



鉄道車両に対する 着雪シミュレーション

研究・開発機関 : 公益財団法人鉄道総合技術研究所
 利用施設 : 名古屋大学 情報基盤センター FX100
 計算規模 : FX100の2,000～10,000ノード時間積程度
 利用ソフトウェア : 独自開発の着雪シミュレータ

Before

- 鉄道車両の床下や台車に発生した着雪が、大きな硬い塊になり落下すると、鉄道車両や鉄道設備への被害が発生する可能性があります。
- 着雪対策を行う必要がありますが、着雪に関する研究は観測・実験・簡易式を用いたアプローチが多く、車両への着雪メカニズムの解明には至っていませんでした。

After

- 着雪シミュレータを開発することで、降雪風洞実験での着雪形状を数値解析で再現できるようになりました。
- 着雪シミュレータを用いて、発生した着雪がどこから流れてきているかを確認できるようになり、着雪しにくい車両形状を検討するためのツールとして活用できるようになりました。

背景と目的

鉄道車両が積雪地域を走行すると、線路上の雪が舞い上がり、鉄道車両の床下や台車に雪が付着します(図1)。このように雪が付着する現象は着雪とよばれ、鉄道車両が走行し続けると、着雪は成長して



図1 着雪した鉄道車両の台車部



図2 防災科研新庄雪氷環境実験所の降雪風洞

大きな塊になっていきます。この着雪の塊は氷に近い硬さのものもあるため、走行時の振動や分岐器を通過するときの衝撃で落下すると、線路のバラストが飛散したり、車両や設備への被害が発生する場合があります。また、分岐器のレールの隙間に挟まると、進路の転換ができなくなることもあります。この様な着雪問題を解決するために、着雪に関する様々な研究が行われてきましたが、観測や実験、簡易式を用いたアプローチが多く、着雪メカニズムを解明するに至りませんでした。そこで、鉄道総研では、防災科研新庄雪氷環境実験所の降雪風洞(図2)を使用して、着雪成長プロセスを再現できる着雪解析手法を開発し、着雪しにくい鉄道車両形状の開発を目指しています。

利用成果

鉄道総研では、図3のような着雪プロセスを再現する着雪シミュレータの開発を進めています。着雪シミュレータでは、気流計算により流れ場の速度分布を求め、その分布を用いて球形状にモデル化した飛雪粒子の軌道を求めます。その後、飛雪が着雪の可能性がある場所に近づくと、着雪計算により飛雪が着雪するか、跳ね返り飛び去るかを判定します。着雪形状がある程度変化すると、気流計算の境界形状に反映して流れ場の速度分布を更新します。着雪シミュレータで用いられる解析パラメータと着雪計算アルゴリズムは、防災科研新庄雪氷環境実験所の降雪風洞(図2)を用いた実験結果により決められました。その結果、着雪シミュレータは、図4のように、実験で得られた着雪形状を再現できる解析を行うことができます。

図5は、降雪風洞実験で使用した鉄道車両台車部を模擬した数値模型への着雪解析の例です。この解析では、鉄道車両の台車付近の着雪発生状況を分析しました。水色の円内に発生する着雪は、車両側面から流れて来ていることが分かります。黄色の円内に発生する着雪は、台車下面の障害物を避けてから流れて来ていることが分かります。このように、着雪シミュレータを用いることで、発生した着雪がどこから流れて来ているかを確認することができます。このような雪の流れと着雪状況との関係を確認できれば、車両形状を変更することで、着雪を抑制することができます。

ここでは、鉄道車両の台車付近について述べましたが、架線やパンタグラフや他の鉄道設備の形状の検討にも活用することができます。さらには、着雪が関係する事象への評価ツールとして活用していくことができます。

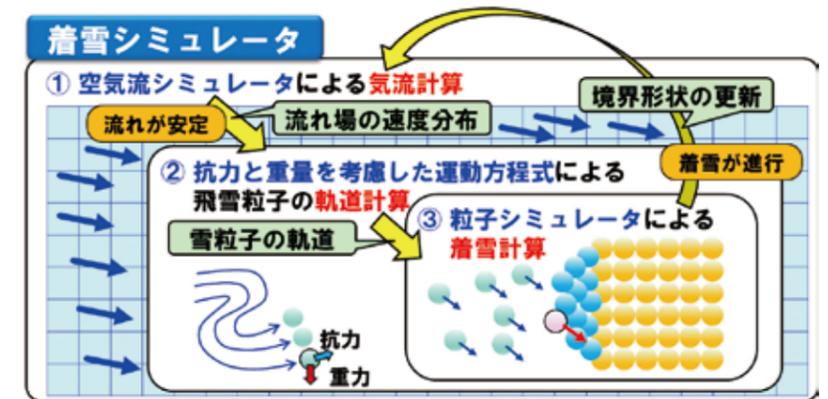


図3 着雪シミュレータの概要

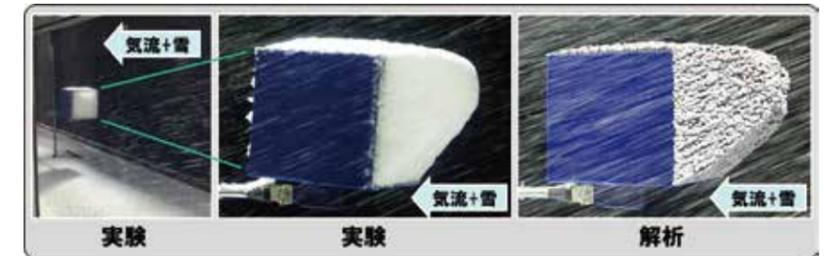


図4 立方体への着雪実験と着雪解析の比較

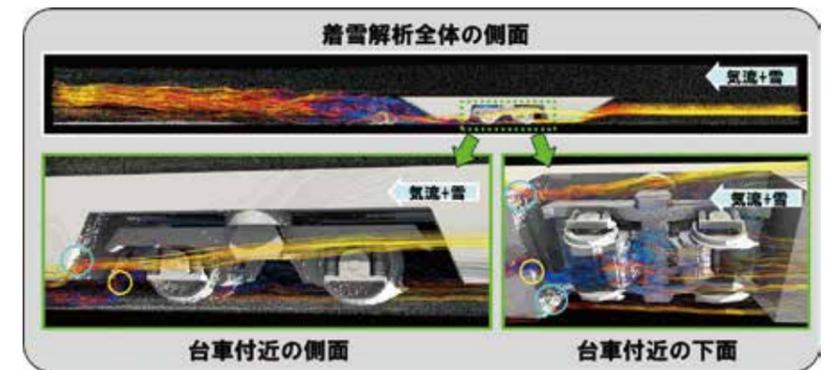


図5 鉄道車両を模擬した模型への着雪解析