

ぽんぷ

No.61

2019 MAR.

APS (一社) 河川ポンプ施設技術協会



鶴生田川の鯉のぼりと桜並木（群馬県）

巻頭言

排水機場ポンプ設備の課題と対応

技術報文

3次元計測を用いた「排水機場の構造物モニタリング技術」

技術解説

IoT・AI とポンプ施設

工事施工レポート

国土交通省 四国地方整備局 徳島河川国道事務所 学島排水機場

機場めぐり

庄和排水機場～「民間見学運営システム」による社会実験を開始～

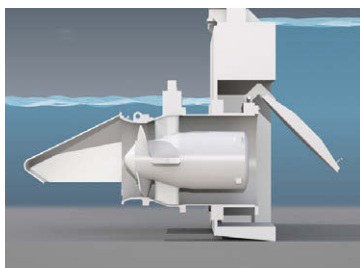
新型ポンプゲート FLOOD BUSTER

フラッドバスター

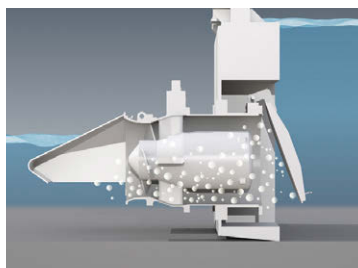
水位を問わず運転可能な全速全水位運転を実現

機能性

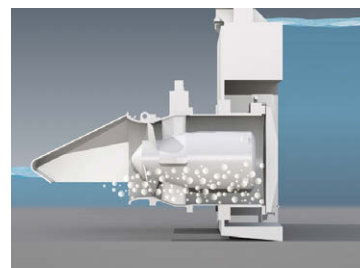
各運転状態にポンプ本体が切り替えるため、インバーターや付随する電気機器が不要になりました。



全量排水運転



気水混合排水運転



排水待機運転

耐久性

電気機器の点数を減らすことで、故障のリスクを軽減しました。

操作性

ポンプ本体が運転状態を切り替えるため、複雑な機器の知識は不要です。



安全性

排水のタイミングを早めることで、街を浸水から守ります。

経済性

シンプル＆コンパクトな設備のため、ポンプ場のLCCを削減できます。

目次

■巻頭言 排水機場ポンプ設備の課題と対応	2
丹羽 克彦	
■エッセー 大災害から国土を守るために	4
佐藤 信秋	
■技術報文 3次元計測を用いた「排水機場の構造物モニタリング技術」	5
荻原 勇人	
■技術解説 IoT・AIとポンプ施設	9
山元 弘	
■工事施工レポート 国土交通省 四国地方整備局 徳島河川国道事務所 学島排水機場	15
(株) 荏原製作所 田中 亮	
■機場めぐり 庄和排水機場	
～「民間見学運営システム」による社会実験を開始～	19
中村 伸也	
■排水機場の効果 豊岡排水機場・八条揚排水機場の整備効果	23
深澤 洋二	
■ニュース&トピックス 平成30年度における排水ポンプ車の出動状況について	28
今野 孝親・金村 翼	
■新製品・新技術紹介 低騒音型除塵機	32
(株) ミゾタ	
■会員の広場 東京2020 まであと1年半	33
(株) 鶴見製作所 柳川 篤志	
■委員会等活動報告	
平成30年度 ポンプ操作技術向上検討会報告	34
(一社) 河川ポンプ施設技術協会 維持管理委員会	
海外調査報告 ドイツ連邦共和国におけるポンプ施設等の運用・維持管理についての調査報告	35
(一社) 河川ポンプ施設技術協会 規格調査委員会	
平成30年度 技術研修会報告	40
(一社) 河川ポンプ施設技術協会 広報研修委員会	
■資格制度 平成30年度ポンプ施設管理技術者資格試験結果と平成31年度実施概要	41
(一社) 河川ポンプ施設技術協会 試験事務局	
■編集後記	42
■会員会社一覧	表3

広告掲載会社

(株)石垣
(株)西島製作所
(株)電業社機械製作所

(株)日立製作所
(株)鶴見製作所
(株)荏原製作所

クボタ機工(株)
(株)東京建設コンサルタント
(株)日立テクノロジーアンドサービス

排水機場ポンプ設備の課題と対応

丹羽 克彦 にわ かつひこ

国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課長

1. はじめに

河川ポンプ施設は、洪水などによる内水氾濫を防止する治水施設（排水機場）、都市用水を補給する利水施設（揚水機場）、河川の水質を浄化する水質保全施設（浄化機場）があり、地域の安全・安心、生活環境の改善、社会経済活動を支える役割を担う重要な河川管理施設です。

これら施設の多くは高度経済成長期に建設され、老朽化が進む一方、特に排水機場は、近年の気象環境の変化に伴う前線や台風の集中豪雨等水災害の対応施設として、地域住民からも注目、期待されており、その社会的責任は極めて大きく、必要とされるときに確実に稼働するための信頼性の確保や、不具合発生時の迅速な対応が益々重要となっています。

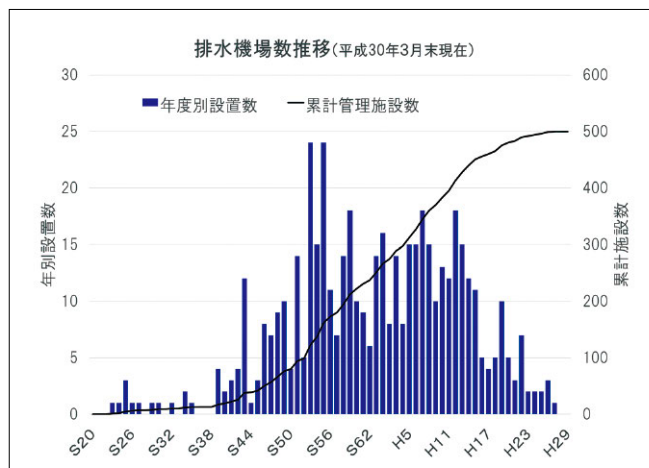
2. 排水機場ポンプ設備の課題と対応

（1）ポンプ設備の老朽化

国土交通省直轄管理施設としての排水機場は、昭和30年代後半より高度経済成長期のインフラ整備に合わせて全国で盛んに建設され、現在、約500施設が運用されています。しかし、その約半数が設置から40年以上経過し、今後、老朽化に伴う性能低下や不具合の発生が懸念されています。これらに対処するために点検、整備、更新の必要性は一層高まる一方、維持管理に要する費用も年々増加することが予想され、設備の信頼性を確保しつつ効率的、効果的な点検、整備、更新を計画的に行う必要があります。

このため、「河川ポンプ設備点検・整備・更新マニュアル（案）」において、設備の振動、温度などの傾向管理項目と、その判断基準を明確化し、各機器等の劣化状況を確実に把握することにより健全度を評価し、必要な対策を適切な時期に効率的、効果的に実施する“状

態監視型予防保全”を適用することとしています。また、点検等で得られた設備の状態や対策の履歴等の情報を記録・保管し、次期点検・診断に活用する“メンテナンスサイクル”を構築し、個別施設の維持管理計画（長寿命化計画）に反映させることにより、設備の信頼性を保持しつつ長寿命化に努めているところです。



（2）気象環境の変化

近年の水災害として、平成27年度関東・東北豪雨での鬼怒川の破堤による大規模な浸水被害を始め、平成28年度には台風による東北・北海道地方での被害、平成29年度九州北部豪雨では福岡県・大分県の中小河川の氾濫や土砂・流木の流出による被害、平成30年度7月豪雨では中国・四国地方において河川の氾濫や土石流などにより甚大な被害が発生するなど、毎年のように記録的な水災害が発生しています。気象庁によると全国における局所的な集中豪雨（1時間降水量50mm〔非常に強い雨〕、80mm〔猛烈な雨〕以上）の年間発生回数は、30年前と比較して1.4倍、1.6倍に増加しています。

平成30年度7月豪雨では、計画規模を超える出水や土石流により、河道や排水機場の沈砂池に大量の土砂



が堆積するとともに、多量の塵芥やシルトを含む高濁度水の流出により、排水機場の除塵設備やポンプ設備（水中軸受け）が損傷した事案が発生しました。排水機場の施設規模やポンプ設備の仕様の計画にあたっては、流域の砂防や河道の計画を踏まえた地理・地形的条件を前提として流出塵芥・土砂などの施設の設置環境を可能な限り想定した設備設計や、詳細仕様の明示が必要と考えられます。

（３）ポンプ設備の不具合

ポンプ設備は、固定的な土木構造物と異なり、主原動機、減速機、ポンプ本体、制御機器など個々の機器から構成されるプラント的システムであり、稼動してはじめてその機能を発揮するものです。

各構成機器の経年変化、摩耗等に伴う物理的劣化による不具合の他に、昨年の不具合事象のような計画・設計段階では想定し得ない外力によるものや、その他予期せぬ突発的な不具合などの発生は避けられません。これらの不具合は、状態監視型予防保全で全てが必ずしも把握できるものではなく、不具合発生時には迅速な事後対応（保全）が求められます。

ポンプ設備の構成機器のうち、特に主原動機の不具合発生率が高く、例えばガスタービンエンジンは電動機やディーゼルエンジンと比較して、復旧までに時間を要している場合があります。主原動機等の形式選定にあたっては、施設規模や設置環境に対する設備の要求性能において、形式毎の不具合発生率、不具合発生時にかかるコストを含めた費用対効果や、復旧対応の迅速性など、リスクヘッジを考慮した比較検討のうえ、今後、設備の信頼性を確保しつつ数十年間使用し続けるという長期的視野に立って、各形式のメリットとデメリットを十分に考慮する必要があると考えます。

事後対応としては、不具合発生時の排水能力代替案の検討を進め、現在、各施設にて策定されている「危

機管理行動計画」の現実性のある充実を図る必要があります。また、不具合発生時に必要とされる故障（予備）部品の調達に関し、全国の施設にて保有している予備品を施設間で融通するために、全国の予備品を一括にまとめた予備品リストや、予備としての推奨部品を示した「河川ポンプ設備予備品調達の手引き（案）」を整備し、迅速な対応を図っているところです。

（４）技術者の高齢化と不足

現在、ポンプ設備業界における技術者の平均的な年齢構成は50歳代以上が約50%、30歳代以下が約15%となっており、技術者の高齢化や担い手不足が顕在化しています。

このため、ポンプ設備工事の入札方式において、若手技術者育成のための試行や、限りある技術者を有効に配置するための配置予定技術者の緩和に向けた制度設計を進めています。

また、昨今の働き方改革を推し進めるために、週休2日を推進するとともに、BIM／CIMを導入し、設計、施工、維持管理の一連にてそれぞれで得られた情報を3次元モデルに連携・発展させ、事業全体にわたる関係者間で情報を共有するとともに、工事における検査、段階確認においてIoTの活用検討を進めるなど業務の効率化、高度化に取り組んでいます。

3. おわりに

自然環境の変化や、排水機場の維持管理・体制に関する様々な問題が懸念されるなか、地域社会にとって極めて重要な公共施設である排水機場を、長く、適切な状態に維持していくには、ポンプ設備に携わる関係者のご協力が必要不可欠になります。今後とも官民連携のもと、関係各位におかれましてはご支援・ご協力のほど宜しくお願い致します。

大災害から国土を守るために

佐藤 信秋 さとう のぶあき | 元国土交通省事務次官

私は、高校2年生の時に新潟地震を経験しました。昭和橋が落橋し、県営アパートが倒れました。信濃川が津波であふれ、我が家は一ヶ月程水に浸かっていました。「災害に強いふる里をつくろう」と思いから、土木工学を選び建設省に入りました。道路局長や次官を務めて、まだまだ強いふる里をつくりたいと参議院に出て11年、地震・水害・大火等多くの激化する災害を目の当たりにしてきた経験からも、強靱な国土づくりが急務と考えています。

頻発する大災害

昨年も大災害が頻発しています。冬の豪雪、大阪北部地震、西日本豪雨、台風21号、北海道胆振東部地震と次々と貴重な人命・財産が失われ、公共インフラにも甚大な被害がでました。その度に現地へ出向き、災害が大きくなった原因の究明とその処方箋づくりに追われる日々であり、異常気象が日常になりつつあると実感しています。

今こそ事前防災、減災、老朽化対策、国土強靱化が必要

日本は公共投資を、この20年余で約半分近くに削減してきました。諸外国では逆に2～3倍に増やしています。この為、国土強靱化基本法を成立させると共に、迫りくる首都直下地震や南海トラフ地震等に備えるべくさまざまな法整備を行ってきました。昨年12月には国土強靱化計画を見直し、防災・減災・国土強靱化のための3か年緊急対策を進めることにしましたが、今後は更に、10年、15年先をも見据えて計画的・持続的に対策を進めていくことが必要だと考えています。

大災害が起きた場合の市、県、国の役割の課題

市町村の手に負えない災害だと県が判断した場合には、国との協議の上、災害救助法が発動されます。この場合の費用負担は県（国が補助）、実施は市町村に委任されます。県は必要物資を国に要請し、市町村に配付することになっていますが、大災害発生時には、どうしてもここで混乱します。そこで平成28年4月の熊本地震では、県の要請を待たず、特例的に国が予備費を活用（全額国費負担）してプッシュ型支援を行いま

した。これを一般化するための法律、制度の改善が課題と考えます。

災害復旧制度、激甚災害指定制度の課題

「原形復旧」以外は認められないとの誤った認識から被災前と同じ復旧をしがちですが、「再度災害防止」の為に改良復旧も認められます。しかし、1件毎に、「改良復旧」の必要性を説明するには、大変な時間と労力を要するため、改良復旧の拡大に向けた制度改善が必要です。

また、大災害が発生すると、被災地からは、災害復旧の国庫負担率のかさ上げや、中小企業への税制等の支援措置が可能になる「激甚災害の指定」の要望が出ます。しかし、指定までに長期間を要する傾向にあるため、初期から安心して復旧・復興に当たれるように、降雨量や被災戸数などの要素に基づき迅速な指定を可能とする方法を検討する必要があります。

現場を支える地方整備局とテックフォースの一層の充実

地方整備局職員は自ら地方の災害対応をはじめ、管外他地方の災害に対してテックフォースとして災害支援活動を行うことにより、毎年のように災害対応経験を蓄積しています。テックフォースは地方自治体の支援組織として大きな機能を発揮しており、今後はこれを官民合同組織として、一層の機動力・対応能力を持った危機管理組織に充実することが必要です。

建設産業への期待

災害が起きると、先ず建設産業の人達が、交通路の障害物を取り除き、堤防や海岸等の対応をする為に出動します。マスコミではなかなか取り上げてはくれませんが、昼夜を分かたず頑張っているのは建設産業の人たちです。地域の雇用を支えながら有事に備えるためには建設産業を守り、雇用を支え、大災害に備えることが政治、行政として大切な方向性です。

建設産業経営基盤の安定のためにも、給与が良い・休日が取れる・希望が持てる新3Kをめざし、更なる品確法の改正等に前向きに取り組んでいきたいと考えております。

3次元計測を用いた「排水機場の構造物モニタリング技術」 ＜排水ポンプ設備長寿命化への取り組み紹介＞

荻原 勇人 おぎはら はやと | 国土交通省関東地方整備局 関東維持管理技術センター
関東技術事務所施設技術課長

1. はじめに

国土交通省関東地方整備局が管理する排水機場においては、建設後40年を超える排水ポンプ設備が現在で約5割、10年後には全体の7割を超える見込みである。（図－1）

国土交通省の「河川ポンプ設備点検・整備・更新マニュアル（案）」で示されている、主ポンプ（立軸）主要部品の「平均の修繕・取替標準年数」は40年以下である。そこで、ポンプ設備における「高齢」の目安を40年とすれば、関東地方整備局は、排水ポンプ設備の高齢化という問題に直面しているといえる。

厳しい財政状況の下、機械設備には「長寿命化」が求められている。このため、高齢の排水ポンプ設備における信頼性確保方法などの課題を解決し、延命を図っていくことが重要である。

今回、この課題解決に一步近づける可能性がある、3次元計測を用いた「排水機場の構造物モニタリング技術」について、現場試行を実施した。

本稿は、この経緯と試行結果について報告を行うものである。

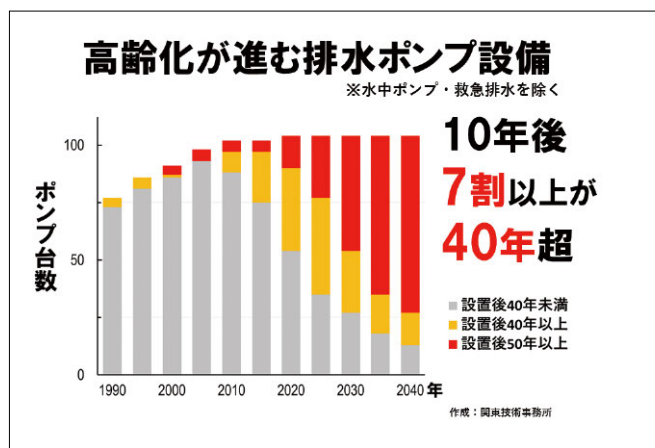
ディーゼル機関のクランク軸は、ピストンの往復運動を回転運動に変換し、この動力を外部へ出力する軸であり、動力を伝達する減速機などと接続する。（図－2）

クランクデフレクションとは、クランク軸の「たわみ」である。これが悪化する（大きくなる）と、クランク軸が折損、ディーゼル機関は長期の運転不能となる危険性があるため、毎年、点検においてこの計測を行い、監視をしている。

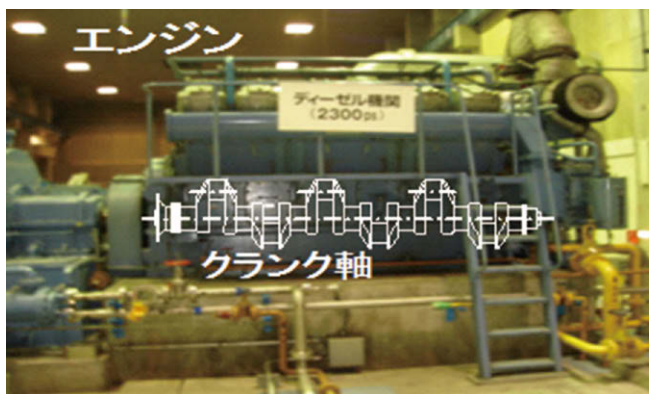
クランクデフレクションが悪化する主な直接的要因は、減速機などと接続する軸の軸芯変化や、機関の据付状態の変化である。

