

開業前の機能確認が1冬期に制限された消雪設備の検証

—北陸新幹線(金沢・敦賀間)—

鉄道技術センター
設備部機械課 雪害対策グループ 平岡 瑞基

1. はじめに

北陸新幹線（金沢・敦賀間）は、令和6年3月16日に金沢駅から敦賀駅までの約125kmの延伸区間が開業した路線であり、図-1に示す区間である。本路線は降雪地帯を走行するため、冬期安定輸送確保を目的とした雪害対策を整備している。本線部では、基本的に貯雪方式としているが、積雪が158cmを超える区間と分岐器部では散水方式としている。これは雪害対策委員会で決定されたものである。

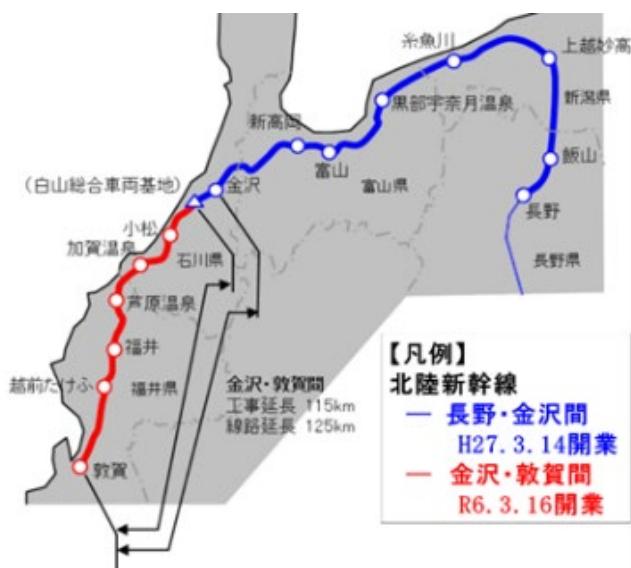


図-1 北陸新幹線（金沢・敦賀間）路線図

2. 雪害対策機械設備の特徴

北陸新幹線で採用した主な雪害対策機械設備について、概要と設置場所を表-1に示す。本線には①～③を設け、保守基地や車両基地には①及び③～⑤を設置している。これらの機械設備は、設置する地域の気象条件などに合わせた設備規模としている。

3. 消雪機能確認の目的

雪害対策機械設備は、現地工事完成時に試運転調整を行う他、冬期に機能確認を実施する。

機能確認とは、地形による特性や自然環境など異なる現地状況において、設計時に想定でき

表-1 北陸新幹線の主な雪害対策機械設備

① 散水消雪設備	
線路脇のスプリンクラーから温水又は井戸水を散水して消雪（本線、保守基地）	
② パネル融雪設備	
軌道脇に敷設したパネル内に温水を循環させ融雪（長野・金沢間の本線）	
③ 分岐器急速除雪装置	
車両から落ちて分岐器可動部に挟まった雪塊を、高圧の温水を噴射して除去（本線、車両基地）	
④ ガス熱風融雪装置	
軌道に設置したダクトから熱風を吹き出して融雪（保守基地）	
⑤ 軌間内消雪設備	
軌間内に設置した水路に温水又は井戸水を流すことでの融雪（保守基地）	

なかつた課題または不具合へ対応を行い、設備が機能的に問題ないか確認を行う作業の事である。通常は図-2のように、開業までに2冬期以上を実施する。

基本的に1冬期目は、地域環境を正確に把握するための調査・測定・検証などをを行い、設計との乖離がないかを確認する。その結果に基づき、制御システムの設定など、細かな調整を行う事で設計に即した確認を実施する。2冬期目には、前1冬期目に発生した不具合や課題に対処した上で、改めて機能確認を実施する。

