

北海道新幹線 鋼製緩衝工の結露対策

No. 138

梶座 邦朝

北海道旅客鉄道株式会社
新幹線工事事務部 札幌新幹線工事事務所

野口 昌美

独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構
北海道新幹線建設局 工事第一課 副参事

はじめに

青函トンネルの北海道側出口にあたる第1湯の里トンネル出口には、北海道新幹線の開業にあたり、微気圧波対策として鋼製緩衝工が新設されました。開業初年度の厳冬期(2017年1月)、結露した緩衝工から滴下した水滴が軌間内で結氷、フランジウェイを支障し、新幹線の車輪に衝撃する事象が発生しました(図1)。ここでは軌間内結氷の原因となった緩衝工の結露対策について、鉄道総研とともに取り組んだ対策の一部を紹介します。

結露の原因

青函トンネル内は年間を通じて気温20℃、湿度90%の環境にあります。また本坑では海底部から1m/sの風速で強制換気を行っており、トンネル内の暖かく湿った空気(以下、暖気)は両坑口から排出されています。緩衝工結露の原因は、青函トンネルから供給された暖気が北海道側坑口に新設された鋼製緩衝工で外気により急冷されたことによって生じたことがわかりました。

対策工の検討

緊急対策として緩衝工へ断熱材を設置しましたが、断熱効果による温度差の解消には至らず、結露発生の低減にはつながりませんでした。そこで、恒久対策として坑口に到達する前に暖気をトンネル外に排出させる対策を考えました。

現地の縦断勾配は、青函トンネルが上り12‰、第1湯の里トンネルが下り15‰であり、勾配変更点は両トンネルを接続するスノーシェルター(以下、SS)内に設けられています。標高最高点が開口可能なSS内にあることに着目し、物性上、上昇する暖気をSS側壁に設けた開口部から排出させることとしました。

開口部については、SSとしての防雪性能を確保しつつ、吹込み雪と開口部の結氷を防止するため線路右側(上り線側)のみの開口とし、自然排気として保守管理を省力化できる構造としました。また開口量については、開口面積と暖気の流出量をシミュレーションにより検証し、さらにトンネル微気圧波への影響および施工条件を考慮して55m²の開口で暖気の67%を排出する計画としました(図2)。

効果の検証

対策工施工から2冬期にわたり、現地の風向風速、温湿度、大気圧の測定および軌間内結氷状況を調査し効果の検証を行いました。

【暖気の排出状況】 北海道と青森の気圧差が大きくトンネル内風速が最大となるもっとも条件の厳しい場合でも、SSに流入する暖気の65%が開口部より排出されることが確認できました。

【第1湯の里トンネル内の風向】 SS側壁に開口部を設けたことで、青森から北海道へ向けて常時吹いていた風向が変化し、72%の割合で逆向きとなりました。これにより全時間帯の72%で暖気が緩衝工まで到達しなかったことがわかりました。

【結露・結氷の発生状況】 緩衝工の結露は、計測日数の25%で確認されました。また、軌間内結氷は、観測期間中最大でレールの高さよりも45mm低くフランジウェイを支障しておらず、対策工の効果を確認できました。

おわりに

北海道新幹線開業後5冬期が経過しましたが、列車運行に影響のある軌間内結氷は発生していません。



図1 発生した軌間内結氷

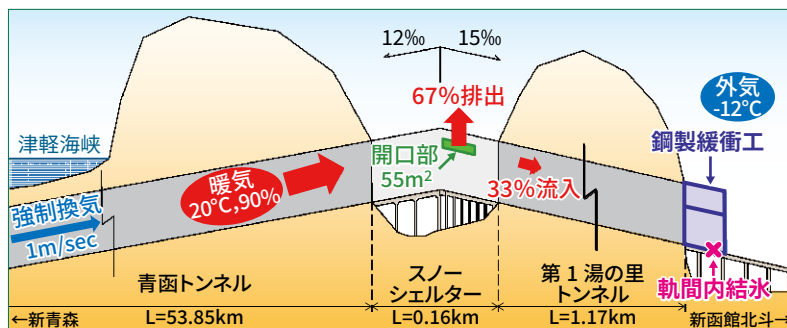


図2 対策工イメージ図