埼玉県三郷市に設置されている「三郷排水機場」では、クランクデフレクションの計測値を傾向管理していたところ、これが急に悪化した。この前年に、エンジン室床版やこれを支える壁など、コンクリート構造物の補強を行っていたことから、コンクリート構造物における微小な変化を、クランクデフレクションの悪化要因に加えることとした。

ただし、コンクリート構造物に変化が生じているかは、明らかになっていない。そこで、主原動機が設置されているエンジン室床版の変状計測に取り組むこととなった。



図－1 関東地整管理の排水ポンプ高齢化状況



図－2 ディーゼル機関のクランク軸イメージ

2. 主原動機が直面した問題

近年、関東地方整備局が管理する高齢の排水ポンプ設備では、主原動機として用いているディーゼル機関において、クランク軸のデフレクション（クランクデフレクション）が悪化する事例が増えてきた。

3. 三郷排水機場における取り組み

三郷排水機場は、設置からもうすぐ40年を迎える、国内最大規模（毎秒200立方メートル）の排水能力を有する排水機場である。ここには、5台の大型排水ポンプ設備を駆動する主原動機として、2500～6200psの大出力ディーゼル機関を使っている。（図－3）

三郷排水機場を管理する国土交通省江戸川河川事務所は、エンジン室床版の変状を把握するため、エンジン室床版高さの測量を実施していた。しかし、任意点のコンクリート床版における高さ計測値は、高精度の再現性が担保しにくいことと、“人”による測量作業の限界から、測定箇所と測点数が限られることが課題で、エンジン室床版の変状を面的に把握することが課題となっていた。

三郷排水機場

1.施設概要

- ・計画排水量 200m³/s
- ・施設管理者 国土交通省関東地方整備局江戸川河川事務所

2.ポンプ設備概要

- ・ポンプ設備 5台
 - 50m³/sポンプ 3台（設置時期：1979年、1994年、1995年）
 - ・主ポンプ：口径4600mm立軸斜流渦巻ポンプ
 - ・主原動機：4560kW（6200ps）V型12気筒ディーゼル機関
 - 30m³/sポンプ 1台（設置時期：1979年）
 - ・主ポンプ：口径3600mm立軸斜流渦巻ポンプ
 - ・主原動機：2574kW（3500ps）直列8気筒ディーゼル機関
 - 20m³/sポンプ 1台（設置時期：1979年）
 - ・主ポンプ：口径3000mm立軸斜流渦巻ポンプ
 - ・主原動機：1839kW（2500ps）V型16気筒ディーゼル機関

図－3 三郷排水機場概要

4. 排水機場の構造物モニタリング技術

国土交通省は、「i-Construction推進コンソーシアム 技術開発・導入ワーキンググループ」を立ち上げ、ここで現場ニーズと技術シーズのマッチングを平成28年度から開始した。

関東技術事務所は、この機会を活用し、精密な計測値を得られる「排水機場・水門の構造物モニタリング技術」をi-Construction推進コンソーシアム会員へ提示した。その結果、「平成29年度i-Construction現場試行技術」として「排水機場の構造物モニタリング技術」の現場試行を行うこととなった。

公募において現場試行の条件としたのは、「排水機場の床版の変位量、変形量を計測する3次元計測技術であること」、「トータルステーションによる複数箇所の定点計測値に対して、当該手法による計測値と高さとの較差の標準偏差が±5mm以内となること」、「計測したデータから縦横断面図、経年変化グラフを作成し、変動箇所の抽出が可能なこと」の3つである。

公募により現場試行の実施者が、株式会社八州に決定し、平成29年10月から現場試行に着手した。

5. 現場試行

（1）試行現場の決定

「排水機場の構造物モニタリング技術」の現場試行は、「三郷排水機場」で実施することとした。

i-Construction推進コンソーシアムへ提示した現場ニーズは、三郷排水機場の課題であったことと、ここで実施してきた従来の測量との比較が可能であることからである。

（2）現場試行の方法

計測対象は、約2300平方メートルの広さを持ち、主原動機や主原動機の動力を伝達する減速機などが設置されているエンジン室のコンクリート床版とした。（写－1）

現場試行は、公募条件であった「計測精度」と「変動箇所抽出」を確認ポイントとし、2種類の3次元レーザスキャナにより表面高さを計測した。（図－4）

「計測精度」は、床版上に多数の比較点を設け、トータルステーションで計測した比較点の値を基準とし、3次元レーザスキャナの計測値との差を「精度」とした。

「変動箇所の抽出」は、エンジン室を3次元レーザスキャナにより点群データ化し、データ処理後に床版の「縦横断面図」と、面を色別で高低を表現する「床版変状マップ」を作成した。そのうえで、今回作成したものと、今後の計測で作成するものとの重ね合わせと、変動箇所の抽出が可能かを確認した。



写－1 三郷排水機場（エンジン室）

排水機場原動機床版3次元モニタリング試行

1.概要

- ・計測場所 三郷排水機場（埼玉県三郷市）
- ・計測時期 平成29年10月
- ・計測者 株式会社八州

2.計測機器

- ・レーザ計測 FARO Laser Scanner Focus 3D 120
- TOPCON GLS-2000
- ・点検測量 Trimble S6

3.試行内容

- ・レーザ計測 エンジン室全体（約2300m²）を地上計測
- ・標高精度 トータルステーション計測高に対し標準偏差±5mm以内
- ・精度管理 計測工程毎の点検測量5%による較差点検点群データと点検値の高さ較差管理
- ・主な成果品 ①床版縦横断面図（100cm間隔）
②床版変状マップ（標高間隔10mmで色別表示）
③精度管理表

図－4 現場試行概要

6. 現場試行結果

（1）計測精度

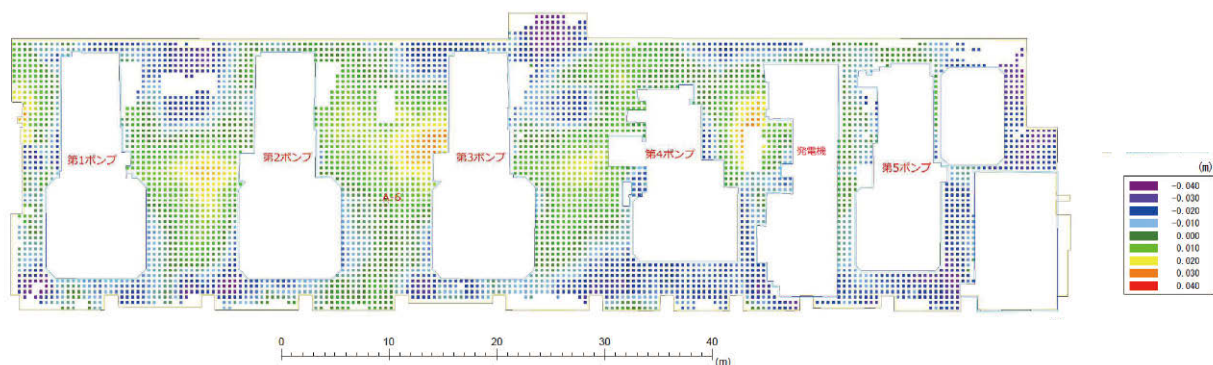
2種類の3次元レーザスキャナとトータルステーションの標準偏差は±1.8mmと±2.3mmであり、公募で示した標準偏差±5mm以内の条件を、2種類共に満足した。（表－1）

表－１ 精度管理結果

(単位：m)

TSIによる観測座標				FARO		GLS		FARO－GLS
計測点名	計測点X	計測点Y	計測点Z	比較点Z	鉛直較差	比較点Z	鉛直較差	鉛直較差
A1D16	930.441	944.104	9.959	9.9582	-0.0008	9.9613	0.0023	-0.0031
A1D17	943.256	939.669	9.962	9.9592	-0.0028	9.9615	-0.0005	-0.0023
A1D18	945.757	941.257	9.975	9.974	-0.001	9.9735	-0.0015	0.0005
A1D19	946.393	940.151	9.979	9.9782	-0.0008	9.9775	-0.0015	0.0007
A2D4	956.613	945.302	9.976	9.9742	-0.0018	9.9742	-0.0018	0
A2D7	958.181	949.777	9.977	9.9756	-0.0014	9.9752	-0.0018	0.0004
A2D14	969.398	954.219	9.963	9.96	-0.003	9.9672	0.0042	-0.0072
A2D29	952.294	953.061	9.983	9.9847	0.0017	9.9855	0.0025	-0.0008
A2D31	956.205	949.353	9.975	9.9739	-0.0011	9.9765	0.0015	-0.0026
A3D15	962.991	974.105	9.974	9.9743	0.0003	9.9737	-0.0003	0.0006
A3D20	966.776	969.502	9.984	9.9819	-0.0021	9.9892	0.0052	-0.0073
A3D21	969.261	963.927	9.973	9.974	0.001	9.9762	0.0032	-0.0022
A3D22	966.145	961.932	9.999	9.9985	-0.0005	10.0032	0.0042	-0.0047
A3D24	961.186	962.15	10	9.9971	-0.0029	10	0	-0.0029
A3D27	970.011	955.185	9.968	9.9639	-0.0041	9.9689	0.0009	-0.005
A3D29	972.293	958.806	9.99	9.9848	-0.0052	9.9909	0.0009	-0.0061
A3D30	975.076	957.978	9.982	9.9775	-0.0045	9.9829	0.0009	-0.0054
A4D3	1012.86	982.898	9.97	9.97	0	9.9732	0.0032	-0.0032
A6D9	968.73	980.055	9.968	9.9666	-0.0014	9.9687	0.0007	-0.0021
A6D10	972.113	979.869	9.975	9.9731	-0.0019	9.9763	0.0013	-0.0032
A6D11	975.326	974.784	10.016	10.0143	-0.0017	10.0172	0.0012	-0.0029
A6D12	978.514	969.752	10.003	10.0031	0.0001	10.0043	0.0013	-0.0012
A6D13	981.724	964.659	9.986	9.9848	-0.0012	9.9852	-0.0008	-0.0004
A6D17	973.989	981.052	9.983	9.9795	-0.0035	9.9853	0.0023	-0.0058
A6D18	977.431	985.872	9.987	9.9887	0.0017	9.9872	0.0002	0.0015
A6D21	983.636	972.989	9.984	9.9811	-0.0029	9.9822	-0.0018	-0.0011
A6D22	986.849	967.899	9.981	9.9874	0.0064	9.9837	0.0027	0.0037
C1-1D2	939.899	955.899	9.99	9.9878	-0.0022	9.9897	-0.0003	-0.0019
C1D13	932.864	956.095	9.996	9.9945	-0.0015	9.9943	-0.0017	0.0002
C1D14	932.225	957.106	9.992	9.9871	-0.0049	9.9903	-0.0017	-0.0032
C1D15	935.394	957.656	9.993	9.9893	-0.0037	9.9924	-0.0006	-0.0031
C1D16	934.822	958.508	9.991	9.9864	-0.0046	9.9894	-0.0016	-0.003
C1D18	938.134	958.875	9.987	9.9853	-0.0017	9.9873	0.0003	-0.002
C1D20	940.257	961.136	9.992	9.9922	0.0002	9.9914	-0.0006	0.0008
C2D1	965.017	978.167	9.979	9.9798	0.0008	9.9797	0.0007	0.0001
C2D5	957.45	973.305	9.975	9.9722	-0.0028	9.9757	0.0007	-0.0035
C2D8	949.551	967.783	9.981	9.9857	0.0047	9.9806	-0.0004	0.0051
C2D12	951.577	963.145	9.986	9.9863	0.0003	9.9886	0.0026	-0.0023
C2D14	947.525	960.652	10.013	10.0123	-0.0007	10.0136	0.0006	-0.0013
C4D13	989.729	983.938	9.989	9.9874	-0.0016	9.9916	0.0026	-0.0042
C4D15	996.155	973.773	9.967	9.9657	-0.0013	9.9684	0.0014	-0.0027
C4D16	996.75	971.155	9.973	9.9745	0.0015	9.9744	0.0014	0.0001
C4D19	993.186	986.024	9.989	9.9882	-0.0008	9.9896	0.0006	-0.0014
C4D20	989.737	992.547	9.967	9.9702	0.0032	9.9666	-0.0004	0.0036
C4D21	995.387	997.412	9.971	9.9702	-0.0008	9.9726	0.0016	-0.0024
C5D5	1002.812	998.472	10.008	10.0059	-0.0021	10.0048	-0.0032	0.0011

最大	0.0064	最大	0.0052	0.0051
最小	-0.0052	最小	-0.0032	-0.0073
標準偏差	0.0023	標準偏差	0.0018	0.0027
FARO		GLS		FARO－GLS較差



図ー5 三郷排水機場エンジン室床版変状マップ

(2) 変状箇所の抽出

計測の結果、「縦横断面図」と「床版変状マップ」により、エンジン室床版の変状をはっきりと確認することができた。

床版変状マップは、変状を面的に表現するものであり、従来の測量では測定点が少ないためメッシュが粗い。これに対し、点群データはデータ量が多いことから、細分メッシュで表現が可能であった。

また、高さの表示を、色で表示することとし、高さの刻みを1 cmとして描くことで、エンジン室の変状を一目で把握できた。(図ー5)

さらに、変動箇所の抽出は、計測値が座標管理されていることから、今回と次回の床版変状マップを重ねることが容易に行えることも確認した。

7. 考察

(1) 異なる環境における計測精度の確保

現場試行では、3次元レーザスキャナによる高精度な計測を実現するため、レーザスキャナに採用されているレーザの特性と排水機場の形状を考慮した機種を選定、点群データの調整に必要な標定点の配置方法、点群データのノイズ除去方法などの技術的検討や工夫を積み重ね、計測精度を確保していた。

この計測精度を、三郷排水機場のエンジン室以外でも安定して確保できることが必要である。排水機場の内部は、主ポンプ形式や主原動機の種類、主ポンプ台数により異なることから、施設を変えた現場試行が必要である。

(2) 維持管理に必要な計測精度

計測精度は、公募条件を満たすことはできたが、機械設備の据付で用いられる管理値と比較すると十分とはいえない。したがって、さらなる計測精度の向上は必要である。

現場ニーズの源である、ディーゼル機関のクランクデフレクションの管理に用いる計測精度が、現場試行のもので十分であるかは、確認できていない。このため、クランクデフレクションの管理に有効な計測精度を求めていくことも必要である。

また、現在の精度でも十分利用可能な維持管理の場面も

あると考えられる。たとえば、現地の出来形に合わせ設置される配管類は、施工図と精密に合致しているとは限らない。配管の部分的な更新を行う場合、もし3次元レーザスキャナによる計測精度が十分であれば、点群データから現場の詳細な形状や位置が把握できるため、事前計測手間の軽減などの効率化が期待できる。このように、現在の計測精度で十分維持管理が可能な場面の調査も、効率化という観点で重要と考える。

(3) 現場の安全性と作業効率

エンジン室床版には直接関係しないが、現場試行により得られた点群データを確認すると、天井など高所でもレーザが届く範囲では、データを取得できていた。排水機場には、機器や配管が高所に設置されている施設が多い。このような場所の計測で、計測精度に問題が無ければ、高所作業が大幅に減ることとなり、計測員の安全性は向上すると考えられる。

作業効率に関しては、従来の測量ではそもそも床版の変状を把握できていないことから、単純な比較はできない。しかし、現在の手法における標定点の設け方など、作業性を改善する余地はあるものと考えられることから、今後の現場試行では、作業の評価も必要である。

8. おわりに

三郷排水機場で生じた課題から、3次元計測を利用した「排水機場の構造物モニタリング技術」が誕生し、現場試行では一定の成果を収めた。

これは、国土交通省の「新技術活用システム」(NETIS)へも登録されている。

しかし、三郷排水機場の主原動機におけるクランクデフレクションの問題は未解決のままである。また、クランクデフレクションは他の排水ポンプ設備でも問題となっている。

そのため、排水ポンプ設備の維持管理で早期に効果をあげるためにも、現場試行を繰り返しながら技術の向上を図ることが不可欠である。

関東維持管理技術センター及び関東技術事務所では、機械設備の長寿化に向け、「排水機場の構造物モニタリング技術」の確立に取り組んでいく所存である。

IoT・AIとポンプ施設

山元 弘 やまもと ひろし | コマツ CTO 室技監

1. はじめに

近年、河川ポンプ施設をめぐるのは、高度成長期に整備された多くの施設の老朽化が顕在化し、維持管理予算の確保が困難になってきており、また、産官における技術力及び技術者の確保も大きな課題となっている。

一方で、政府は第5期科学技術基本計画において我が国が目指す社会の姿を「Society5.0」として提唱しているが、その主たる技術要素となっているのがIoT及びAIである。前述の課題を有する河川ポンプ施設に対し、IoT技術によるネットワークと、AIによって「必要な情報を必要な時に必要なモノへ提供されるようになる」という概念を適用することによって、従前の仕事のやり方を変えて、課題の解決に役立てる取組は今後非常に重要になってくる。

そのためには、「どんな仕事のやり方にしたいのか」、「どのように変えていくのか（ロードマップ）」、「仕事のやり方を変えたためのデメリットの評価、利害調整は必要ないか」などステークホルダー間で十分に議論し、認識を共有して進めなければならない。

本稿は、これまでの情報化社会（Society4.0）において、河川管理面ではどのような取り組みが行われてきたのか振り返り、その成果や反省をIoT及びAIの活用にどのように反映させることができるのか、という視点で考察したものである。

2. 情報化社会において導入された技術例

2.1 ワークステーションの普及と運転支援装置

1990年代前半には、多くの産業分野で従来の大型コンピュータより安価で、同じような機能を有するワークステーション（パソコンよりも性能が良く信頼性が高い）という汎用コンピュータが普及した。

ポンプ設備においては、高度化するポンプシステムの運転時における操作員サポート及び故障発生時の危機管理対策用として「運転支援装置」を制御設備と切り離して導入するようになり、装置としてワークステーションが多用された。

