熱により駆動される熱対流ロール渦が支配的であり、平均乱流統計量と同様に乱流構造に質的な違いは見られなかった。また、現実的な熱境界条件を与えた場合と、屋根及び床面に一様な熱境界条件を与えた場合の比較を行い、街区形状が作る建物後流の形状が両者で大きく異なることが分かり、街区温熱環境を評価する上では現実的な熱境界条件を与える必要性を示した。

第7章「Concluding Remarks」では本研究成果及び、現時点で未解決の点を記述した。

以上要するに、本論文は都市街区の風・熱環境場の数値計算において現実的な初期条件・境界条件の必要性を示したものであり、都市気象分野において工学上高く評価される。よって、博士(工学)として価値が十分あるものと認められる。