

北海道支部だより

支部長就任にあたり

北海道支部長 柳 屋 勝 彦
伊藤組土建㈱代表取締役副社長



この度、熊谷支部長の後任をお引き受けすることになりました。会員皆様のご指導とご協力を得ながら責任を全うしたいと考えておりますので、よろしくお願いいたします。

2018年に国土交通省を退官し北海道道路管理技術センター勤務を経て伊藤組土建に入社しました。

北海道道路管理技術センター勤務の際は北海道開発局が知床峠で実施したi-Snow仕様ロータリ除雪車の実証実験を事務局としてサポートさせていただきましたが、これも何かの縁かなと思います。

国土交通省勤務では主に道路事業を中心に仕事をしてまいりましたが、2年間は会計検査院に出向して日本道路公団、首都高速・阪神高速道路公団、本州四国連絡橋公団のいわゆる道路関係4公団を担当しました。事業規模や先進的な工法に加え、大型建設機械の活用など大変貴重な経験をさせていただきました。当時の公団担当者の皆様には大変お世話になり、この場を借りて感謝申し上げます。

また、中国地方整備局広島国道事務所勤務の2014年には広島土砂災害の対応をいたしました。土砂災害現場の悲惨さや不衛生さは大変なもので強烈な印象として残っています。特に、大量の土砂撤去が必要なのに狭隘な現場環境で小規模な建設機械や2トンドンプしか使えずに作業効率の確保に苦労しました。

国土交通省北海道開発局では生産年齢人口が減少するなか社会インフラの整備や維持管理、災害対応に重要な役割を果たしている建設業等の担い手確保や育成に向け、働き方改革の実現と建設現場の生産性向上に向けた取り組みを実施しています。

また、新型コロナウイルス感染症を踏まえ非接触・リモート化の推進のためi-Constructionの重要性が高まっています。

さらに、ゼネコン各社は担い手の確保や現場における超勤の短縮、土日閉所を含めた週休二日制の実施など働き方改革を踏まえてのICT施工の本格的導入を進めています。

このような状況から機械施工分野においては、省力化や自動化、災害現場や暴風雪時の作業の安全性向上などに加え、苦渋作業の減少や経験が浅くても現場での活躍が可能な環境構築や熟練技能の効率的な伝承が求められています。

特に、地球温暖化に伴う大雨の増加による斜面災害等の復旧に必要な建設機械のリモート化や除雪作業の省力化、視界不良時にでも安全な作業を可能とする技術開発は喫緊の課題と考えています。

建設機械の開発と改良がこれまでとは違った形で重要性が増しているものと考えています。

最後になりますが、熊谷前支部長をはじめ前役員や担当の皆様これまで当支部の発展に多大なるご尽力をいただきましたことに御礼申し上げ、就任の挨拶といたします。

遠隔操縦運用可能な災害対策用機械による応急復旧について (国道276号 千歳市美笛 岩盤崩壊現場)

北海道開発局 事業振興部機械課

1. はじめに

令和4年3月15日の深夜、国道276号千歳市美笛において、雪崩を伴った岩盤崩壊が発生。これを受け北海道開発局では、令和4年4月18日より現地を通行止めとし、現地詳細調査及び応急復旧工事を実施した。この際、二次災害発生への恐れが懸念されたため、北海道開発局が保有する災害対策用機械のうち、遠隔操縦運用が可能な2機種（分解組立型バックホウ、簡易遠隔操縦装置（ロボQs））を投入し作業を行ったので、その概要を報告する。

2. 出動機械の紹介

分解組立型バックホウは、被災により陸路による機械運搬が困難な場所でも、建設機械による応急復旧作業を実施するため、汎用バックホウに分解組立が可能となる機能を付与した機械である。これに加え二次災害発生への恐れがある現場でも安全な施工が可能となる無線遠隔操縦機能（ラジコン機能）も搭載されている。



写真-1 分解組立型バックホウ全景

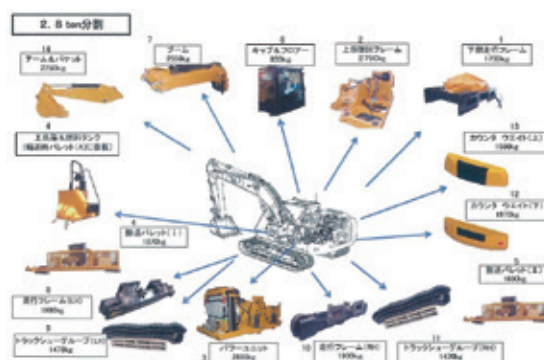


図-1 分解組立型バックホウ分割図

簡易遠隔操縦装置（ロボQs）は汎用バックホウの操縦席に装着し、アクチュエータ等を用いて機械の各種操作レバーを直接動作させるロボットタイプの機器で、特定省電力無線を用いた遠隔操縦を可能とする装置となっている。



写真-2-1 簡易遠隔操縦装置(ロボQs)装着状態



写真-2-2 分解状態(1BOX車で運搬可能)

3. 作業概要

出動箇所となった国道276号は、後志地域の農作物道外出荷の経路、新千歳空港からニセコ方面への観光目的の移動など幅広く利用されている路線であり、早期の応急復旧、通行止め解除が求められた。



図-2 発災箇所（国道276号 千歳市美笛）

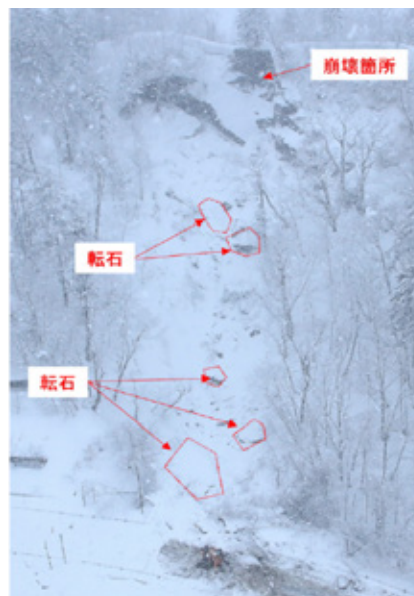


写真-3 R4. 3. 15 雪崩を伴った岩盤崩壊

応急復旧作業は下記フローの順で実施され、遠隔操縦運用可能な災害対策用機械は、このフローのうち、法面下方の崩落土の処理・緩衝帯整備に用いられた。（図3、4 赤枠部分）

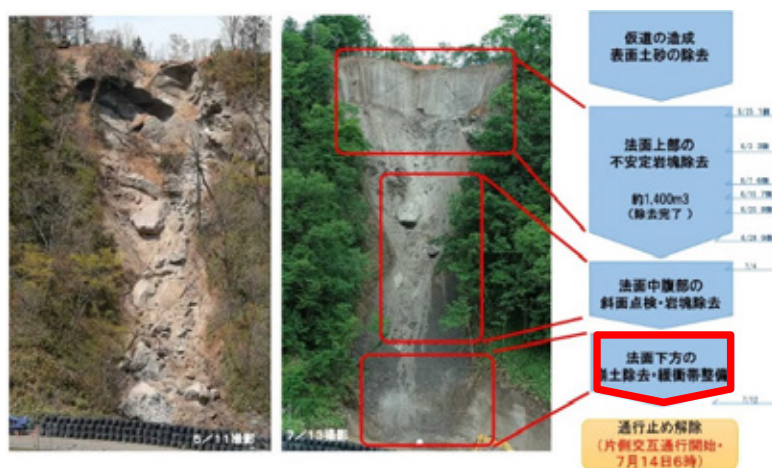


図-3 施工フロー図①



図-4 施工フロー図②

4. 稼働実績

当該現場の応急復旧工事及び現場監視のため出動した災害対策用機械の稼働実績を下表に示す。なお、簡易遠隔操縦装置については、令和2年度に配置されて以来、初めての実現場稼働となった。

