

PIVに基づく流入変動風を用いた3次元角柱周りの流れのLES

レイノルズ数を変更した流入変動風の効果の確認

丸山 勇祐*1・田村 哲郎*2・奥田 泰雄*3・大橋 征幹*3

LES Around a 3D Square Cylinder Using PIV Based Inflow Turbulence

Yusuke MARUYAMA, Tetsuro TAMURA, Yasuo OKUDA, Masamiki OHASHI

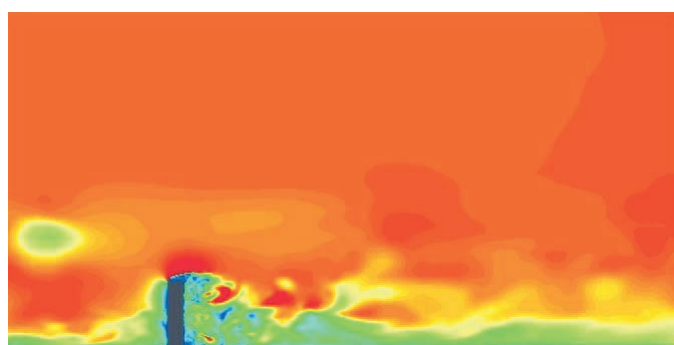
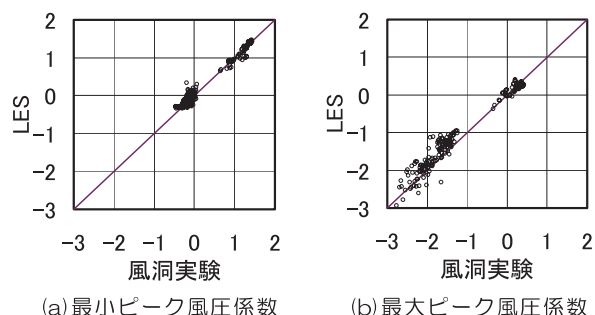


図-1 角柱周りの瞬間の流れ場



(a) 最小ピーク風圧係数

(b) 最大ピーク風圧係数

図-2 計算結果と風洞実験結果との相関

研究の目的

乱流境界層に建つ建築物に作用する風荷重をCFDにより算定する場合には、接近流の変動がその結果に大きな影響を与えるため、計算における流入変動風の与え方が重要な問題となる。筆者らは、時空間的に高解像度の3次元流速ベクトルが計測できるステレオPIVによる境界層風洞での計測データをLES計算の流入変動とする方法を提案し、平板上に発達する乱流境界層の計算を実施した。また、風洞実験で計測される低いレイノルズ数の流れを高レイノルズ数の流れに変換する方法を提案した。ここでは、レイノルズ数を高くした流入変動風を用いた3次元角柱周りのLESを実施し、風洞における角柱の実験結果と比較することによって、レイノルズ数を高くした効果が角柱に作用する風圧に見られることを検証する。

技術の説明

PIV技術が進歩し、高解像度高周波のサンプリングが可能となった。PIVで計測される流速場は物理的な構造を満たした流れであり、それを直接的にLESの流入条件として与えることを提案した。この手法では、計算や人工的には生成しにくい流れであっても風洞で再現されれば容易に計算に適用することができる。しかし、カメラの解像度と風洞実験のスケールから、低レイノルズ数の流れしか計測できない点を改良するため、前報ではレイノルズ数を変換する方法を境界層スケール相似則に基づいて提案した。本報告では、レイノルズ数を高くした流入変動風を用いて3次元角柱周りのLESを実施し、その結果と風洞実験結果を比較することから、レイノルズ数を高くした効果が角柱表面の風圧力に影響を与えること確認した。また、あわせて乱れ強度の影響についても検討した。

主な結論

高レイノルズ数化した流入変動風を用いた角柱周りのLES結果が概ね風洞実験結果と対応することから、境界層スケール相似則に基づいて提案した流入変動風のレイノルズ数の変換手法の妥当性が確認された。また、角柱表面の圧力特性に影響する剥離や再付着といった現象は、レイノルズ数だけでなく乱れ強度の影響も強く受けることを示した。

*1 本店 技術研究所 先端技術研究グループ
*2 東京工業大学 総合理工学研究所 教授

*3 国土交通省 国土政策技術総合研究所