

防災技術研究部



防災技術研究部では、鉄道沿線で発生する降雨・風・氷雪・風化などを原因とする自然災害による鉄道の被害を防止または軽減するための研究を中心に行っています。このほかに、地形・地質・地下水に関する調査・評価技術や列車走行にともなう地盤振動に関する研究を実施しています。ここでは、防災技術研究部が取り組んでいる最近の研究開発の例を紹介します。

防災技術研究部長 布川 修
ホームページ <https://www.rtri.or.jp/rd/division/rd46/>

はじめに

日本は欧米などの国々と比較すると厳しい地形・地質、気候条件にあるため、さまざまな自

然災害が毎年のように発生しています。また、地球温暖化にともなう気候変動により、大雨や強風などの気象災害リスクが今後高まっていく

図1 防災技術研究部の担当分野

自然災害による鉄道の被害を



ことが懸念されています。こうした背景をふまえて防災技術研究部では、【雨】大雨による土砂災害や増水による橋りょう被害など、【風】強風による列車の脱線・転覆など、【氷雪】雪崩、車両への着雪、架線への着霜など、【風化】地山の風化による土砂災害など、による自然災害から鉄道の被害を軽減・防止する技術を中心に(図1)、「気象防災」、「地盤防災」、「地質」の3研究室で研究開発を行っています。自然災害以外では、地形・地質、地下水位に関する調査・評価技術、列車走行にともなう地盤振動などの研究を実施しています。ここでは、最近の研究開発として、雪、風、風化に関する事例を紹介いたします。

落雪対策の検討に用いる

車両着落雪推定手法

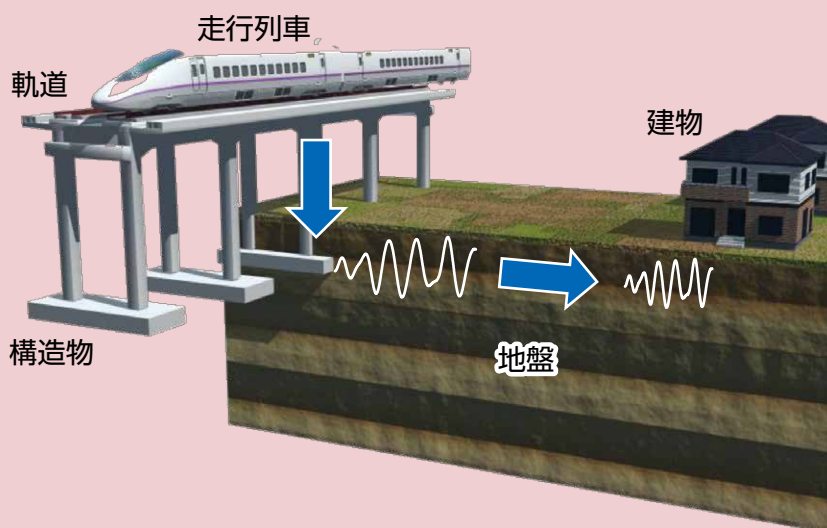
積雪地域では、走行する車両によって舞い上げられた雪が台車端部フサギ板などに着雪し(図2)、これが成長して形成された雪塊が走行

中に落下することで地上設備を破損することがあります。この対策として停車駅における雪落とし作業などが行われていますが、現状では天気予報のみを用いて作業の可否判断を行っているために、作業が不要なときにも人員を配置しているなどの課題があります。そこで、より効率的・効果的な対策の実施を目的として、列車の運行情報と沿線の気象情報から着雪量と落雪発生位置をリアルタイムに推定する車両着落雪推定手法を開発しました。

本手法では、沿線の気象情報から寒冷な明かり区間での台車部フサギ板での着雪量(図2)を計算し、さらにトンネルなどの温暖な環境下での落雪による着雪の減少を加味することで、リアルタイムに着雪量を推定します(図3)。駅到着時における着雪量を実際に計測した結果と推定値とを比較した結果、駅到着時の着雪量は約3cmの誤差で推定できることを明らかにしました。現在はさらなる精度向上をめざした研究を進めています。

