

孤立峰周りの流れの可視化試験における煙発生装置 について

濱崎, 真洋
九州大学応用力学研究所

<https://hdl.handle.net/2324/1956608>

出版情報 : 九州大学応用力学研究所技術職員技術レポート. 19, pp.37-39, 2018-10. Research
Institute for Applied Mechanics, Kyushu University
バージョン :
権利関係 :

孤立峰周りの流れの可視化試験における煙発生装置について

濱崎 真洋

要旨

風洞実験では定量的な計測のほか、流れを可視化することも重要な要素である。今回、応用力学研究所風工学分野と共同研究を行なっている鉄道総合技術研究所の大型低騒音風洞において、孤立峰周りの流れの可視化試験を実施した。その際に自身が担当した煙による可視化は、本来比較的低風速で行うものであるが、高風速で可視化を行うことができれば、境界層剥離や回り込みの様子を捉えることができるのではないかと期待されている。本稿では、煙による可視化実験において煙発生装置を設置する際に行った、煙の通る管を延長するなどの工夫、失敗した点の改善案を紹介する。

キーワード

風洞試験 可視化 煙発生装置

1. 背景

応用力学研究所風工学分野と公益財団法人 鉄道総合技術研究所とで行われた共同研究の一環で、鉄道総合技術研究所風洞技術センターの大型低騒音風洞において、高レイノルズ数での孤立峰周りにおける流れの可視化試験を実施した。その際、煙による可視化とタフトによる可視化を行い、自身は煙による可視化を担当した。煙による可視化試験は、シートレーザーやスリット光を用いて断面を可視化することが一般的であるが、今回は孤立峰を3次元的に回り込む流れを可視化するため、スリット光を用いず、高速度カメラを2台同期させ、側方と上方から撮影を行った。実験の模式図を図1に示す。

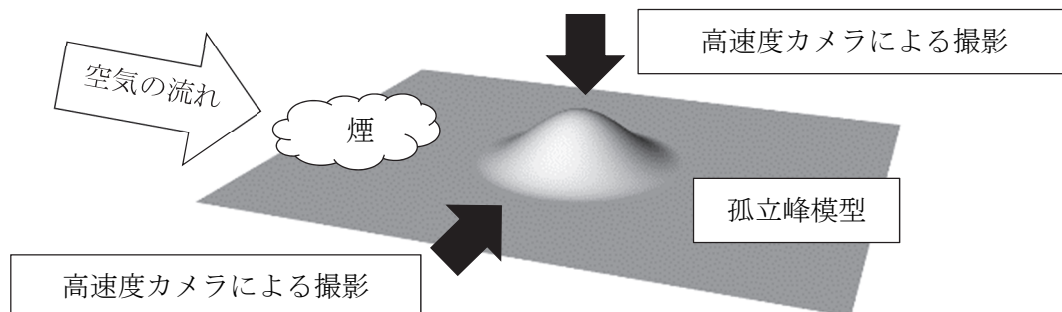


図1 孤立峰可視化実験模式図

煙発生装置は、大型で煙の発生量の多い風工学分野所有のKANOMAX社の可視化用煙発生装置 Model 8304 と、本体と煙の生成部分が分かれており風洞内に煙の生成部分を持ち込むことができる鉄道総合研究所所有の DANTEC 社の SAFEX Fog Generator System 10D50 の2台を準備した。実験に先立って煙の量を比較する試験を行い、最適な方を本試験で使用することになった。図2に使用した煙発生装置を示す。

実験を行った大型低騒音風洞では、床板および側壁に自由に穴を開けることができず、限られたアクセス孔を用いる必要がある。風洞内に設置した煙発生装置により発生する流れの乱れを最小限にするため、煙発生装置の本体は風洞外に設置し、煙の通る管のみを模型前方まで延長することになった。煙発生装置の煙が通る管は装置毎に異なり、KANOMAX社製のものはφ20のビニルホース、DANTEC社製のものは金属の管である。DANTEC社製の金属管は長さを調整できないため、延長部品を製作することになった。また、煙を風洞内に噴出するノズル部分は DANTEC社製のものしか準備できなかったため、

