

散水消雪設備の省エネ化に向けた基礎調査

Basic survey for energy conservation of water-sprinkler snow melting system



山口 慧祐*



八木 秀隆*

Water-sprinkler snow melting system supports stable transport of Shinkansen by melting snow on viaduct. Meanwhile, its large energy consumption requires further energy-saving of the equipment. Therefore, in order to identify issues for energy conservation, we actually measured the condition of the on viaduct during operation of the equipment. This revealed the relationship between the water supply distance and the temperature at the time of sprinkling, and the short-term startup interval of the equipment leads to excess heat consumption.

●キーワード：散水消雪設備、省エネ、散水温度、スラブ温度

1. はじめに

散水消雪設備は豪雪地帯における新幹線の高速安定走行を確保するため、トンネル湧水や河川水を利用して消雪を行う設備である。図1に示すように、消雪用水は貯水槽に貯められた後、加熱機によって昇温（8℃～12℃）を行い、スプリンクラーにて軌道面上に散水される。上越新幹線では、上毛高原～新潟間においてトンネル区間を除く総延長約76kmの区間に消雪基地が32箇所設置され、昭和57年の開業から今日までの安定運行を支えてきた。しかしながら、1基地あたりの散水軌道延長が1km～5kmにもおよぶこの巨大な設備は多量の温水を必要とし、燃料である灯油の消費量は上越新幹線エリアにおいて年平均7,600kLと莫大であり、ランニングコストやCO₂排出量等が大きな課題となっている。本報ではこの散水消雪設備の省エネ化に向け、上越新幹線の消雪基地を対象に現行設備における散水時の高架各部分温度について調査を行った結果を報告する。

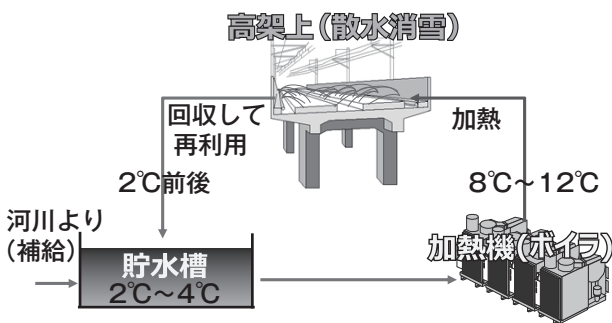


図1 散水消雪設備概要図

2. 散水時における高架各部分温度の実態調査

本章では上越新幹線における現行システムの運転フローを示すとともに、実態調査の概要について述べる。

2.1 上越新幹線散水消雪設備の運転フロー

図2に上越新幹線散水消雪設備における運転フローを示す。一定値以上の降雪強度を条件に設備が稼働し、起動初期は設定された温度（初期散水指令温度）で散水を行い、一定時間経過後に散水温度の可変制御（返送水温度予測制御）を行うシステムとなっている。なお、加熱機は稼働時間平準化のためローテーション制御によって稼働機を決定する。

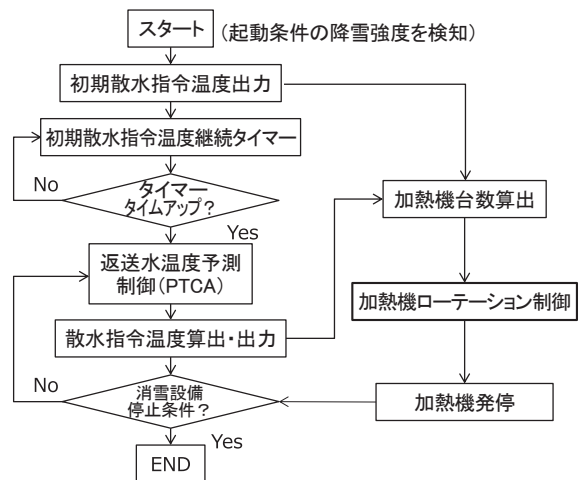


図2 上越新幹線散水消雪設備運転フロー

2.2 調査概要

2.2.1 測定機器設置概要

高架上における測定機器の設置概要を図3に示す。小中川消雪基地エリアにおいて散水温度、返送水温度、ス

ラブ表面温度を実測し、散水温度と返送水温度は基地からの距離が近距離(約170m)、中距離(約560m)、遠距離(約1,400m)の3地点で測定し、散水エリア全体としての状態を計測した。なお、スラブ表面温度計は遠距離の測定器と同位置に設置した。

