

TSUBAME 共同利用 令和6年度 産業利用 成果報告書

利用課題名 GPU の産業分野の流体解析(車両空力、ファン騒音、建築物風荷重)への適応検討

英文: Study on adapting GPU to industrial fluid analysis (vehicle aerodynamics, fan noise, building wind load)

利用課題責任者

Koichi Ijuin

所属

Altair Engineering

[Altair\(アルテアエンジニアリング株式会社\)](#)

邦文抄録

近年、計算機性能の向上に伴い、格子ボルツマン法(Lattice Boltzmann Method: LBM)による数値流体計算は複雑な形状への適用や並列計算の効率性など、実務的な利点が注目されている。一方で、特に建築物の風荷重評価において、従来の有限体積法(Finite Volume Method: FVM)と比較した場合の LBM の特徴や適用性については十分な知見が得られておらず、日本建築学会「CFD 適用ガイド」1)においても、FVM による検討方法が位置づけられているのみであり、LBM による荷重評価方法は適用外とされている。そこで本研究では、LBM を用いた CFD の建築分野における実務利用を目指し、LBM による建物の風圧力の予測精度検証を実施した。本研究の流体解析には商用流体解析ソフト(ultraFluidX)と TSUBAME4.0 を用いて実用性についても検討を行った。

英文抄録

In recent years, with the improvement of computer performance, computational fluid dynamics using the Lattice Boltzmann Method (LBM) has been attracting attention for its practical advantages, such as its applicability to complex geometries and its efficient parallel computing. However, there is not enough knowledge about the characteristics and applicability of LBM compared to the conventional Finite Volume Method (FVM), especially in wind load evaluation of buildings. In the "Guide to CFD Application" by the Architectural Institute of Japan 1), only the FVM method is positioned as a method for evaluation, and the LBM method for load evaluation is not applicable. Therefore, in this study, aiming at practical use of CFD using LBM in the field of architecture, we verified the prediction accuracy of wind pressure on buildings using LBM. For the fluid analysis in this study, we used a commercial fluid analysis software (ultraFluidX) and TSUBAME4.0 to examine the practicality of the method.

Keywords:

格子ボルツマン法(Lattice Boltzmann Method: LBM)

有限体積法(Finite Volume Method: FVM)

日本建築学会「CFD 適用ガイド」1)

風荷重評価

TSUBAME4.0

背景と目的

近年、計算機性能の向上に伴い、格子ボルツマン法 (Lattice Boltzmann Method: LBM) による数値流体計算は複雑な形状への適用や並列計算の効率性など、実務的な利点が注目されている。一方で、特に建築物の風荷重評価において、従来の有限体積法 (Finite Volume Method: FVM) と比較した場合の LBM の特徴や適用性については十分な知見が得られておらず、日本建築学会「CFD 適用ガイド」¹⁾においても、FVM による検討方法が位置づけられているのみであり、LBM による荷重評価方法は適用外とされている。そこで本研究では、LBM を用いた CFD の建築分野における実務利用を目指し、LBM による建物の風圧力の予測精度検証を実施した。

概要

格子ボルツマン法による風圧力の予測精度検証として以下の5つの検証を行った

- (1) 辺長比 D/B の異なる二次元角柱の風力係数
- (2) 二次元角柱周りの風圧分布の比較検討
- (3) 単体角柱に作用する風荷重の評価と格子解像度の影響
- (4) 市街地内の角柱建物に作用する風荷重の評価と格子解像度の影響
- (5) 気流条件と建物形状による影響

結果および考察

本研究で行った上記5つのテーマの内容は 2025 年 9 月の日本建築学会大会で発表が行われる予定です。
(詳細は 9 月以降に公開される投稿論文に記載)
結果としては、LBM の予測精度は FVM と同等の結果が得られました。

まとめ、今後の課題

本件研究では角柱などの基本形状に対して LBM の精度検証を行ったが、今後は LBM の実用化を目指し、実際の高層建築模型を使った精度検証を行う必要がある。

論文: 格子ボルツマン法による外装ルーバーから発生する風切り音の解析
土屋 直也, 田中 英之, 今野 大輔, 伊集院 浩一, 溝口 晶弘, 高舘 祐貴, 柴田 良一
日本建築学会学術講演梗概集 環境工学I 209-210 2025年9月