表-1 現地に派遣された災害対策用機械の稼働実績

機械名	管理番号	規格	供用期間	稼働時間	備考
照明車	26-4121	ポール式	4月21日～4月27日 6日間	6:10	
分解組立型バックホウ	25-4141	遠隔操縦式1.0m ³	4月22日～7月7日 76日間	335:00	
簡易遠隔操縦装置	R02-4131	バックホウ用	5月2日～6月24日 53日間	132:00	
照明車	R01-4121	2ポール式	6月1日～8月1日 61日間	101:00	
照明車	R02-4171	ポール式	6月1日～8月1日 61日間	101:00	



写真-4-1 分解組立型バックホウによる施工の様子



写真-4-2 簡易遠隔操縦装置を用いた無人機械による施工の様子

5. さいごに

国道276号は令和4年7月14日に通行止めが解除され、引き続き当該箇所の恒久対策工事が実施予定となっている。当該現場において遠隔操縦運用可能な災害対策用機械は、二次災害のリスクを避けつつ、安全で効率的な応急復旧工事に大いに寄与したところである。

また、建設機械の遠隔操縦による土木施工は、国土交通省が推進する『インフラDX』の施策（無人化・自律施工による安全性・生産性の向上）にも合致するものであり、今後も関連技術者の育成を進めるなど、更なる活用を進めていきたい。

平取ダムにおける機械設備について

北海道開発局 事業振興部機械課

1. はじめに

平取ダムは「洪水調節」「流水の正常な機能の維持」「水道用水の供給」を目的に、平成27年1月に本体工事に着手、令和3年11月に試験湛水を開始し令和4年6月に試験湛水を終了、令和4年7月からダムの機能を発揮することが可能となった。



図－1 平取ダム位置図

表－1 平取ダム諸元

所在地	北海道沙流郡平取町芽生地先
河川名	沙流川水系沙流川支川額平川
型式	重力式コンクリートダム
堤高	55.0m
堤頂長	350.0m
堤体積	177,000m ³
総貯水容量	45,800,000m ³



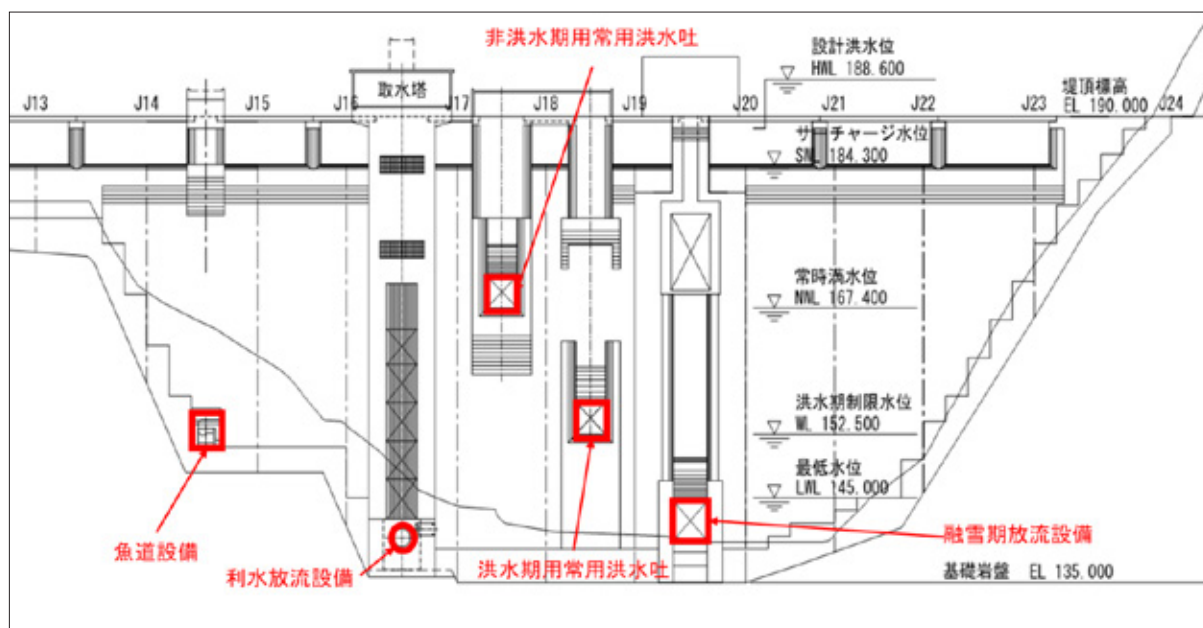
写真－1 平取ダム試験湛水状況(令和4年2月)

2. 機械設備概要

表－2 ゲート一覧表

設備名	ゲート名	形式	寸法	用途
常用放流設備	非洪水期用常用洪水吐主ゲート	スライドゲート	4.0m×6.114m	非洪水期の放流
	洪水期用常用洪水吐主ゲート	ローラゲート	4.0m×4.143m	洪水期の放流
	洪水期用常用洪水吐予備ゲート	ローラゲート	4.0m×6.967m	点検用
取水設備	選択取水ゲート	直線多段式ローラゲート(5段)	4.1m×23.0m	利水放流
	制水ゲート	スライドゲート	2.73m×2.73m	点検用(導水管・利水放流)
	保安ゲート	フラップ内蔵スライドゲート	1.6m×1.7m	取水塔内外水位差の解消
利水放流設備	大放流主ゲート	改良型ジェットフローゲート	φ1700mm	利水放流
	大放流副ゲート	高圧スライドゲート	φ1700mm	点検用
	小放流主ゲート	ジェットフローゲート	φ600mm	利水放流
	小放流副ゲート	高圧スライドゲート	φ600mm	点検用
小容量放流設備	魚道閉塞主ゲート	高圧スライドゲート	2.0m×1.7m	魚道水路の閉塞
	魚道調節ゲート	昇降式スライドゲート	2.0m×0.3m	魚道内の水位調整
	魚道閉塞副ゲート	スライドゲート	2.0m×1.7m	点検用
融雪期放流設備	止水ゲート	スライドゲート	4.6m×8.173m	点検用
	主ゲート(調節ゲート)	高圧スライドゲート	4.6m×4.6m	融雪期放流
	副ゲート	高圧スライドゲート	4.6m×4.64m	融雪期放流(予備)

この他に非常用洪水吐きを11門有する



図－２ 平取ダム上流面図（ゲート部分抜粋）

3. 機械設備工事概要

平取ダムの機械設備工事は、大きく3工事に分けて施工している。

■常用放流設備・取水設備・利水放流設備

平成28年度から令和3年度にかけて製作・据付を実施している。大放流主ゲートに改良型ジェットフローゲートを採用しており、扉体下部が半円状となっているため、扉体降下時に上流から水圧

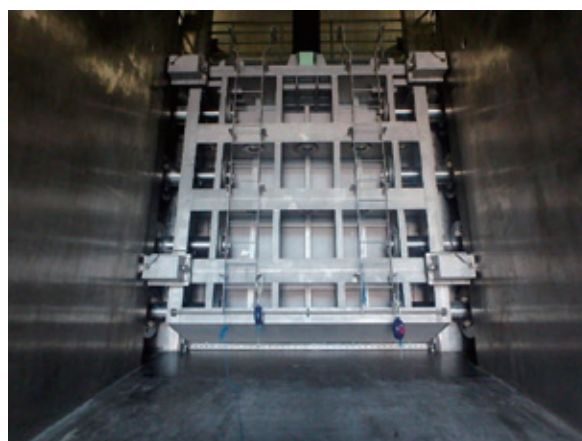
がかかると下向きに放流されることで減勢工の延長を短くし、さらに水中放流することにより減勢工の摩耗軽減を見据えている。



