

第24回 技術研究会

講演概要集



1 日目



独立行政法人

鉄道建設・運輸施設整備支援機構

第24回技術研究会 次第

令和8年10月6日(火)～ 10月7日(水)
横浜市教育会館 ホール(4F)
神奈川県横浜市区紅葉ヶ丘53番地

【一日目】 10月6日(火)			
時 間	分 類	講 演 題 目	講 演 者
10:00～10:15		開 会 挨 拶	堀口副理事長
① 10:15～10:50	調 査	運転計画業務のDX化に向けて —運転曲線作成システム(SPEEDY)の開発—	鉄道技術センター 調査部調査課 調査第二G 青山 龍士
② 10:50～11:25	機 械	青函トンネル高速化に伴う煙検知装置の改良 —ヴェイパー現象(水蒸気)への対応—	鉄道技術センター 設備部設備企画課 機械技術G 栗飯原 充善
③ 11:25～12:00	軌 道	デジタル式レール踏面測定器の開発	北海道新幹線建設局 軌道部軌道第二課 山崎 晋太郎
12:00～13:30		昼 食	
④ 13:30～14:05	橋 り ょ う	工期制約に対応した河川内大深度ケーソン基礎の施工 —中央新幹線、笛吹川・濁川橋りょう—	関東甲信工事局 山梨鉄道建設所 小林 幸多
⑤ 14:05～14:40	電 気	酷寒地における電気融雪器の性能評価 —北海道新幹線(新函館北斗・札幌間)電気融雪器設備—	鉄道技術センター 電気部電力課 電灯電力G 徳永 悠
⑥ 14:40～15:15	高 架 橋	工事契約にECI方式を適用した高架橋工事 —北海道新幹線、札幌車両基地高架橋—	北海道新幹線建設局 札幌建設事務所 札幌第三企画G 春山 裕喜
15:15～15:30		休 憩	
⑦ 15:30～16:05	用 地	駅出入口上部空間の利用を目的とした一般定期借地契約による土地貸付 —神奈川東部方面線—	本社 用地部用地企画課 河本 昌也
⑧ 16:05～16:40	建 築	トンネルに近接した駅の旅客上家における圧力変動及び風速の検討 —北海道新幹線、新小樽(仮称)駅—	鉄道技術センター 設備部設備企画課 建築企画G 本田 美穂

【二日目】 10月7日(水)			
時 間	分 類	講 演 題 目	講 演 者
⑨ 10:00～10:35	ト ン ネ ル	変状リスク低減に向けた山岳トンネルインバートの設計・施工	鉄道技術センター 設計部地下構造課 山本 浩平
⑩ 10:35～11:10	D X	ICTを土木工事に活用する課題と展望 —北海道新幹線、新八雲(仮称)駅高架橋—	北海道新幹線建設局 八雲建設事務所 土木担当G 権藤 稔
11:10～11:20		休 憩	
⑪ 11:20～11:55	地 域 鉄 道 支 援	鉄道・運輸機構の地域鉄道支援業務の活動	本社 鉄道企画調査部鉄道総合支援課 青柳 広樹
⑫ 11:55～12:30	ト ン ネ ル	変位が大きい押出し性地山におけるトンネル設計、施工 —北海道新幹線、渡島トンネル(台場山)—	北海道新幹線建設局 北斗建設事務所 土木担当G 中野 昂人
12:30～14:00		昼 食	
14:00～15:30		【特別講演】 土木と建築の連携の現状と未来(仮題)	東京大学 地震研究所 災害科学系研究部門 教授 楠 浩一 様
15:30～15:40		休 憩	
15:40～15:55		閉 会 挨 拶	玉井鉄道技術統括役

○本行事は土木学会認定CPDプログラムです。
認定番号:JSCE26-0782 4.7単位 (令和8年10月6日(火)10:00～16:40)
認定番号:JSCE26-0783 3.9単位 (令和8年10月7日(水)10:00～15:55)

講演概要集 目次 【1日目】

運転計画業務のDX化に向けて

—運転曲線作成システム（SPEEDY）の開発—

鉄道技術センター 調査部調査課 調査第二グループ 青山 龍士 1

青函トンネル高速化に伴う煙検知装置の改良

—ヴェイパー現象（水蒸気）への対応—

鉄道技術センター 設備部設備企画課 機械技術グループ 栗飯原 充善 3

デジタル式レール踏面測定器の開発

北海道新幹線建設局 軌道部軌道第二課 山崎 晋太郎 5

工期制約に対応した河川内大深度ケーソン基礎の施工

—中央新幹線、笛吹川・濁川橋りょう—

関東甲信工事局 山梨鉄道建設所 小林 幸多 7

酷寒地における電気融雪器の性能評価

—北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）電気融雪器設備—

鉄道技術センター 電気部電力課 電灯電力グループ 徳永 悠 9

工事契約にECI方式を適用した高架橋工事

—北海道新幹線、札幌車両基地高架橋—

北海道新幹線建設局 札幌建設事務所 札幌第三企画グループ 春山 裕喜 11

駅出入口上部空間の利用を目的とした一般定期借地契約による土地貸付

—神奈川東部方面線—

本社 用地部用地企画課 河本 昌也 13

トンネルに近接した駅の旅客上家における圧力変動及び風速の検討

—北海道新幹線、新小樽（仮称）駅—

鉄道技術センター 設備部設備企画課 建築企画グループ 本田 美穂 15

運転計画業務のDX化に向けて

～運転曲線作成システムの開発～

鉄道技術センター
調査部調査課 調査第二グループ 青山 龍士

1. はじめに

機構には、運転計画を行う「運転設備」の部署がある。この部署は、調査部門・各施工部門と調整を図り、設備計画を進める役割を担う。役割の一つに計画路線の運転時分を算出する業務があり、算出された運転時分はダイヤ作成などの運転計画検討の他、調査路線における需要予測にも用いられている。運転時分の算出には運転曲線を作成する必要があるが、担当者には運転業務の実務経験といったスキルが必要であり、人材が限定される、育成に時間を要するといった課題がある。また、機構における検討路線は運転方式など多種多様な路線であり、全てに対応する必要がある。このような背景からこれらに対応すべく運転曲線作成システム「SPEEDY」を構築、平成21年の導入から今までで技術開発にて数々の機能を実装した。この取り組みについて報告する。

2. 運転曲線作成システムの概要

2-1 運転曲線作成システムの開発経緯

運転曲線作成システム SPEEDY の基本システムは鉄道総研が開発、機構においては技術開発の一環として、SPEEDY の様々な機能拡充を図ってきた。これまでの開発経緯を表-1に示す。

表-1 運転曲線作成システムの開発経緯

【鉄道総研】	
平成4年度	基本システム(SPEEDY)を開発
平成27年度	新OS対応、線路データの一新
令和6年度	在来線ATS版における閉そく割検討機能を開発
【機構（近年の技術開発）】	
平成21年度	在来線版 SPEEDY の開発
平成29年度	在来線版, 新幹線版の機能向上 新在直通版の開発
令和3年度	在来線版における機能向上
令和7年度	在来線版における閉そく割検討機能・信号編集機能の実装

2-2 運転曲線作成システムの種類

運転曲線の作成は運転保安装置の種類により方法が異なることから、新・在別、運転保安装置別に分かれている。

- ・在来線ATS版
地上信号方式にて運転する線区に対応
- ・在来線アナログ式ATC版
車内信号方式(アナログATC)にて運転する線区に対応
- ・在来線デジタル式ATC版
車内信号方式(デジタルATC)にて運転する線区に対応
- ・新幹線版・新在直通版
各新幹線路線に対応

2-3 運転曲線作成システムの主な機能

(1) 運転曲線作成機能

地上の線形やあらかじめ設定した信号現示に基づき運転曲線を自動作成する。また、ATC版においては進路と車内信号現示を設定することにより同様に自動作成する。

(2) 時隔曲線作成機能

作成した運転曲線及び信号設備データ(信号機位置・信号現示系統など)に基づき、続行、追込・開通時隔曲線、交差支障の各時隔曲線の作成が可能である。

(3) 電流・電力量計算機能

作成された運転曲線に基づき、速度・引張力・運転方法(力行・惰行・ブレーキ)から列車走行中に要する電流・電力量の算出が可能である。

(4) 閉そく割検討機能

1) ATS版 SPEEDY

閉そく割検討に必要な信号現示系統と運転時隔の評価に対応する機能であり、目標運転時隔を満たす閉そく割の提案機能や設定した閉そく割を編

集する機能を有する。また、高速運転線区にも対応している。

2) アナログ式 ATC 版 SPEEDY

信号現示の遷移（信号展開図表）の設定をしたのち、軌道回路境界の位置および ATC 信号の遷移を編集可能である。また、設定した各速度段に応じたブレーキ距離を算出し、閉そく長に応じたブレーキ距離が満たされているかを判定することも可能である。

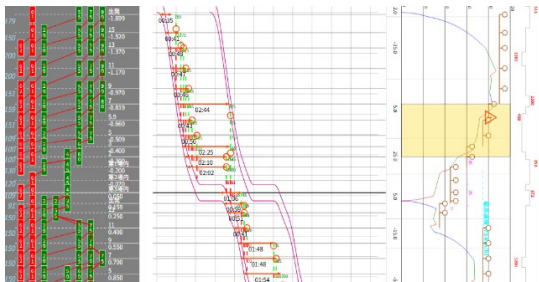


図-1 ATC 版における信号編集画面

3) デジタル式 ATC 版 SPEEDY

設定された区間内において、入力された条件に基づき閉そく割を自動提案する機能を有する。

3. SPEEDY の適用事例

3-1 調査・検討路線での適用

鉄道の路線検討の前段として、当該路線が実際に建設できるのか、整備効果を発揮できるのかといった調査が実施されるが、当該路線の運転時分はその一つの判断材料となる。調査段階においては不確定要素が多く、線形の変更、駅位置の変更に加え、多様な停車駅パターンといった検討が発生する。SPEEDY では停車駅パターンの変更は入力で対応できるほか、線形変更に対しても各線路データを修正・保存できるため比較的容易に修正することが可能である。直近では地下鉄 7 号線延伸及び熊本空港アクセス鉄道に伴う各種検討を実施、また、機構で調査受託している路線の運転時分算出などに活用している。

