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)	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)	論文要旨
Type(English)	Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	環境理工学創造　　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士　（　工学　） Doctor of
学生氏名： Student's Name	吉川　優	指導教員（主）： Academic Advisor(main)	田村　哲郎
		指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	山中　浩明

要旨（和文 2000 字程度）
Thesis Summary（approx.2000 Japanese Characters ）

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する。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する。

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す。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す。本研究で導入するテトラ非構造格子は，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が特長である。また，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，その有効性を検証する。

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する。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す。

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する。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負圧が急増する現象を再現する。この現象は，基・規準値を上回る風圧力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す。

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う。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する。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する。

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 の再現性を検証する。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す。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す。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す。

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・展望を述べる。

以上より，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るとともに，今後の風工学の発展に貢献するものと考えられる。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、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。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	環境理工学創造　　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of　（　工学　）
学生氏名： Student's Name	吉川　優	指導教員（主）： Academic Advisor(main)	田村　哲郎
		指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	山中　浩明

要旨（英文 300 語程度）
Thesis Summary（approx.300 English Words ）

This thesis entitled " A Study on Wind Load Estimation of High-rise Buildings by Unstructured Grid LES " is organized into the following 8 chapters.

In chapter-1, present problems on wind load estimation for wind-resistant design of buildings are pointed out and previous studies are summarized. The availability of LES (Large Eddy Simulation) and the effectiveness of unstructured grid system for numerical prediction of fluctuating wind pressures on buildings are shown. The purpose of this research is described as follows, formulation of computational model, accuracy validation of computation and mechanism elucidation of pressure generation on the critical phenomena.

Next, the computational technique for turbulent flows is shown in chapter-2. The generation method of unstructured grid system is shown and effective generation technique for inflow turbulence is proposed.

In chapter-3, the computational accuracy of pressure fluctuations is validated using the three-dimensional square cylinder models. The computed results by unstructured LES coincide well with experiments.

Pressures on high-rise building influenced by windward building are studied in chapter-4. Computed results reproduce the peak pressure which is intensified by separated flow from windward building and the mechanism is elucidated by visualizations of flow fields.

Focusing on the applicability to complicated geometries of buildings, wind forces acting on cladding fins which are attached on the walls of high-rise building are computed and validated in chapter-5.

In chapters 6 and 7, unstructured LES is applied to the real urban models. Wind pressures on the real high-rise building are validated and the specific phenomenon of the peak pressure occurrence is studied in chapter-6. Moreover, for the same urban area as the last chapter, turbulent structure and pressure fluctuation are computed for extremely complicated buildings in chapter-7. Problems on present method of wind-resistant design are clarified and availability of unstructured LES is described.

Conclusions of this study are summarized in chapter-8. This study results are expected to contribute to not only practical use for wind-resistant design of buildings but also development of wind engineering.

備考 ： 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、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。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).