

平成 30 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：分野横断
研究期間：平成 30 年度
課題番号：173008
研究課題名（和文）：風工学分野における PIV 技術活用に関する検討
研究課題名（英文）：Investigation on utilization of PIV in wind engineering field
研究代表者：佐々木 澄
交付決定額（当該年度）： 250,000 円

※ページ数の制限はありません。

※成果等の説明に図表を使用していただいて構いません。（カラーも可）

※提出して頂いた成果報告書をホームページでの公開を予定しております。

- 平成 29 年度に引続き実施する継続テーマである。また、研究課題の成果の一部は日本風工学会「瞬間風速の計測・予測技術研究会」へ情報提供され、同研究会の活性化に貢献した。

1. 研究の目的

粒子画像流速測定法 PIV (Particle Image Velocimetry) は、流れ場を面的に非接触で計測できる方法で、近年では多くの機関で導入されている。特に、可視化情報学会では定期的に講習会を開くなどし、感圧塗料を利用した（かなりの高風速であるが）壁面風圧の計測や感温塗料を利用した測定例など、流れ場の計測以外の場でも活用した事例などが紹介されている。

建築の分野でも発表事例が見られ、構造の分野では風洞実験における壁面風圧の測定結果との比較や LES の流入変動風作成への利用、基本形状周りの流れ場のような風洞実験で活用したものが多く見られる。環境工学、特に換気分野では、厨房廻りの流れ場、オフィス空間を対象とした流れ場のように、広領域の測定等も実施されており、2010 年度の建築学会大会における OS で「可視化画像処理による空気環境測定法」が取り上げられるなど、応用研究事例も見られている。

このような検討事例は散見されるが、それぞれ風速レベルが異なる等、対象がバラバラであるとともに、粒子の散布方法や測定周期や画像解析法によって測定精度が変わる可能性も考えられる。構造や環境工学等、それぞれの分野で取り組んでいる研究者が集まり、PIV の基礎的な知識、ノウハウを共有するとともに、風工学で扱うより複雑な実市街地や建物周りの流れの問題などに適用する際の課題、適用方法などを検討することは非常に有用なことであると考えられる。

以上のような背景から、本研究課題では、

- 1) 計測条件（粒子の散布状況、カメラの性能、レーザーの違い、画像解析法等）の違いによる実験結果を比較し、それぞれの影響等について整理
- 2) 風工学分野における PIV 実験時の考えられる問題点や課題を整理
- 3) 風環境評価等の風工学の実務問題への適用に向けた課題を抽出

することを目的とする。

2. 研究の方法

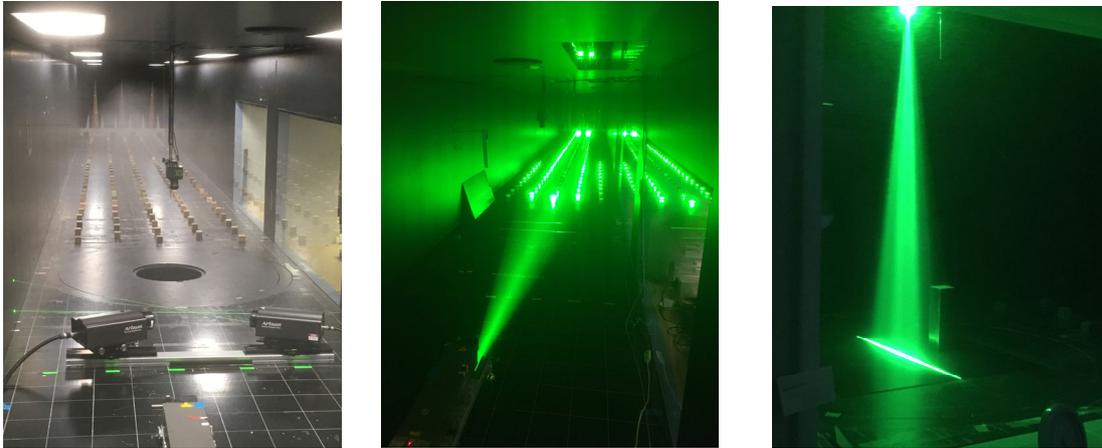
平成 29 年度は、風工学分野での PIV 活用に向けた課題に関する議論と基礎的な PIV 実験（境界層流）を実施した。

今年度は主に昨年度末に実施した基礎的な実験のデータを用い、1) 画角の違いが計測結果に及ぼす影響、2) 平均値（平均風速）だけではなく統計量の計測精度、について分析を進めた。特に後者では PIV 実験データから瞬間風速を評価する可能性についても議論した。また、PIV 実験の検証用データを得るために熱線風速計を用いた計測を改めて実施した。加えて、建物周りの流れ場における建物周りにおける瞬間風速評価の可能性を検討するための PIV 実験を実施した。

3. 研究成果

昨年度末に実施した PIV 実験の概要を示す（昨年度の報告書に示した図の再掲）。東京工芸大学の境界層風洞実験室において、境界層流を対象に画角や計測間隔を変更した基礎的な PIV 実験を実施した。計測の風景を図 1 に示す。本実験の一つの特徴としては、比較的広域の計測（最大画角場合）を実施したことである。

なお、実験は西華デジタルイメージ株式会社のご協力のもと実施した。



(1) 粒子の粒径計測

(2) 水平断面計測

(3) 鉛直断面計測（ステレオ PIV）

図 1 PIV 計測の風景

結果の一例として、PIV 計測における画角別の主流方向成分風速の平均値と標準偏差を、熱線風速計の測定結果と比較した結果を図 2 に示す。平均風速については画角の違いは見られず、熱線風速計の測定結果との対応も比較的良い。一応、標準偏差は画角の違いによるバラつきも大きく、不自然な形のプロファイルとなっている。但し、熱線風速計の計測結果のバラつきの中には納まっている。これは風洞の特性によるものも大きいですが、本検討を通じて、計測対象及び現象によっては PIV 計測のサンプリング時間の問題が生じることが分かった。データ量や均質なトレーサー粒子の散布の問題など、サンプリング時間を長くするには課題が多く、特定の現象においては PIV の適用限界がある可能性が示唆された。

