

寒地機械技術チーム

はじめに

平成 20 年 4 月に新設された寒地機械技術チームは、積雪寒冷地における建設施工、施設管理、除雪支援、災害対策等について、多様化する社会ニーズに対応するため、機械技術や情報通信技術（ICT）を駆使した技術支援や研究開発に取り組んでいる。

また、土木施設や機械設備のストックマネジメント推進のため、点検技術や調査手法の効率化、高度化を図り、ライフサイクルコスト（LCC）を低減し、施設の品質を確保する研究を行っている。

研究概要

1 第 2 期中期計画（平成 20 年度（チーム発足）～平成 22 年度）における主な研究を以下に示す。

（1）雪氷処理の迅速化に関する技術開発

積雪寒冷地における円滑な冬期道路交通の確保において除雪機械は重要な役割を果たしているが、豪雪時には機械が不足し、除雪作業が遅延する事例も発生している。また、冬期路面管理に必要な不可欠な凍結防止剤や防滑材の散布は、適正な散布箇所・散布量の管理に努める必要がある。

本研究では、効率的・効果的な除雪作業の実施に資するため、除雪機械のマネジメントや弾力的な運用が可能な各種支援技術の検討を行った。

研究の成果として、豪雪時における隣接工区への応援判断に関する情報（除雪進捗情報、到着予想時刻等）を提供するシステム（図-1）及び凍結防止剤散布車の散布設定情報と位置情報を自動で収集して地図上での詳細な散布情報が確認可能なシステム（図-2）を開発し、インターネットを介して国道の道路管理者及び除雪工事受注者に提供した。

（2）結氷する港湾に対応する水中構造物点検技術に関する技術開発

寒冷地の港湾及び漁港施設における水中構造物の健全度診断は、海水の濁りや低い水温等の悪条件の中、潜水士による目視観察に頼っている現状であり、潜水士を必要とせず監督員が目視確認可能なシステムが求められている。

本研究では、濁水中での撮影を可能とする超音波式の「音響カメラ」を用いた港湾構造物水中部劣化診断システムを開発した。本システムでは船から専用の架装装置にて撮影を行うことで潜水士を必要とせず、さらに、水中から出ている岸壁も撮影し、水中部と陸上部を一体化したモザイク図の作成を



図-1 除雪作業状況の確認システム



図-2 散布情報収集・管理システム

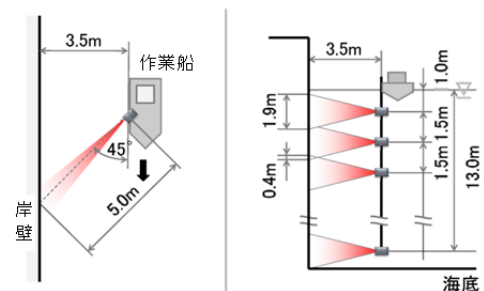


図-3 音響カメラによる撮影方法



写真-1 水中部モザイク図と陸上部の一体画像

行った（図-3、写真-1）。

研究の成果として、潜水士と同程度の約 3 cmの分解能を確保したモザイク図ができ、架装装置を使用することにより水深 10m での位置精度を 10~20 cmにできた。さらに計測データを蓄積し経年劣化の進行も確認できるものとした。

2 第3期中期計画(平成23年度~平成27年度)における主な研究を以下に示す。

(1) ICTを活用した効率的・効果的な除雪マネジメント技術に関する研究

積雪寒冷地において、降雪や積雪が道路交通に与える影響は大きく、円滑な道路交通の確保のためには道路除雪の実施は必要不可欠である。除雪作業を効率的に実施するためには、過去の除雪作業の分析に基づく除雪作業計画、降雪状況に応じた最適な除雪出動タイミングと除雪作業中における臨機な除雪機械の運用が必要である。

本研究では、除雪機械の効率的・効果的な運用を支援するための除雪機械マネジメント技術の検討を行った。研究の成果として、除雪機械稼働情報の可視化機能、降雪量に応じた出動タイミングの判断を支援する除雪出動判断支援機能、大雪時等に隣接工区を支援した場合の除雪作業所要時間を予測する除雪機械運用支援機能（図-4）を作成した。

(2) 積雪期における安心・安全な歩道の路面管理技術に関する研究

積雪寒冷地の冬期歩道路面では、積雪や路面の凍結により歩行者の転倒事故が発生しており、特に交通バリアフリーの観点からも高齢者・移動制約者等に対して歩道空間を改善する路面管理手法が求められている。

本研究では、歩道部の冬期路面処理機械として、海外での雪氷路面破碎処理技術を活用し、国内の歩道での施工に対応した雪氷路面処理装置を試作した。さらに、試験施工（写真-2）において現場での適応性や雪氷路面に対する処理能力を確認するとともに、課題点の改良を行った。装置の概要は、小形除雪車にアタッチメントとして装着し、雪氷路面を連続的に破碎処理する機能を有するものである。