運転支援装置では、主ポンプの主軸外側軸受あるいは

はグラウンド部、減速機、主原動機等の運転状況を、温度や振動センサによって管理することから、これらの変化を監視する「トレンド管理」という概念が現場で一般的になった。また、故障発生時には該当する機器の特定や復旧の支援機能を有する機種もあったが、現状では老朽化した運転支援装置をそのまま更新する事例は少なくなっている。要因としては、ソフトウェアがシステム毎に構築されていることから汎用性が低く高価であり、維持管理費縮減の時代にそぐわなくなったこと、また、あくまで運転時に利用するシステムであり長い目で設備のコンディションを把握する目的では活用されなかったこと、などがある。

その後、1970年代に販売が開始されていたPLCが高機能化し、コストパフォーマンスも向上してきた。オフラインで運転支援措置を置かなくても、操作制御設備にPLCを導入することによって、監視用として必要な情報を容易に取り扱うことが可能となった。

2.2 ネットにつながる操作制御設備

1990年代には、Ethernetなどのネットワーク技術が急速に発展し、機械設備の操作制御設備においても一般的に採用されるようになった。例えば、直轄施設のうち操作を地方自治体等に委託する小形ゲート設備において、ラック式開閉器に付属する開閉器盤にPLCを採用し、IPアドレスを持たせて光ケーブル回線や無線回線を用いたイントラネットにより遠隔地で監視できる技術が導入されたのもこの頃である。PLCで処理している事柄はすべて扱うことができるが、肝心なことは「仕事のやり方」をどのように考えるかにある。技術的には遠隔操作も可能であったが、操作規則遵守や操作員確保などの問題を遠隔操作で対応できるかは、個別の施設管理者に判断が委ねられていたのが実態である。

監視項目としては、ゲートの状態、水位条件だけでなく、施設管理者が操作を外部に委託しているケースにおいて、操作員が機側に「いるか・否か」確認する

システムも導入されている。黎明期においてはイントラネットでも活用されていた技術も、セキュリティ技術の進歩と相まってインターネット環境におけるステークホルダー間での情報共有ができるように変化してきている。

一方、河川ポンプ設備においては、操作人員の確保だけでなく、急激に内水位が上昇する特性のある機場など、現場条件によっては遠隔操作が非常に有効な場合があった。1990年代は、これらの施設においても河川に設置された光ファイバーにより出張所や事務所とネットワークを構築し、遠隔操作制御設備を導入し始めた時代である。しかし、結局現状においては、現場で不具合が発生したときに遠隔で復旧することは難しいため、現場で操作や危機管理対応ができる人員をどの程度確保でき、いざというときにどのように対処するかといった課題を明確にしておく必要がある。それによって「仕事のやり方」が変化し、必要となるシステムの内容が決まると考えられる。

2.3 建設機械稼働管理システム

旧建設省は昭和60年頃、除雪機械を対象とする建設機械稼働管理システムを導入した。ICカードを活用する世界初の実用システムである。その後の、衛星携帯回線を活用する民間のシステムは、IoT活用の代表的事例とされている。

機械状態を踏まえた的確なメンテナンスサービスの提供だけでない。例えば、建設機械稼働時間と経済景気指標の相関が良い国が多いことから、経済統計の信頼性の低い国も含め、地域や世界の景気動向を、統計より早く察知することができる。

当初は、盗難防止の見える化を「仕事のやり方」としていたが、新しい価値を見出していった。走りながら「仕事のやり方」を改善していった、恵まれた事例と思われる。

3. IoT ざっくり

IoT（物のインターネット、インターネットオブシングス）とは、物がネットでつながることであり、機側盤やその故障接点がネットでつながっていることである。

例えば、自宅の温度計を、帰宅途中で自分のスマホから見るができる。自宅のエアコンは、18時にタイマーで起動して28℃で自動運転することになっているが、今日は19時に変更しておいて、忘れていたビデオ予約をセットしておきたい…、電車の中では昨日のビデオを見ておこう…。

3.1 IoTのセキュリティの危険性と得られるもののバランス

IoTは、「侵入されると、情報を盗られたり、勝手に操作されたりする」といった、セキュリティの問題があるので、安易に、つながって便利になって良かった、というわけにはいかない。便利さやシステムの柔軟性は、外部からの侵入等のリスクと、天秤になっている。一方、危険性を恐れているばかりでは、何もできない。

3.1.1 技術的に可能なことは多い

技術的には、排水機場の中央監視・操作装置の機能は、大きさの制約はあるにしても、タブレットに収めてしまうことは、可能である。操作員が機場に到着するのが遅れるような場合に、（車を走らせているだろう操作員に代わって）あなたのタブレットで、ポンプの運転を開始することも、原理的には可能である。これは、帰宅前の満員電車からスマホで、自宅のエアコンとビデオのタイマーをセットするのと、原理的に同じである。

3.1.2 危険性のイメージ

便利さやシステムの柔軟性は、内部・外部からの侵入等のリスクと、天秤になっている。あなたの留守宅のエアコンのスイッチを入れて、あなたに高額の電気料金を支払わせようとする攻撃は、普通はありそうもない。一方将来的には、ある地域のすべてのIoT家電のスイッチを一斉に入れて、発電・送電網に損害を与えようとする攻撃は、若干のリスクが想定される。（発電・送電網のセキュリティは、一般のIoT家電よりも守りが堅いと想定されるので、電力会社より攻撃を受けやすいと想定される。）（本稿の修正中に北海道で停電があったが、先に述べたサイバー攻撃例の期待する成果の事例になる。突発給電不足時遮断対応で地域限定の支障と推測される。）

3.1.3 別系統で見える化だけ接続する

インターネット経由の場合は、排水機場の操作システムに物理的に接続しないことが、（当面の間は）必須と思われる。

一方、インターネット経由でも物理的に現場に作用できない範囲は許容されると思われる。現場に接続されていない、まったく別系統のカメラ動画像で見て、並列する2系列目の監視装置の系統を設けて、監視装置のデータや画像を見る。これを遠隔支援として、クラウドに一元化して、全国に数箇所のヘルプ支援デスクを準備し、診断の専門家に接続したり、必要に応じて専門業者にも接続する。

このバックアップ体制についてのポイントは、一元化と考える。限られた、手持ちのリソース（資金、人材、各種データ等）を有効に活用する、仕事のやり方にしたい。

3.1.4 専用回線

専用回線は、昭和時代から旧電電公社が提供しており、河川管理でも用いられていた。また、旧建設省では、自前の回線もっており、専用回線として、河川管理で用いられた。

専用回線は、セキュリティの観点として堅いので、重要な監視・操作に、用いるものと思われる。ただし、他の回線と接続する場合は、接続相手先のセキュリティが確保されているか、注意する必要がある。

専用回線は、コストは高く、また重要度の必要に応じて二重化も行う必要がある。

3.1.5 VPN

VPN（バーチャル・プライベート・ネットワーク）は、仮想専用線であり、一般回線を使いながら専用線と同じように遠隔地とLANを構成することができる。企業の本支店営業所やサテライトオフィス等のLANでも用いられる。

VPNは、専用回線ではないが、セキュリティの観点として堅いので、河川管理でも、特に重要なものを除けば、用いることが可能と考えられる。例えば、操作系統と接続しない、監視のみであれば、問題なく使用してよいと考える。

3.1.6 回線の選択

このように一般論としては、操作は専用回線が望ましく、計測・監視のみであればVPNでよい、と考えられる。実際の遠隔操作やIoTの実装に向けては、コスト、リスク、仕事のやり方と効果、等を十分勘案して、検討される必要がある。

3.2 IoTの背景状況

3.2.1 Society 5.0とセキュリティ

現在、国ではSociety 5.0として、「つながる効果を最大限恩恵に享受できる社会と産業の確立」をうたっている。ここでは、セキュリティが最大の課題となっていると思われる。やればできることがわかっていることは多くあるが、「イノベーションと社会実装」に向かう以前に、セキュリティの解決策ソリューションが必要とされている。

3.2.2 つながるリスク

危ないサービスを受けたくないご家庭も少なくない。近年のTV報道によれば、ご家庭の安価なウェブカメラ画像の多くは、（ソフトのセキュリティ更新が行われないう等から、）容易に入手できるソフトで盗視聴できるといふ。

3.2.3 セキュリティざっくり

IPアドレスが振られる（インターネットでつながる）

IoT機器は、ハード的にもソフト的にも、一定のセキュリティレベルが求められ、適正な状態であることが管理されるべきである。危険を恐れすぎでは何もできなくなるが、この技術と体制の「イノベーションと社会実装」が（Society 5.0においても）重要課題と認識されている。

技術的には、種々の取組がなされている。身近な例では、ビットコインがお金のやり取りの決裁方法として成立するなら、お金を扱うセキュリティがあるとみなせるということであり、このベースとなっている分散認証する技術（ブロックチェーン）が使えるのではないかなど。

3.2.4 求めるセキュリティの程度

インフラ・公物など、ごく普通に大切・大事と思われるものについては、軍用規格と軍の運用体制と比較して、必要な部分は同等であるかを確認しておく仕事のやり方について、COCN（産業競争力懇談会）の今年の講演会で紹介があった。米企業は、米軍に認められたセキュリティのやり方とノウハウで、米軍の調達に対応している、とのことであった。フィクションの世界でも、兵器制御の乗っ取りは多くの例があり、危険性は広く知られており、この対策の必要性もまた広く認知されている。

世界市場で活動する（インフラIoTの）企業を想定するなら、「米軍ミリタリー規格を満たすセキュリティの海外民間サービス」と、同等を日本の技術と体制で担保する仕組みでなければ、競争的に厳しいことが想定される。先に述べたSociety 5.0の課題の一例と思われる。

日本のポンプ施設やインフラ・公物のセキュリティについて、これらの対応が非常にうまくいった場合は、将来的には、排水機場の操作システムを安全に便利に接続できるようになるかもしれない。当面は、仕事のやり方と、これを達成するシステム、の構築に努めていく必要がある。また、排水機場というひとつの出口側の分野としては、国のSociety 5.0に貢献できるとよいと思われる。

3.3 IoTと「仕事のやり方」

「セキュリティのリスクが許容できるか」は、リスクのメニューと程度がわかれば議論ができる。（リスクが許容できる場合に）「IoTのメリットとリスクが比較できるか」は、IoTのメリットのメニューと程度がわかれば議論ができる。これらの事実関係のデータに基づき、共有され、議論されることが期待される。

これらを踏まえて、「仕事のやり方」を議論する。「仕事のやり方」をどうしたいのか、が中心になる。古い教科書では、as-is（これまで）とto-be（これから）と言っていた。情報化施工やi-Constructionの場でも、聞かれているかもしれない。

社会実装には、現実的なしっかりした取組と、合意形成が必要である。

4. AI ざっくり

AI（人工知能、アーティフィシャル・インテリジェンス）は、要は何なのか。ざっくりは、「これまでコンピュータで難しかったことが、できるようになるとよいと思われること」をできるようにするものを言っている。

4.1 AI（人工知能）の対象

4.1.1 課題解決知能

近年話題のAIは、特定の課題解決する（ソリューション）知能と思われる。

昔のエキスパートシステムでは、例えば「駅探」など乗り換え案内が広く実用化された。「あそこに何時に行きたいが、どうしたらよいのか、いくらなのか」に答えてくれる。複数の選択肢を示し、意思決定の支援をしてくれる。ここでの課題は、あそこに、いつ、どうやって行ったらよいのか、である。

重要なのは、解決できるとよい役に立つ課題「できるようになるとよいと思われること」の設定であり、原理的に無理なくAIで解ける見込みがわかることである。

近年のディープラーニング（深層学習）では、非常に多くの事例が増えているところであり、例えば、作業員が誰で何をしているか画像から判別する、打音で特定の異常を判別する、建設機械の機種や何の作業をやっているのか画像から判別する、などが取組まれた。これを自動的にやって電子データでくれるのであれば、種々の新しいサービスが期待されることとなる。

4.1.2 人間的汎用知能

人間的な汎用知能は、難しい。何を構成すれば汎用知能に至るのか、わかっていない。例えば、深層学習を非常に多く組合せれば汎用知能のピースにできる、というような理論は展開されていない。

近年話題のAIは、特定の課題解決する（ソリューション）知能と思われる。人間的汎用知能に向けては、色々な試みがなされている状況と思われる。

4.2 AI の分類・経緯ざっくり

昭和時代から、理屈的に大きく進展していないが、マシンパワーとテクニックは大きく進展した。探索と評価関数（初め頃～）、ルールベース（昭和末～）、機械学習（近年）に大別して、原理イメージをざっくり説明する。

4.2.1 探索と評価関数

簡単な例として、五目並べや将棋で例えたい。

探索とは、次の指し手の選択肢、次の次の指し手の選択肢、次の次の次の指し手の選択肢と、たどって、先読み、場合分けして、良い差し手を選択しようというもの。良い指し手かどうかは、その手を選択した場合の将来の状態の良し悪しを評価関数で数値化する。

評価関数は、今の状態が、どの程度良いのか、何らかの理屈や経験則で数値化する。四三を止められない状態なら－100点、四四を打てるなら＋100点、王手飛車取りを止められないなら－50点、必死の手を指せるなら＋50点、三を沢山打てそうな状態なら＋20点、駒の損得は数値合計だが終盤に向けて重みがる、等々。

4.2.2 ルールベース

「AならばB、BならばC、であれば、AならばC」というような、ロジック、ルールによるもの。この「○○なら□□」のルールを、データベースとして多数登録して、課題の回答を推論しようとするもの。ルールが参照するデータ（例えば時刻表）もデータベース化する。

代表事例はエキスパートシステムであり、社会実装例として先に述べた乗り換え案内ソフトがあげられる。（実用化されると、「これまでコンピュータで難しかったこと」ではなくなるので、AIと呼ばれなくなる。）

施工シミュレータ分野では、人間の扱えるルール数は1000程度までではないか、との議論があった。ロジックの記述を人力で行うのは限界がある。

4.2.3 機械学習

昭和時代に、人間の脳を模してコンピュータに学習させようとする、ニューラルネットがあった。この機械学習の流れは、現在ディープラーニング（深層学習）に至っている。

教師データとして、条件データ群と答えのセットが多数ある。これを用いて、各層（例えば100層）の各パラメータを調整し、学習済みモデルをつくる。類似の在来手法としては、多変量解析があり、条件データのデータ項目と数値化をわりきっている場合になる。

この手法は、統計的確率的内挿なので、前例のない（教師データにない）ことは、対象にならない。対象にしたのならば、想定を教師データとして、一定数量準備する。（普通は困難。）

故障診断・予測のような場合、正常データは大量にあるが、異常時のデータは少ない。この場合は、異常を模擬する物理モデルにより、異常時のデータをつくり、これを教師データに用いる。（少なくとも、状態監視でデータが取られていて、はじめて現実的な物理モデルになる。）しかし物理モデルで異常のどこまで（をどれだけ）模擬できるか、わからないのが通常である。

わからないので、深層学習を用いておいて、何か例外が起こるたびに、順次賢くなっていく仕組みにしておく考え方がある。簡単にわかっているのなら、閾値の組合せやルールベースを用いれば良い。教師データを作って、深層学習するまでもない。

また近年、数が少ない異常時のデータを扱う「スモールデータ」という分野があるとのことで、ここでは、エンジニアの判断力を（ルールベースで）組合せる紹介がされていた。ビッグデータでない取組み方なので、日本でも先行できる可能性がある、としていた。

4.3 AIの最近の話題

4.3.1 ソサイエティ 5.0 と AI

先に述べたソサイエティ 5.0 では、現実を、仮想の（物理）モデル（サイバー空間）に転写して、多くの IoT から得られるビッグデータを検討し、現実を支援することとしている。現実を転写する記述もビッグデータ解析も、AI の活用が必要と考えるが、覚悟を要すると思われる。

我々の分野では、予知保全を状態監視と深層学習で解くことに相当する。状態監視のいいとこ取りで、わかり易い成果をあげることは異なる。取組まれている方には、敬意を表すべきものと思われる。

4.3.2 我々も教師データの準備の仕組みへ

データを集めた者勝ちと言われ、アップル、アマゾン、グーグル、などの名前があがる。

国の管理する諸施設に関係するビッグデータの取扱が課題となっている。国交省では、一昨年 CIM、i-Con 関係のデータ利活用方針が示され、昨年はインフラデータプラットフォームや、点検診断を中心に教師データ整備の構想が示された。関係団体でも、G 空間情報センター、土木学会インフラデータチャレンジ、先端建設技術センター（国総研から受託）情報一元化システム等種々の活動が見られる。

排水機場や類似の雨水ポンプ場、湛水防除施設も含めて、「負荷管理運転ができない待機系プラント」として、データの蓄積を始める時期に至ったと思われる。例えば、昨年の土木研究所の共同研究公募では、（主に橋梁を想定していると思われるが、）データの収集・蓄積と、それを使って何が達成できるか、をセットとされていた。

4.3.3 知っておくべき難しさ

プラント機械設備の分類は以下の 3 つである。着目点は、点検診断の難しさである。

- ① 常用系
- ② 非常用待機系 負荷管理運転が出来る
- ③ 非常用待機系 負荷管理運転が出来ない

常日頃から、使用状態で、点検診断できるのは、①と②である。③はできない。だから、③が難しい。

我々の排水機場は、③の負荷管理運転が出来ない非常用待機系が多い。関係している人たちが、難しいことをやっていることを、多くの人たちに認知して共有してほしい。

4.3.4 負荷管理運転ができるように

排水機場でも、負荷管理運転ができる機場もある。機場内や機場周辺で、循環運転ができる機場である。管理運転では、負荷をかけて定常状態になるまで運転継続し、点検を行う。スペースや水路などの条件に恵まれている場合は、採用しやすかったと思われる。

排水機場の新設や、リニューアルにあたっては、可能な限り、負荷管理運転ができる機場にするべきであると考ええる。

4.3.5 状態計測装置の常設

負荷管理運転が出来ない非常用待機系では、実際の運転時に、（負荷がかかった）状態を計測することになる。点検時にだけ取り付ける計測装置は、不適切である。計測装置は固定設備として取り付けておき、実際の運転時に計測できるようにするのがよい。

