

吹雪風洞実験について

寒地機械技術チーム

はじめに

建築、航空、自動車、他さまざまな分野での開発や設計などにおいて風洞実験が行われています。風洞実験とは、風洞といわれるトンネル状の空間内に人工的に風を流し、この空間内に縮尺模型などを設置して、模型周囲の風の流れや模型にかかる力などを計測するものです。風洞実験を行うメリットは、実際の製品を

製作する前に製品周囲の風の流れや製品にかかる力などを予測して対策を検討できるため、製品開発や設計にかかるコストや時間の縮減を図れることなどです。

吹雪対策の分野でも吹雪を模した風洞実験(吹雪風洞実験)が行われており、防雪対策施設の開発や防雪効果の検討などに用いられています。

Q 1 : 風洞実験と吹雪風洞実験の違いは何ですか？

A 1 : 一般的に風洞実験といえば、風洞の中を流れるのは風(気体)だけですが(流れの可視化のために液体や固体の微粒子を同時に流すことはあります)、吹雪風洞実験では、吹雪を模した実験であるため、風の他に風の中を移動する雪粒子の挙動を考慮しなければなりません。

風洞実験の結果を実現象に相似させるために、例えばレイノルズ数などのさまざまな相似条件が検討されます¹⁾。吹雪風洞実験においては、これらの相似条件の他にも雪粒子の挙動に関する相似条件が必要となり

ます。吹雪風洞実験におけるさまざまな相似条件の検討²⁾が行われてきていますが、現状では確立した相似条件はありません。

通常の風洞実験を行っている施設でも、雪を想定した粒子や粉体を風に混入すれば吹雪風洞実験は行えると考えられますが、実際には、粒子や粉体による実験装置・計測機器類への悪影響や実験後の清掃の問題があるため、吹雪風洞実験は粒子や粉体の使用を前提に設計された施設で行うことが通常です。

Q 2 : 吹雪風洞実験に使用する雪は何ですか？

A 2 : 吹雪風洞実験で使用される雪についてはさまざまなものがあります。模型の雪としてはこれまで、活性白土、炭酸マグネシウム、ガラスビーズ、クルミ粉体などが使用されたことがあります。これらはそれぞれ固有の物性を持っているので、同じ条件で実験を行ってもそれぞれ違った実験結果となります。例えば、活性白土については、安息角が実際の雪に近似しており、実験により生じる吹きだまりが自然のものに近い形状になる(写真-1)ことなどから、模型雪の中では比較的使用実績が多くなっています。実際の現象により近似させるために、自然の雪や人工雪を使用している施設もあります。これらの模型雪や自然雪について、

吹雪風洞実験にはどれが最も良いということは一概には言えず、実験の目的や実験装置の制約などの条件により実験に使用する雪が選択されています。



写真-1 活性白土を使用した実験での吹きだまり

Q 3 : 吹雪風洞実験は実現象を再現できるのですか？

A 3 : 実際の吹雪や吹きだまりの現象は、風向風速などが常に変化するうえに、雪の圧密や融解といったような変動的な要素が多く含まれる現象です。一方、吹雪風洞実験は、風向風速やその他の条件がほぼ一定です。たとえ、風向風速の変動を自然現象と一致させることができ、自然の雪を使用した実験を行ったとしても、実物と模型では大きさが異なるため、雪の挙動は実現象と実験では違ったものとなります。また、実験では雪の圧密や融解などを再現することは非常に難しく、これらのことから、吹雪風洞実験で実現象を完全に再現することは現時点では達成されていません。

しかしながら、近似的には実現象を再現することができると考えられています。実現象と吹雪風洞実験の比較の一例として、防雪柵に生じた吹きだまりの形状

を図-1に示します。実現象では降雪によると考えられる積雪があり実験結果と一致していない部分もありますが、吹きだまりが生じる範囲やピークの位置については実現象に近似しています。実験結果のこのような傾向を利用することにより防雪対策等の検討を行うことができると考えられています。

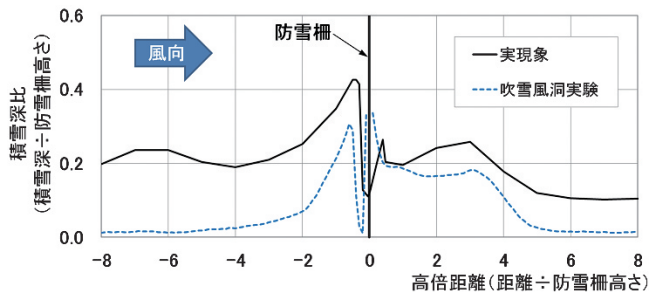


図-1 吹雪風洞実験と実現象の吹きだまり形状比較

Q 4 : 寒地土木研究所の吹雪風洞実験装置はどのようなものですか？

A 4 : 寒地土木研究所の実験装置は吹雪室内実験装置という名称で、当研究所石狩吹雪実験場内に設置されています。本装置は活性白土等の模型雪を使用するタイプの実験装置で、自然雪や人工雪を使用することはできません。主要諸元は、全長約29m、測定洞全長約9m、測定洞断面1.2m×1.2m、送風機出力37kWであり、装置内の気流を循環させる回流方式と循環させない開放方式を選択できます。本装置の外観イメージを図-2に示します。本装置には、XYZ各軸方向に0.1mm単位で移動できる3次元トラバース装置が設置されており、熱線風速計や積雪深計などの計測機器をトラバース装置に取付けることにより任意の位置において計測を行うことができます。

(文責：山崎貴志)

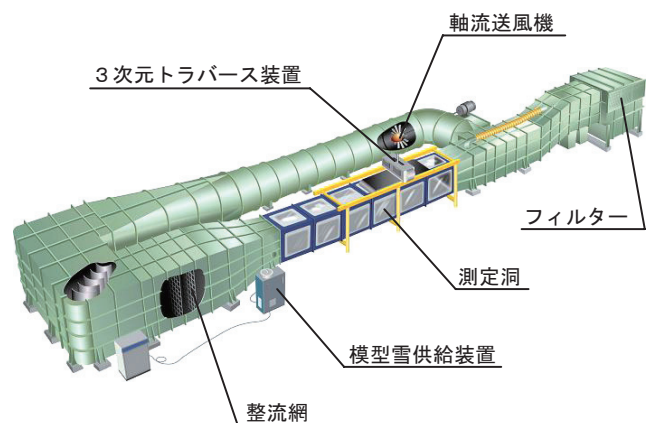


図-2 吹雪室内実験装置

参考文献

- 1) 風洞実験法ガイドライン研究委員会：実務者のための建築物風洞実験ガイドブック、財団法人日本建築センター、2008.
- 2) 老川進、苫米地司、石原孟：建物近傍の雪吹きだまりの風洞相似則に関する考察、日本雪工学会誌、Vol.23, No.2, pp.13-32, 2007.