写真－２ 利水放流設備（大放流主ゲート）



写真－３ 非洪水期用常用洪水吐主ゲート



写真－４ 洪水期用常用洪水吐主ゲート



写真-5 選択取水ゲート（取水塔上部より）

■小容量放流設備

平成26年度から令和元年度にかけて製作・据付を実施している。魚道設備の水位調節に使用する。



写真-6 魚道閉塞ゲート

■融雪期放流設備

平成26年度から令和3年度にかけて製作・据付を実施している。流入土砂などのため、通常の構



写真-7 融雪期放流設備主ゲート（調節ゲート）



写真-8 ステンレスライニング

造用コンクリートを用いた導水路では摩耗が懸念されることから、流入部と導入部にステンレスライニング（ステンレス鋼で覆う対策）を施工し、導水路の摩耗軽減および補修の簡素化を図っている。

4. おわりに

平取ダムの機械設備は、国内のダムにおける実績が少ない改良型ジェットフローゲートを施工したり、北海道内のダムでは初めて導水路にステンレスライニングを用いるなど、新しい技術を採用している。現在工事中の三笠ぼんべつダムでも導水路や排砂路にステンレスライニングを採用する予定であるため、施工上の課題等を整理・継承し、今後の業務に邁進していく所存である。

排水機場ポンプ設備における異常検知システムの研究開発について

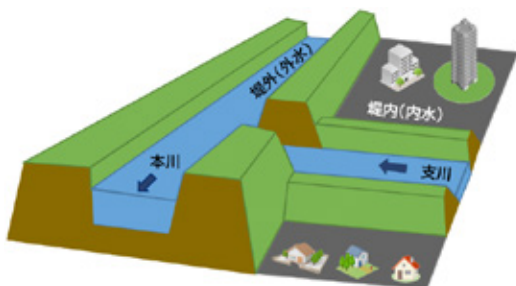
(国研) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地機械技術チーム

1. はじめに

河川用の排水機場ポンプ設備は、出水時に稼働して、内水氾濫を防止する大変重要な社会基盤設備である。本設備は豪雨等による異常出水時には確実な稼働が求められるが、近年、設備の老朽化が顕著となり故障の頻発や重大化が懸念される中、気象の極端化による豪雨の影響で稼働機会や運転時間の増大が見込まれており、更なる保守管理の徹底が求められている。一方、設備の管理を担う技術者の高齢化や後継者不足も顕在化しており、これらへの対応が喫緊の課題となっている。また、国土交通省では、本設備の管理手法として、状態監視保全を提唱している。この方法は設備の運転状態を示すデータを収集することで、データの変化を捉え、いち早く異常を察知して、稼働停止に陥る事態を未然に防ぐことを目指している。以上の背景から、本稿ではポンプ設備運転のデータの自動取得が可能な状態監視モニタリングシステムを活用して、設備の異常を察知する異常検知システムの研究開発について報告する。なお、本研究開発はつくば中央研究所先端技術チームと連携している他、内閣府の外部資金である官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）の支援を得て実施している。

2. 排水機場ポンプ設備の役割

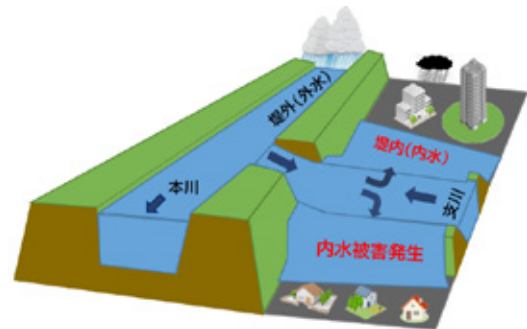
平常時には、堤内側にある支川の流れは堤外側の本川に自然流下する（図－１）。



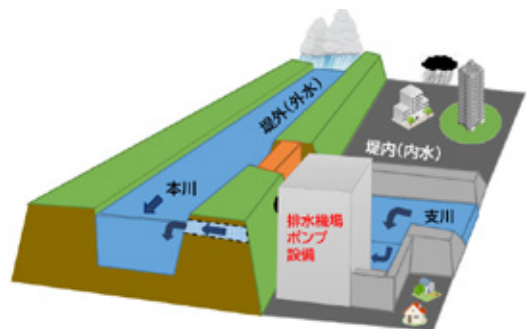
図－１ 平常時の河川堤防概念図

一方、豪雨などで本川水位が上昇すると、支川への逆流が発生すると共に、堤内側にある支川も本川に流れ込めず、支川水位が上昇して内水氾濫が発生する場合がある（図－２）。これを防ぐた

め、堤防途上にゲートを設置して、流れを遮断し、堤内側に排水機場ポンプ設備を設けることで、ポンプ動力により支川の水を本川に吐き出し、内水氾濫を防止する（図－３）。



図－２ 豪雨時の河川堤防内水被害発生概念図

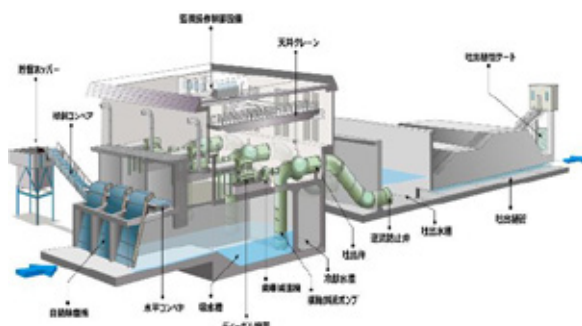


図－３ 排水機場ポンプ設備設置による内水被害防止概念図

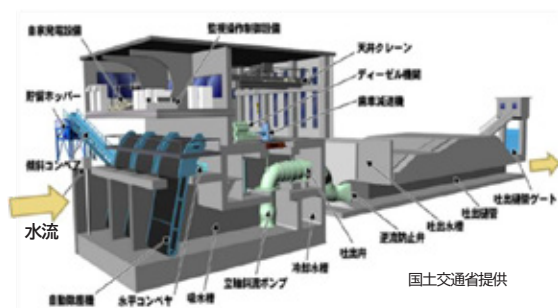
3. 排水機場ポンプ設備の基本構造と設備特性

排水機場ポンプ設備の構造的三大要素は、ポンプ動力となる主原動機、ポンプに適正な回転数とトルクを伝える減速機、羽根車構造により排水を担う主ポンプであり、これらの不調はポンプ運転には、致命的なダメージとなるので、保守管理上も重要となる。主原動機は主に船用ディーゼル機関が使用されているが、一部ガスタービン機関の場合もある。また、主ポンプの形式には横軸（図－４）と立軸（図－５）があり、北海道地域では寒冷気候による水路凍結の懸念から、羽根車が通常、水路に没水しない横軸が大多数を占めている。減速機は、原動機の種別やポンプ形式で異なるが各種歯車群と軸受の組合せで構成され、個々の構成部品の異常が問題となる。横軸は動力を同一平

面上に伝達できるので、地階に収まるが、立軸の場合は動力を直角下向きに変換する必要から、減速機は大型円筒形タイプ、ポンプ主軸が長尺となり、主要設備は複数階に及ぶ。これらの主要設備は通常、リスク分散の観点から並列に複数台（号機）設置される。また、設備は現場条件に応じ、個々に設計されるため、設置メーカーや規模、機種や年代も様々で、固有の設備特性となることから、正常の保守管理データの閾値も異なる。また、本設備は豪雨などで内水氾濫の危険の恐れのある状況下で初めて運転（本運転：定格負荷運転）されるので、通常は停止状態にある。月点検等で実施される管理運転は水の確保が難しく、短時間かつ軽負荷運転となり、本運転とは異なる運転データとなることも多い。一般に、このような設備は「非」常用設備と呼ばれ、常用設備とは異なる異常特性を示すことも多いことから、特有の状態監視手法の開発を目指す必要がある。



図－４ 横軸ポンプ設備の構造概要事例



図－５ 立軸ポンプ設備の構造概要事例

４．排水機場ポンプ設備異常検知システムの開発構想

国土交通省における直轄管理の現場では現状、表－１に示す点検・診断・管理を専門の機械系職員が担っており、専門業者に点検業務を委託し、管理運転による月・年点検等を通じてスポットデータを主体とする傾向管理を行っている（一部、時系列データの実施事例もある）。また、外注の