排水機場の新設や、リニューアルにあたっては、計測装置は固定設備とすべきであり、また修繕等の機会をとらえるなど、早い機会に後付で設置し、常設とすべきと考ええる。

5. その他

5.1 遠隔操作

排水機場や堰水門は、人が操作することが、現実性の観点等で原則とされてきた。（自動・）遠隔操作は、例外的に取り入れられてきた。

東日本大震災では、陸閘門・防潮水門等の操作のために多くの方が亡くなられた。操作を受託する受け皿で、要員が減少している。

先行している津波対応水門に限らず、現在、遠隔操作のあり方が議論される時期に至っている。

5.1.1 自動と遠隔の水門の考え方の事例

津波対応水門の考え方の事例を紹介する。想定震源域が近い場合は、自動で閉める必要がある。水路を遮断する場合は、津波の状況を勘案しながら、遠隔操作で開閉して、水を流す判断が必要となる。以上を、安全に行える設備と体制が求められる。

5.2 状態監視と記録

これまでも触れてきたが、ポンプ施設の状態監視が重

要なのは、言うまでもない。ポンプの軸振れは代表的なもの。常設のセンサで本番の実負荷運転の状態を見ることになる。どのタイプの設備で、どの項目をどこまでやるか、知見のために詳しくデータを取る範囲をどう決めるか、ロガーに蓄積するものと通信するものの分け、…。なすべきことは多い。

故障診断のクラウド一元化、不具合時のベテランの対処を記録するテンプレート準備や、画像を残して将来の教師データを準備等多くの派生技術の可能性もある。

日本のポンプ施設（排水機場等）は、世界で最も状態監視の効果がでやすいプラント設備と思われる。これは、待機系非常用設備は状態がわかりにくいこと、オランダは常時排水に近いこと、負荷管理運転ができない施設が多いこと等による。

橋梁点検・診断の分野で、電子納品物が、教師データに使えるようにしたい、研究と蓄積を始めたい、との話があった。排水機場の分野でも、今すぐではなくとも、将来、AIの教師データとなる可能性がある、前提で、計測方法とその記録方法が、整理されていることがよいと思われた。

5.3 非常用発電機は負荷管理運転できる

同じ待機系でも、非常用発電機より我々の方が苦労していると思えるとの話があった。水環境にないこともあるが、非常用発電機は負荷管理運転できる。擬似負荷装置（極端に言えば塩水）で、負荷管理運転を30分程度行うことは可能である。これは、決定的な違いである。擬似負荷装置を用いる負荷管理運転を行って点検する場合は、点検間隔や点検内容を軽減するルールが作られている。

非常用発電機でやってないから、我々もやらなくてよいのではないかと、とは、必ずしもならない。

5.4 陸用エンジン転用は出力の確認

非常用発電機は、原則72時間仕様であり、船用エンジンだけでなく、陸用エンジンが混在する。小規模機場では、起動信頼性の高い機付ラジエータディーゼルが多用されるようになったが、特に所定の負荷での連続運転時間の仕様の確認を要する。公称出力では使えない場合がある。

除雪機械では、昭和40年頃の豪雪で100時間以上の連続運転でエンジンが壊れ始めることがわかり、その後対策がとられたことが知られている。これも語り継ぐべきものと思われる。

5.5 その他

5.5.1 FT図の作成支援AI

設備の故障木（FT図）を、システム構成図から生成する、支援AIができるとうい。（場合により、システム構成図の画像読み取りから必要になる。）FT図を作るのは大変だが、安価にできていれば、種々の活用が可能となる。ここでも、（FT図を活用する）「仕事のやり方」をどうするのか、が肝心のポイントになる。

この支援AIは、工場設備での進展を待ってもよい。我々の分野では、システム構成図の標準的な描かれ方が、情報共有できているとういと思われる。

5.5.2 操作支援と横の連携

近年は、豊富な観測・計測データと、リアルタイムのシミュレーションが可能となってきた。降雨、流出、河道、外水位変動、ポンプ運転、他の排水施設との排水量組合せ、内水位変動等、計測データを集め、予測することが、可能となっている。

かつての運転支援装置に比べて、軽く、高度なことが可能となっている。

個別に作成していると大変であるが、モデルのプラットフォームが進展しており、地形や小水路データも整備されていけば、標準的な作成方法を持っているAIで作成支援する、ことができそうである。

重要なことは、操作は、どのような「仕事のやり方」にするか、にある。

5.5.3 操作規則

操作は、操作規則にのっとって行われる。いろいろなことがわかる場合に、的確な操作が可能な操作規則が望まれる。このためには、あらかじめ、シミュレーションを行って、操作規則の範囲内であることを確認しておく必要がある。

6. まとめ

IoT・AIの活用において、目指す「仕事のやり方」を提案して議論して合意して共有する場が必要である。これは協調領域である。よい技術も、その効果は「仕事のやり方」に左右される。開発投資の回収も左右される。

いまさらのようだが、このことは、念頭において欲しい。公共の「仕事のやり方」は、揺るぐことがなく、安定的である。市場原理に左右されず淘汰されず、安心・安全である。ここで、イノベーションやリエンジニアリングを行っていくには、しっかりした取組と、合意形成が必要である。

現場のIoT点検等活用、運転操作支援、運用しやすいポンプ施設等多くを言及できなかった。本稿をきっかけとして、皆様の議論に資することを祈念いたします。

学島排水機場

(工事名：平成28 - 29年度 学島排水機場ポンプ設備無水化工事)

田中 亮 たなか あきら | (株) 荏原製作所

1. はじめに

学島排水機場は、吉野川流域にある排水機場の一つで、口径1,200mmの横軸軸流ポンプ2台を有しており、学島川周辺地区の内水被害軽減に役立っています。しかし、学島排水機場は設置から約50年が経過しており、老朽化が進んだ排水機場の一つでした。

本工事では、既設の横軸軸流ポンプを立軸斜流ポンプに更新しました。また、冷却水系統を無水化することで

補機類や小配管類の削減を行い、設備の信頼性を向上しました。

2. 更新機場の設備概要

表-1に主な設備仕様および改修ポイントを、図-1に機場配置平面図（更新）、図-2に機場断面図（更新）、写-1、2に機場外観を示します。

表-1 主な設備仕様および改修ポイント

設備名	機器名と仕様	改修ポイント
主ポンプ設備	φ1200mm立軸斜流ポンプ(Ⅱ型)：4.25m ³ /s×3.4m、2台 φ1200mm吐出弁：電動蝶形弁、2台 φ1200mm吐出管：ダクタイル鋳鉄管、2条 φ250mm管理運転用バイパス管：2条 φ250mm管理運転用バイパス弁：電動仕切弁、2台	・立軸化、Ⅱ型（高ns）化 ・排水量増量 ・フローティングシール採用による無水化 ・水中軸受を吸込ベルマウスに設置することによるメンテナンス性を向上
主ポンプ駆動設備	主原動機 機付ラジエータ式ディーゼル機関、223kW、2台	・無水化
動力伝達設備	減速機 直交軸傘歯車減速機（歯車減速機搭載型吐出エルボ）、2台	・立軸化 ・無水化
系統機器設備	燃料貯油槽：5,000L、1基（既設継続使用） 燃料小出槽：600L、1基 空気圧縮機：223kW主原動機用、2台 始動空気槽：100L、4本 燃料移送ポンプ：2台 場内排水ポンプ：2台（既設継続使用）	
除塵設備	除塵機：レーキ循環式、2基（既設継続使用） 水平コンベヤ：1基（既設継続使用） 傾斜コンベヤ：1基（既設継続使用）	
電源設備	自家発電機：機付ラジエータ式ディーゼル機関43kVA、1台	・無水化
監視操作制御設備	主ポンプ盤、1面 低圧・系統機器盤、1面 運転監視支援装置、1式（ソフトウェア改造） 学島排水樋門機側操作盤、1面（改造）	
遠隔監視操作制御設備	広域管理装置、1式（ソフトウェア改造）	
換気設備	給気ファン、3台 排気ファン、1台	
土木・建屋その他設備	既設改修・継続使用	・更新機器基礎の再構築 ・機械・電気ピットの再構築 ・土木構造物の補強 ・渦流防止板の設置 ・クレーン：既設継続使用

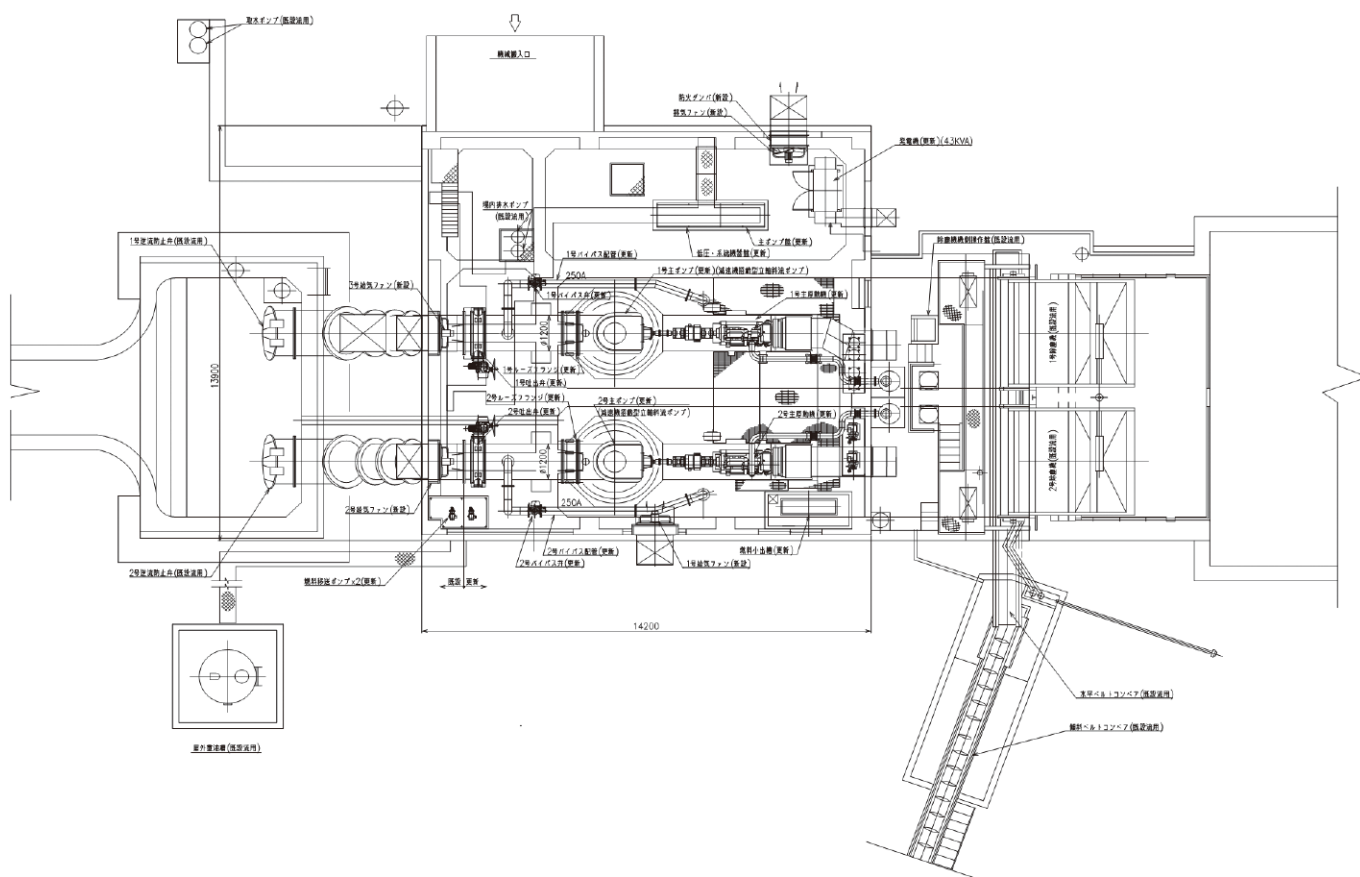


図-1 機場配置平面図（更新）

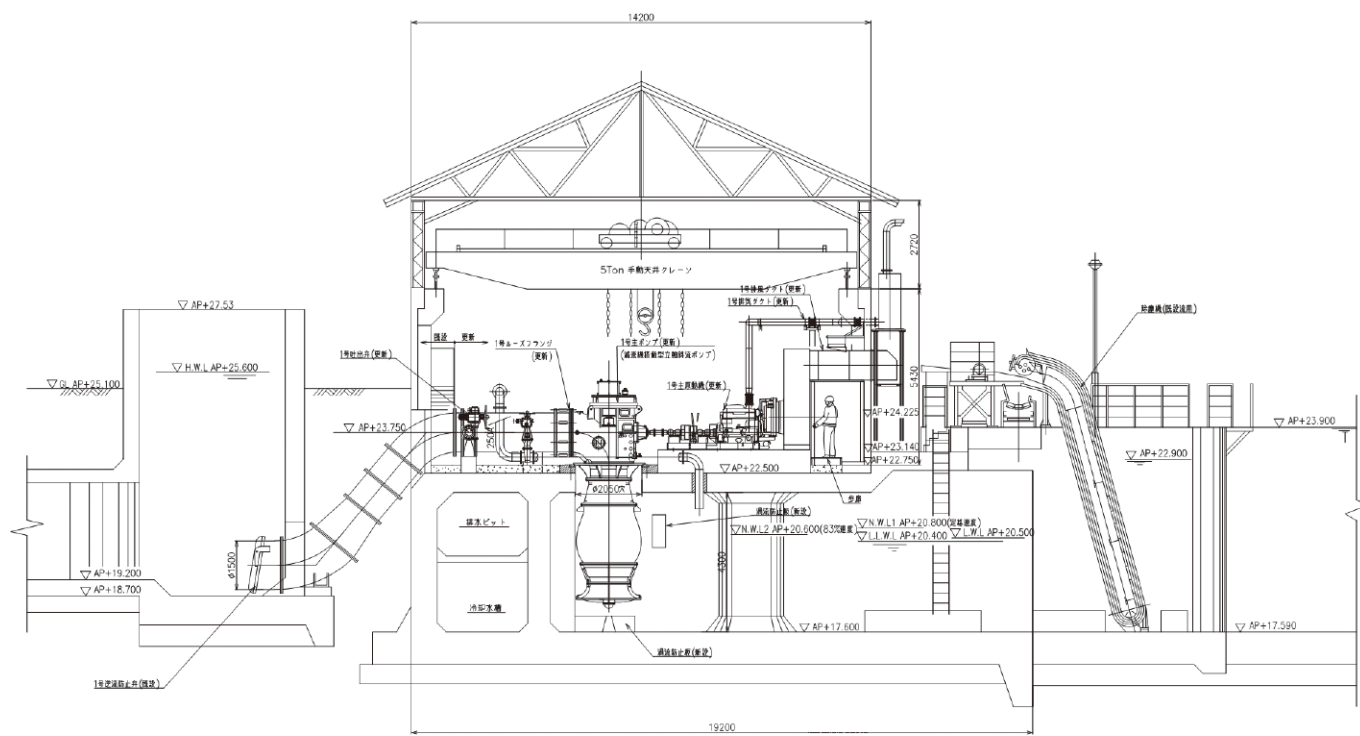


図-2 機場断面図（更新）



写－１ 機場外観（機場外）



写－２ 機場外観（機場内）

3. 工事の特徴

本工事の主な特徴を、以下に記します。

（１） 水中軸受の点検が容易なポンプ構造（写－３）

水中軸受は修繕頻度が高い部品の一つです。更新したポンプは水中軸受を吸込ベルマウスに設置しており、ポンプを引き上げずに吸水槽内で修繕、交換が可能です。



写－３ 水中軸受

（２） 現場工事手順（表－２）

工事期間中でも主ポンプ１台が運転可能な状態を保つように現場工程を計画しました。特に１台目の主ポンプ更新時は、既設補機、操作制御設備を使用可能にしつつ、土木構造物補強と機器の更新工事を進めました。

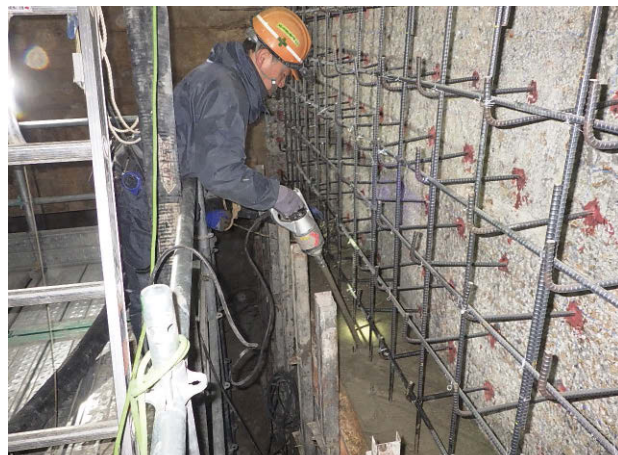
表－２ 現場工事手順

現場工事期間	主ポンプ		工事手順
	1号	2号	
第1期 非出水期 (H28年11月～ H29年5月)	○	×	既設補機移設、小配管及びケーブルルート変更
	○	×	既設操作制御盤を機場外へ移動、仮設操作盤設置、仮設発電機準備
	○	×	既設2号主機、自家発電装置及び基礎撤去
	○	×	2号吸水槽、冷却水槽の頂版及び側壁補強
	○	×	更新機器の基礎構築、2号主機、補機及び操作制御盤据付
	○	◎	更新2号主機、補機の試運転
第2期 出水期 (H29年6月～ H29年10月)	○	◎	既設操作制御盤移動、仮復旧
第2期 非出水期 (H29年11月～ H30年3月)	×	◎	既設1号主機、補機、操作制御盤及び基礎撤去
	×	◎	1号主ポンプ開口部廻りの頂版補強
	×	◎	更新機器の基礎構築、1号主機、補機、自家発電装置据付
	×	◎	小配管及びケーブル敷設、仮設発電機撤去
	×	◎	運転監視支援装置、広域管理装置ソフトウェア改造
	◎	◎	総合試運転