軽減・防止する技術

- ◆地形・地質、地下水に関する調査・評価技術
- ◆列車走行にともなう地盤振動



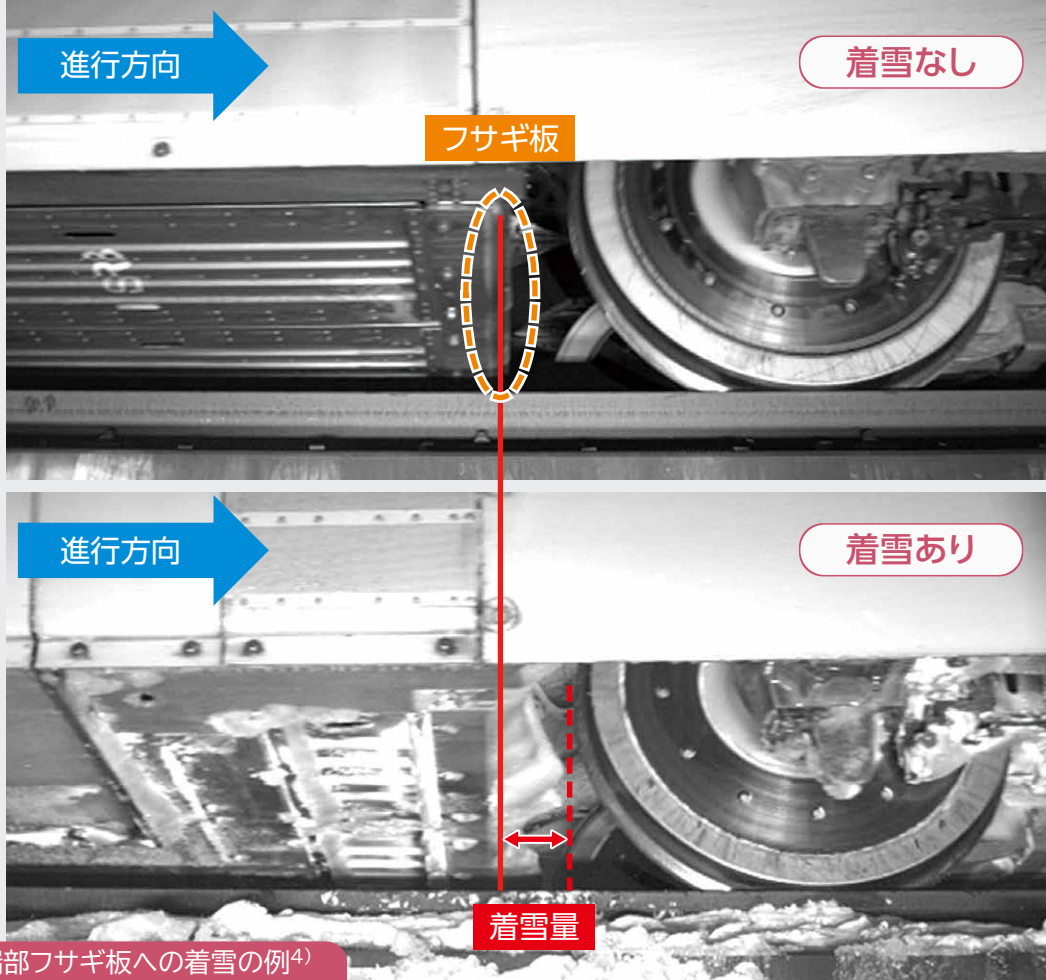


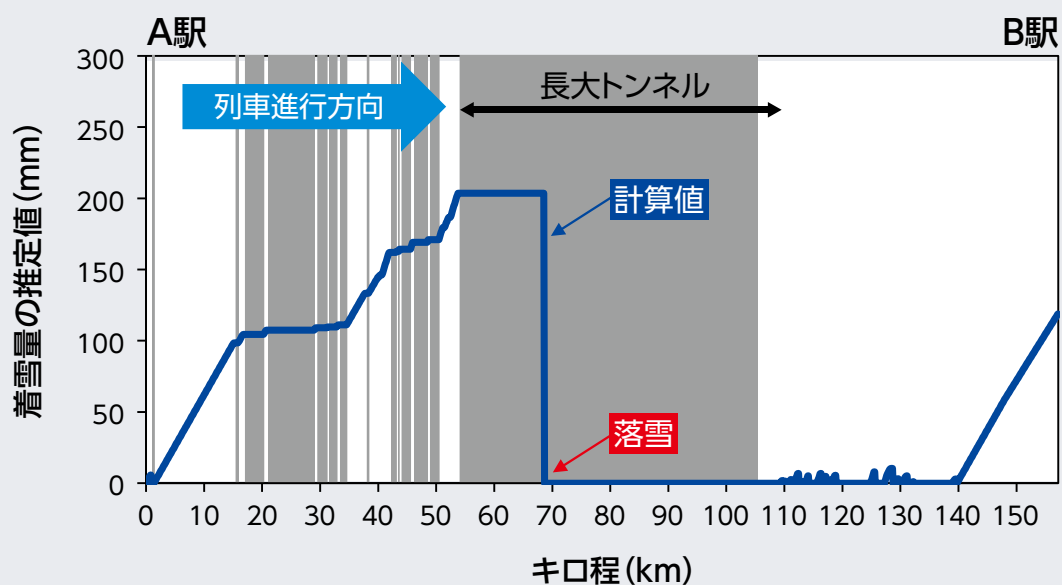
図2 台車端部フサギ板への着雪の例⁴⁾

確率論的リスク評価を用いた強風時の 車両安全性評価手法

強風による車両転覆被害を未然に防ぐために、ある値を超える風速（規制風速といいます）が観測された際に列車の運転を規制（徐行や中止）する措置が行われています。気象災害が激甚化していくなかで、転覆の危険性が高い風速が観

測されたときには確実に規制を行う必要があるものの、規制値が過度に安全側の場合には安定的な輸送が阻害されることが懸念されます。このため、さまざまな車両を対象とした強風時の転覆に対する安全性を定量的な指標で示したうえで、規制風速を検討することが求められています。そこで、確率論的リスク評価手法を用い