場合はどうしても報告までのリードタイムは避けられない。一方、多くの自治体では土木系職員が少人数で多くの施設を担当している状況であり、設備の専門的かつ個別の状態を正確に把握するには多大な労力を要している。そこで、当所では常設センサによる時系列運転データの自動計測、記録、リアルタイムモニタリングを担う状態監視モニタリングシステム並びにこのシステムデータを活用して、設備の異常を検知する異常検知システムを開発することで、表－２に示す保守管理の転換を図り、保守管理の現場に表－３に示す恩恵をもたらすことを目指している。

また、システム開発に当たっては、様々な製造メーカーや機種にも柔軟に対応できるよう高度かつ専門的な技術に依らない安価で汎用かつオープンな簡易システムを目指す観点からＡＩ系企業への委託により、システム開発を展開している。

表－１ 国土交通省における保守管理の現状

現状の点検・診断・管理（Before）

点検: 専門技術者等による月・運転時・年点検
目視、携帯測定器によるスポット計測
→故障症状の把握が断片的かつ限定的
→予兆検知が未開拓
（症状が進行しないと検知できない）
→本運転データの取得が困難
（災害対応の緊急時は、点検どころではない）
診断: 専門技術者等による精密診断
（異常等の場合に必要に応じて）
携帯型計測器による計測・解析
管理: 設備管理職員は点検・診断を外注し、点検データによりトレンド（傾向）管理を実施すると共に、健全度評価を実施（リードタイムの発生）

表－２ システム導入による保守管理の将来展望

今後の点検・診断・管理（After）

点検: 主たる点検項目について、常設計測器による無人での時系列データ自動計測
→故障症状の把握が全体的かつ網羅的
→予兆検知が一定程度可能
→本運転データの取得が可能
診断: 主たる診断部位について、自動計測時系列データによる常時自動精密診断
管理: 主たる部分の外注点検項目、診断項目の削減
主たる部分の点検・診断結果並びに健全度評価（自動判定）のリードタイムのないリアルタイム把握

表－３ システム導入による保守管理現場への恩恵

恩恵(Benefit)

- ・設備不稼働の回避
- ・主たる部分の異常の早期把握
- ・早期対応による不稼働時間の軽減
- ・職員の負担軽減
- ・管理経費節減

5. 状態監視モニタリングシステムの試験的構築

国土交通省直轄管理の排水機場ポンプ設備をテストベッドとして平成30年度からこれまでに、つくば中央研究所先端技術チームと連携し、老朽化が顕著で、かつ比較的稼働機会の多い北海道、東北、関東、九州の4地域5機場10基のポンプ設備に状態監視モニタリングシステムを試験的に構築し、データ収集を実施している。監視対象は不具合による運転致命度の高い原動機、主ポンプ、一部主ポンプ軸受や減速機などであり、各機器の異常検知を目的とする各種センサを常設している。ポンプ主軸の回転計がポンプの回転を検知すると自動的にデータ収集を開始し、運転が停止するまで記録される。センサデータはPCモニター上にリアルタイムでモニタリングされ、必要に応じ当所からの遠隔監視が可能となっている。なお、代表例として北海道地域のテストベッドである北海道開発局T排水機場2号機に設置しているシステムを図－6に示す。



図－6 状態監視モニタリングシステム設置事例

6. 状態監視モニタリングシステムを活用した異常検知システムの開発

状態監視モニタリングシステムだけで異常検知をしようとすると、簡易的に目安の閾値を設定し、設備管理者へ注意喚起をするといったレベルで、異常の内容は不明、かつ検知の信頼性の担保も難しくなる。

通常の診断では、機場に可搬型の計測機材一式を持ち込み、運転時の時系列データを計測・記録後に持ち帰り、専門の解析ソフトを使用して、ノイズ除去や平均化などの前処理を行い、振動理論

に基づく周波数分析などの特徴量変換を施して、卓越周波数の特性を専門的な知識や技術、豊富な経験に基づき分析、診断する必要がある。習熟している専門技術者でも多くの労力と日数を要する作業となり、一般的な設備管理者が実施するのは困難であるので、必要に応じて専門業者に委託している。当チームにも専門的な知識を有する者が在席しており、以上の作業は可能である。このような一連の煩雑な診断作業が委託によるリードタイムもなく、自動的に行えるシステムの開発は設備管理者の負担軽減に大いに貢献できるものと考えている。

(1) 異常検知モデルの構築

本研究開発では、従前よりAI技術を活用した異常検知に取り組んでおり、これまでにAIアルゴリズムによる異常検知は可能となっている(「排水機場ポンプ設備の状態監視に関する研究開発」北海道支部だより、No.120、8～11頁参照)。但し、設備管理者は、単なる異常だけでは、不十分であり異常の内容が分からなければ、対処できないというのが、本音と思われる。そこで、当所では、異常検知について異常のレベルと異常の種別の判定が可能な異常検知モデルの開発を目指し取り組んでいる。

異常レベル判定については、国土交通省の「河川ポンプ点検・整備・マニュアル(案)」にある設備健全度評価(表－4)に着目し、システムによる判定結果を設備健全度評価ランクとするため、状態監視が可能なものについては、監視対象が振動に類するものはISOの振動規則やJISの振動基準を、監視対象が温度の場合はJISの統計的品質管理の考え方を適宜準用した異常レベルの判定基準値(閾値)と、設備健全度評価のランクとの整合を図る(表－5)ことで、システムの異常レベル判定結果が設備健全度評価ランクで出力できる。

異常種別判定については、数値的な閾値による判定が困難であることから、AI技術の活用が有

表－4 国土交通省 設備健全度評価(抜粋)

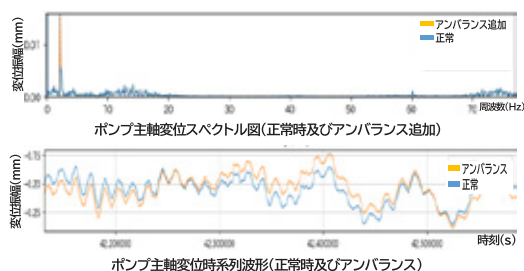
健全度の評価 (ランク)	設備の状態
×	点検の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じており、緊急に措置(修繕・更新・取替)が必要な状態
Δ1 (予防保全段階)	点検、精密診断、総合診断等の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じる可能性があり、予防保全の観点から早急に措置(整備・更新・取替)を行うべき状態
Δ2 (予防保全計画段階)	点検、精密診断、総合診断等の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じていないが、2～3年以内に措置(整備・更新・取替)を行うことが望ましい状態
Δ3 (監視段階)	点検の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じていないが状態の経過観察が必要な状態
○ (健全)	点検の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じていない状態

表－５ 異常レベル判定基準値(閾値)と設備健全度評価ランクとの整合 (T排水機場原動機の設定例)

設備箇所	監視対象	異常レベル判定基準(閾値) 判定指標:振動シビリティ(振動速度実効値の平均)
原動機	本体振動	× : 措置段階 7.5mm/s以上
		Δ1 : 予防保全段階 平常平均の6.3倍以上
		Δ2 : 予防保全計画段階 2.8mm/s以上
		Δ3 : 要監視段階 平常値平均の2.5倍以上
		○ : 健全 平常値平均の2.5倍未満

効と判断し、教師あり学習による分類タスクの適用を検討したところ、時系列データでの適用実績のあるAIアルゴリズムのうち、比較的精度が高く、CPUスペックが高性能でなくても、学習速度に支障のない「Random Forest」を採用し、異常種別分類モデルによる種別判定を試行することとした。試行にあたっては、異常の教師データが必要となるが、実機場の時系列異常データの蓄積がないことから、正常データから異常の標本データを生成の上、このデータを学習用データセットとして準備し、学習モデルを構築した。

