

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	非構造格子系LESによる高層建築物の風荷重評価に関する研究
Title(English)	A Study on Wind Load Estimation of High-rise Buildings by Unstructured Grid LES
著者(和文)	吉川優
Author(English)	Masaru Yoshikawa
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10197号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:田村 哲郎,山中 浩明,坂田 弘安,浅輪 貴史,佐藤 大樹,喜々津 仁密
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10197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

(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		吉川 優	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	田村 哲郎	教授	審査員	佐藤 大樹	准教授
	審査員	山中 浩明	教授		喜々津 仁密	連携准教授
		坂田 弘安	教授			
		浅輪 貴史	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「非構造格子系 LES による高層建築物の風荷重評価に関する研究」と題し、以下の 8 章から構成されている。

第 1 章「序論」では、高層建築物の耐風設計に関し、現状の風荷重評価法に関する問題点を明らかにした上で、CFD (Computational Fluid Dynamics, 数値流体計算) を導入する利点、および非定常計算が可能な乱流モデルである LES (Large Eddy Simulation) の有効性を述べている。また、既往の研究動向から従来の LES 研究における課題を整理することで、本論文の位置づけを明確にしている。風荷重評価用 LES 計算モデルに非構造格子系を導入するための技術的課題を挙げ、それらを解決するために適切なモデル構築法を提示すること、計算精度を検証し妥当性を吟味すること、設計上重要な風圧現象について発生機構を明らかにすることを研究目的として述べている。

第 2 章「解析手法」では、乱流解析法、非構造格子の特徴および接近流の設定法を示している。まず、離散点において任意形状による数値誤差を除去し、微細な乱流現象を再現する解析法について示している。また、本研究で導入するテトラ非構造格子の生成において、複雑な物体の外形を完全に表現できる点、要求解像度に対し高い自由度で離散化できる点を特長として挙げている。さらに、自然風を模擬した流入境界条件の効果的な作成法を提案し、その有効性を検証している。

第 3 章「3次元角柱の変動風圧評価」では、建築物に作用する変動風圧を LES で推定するにあたり、基本的な風圧分布特性に関する計算精度を精査することを目的として、乱流境界層中における 3次元角柱の計算を実施している。比較対象として複数の異なる風洞実験データを使用することにより、実験値の潜在的なばらつきに対する計算結果の対応関係を明らかにし、建築物の変動風圧評価に関する本手法の妥当性を示している。

第 4 章「高層建築物の変動風圧に対する周辺建築物の影響」では、高層建築物が近接して建てられる近年の傾向を考慮し、風荷重評価における周辺建築物の影響に着目している。本計算法により、周辺建築物の位置関係と風向に応じて当該建築物の局所風圧が急増する現象を確認している。この現象は、基・規準値を上回る風圧をもたらす耐風設計上重要な案件であることから、その物理機構を明らかにするとともに、建築物の隅角部形状に着目した対策法およびその効果を示している。

第 5 章「複雑形状を構成する建築物外装部材の風荷重評価」では、建築物自体の形状の複雑さに着目し、特殊なファサード形式による複雑表面形状モデルとして、環境配慮型外装形式である鉛直フィン部材を扱っている。微細な形状を伴う建築物の風荷重評価は風洞実験では困難であることから、当該部材に対する本計算法の適用性を示した上で、実寸フィンモデルの計算を行い、実状に即した外装材用風荷重の新たな知見を提示している。また、フィン形状による流れ場に起因して発生する特殊な風圧現象について考察している。

第 6 章「実市街地における高層建築物モデルの風荷重評価」では、前章までの知見に基づき、計算

対象を実市街地および実建築物モデルに発展させている。対象地域は都心部の高密度市街地であり、実建築物群により形成される地域特有の複雑乱流場を求めている。ここでは、約 10 年前 (2004 年) の市街地状況に関する風洞実験結果を比較対象として、市街地の中心部に建つ超高層建築物の変動風圧について LES の再現性を検証している。まず、風圧変動と乱流構造との関係に基づき適切な計算モデル構築法を示している。また、風上建築物の影響による強い負圧現象に関してその物理機構を調べ、第 4 章で得られた周辺建築物の影響に関する知見との関連性を述べている。

第 7 章「複雑化する高層建築物および市街地への適用」では、近年の再開発によって複雑化した第 6 章の同地域を対象とし、既往の耐風設計体系における課題を挙げるとともに、将来的な風荷重評価法としての本手法の有意性を示している。本章では、まず現況 (2014 年時) モデルの計算を行い、前章の対象建築物の風圧分布に関する経年変化の様子を調べている。また、特殊な外装形式が採用されている高層建築物 2 棟に着目し、それら複雑形状に起因した風圧分布特性を示すとともに要因となる乱流構造を調べている。特に、鉛直フィンが実装された超高層建築物については、第 5 章の知見と比較するとともに、一般外壁面の風圧特性に対する外装部材の影響を確認し、風荷重評価においてモデル形状に外装部材を再現する重要性を述べ、本手法の有効性を示している。

第 8 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、本研究で用いた非構造格子系 LES は、高層建築物の耐風設計において適切に予測すべき様々な乱流現象に対し、計算モデル構築の合理性と十分な予測精度を有することが確認され、数値流体計算による新たな風荷重評価法として有効であることが示された。また、特定条件下で発生する過大な風荷重現象を推定し、その物理機構を解明できることが示された。本研究成果は、耐風設計の実務に資する知見を与え、今後の風工学の発展に大いに貢献するものと考えられる。従って、博士 (工学) の学位論文として十分に価値の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。