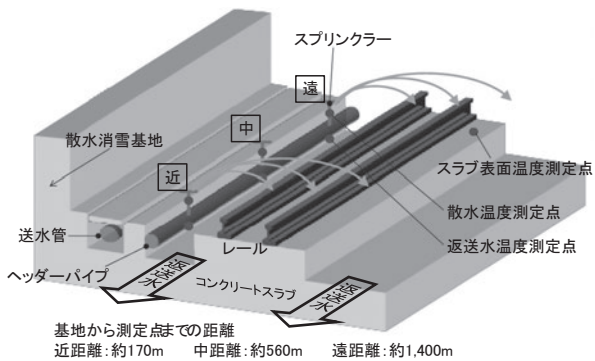


図3 測定器設置概要図

2.2.2 省エネ化検討に向けた確認項目

省エネ化を検討するために、各温度の実測データから確認する内容を下記に示す。

(a) 散水温度

散水用温水は送水管によって送水され、ヘッダーを介してスプリンクラーより散水されるが、基地から距離が離れるほど、送水中の熱ロス等が考えられ、散水温度を実測して距離と散水温度の関係性を明確化する。

(b) 返送水温度

返送水とは散水後、高架上を戻ってくる水のことであり、散水した温水から雪に奪われる熱量のほか高架上での熱ロス(躯体への放熱等)の結果を受けた状態となっている。そこで、設備の運転状態と返送水温度の関係を調査し、運転時における熱収支の実態を明らかにして余分な熱量投入をしているパターン等がないか確認する。

(c) スラブ表面温度

散水時の温水の熱量はスラブ(躯体)へも分散されるため、スラブ表面温度を測定し蓄熱効果などを確認する。

3. 測定結果

2015年12月~2016年3月の期間にて測定した結果を図4、図5の例のように分析した。散水消雪設備稼動時に制御上で指令される散水温度(散水指令温度)に対する各測定点の散水温度と返送水温度、スラブ温度の状態を分析し、(1)~(3)に示す実態を確認した。

(1) 基地からの距離によって散水温度等に差が生じる

図5に各地点の測定結果を示す。散水地点が基地から離

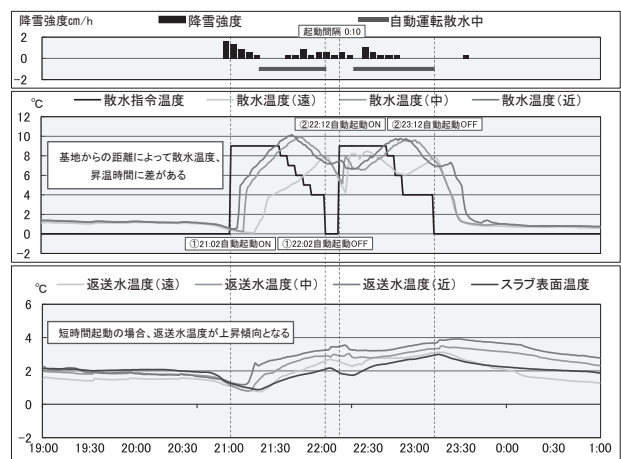


図4 高架上測定データ(分析例)

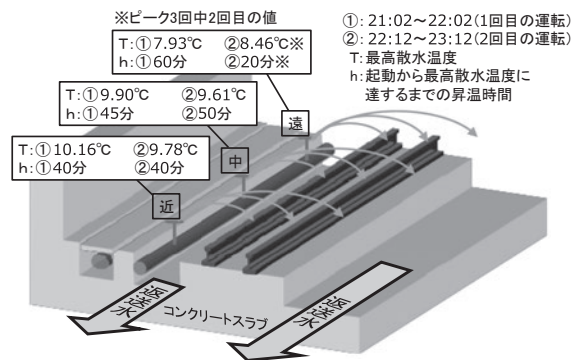


図5 各測定点における最高散水温度と昇温時間

れるほど最高散水温度は低く、昇温時間も長くなった。遠距離では昇温遅れの影響などでピーク発生タイミングのバラつきはあるが、距離によって昇温時間が長くなる傾向は他の実測データでも同様であった。

(2) 起動間隔が短い場合は返送水温度が上昇傾向となる

起動間隔が短い場合は散水地点の各地点において共通し返送水温度の上昇傾向が見られ、余分な熱量投入が考えられる。なお、期間中のデータ分析の結果、この傾向は起動間隔が30分以内の場合に起こることを確認した。

(3) スラブ表面温度は返送水温度に追従する

スラブ表面温度は同位置の返送水温度とほぼ同じ温度推移を示し、本試験では蓄熱効果は確認できなかった。

4. まとめ

本件では起動間隔の短い場合などは現行制御の改良により余分な熱量投入を抑制できる可能性があることを見出したほか、基地からの距離による散水温度の変化について実態を明らかにした。現在、この結果も踏まえて新たな散水消雪制御ロジックの開発を進めており、早期の散水消雪設備の省エネ化実現をめざしている。