3-2 整備路線での適用

整備路線においては、設備設計に活用する。計画時に算定した運転時分・運転時隔と相違がないかなどを SPEEDY にて算出す

る。施工段階において線形や信号機位置が変更となった場合、ブレーキ距離や運転時隔が当初の計画値を下回っていないかの確認が必要となるため、この際にも SPEEDY に修正データを入力し確認を実施している。また、監査・検査時における各速度域での試験列車の運転時分の算出も可能であり、ダイヤ作成にも活用している。

4. 今後の展開

機構ではこれまで ATS 版 SPEEDY をはじめ、ATC 版・新幹線版と拡充を図り、現在の運転設備業務において必要不可欠のシステムとなっている。運転曲線や時隔曲線の作成だけでなく、設備の設計にも活用できるような提案機能を有しているため、以前は鉄道事業者や出向者に頼らざるを得なかった業務においても、現在では機構職員の運転設備担当者が中心となって検討業務を実施している。技術継承においても、本システムが補完することにより技術を繋ぐ援助となる。今後は計画路線においてどの運転保安装置が適しているのかといった比較検討のデータの算出や、設備のスリム化を実施した場合の運転計画の検討といった場面にも運転曲線作成システムの活用が期待される。

5. おわりに

運転設備計画の検討は、ゼロベースからの信号機の配列や閉そく割の検討、運転時分の算出と非常に多岐にわたり、専門的なスキルをもった人材がこの業務にあたってきたが、後継者育成が問題となっていた。運転曲線作成システム SPEEDY は技術開発としてこれまで数々の機能を拡充してきたが、令和 6 年度・7 年度の開発にて実装した提案機能を活用することで、今まで有識者の経験に頼ってきた業務においても当システムで実行することが可能となり、後継者育成の観点からも有効な手段だと考えている。また、システム化による運転設備検討業務の効率化が図れ、業務量の削減といった目に見える成果もある。今後も SPEEDY の技術開発を進め、運転計画業務の DX 化に向けて充実させていく所存である。

青函トンネル高速化に伴う煙検知装置の改良

～ヴェイパー現象（水蒸気）への対応～

鉄道技術センター
設備部設備企画課 機械技術グループ 栗飯原 充善

1. はじめに

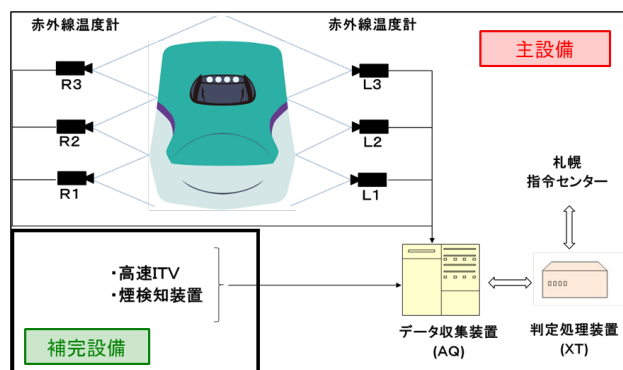
青函トンネルは、1988（昭和 63）年に開業した全長 53.85km の世界最長の海底トンネルである。海底中央部に向けて連続した下り勾配を有する特殊な線形条件から、学識経験者、日本国有鉄道及び日本鉄道建設公団で構成された「青函トンネル火災対策委員会」において火災対策が検討され、様々な設備が設けられている。また、北海道と本州を結ぶ唯一の陸上交通路として高い公共性を有しており、2016（平成 28）年には北海道新幹線（新青森・新函館北斗間）が開業し、新幹線と在来線の共用走行区間の一部となっている。

北海道新幹線では、新幹線と貨物列車の運行時間帯を分離する「時間帯区分方式」により青函トンネル内の高速化が進められ、2024 年から 260km/h 営業運転が実施されている。一方、青函トンネル内 260km/h 化に向けて 2023 年 7 月に行われた高速走行試験では、後述するヴェイパー現象（水蒸気）による霧を煙検知装置が火災煙と誤検知する事象が確認された。本稿では、高速化を進める中で発生したヴェイパー現象による煙検知装置の誤検知事象に対し、原因究明から対策立案、現地検証に至るまでの検討経緯と、その対策内容について報告する。

2. 火災対策設備の概要

青函トンネルでは列車火災の早期発見を目的として列車火災検知装置を設置している（図－1）。トンネル内外 8 か所（Z1～Z8）に設置した赤外線温度計カメラにより車体を非接触で

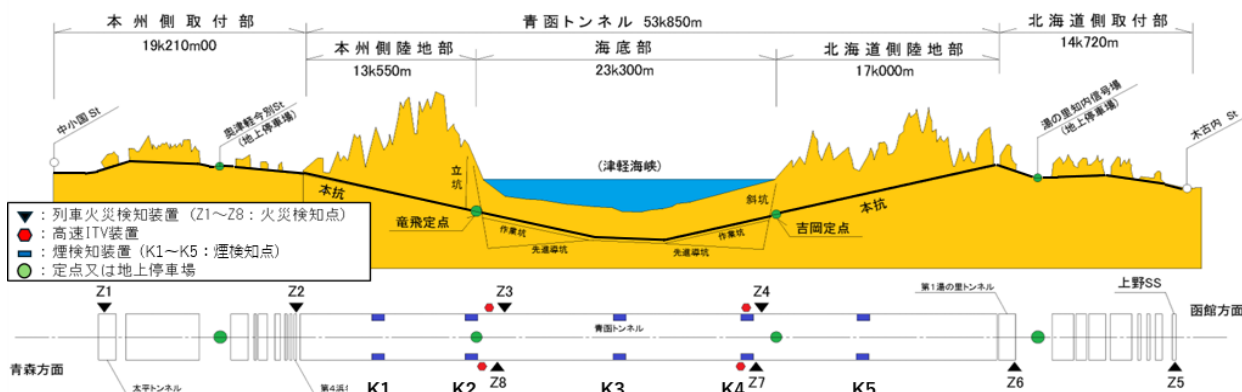
測定し、火災検知を行っている。一方、くん焼火災など、車両表面に異常発熱として現れない火災については、赤外線温度計カメラでは検知できない可能性があるため、列車火災検知装置の補完設備（図－2）として煙検知装置をトンネル内 5 か所（K1～K5）に設置している。本検討では煙検知装置の誤検知抑制と火災検知機能の性能維持を目的として対策を検討した。



図－2 列車火災検知装置構成図

3. ヴェイパー現象発生経緯

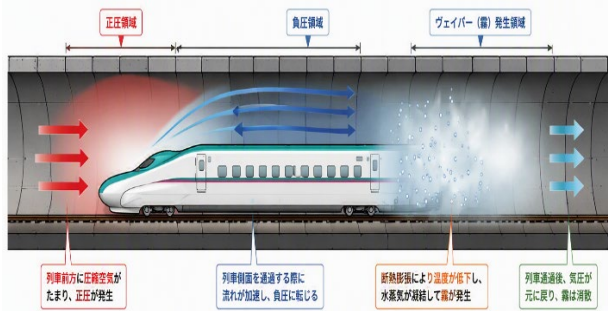
2023 年 7 月の青函トンネル内 260km/h 高速走行試験で、煙検知装置が煙警報を発報した。トンネル内の ITV カメラ映像では、火災は認められず、列車周辺に白色の霧状現象が確認された。また、同時期の 260km/h 高速走行試験では、煙警報には至らないものの、霧状現象が複数回発生していた。煙検知装置が発報した場合、煙警報が指令へ伝送され、安全確認が必要となるため、本事象が高速走行時の支障となることが懸念された。このため、JR 北海道及びメーカーと連携して原因究明及び対策検討を行った。



図－1 青函トンネル縦断及び列車火災検知装置位置図

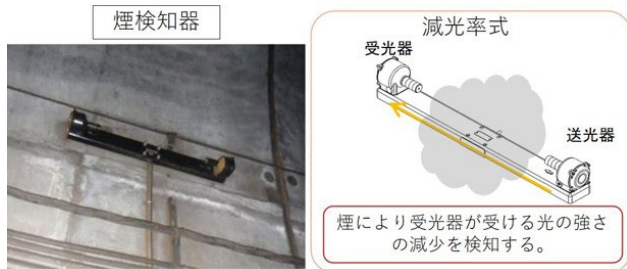
4. ヴェイパー現象発生メカニズム

ヴェイパー現象とは、高速で移動する物体の周囲で空気が急激に圧縮・減圧されることにより、空気中の水蒸気が凝結し霧状の水滴が発生する現象である。航空機の翼周辺や高速走行する車両周囲で発生することが知られている。トンネル内を高速走行する車両の前方では空気が圧縮され圧力が上昇する。前方の空気が車両側面を通過する際に圧力が急激に低下し、断熱膨張によって空気温度が低下する。このとき空気中の水蒸気が凝結して霧が発生する（図－3）。



図－3 ヴェイパー現象発生メカニズム

鉄道総研に相談したところ、今回確認された現象についても、高速走行する新幹線車両周囲で発生したヴェイパー現象であるとの見解であった。今回の事象では、この霧が煙検知器の光軸を遮ったことで、火災煙として誤検知されたと考えられた（図－4）。