一例として、T排水機場3号機のポンプ主軸異常であるアンバランスの異常標本データの生成方法について紹介する。一般に軸の異常は、振動理論より軸回転時の振動変位時系列波形を周波数分析し、卓越周波数成分の特徴を分析することで、異常の種類が特定できる。ポンプ主軸正常時の変位時系列波形を周波数分析するため、FFT（高速フーリエ変換）処理し、スペクトル図を作成後、振動理論に基づきアンバランスの特徴であるポンプ主軸回転周波数成分に、過大な卓越成分を追加（図－7 上図橙色部）することで、アンバランスの標本データが生成できる。このアンバランス特徴量スペクトル図を時系列変位波形データとするには、FFT⁻¹（逆フーリエ変換）処理（図－7 下図橙色波形）すればよい。このように単に時系列波形の比較では、正常である青色とアンバランスの橙色波形での異常種別判断は困難である。アンバランス同様、他の異常標本データ（ミスアライメント、緩み・ガタ、羽根異常）についても同様の方法で、異常標本データを生成し、学習用データセットとした。次に、構築した学習モデルが



図－7 異常標本データの作成方法

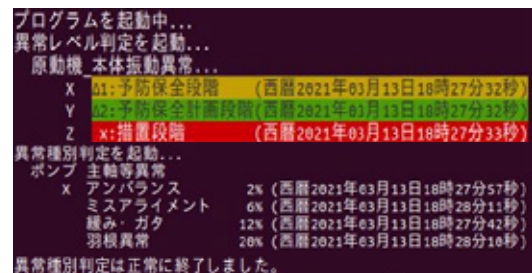
異常種別を判定できるかを検証するため、学習用データセットを生成した正常時系列データとは、別の運転時間帯での正常時系列データにより構築した検証用のデータセットを用意して、検証したところ図－8に示す判定結果が得られており、異常種別判定が可能であることを確認している。



図－8 ポンプ主軸異常種別判定結果

(2) 異常検知システムの試作

これまで紹介してきた異常検知モデルをベースに主力機器である原動機、減速機、主ポンプを対象に異常検知システムを試作している。試作システムは、状態監視モニタリングシステムの取得データを活用し、時系列データが異常レベル判定基準（閾値）を超えているかを都度判定し、超えている場合は図－9に示す異常検知通知情報が得られるようになっている。



図－9 異常検知通知情報画面表示例

システムの開発コンセプトとして、設備管理者に役立つよう単なる異常のみならず異常の内容に踏み込んだシステムを目指してきたが、今回、やっとその足がかりが掴めた段階である。というのも試作システムの異常種別判定検証は、実データによるものではあるものの、あくまでも疑似異常での結果であること、また、判定結果に至るまでの各工程には多くの人為的な作業が必要となっている。今後は、実異常データによる学習モデルの判定検証並びに各工程が学習モデルの構築を含め自動的かつ一連に動作するシステムへのレベルアップを進めて行く必要がある。

謝辞

本研究にあたり、現場提供頂いている国土交通省北海道開発局札幌開発建設部の皆様に多大なる謝意を表します。

建設工事等見学会に参加して

(株)アクティオ北海道支店 板橋 伸明

日本建設機械施工協会北海道支部の主催による建設工事等見学会に9月12日に参加しましたので紹介します。

今年度の見学会は、コロナ禍での開催となり、感染リスク低減のため移動バスの定員を減らし、総勢24名の参加で新桂沢ダム建設現場と砂子炭鉱三笠露天坑の現場を見学し無事終了することができました。

<見学の概要>

- 09:00 J C M A 支部前出発
- 10:30 新桂沢ダム現場見学
- 12:00 昼食&砂子炭鉱事前説明（幾春別市民センター）
- 13:00 砂子炭鉱三笠露天坑現場見学
- 15:30 バス出発（幾春別市民センター前）
- 17:00 J C M A 支部前到着

『新桂沢ダム建設現場』

幾春別川ダム建設事業所副長から幾春別川総合開発事業について説明があり、現在建設中の新桂沢ダムと今後新たに建設する三笠ぼんべつダム（流水型ダム^{※1}）の2つのダムで洪水調整することで、戦後最大規模の洪水被害（昭和56年8月）も軽減できることなど丁寧でわかりやすい説明のもとダムを見学しました。

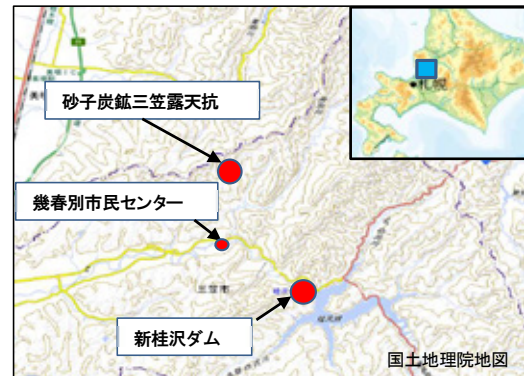
新桂沢ダムは、洪水被害の軽減・生態系の保護・農業用水の安定供給等を目的に、現在の桂沢ダム（昭和32年完成）の堤体を利用し11.9m嵩上げすることで、総貯水容量をこれまでの約1.6倍確保することができます。

新桂沢ダムの建設工事中には胆振東部地震によるブラックアウト（H30.9.6）もあり様々な障害・困難があったと思います。コンクリート打設は既設ダムのコンクリートとの密着性を高めるためにコンクリートの温度管理に大変苦労されたそうです。

ダムの本体工事は常用放流設備の一部を残し完成間近で、来年11月頃から試験淡水を行いダム本体や周辺の安全性を確認し、翌年の春に完成・運用を開始する予定とのことです。

今後も工事に事故もなく、無事に竣工し運用開

始することと、三笠ぼんべつダムの早期完成を期待しております。



見学会の箇所図



新桂沢ダム全景（左岸より）



常用放流ゲート室



幾春別川ダム建設事業所副長からの説明

※1 流水型ダムとは、洪水調整専用のダムで普段は水を貯めずに川の状態を維持し、洪水時に一時的に洪水を貯留し、下流河川の洪水被害を低減するダムです。



取水ゲート設備



取水ゲート開閉装置



監査廊 (気温10.4°)

『昼食＆砂子炭鉱事前説明』

幾春別市民センターで昼食後、同センター内で、砂子組資源部次長より砂子炭鉱三笠露天坑の事前説明を聞いて、砂子組の車で現場に移動しました。

『砂子炭鉱三笠露天坑現場』

砂子組資源部課長の丁寧でわかりやすい説明のもと、砂子組三笠露天坑の広大な現場を初めて見学しました。

三笠露天坑は、名前の通り「露天掘」で、石炭の上の土砂・岩石を剥がし石炭を露出させて採掘します。約50人が採炭作業に従事しており、これまでに545万tを採炭、年産11.7万tを計画し砂川火力発電所で重要な電力用炭として使用されています。

露天掘は、削孔面整備→発破→剥土→原炭切出し→原炭輸送→原炭選別（人力）の長い工程を経て石炭製品となります。

露天掘のイメージは坑内掘に比べ安全性も高く比較的容易に採掘ができるものと思っていましたが、初めて広大な現場と作業工程を聞いて当初

のイメージは大きく変わりました。採掘後には掘った土石で埋め戻して元々の線形に近づけ、緑化復元し最後にハンノキやイタチハギ等の活着率（5千本/ha）を目視で確認検査をして完了するという途方もない工程を踏んでいることがわかりました。

また、広大な現場の施工管理には、ICT施工を取り入れ、ドローンを活用し、地形データ、ボーリングデータ、炭層データを3D化し安全性・生産性向上も図られています。



砂子炭鉱三笠露天坑（全景）

石炭はCO₂排出削減上の課題もあると思いますが、海外燃料の価格高騰・不安定な供給体制が続く状況の中、石炭も安定した国内資源として今後も確保することと、採炭技術を継承して行くことも重要であると感じた現場でした。