(3) 雪堆積場の雪冷熱利用技術に関する研究

再生可能エネルギーである雪冷熱の利用は、集雪にかかるコストが課題であり、また屋外で雪を保存し雪冷熱源として利用する方法は、技術的に体系化されていない。一方、都市部などでは、道路を除雪して路肩に溜めた雪の運搬先となる雪堆

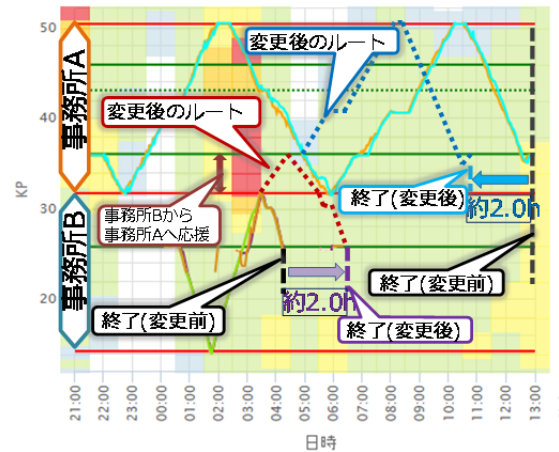


図-4 除雪機械運用支援機能



写真-2 雪氷路面処理装置試験状況



写真-3 バーク材で被覆した実験用の雪山

積場の確保が年々困難となり、運搬距離が遠距離化しているため、運搬排雪コストが増大している。

本研究では、除排雪の雪を雪冷熱源として効率的に利用するための技術について検討を行った。実証実験（写真－3）及び検証の結果、雪冷熱源を利用するための計画、設計及び管理技術（堆積方法、融雪管理、冷熱の循環、断熱材等）とともに、雪冷熱空調モデルの検討例を記したガイドライン（案）を作成した。

（4）寒冷海域における沿岸施設の水中調査技術に関する研究

寒冷海域においては、近年の気候変動により海水が減少することで、海氷の運動が活発化し、水中構造物の劣化を促進させることが懸念されている。劣化損傷が進行した水中構造物では、中詰め材の吸い出しやこれに起因する陥没事故などが発生する危険性がある。

本研究では、超音波のパラメトリック送信技術（図－5）を利用した水中構造物内部の状況探査及び可視化技術を開発した。本技術は、パラメトリック送受波器と他の計測機器の取り付け金具、昇降装置及びデータ解析ソフトウェアからなり、水中構造物である鋼矢板背後の空洞の計測を行うことができる（図－6）。また、現地調査で使用するためのハンドブックを作成した。

3 第4期中長期計画（平成28年度～平成33年度）における主な研究を以下に示す。

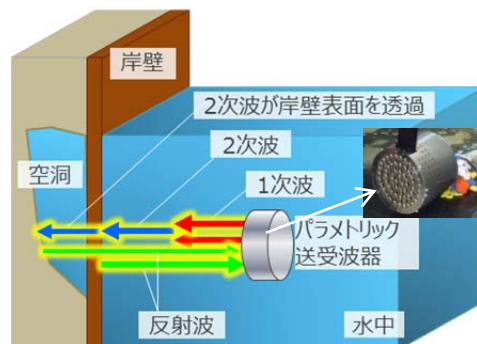
（1）暴風雪による視程障害時の除雪車運行支援技術に関する研究

近年、積雪寒冷地では気候変動の影響などから、異常な暴風雪による車両の立ち往生や長時間にわたる通行止め・集落の孤立など、障害の発生が増えてきている。そのため、暴風雪による視程障害時でも安全に除雪作業を行い、道路交通の早期解放や緊急車両の先導を可能とする除雪車の開発が求められている。

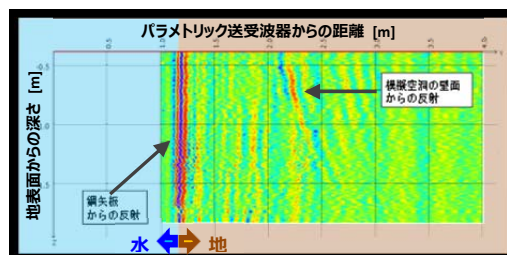
本研究では、そのような状況下において安全に除雪作業が行える支援技術として、自車位置を推定し車線内を走行するための車線逸脱防止技術と、除雪車周囲の人・車両・道路工作物などを探知し、衝突事故を防ぐための周囲探知技術の開発に取り組む（図－7、写真－4）。

