

可動型送風機と整流装置を組み合わせた風洞による孤立峰周りの流れの測定

関東学院大学 正会員 ○中藤 誠二
 関東学院大学 中島 直樹

1. はじめに 長大橋を対象とした風洞実験では、海上風が主となることから、一方向一様流を精度良く生成することが重要であったが、複雑地形周りの風況、局所的な気象擾乱などを対象とした場合、既存の風洞装置では十分に対応できないケースも考えられる。また、構造物の詳細形状が大きく影響する空力騒音や付属物の空力振動を対象とした場合、噴流形の開放型断面で実スケールで実験を行うことが適当な場合も予想される。そこで、可動型の送風機に、実験の種類に応じた整流装置を組み合わせることを検討する。ここでは、実験対象として複雑地形の基本的要素である孤立峰を選び、後流特性および表面圧力の測定を行った。

2. 風洞装置 風洞装置に用いた送風機は出力 5.5kW、風量 $260\text{m}^3/\text{min}$ 、全圧 784Pa で、車輪によって移動できる。風速は、インバータを接続して回転数によって制御する。吸い込み型では、気流の一様性は確保しやすいが、吸い込み口以外からの流入が生じやすいという問題があった¹⁾。そこで、設置スペースが小さくでき、送風機の全圧も十分であることから、吹き出し形とし、吹き出し口の下流約 50cm に、一辺 80cm の正方形断面で長さ 2.2m の測定胴を設置した。測定胴の上流端には、塩ビ管（外径 75mm、内径 71mm）を 185mm に切断し積み重ねて固定したものを整流格子とし、さらに 115mm 下流にステンレスネットを用い二枚の整流金網を設けた。

3. 孤立峰を周りの風速測定 孤立峰の後流は山を回り込む流れの影響を受けるため複雑な流れ場となる^{2), 3)}。孤立峰模型の断面形状は余弦の 2 乗の形状とし、模型高さは 60mm と 35mm、底面の半径は 100mm、模型頂部から高さが半分になる地点までの水平距離は 50mm である。模型は発泡スチロールを 3 次元切削機によって加工して作成した。加工方法を変えることにより表面粗度の検討も可能であると考えられるが、ここでは放射状

