

No.22

雪害の実験・解析技術の動向と鉄道での利用

極寒地における雪や氷に関する現象を解明し、雪害対策を確立するためには、実験やシミュレーションの活用が有効です。第22回「鉄道トレンドウォッチング」では、雪害の実験・解析技術の動向と、鉄道での利用について紹介します。

■ 雪害の現状

雪害の原因となる雪や氷に関する現象には、降雪、積雪、吹雪、着氷、着雪、雨水、雪崩などがあげられます。

鉄道の寒冷現象による主な被害を図1に示します。雪や氷に関するさまざまな現象から、多様な被害が生じることがわかります。

このような雪や氷に関する現象を解析し対策を検討するのに、雪風洞を利用した実験とシミュレーションの活用が有効です。

■ 雪風洞の現状

「雪風洞」とは、気流中の雪粒子の挙動を調べることを目的とする実験施設です。通常の風洞実験が物体表面の圧力分布や物体周りの流速を調べることを主目的とするのに対して、雪風洞では物体周りの流れ場に対する雪粒子の追従性を考慮しながら、吹きだまり箇所や付着面において粒子が定着する位置や分布を再現することが求められま

す。雪風洞の設備としての特徴は、模擬雪の供給・回収装置や、実雪を利用する風洞では人工雪の生成装置、自然雪の保存設備、風路の冷却装置などが備えられることです。日本国内で上記

の専用設備を備えた風洞は「吹雪風洞」、「降雪風洞」などの呼称で大学や公的な研究機関などが所有しています(表1)。

国内における雪風洞では、当初は実物大の実験でしたが、道路や建物周り

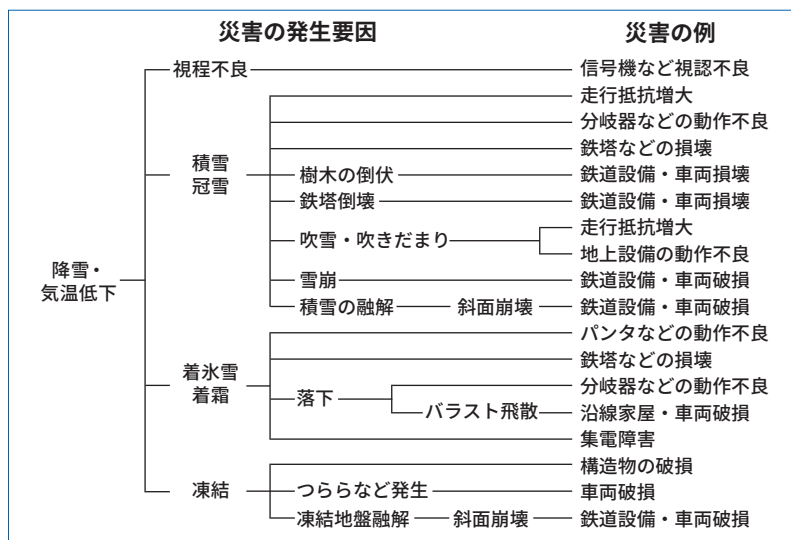


図1 鉄道の寒冷・雪氷害¹⁾をもとに筆者作成

表1 国内の雪風洞の主な仕様

所有者所在地	実験に使用する雪の種類	測定部断面寸法(横幅×高さ)(m)	最大風速(m/s)
北海道立総合研究機構 北方建築総合研究所	自然雪	1.8 × 1.8	20
	模擬雪(活性白土)	1.5 × 0.7	10
防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター	人工雪	1.0 × 1.0	20
土木研究所 寒地土木研究所	模擬雪(活性白土)	1.2 × 1.2	17
北海道科学大学 工学部	自然雪	1.0 × 1.0	18
清水建設 技術研究所	模擬雪(活性白土, クルミ粉末)	0.5 × 0.4	10
理研興業 雪氷技術研究所	模擬雪(活性白土)	1.0 × 0.75	7
鉄道総合技術研究所 塩沢雪害防止実験所	自然雪	0.32 × 0.15 (風洞出口)	20

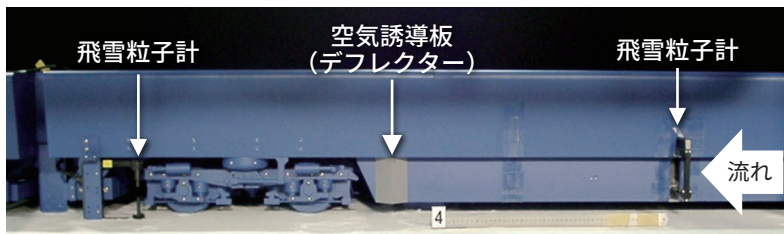


図2 空気誘導板(車両縮尺1/7)の実験²⁾



図3 台車模型の着雪実験³⁾

の吹きだまりや屋根雪の課題に対象が拡大し、限られた風洞断面で模型実験を行うために1/100以上の大縮尺を使った模型実験が行われるようになってきました。縮尺模型試験となると同時に、雪粒子には微小な粒径の模擬雪が使用されるようになり、地表面付近が上空よりも小さな風速となる風速分布が模擬されるようになりました。模擬雪として、最近では活性白土がしばしば使われています。模擬雪を使った雪風洞実験の課題のひとつに、実験風速や模型縮尺を選択するための根拠として相似則の確立があります。

