

トピックス

鉄道車両への着雪現象を再現できる「着雪シミュレーター」を開発しました

鉄道総研は、鉄道車両の台車周辺に雪が付着し、成長する着雪現象を計算により精緻に再現できる「着雪シミュレーター」を国内で初めて開発しました。本シミュレーターの活用により、降雪量や走行時の風など実際の走行を模擬した条件での計算が可能となります。今後、着雪しにくい車両の開発などに活用していきます。

1. 開発の背景

冬季の降雪地帯の走行では、線路上の雪が舞い上がり、車両の床下や台車に雪が付着して塊状に成長していきます(図1)。これらを除くためには、手作業などで対応するためコストや手間を必要とすることから、着雪しにくい車両形状が求められています。しかし、これまで、車両形状の検討では実物の鉄道車両を用いるため、多大な労力を要するとともに、試験が冬季や降雪時に限定されていました。また、車両模型を用いて行う降雪風洞実験では、車輪の回転や走行風など、走行による影響を正確に考慮できませんでした。そこで、これらの課題を解決した上で着雪現象を計算により精緻に再現できる着雪シミュレーターを開発しました。



図1 実車両への着雪状況例

2. 着雪シミュレーターの概要

スーパーコンピューターを用いることで、さまざまな条件を模擬した上での高速な計算を可能としました(図2)。

【特徴】

- 車輪の回転や走行時の風など、走行による影響を考慮した着雪状況を計算できます。
- 鉄道車両の台車のような複雑な形状に対しても適用可能です。
- 空気の流れや飛雪粒子の動き、着雪の状態など、着雪の過程を可視化でき、着雪原因の解明や着雪防止対策の検討に活用できます。
- 着雪状態を評価する対象物周りの気流計算・飛雪粒子の軌道計算・着雪判定計算の3つの計算手法をくりかえし使用しているため、着雪の成長とともに対象物の表面形状が変化することによる対象物周りの気流の変化を考慮して、着雪現象を精緻に再現できます(図3)。
- 本シミュレーターによる計算結果と立方体模型を使用した降雪風洞実験結果とを比較すると、横から見た時の面積比で6%の誤差で再現できることを確認しました(図4)。また、複雑な形状の台車の計算結果で、降雪風洞実験結果と比較して着雪の最大厚さと重量がほぼ一致する結果が得られています(図5)。

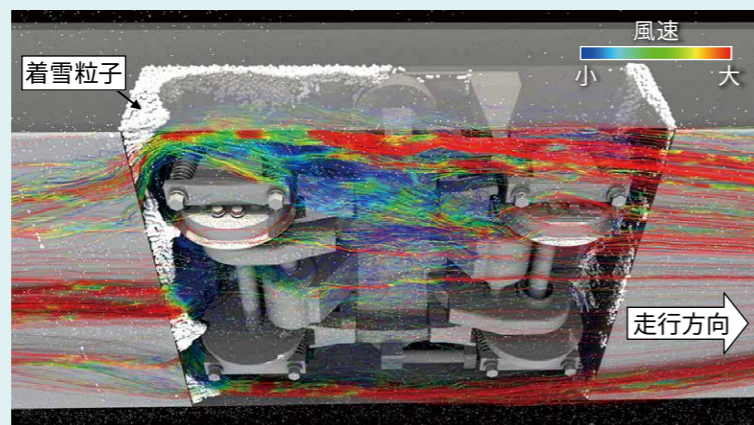


図2 着雪シミュレーターによる台車への着雪の計算結果例(台車を下から見上げた状態、色付きの線は空気の流れ)