○：既設主ポンプ運転可能、◎：更新主ポンプ運転可能、×：主ポンプ運転不可能

（３） 土木構造物の補強（写－４）

立軸ポンプに更新することでポンプ開口部に荷重が集中し、土木構造物への負荷が増大します。今回工事では、



写－４ 土木構造物補強状況

土木構造物の補強のために、2号吸水槽、冷却水槽の頂版と側壁に総長約2,900mの鉄筋を配置し、コンクリートを打設しました。

(4) ケーブル及び小配管の設置方法

頂版の補強工事によりピット深さが100mm浅くなったため、小配管及びケーブルをピット内に収納することが困難になりました。このため、ケーブルは一部を除いてラックで建屋壁面に沿って敷設し、小配管はグレーチングによるステージ方式で施工しました。

(5) ポンプ据付用仮設架台の設置 (写－5、6)

更新した立軸斜流ポンプは現場での組立の手間を省くため、①下部ケーシング、インペラ、水中軸受を組み立てた下部一体部(約10トン)、②吊下げケーシング(約3トン)、③上部軸(約1トン)の3分割で現場に搬入しました。しかし、既設天井クレーンの定格荷重は5トンであったため、建屋内は仮設架台と手動チェーンブロックで移動、立て起こしを行うことで、問題なく据え付け

ることができました。

(6) 工事期間中の排水運転 (写－7、8)

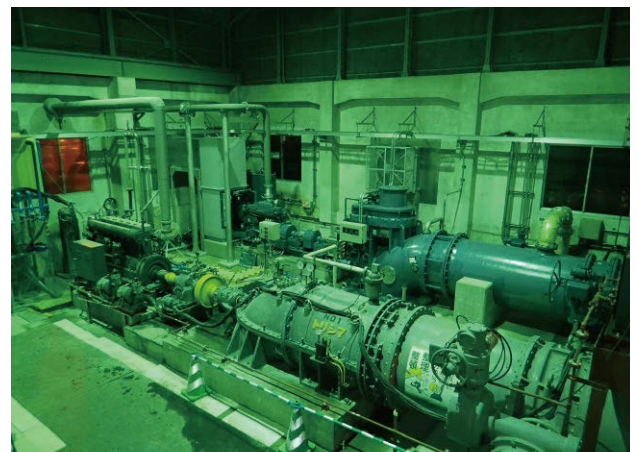
工事期間中の平成29年10月22日から23日にかけて台風21号が四国に上陸しました。表－2に記載した通り、1号は既設ポンプ、2号は更新ポンプが運転可能な状態でした。2台の主ポンプは問題なく運転を行い、周辺の浸水被害の防止に役立ちました。



写－7 台風21号到来時の学島川



写－5 ポンプ搬入および据付状況



写－8 夜間排水運転中の学島排水機場



写－6 ポンプ搬入および据付状況

4. おわりに

本工事は、平成28年7月末から始まり、20ヵ月後の平成30年3月に竣工を迎えました。既設設備を一新したことで、浸水被害解消をはじめ、学島排水機場の益々の活躍を願っています。

結びに、本工事にあたりご指導・ご協力をいただきました国土交通省 徳島河川国道事務所の監督員をはじめ工事関係者の皆様に、心からお礼を申し上げます。

庄和排水機場

～「民間見学運営システム」による社会実験を開始～

中村 伸也

なかむら しんや

国土交通省 関東地方整備局
江戸川河川事務所長

1. はじめに

「観光先進国」日本の実現へ！政府が掲げる「明日の日本を支える観光ビジョン」は2030年に訪日外国人旅行客数6千万人の達成を目指し、新たな観光コンテンツの開発を推進している。その柱の1つは「魅力ある公的施設・インフラの大胆な公開・開放」、すなわち「インフラ観光」の推進である。

首都圏の地底50メートルを流れる「首都圏外郭放水路」は、日本が世界に誇る最先端の土木技術を集結して建設された世界最大級の地下河川であり、とりわけ“巨大地下神殿”と称される調圧水槽の壮大なスケールが人気を集めており、海外メディアでも日本の大胆な洪水対策として紹介され大きな注目を集めている。

この「首都圏外郭放水路」の魅力を最大限に引き出し、これまでの既成概念にとらわれない大胆な官民連携の取組として8月から始まった「民間運営見学システム」による社会実験の取組について紹介する。(写－1)

2. 「防災地下神殿」の観光化

1) 社会実験までの取り組み

以前から防災に関する意識啓発や治水事業等に対する理解を深めてもらうため、国主催による見学会を実施してきたが、インフラツーリズムの拡大を背景に、土日祝日の見学会の開催やインバウンド対応、また、観光の呼び水として、埼玉県春日部市の地域活性化に繋がる利活用について検討を進めた。2017（平成29）年9月に有識者から意見・提言をいただくための『首都圏外郭放水路利活用懇談会』を開催し、懇談会の提言を受け、インフラツーリズムの拡大及び地域活性化に向け、国、市、地元関係団体で構成された『首都圏外郭放水路利活用協議会』（会長：池貝春日部市副市長）を開催し、民間事業者と連携のもと、民間開放を展開していくこととした。(写－2)



写－1 インフラ見学会募集ポスター



写－2 首都圏外郭放水路利活用協議会

民間開放に先立ち、2018（平成30）年3月に「首都圏外郭放水路」を関東地方整備局の直轄河川では“初”となる「都市・地域再生等利用区域」に指定し、民間事業者も河川敷地で営業活動が可能になる河川空間のオープン化を実施した。（写－3）



写－3 都市・地域再生等の利用区域の指定範囲

また、協議会では、民間開放の施設見学会を実施するための基礎データの収集を目的とした社会実験を行うための連携事業者を募集し、選定の結果、2018（平成30）年4月に東武トップツアーズ（株）と連携協定を締結した。

2）社会実験見学会の実施

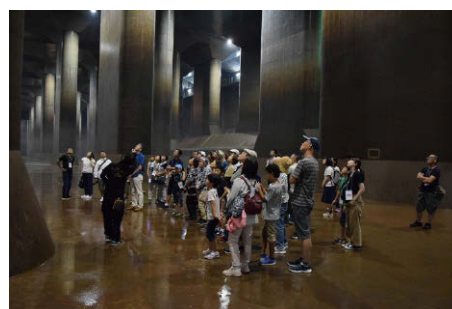
2018（平成30）年8月から、首都圏外郭放水路利活用協議会主催、連携事業者である東武トップツアーズ（株）が企画運営を担当する形で、国の防災施設としては日本初の試みとなる「民間運営見学システム」による社会実験見学会を実施している。土日祝日の開催や、定員、回数を大幅に増やすことで、見学機会を増やし、日本が世界に誇る防災技術を結集して建設された世界最大級の地下放水路を「防災地下神殿」として全世界に発信し、民間活力の活用により観光振興や、地域活性化を促進する新しい取り組みである。

社会実験見学会では、「8つの進化」と題して、以下の取り組みを実施し、見学内容の充実やサービス向上を図っている。

<社会実験見学会8つの進化（開始当初）>

- ①専属の放水路案内プロ集団「防災地下神殿コンシェルジュ」によるわかりやすい案内と解説（写－4）
- ②ご要望の多かった土日・祝日も見学会を実施。定員・回数を増やし見学機会を5倍（月間10,000人）に拡大
- ③迫力の巨大竖穴「第一立坑」を新たな見学コースに追加。深さ70m×内径30mのスケールを体感（写－5）
- ④洪水時に機能する地下神殿（ポンプ）。施設稼働中のみ見学が可能となる見学コースの設定
- ⑤無料シャトルバスの運行（8月限定）
- ⑥大人気のダムカードを新たに河川カードとして開発。社会実験参加者特典「防災地下神殿カード」を見学者限定で特別配布（写－6）
- ⑦現実では見ることができない洪水時の調圧水槽の様子を疑似体験できるAR（拡張現実）アプリの導入
- ⑧インバウンドに対応。3カ国語に対応した多言語アプリの導入

料金は1人650円（8月のみ特別割引価格で500円）で実施しているが、現在のところ質・内容とも好評であり、高い参加率を維持している。（写－7）



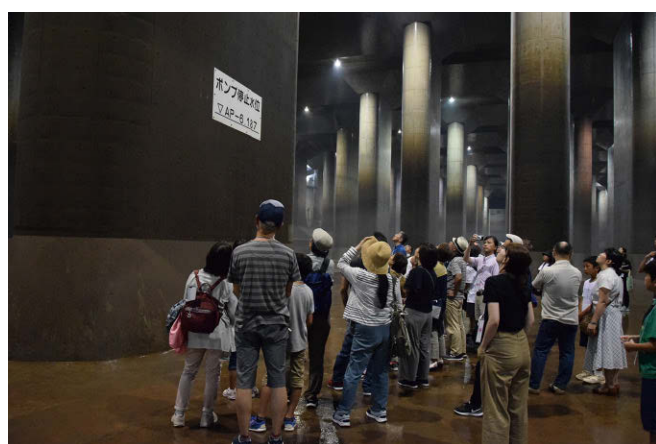
写－4 プロ集団による紹介（イメージ）



写－5 迫力の深さ70mの「巨大竖穴」第1立坑



写－6 首都圏外郭放水路カード（イメージ）



写－7 見学会（調圧水槽）

表－2 海外からの来場者数

海外からの来場者数			
	8月	9月	10月
平成29年	116人	87人	117人
平成30年	約250人※	約390人※	約100人※

※各月の見学者アンケートからの推計値



写－8 見学時に対応した「インフラガイド多言語音声ガイドアプリ」（日本語、英語、中国語）を提供

3) 主な取組成果

社会実験の開始から3ヶ月が経過し、インフラツーリズム拡大と地域活性化の取組成果としては、土日祝日も含めた見学回数の増加により、前年度と比較して 各月約3.5倍～4.3倍の大幅な見学者の増加を実現。8～10月の3ヶ月間の見学者数が、昨年度の年間見学者数（約2万人※）を突破。また、海外からの見学者も大幅に増加。（表－1、2、写－8～10）

表－1 平成 29.30 年見学者数比較

○見学者数の大幅増

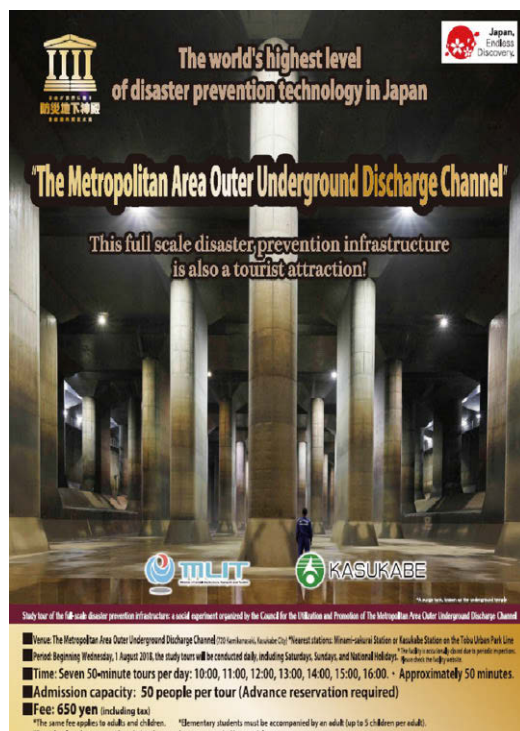
土日祝日も開催し、1日当たり回数を7回（従来3回）とした結果、**開始から3ヶ月で、昨年度の年間見学者数（約2万人※）を超える22,162人の方が参加。**

※平成29年度無料見学会の参加者数（19,512人）

対前年度見学者数との比較

	8月 見学者数(開催回数)	9月 見学者数(開催回数)	10月 見学者数(開催回数)	3ヶ月合計 見学者数(開催回数)
平成29年	2,232人(79回)	1,659人(52回)	1,844人(49回)	5,735(180回)
平成30年	9,784人(192回)	5,977人(190回)	6,401人(201回)	22,162(583回)
対前年比	4. 3倍(2. 4倍)	3. 6倍(3. 7倍)	3. 5倍(4. 1倍)	3. 86倍(3. 2倍)

見学者数は、前年度と比較して**約3. 86倍**に大幅増加



写－9 英語版ポスターを日光市の観光施設で掲示

3. 今後の予定（さらなる地域活性化、観光振興にどうつなげるか）

これまで得られたデータの分析・検証をもとに、魅力をもより一層高めるための改修等を実施するため、現在の見学会は2018（平成30）年12月26日に休止し、新たな社会実験を2019（平成31）年春頃から再開予定。

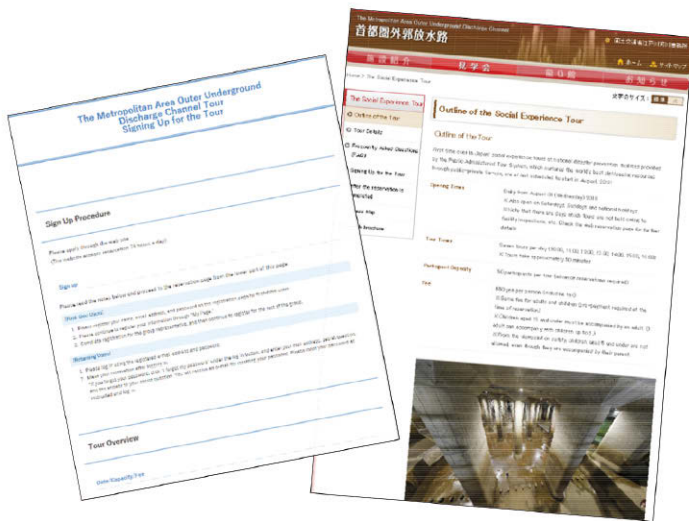
今後は、さらに付加価値向上を図るほか、バスツアーはもちろんのこと、首都圏外郭放水路がある春日部市は東武鉄道のアーバンパークライン（野田線）とスカイツリーライン（伊勢崎線）の乗り換え駅である春日部駅を有することから、鉄道を利用した団体旅行などの組み込みや、市内の観光施設や商業施設等に立ち寄ってもらうための具体的施策の検討など、首都圏外郭放水路をきっかけとした観光客の地域周遊促進に取り組む予定である。

4. 終わりに

首都圏外郭放水路は、2002（平成14）年の部分通水以降、度重なる浸水被害に悩まされてきた中川・綾瀬川流域の浸水被害の軽減に大きな効果を発揮してきたが、2018（平成30）年7月の西日本豪雨等、全国で水害は頻発しており、どんなに優れた治水施設を整備したとはいえ、「これで安全」ということにはならないと考える。

本稿で紹介したインフラツーリズムの取り組みについては、社会実験を通じて多くの方に施設を見ていただき、施設の理解を深めていただくことで、インフラや水害についての関心や防災・減災に対する意識を高めていただくことが大切だと考え、取り組んでいるところである。

今後も、首都圏外郭放水路が中川・綾瀬川流域の安全・安心を守り、地域に喜ばれる施設であり続けられるよう適切な維持管理を続けていくのはもちろんのこと、防災・減災の意識向上のためのインフラツーリズムの取り組みについても、引き続き前向きに取り組んでいきたい。



写－10 英語版の予約申込ページを作成
当日は英語版パンフレットも配布

また、旅行会社による企画旅行の受入れによって、首都圏外郭放水路を組み込んだツアー商品や、春日部市内の施設や店舗、農園等への誘導・回遊に向けた地域活性化の取組も促進。（写－11、12）



写－11 旅行会社による企画旅行の受入れ



写－12 道の駅庄和で見学会参加者サービス

豊岡排水機場・八条揚排水機場の整備効果

深澤 洋二 ふかざわ ようじ | 国土交通省 近畿地方整備局
豊岡河川国道事務所 副所長

1. はじめに

豊岡排水機場・八条揚排水機場は、円山川水系円山川とその支川の戸牧川及び大磯川の合流部に建設され、豊岡市の市街地を流れる両河川などの洪水を円山川本川に排水するポンプ場である。

本稿では、豊岡排水機場及び八条揚排水機場の概要のほか、近年洪水における浸水被害の軽減効果と八条揚排水機場で行われている浄化対策の状況を紹介する。

2. 流域及び計画の概要

(1) 流域の特徴とその変遷

円山川は、その源を兵庫県朝来市生野町円山（標高640m）に発し、豊岡市において出石川、奈佐川等支川を合わせて豊岡盆地を環流し、日本海に注ぐ幹線流路約68km、流域面積約1,300km²の一級河川である。上流は1/100～1/300と急峻であるのに比べて、中流部の出石川合流点より下流部は1/780～1/9000と変化しながら河口に向けて河床勾配が非常に緩やかとなっている。そ

の緩やかとなった下流部は、屈曲が著しく「大磯の大曲」と呼ばれていた。豊岡排水機場がある距離標12km付近から八条揚排水機場がある15km付近までは、第一期直轄改修（大正9年から昭和12年まで内務省が実施）の際に、蛇行部分をショートカットして築堤された。

そのために堤内には、旧円山川が廃川として残っていたが、旧円山川の区域は昭和16年、兵庫県により廃川処分がなされ、その一部が支川として大磯川として残り、その先で戸牧川と合流し、豊岡樋門を通じて円山川流れ込んでいる。これ以外の旧河川区域は、豊岡市に払い下げられ、市民体育館、市民会館、市民公園等に埋め立て利用が図られ、市民に親しまれてきた。しかし、ひとたび洪水が発生すると円山川本川では、急峻な上流から集まった水は勾配が緩い下流部で流れにくくなり、支川の水が流れ込みにくく、かつ、それら支川が流れる市街地は、低平地となっているため、内水被害を度々発生させていた。