図3 車両着雪量の計算例（灰色部分はトンネル区間）



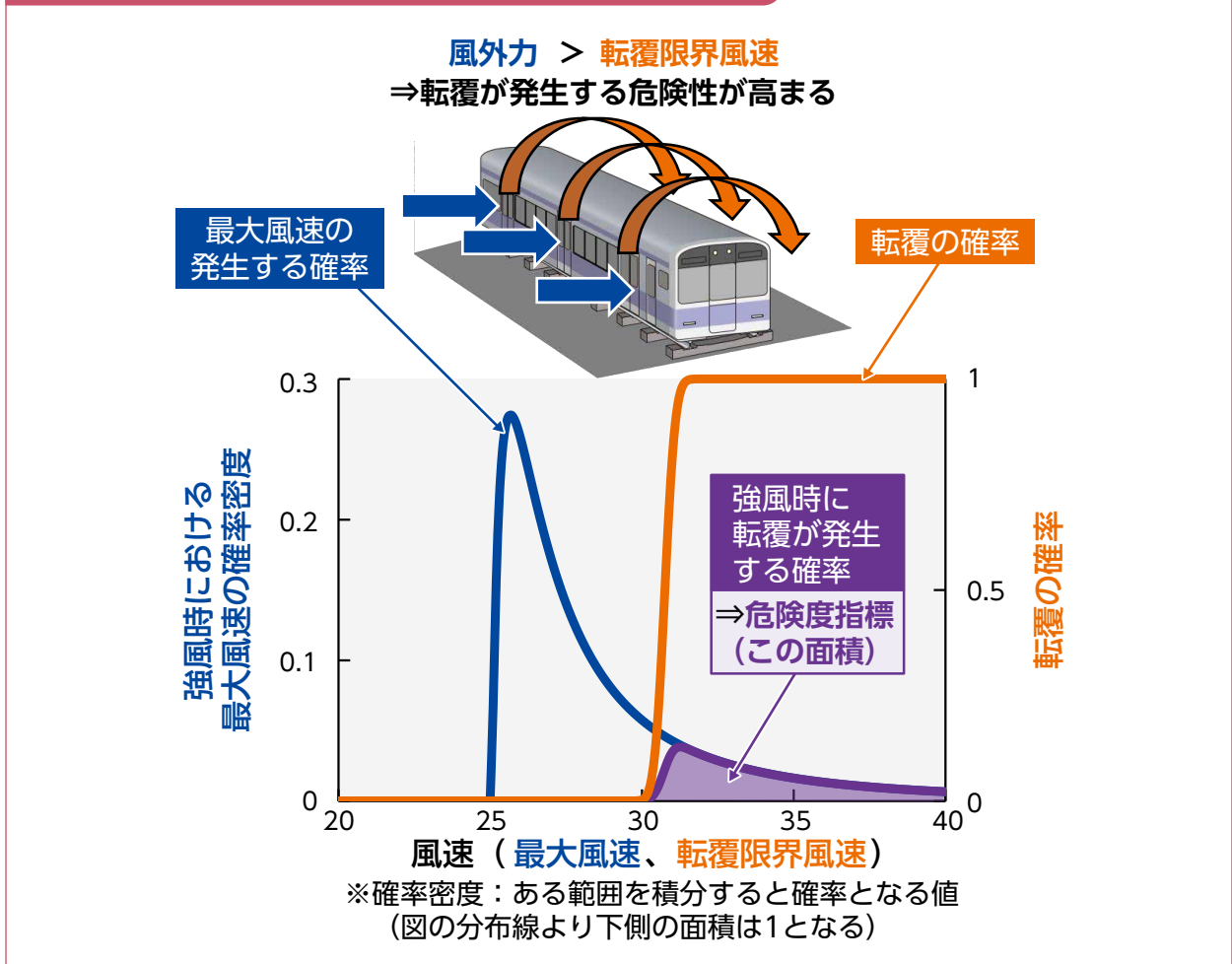
て強風時の車両安全性を評価する手法を提案しました。

車両はある風速（転覆限界風速という）を超える風が作用したときに転覆する可能性が高くなり、転覆限界風速は走行時の状況（軌道の状態や走行速度）によって発生する左右振動加速度によりばらつきが生じます。また、車両を転覆させる風は自然現象であることから、そのときに生じる風速の最大値（最大風速といいます）にばらつきが生じます。提案した安全性評価手法は、これらのばらつきを確率分布で表すことで強風時に転覆が発生する危険性を確率として求め、この求めた確率を転覆に対する車両の危険度指標とするものです（図4）。強風時の運転規制検討の際に上記で述べた危険度指標を用いることで、強風時におけるさまざまな車両の安全性を定量的に比較することができます。

のり面工背面地盤の 低コストな劣化度評価手法