雪風洞実験が野外観測より有用な点としては、①風速をはじめ環境条件を任意に設定して現象観察できること、②縮小模型を用いることで対象物の構造や配置などをさまざまなパターンで試験することが比較的容易で、降雪時期を待つことなく期間と費用を抑えられることがあります。

鉄道において、自然風や列車風がもたらす雪粒子の複雑な挙動を把握するためには、営業線で直接挙動を観測することが望ましいですが、環境条件がつねに変化することが分析、評価のうえで課題となります。この点でも雪風洞の活用は有用です。

■ 鉄道における雪風洞の利用

鉄道車両車体床下などの着雪が走行時に落下すると地上設備を破損するなどの障害が発生することがあるため、鉄道総研や鉄道事業者では着雪抑制策などを開発しています。鉄道総研が雪氷防災研究センターの雪風洞を利用し

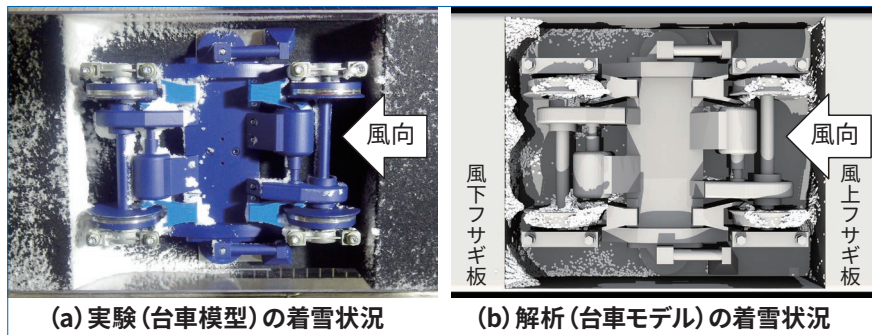


図4 雪風洞実験と解析の比較³⁾

て行った空気誘導板の実験²⁾の様子を図2に、台車模型の着雪実験³⁾の様子を図3に示します。このほか、鉄道事業者による雪風洞を利用した実験の事例としては、防雪機能付防風柵の実験(北方建築総合研究所の雪風洞利用)⁴⁾、架線金具への着雪の実験(雪氷防災研究センターの雪風洞利用)⁵⁾などがあります。

■ 数値シミュレーションと雪風洞実験

複雑な雪や氷の現象を再現する手法のひとつとして、シミュレーションを用いた数値解析があり、実験で再現することが難しい現象を再現、予測することで対策の検討に用いられています。

雪風洞実験は、数値シミュレーショ

ンのモデル構築や計算結果の検証にも利用されています。

このように、数値シミュレーションと雪風洞実験には相互に補完的な役割があり、各々の特性を踏まえて利用することが重要だと考えられます。

鉄道総研では、雪風洞実験を活用して鉄道車両台車に対する着雪を予測するシミュレーション手法の研究に取り組んでいます³⁾(図4)。

雪風洞実験と数値シミュレーションをうまく活用することで、雪や氷に関する現象の解析の精緻化、精度向上が図られ、雪害対策の技術開発の促進に貢献することが期待されます。

(饗庭雅之/企画室 戦略調査)

文 献

- 1) 飯倉茂弘：雪氷災害に関する取組み，運転協会誌，Vol.60，No.12，p.1，2018
- 2) 穴戸真也，中出孝次，井門敦志，飯倉茂弘，鎌田慈，遠藤徹，根本征樹，小杉健二，佐藤威：鉄道車両台車部の着氷雪低減デフレクターの開発，鉄道総研報告，Vol.23，No.3，pp.29-34，2009
- 3) 室谷浩平，中出孝次，鎌田慈，高橋大介：高速車両の台車周りの着雪を予測する，RRR，Vol.77，No.4，pp.20-23，2020
- 4) 原田貴智，南雲洋介，鈴木博人：防雪機能を付加した防風柵の検討，第24回鉄道技術・政策連合シンポジウム，No.S7-1-7，2017
- 5) 徳田一平，川嶋健嗣，佐藤研吾，根本征樹，久須美俊一：鉄道電力設備に対する着雪・融解・再凍結現象の解明，雪氷研究大会(2017・十日町)講演要旨集，No.C4-11，2017