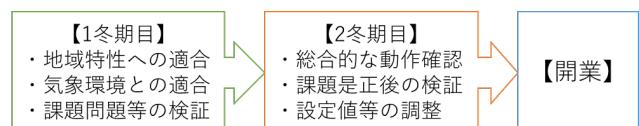


図-2 通常の機能確認の流れ

4. 過去に実施した機能確認の例

過去の実例として、北陸新幹線（長野・金沢間）と東北新幹線（八戸・新青森間）の機能確認で発生した不具合と対処事例を示す。

なお、散水消雪設備の機能確認には、個別と総合の2つの確認がある。個別機能確認では、システムとして組み合わせる前に個々の機能を確認し、総合機能確認では、気象条件に合わせた散水消雪システムの連動などを確認する。

4-1. 北陸新幹線（長野・金沢間）

長野・金沢間では、富山県の黒部宇奈月温泉駅を境に先行区間（長野-黒部）と後行区間（黒部-金沢）で工事施工時期が分かれており、冬期機能確認を行った時期が異なることになった。

(1) 1冬期目（先行区間）…平成24年度

総合機能確認にて、写真-1で示すとおり本線上の軌陸車進入路の一部で散水後の残雪を確認した。



写真-1 軌陸車進入路部の残雪

また、個別機能確認にて、写真-2で示すように散水分布の測定をしたところ、分布に偏りがあることが判明した。



写真-2 散水分布の測定風景

(2) 2冬期目（先行区間）…平成25年度

1冬期目（後行区間）…平成25年度

スプリンクラー型式の変更、配置の見直し、増設による対処などを行った結果、写真-3で示すように、2冬期目の個別機能確認では、良好な測定結果を得ることができた。



写真-3 散水分布の偏りの解消

(3) 2冬期目（後行区間）…平成26年度

総合機能確認にて、写真-4で示すとおり改善状況を確認し、良好な散水状況と消雪効果を確認した。



写真-4 軌陸車進入路部の残雪が解消

4-2. 東北新幹線（八戸・新青森間）

八戸・新青森間では、平成17年度に船岡消雪試験場で「PCエクストラドーズド橋」の模擬斜材を設置し、散水の影響を確認した結果、散水飛沫による「氷柱」が生じたことから、特殊なスプリンクラーの開発を行った。

(1) 船岡消雪試験場での消雪試験…平成17年度

スプリンクラーの散水飛沫によって、写真-5で示すように模擬斜材に着氷による氷柱の発生を確認した。



写真－5 模擬斜材に発生した氷柱

(2) 1 冬期目…平成 20 年度

総合機能確認にて、写真－6で示すように橋梁斜材へ散水飛沫による着氷できた氷柱を確認した。原因は、スプリンクラー設置時に他設備との取合調整によるものであった。



写真－6 橋梁斜材の着氷発生

(3) 2 冬期目…平成 21 年度

スプリンクラー位置を写真－7で示すように斜材間の中心へ変更した。その結果、写真－8で示すとおり、総合機能確認にて不具合の解消が確認できた。



写真－7 スプリンクラー位置変更



写真－8 橋梁斜材の氷柱が解消

5. 金沢・敦賀間の機能確認の課題

前章で示すように、2冬期以上の機能確認を実施することで、不具合への対処と必要とされる性能を確保することは、雪害対策機械設備にとって重要である。しかし、今回の金沢・敦賀間における機能確認では、開業工程の都合により開業前2冬期の実施が困難となり、監査・検査中及びJR管理仮引継ぎ後の訓練運転期間中による1冬期のみの実施となった。

対応策として、夏期には地上監査・検査とともに降雪を必要としない項目（散水状況・散水量など）の確認を先行して実施し、冬期の訓練運転期間中に降雪を必要とする項目（熱源設備を伴う温度制御や消雪状況等）の確認を実施した。機能確認の結果は、概ね問題なく無事に開業を迎えた。

しかし、結果的に1冬期しか機能確認を行えていないため、2冬期目も問題ないかを改めて検証する必要があった。そこで、開業後の令和6年度の冬期における気象状況、運転記録、カメラ画像を分析・確認することにより、実質2冬期目の機能確認として検証を行った。