山間部の鉄道沿線には、建設時に地山を掘削してできた斜面（切土のり面）が多く存在します。この切土のり面を風雨から防護する目的で、コンクリートなどによる表面保護工（のり面工）が施工されている場合がありますが、経年によりのり面工の背面地盤が劣化して自立できなくなると、この土砂がのり面工を押し出し、最終的に崩壊することが懸念されます。しかし、のり面工で覆われた背面地盤の状態は通常の見視検査では確認できません。そのため、従来は水平ボーリング調査などで背面地盤の劣化度を確認していましたが、これには大がかりな装置が必要でした。そこで、背面地盤の劣化度を低コストで把握することができる試験機（自由打撃簡易貫入試験機）と、この試験結果からのり面

図4 確率的リスク評価を用いた強風時の車両安全性評価の概要



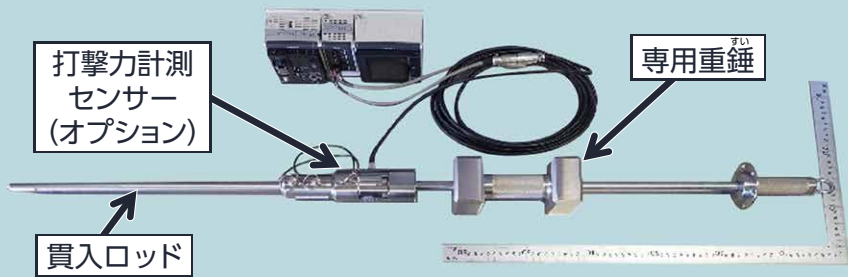


図5 自由打撃簡易貫入試験機 (上図) と使用状況 (下図)