KANOMAX 社製の煙発生装置を使用したときにノズルを使用できるように継手を製作した。



図2 使用した煙発生装置（左：KANOMAX社製、右：DANTEC社製）

2. 製作

延長管の材料にはアルミ丸パイプおよびビニルホースを使用し、継手にはアルミ及び真鍮の丸棒を使用した。ビニルホースは内径が大きいものほど容易に煙を流すことができるが、流れの乱れが大きくなる欠点もあるため、実験に影響が出るようであればより小さいものに変更できるように、φ20、φ10、φ5の3種類を準備した。DANTEC社製の煙発生装置の各部品はM6ネジで接続されていたため、M6ネジで接続できるように設計した。加えて、曲げに強いビニルホースをDANTEC社製の煙発生装置にも使用できると便利だと考え、各部品を組み合わせ使用できるように、できるだけ接続部分に互換性を持たせるように心掛けた。製作した部品は以下の通りである。

- | | |
|-------------------|---|
| KANOMAX 社製煙発生装置用： | <ul style="list-style-type: none"> ・ φ20 用継手 ・ φ10 用継手（オス、メス） ・ φ5 用継手（オス、メス） ・ アルミ丸パイプの延長管 ・ 延長管とノズルを接続する継手 |
| DANTEC 社製の煙発生装置用： | <ul style="list-style-type: none"> ・ アルミ丸パイプの延長管 ・ 延長管とノズルを接続する継手 |

延長管と継手の加工は旋盤を使用し、穴あけ加工、タップ加工、ダイス加工を行った。完成した延長管と継手を図3に示す。

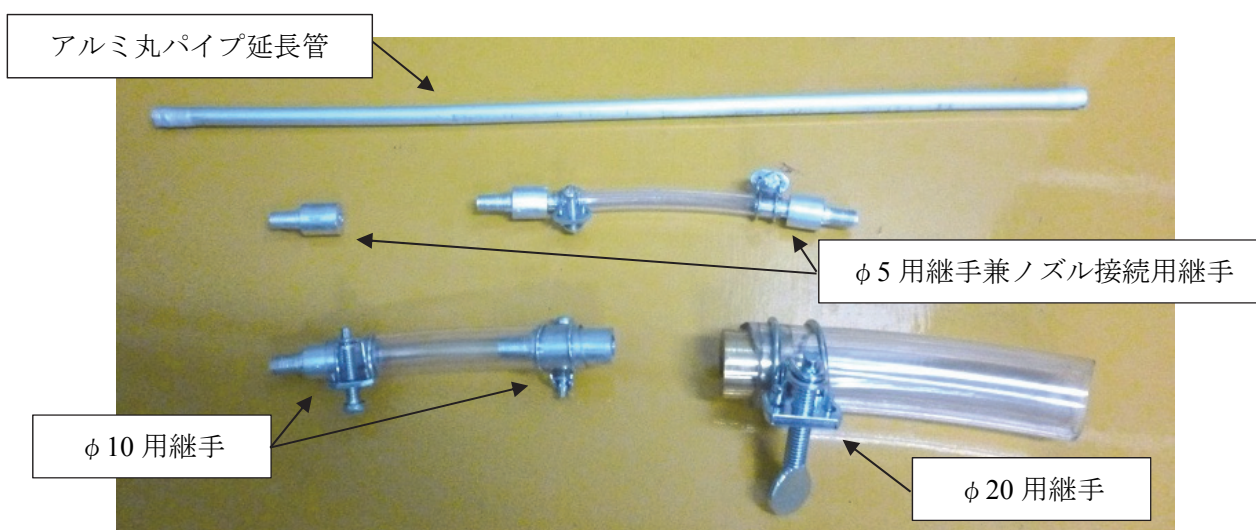


図3 作成した延長管と継手

3. 試験

本試験が行われる大型低騒音風洞での実験以前に、KANOMAX 社製の煙発生装置を用いて、延長管と継手に煙が流れるかの確認を行った。延長管と継手のどちらも、煙を通すことが確認できた。また、継手が増えるに従いノズルから出る煙の量が少なくなることが分かった。