5-1. 令和6年度冬期における降積雪実績

令和6年12月～令和7年3月における消雪基地の沿線5地区の積雪深を図-3に、日最大降雪量を表-2に示す。

最大降雪日は各地区とも2月4日で、その日の降雪量は設計条件としている30年再現確率値以下であることも確認できた。

また、沿線5地区における積雪状況の比較を行った結果、図-4に示すとおり福井県の今庄地区で令和6年度冬期の積雪深が令和7年2月

4日に最大106cmを記録したことから、その日の降雪量を確認すると49cmを記録していた。

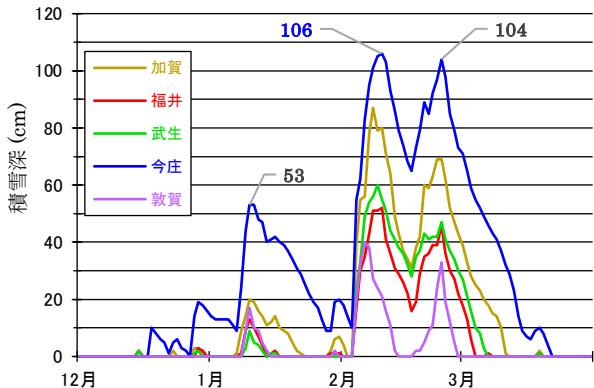


図-3 令和6年度冬期の沿線5地区積雪状況

表-2 令和6年度冬期の各地区最大日降雪量

地区	消雪基地	最大日降雪量 (降雪日)		
		12月	1月	2月
加賀	加賀温泉駅東部	4cm (12/28)	10cm (1/8)	39cm (2/4)
	加賀温泉駅西部	4cm (12/29)	11cm (1/9)	17cm (2/4)
福井	福井駅東部	3cm (12/29)	6cm (1/10)	26cm (2/4)
	福井駅西部	14cm (12/28)	22cm (1/9)	49cm (2/4)
武生	越前たけふ駅東部	0cm (-/-)	9cm (1/9)	25cm (2/4)
	越前たけふ駅西部	0cm (-/-)	9cm (1/9)	25cm (2/4)
今庄	日野川	0cm (-/-)	9cm (1/9)	25cm (2/4)
	敦賀駅東部	0cm (-/-)	9cm (1/9)	25cm (2/4)

(気象庁HPより)

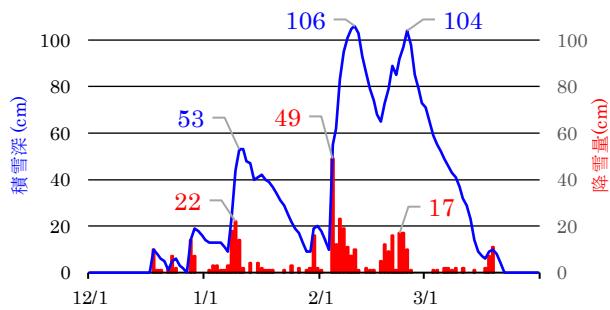


図-4 令和6年度冬期 今庄の積雪深と降雪量

5-2. 運転記録とカメラ画像による検証

2月4日における気象庁の気象記録より、降雪のあった時間を推定し、西日本旅客鉄道株式会社に御協力いただき、各消雪基地の集中管理をしている金沢管制センター中央監視サーバーにて、日野川消雪基地の運転記録と高架上監視カメラ画像を収集し、それらの分析を行った。監視カメラ画像の例を写真-9に、運転記録をグラフ化したデータを図-5へ示す。

図-5より、「降雪強度」の数値が高くなり散水開始の条件が整うと、消雪システムが起動

し、散水を行う前の「送水管内の水を満たすための運転」が開始されたことが確認できる。

配管内に水が満されると「散水指令温度」による「初期散水制御」が開始される。グラフでは7:30頃より「散水指令温度」が徐々に下がって行くのに対して「送水温度」が階段状に追従していることが確認できる。このことから、気象状況を元に導き出された散水温度に制御できていることがわかる。