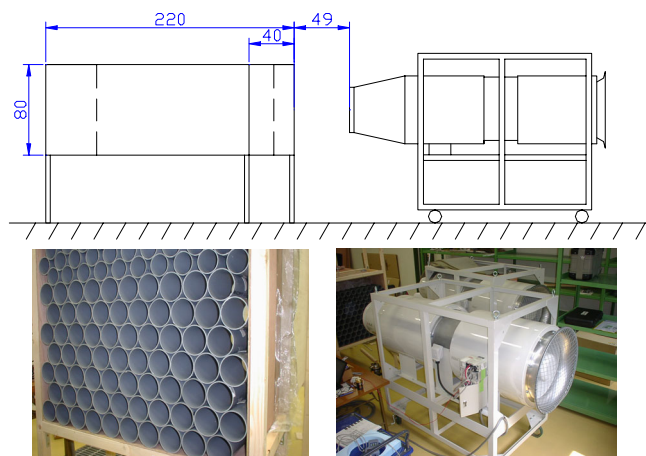


図1 風洞装置の模式図（上）、整流格子（左）
送風機（右）

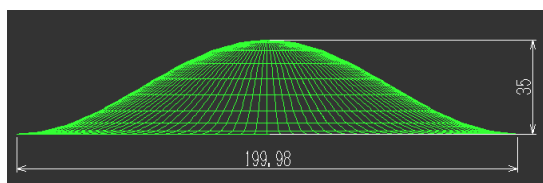


図2 孤立峰模型の CAD 図面（高さ 35mm、直径 200mm）

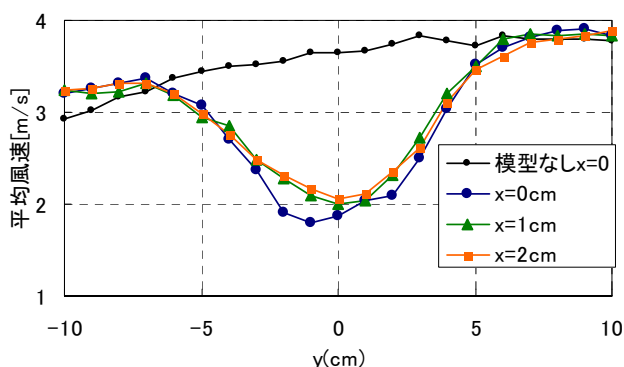


図3 平均風速（高さ 60mm）

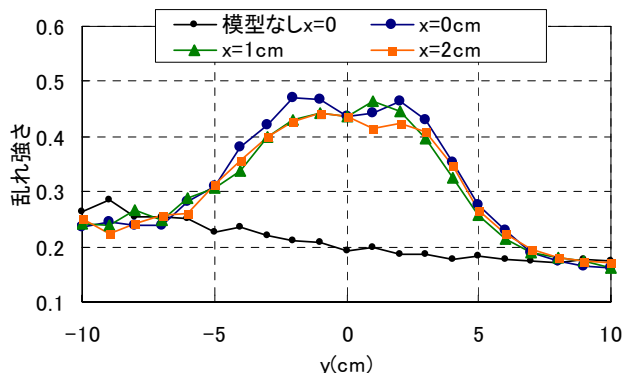


図4 乱れ強さ（高さ 60mm）

キーワード 吹き出し形風洞、孤立峰、平均風速、乱れ強さ、表面圧力

連絡先 〒236-8501 横浜市金沢区六浦東 1-50-1 関東学院大学工学部社会環境システム学科 TEL 045-786-7752

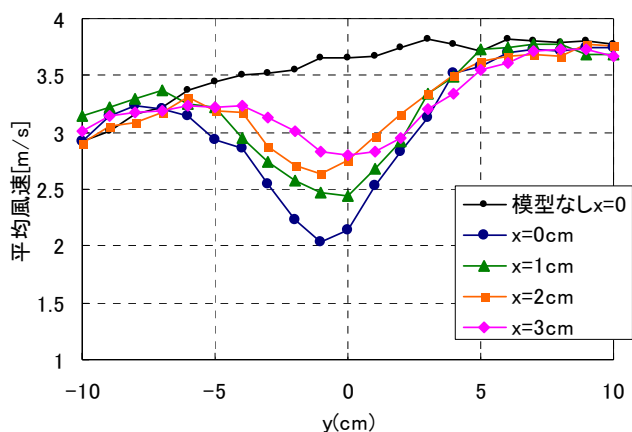


図5 平均風速（高さ 35mm）

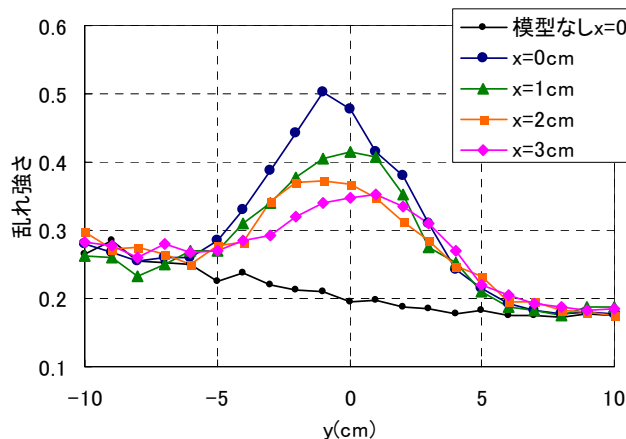


図6 乱れ強さ（高さ 35mm）

仕上げ加工（1度ピッチ）とした。

後流気流性状を測定するためにI型熱線風速計を用いて測定した(図7)。測定高さは底面より2cmとした。熱線は水平に設置しているので風向成分と鉛直成分の和が計測される。模型底面の下流側端部を(x, y)=(0, 0)とした。サンプリング周波数は400Hzで30秒間測定を行い、平均風速および乱れ強さを求めた。図3、図5に平均風速を、図4、図6に乱れ強さを示す。模型を設置しない状態での乱れ強さは、整流装置が簡易なものであるため20~30%と大きくくなっている。y座標の正の部分で平均風速が高くなっているのは、風洞の軸と送風機の軸が数cmずれていることによると考えられる。平均風速は山背後で大きく減少するが、中心から外側へ離れるにつれて回復している。乱れ強さは山背後で大きくなる傾向を示すが、高さ60mmのときは中心から離れた位置で最大となっている。模型底面の下流側端部から下流に行くに従って、山の影響は小さくなっている。これらの結果は既往の研究と対応するものであり、今回用いた風洞装置でも現象の定性的な検討は可能であるといえる。

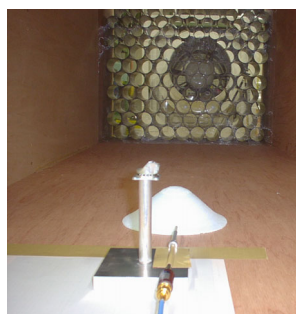


図7 変動風速の測定

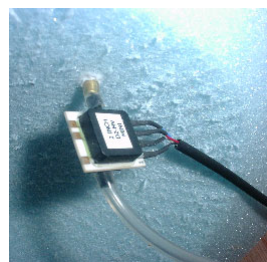


図8 圧力センサー

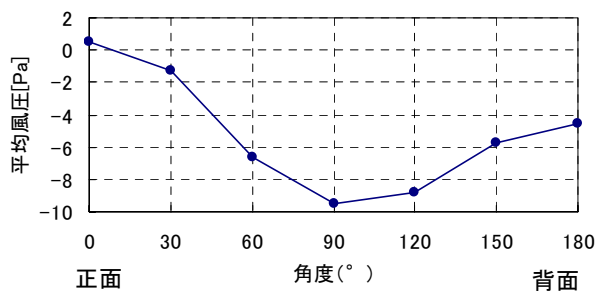


図9 平均風圧

4. 孤立峰の表面圧力の測定 高さ35mmの孤立峰について、模型内部を外形と同じ形状で一回り小さく切削機でくり抜いた後、圧力孔を設け、約1cmの導圧管を介して模型内部で圧力センサー（東亜工業製）に接続して測定した(図8)。ここでは、半分の高さの点について模型を正面から30°刻みに回転させて、400Hzで30秒間測定した。平均風圧を図9に示す。正面ではわずかに正圧であるが、徐々に圧力が低下し、90°において圧力が最も低くなっている。チューブ長が短いため変動成分についても高い周波数まで得られた結果、大きさについても平均風圧と同程度となった。非常に弱い圧力を測定しているためノイズの影響も大きいと考えられ、今後、検討していく必要がある。

5. おわりに フレキシブルな風洞装置による孤立峰周りの流れの測定を行った。今後、実験対象に応じた装置の改良を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 中藤, 角田: 吸い込み式複数ファン型風洞による風圧力測定, 第59回年次講演会, 2004
- 2) 石原, 日比: 急な斜面をもつ3次元孤立峰周りの流れ場の乱流特性, 日本風工学会誌, No. 73, 1997, pp. 3-14
- 3) 河村, 木村, 久保, 加藤: 橋梁に大きな応答を生じさせる円錐形の山の後流域の流れ特性, 第57回年次講演会, 2002