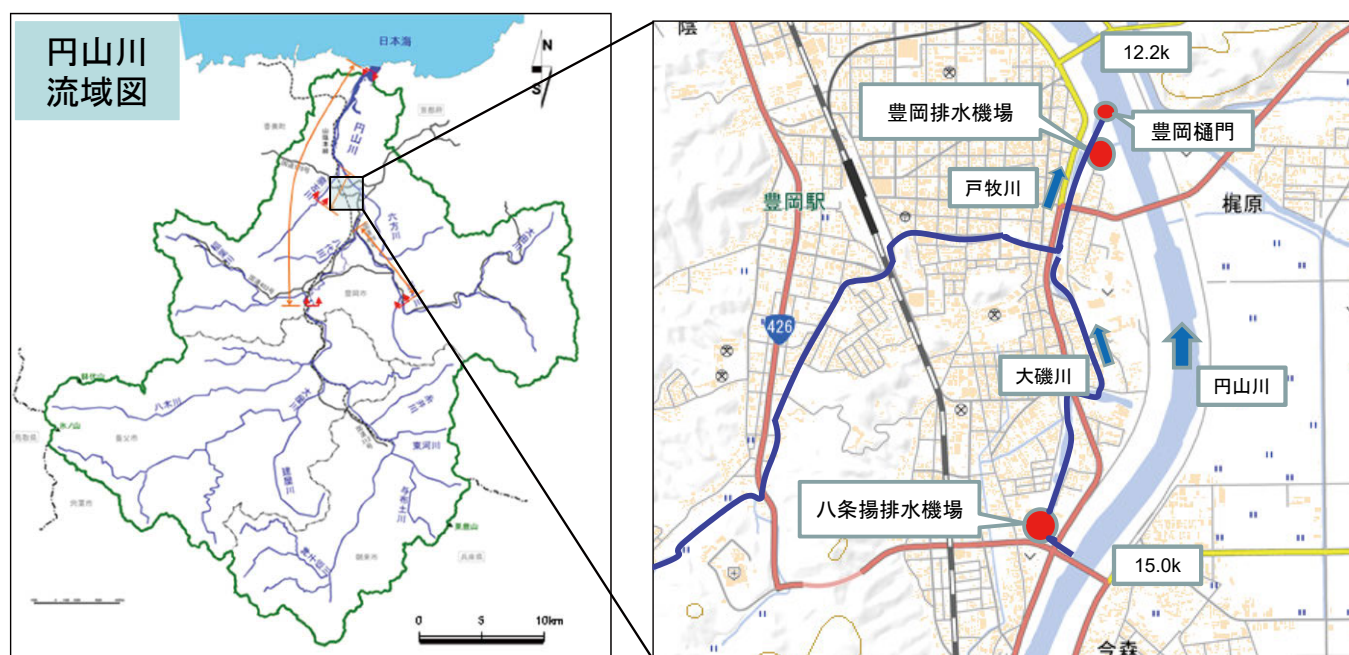


図-1 位置図

(2) 排水機場の計画

伊勢湾台風で大きな被害が発生したのを機に昭和35年に策定した総体計画を基に、築堤工事とともに内水対策として戸牧川の洪水を円山川に排水する目的で豊岡排水機場の整備が行われ、昭和42年に排水量8.0m³/s (4.0m³/s × 2台) が完成し、更に昭和46年に4.0m³/sが増設された。その後、さらに洪水時の安全率を高めるため、将来の開発を見込んだ内水排除計画に基づき、戸牧川とつながっている大磯川から洪水を円山川に排水する目的で昭和47年より八条揚排水機場 (5.0m³/s × 2台) の整備に着手し、昭和53年には、暫定計画として揚排水兼用ポンプ5.0m³/s 1台が設置され、さらに平成12年にポンプ1台を増設し、八条揚排水機場が完成された。

なお、八条揚排水機場は、旧円山川の水質汚濁を改善し、優れた都市環境の創造を目的とした直轄河川環境整備事業により、円山川本川より清浄水を導水するために1台は揚排水兼用ポンプとして設置されている。

その後、円山川では平成16年に来襲した台風23号が、観測開始以降で最高の流量と水位を記録し、流域に大きな被害が発生した。これを受けて河川激甚災害対策特別緊急事業が採択され、緊急的かつ集中的に河道掘削、堤防整備 (築堤・堤防強化)、橋梁・堰の改築が実施され、内水対策として豊岡排水機場は改築され増強整備 (4.0m³/s × 3台⇒7.5m³/s × 2台) が行われた。



写－1 豊岡排水機場・八条揚排水機場の上空写真

3. 施設の概要

豊岡排水機場は、平成16年台風23号規模の洪水に対して、床上浸水被害を解消させることを目的に、旧豊岡排水機場の横に排水能力増強 (12.0m³/s→15.0m³/s) す

るとともに新たに改築され、平成22年度に完成した。

本排水機場では、新たに整備するにあたり排水能力増強だけでなく、信頼性向上、環境負担低減、コスト縮減型機場、危機管理機能等をコンセプトに主ポンプ無水化、スクリー付斜流ポンプ、浸水耐水化、高流速水槽などの当時の新たな技術が採用された。

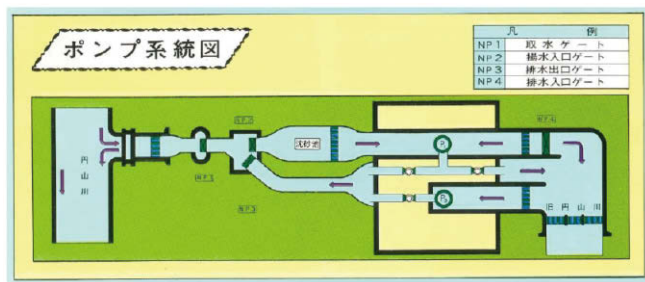
八条揚排水機場は、先にも述べたように洪水時の内水排除機能だけでなく、平常時の浄化導水を目的に設置されたため、先に整備された1号ポンプは、その動力は排水時用として4サイクルディーゼル機関、揚水時用として電動機の両方を備え持った特殊なものとなっている。

表－1 主要仕様 (豊岡排水機場)

主 ポ ン プ	ポンプ形式	立軸斜流ポンプ
	吐 出 量	15.0m³/s (7.5m³/s × 2台)
	口 径	1,650mm
	全 揚 程	5.0m
主 原 動 機	設 置 台 数	2台
	原 動 機 形 式	4サイクルディーゼル機関
	定 格 出 力	570kW (775ps)
	始 動 方 式	圧縮空気
	冷 却 方 式	水冷
減 速 機	設 置 台 数	2台
	減 速 機 形 式	直交軸傘歯車減速機
	伝 達 出 力	570kW
除 塵 設 備	設 置 台 数	2台
	形 式	前面掻揚背面降下式

表－2 主要仕様 (八条揚排水機場)

主 ポ ン プ	ポンプ形式	立軸斜流ポンプ
	吐 出 量	1号5.0m³/s (排)、5.0m³/s (揚) 2号5.0m³/s (排)
	口 径	1,500mm
	全 揚 程	5.8m、6.4m (排)、2.6m (揚)
主 原 動 機 (排)	設 置 台 数	2台
	原 動 機 形 式	4サイクルディーゼル機関
	定 格 出 力	397kW (540ps)、515kW (700ps)
	始 動 方 式	圧縮空気
	冷 却 方 式	水冷
主 原 動 機 (揚)	設 置 台 数	2台
	原 動 機 形 式	三相巻線型誘導電動機
	定 格 出 力	210kW
	始 動 方 式	金属抵抗
	冷 却 方 式	空冷
減 速 機	設 置 台 数	1台
	減 速 機 形 式	歯車減速機
	伝 達 出 力	210kW・700ps、397kW
除 塵 設 備	設 置 台 数	2台
	形 式	前面掻揚背面降下式



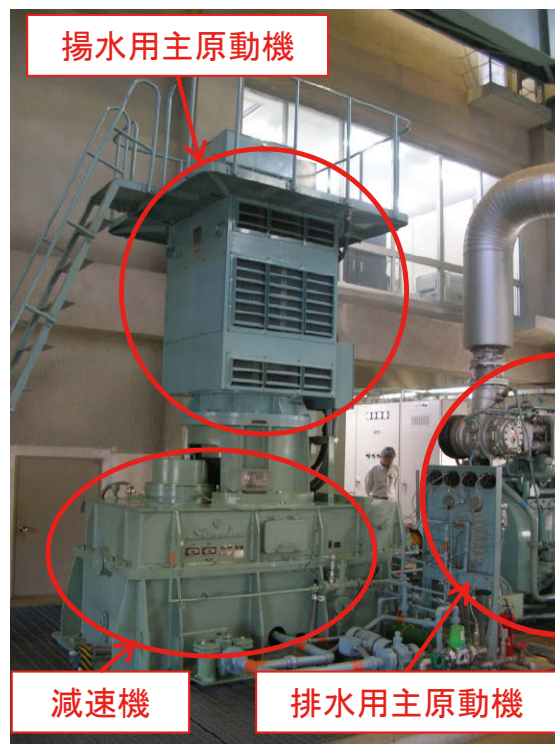
図ー2 八条揚排水機場の揚排水系統図



写ー2 豊岡排水機場の主原動機と減速機



写ー3 豊岡排水機場の主ポンプ



写ー4 八条揚排水機場の主原動機と減速機（1号）

豊岡排水機場に比較して八条揚排水機場の排水運転が少ないのは、戸牧川と大磯川との流域面積、沿川状況により運転開始水位に八条揚排水機場の方が0.5m高く設定されているために比較的小規模な出水では、豊岡排水機場のみで大磯川を含めた戸牧川の洪水を排水可能であり、さらに水位が上昇し排水量が必要な場合のみ八条揚排水機場の排水運転を行うためである。

また、豊岡排水機場の運転日数等は他の円山川の排水機場より比較的多い。これは円山川と接している樋門の操作対象水位がT.P.+0.9と低く、円山川基準観測所である立野地点年平均水位のT.P.+0.35に対して僅かな余裕しかなく、少しの水位上昇でも閉操作を行い、ポンプ運転開始水位も戸牧川の沿川の状況により内水位TP+1.0と低いためである。さらに、停止水位がT.P.+0.1と運転操作水位の上下幅も狭いため細やかな運転を長期間に続ける必要がある。

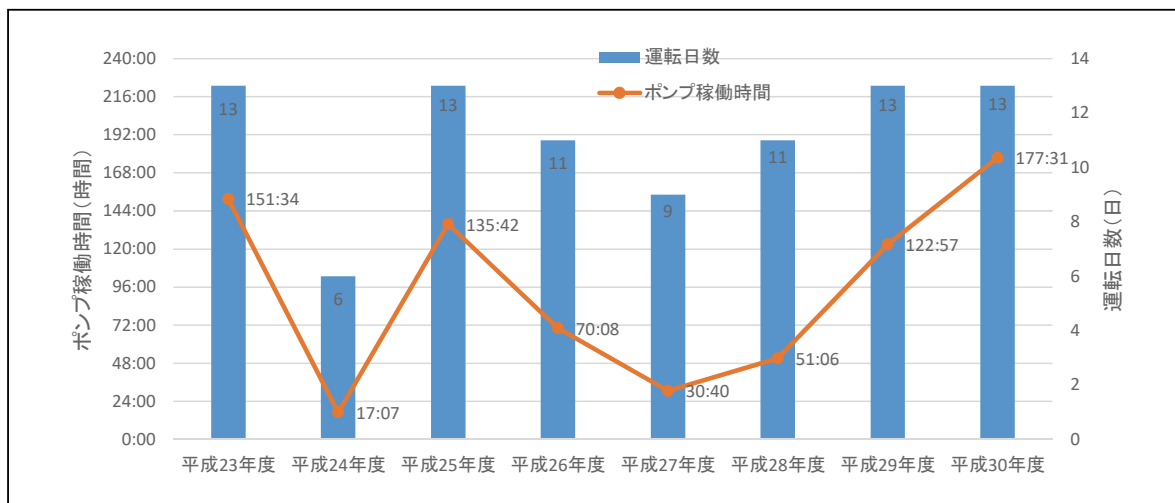
(2) 浸水被害の軽減効果

今年度の出水では、H30年7月5日から8日にかけて発生した「平成30年度7月豪雨」においては、円山川本川の立野地点で、ピーク流量が史上三番目となる約3,800m³/sの洪水が流れる中、両排水機場で四日間にわたる排水運転により、総排水量294.1万m³の内水排除を行った。ポンプ操作を行わなかった場合の想定水位T.P.+5.0に対して約2.6mの水位低減効果により、戸牧川

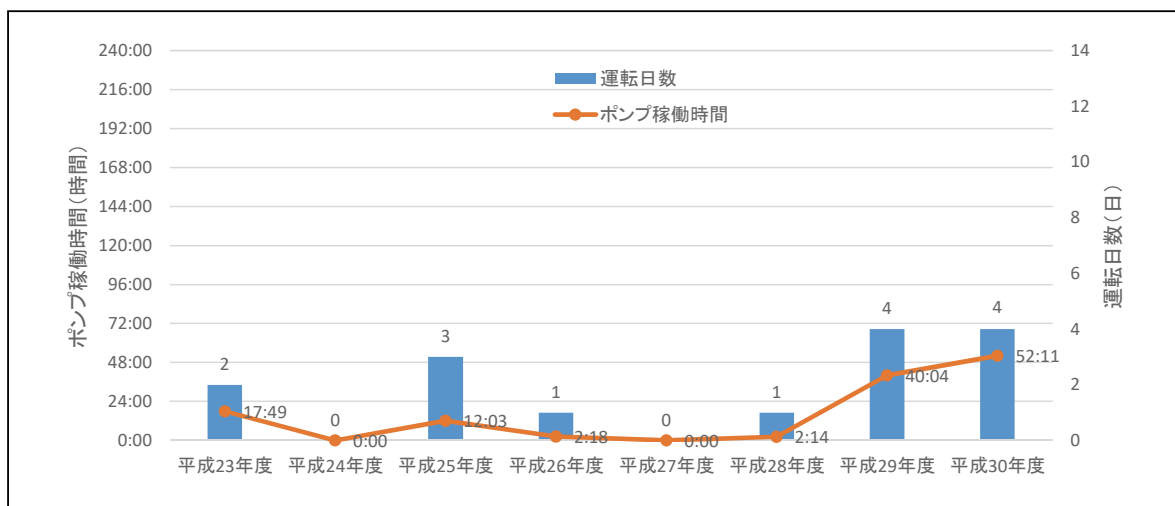
4. 内水排除稼働実績と浸水被害の軽減

(1) 稼働実績

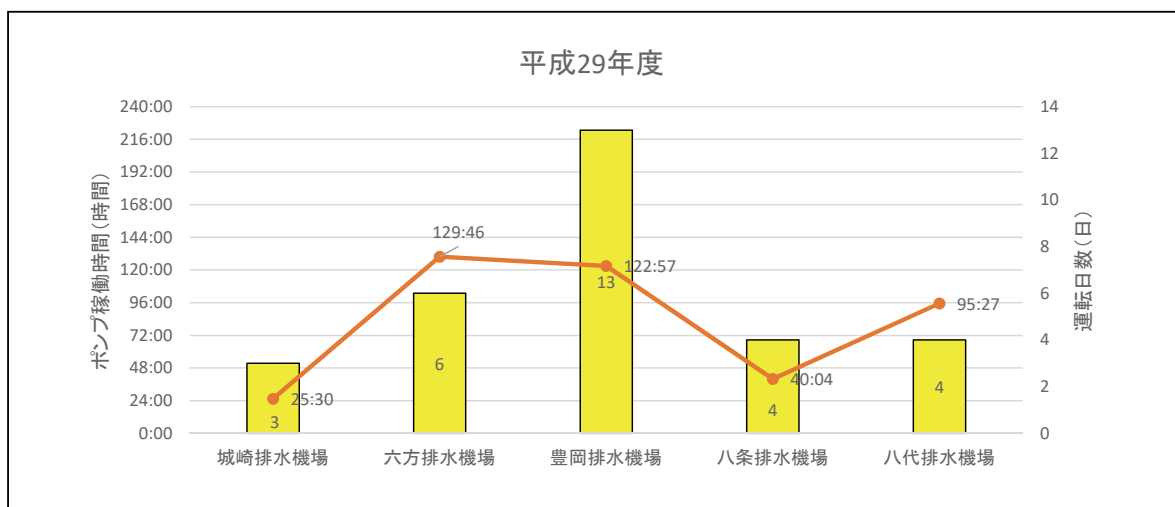
豊岡排水機場は、稼働を開始した平成23年から平成30年までの8年間の稼働状況は、年平均運転日数は約11.1日、年平均運転時間は約94.35時間となっている。対して八条揚排水機場の排水運転としては、同じ8年間の稼働状況でまとめると、年平均運転日数約1.9日、年平均運転時間約15.49時間となっている。



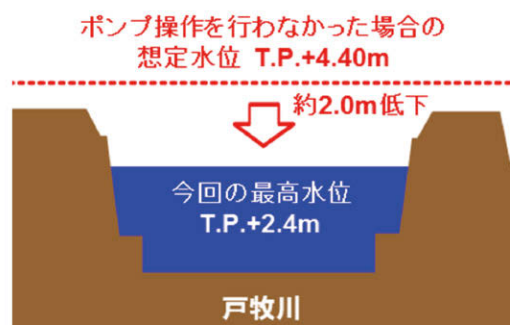
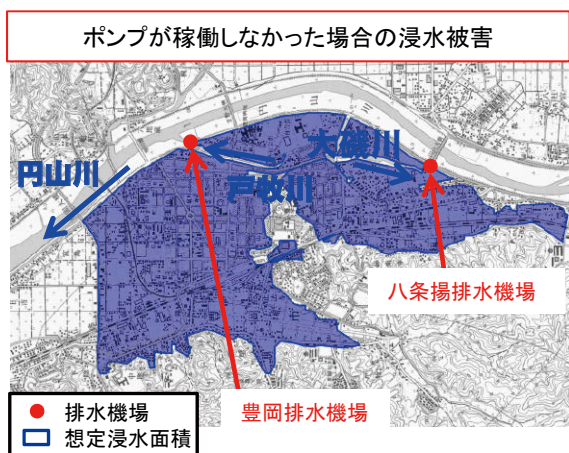
図－3 豊岡排水機場の稼働実績