写真-9 日野川消雪基地の監視カメラ画像

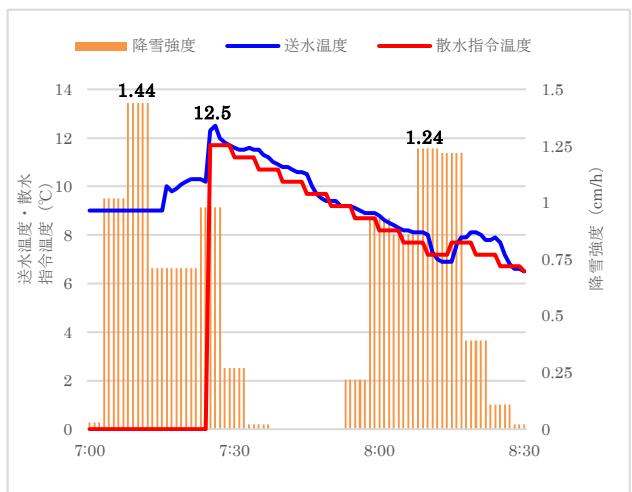


図-5 日野川消雪基地 運転データ

また、高架上カメラ画像でも以下のように運転データの記録と照合し検証を行った。

写真-10では、散水が開始される前の状況で徐々に降雪強度が強くなり、うっすらと高架上に積雪している状況を確認することができる。この時点では散水は行われていないが、図-5のグラフから読み取れるように、徐々に降雪強度が強くなると散水が開始される。

写真-11は散水開始直後、写真-12は散水中、写真-13は散水により高架上の雪が融けた状況

である。散水が開始されしばらく経つと、スプリンクラーによる散水で、軌道上の積雪が時間経過と共に消雪できていることが確認できる。

写真-14は、雪が止み散水運転が停止した後の状況で、軌道上に雪がなく、散水消雪設備が正常に機能していることが確認できる。

このように、気象庁のデータから降雪の多い地区と時間帯を確認して、消雪基地の運転記録と監視カメラ画像を照合し、散水消雪の運転状況の確認を実施した結果、現地動作状況と運転記録のデータが一致しており、正常に機能していることが確認できた。

これらにより、開業後でも散水消雪設備の機能に問題がないことを確認できた。



写真-10 高架上散水開始前
(令和7年2月4日午前7:14頃)



写真-12 高架上散水動作中
(令和7年2月4日午前7:25頃)



写真-13 高架上の雪が融けた状況
(令和7年2月4日午前7:37頃)



写真-11 高架上散水開始直後
(令和7年2月4日午前7:23頃)



写真-14 高架上散水停止後
(令和7年2月4日午前8:53頃)

6. 課題と考察

開業後の実質2冬期目の機能確認として、実際の運用実績についてデータ検証などの調査を行い、問題がないか検証した。

今回、結果的に特段の不具合や問題などは無かったが、気象状況の変化や想定外の事象への対応を考慮すると、原則として開業前に2冬期以上の機能確認を実施することが望ましいと考える。

将来的には、地球温暖化によって降雪自体が少なくなれば設備規模の縮小も考えられるが、昨今の異常気象などによる一時的な豪雪への対処は、今後も必要と想定され、引き続き運転データに注目していく必要がある。

7. おわりに

北陸新幹線（金沢・敦賀間）の雪害対策機械設備においては、開業前に通常2冬期実施する機能確認が1冬期へ制限され、開業後に改めて確認と検証を行うこととなった。雪害対策として想定外の気象事象に対しても備える必要があることを考えると、今後も機能確認は開業前2冬期を原則とすることが望ましい。

最後に、本発表にあたり各種データの収集にご協力いただいた西日本旅客鉄道株式会社に厚く御礼申し上げます。