図－4 煙検知装置の検知原理

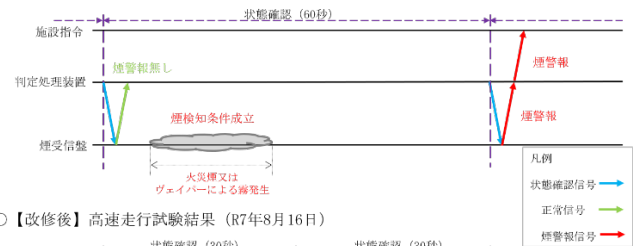
5. ヴェイパー現象対策

ヴェイパー現象の発生抑制対策として、列車速度の減速、トンネル断面の拡大、車両断面の縮小、湿度の低減などが考えられるが、いずれも現実的な対策ではなく、高速化という目的とも整合しない。また、煙検知装置メーカーとの検討により、煙と霧（ヴェイパー現象）を煙検知器で判別することは困難であり、新たな検知装置の開発には多大な期間と費用を要することが判明した。そこで、煙検知器による判別方式の変更ではなく、検知後のデータ判定処理方法の改良による対策を検討した。

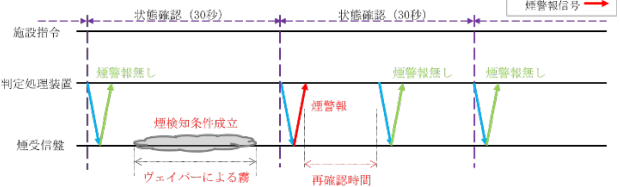
今回は煙と霧の継続時間の違いに着目し、煙検知装置が煙を検知し、煙警報を発報するまでの処理方式を再検討した。まず、対策内容を具体化するため、煙検知装置設置箇所において温度、湿度及び気圧を測定し、ヴェイパー現象の発生状況と継続時間を確認した。併せて、煙検知装置受信盤にデータロガーを設置し、検知信号の継続時間を記録した。測定の結果、ヴェイパー現象は高湿度環境下で発生しやすく、煙検知信号の継続時間は最大でも10数秒程度であることを確認した。

この結果を基に、煙警報受信後、一定時間経過後に状況を再確認し、煙検知状態が継続している場合のみ指令へ伝送する方式を採用した（図－5）。これにより、列車火災検知装置の補完設備としての煙検知機能を維持しながら、誤発報リスクを低減することができた。ヴェイパー現象は自然現象であり再現確認が困難であったが、改良後の260km/h高速走行試験で再現データの取得に成功し、改良後の判定処理が想定どおり動作することを確認した。

○【改修前】火災煙又はヴェイパー現象による霧発生時の動作例



○【改修後】高速走行試験結果（R7年8月16日）



図－5 煙検知装置改良内容

6. おわりに

新幹線がトンネル内を高速走行すると、車両周辺の圧力変化によりヴェイパー現象による霧が発生する。この現象は通常のトンネルでは問題とならないが、青函トンネル特有の火災対策設備である煙検知装置に誤検知を生じさせる可能性がある。

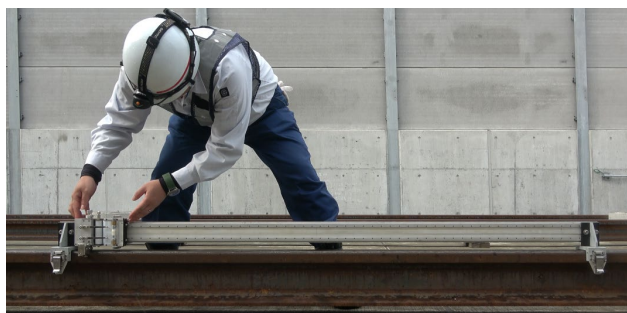
本検討では、ヴェイパー現象の特性を把握し、既設煙検知装置の改良を実施した。その結果、火災検知機能を維持しながら煙検知装置のヴェイパー現象対策を実現した。なお、令和8年度GW・お盆期間の260km/h営業運転においても問題なく機能していることを確認している。

デジタル式レール踏面測定器の開発

北海道新幹線建設局
軌道部軌道第二課 山崎 晋太郎

1. はじめに

レール溶接工事では、圧接コブや余盛を研磨により除去し、レール表面を滑らかに仕上げる必要がある。研磨後に仕上がり状態を確認するためにレールの踏面の形状を測定する（写真－1）。本稿では、従来使用してきたアナログ式のレール踏面測定器の課題を解決し、測定作業の効率化と品質管理の高度化を目的として開発した「デジタル式レール踏面測定器」について報告する。



写真－1 レール踏面測定

1－1 レール踏面測定の概要

レール踏面測定は、溶接部を中心に前後1mの範囲で、レールの高低及び通り方向の形状を測定する。新幹線では、高低を $+0.3 \sim -0.1$ mm以内、通りを ± 0.3 mm以内に収め、かつ、平滑に仕上げる事が定められている。

1－2 測定の実施時期

レール踏面測定は、レールの溶接後、レール敷設後及び監査において実施する。北海道新幹線は延長が長く、レール溶接箇所も膨大であるため、レール踏面測定の回数も多く、測定作業や測定結果の管理・保存を効率化することが求められた。

2. アナログ式測定器の課題

2－1 紙媒体による制約（課題①）

アナログ式のレール踏面測定器は、レール表面の凹凸を感圧紙（写真－2）に描画する構造となっている。これにより、測定ごとに感圧紙を消費するため、感圧紙（ロール紙）を交換す

る必要がある。また、雨天などで、感圧紙が濡れてしまうと、描画できない。



写真－2 感圧紙

2－2 測定後の判定作業（課題②）

出力されたチャートは、レール形状は描画されるものの、凹凸の絶対値は測定されない。そのため、チャートに始点と終点を結んだ基準線を引き、定規で最大変位を測定する必要がある。この作業が非常に煩雑であり、判定結果に個人差が生じる余地がある。（写真－3）



写真－3 判定作業

2－3 記録管理の負担（課題③）

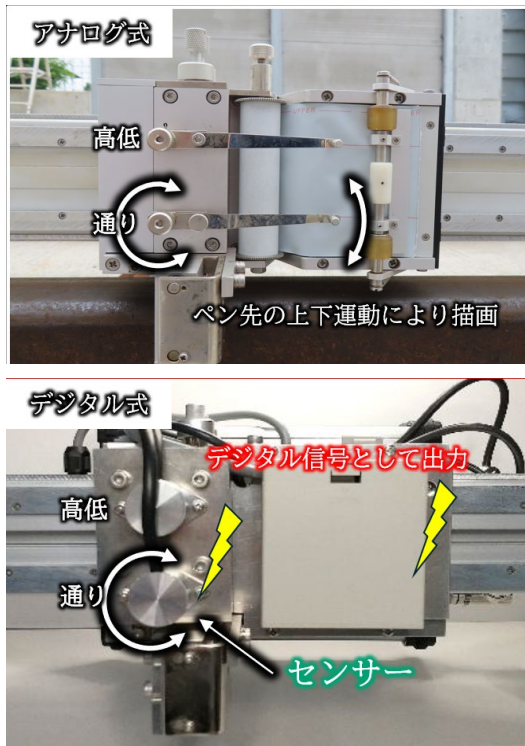
アナログ式で出力されたチャートは、測定日時や測定場所などは記録されないため、測定後、直ちに感圧紙を台紙に貼付し、整理しないと、どのレールを測定したチャートなのか、分からなくなってしまう。

3. デジタル式レール踏面測定器の開発

3－1 開発概要

ここまで示したアナログ式の測定器の課題に対し、測定データをデジタル化することで解決を目指した。デジタル式の測定器は、アナログ式の「レール形状を測定する構造」は変えていない。デジタル式では、記録ペンを変位センサーに置き換えて、レール面の変位量を信号化した。移動量は、エンコーダーにより信号化し、変

位置と移動量の信号を組み合わせることで、レールの形状を波形として、タブレット端末の画面に描画した。(図－１)

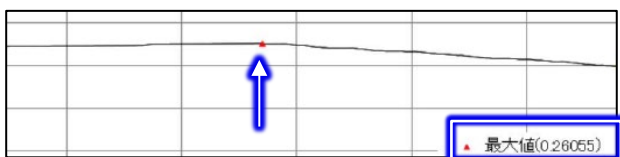


図－１ 測定機構

3－2 導入効果

デジタル化によって、レール形状は画面上に表示されるため感圧紙が不要となった。また、自動的に最大変位が表示され、測定日時などの情報が付与される。(写真－４)

さらに、保存ボタンを押下すれば測定結果がサーバーにアップロードされる。踏面測定の結果をデータ化したことで、溶接番号などを使って検索が可能となり、過去の測定結果についても容易に検索できるようになった。



写真－４ 判定の自動化

3－3 情報共有の高度化

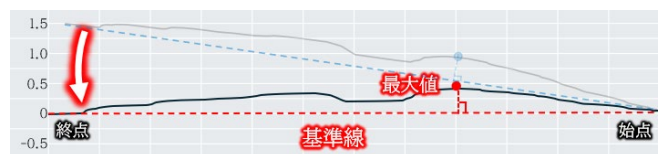
従来、２本のレールがズレて溶接され、レール削正によっても平滑に仕上げるのが困難となった際、仕上げ場の作業員がチャートを持って、溶接場まで出向き、事象を報告して溶接作業を改善させる必要があった。

デジタル化により、作業場全体でリアルタイムに品質や出来形などの情報を共有することができるため、施工管理の効率化及び品質向上に寄与する。

4. 開発時の課題と付加価値

4－1 課題

開発にあたり、基準線の傾きへの対応が課題の一つとなった。チャートは、線形などの影響を受けると、水平に描かれないことがある。アナログ式のレール踏面測定器では、測定後に基準線を書き込んで最大変位量を判定していたため、問題とはならなかった。しかし、デジタル式では、基準線が傾いた場合、最大変位量を縦軸の目盛り値から直接読み取ることができない。そのため、取得した波形データを回転補正することで、最大変位量を縦軸目盛りから直接読み取れるようにした。(写真－６)



写真－６ 波形の回転

4－2 付加価値

付加価値の一つに仕上げ作業の効率化がある。レール溶接仕上げ技術者は、測定後に測定紙を折り曲げることで、凸部の位置や大きさを確認し、経験に基づいて研磨の要否を判断している。