図－4 八条揚排水機場の稼働実績（排水運転）



図－5 円山川の他の排水機場との稼働実績比較



図－6 浸水被害の軽減効果

のピーク水位をT.P.+2.4mに抑えることが可能となった。これにより想定浸水面積約440ha、浸水家屋約5,200世帯をそれぞれ0とすることが出来た。

5. 揚水による浄化導水事業

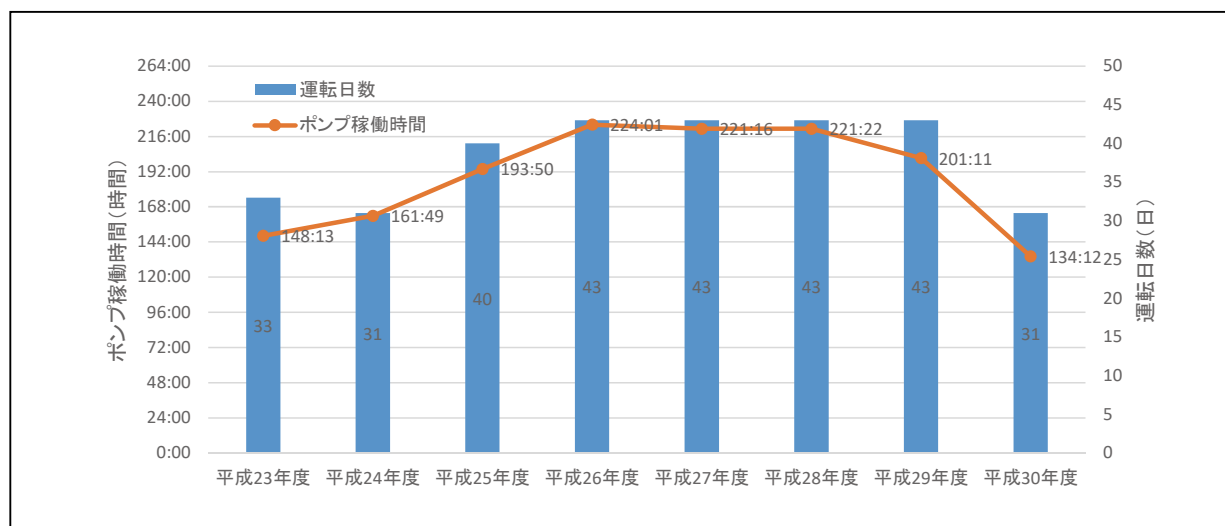
旧円山川である戸牧川下流・大磯川は、豊岡市街地中心部付近を流れ、市街地の中で少ない親水スペースとして、その周りの体育館、公園とともに多くの市民に親しまれてきた。しかし、大磯川は、普段は流れが非常に緩やかで水が滞留しやすく水質の悪化が問題となってい

た。直轄河川環境整備事業として円山川の清浄水を揚水運転により大磯川に引き込み、合流する戸牧川を通り豊岡排水機場より排出することで水を循環させ水質の改善を図っている。

操作規則・細則では、八条揚排水機場地点の円山川水位がT.P.0.6m未満となった場合、水曜日の9時から12時まで及び13時から16時までゲート操作とともにポンプを円山川本川の流水を大磯川に分流するために運転することとなっており、運転実績としては、最近8年間で見ると年間40日前後、日平均運転時間5時間程度の揚水運転を行っている。

6. おわりに

今回紹介している排水機場は、それぞれ昭和42年（豊岡排水機場）、昭和53年（八条揚排水機場）の建設以降、内水排除の大きな役割を果たしてきた。特に対象となる浸水区域は、豊岡市中心部の市街地であり、人口、財産が集中する区域となるので、その役割はより大きなものである。その大きな役割を確実に果たしていくためには関連する樋門を含めた排水機場等の維持管理をしていくことが重要である。豊岡排水機場は平成16年23号台風を機とした増強時に、新排水機場として全体が一新されているが、八条揚排水機場については、昭和53年（1号）、平成12年（2号）と完成から長期間が経過している。これまでも分解整備を含めた維持管理により長寿命化に努めてきた。引き続き、地域の安全・安心を確保していくために、他の排水機場を含めて円山川水系の河川管理施設を適切に維持管理していくための万全な体制とともに、計画的な予算確保に努めていきたい。



図－7 八条揚排水機場の稼働実績（揚水運転）

平成 30 年度における排水ポンプ車の出動状況について

今野 孝親
この たかちか

国土交通省総合政策局 公共事業企画調整課
施工安全企画室 建設機械係長

金村 翼
かなむら つばさ

国土交通省総合政策局 公共事業企画調整課
施工安全企画室 建設機械係主任

1. はじめに

排水ポンプ車は、機動的な排水対応を目的として導入されたものであり、中型もしくは大型トラックのベース車両にポンプ装置と発電装置等の排水作業に必要な機器を搭載した、移動式の排水設備である。

国土交通省では、固定式の排水設備が設けられていない比較的小規模な排水面積に対応するため、平成10年8月の豪雨を受けて以降大規模な導入及び増強を進めてきており、平成30年4月現在で354台の排水ポンプ車を保有している。本稿では、国土交通省が保有する排水ポンプ車の平成30年度における全国的な出動状況等について報告する。

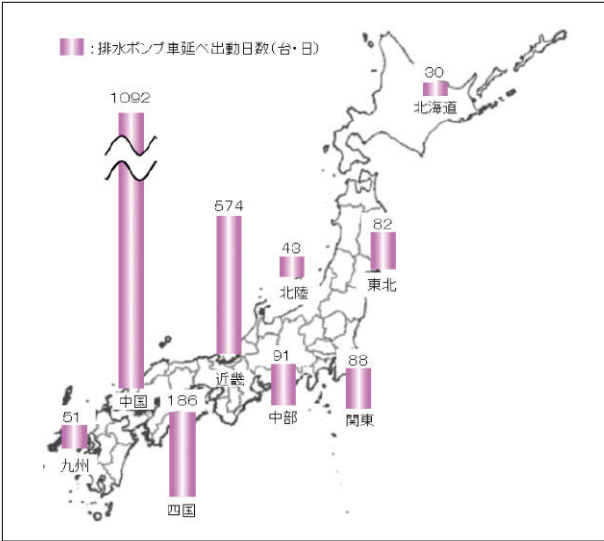
2. 平成 30 年度の出動概要

平成30年度における排水ポンプ車の出動回数は、小規模なものを含め計17回の出動があった（平成30年12月末現在）。延べの出動台数は345台であり、延べ出動日数は2237台・日であった。排水ポンプ車の延べ出動日数が10台・日以上となった主な災害の出動実績を表1に示す。

照明車等の排水ポンプ車以外の車両も含めた災害対策用機械の出動規模が最も大きかったものは平成30年

7月豪雨であり、延べ4,314台・日の出動があった。また、排水ポンプ車の出動が最も多かったのも同災害における出水対応であり、延べ1,651台・日の出動であった。

出動状況を地域別に整理すると、最も出動規模が大きかったのは、延べ出動日数が1,092台・日であった中国地方整備局管内であり、次いで近畿地方整備局管内における574台・日であった。どちらも7月豪雨に加え、それ以降の台風においても長期出動のあった地域である。



図－1 地域別出動状況

表－1 平成 30 年度の排水ポンプ車出動実績一覧（12 月末現在）

発生日	災害名	出動台数	延べ出動日数		出動地域
		排水ポンプ車	排水ポンプ車	災害対策用機械全体	
5 月 18 日	秋田県大雨	6	11	22	東北
7 月 2 日	平成30年7月豪雨	123	1,651	4,314	北海道、東北、関東、北陸、中部、近畿、中国、四国、九州
7 月 27 日	台風12号	16	53	77	東北、北陸、中部、近畿、中国、四国
8 月 22 日	台風19・20号	26	53	63	近畿、中国、四国
8 月 31 日	前線による大雨	8	12	16	東北
9 月 3 日	台風21号	37	152	188	東北、中部、近畿、中国、四国
9 月 28 日	台風24号	98	205	289	東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州
10 月 5 日	台風25号	6	30	30	中国

3. 主な災害における出動状況

1) 平成 30 年 7 月豪雨

7月3日頃より日本海北部から北海道に停滞していた梅雨前線は、5日に台風7号から変わった温帯低気圧が北海道付近へ進んだ影響により西日本付近で顕在化した。

前線や台風7号から変化した温帯低気圧の影響により、日本付近に暖かく非常に湿った空気が供給され続け、西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨となった。

この影響で、河川の氾濫、浸水被害、土砂災害等が西日本を中心に各地で発生し、200名以上の方が亡くなる等、水害としては近年稀に見る大規模なものとなった。また、災害対策用機械の出動規模としても大きなものとなっており、排水ポンプ車のほかにも流木処理や土砂撤去等の夜間における復旧作業を支援する照明車、道路清掃作業を行う散水車等が多数出動した。

平成30年7月豪雨における排水ポンプ車の出動状況は、近畿、中国、四国を中心とした西日本での活動が主



写－1 排水作業の状況（岡山県倉敷市）



写－2 排水作業の状況（岡山県倉敷市）

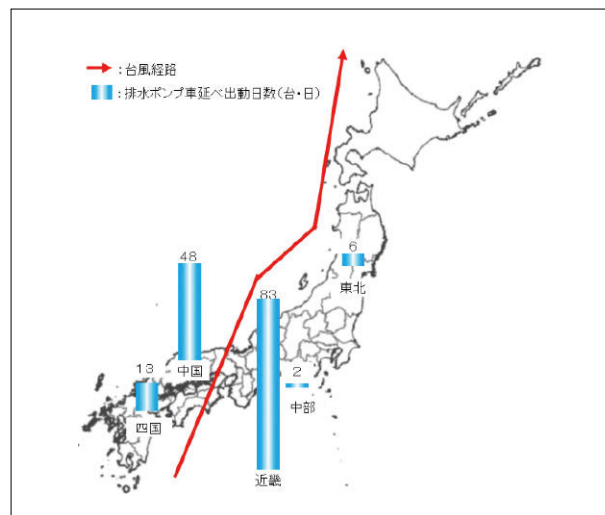
であるが、当初前線が北日本に停滞していたことから北海道や北陸においても出動実績があった。合計123台が出動しており、のべ出動台数は1,651台・日に上る。推定総排水量は約460万 m^3 （25mプール約15,300杯分）に及んだ。

2) 台風 21 号

台風21号は、9月4日12時頃に非常に強い勢力で徳島県南部に上陸した。その後、4日14時頃には兵庫県神戸市に再上陸し、速度を上げながら近畿地方を縦断、日本海を北上した後、5日9時には間宮海峡で温帯低気圧に変わった。台風の接近・通過に伴って、西日本から北日本にかけて非常に激しい雨が降り、9月3日から9月5日までの総降水量が四国地方や近畿地方、東海地方で300ミリを超えたところや9月の月降水量平年値を超えたところがあった。

出動台数は、雨量が多くなる台風の右半円域の経路となった近畿地方で突出しており、高潮・大雨による浸水のため機能停止に陥った関西国際空港において、排水ポンプ車が3日間程度稼働する排水作業を実施した。なお、中国地方整備局管内においては、前述した平成30年7月豪雨の被害を受け排水ポンプ車の事前配備を行ったものの、実排水作業までには至らなかった。

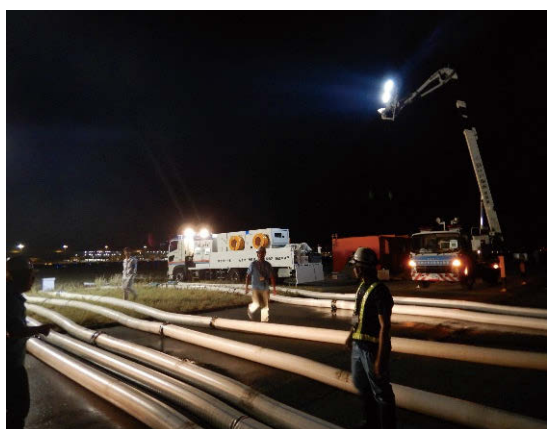
全国では37台の排水ポンプ車が出動したが、実排水作業を行ったのは関西国際空港のみであり、その推定総排水量は約190万 m^3 （25mプール約6,300杯分）であった。



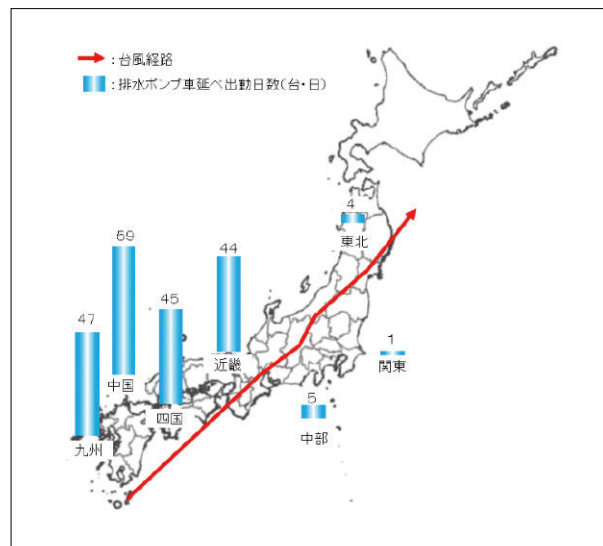
図－2 台風 21 号の移動経路及び排水ポンプ車の出動状況



写－3 排水作業の状況（大阪府泉佐野市）



写－4 排水作業の状況（大阪府泉佐野市）



図－3 台風24号の移動経路及び排水ポンプ車の出動状況



写－5 排水作業の状況（鳥取県倉吉市）



写－6 排水作業の状況（宮崎県宮崎市）

3) 台風24号

台風24号は、9月28日から30日明け方にかけて、非常に強い勢力で沖縄地方に接近した後、北東に向きを変え、急速に加速しながら、30日20時頃に和歌山県田辺市付近に上陸した。その後、東日本から北日本を縦断し、10月1日12時までに日本の東で温帯低気圧に変わった。

台風24号の接近・通過に伴い、広い範囲で暴風、大雨、高波、高潮となり、9月28日から10月1日までの総降水量が九州地方及び四国地方や東海地方で400ミリを超えたところや9月の月降水量平年値を超えたところがあった。全体で98台の排水ポンプ車が出動したが、通過速度が速い台風であったことから各地における排水作業は数時間から半日程度と短期間の対応となっており、推定総排水量は約110万 m^3 （25mプール約3,800杯分）であった。

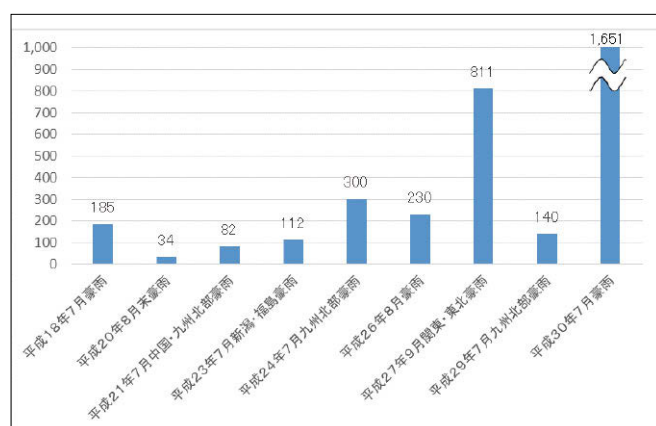
4. 近年の出動状況との比較

平成30年度における排水ポンプ車の延べ出動日数と近年（過去5ヶ年）の延べ出動日数を表－2に示す。平成29年以前の過去5ヶ年の出動実績を見ると、3ヶ年において気象庁が命名する大規模な風水害が発生しており、この様な災害が発生した年の排水ポンプ車の出動規模は、年間600～900台・日程度の出動規模と

なっている。過去5ヶ年を平均すると毎年度約550台・日の出動であるが、平成30年度は2,237台・日と、7月豪雨による大規模出動（1,651台・日）があったことから過去5ヶ年平均の4倍程度の大規模な出動となった。また、過去の主立った出動実績と比較しても平成30年度7月豪雨における出動は特に大規模なものであることがわかる（図－4）。この傾向から、今後も激甚化した風水害による大規模な出動が想定される。

表－2 過去5ヶ年の排水ポンプ車出動実績

年度	年間延べ出動日数	気象庁命名風水害
H25	253 台・日	－
H26	633 台・日	平成 26 年 8 月豪雨
H27	924 台・日	平成 27 年 9 月関東・東北豪雨
H28	376 台・日	－
H29	537 台・日	平成 29 年 7 月九州北部豪雨
5ヶ年平均	545 台・日	
H30	2237 台・日	平成 30 年 7 月豪雨



図－4 気象庁命名風水害における排水ポンプ車出動実績

5. 平成30年度の出動を踏まえた課題

平成30年度は、前述のとおり例年以上に多くの排水ポンプ車が出動したこともあり、全国的に実施された排水作業の現場条件も広範なものとなった。その中で明らかとなった機能面・運用面に関する課題について以下に示す。

1点目の課題は排水ポンプの電源ケーブル長の不足である。7月豪雨では遠浅の溜め池における排水作業を実施したが、水位低下に合わせて排水ポンプを沖に送り出

す必要があった。標準仕様の電源ケーブル長は堤防天端から法尻までの敷設延長を想定しているため対応が困難であり、ケーブル延長の長い排水ポンプを装備した車両を手配して排水作業を実施した。今後、電源延長ケーブルの搭載について検討する必要がある。

2点目は過酷な状況下における排水作業による排水ポンプへの影響である。台風21号では高潮により浸水被害を受けた関西国際空港において排水作業を行ったが、排水対象が海水であったため、残留塩分による排水ポンプ内部の腐食が懸念された。また、7月豪雨では、破堤・越水が各地で発生したため外水氾濫への対応が必要であったが、本川を流れる外水は、堤内地で湛水する内水以上に土砂や塵芥を多く含むため、排水ポンプ内部のインペラギャップの拡大が懸念された。このような通常の使用条件を超える条件下での排水作業後は、機能を維持するための確実なメンテナンスが特に重要となる。

国土交通省では、多様な現場条件下においても排水対応を可能とすべく、これまでも排水ポンプの軽量化・高揚程化などの改良を行ってきたが、コストを抑えつつその能力を確実に維持するためには、きめ細やかな維持管理手法の確立が必要である。その取組の一つとして、排水ポンプの劣化診断を簡易的に行うための簡易測定装置を開発し、今年度から運用を開始したところである。

6. おわりに

近年、台風や豪雨による被害が甚大化傾向にあるが、平成30年度は7月豪雨及びそれに続く台風により、国管理河川への対応のほか、地方公共団体等が管理する河川・施設等への支援も多数必要となるなど、排水ポンプ車の出動は例年にも増して長期間及び広範囲なものとなった。

このような対応の長期化及び広域化は、作業上の制約や機能の維持に対して、より厳しい条件での対応を求められることに繋がる。降雨災害の規模が拡大傾向にある現在、悪条件下における運用を前提とした機器の改良、維持管理、習熟訓練等の必要性が高まっている。