最後に、大変お忙しいなか説明をしていただいた幾春別川ダム建設事業所の方々、現場送迎までしていただいた砂子組の方々、また、見学会の開催にご尽力をいただいた協会事務局の皆様にご感謝を申し上げ終わりといたします。



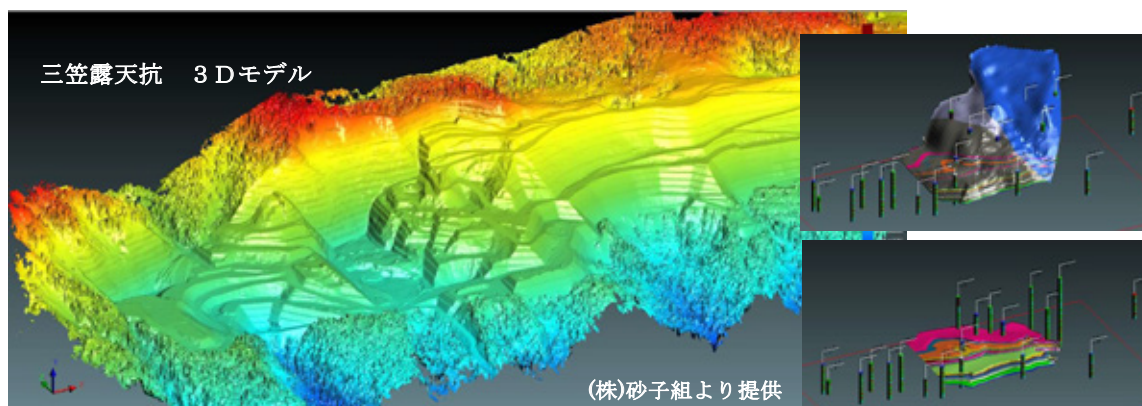
発破作業



60tダンプ（12台稼働）



6.5m³バックホウ（3台稼働）



集合写真（新桂沢ダム、砂子炭鉱三笠露天坑）



第65回北海道開発技術研究発表会で「北海道開発局長賞」を 当支部会員「(株)荏原製作所」が受賞

第65回北海道開発技術研究発表会は令和4年2月15日から17日までWEBで開催されました。195件の発表論文の中から北海道開発局札幌開発建設部施設整備課と(株)荏原製作所の共同研究「排水機場におけるメンテナンス省力化トランスフォーメーション～立軸斜流からコラム形水中ポンプへ～」が北海道開発局長賞を受賞されましたので、その概要を紹介します。

1. はじめに

現在、排水機場の管理は操作員高齢化、気候変動に伴う冬季の出水、老朽化施設の増加に伴う維持管理費の増大など様々な課題を抱えています。

維持管理に伴う省力化と費用縮減が求められるため、老朽化によるポンプ更新時において、ポンプ形式自体の変更（トランスフォーメーション）を伴う大きな見直しを図ることで、それらの課題解決を行うことが検討されました。従来の機場の無水化では水冷エンジンをラジエータ方式にするなどで基本的な機器構成を変えず系統機器の無水化が行われましたが、ここでは既設エンジン駆動の立軸ポンプをコラム形水中ポンプとし無水化を行い、機器構成自体が変更されています。

その実施された工事内容の紹介とともに、大幅な機場レイアウト変更に伴う課題解決のために活用されたICT技術による設計施工を紹介します。

対象機器	既設仕様	更新仕様
主ポンプ	立軸斜流	コラム形水中
	ポンプ口径 Φ800 mm	コラム径 Φ800 mm
	1.5m ³ /s・台×4.4m	同左
	2台	同左
減速機	直行軸歯車	無し
主原動機	ディーゼル	水中モータ
	140PS	110kW
	水冷（二次冷却）	—
自家発電機	50kVA×2台	500kVA×2台
換気設備	給気 0.19kW×1台 排気 0.3kW×1台	給気 3.7kW×4台 排気 1.5kW×2台
天井クレーン	手動 8ton	更新無し
電気設備	—	機器変更に伴う更新

2. 工事の概要

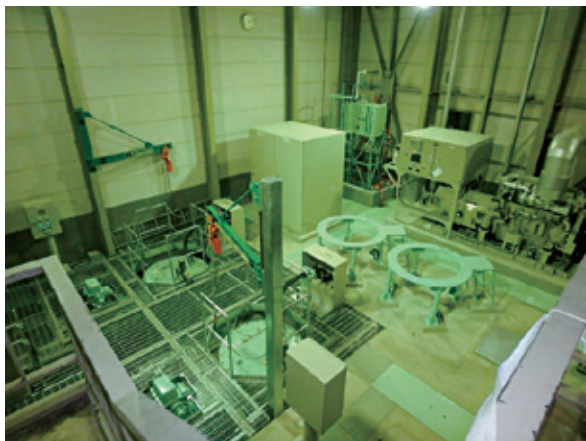
対象施設は北海道赤平市にある赤平排水機場です。昭和59年に建設され、無水化更新を目的とし令和3年6月1日～令和4年3月31日竣工で右表の内容の既設から更新仕様とする工事が行われました。

3. 工事の目的

既設ポンプ設備は主ポンプ軸封冷却、減速機冷却、エンジン冷却に水が使用されていました。それら冷却水は冬季に凍結膨張をするので、機器の破損を防ぐため出水期の終わりに水抜き作業を行い、出水期が始まると水張り作業が行われ、メンテナンス時において多大な労力を必要とする一因となっていました。そのため機場の無水化が求められていました。



写真① 赤平排水機場（更新前）場内写真



写真② 赤平排水機場（更新後）場内写真

そこで本工事では、立軸ポンプでの新たな無水化手法として、コラム形水中ポンプ化が採用され、原動機形式をエンジンから電動機へ変更しました。これにより、補機点数が削減され、点検が容易で操作も簡略化されました。結果として冷却水が不要となり無水化されるとともに、維持管理の省力化やメンテナンスコストの削減、操作員の習熟にも貢献できます。

4. コラム形水中ポンプ化への検討事項

コラム形水中ポンプへ機器構成を変更することに伴い様々な課題も浮かび上がり検討が必要となりました。①機場配置検討、②ポンプ取付部床開口拡幅、③機器床荷重、④天井クレーン能力（冬季にポンプ井水中部から引き揚げられる）、⑤経済比較等があります。これらは設計段階に検討され実現可能と判断しました。

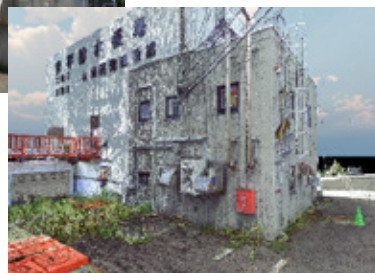
①、④およびメンテナンス方法などについては、実施施工段階で更に詳細に詰められました。その検討に際して、発注者と施工業者の協力のもとICT技術を活用しました。

5. ICT技術活用事例

ICT技術による設計・施工では次の取り組みがされました。

①レーザー計測による機場全体の3Dデータ化

3Dレーザースキャンを行い機場の内外を点群データ化しました。



写真③-1 点群データ化された機場（外観）

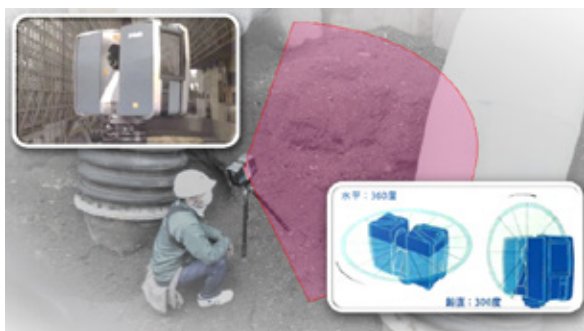


写真③-2 点群データ化された機場（内部）

※点群データとは

水平360° および鉛直300° の方向に照射したレーザー光が当たった箇所のXYZ座標とRGB色を記録することで、無数の点の集まりが立体的なデータとなります。

写真のように見える立体映像はソフトウェアを用いることで、点同士の寸法測定等や3D面としてのCADデータへの変換も可能です。ICT施工の活用において不可欠な測定技術です。