今回のデジタル化により、測定後直ちに最大変位量と位置を表示できるため、研磨の必要性を迅速かつ客観的に判断できるようになった。



5. おわりに

デジタル化によって、作業の効率化と品質の向上を図るだけでなく、付加価値も生み出すことができた。

今後は、北海道新幹線建設工事への全面導入を進め、機構軌道部門の施工情報を集約している『KMDAS』と連動させ、溶接部の品質及び出来形データの一元管理を目指したい。

さらに、デジタル化による効率化は、時間の限られた営業線の保線作業に貢献すると考えられ、本測定器は鉄道事業者でも採用されと考えている。

今後も、レール溶接の施工管理の効率化と品質管理のさらなる高度化に、貢献していきたい。

工期制約に対応した河川内大深度ケーソン基礎の施工

～中央新幹線、笛吹川・濁川橋りょう～

関東甲信工事例
山梨鉄道建設所 小林 幸多

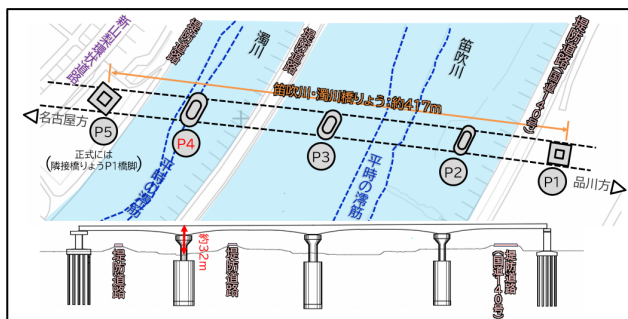
1. はじめに

中央新幹線、笛吹川・濁川橋りょうは、山梨県甲府市を流れる一級河川・笛吹川及び濁川を渡河する橋長約 417m の 4 径間連続 3 室 PC 箱桁橋である。5 橋脚で構成する橋脚のうち P2 ～ P4 橋脚が河川区域内においてニューマチックケーソン基礎を採用している（図－1，2）。

河川区域内工事において工事許可が下りるのは 1 年のうち河川の増水が少ない 11 月から翌年 5 月末の 7 か月間（非出水期）に限られる。本工事のニューマチックケーソン基礎は、諸条件より施工に 7 か月以上を要することが確定的であり、複数非出水期に跨る分割施工が必要となるが、施工途中でのケーソン設備や仮設物の撤去再設置等を考慮すると工程成立性が大きな課題となった。なかでも最も施工条件が厳しい P4 橋脚においてこの工期制約により生じた課題とその解決策を報告する。



図－1 路線位置図

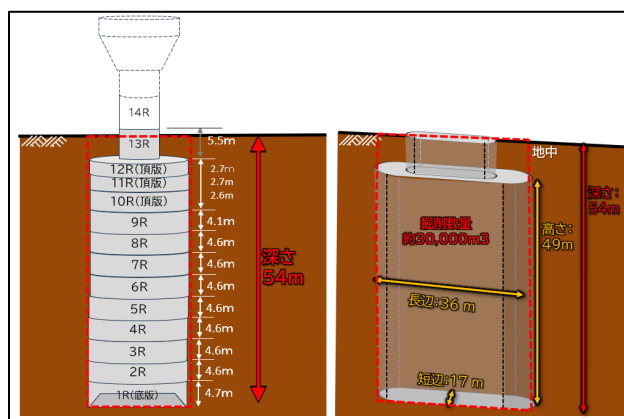


図－2 笛吹川・濁川橋りょう概要図

2. ケーソン基礎の概要

P4 橋脚のケーソン基礎は、長さ約 36m、幅約 17m の小判形断面を有し、沈設深さは約 54m、掘削土量は約 30,000 m³ である（図－3）。近接

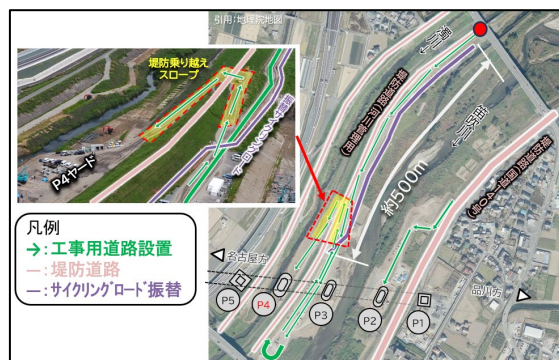
する中央自動車道等を上越しするため架橋位置が高くなり、それを支える橋脚基礎も大規模な構造物となった。そのためケーソン基礎の施工は 13 ロットに分割して行い、構築・掘削だけで計画では 256 日間を要し、2 非出水期以上に分割した施工が必要と想定された。



図－3 P4 橋脚ケーソン基礎概要図

3. 施工条件

P4 橋脚は、濁川の滞筋付近に計画されたため、施工に先立ち滞筋を振り替える必要があった。また、濁川は河幅及び低水敷が狭く、ケーソン施工に必要な工事用ヤードを確保できなかった。このため、施工箇所の周囲に鋼管矢板を打設し、その周辺を盛土して高水敷高さに合わせた施工ヤードを造成する必要がある。また、施工箇所が幹線道路に面していないため、工事用道路を笛吹川の右岸高水敷に設置する必要があり、支障するサイクリングロード約 500m の振替、堤防越えスロープの設置も必要となる。これらの仮設工が非出水期内の工程を大きく圧迫する要因であった（図－4）。



図－4 工事用道路の設置

4. 分割施工による課題と対処

複数の非出水期に分割してニューマチックケーソン基礎を施工するためには、最初の非出水期の終了時点で施工途中の本体構造物を河川内に存置する必要がある。河川管理者との協議の結果、洗掘に伴う露出も考慮し、河床から2mほど深く埋め戻すことが条件として示された。この段階でのケーソン基礎は中空状態で頂版施工前であることから、鋼製蓋を設置し埋戻した。また、ケーソン下部の作業室には、掘削作業中は排水のため圧縮空気を送気しているが、作業停止に伴い送気も停止する。気圧の低下によりケーソンが沈下し作業室内が埋没して存置した設備が損傷する恐れがあることから、サンドルを設置した。本工事では施工性のよい発砲スチロールを採用した。(図-5)。

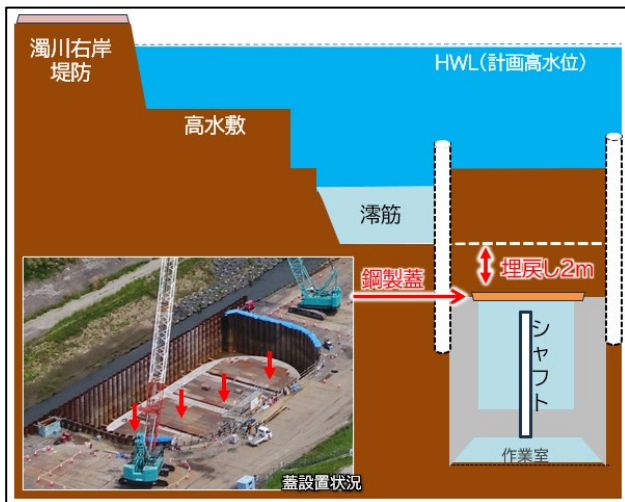


図-5 ケーソン埋戻し概略図

5. 分割施工の工程検討

構築するニューマチックケーソン基礎が極めて大きく、それを施工するための瀬替、施工ヤード、工事用道路も大規模になることから複数の非出水期に分割して河川内施工を行う必要があり、分割施工の工程検討を実施した。当初の河川管理者との取り決めでは、河川内工事のため出水期を跨ぐ度にケーソン設備、瀬替え、施工ヤード、工事用道路などを撤去・再設置する必要がある。河川内での作業可能日数は7か月の内、休日等を加味して179日とした。ケーソン基礎施工時の安全性、品質確保のほか、コスト面も考慮し、2度の非出水期で施工できないか検討したが成立しなかった(表-1)。

表-1 当初検討時の施工工程

施工ステップ	第1期目 非出水期	第2期目 非出水期
河川内 施工可能日計	179日	179日
施工準備(測量・除草・伐木)	10日	—
サイクリングロード振替	18日	—
工事用道路設置	18日	18日
埋設構造物掘り返し	—	5日
河川内ヤード設置(鋼管矢板・盛土設置)	73日(瀬替を含む)	40日
ケーソン刃口設置	24日	—
ケーソン構築・掘削(昼夜施工)	87日(1~5ロット)	131日(6~13ロット)
地耐力確認	—	2日
ケーソン設備撤去	14日(埋設含む)	12日
河川内ヤード撤去(鋼管矢板・盛土撤去)	36日	36日
工事用道路撤去	12日	12日
片付け	2日	2日
合計	294日	258日

そこで、工程短縮要素の検出及び関連協議を行った。工程を成立させるために講じた主な協議・施策は以下のとおり。

- ① 河川の流下阻害とならないように対策を提案し工事用道路とスロープ、鋼管矢板を同年存置するための協議を行い了承された。
 - ② 河川内施工をする非出水期は3度とし、最初の非出水期にサイクリングロードの振替や滞筋の振替、鋼管矢板の一部設置など本体構造物以外の準備工を実施した。
- これらを踏まえ、工程検討した結果、3期の非出水期に分割した工程を策定した(表-2)。

表-2 短縮検討・協議後の施工工程

施工ステップ	第1期目 非出水期	第2期目 非出水期	第3期目 非出水期
河川内 施工可能日計 (週休1日・年末年始休)	179日	179日	179日
施工準備(測量・除草・伐木)	10日	—	—
サイクリングロード振替	18日	—	—
工事用道路設置	18日	5日	5日
埋設構造物掘り返し	—	—	5日
河川内ヤード設置(鋼管矢板・盛土設置)	44日(瀬替を含む)	33日	12日
ケーソン刃口設置	—	24日	—
ケーソン構築・掘削(昼夜施工)	—	87日(1~5ロット)	129日(6~13ロット)
地耐力確認	—	—	2日
ケーソン設備撤去	—	14日(埋設含む)	12日
河川内ヤード撤去(鋼管矢板・盛土撤去)	14日	5日	5日
工事用道路撤去	6日	6日	6日
片付け	2日	2日	2日
合計	112日	176日	178日

