

# 吹き払い柵スケールモデルにおける 自然降雪を利用した屋外PIV計測の試み The trial of the outdoor PIV measurement using snowfall in the scale model of a blower snow fence

山崎貴志, 住田則行, 三浦豪 ((独) 土木研究所 寒地土木研究所)  
Takashi Yamazaki, Noriyuki Sumita, Go Miura

## 1. はじめに

吹き払い柵などの防雪対策施設周辺の流れ場を詳細に観測することは、施設の性能評価や設計等を行うにあたって重要である。しかし、風速計等を用いての詳細観測は計測箇所数が多くなるために困難である。流れ場の観測においてPIV (Particle Image Velocimetry, 粒子画像流速測定法) という流速分布を面的に把握できる計測方法があるが、そのほとんどが屋内観測への適用であり、屋外観測への適用事例は少ない。そこで本稿では、防雪対策施設の一つである吹き払い柵周辺の流れ場を詳細に観測することを目的に試みた屋外PIVについて紹介する。

## 2. 屋外PIVに向けた対策

PIVは、シート状にした照明(ライトシート)を照射し、流れ場に混入させたトレーサー(流れに追従する粒子)が反射する光で可視化を行い、それを連続撮影した画像の解析により流速を計測する方法である。屋外PIVにあたっては、環境負荷を生じないトレーサーの選択や、風向が一定ではない自然風の中で観測範囲にトレーサーを分布させる方法の検討が必要であるが、自然降雪をトレーサーとして利用することでこれらの条件を満たすと考えられる。

また、PIVでは、画像解析を行ううえで、連続撮影される画像に同一のトレーサーが写っていることが必要であるため、流れと平行になるようライトシートを配置するが、風向が一定ではない屋外観測においては、ライトシートの厚みが薄い場合、トレーサーがライトシート面外へ移動し解析不能となることが予測される。そこで、ライトシートを厚くするため、一般的にPIVの光源として利用されているレーザーではなく、光線の広がり角約 $6^\circ$ のLEDスポットライト28個を並列に配置した照明装置を使用した(図1)。



図1 照明装置(ライトシート)

## 3. 屋外PIV事例

### (1) 計測条件

計測には、合板と単管パイプを用いて製作した縮尺1/2の吹き払い柵模型を用いた。

柵高は 1650 mm, 柵幅は 8750 mm とした. 機器の配置については, 柵模型を主風向に対しておおむね直角に設置し, 照明装置を柵の風下側に設置して柵風下側の観測範囲にライトシートを配置した (図 2). 連続画像の撮影はハイスピードカメラにより毎秒 125 枚の速度で行った. また, 柵の風上 10 m に超音波風向風速計を設置して風向風速を計測した.

## (2) 計測結果

撮影した画像の例を図 3 に示す. ここでは示していないが連続する画像間で同一の雪粒子が多く写っているため画像解析が可能であった. しかし, ライトシートが厚いためライトシート内で交錯する流れが生じることがあり, そのような部分では画像解析が正しく行えないと考えられる.

また, PIV では 2 枚の画像から計測が可能であるが, 本件では流れに乱れがあることや風向風速が一定ではないことを考慮して, 7276 枚 (3638 組, 約 58 秒間) の画像からそれぞれ得られた結果の平均を流速分布とした (図 4).

得られた流速分布から, 吹き払い柵における吹き払い効果が生じている範囲や減風されている範囲などが定量的に把握できることがわかった. なお, このときの平均風速は, 高さ 1.5 m で 4.9 m/s, 平均風向は柵直角方向からのずれで約  $10^\circ$  であった.

## 4. まとめ

吹き払い柵模型と自然降雪を利用した屋外 PIV を試みた結果, 自然降雪はトレーサーとしての利用が可能であること, また, 厚みのあるライトシートを使用することにより屋外観測が可能であることを確認した. しかし, ライトシートが厚すぎるとライトシート内で交錯する流れが多くなるため画像解析が正しく行えないと考えられる. また, 本件で使用した照明装置は光線の指向性が不十分で, 観測範囲を広げるほど光源から遠い部分でライトシートが厚くなりすぎるため, 実スケール観測への適用にあたっては光線の指向性向上が必要と考えられる.

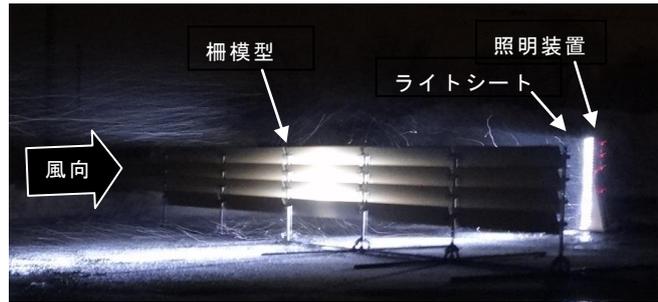


図 2 柵模型, 照明装置設置状況



図 3 撮影画像

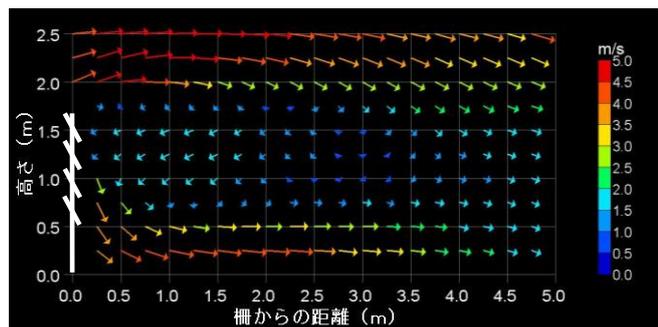


図 4 流速分布