大型低騒音風洞での実験では、それぞれの煙発生装置を用いて煙の発生具合を確認した。煙発生装置毎の比較をするため、煙の量が最も多くなる条件である、それぞれ継手が一番少ない状態で試験を行った。KANOMAX 社製に比べ DANTEC 社製の煙発生装置がより濃い煙を出すことができたため、本試験では DANTEC 社製の煙発生装置を採用した。図 4 に設置の様子と、実際に煙を流した様子を示す。

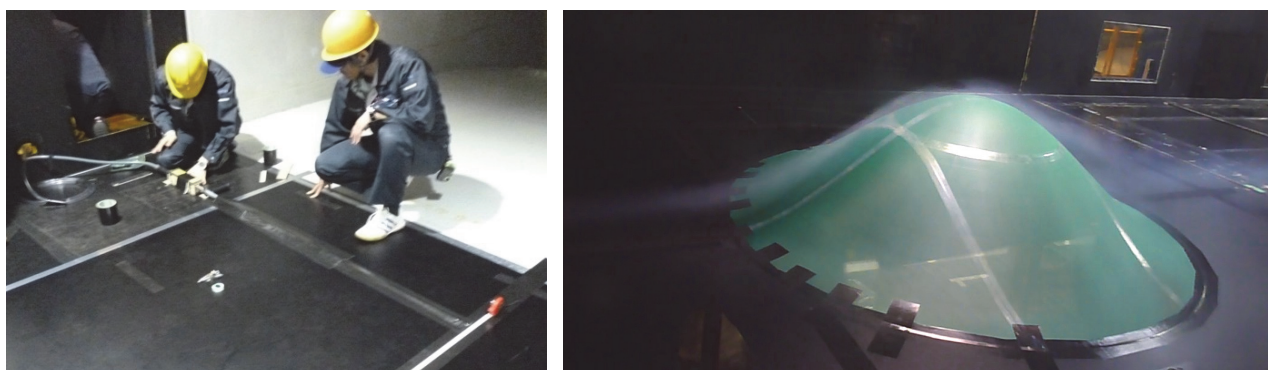


図 4 左図：煙発生装置延長管の設置の様子、右図：実際に煙を流した様子

しかし、本試験での高風速下においては、DANTEC 社製の煙発生装置でも煙の量が不足しており、当初の予定より風速を下げて実験を行わなければならなかった。実験目標である高風速下での煙により可視化を達成することができなかった。

4. 考察

煙発生装置は、発煙剤としてグリコール類を原料とする溶液を加熱し、大気中の水蒸気と作用することで煙を発生しており^[1]、温度低下などによって煙が液状に戻ることがある。今回の実験で製作した延長管および継手を煙が通過する際に、流路の断面積が急激に変化することから、圧縮および膨張に伴う温度変化が起きてしまったと考えられる。実際に継手部分の温度が他と比べて冷たいものがあり、その部分で液状の発煙剤が多量に確認された。また、KANOMAX 社製煙発生装置は、煙の生成部分が本体内にあり、距離の離れたノズル部分まで移動する間に温度が低下し、煙の量が減ってしまったと考えられる。これらの問題は、延長管および継手を工夫することで解決できると考えられ、実験に必要な煙の量を確保できるのではないかと期待している。

今回製作した継手は、内径を狭める際に断面積が急激に変化するので、テープをつけることで断面積の変化を緩やかにし、また、継手の接続方法についても、ネジでの接続は管の内部に段差を作るので、はめ込みによる接続など、内部に段差を設けない方法をとる必要がある。さらに、管自体を加熱するなど、温度低下を起こさないための工夫が必要である。今後、煙による可視化実験では、以上の改善策を講じてみたいと思う。

参考文献

- [1] ダイニチ工業株式会社：取扱説明書 PS-2006

謝辞

期間が決められている実験の中で、試行錯誤する機会を与えていただいた風工学分野の内田孝紀准教授、および、鉄道総合技術研究所の皆様にご感謝申し上げます。