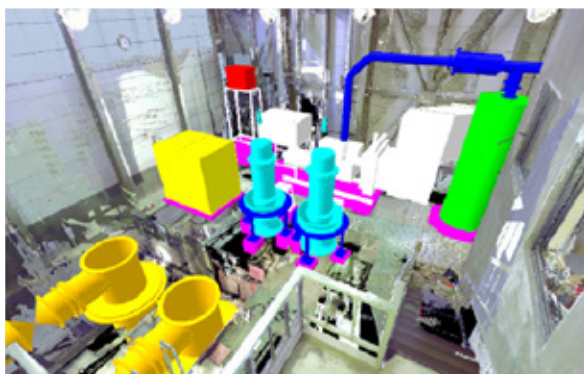


写真④ 3Dレーザースキャナーによる撮影

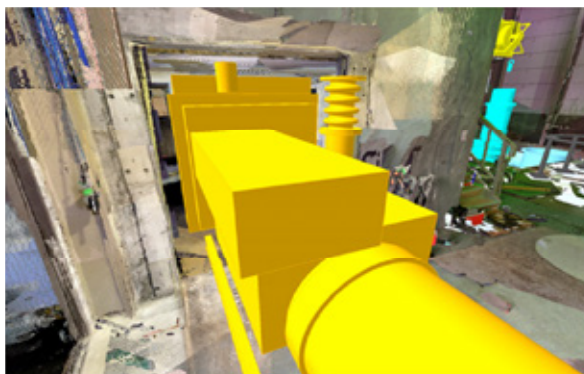
② 3Dモデルを活用した配置・搬入計画

大幅な機器構成の変更に伴うレイアウトを視覚的に検討するために、建物の点群データと機器の3D-CADデータを合成しました。また狭小スペースや高所への配置設計をCAD空間の中で行いました。

設計中に発生した配置上の問題点等も現地での再測量作業を必要とせず、測定精度が高い点群データの特性を活かし、CAD空間での測量を実現し、設計が完結しています。



写真⑤-1 3Dモデルを活用したレイアウト計画



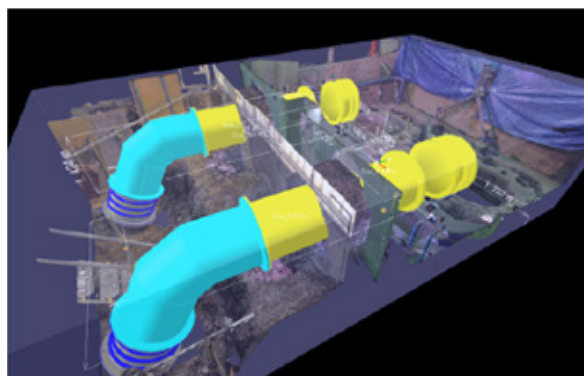
写真⑤-2 3Dモデルを活用した搬入計画

③ 現合管のプレハブ化による工期短縮

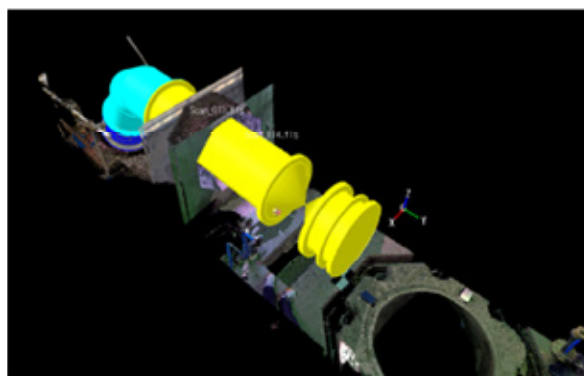
機場外に位置する主ポンプの吐出配管と吐出水槽の既設流用部との接続曲がり管（写真⑥水色着色部）を3Dモデルから取合い寸法を割出して配管を製作しました。

従来の施工方法では、現地に一度配管を持ち込み、取合いフランジの仮溶接を行った後に、いったん製作工場に持ち帰り、本溶接を行い、耐圧試験、塗装という工程を経て再び現地に持ち込んで、本据付をするという工程でした。

この3Dデータ活用による配管のプレハブ化により、1回の現地据付作業となり、約1か月間の工期短縮と20人ほどの省人化が可能となり、生産性を向上する事ができました。



写真⑥-1 現合管のプレハブ化による工期短縮



写真⑥-2 現合管のプレハブ化による工期短縮

④ 3Dによる各発表会の開催と自治体への説明

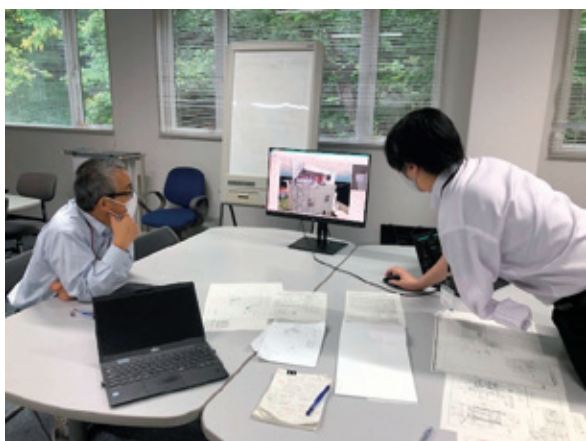
3Dモデルの画面を使って更新後の姿を自治体へ説明し、着工前に設備がどう変わるのかをイメージしやすくしました。その他、消防との協議や開発局内の発表会でも活用されました。



写真⑦ 3Dモデルを活用した説明会風景

⑤若手技術者の育成に活用

ベテラン設計者と若手設計者の設計レビューにおいて、問題点の発見や解決策の共有などに3Dモデルを活用することで、技術者の育成に役立っています。



写真⑧ 若手技術者の教育

6. ICT施工のさらなる活用

近年、土木分野では普及しているi-Constructionの取組みの一環として、ICT施工は欠かせない技術となっています。ポンプ設備の分野においてもBIM/CIM活用ガイドライン 機械設備編が国土交通省にて公開され、令和5年からの「全ての詳細設計・工事で原則適用」に向けて、実施が進められています。

(株)荏原製作所では既に全国のポンプ設備工事において、BIM/CIMの試行実施やそれに伴うICT施工の活用実績があり、今回紹介した赤平排水機場の施工および共同研究論文の受賞にも、大いにそのICT技術が活用された事例となりました。

7. 受賞者コメント

(株)荏原製作所 現場代理人 梶本 哲弘

3Dレーザスキャナーによる精度の高い測定の結果、屋外配管をプレハブ化出来たことにより、従来の現場現合を不要とし、現地作業の省人化、大幅な工期短縮を実現しました。非出水期の間に設備の大幅な更新をやりきらなければならない中で、非常に大きな効果を発揮しました。今までは実績もあり確実な現合管での施工しか経験がありませんでしたが、今回3Dスキャナの精度とその導入効果の大きさから、これからは積極的に取り入れていきたいと思っています。

また、当現場では、降雪、積雪等の厳しい施工環境かつ受注してから短納期での製作・施工を行わなければならない現場であったため、工期短縮や立会等の工夫が必要でした。工期内での完工を実現するため、工期短縮では3Dスキャンによる配管製作に加え、高所での実測作業も3Dモデル上で可能とし、足場設置作業の省略とともに事故のリスクを低減することも可能としました。

また、31回に及ぶ立会検査のうち84%以上をリモートで行い、往復3時間の発注者監督員の移動時間を削減しました。

新たな技術を活用した本工事の取組みを研究論文として札幌開建施設整備課様と並んで局長賞を頂いたことを大変うれしく思います。今回の受賞を糧に、次の現場でも新たな技術の導入を図りつつ、お客様の満足度向上を目指して取り組んでいきたいと思っています。



