

Building Cube Method を用いた数値流体計算による超高層建物の風応答予測

大規模数値流体計算による建物の耐風設計の実用化に向けて

丸山 勇祐*1・田村 哲郎*2・河合 英徳*3

Prediction of Wind Induced Vibration of High-rise Building by CFD using Building Cube Method For Practical Application of Architectural Wind-resistant Design by Large Scale CFD

Yusuke MARUYAMA, Tetsuro TAMURA, Hidenori KAWAI

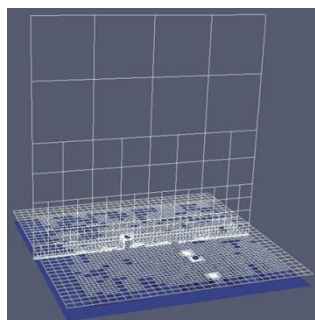


図-1 計算領域と Cube の分割
(BCM の分割イメージ)

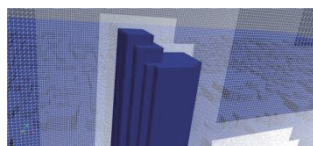


図-2 建築物周りの計算格子
(建物周りに高解像度の格子)

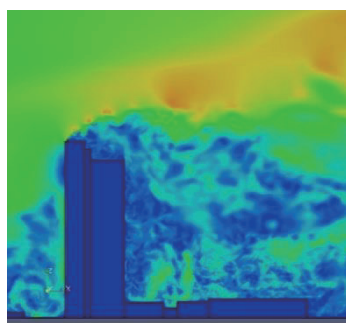


図-3 建築物周りの瞬間風速

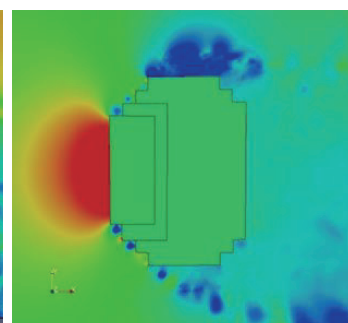


図-4 建築物周りの瞬間圧力

(建物周りの細かな渦まで再現)

(隅欠き部分の渦の変動まで再現)

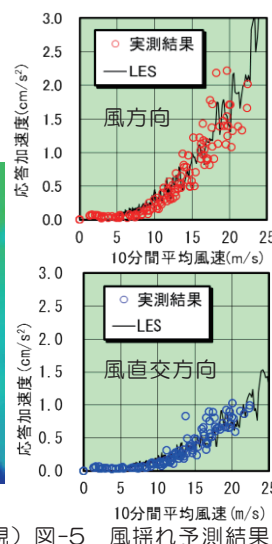


図-5 風揺れ予測結果

研究の目的

高い並列計算性能を実現する新しいCFD解析の方法としてBCM(ビルディングキューブ法)が提案されている。本報では、BCMを用いて実在する超高層建築物周りの流れの計算を行い、その結果から求められる風応答予測と実測結果との比較から、建築物の耐風設計分野におけるBCMの有用性を検討する。

技術の説明

BCMは、キューブとセルを用いた直交格子系で表現され、階層型の格子を形成する。それぞれのキューブは同一のセル数(今回の計算では $16 \times 16 \times 16$ 個)を持つことから、各計算コアが持つ計算負荷が平準化されることにより、高い計算効率の実現が可能となる。また、建築物などの複雑な空間形状に対してIBM(Immersed Boundary Method)を導入することにより、従来の非構造格子では困難であった形状に対しても、容易に格子生成できるようにしている。本報ではBCMによるLES(Large Eddy Simulation:非定常解析乱流モデル)を実施して、超高層建築物周りの流れ場・圧力場への適用を試み、超高層建築物の風揺れ予測を行う。

主な結論

- 中低層建物が密集する市街地に建つ超高層周りの流れをBCMによるLESで計算を実施した。
- BCMにより建物周りが高解像度で計算されているため、建築物周辺では細かな渦構造まで形成されていることが確認でき、隅欠きによる渦の形成も確認できた。対象建築物後方にはストローハル数成分の圧力変動もわずかにみられた。
- 転倒モーメントのパワースペクトル密度は、風直交方向の振動に対応する M_x 成分には、通常の角柱のような明確なストローハル数成分がみられなかった。これは風上側に3段隅欠きがあり、風下側に2段隅欠きがあることにより明確なストローハル数成分の渦が形成されていないためと考えられる。
- 風応答に対して、実測結果と計算結果は、おおむね妥当な対応がみられた。計算時間を増やしてアンサンブル平均すれば、平滑な応答曲線が得られるものと考えられる。

*1 本店 技術研究所 高度空間エネルギーマネジメント研究室
*3 東京工業大学 環境・社会理工学院 助教

*2 東京工業大学 環境・社会理工学院 教授