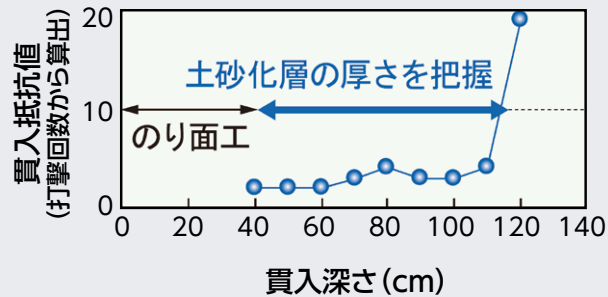


図6 試験結果の例

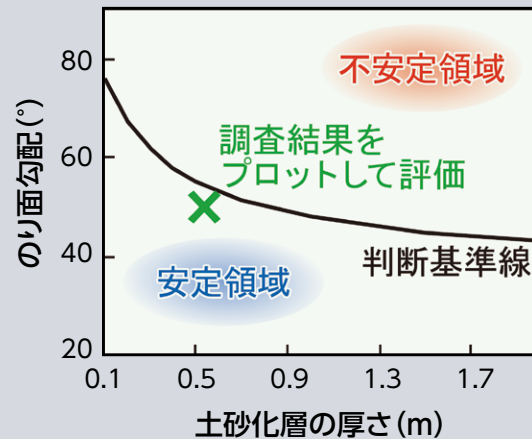


図7 のり面安定性評価ノモグラムの例

の安定性を評価するノモグラムを開発しました。

自由打撃簡易貫入試験機は、のり面工に既設の水抜き孔から背面地盤に対して水平方向にロッドを一定の打撃力を加えることで貫入させ(図5)、このときの打撃回数から貫入抵抗値を算出することで地盤の劣化部の範囲を特定します(図6)。さらに、この劣化部の範囲をノモグラムにプロットすることで、のり面の安定性を評価することができます(図7)。なお、本調査はのり面工の撤去などの工事は不要、1か所あたり約10分の短時間で実施可能です。

おわりに

ここでは、防災技術研究部が実施している最近の研究開発の例を紹介しました。そのほかの研究開発については、過去の本誌⁵⁾⁻⁹⁾や鉄道総研の防災技術研究部のホームページを参照くだ

さい (<https://www.rtri.or.jp/rd/division/rd46/>)。

文献

- 1) 鉄道総合技術研究所 鉄道技術推進センター：事故に学ぶ鉄道技術(災害編), pp.16, 60, 82, 2012
- 2) 国土交通省運輸安全委員会：鉄道事故調査報告書, <https://www.mlit.go.jp/jtsb/railway/rep-acci/RA2016-1-1.pdf> (入手日: 2022/10/25)
- 3) 国土交通省運輸安全委員会：鉄道事故調査報告書, <https://www.mlit.go.jp/jtsb/railway/rep-acci/RA2008-6-1.pdf> (入手日: 2022/10/25)
- 4) 鎌田慈, 穴戸真也, 佐藤亮太: 沿線の気象情報を活用した新幹線台車の着雪量推定手法, 鉄道総研報告, Vol.35, No.1, 2021
- 5) 渡邊諭, 樺健典: 橋脚基礎の振動から安定性を評価する, RRR, Vol.78, No.3, pp.8-11, 2021
- 6) 川越健, 渡邊諭, 奥田大樹, 馬目凌, 浦越拓野: リアルタイムハザードマップで強雨から鉄道を守る, RRR, Vol.78, No.6, pp.4-7, 2021
- 7) 福原隆彰, 荒木啓司, 高見和弥: 数値シミュレーションで鉄道沿線の強風箇所を見つける, RRR, Vol.78, No.6, pp.8-11, 2021
- 8) 高見和弥, 佐藤亮太, 高橋大介, 鈴木賢士: レーダー情報から雪の乾湿を推定して鉄道の雪害対策に役立てる, RRR, Vol.78, No.6, pp.12-15, 2021
- 9) 権藤徹, 横山秀史, 野寄真徳: 列車速度や振動対策による地盤振動の変化を予測する, RRR, Vol.78, No.11, pp.24-27, 2021