6. おわりに

中央新幹線の事業者である東海旅客鉄道や、受注者と協力して施工照査を実施し、工程短縮要素を検出した。それが河川管理者の理解を得られたことで施工条件含め複合的な制約の中で合理的な工程算出ができ、予定どおり3期で施工を終えることができた。今後も河川内工事が続くが、安全第一の下、事業者、発注者、受注者の三位一体で工事を進めていく。

酷寒地区における電気融雪器の性能評価

－北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）電気融雪器設備－

鉄道技術センター

電気部電力課 電灯電力グループ 徳永 悠

1. はじめに

電気融雪器は、レール分岐器が不転換になるのを防止する目的で、鉄道においては広く一般的に設置されているものである。別名として、ポイントヒータ（PH）と呼称される。電気融雪器は、国鉄の統一した規格や、東北・上越新幹線の地域の特性を踏まえた複数の仕様が検討され、実用化されてきた。

北海道新幹線における電気融雪器の仕様について、現在建設区間である新函館北斗・札幌間の酷寒地区における性能評価を報告する。

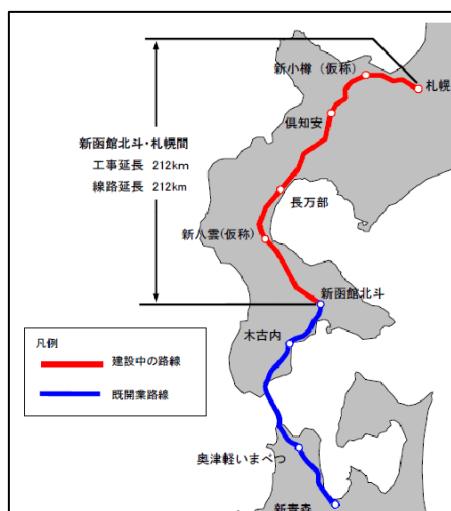


図-1 北海道新幹線の既開業区間と建設区間

北海道新幹線は、ほかの地域に比べて冬季の気温が氷点下となる影響から分岐器の不転換が発生しやすい環境である。東北新幹線（八戸・新青森間）以降の整備新幹線で標準としている床板加熱用の融雪器（DSA）に、新青森・新函館北斗間では、レール加熱用の融雪器（KL）を追加し、電気融雪器の設備容量を増強した（以下「現行型」）。

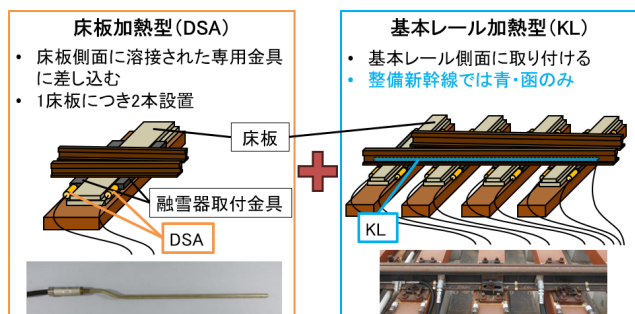


図-2 新青森・新函館北斗間の設備構成

表-1 新青森・新函館北斗間の必要設備容量

名称	型番	消費電力	設置状況
二重床板加熱型電気融雪器（DSA）	DSA-200	200W	1床板あたり2本設置
基本レール加熱型電気融雪器（KL）	KL2-1000	※275W	基本レール側に設置
必要設備容量（1床板あたりの消費電力）		675W	

※1床板あたりに換算した値

新函館北斗・札幌間は、さらに低い気温でかつ降雪も多い酷寒地区であるため、その環境下においても、現行型の融雪器で問題なく機能するか検証した。

2. 電気融雪器の必要な設備容量

電気融雪器の設備容量の検討にあたり、函館～札幌の6地点を気象データより降雪時の最低気温により、算出に用いる気温を表-2とした。

表-2 算出に用いる各地点の気温

評価地点	函館	八雲	長万部	倶知安	小樽	札幌
気温（℃）	-11	-11	-16	-18	-10	-13

電気融雪器の必要な設備容量は、「外気へ放散する熱量 Q_A 」、「レールおよび雪を加熱する熱量 Q_B 」、「融雪に必要な熱量 Q_C 」の3要素により表すことができる（図-2）。

$$P = \frac{1000(Q_A + Q_B + Q_C)}{860\eta T}$$

Q_A (kcal) : 外気へ放散する熱量

Q_B (kcal) : レールおよび雪を加熱する熱量

Q_C (kcal) : 融雪に必要な熱量（融解熱）

η : 電気融雪器の加熱効率（=0.64）

T (h) : 電気融雪器の運転開始後効果を発揮するまでの時間（=1h）

$1000 / 860 = 1.163$ (W・h/kcal) : 単位換算定数

図-3 電気融雪器容量 P (W/m)

上式の「必要な設備容量」と「降雪強度・風速値の分布」を比較した。図-4-1～6の比較結果より、現行型の融雪器の設備容量を超過する分布が確認されたため、実機試験を行った。

3. 実機による加熱試験による検証

特に厳しい環境となる倶知安の最低気温をもとに、実際の融雪器、床板を用いた加熱試験を行った（写真-1）。現行型の融雪器に加え、

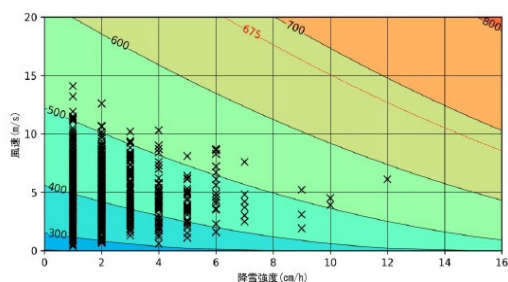


図-4-1 函館の気象分布と設備容量(-11℃)

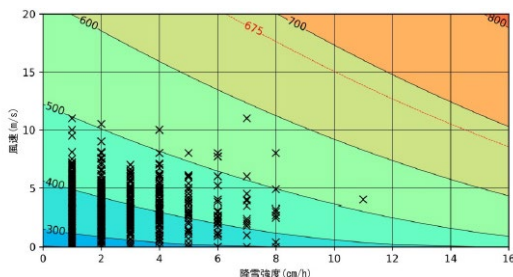


図-4-2 八雲の気象分布と設備容量(-11℃)

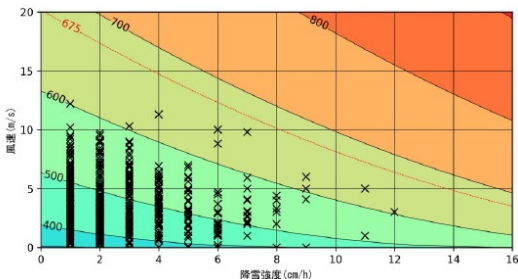


図-4-3 長万部の気象分布と設備容量(-16℃)

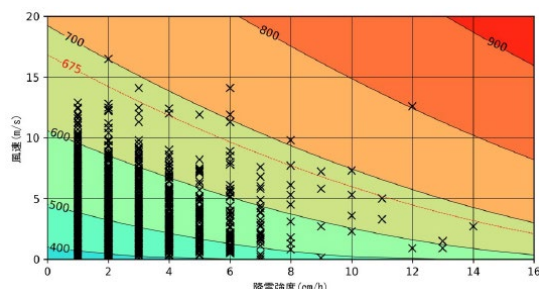


図-4-4 倶知安の気象分布と設備容量(-18℃)

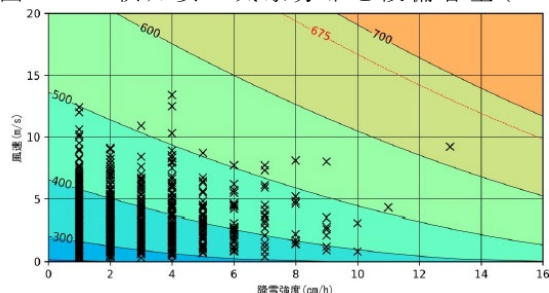


図-4-5 小樽の気象分布と設備容量(-10℃)

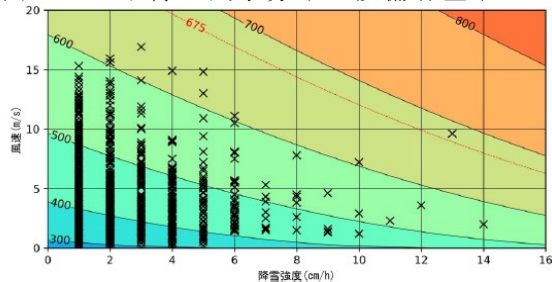


図-4-6 札幌の気象分布と設備容量(-13℃)