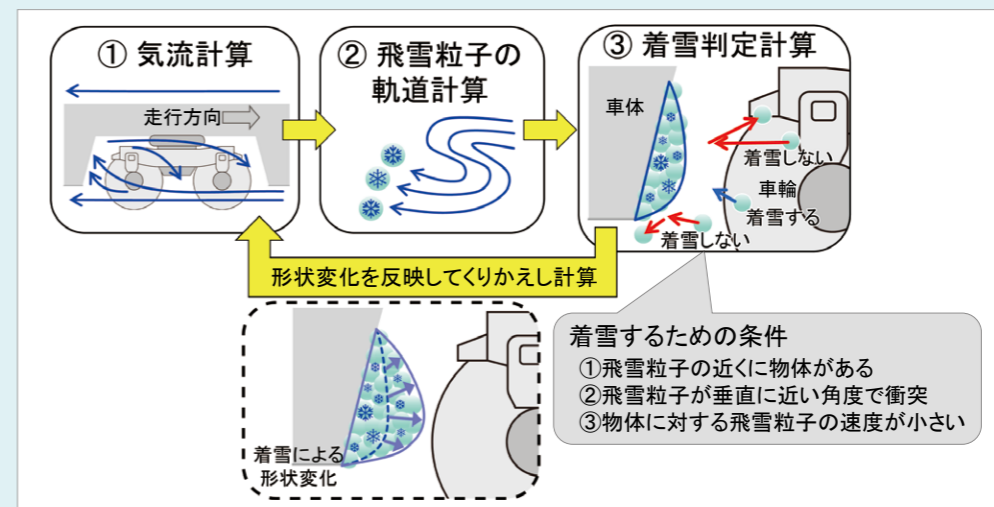


図3 着雪シミュレーターの概要

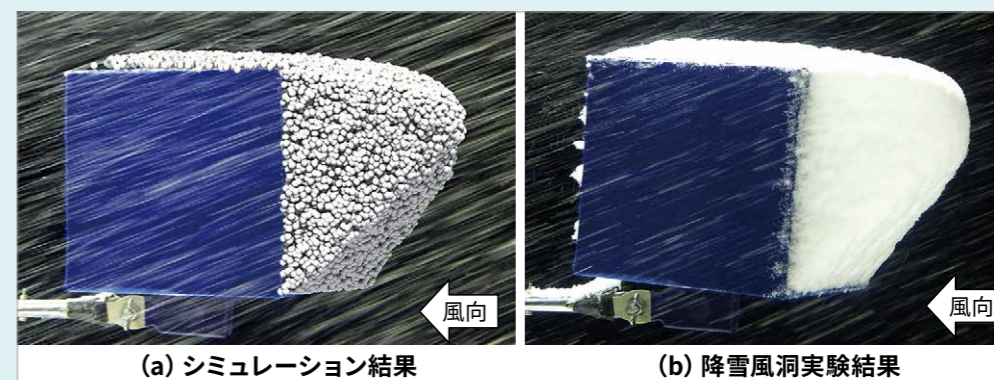


図4 立方体模型への着雪状態

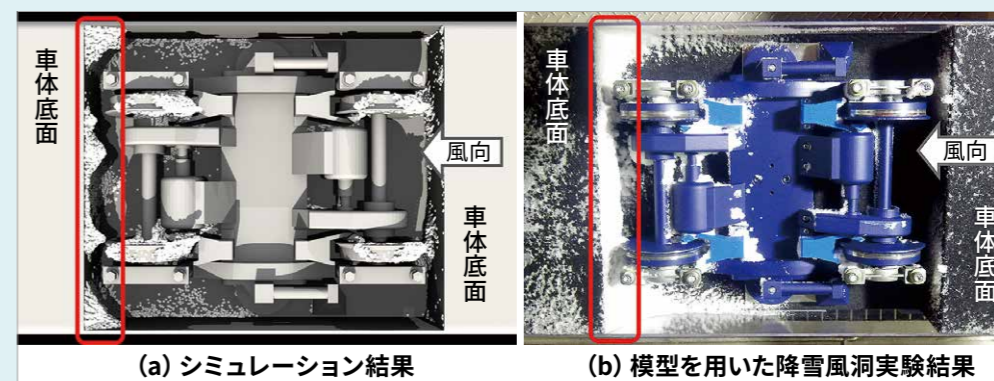


図5 台車への着雪状態(実験と条件を一致させるため、シミュレーションも車輪は回転させていない)

3. 今後の活用計画

本シミュレーターは、台車周辺の着雪量を低減するための形状改良などに活用していく予定です。これにより、着雪の過程を考慮した台車周辺形状の提案が可能になるなど、効率的な開発を進めることができます。