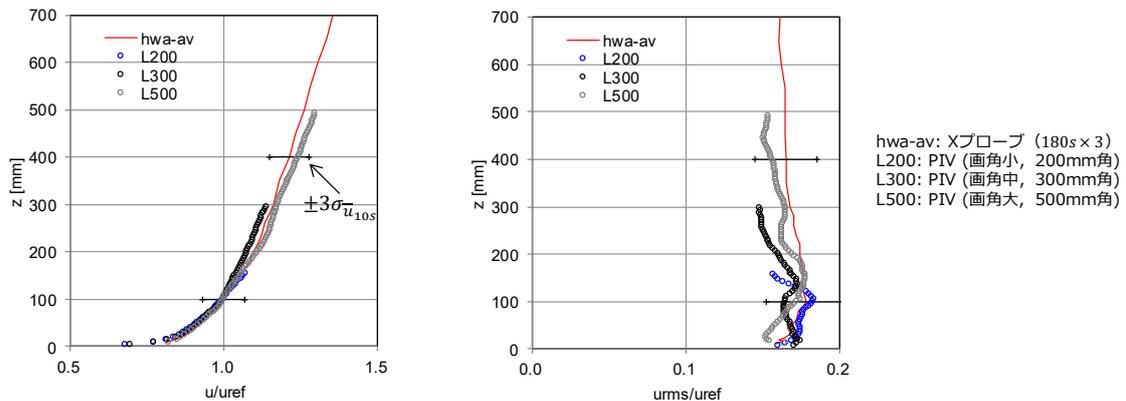


図 2 測定結果（主流方向成分）

この他、単体建物モデル周辺流れを対象とした PIV 実験を実施した。本実験では、比較的ハイスペックな機材を用いることで、剥離せん断層流から後流までの比較的広い領域の計測を試み、瞬時流れ場を捉えること、風向角と流れの特徴の変化を調べることを目的としたして実験を実施した。実験のセッティングの様子を図 3 に、結果の一例を図 4 に示す。本実験結果も研究分担者間でデータが共有され、分析を進めている段階である。

なお、本実験も西華デジタルイメージ株式会社のご協力のもと実施した。



図3 計測セッティング

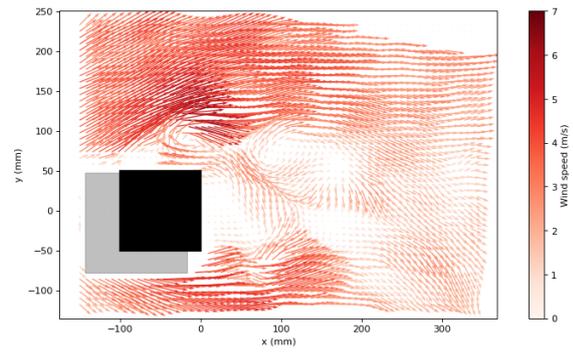


図4 瞬時風速ベクトル

研究集会では、研究分担者からこれらの成果の一部とこれまで取り組んできた事例が発表された。研究集会の講演内容、講演者は以下の通りである。

趣旨説明

佐々木澄

【関連研究報告】

- PIVによる乱流境界層の広域計測事例
- PIVによる単体建物モデル周辺気流の計測事例
- 建物屋上面気流場を対象としたPIV測定事例

池谷直樹（九州大学）
 菊本英紀（東大生研）
 山田慎一（大阪ガス）

まとめ

松井正宏（東京工芸大学）

4. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者には下線）
 [雑誌論文]（計 0 件）

[学会発表]（計 0 件）

[図書]（計 0 件）

[その他、産業財産権、ホームページ等]

5. 研究組織

(1) 研究代表者
 佐々木 澄

(2) 研究分担者

1. 松井 正宏（東京工芸大学）
2. 池谷 直樹（九州大学）
3. 菊本 英紀（東京大学）
4. 山田 慎一（大阪ガス株式会社）
5. 菊池 浩利

6. 要約(Abstract)

研究課題名 風工学分野における PIV 技術活用に関する検討

研究代表者名 佐々木 澄

内容・図

本研究課題では、粒子画像流速測定法 PIV (Particle Image Velocimetry) の風工学分野での活用に向け、課題の整理に向けた議論や基礎的な実験を実施した。

課題については、PIV 実験のガイドブックである「PIV ハンドブック」に記載されている理想的な条件が風洞スケールの制約等により再現できない可能性や、市街地のような複雑な形状近傍ではレーザーも入れにくく、カメラも狙いにくいような箇所が発生する、等が挙げられた。その他、基礎実験を通じて対象とする現象と計測時間の関係といった新たな課題も見つかるなど、風工学分野の様々な問題への適用に向けては検討すべき点が多いことを把握した。

風工学分野の風洞実験で用いられる境界層流を対象とした計測と、単体建物モデル周辺流れを対象とした基礎的な実験を実施した。境界層流を対象とした計測では、平均値では熱線風速計を用いた計測と良い一致を示したが、その他の統計量ではバラつきが大きく、PIV 実験における計測時間 or 計測回数の不足といった課題が挙げられた。高い時間分解能で計測が可能である PIV の特徴を活かし、基礎的な 2 つの実験を通じて得られたデータから瞬間風速の評価なども試み、精度検証は不十分なものの、今後の活用可能性を示す結果が得られた。