200W を 300W とした増容量型を試作し併せて試験を行った（表-3）。現行型と増容量型に置き換えた場合の床板の温度変化を図-5-1、5-2 に示す。

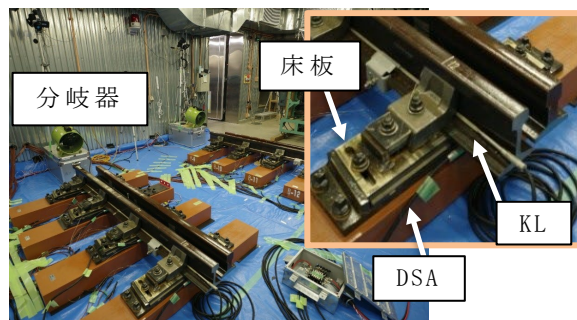


写真-1 低温室内の試験状況

表-3 床板あたりの DSA 取付パターンと設備容量

1床板あたりの DSA 取付パターン	設備容量※
200W 品×2	675W
200W 品×1 + 300W 品×1	775W
300W 品×2	875W

※1床板あたりに換算した KL2-1000 の消費電力を含む

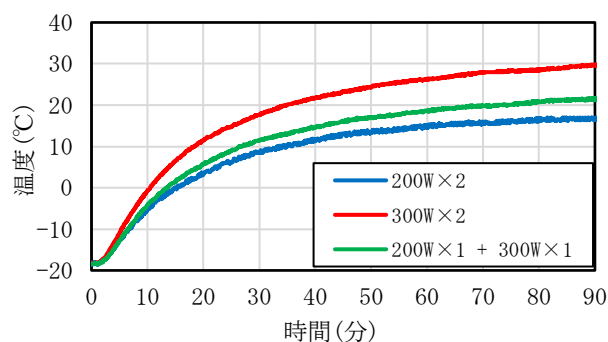


図-5-1 温度上昇推移(床板中央)

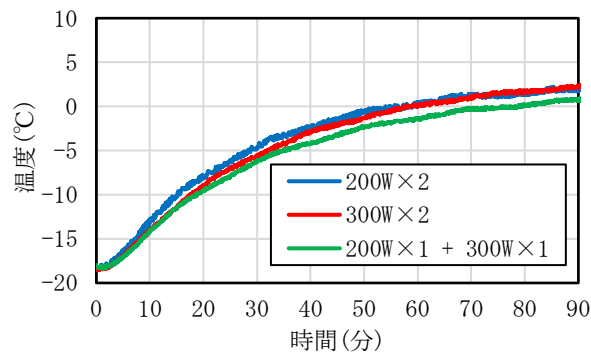


図-5-2 温度上昇推移(基本レール側内側)

4. まとめ

-18℃の試験環境下での酷寒な状況において電気融雪器を運転して温度特性を観測した結果、現行型の融雪器 200W と増容量型の融雪器 300W のいずれも、床板が 0℃以上を確認できた。北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）において低消費電力の現行型を採用し、実設計に反映したい。

工事契約に ECI 方式を適用した高架橋工事

～北海道新幹線、札幌車両基地高架橋～

北海道新幹線建設局
札幌建設事務所 札幌第三企画グループ 春山 裕喜

1. はじめに

札幌車両基地高架橋工事は、JR 札幌駅東側の市街地に幅約 20m～30m、高さ約 22m、延長約 1.3km の高架橋及び上家を建設する工事である（図-1）。整備新幹線で初となる高架形式の車両基地であり、着発収容線、仕業検査庫、保守基地で構成される。



図-1 工事位置図

本工事は、北側を在来線、南側を住宅などに挟まれ、施工ヤードと構造物幅がほぼ同等という、非常に狭隘な条件下における営業線近接かつ市街地での工事である（図-2）。加えて、工事発注時点の開業目標時期を考慮すると概略設計に基づき機構が検討した高架橋・上家工事の工程に対して大幅な短縮が必要な状況であったが、機構では工事完了時期を遵守させる仕様の確定が困難であった。そこで、施工者の知見を工事発注に取り入れることが可能な「技術提案・交渉方式（技術協力・施工タイプ）」（以下、ECI 方式とする）を本工事の契約に適用することとした。本発表では、機構発注工事における初の ECI 方式適用事例として、ECI 方式の概要及び施工者の知見を活用した事例を紹介するとともに、着手後の施工状況について報告する。

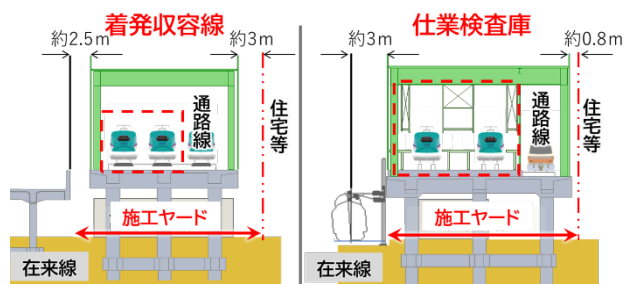


図-2 代表断面図

2. ECI 方式について

平成 26 年 6 月に「公共工事の品質確保の促進に関する法律」が改正され、発注者だけでは仕様の確定が困難な工事に対して技術提案を公募・審査し交渉により仕様を確定させて工事予定価格を定めることを可能とする技術提案・交渉方式が新たに規定された。技術提案・交渉方式は工事発注に施工者の知見を活用することを目的としており、工事の施工のみを発注する従来の方式と異なり設計段階から施工者が参画する。国土交通省が定めたガイドライン¹⁾では技術提案・交渉方式の適用が考えられる契約方式として以下の 3 方式が示されている。

- ①設計・施工一括発注方式
 - ②設計段階から施工者が関与する方式（設計交渉・施工タイプ）
 - ③設計段階から施工者が関与する方式（技術協力・施工タイプ）
- ①②は施工者が設計業務を実施する方式であり、③は設計と施工を分担する方式である。鉄道工事においては専門的な知識が必要となるため、設計業務を建設コンサルが実施し工事はゼネコンが請け負う分業体制が構築されていることから、施工者が構造物の形式や主要諸元を含めて設計することは困難である。そのため、機構においては③を ECI 方式として令和 3 年 10 月に実施要綱を定めて運用している。

図-3 に ECI 方式における工事契約前の流れを示す。まず、別途契約している設計業務の成果物をもとに工事の施工条件を満足する技術提案書を公募する。その後、提出された技術提案書を審査し、評価点が最も高い参加者を優先交渉権者として選出する。優先交渉権者とは技術協力業務契約を締結し、発注者、設計者及び優先

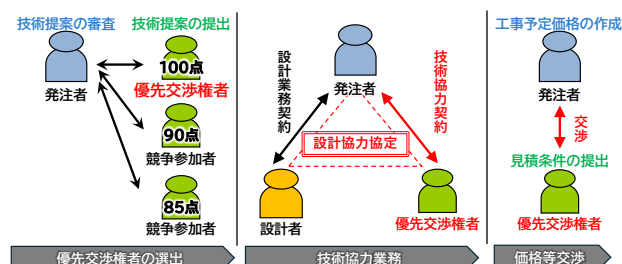


図-3 ECI 方式における工事契約までの流れ

交渉権者の三者で締結する設計協力協定に基づいて、工事の施工条件を達成させるために優先交渉権者が提案する工法、仕様などについて3者で協力しながら設計に反映させる。加えて、優先交渉権者は工事費の見積条件などを提出し、発注者と優先交渉権者で仕様・価格の交渉が成立した場合は、随意契約により工事着手する。

3. 施工者の知見を活用した事例

本工事は、ECI方式の適用により概略設計の段階で技術提案を公募し、技術協力業務を経て工事契約を締結している。以下に、本工事の施工条件を踏まえ、施工者の知見を活用した3つの事例について、概要と施工実績を報告する。

3-1 ラーメン高架橋スラブの分割施工

本工事は工区全体が狭隘な施工ヤードのため、スラブ構築時の車両動線確保が課題であった。この課題に対して、支柱式支保工による車両動線の確保と、スラブを左右に分割する工法が提案された。後行施工側のスペースに重機を配置し、先行施工側のスラブ上を資機材の仮置きヤードとして活用することで、車両動線の常時確保が可能となる(図-4)。スラブの分割施工にあたり、分割目地には機械式継手を配置し、打継部への補強として補強鉄筋を配置した。図-4右に実際の施工状況を示す。スラブの分割施工により、車両動線を確保し隣接高架橋を同時期に構築しながら施工を進めることができています。



図-4 スラブの分割施工状況

3-2 鉄筋・型枠のユニット化

狭隘な施工条件での鉄筋コンクリート構造物の鉄筋・型枠作業では、運搬・現地組立てに時間を要することが課題であった。この課題に対して、鉄筋や型枠を現地から離れたヤードである程度組立てた状態で現地に搬入し、クレーンで一括架設を行う鉄筋・型枠のユニット化が提案された。鉄筋のユニット化にあたり、機構の施工事例や施工者の知見を踏まえてユニット化する部材を選定して機械式継手の配置などを検討した。図-5右に示す実際の施工状況のように、現地での鉄筋・型枠の組立て作業量が削減

され、一部の柱施工においては足場の省略が可能となった。そのため、狭隘なヤードにおいても効率的な施工を進めることができています。

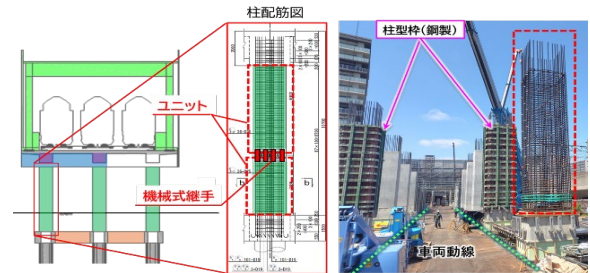


図-5 柱鉄筋・型枠のユニット化状況

3-3 営業線に近接した部材の二次製品化工区終点側のJR苗穂駅付近では、高架橋の張り出し端部が在来線の軌道中心から約3mの離隔に位置しており、仮設線路防護網の直上でスラブ支保工の組立・解体作業を行う必要があった。また、信号機や電化柱などの障害物が点在しており、外足場を必要とする通常の施工は困難であった。この課題に対して、張り出しスラブにはハーフプレキャスト、上層横梁の側面及び下面には埋設型枠の活用が提案された。各部材を支保工上にクレーンで設置し、安全さくなどの線路防護設備を部材に設置することで、外足場の施工が不要となった。