（2）適切かつ効率的な除雪機械の維持管理技術に関する研究

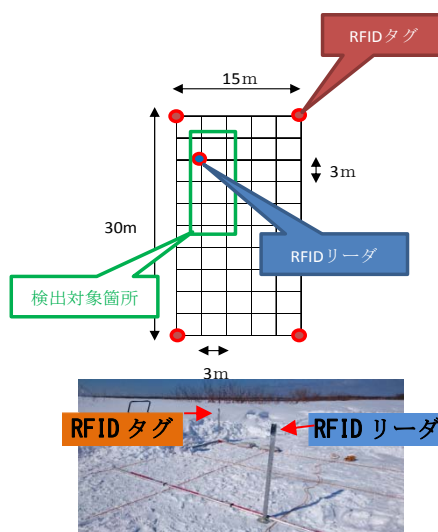
積雪寒冷地における冬期の円滑な道路交通の確保



図－5 パラメトリック送信技術による水中構造物内部探査



図－6 鋼矢板護岸内部の模擬空洞計測結果



図－7 位置測位実験状況（タグ、リーダーを単管に取付）



写真－4 周囲探知実験状況

は、地域住民の生活にとって必要不可欠であり、確実な道路除雪体制が求められている。しかし、近年の予算縮減により、除雪機械の更新が先送りされ老朽化した機械が増えており、除雪作業に支障をきたす故障も発生している（図-8）。これら故障に伴う除雪作業停止日数は年々増加しており、道路除雪体制への影響が懸念される。

本研究では、冬期の円滑な道路交通の確保に必要な道路除雪体制を維持するため、除雪機械劣化度の定量的評価による、除雪機械の効果的かつ効率的な維持管理手法を検討する。

（３）コラム形水中ポンプの維持管理に関する研究

救急排水機場は、内水を排水し洪水被害を軽減することを目的に設置された重要な河川管理施設である。しかし、救急排水機場で使用されるコラム形水中ポンプは、コラムパイプ内に設置し排水作業を行うことから、稼働中に異常や変調を確認することが極めて困難である。限られた予算のなかで設備の信頼性を維持するためには、状態を的確に把握したうえで、必要な整備を行う必要がある。

本研究では、コラム形水中ポンプの状態監視技術を提案するため、回転機械の状態監視に利用されている各種計測、診断技術のコラム形水中ポンプへの適用性について検討する（図-9）。

（４）電線電柱類の景観対策手法の選定と無電柱化施工技術に関する研究

道路からの景観は地域の印象に影響するが、沿道には多くの電線電柱類が設置され、これらが沿道景観へ与える影響は大きい。また、近年は防災や景観、観光等の面からも無電柱化に対する社会的ニーズが高まっている。しかし、他の先進諸国と比較すると日本の無電柱化率は極めて低い現状である。この原因の一つとして、電線地中化等の対策費用が極めて高いことが挙げられ、より安価な施工技術が求められている。

本研究では、郊外部での施工における低コスト・高効率の電線類地中化技術を提案するため、諸外国で使用されている電線類埋設用トレンチャーを活用した効率的な電線類地中化技術を検討する（写真-5）。

寒地機械技術チームは、今後とも積雪寒冷地域における機械技術や建設施工、施設の維持管理に係る研究開発に取り組み、道路、河川、港湾、農業等の各土木事業における技術開発に寄与し、社会的貢献を果たしていく。

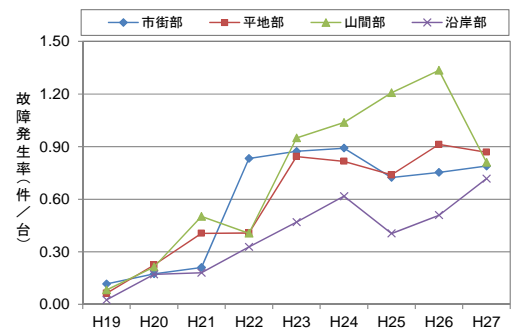


図-8 沿道環境毎の年度別故障発生状況

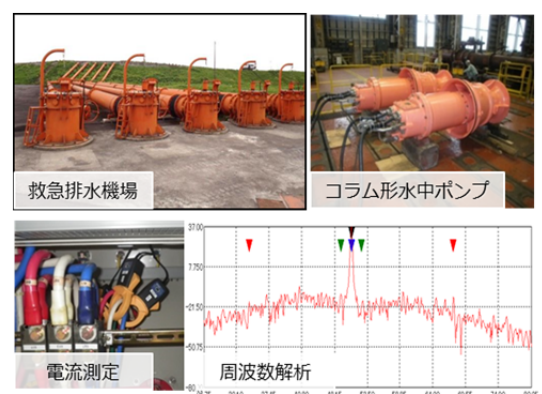


図-9 コラム形水中ポンプ診断状況（電流情報診断）



写真-5 電線類埋設用トレンチャーの掘削試験状況