新 入 会 員 紹 介

(入会順)

日本住宅総合開発株式会社

所在地 本社 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄1-12-105 SFPビル2F・4F
北海道中央支店 〒061-1355 北海道恵庭市島松寿町2-7-10
北海道北支店 〒070-0032 北海道旭川市2条通3丁目232-2 ユニオンコーポ1階
北海道東支店 〒080-0002 北海道釧路市新釧路町14-4

代表者 代表取締役 加藤 皇大 **会社創立** 令和1年9月

TEL 052-938-5220 **FAX** 050-3452-8125

URL <https://njsk-eco.com>

「持続可能な社会」の実現へ向け、創業以来、法人・一般家庭を問わず幅広く環境コンサルタントのプロフェッショナルとして活動してきました。

常にお客様に寄り添い、パートナーシップを築くことを大切にしています。

リフォーム事業・賃貸不動産事業などのプランニングから施工・アフターサービスに至るまで総合コンサルティングを手掛けています。

《業務内容》

除雪事業
リフォーム事業
企業向け環境コンサルティング事業
スマートハウス事業



支部だより【新技術・新製品紹介コーナー】

原 稿 を 募 集

あなたの会社で開発または扱っている新技術・新製品をPRしませんか

【新技術・新製品紹介コーナー】は、会員会社が開発または扱っている新技術（NETIS技術）・新製品のPRの場として設けているもので、無料で掲載します。

次回、125号への掲載をご希望の方は、下記により原稿を送ってください。

記

掲載スペース等：原則としてA4版1～2ページとし、写真等は白黒・カラーいずれも可とします。

原稿提出期限：令和5年2月末日

提 出 先：〒060-0003 札幌市中央区北3条西2丁目 さっけんビル

一般社団法人 日本建設機械施工協会北海道支部

TEL 011-231-4428

FAX 011-231-6630

支部（上半期）主要行事

[4月]

- ・第1回企画部会
4月22日(金): センチュリーロイヤルホテル
- ・第1回運営委員会
4月26日(火): センチュリーロイヤルホテル

[5月]

- ・第11回支部通常総会、第2回運営委員会
5月19日(木) センチュリーロイヤルホテル



第11回支部通常総会



感謝状贈呈式

- ・建設機械優良運転員・整備員の表彰(総会終了後)



建設機械優良運転員・整備員



受賞を記念した「バッジ」

〈建設機械優良運転員 12名 (敬称略)〉

羽田野恒夫 ㈱相互建設
石山 雅之 大東工業㈱
堀籠 秀樹 ㈱只石組
平野 嘉政 ㈱手塚産業
若山 英人 ㈱寺沢組
川村 英一 道路建設㈱

中村 誠司
山崎 博和
谷口 多吉
石川 芳美
有田 悟
鈴木 健次

道路工業㈱
中定建設工業㈱
陽伸工業㈱
㈱橋本川島コーポレーション
ひまわり建設㈱
大和谷工業㈱

〈建設機械優良整備員 7名 (敬称略)〉

平山 隼風 ㈱NICHIGO
福士 稔康 日本キャタピラー(同)札幌南営業所
白岩 明浩 NX機工㈱
杉下 友彦 コマツカスタマーサポート㈱北海道カンパニー

菅野 和真
白根 晶
村端 禎之

北日本重機㈱
北海道川崎建機㈱
㈱アクティオ北海道支店

- ・外国人技能実習評価試験(定期試験1回目)
5月24日(火)、25日(水) 札幌市(キャタピラー教習所)
受検者 専門級38名、上級3名



外国人技能実習評価試験(実技試験)

- ・請負工事機械経費積算に関する講習会(札幌市)
5月31日(火) 北海道経済センター、受講者 99名
【講習内容】①令和4年度土木工事標準歩掛の改訂概要
②建設機械等損料の改正と動向
③施工パッケージ型積算方式
④損料算定表の見方及び使い方
⑤一般土木請負工事の機械経費積算例
⑥道路維持請負工事の機械経費積算例



請負工事機械経費積算に関する講習会

[6月]

- ・建設技術担い手育成プロジェクト(出前授業)
6月8日(水) 札幌工業高校(土木科2年生60名)
【座学・実習】
- ・建設機械施工管理技術検定第一次検定、第二次検定(筆記)
6月19日(日) 北広島市(星槎道都大学)
受検者: 1級(第一次検定) 302名
(第二次検定(筆記)) 311名
2級(第一次検定) 681名(延813名)
(第二次検定(筆記)) 738名
2級(択一式種別)
第1種: 147名、第2種: 602名、第3種: 12名
第4種: 29名、第5種: 13名、第6種: 10名



建設技術担い手育成PJ(札幌工高)

- ・外国人技能実習評価試験(定期試験2回目)
6月21日(火) 石狩市(PEO建機教習センタ)
受検者 専門級8名、上級3名
- ・除雪機械技術講習会
6月24日(金) 旭川A、道北経済センター、受講者 184人



除雪機械技術講習会(札幌A会場)

[7月]

- ・除雪機械技術講習会
7月4日(月) 札幌A、ホテルライフオー・札幌
受講者 173人
- ・建設技術担い手育成プロジェクト(出前授業)
苫小牧高等専門学校
(創造工学科(都市・環境コース)4年生38名)
7月7日(木)【座学】、21日(木)【実習】



建設技術担い手育成PJ(苫小牧高専)

[8月]

- ・外国人技能実習評価試験(定期試験3回目)
8月23日(火) 札幌市(キャタピラー教習所)
受検者 専門級29名、上級4名

- ・建設機械施工管理技術検定第二次検定(実技)
8月26日(金)～8月28日(日) 石狩市(PEO建機教習センタ)
受検者: 1級64名(延95名)、2級372名(延439名)

種別の受検者数

	第1種	第2種	第3種	第4種	第5種	計
1級	38	32	3	18	4	95
2級	79	334	8	13	5	439



第2種(ショベル系建設機械)試験状況

[9月]

- ・除雪機械技術講習会
9月6日(火) 小樽A、小樽経済センター、受講者102人
9月15日(木) 旭川B、道北経済センター、受講者126人
- ・建設工事等見学会(12頁に報告)
9月12日(月) ①新桂沢ダム②砂子炭鉱三笠露天坑、参加者24名
- ・外国人技能実習評価試験(定期試験4回目)
9月28日(水) 石狩市(PEO建機教習センタ)
受検者 専門級7名

編集後記

今年は、胆振東部地震から4年が経ち、復旧状況の現地説明会が9月1日に厚真町で開催されました。この地震では、大規模な土砂崩落により多くの方が亡くなり、また、全道がブラックアウト(大規模停電)に見舞われ、大規模災害の恐ろしさを痛感したことや、当時の災害対応や給水支援を行った記憶が蘇りました。

復興工事は、全体で約9割程度完了したとのことですが、住民の方々の生活環境は大きく変わっており、災害復興は、まだ道半ばであると感じています。

さて、本号の巻頭言は、5月より北海道支部長に就任された柳屋支部長の挨拶をご紹介させていただきました。その中で建設業等における担い手確保や人材育成、また、働き方改革実現に向け、ICT施工導入の必要性について、言及されておりました。

また、北海道開発局技術研究発表会で局長賞を受賞された(株)荏原製作所様よりポンプ設備更新工事におけるインフラDXの取組についてご紹介いただき、今後の参考になる大変興味深い内容と感じています。

次に2年ぶりに開催された「建設工事等見学会」の参加報告について、(株)アクティオの板橋様よりご寄稿いただき、コロナ禍では有りますが、通常の生活に戻りつつある話題でホッとしたところであります。

今後も会員の皆様方にとって有益な情報をお届けしたいと考えていますので、ご寄稿いただければと思います。

最後になりますが、ご多忙のところ本号に寄稿していただいた皆様に、お礼申し上げますとともに、13年間に渡り北海道支部長として、ご尽力いただいた熊谷様に心より感謝申し上げます。

広報部会 合田