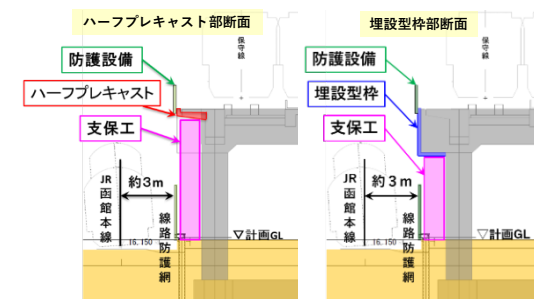


図-6 ハーフプレキャスト、埋設型枠概要図

4. まとめ

本工事は、狭隘な施工ヤードで大幅な工程短縮が求められる施工条件により、発注者として最適な工法の決定が困難という課題を抱えていたが、機構で初となるECI方式の適用により施工者の知見を活用して工事発注に至った。工事着手後は予期しない埋設物の出現など想定外の事象による工程遅延はあるものの、現在までの工事進捗は概ね良好である。今後も工事の安全に十分配慮しながら円滑な施工に努めたい。

【参考文献】

- 1) R7.2「国土交通省直轄工事における技術提案・交渉方式の運用ガイドライン」

駅出入口上部空間の利用を目的とした一般定期借地契約による土地貸付

～神奈川東部方面線～

本社
用地部用地企画課 河本 昌也

1. はじめに

都市鉄道利便増進事業（神奈川東部方面線）により建設した駅出入口施設の一部空間について、区分所有建物の建築及び所有を目的とした土地の貸付けを営業主体に対して実施した。

本稿では、土地貸付に係る一連の手続、特に借地借家法に基づく一般定期借地の適用などに関する検討経過について報告する。

2. 借地借家法（普通借地）の概要

借地借家法（平成3年法律第90号。以下「法」という。）は、建物所有を目的とする借地及び建物の賃貸借について規定した法律である。建物所有を目的とする借地の類型のうち、いわゆる普通借地については、前身である建物保護ニ関スル法律（明治42年法律第40号）、借地法（大正10年法律第49号）等より継続して、借地権設定者（貸主）に比べて立場の弱い借地権者（借主）への保護が与えられてきた。

例としては、借地権存続期間が満了した場合であっても借地権者は契約の更新を請求することができ（法第5条）、借地権設定者は正当事由がない限りこれを拒絶できない（法第6条）。また、借地権存続期間中の建物築造により存続期間が延長されること（法第7条）や、借地権存続期間終了時の借地権者による建物買取請求権の行使に伴い、借地権設定者は時価で建物を買取る義務が生じること（法第13条）などが挙げられる。さらに、法の規定に反する特約で借地権者に不利な内容は無効とする強行規定が設けられており（法第9条、第16条及び第21条）、借地権設定者の側にとっては権利行使に一定の制約が生じる法制度となっている。

3. 土地貸付までの経緯

駅出入口施設が設置されている本件土地は、都市計画において最低限高度地区に指定されており、また、自治体が策定した「街づくり協議指針」において敷地の高度利用が求められていたことから、自治体（D市）との協議を踏まえ、駅出入口上部空間の有効活用について検討を行った。当初は交通事業者Cが鉄道施設の一部とし

てビル建築を構想していたが、昨今の建築費高騰などをを受けて計画段階で事業化を断念した。その後、営業主体であるA社及びその関連会社で不動産賃貸・開発事業を担うB社が上部空間へのビル建築及び所有の意向を示したことから、具体的な土地貸付手続の検討を進めた。

4. 定期借地と土地賃貸借契約

従来の借地法等（旧法）には借地権設定者にとって不利な規定が多く、借地権者の保護が図られる一方で、土地活用の停滞という社会的弊害も発生していたことから、旧法を統合して制定された借地借家法（新法）には、期間満了や建物譲渡の後、確定的に借地契約を終了することができる定期借地の制度が設けられている。

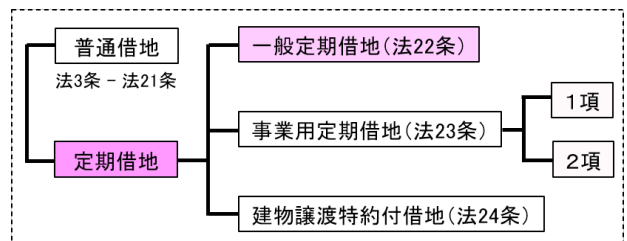


図1 借地類型における一般定期借地

本件土地の貸付けに普通借地による土地賃貸借契約を適用した場合、前述した借地借家法の強行規定などにより、借地権設定者である機構の権利が制限されることが懸念された。そこで、機構とA社との間で締結した土地賃貸借契約には、借地借家法の制定に際して創設された定期借地を採用した。さらに、定期借地には複数の種類があるが、土地利用の長期安定性やA社との協議などを踏まえ、一般定期借地（法第22条）を適用することとした。

一般定期借地契約の成立要件は、借地権存続期間を50年以上とし、かつ、契約の更新、建物築造による存続期間の延長及び建物買取請求権を認めない旨の特約を定めることである。本件契約を一般定期借地契約として有効に成立させるため、ビル着工から50年間の賃貸期間及び前述した3点の特約を土地賃貸借契約書の条項に盛り込んだほか、土地の利用目的は駅出入口と合築した区分所有建物の設置とし、併せて、本件土地が公共性を有する鉄道施設の一部をなすことを前提とした使用に留意することなどを契

約書に明記している。これにより借地権設定者である機構の権利の安定的な確保を図った。

5. 土地貸付手続

5-1 補助金適正化法などの承認手続

ビル建築を目的とした本件土地の貸付けは、補助対象財産の目的外使用に該当することから、補助金等に係る予算の執行の適正化に関する法律（昭和30年法律第179号）に基づき、国土交通大臣の承認などの手続を経ることを要した。

土地貸付料収入については、原則として国費相当額の国庫返納対象となるが、国土交通省鉄道局と協議の結果、本件土地の貸付けにおいては、補助対象施設の整備（整備に係る借入金の償還を含む。）に充当する場合に限り国庫返納を要しないとの内容で承認を得た。

5-2 貸付け手続に関するその他の検討事項

土地賃貸借契約の相手方の決定に当たっては、不当な利益の獲得などを目的とする背信的悪意者の介入や転売などにより、権利関係の複雑化を招くリスクを考慮する必要がある。加えて、本件土地の有効活用及びビル建物の建築に当たっては、公共施設である駅出入口の機能及び適切な管理体制の維持、鉄道施設に影響を及ぼさない確実な設計並びに鉄道施設及び列車運行への影響に十分配慮した施工が求められた。これらの事情を勘案し、駅出入口の保全及び鉄道事業との一体的な調整を確実に実施する観点から、営業主体であるA社を契約相手方とすることが妥当であると判断した。

なお、A社の事業化検討過程において、実際にビル建物の建築及び所有を担うのは関連会社であるB社となったが、機構が締結する土地賃貸借契約の相手方はA社とし、A社からB社への転貸、あるいはB社からの再転貸（転々貸）について、都度協議により機構の承諾を要する契約条項とした。

営業主体を契約相手方として決定する一方で、鉄道施設の貸付け管理協定に基づく営業主体への土地貸付との関係において、本件契約が二重貸付に該当するのではないかと懸念も存在した。この問題については、両契約の土地利用目的が異なることを踏まえ、協定に基づく土地貸付とは別に、本件土地の貸付けが建物設置を目的とする独立した土地賃貸借であることを契約上明確化することにより整理した。

6. 土地・建物の権利関係

本件貸付け後における土地の権利関係は、所有権を機構が保有し、一部空間に交通事業者C（登記上はD市）の区分地上権を設定した。この権利設定は、Cが保有する既存鉄道施設の一部が支障したことに伴う機能回復及びCからの申出による有償契約に基づくものである。残る上部空間部分について、機構との土地賃貸借契約によりA社が賃借権を、更にA社からの転貸借契約によりB社が転借権を保有した。

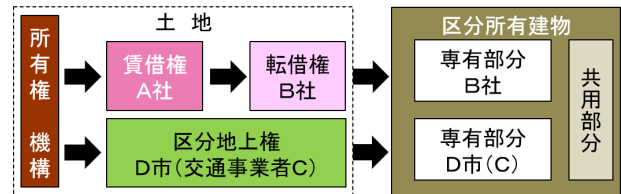


図2 土地及び建物の権利関係

B社及びCにより建築されるビル建物は、建物の区分所有等に関する法律（昭和37年法律第69号）に基づく区分所有建物であり、一つの建物について両者がそれぞれの専有部分を所有し、共用部分を共同利用するものである。なお、通常の区分所有建物の登記には、専有部分に対応して土地を利用する権利である敷地権が表示され、建物と土地の一体的な権利関係が構成されるが、本件における敷地利用権には賃借権や区分地上権等が混在しているため、建物と土地の一体化がなし得ず、敷地権の登記は困難である。

現在では、機構とA社との土地賃貸借契約（令和8年3月）及びA社とB社の間で転貸借契約（同4月）が順次締結され、同7月からビル建物の建築工事が着工したところである。約1年後に建築工事は竣工予定であり、ビル建物の運営が開始される予定となっている。

7. おわりに

本件土地の貸付けは、当機構の鉄道建設業務においても特殊な事例であり、一般定期借地契約の活用や区分所有建物に係る権利関係の整理など、多面的な検討を要したが、結果として、駅出入口上部空間の有効活用を実現するとともに、鉄道施設の安全性及び公共性を確保しつつ、民間活力を用いた土地利用スキームを構築した。

また、本稿で報告した契約スキームの検討及び各種法的課題の整理は、従来の用地取得業務と一線を画した内容であるものの、借地借家法や区分所有建物などに関する知見は、用地関係業務へ還元できる内容もあり、これからの用地業務及び今後50年間にも及ぶ本件土地貸付業務の参考となれば幸いである。

トンネルに近接した駅の旅客上家における圧力変動及び風速の検討

—北海道新幹線、新小樽（仮称）駅—

鉄道技術センター

設備部設備企画課 建築企画グループ 本田 美穂

1. はじめに

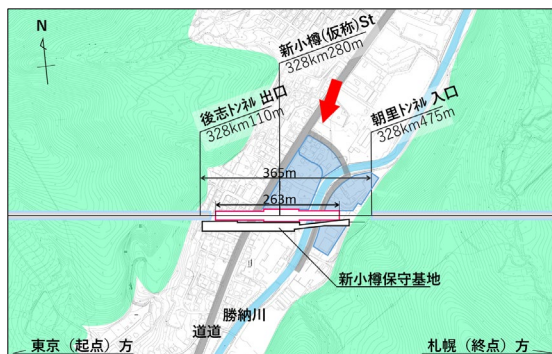
多雪地域における整備新幹線の駅舎では、ホームへの積雪による旅客への危険防止やサービスレベル向上のため、ホーム階全体を覆う「全覆い型上家」を採用している。全覆い型上家のように、壁面の開口が少ない空間に高速で列車が突入・退出すると上家内部の圧力が大きく変動する。これにより部材の変形、緩み、脱落につながるだけでなく、強い列車風発生により、旅客への安全性・快適性の面においても注意が必要となる。そのため全覆い型上家では、外壁などにガラリを設け、圧力変動を緩和している。

建築部門では、圧力変動解析システムにより、高速列車通過時の旅客上家内部の圧力変動を解析し、圧力緩和のために必要な開口率を適切に調整することで、全覆い型上家の設計に活かしてきた。しかしながら、このシステムは駅内部の圧力変動に影響を与えるような要因が旅客上家の周囲に無いことが前提となっている。

現在整備中の北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）に新設する新小樽（仮称）駅においては、旅客上家に近接してトンネルが建設され、システムで想定していない状況となるため、近接したトンネルが旅客上家内部の圧力変動及び風速に与える影響について、模型実験により検証することとした。

2. 新小樽（仮称）駅の配置

新小樽（仮称）駅は、在来線の小樽駅より南に約4kmの山間部に位置し、後志トンネルと朝里トンネルとの間わずか365mの瞬き区間に263mの駅が新設される。特に起点方の旅客上家端



図－1 新小樽（仮称）駅周辺状況

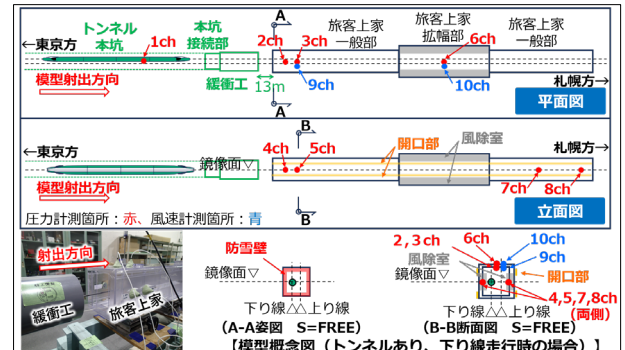
部と後志トンネルとの離隔は約13mであり、非常に近接している（図－1）。

3. 実験模型概要及び条件

模型は1/126スケールで製作し、全覆い型上家は断面の異なる一般部と拡幅部を再現した。旅客上家内部には、風除室のほか、階段室、エスカレーター、EVなど配置されるが、拡幅部で一番狭隘となる風除室の幅で再現することとし、より厳しい条件で検証することで安全側の結果となるよう設定した（図－2）。

また、全覆い型上家模型壁面のガラリを模したスリットの塞ぎ方を変えることで、設計で想定する開口率3.48%に加えて、開口率0%、5%のパターンにも可変できるようにした。

新小樽（仮称）駅においては、線路方向からホームへの雪の吹き込み防止のために旅客上家端部に防雪壁を設ける。防雪壁ありとなしの設定を替え、防雪壁の影響についても検証した。



図－2 実験概要

実験条件を下記にまとめる。

1. トンネルの有無
2. 列車進行方向
3. 開口率（0%、3.48%、5%）
4. 防雪壁の有無
5. 列車速度（260km/h、320km/h）

このうち、新小樽（仮称）駅を想定した組合せ条件は、トンネルあり、開口率3.48%、防雪壁ありであり、列車進行方向と列車走行速度が異なるパターンも実施した。

4. 実験結果（トンネル微気圧波）

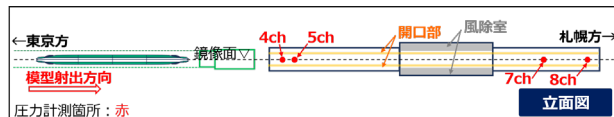
トンネルに高速で列車が突入すると、圧縮波が形成されトンネル内を伝搬し、出口から微気

圧波として放出される。微気圧波により坑口付近で大きな発破音の発生や、周辺家屋に振動が発生する。土木部門ではトンネル緩衝工を設置するなど、トンネル微気圧波を低減する設計を行っている。

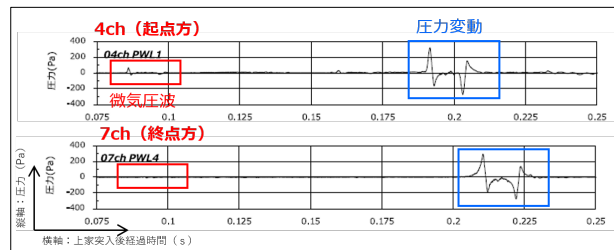
今回の模型実験では、新小樽（仮称）駅に近接する後志トンネルによるトンネル微気圧波が駅舎内部へ伝わり、どのように作用するかについて検証を行った。

今回製作したトンネル模型は、実際のトンネル長（約 18km）を模擬できないため、既往の研究¹⁾に基づき、測定された値に比例係数 K を乗じることで、全覆い型上家の各点におけるトンネル微気圧波の最大値を推測した。

全覆い型上家（起点方）での圧力変動の波形により、列車模型を射出直後に駅にもトンネル微気圧波が到達し、続いて列車通過による圧力変動が発生していることが確認できた（図－4）。



図－3 圧力変動測定箇所



図－4 圧力変動測定結果

表－1 トンネル微気圧波測定結果

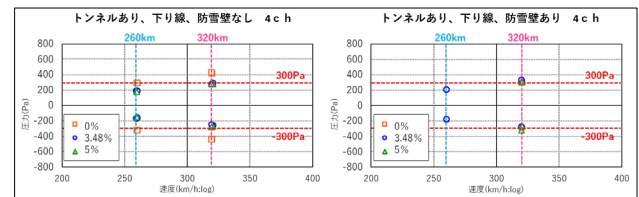
ケース No	開口率 (%)	防雪壁	速度 (km/h)	微気圧波最大値 (Pa)							
				2ch	3ch	4ch	5ch	6ch	7ch	8ch	
25	5	なし	320	32.1	27.2	30.8	25.9	4.9	2.9	2.2	
予25	5	なし	260	6.6	5.6	6.4	5.3	1.0	0.6	0.5	
26	5	あり	320	32.4	27.5	30.9	26.0	4.8	3.1	2.2	
27	3.48	あり	320	33.8	29.1	32.1	25.7	5.5	3.2	3.4	
28	3.48	あり	260	7.0	6.0	6.6	5.3	1.1	0.7	0.7	
29	3.48	なし	320	33.6	29.3	32.3	25.6	6.1	3.4	2.7	
30	3.48	なし	260	6.9	6.0	6.7	5.3	1.3	0.7	0.6	

トンネル微気圧波は、各測定点で 30Pa 程度か、それ以下という結果であった（表－1）。

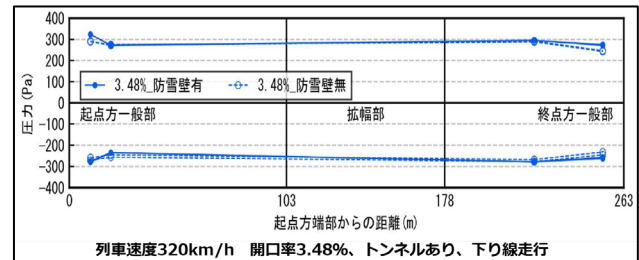
5. 実験結果（列車通過時の圧力変動）

列車が駅部を通過する際の圧力変動は、旅客上家内の 4・5ch 及び 7・8ch で測定した（図－3）。開口率 3.48%、5% の場合の圧力変動は、それぞれの測定箇所でも 300Pa 程度か、それ以下という結果であった（図－5）。防雪壁ありと防雪壁なしを比較すると、防雪壁ありの方が駅端

部の圧力が 1.1～1.2 倍程度増加する傾向が見られた（図－6）。



図－5 列車速度と圧力最大値・最小値 (Pa)



図－6 各測点の圧力最大値・最小値 (Pa)

6. 実験結果（列車通過時の風速）

既往の研究²⁾によるホーム上に立つ旅客の安全性に関する列車風評価法で提案されている関数を基に、列車通過時の風速の測定結果から人が受ける荷重を評価した。各測点において、この手法の基準値である 30N を超える値は見られなかったため、旅客の姿勢を不安定にするような風が生じる可能性は低い（表－2）。

表－2 列車通過時の荷重最大値 (N)

条件	列車速度			
	260km/h		320km/h	
	開口率3.48%	開口率5%	開口率3.48%	開口率5%
トンネルなし下り線	1.38	-	2.00	1.46
トンネルあり下り線	1.53	1.95	2.38	2.83
トンネルなし上り線	1.10	-	1.61	1.32
トンネルあり上り線	1.07	-	1.63	1.20

7. おわりに

新小樽（仮称）駅において、近接する後志トンネルから放射されるトンネル微気圧波の影響は小さいことを確認した。また、旅客上家端部に防雪壁を設置することにより、端部の圧力が 1.1～1.2 倍程度高まる結果となったが、端部の仕上げ材取付け方を強固にする必要は無い程度の値であった。

参考文献

- 1) トンネル出口微気圧波の研究、鉄道技術研究報告、No. 1121, 1979 小沢智
北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）トンネル緩衝工の検討 3 受託業務報告 2020.3 鉄道総研
- 2) 駅ホーム上における列車風評価法、人間工学 小美濃 幸司ら