低騒音型除塵機

(株)ミゾタ

1. はじめに

長期間稼動していない除塵機は、起動時にチェーンから高音の金属音が発生する場合があります。この不快な金属音を独自のチェーンを採用することで抑制し、低騒音で稼動する除塵機を開発した。

2. 特長

従来の除塵機用レーキチェーンは、ローラにステンレス製ブッシュとステンレス製ピンを使用しており（図-1）、ローラが回転する際に金属同士が擦れる構造であった。低騒音型除塵機では、レーキ取付部のローラにはオイレスブッシュ、その他のローラには樹脂製ブッシュを使用することで（図-2）、ローラ回転時の金属摺動音を低減し、レーキを低騒音でスムーズに稼動させることが可能になった。

3. 適用範囲

排水機場等の除塵機
（背面降下前面掻揚式除塵機）

4. NETIS 登録情報

- ① 技術名称：低騒音型除塵機
- ② 登録番号：QS-170041-A
- ③ 登録年月：2018年3月13日

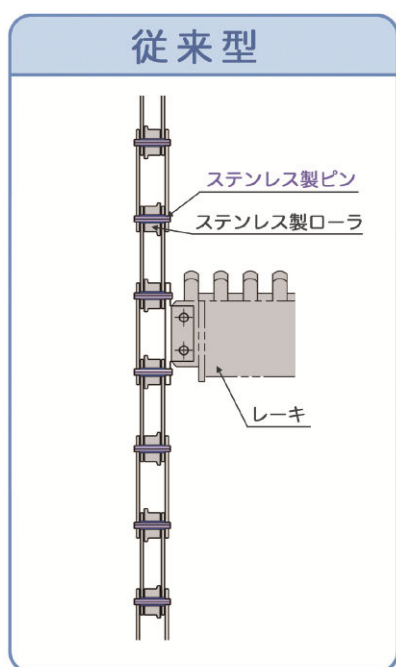


図-1

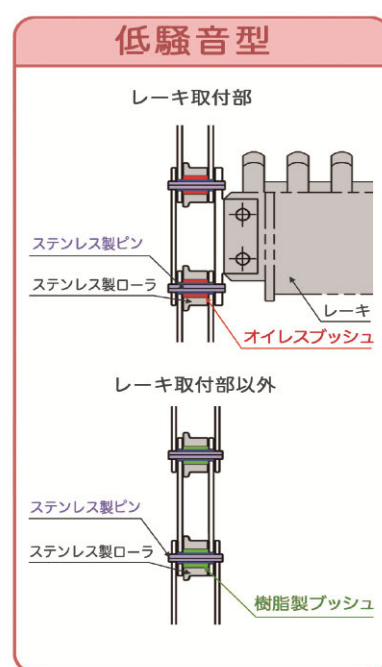
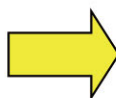


図-2

東京 2020 まであと1年半

(株) 鶴見製作所 やながわ あつし
柳川 篤志

弊社鶴見製作所の東京本社がある台東区の紹介を致します。

台東区は現在人口20万人、昭和22年に制定された地方自治法により発足し、平成29年3月には区発足70周年を迎える歴史ある街になります。

上野を中心に北部と南部に分かれ、北部は上野・浅草の二大繁華街を有し、商店街の数は100を超えます。特に上野駅近くの「アメヤ横丁（通称アメ横）」は誰もが知る商店街ではないでしょうか。上野駅から御徒町駅までの約500mの中に400店以上の店があるといわれ、食品から衣類、雑貨、宝飾品等様々な業種があり、国際色豊かなこの商店街は連日人が絶えません。

また、浅草は日本だけでなく海外からも多くの観光客が連日のように訪れる、言わずと知れた観光地です。入口の雷門は門に向かって右側に「風神」左側に「雷神」が配され、見た目にもインパクトがあることからこれを目当てに訪れる観光客も多いようです。この雷門から本堂の「浅草寺」の前まで初詣にはずらりと人が並び、辿り着くまで2、3時間かかることもあり、とにかく賑やかな場所になります。

南部は古くから職人の街としても知られ、靴、カバン、袋物、ベルト、傘、喫煙具などを製作し、近年では海外ブランドとの技術提携によるOEM品などを中心にファッション性の高い製品が生産されております。

また、2011年より毎年、カチクリエリア（御徒町～蔵前～浅草橋）にて「モノマチ」を開催しております。こちらのイベントは「ものづくりのマチ」として、「街」と「も



モノマチの風景写真



アメ横

のづくり」の魅力を情報発信して、ものづくりの文化を次世代につなぐための活動を行っております。

弊社も40年近く前から、台東区内に東京本社を構え、何回かの移転後、現在は御徒町南部エリアに居を構えております。弊社近くには歴史ある神社が複数あり、仕事始めには上野東照宮や鳥越神社などにお参りするのが通例となっております。

東京2020まであと1年半！

2020年7月24日に東京オリンピックが開催されます。現時点で、台東区はマラソンコースの一部になっており、浅草雷門から蔵前を通り、浅草橋のあたりを走る予定です。会社から近いのでぜひ応援に行きたいですね。

また、トライアスロンの公式練習場として「台東リバーサイドスポーツセンター」が決定しております。オリンピック開催期間中は各国の代表選手がこちらで練習を行うとのこと。練習風景を観覧できればこちらも観に行きたいですね。

1年半後に迫ったビックイベントになりますが、観戦チケットは2019年春に発売開始されるそうです。かなりの倍率になるかと思いますが、1つくらい観に行きたいものですね！



雷門



台東区マーク

平成 30 年度 ポンプ操作技術向上検討会報告

(一社) 河川ポンプ施設技術協会 維持管理委員会

1. はじめに

(一社) 河川ポンプ施設技術協会では、排水機場の運転操作技術の向上を目的として操作技術検討会を設置し、緊急時操作の対応等について、操作技術の向上策を検討しています。

この活動の一環として、各地の施設管理者や操作員の方と運転操作における課題についての現地検討会を平成16年から実施しています。平成30年度は、12月に国土交通省東北地方整備局山形河川国道事務所のご協力を得て、関係者の参加のもと「排水機場操作訓練講習会」を実施しましたので、その概要を報告します。

2. 東北地方整備局山形河川国道事務所 石子沢川排水機場 実施概要

(1) 開催日：平成30年12月10日（月）

(2) 場 所：山形県東村山郡中山町
石子沢川排水機場

(3) 参加者

国土交通省東北地方整備局管内職員 (運転操作員11名含む)	20名
ポンプ、駆動機製作メーカー	10名
河川ポンプ施設技術協会	2名

(4) 講習内容

講習会は、国土交通省東北地方整備局管内職員と運転操作員を対象に故障時の緊急対応能力向上を目的とした内容としました。また、新しい点検手法として内視鏡カメラによるポンプ内部点検を実演紹介しました。

山形河川国道事務所および当協会作成資料を用いて、以下のとおり実施しました。

【講座】

- ・排水機場の稼動状況と故障事例（山形河川国道事務所防災課）
- ・石子沢川排水機場の概要と特徴の説明
- ・ポンプ設備の維持管理方法と留意点の説明
- ・「ポンプ操作技術向上講習会テキスト」の解説

【実地】

- ・ポンプ設備運転に必要な条件と緊急対応方法
 - ①水位計故障時の対応
 - ②吐出弁異常時の対応 等
- ・エンジンの維持管理方法と留意点
- ・内視鏡カメラによるポンプ内部点検の実演紹介



写 2-1 テキストおよび資料を利用した講座



写 2-2 エンジンの維持管理方法と留意点の説明

3. おわりに

当協会では、今後も本検討会を通じて操作技術の向上を図るとともに現場での運転操作の実態を把握し、河川ポンプ施設の運転操作技術の向上、維持管理技術の改善に努めてまいります。

最後に、検討会開催のご協力と貴重なご意見をいただいた関係各位に感謝申し上げます。

ドイツ連邦共和国におけるポンプ施設等の 運用・維持管理についての調査報告

(一社) 河川ポンプ施設技術協会 規格調査委員会

1. はじめに

日本国内の河川ポンプ施設では本格的な維持管理の時代を迎え、施設の老朽化や運転操作・維持管理に携わる人材の高齢化、技術者不足が喫緊の課題となっている。

これらの課題への対応の参考とするため、平成30年10月8日から14日までの間、ドイツ連邦共和国へ協会会員及び事務局からなる調査団を派遣し調査を実施した。

類似施設を運用している3機関を訪問し、その業務内容や施設の運用・管理の実態、諸課題（点検・診断等の技術、遠隔監視操作の実施・導入、技術者の確保等）への取り組み等について調査・意見交換を行った。

2. ケルン都市排水事業公社 (StEB Köln)

ケルン都市排水事業公社は、2001年にケルン市の管轄組織が独立する形で誕生し、ケルン市内の污水排水処理や同市内ライン川の洪水対策を行っている。それらの施設の運用・管理の状況等について調査を行った。

2.1 ケルン都市排水事業公社の概要

(1) 活動内容

活動内容は、下水排水処理事業、洪水対策事業、河川環境対策事業、道路排水事業であり、上水以外すべての水に関する事業を管轄している。

(2) 収支等

収支は、固定資産が約2,500億円、売上高が約280億円、投資が約64億円である。職員数は、約640名。

2.2 ケルン市の浸水状況

ケルン市は、1993年と1995年で水位が10m以上に上昇し、旧市街が浸水（写－1参照）。上昇水位10.69mは50年確率と考えていたが、13ヶ月で同規模の浸水が起

こり、短期間で2回起こったため、これを機会に洪水対策を行った。1996年に市議会で洪水対策として政治が動いて予算を確保し、広範囲での対策を検討。洪水対策としては、対策用設備を強化する一方で、遊水地を設け水位上昇の緩和を図ることとなった。



写－1 ケルン市街の浸水状況
(出典：StEB Köln 提供資料)

2.3 洪水対策

ケルン市の洪水対策は、地上対策（防水壁等）と地下対策（下水・排水ポンプ等）を行っている。1996年からの洪水対策にかけた総投資額は、地上対策と地下対策を合わせて約560億円である。

(1) 地上対策

ライン川兩岸の氾濫防止として全長55kmの防護壁設置を実施している。そのうち28kmは、固定式の防護壁で、27kmは、既存の防護壁を修繕して使用している。

その他、市街部の川辺では堤防の代わりとなるモバイルウォール（移動式防護壁：アルミ製の角落し）を導入している（写－2参照）。ケルン市を流れるライン川の川岸は69kmあり、モバイルウォール基礎部は、10.27km設置している。

ライン川の河辺は、景観地やカフェなどがあるため、災害時以外はモバイルウォールを取り除き、普段は8箇所の倉庫に保管している。

モバイルウォールの設置・撤去は、設置区間毎に複数の会社及び自然災害時に活躍する無料ボランティア団体と契約をしている。

遊水地として、上流（南）に容量500万 m^3 があり、洪水時のライン川水位が5cm低下する。下流（北）の遊水地で容量が3,000万 m^3 あり、ライン川水位が17cm低下する。



写真2 モバイルウォール（左：撤去時、右：設置時）
（出典：StEB Köln 提供資料）

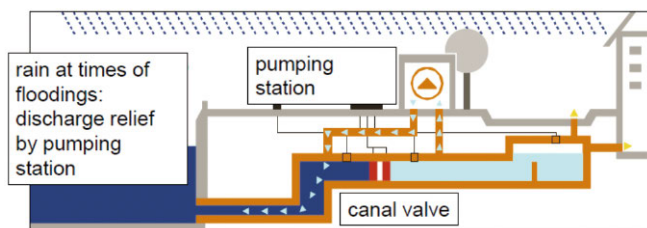
(2) 地下対策

下水道管は、2,392kmのネットワークとなっており、雨水と汚水を合わせて流していく合流式が94%である。

ケルン市内には、下水処理場5箇所、ポンプ設備148箇所がある。下水管理センターでは、一括管理システムを使用し、下水道管のネットワーク及びポンプ設備87箇所の監視・操作を行っている。下水管理センターは、職員6名（エンジニア（技術者）2名、テクニシャン（技能者）3名、管理部門1名）である。

降雨量が多い場合は、ライン川の水位が上昇し下水道に逆流してしまうため、シーバーと呼ばれるゲートでライン川と下水道を遮断し、洪水対策用の排水ポンプで雨水を排水する。シーバーは、幅3～4mのものもあり、安全上の理由で二重のゲートにしている（図－1 参照）。

一括管理システムの通信は、一般のインターネットに接続し、暗号化して使用している。2～3ヶ月後にはITの安全性を高めるため独自のシステムに変更する予定。ライン川水位が、7mを超えると2人体制で24時間監視を始める。



図－1 洪水時の排水ポンプによる雨水排水
（出典：StEB Köln 提供資料）

2.4 管理・運用

ケルン都市排水事業公社は、ドイツ国内において特異な存在である。当組織のメリットは、他の都市が必要時に臨時対策委員会を設置するのに対し、常設で365日対策に取り組んでいる事である。

任務としては、洪水水位（4.5m以上上昇）を超えた水位から11.9mまでの段階的な対策方法が書かれたレシピ（紙とデータ）があり、水位により対策を立てて指示を出す。上流の水位を常時観測しており、ライン川中流のカウプから19時間、モーゼル川下流（ライン川上流）から36時間掛かってケルン市へ水が到達するので、急な洪水対応をすることはない。

氾濫情報及び警告システム（FLIWAS）は、各水位での段階的な対策方法が記載されており、インターネットで閲覧可能で、メールで直ぐに通知可能である。また、対策の実施状況も確認できるようになっている。

意思決定支援システム（EUS）は、水位6m～12.5mまでのデータが入っており、洪水発生時だけでなく、予測プログラムとしても使用している。被害地域及び被害規模を予測でき、市民の避難計画を立てることができる。本システムは、Webサイトをベースに作成され、インターネットで特定の権限の人がアクセス・確認可能である。

ケルン市は、2004年から浸水予測リスク図（ハザードマップ）をインターネットで公開している。ドイツでは、インターネットで住所検索をするとその住所の洪水リスクの情報が出てくるが、ケルン市はEU指令の期限より9年前から単独でこの対策を行っている。

2.5 ポンプの維持管理

ポンプは、維持管理を考慮して予備機を1台設置している。

維持管理記録は、ドイツのSAP社が出しているSAPシステムに保存している。施設の維持管理は、iPadにSAPシステムの点検シートを入れており、現場で点検しながら入力を行って管理している。点検作業終了毎にチェックマークを付け、問題があれば状況を記入する。

SAPシステムでは、故障し易い機器の型式、メンテナンスコストが掛かる機器等の統計が瞬時に出力できる。また、あらかじめプログラムで条件を設定し、条件から外れた機器を表示画面にピックアップして、注意が

必要なものはオレンジ、問題があると判断されたものは赤で表示させることが可能である。

維持管理運転は、1ヶ月に1回実施している。大型ポンプ（ $1\text{ m}^3/\text{s}$ ）の実運転としては、水量が無いため1995年以降は実排水運転を行っていない。降雨量が多いときにわざと動かすこともある。

故障時の対応として、地下対策については全てケルン都市排水事業公社の社員で対応を行い、地上対策については他の会社等を使って対応する。

2.6 施設調査（シェーンハウザー通り排水機場）

(1) 設備概要

ポンプ設備は、横軸渦巻ポンプ $\phi 500 \times 4$ 台、 $\phi 400 \times 1$ 台、 $\phi 150 \times 4$ 台で、すべて電動機駆動である。（写－3参照）。



写－3 ポンプ設備 設置状況

(2) 運用状況

ライン川の水位により建屋のライトアップの色が青から赤（7段階）に変わり、市民にライン川の水位を知ることができる。

電源は、商用受電に加え、停電時に備えた自家発電機（800KVA）を設置。燃料は約3日分を持つようにしている。

ポンプ場は、中央から遠隔操作が可能である。ポンプは、水位による自動運転であるが、ゲートは水位計の故障等を考慮し手動による遠隔操作を行う。

3. ボットロプ排水機場（Pumpwerk Bottrop Boye）（リッペ・エムシャー共同水組合）

ボットロプ排水機場は、リッペ＝エムシャー水組合が管理している代表的な排水機場の一つである。同施設は、下水処理場への汚水送水及び降雨時の排水を行う施設であり、その運用・管理の状況を調査した。

3.1 ポンプ場の概要

ボットロプ排水機場は、ポンプ場A、Bの2施設で構成されている。晴天時は、オープン水路に流入した汚水を下水処理場に送水し、大雨時は雨水ポンプでエムシャー川に放流している。

この地域のポンプ場の受電方式は、施設の重要度によって次の3段階に分かれている。

- ・第1段階：変圧器1台、2回線
- ・第2段階：変圧器2台、2回線
- ・第3段階：変圧器2台、供給元が違う2回線

当施設は、第3段階の受電方式を採用しているため、停電しても他の供給元から受電できる。電気代は、受電容量が大きいのので一般家庭よりは割安である。ただし、契約電力以上を使用すると料金帯が変わり高くなる。

自家発電機は、500KVA～980KVAの移動式を10～20台所有し、全施設で共有している。小型の発電機であるため、小出力のポンプのみ対応できる。

3.2 施設及び管理・運用

(1) ポンプ場A

元々使用していたポンプを移設して1958年に完成した。ポンプ設備は、立軸渦巻ポンプ $\phi 1000 \times 2$ 台（写－4参照）、横軸渦巻ポンプ $\phi 800 \times 3$ 台（写－5参照）で、すべて電動機駆動である。70年前に設置された立軸ポンプは、ポンプは地下階に、電動機はなるべく乾燥している地上階へ設置している。20年前に設置した横軸ポンプは、設計思想が異なり地下階に電動機を設置している。

エムシャー川に流すことができる汚水の量は法律で決まっており、流した量を証明するために流量計を設置している。

立軸渦巻ポンプは、雨が降った時のみ運転する。運転時間は、70年間で2,000時間程度であり、羽根車の交換

を行ったことは無い。

ポンプの部品供給については、最近1962年製のポンプの部品交換を行ったが、当時の金型があったため問題なく対応できた。金型が無くても部品供給は特注で対応してくれる。ポンプの部品交換は、メーカーへ依頼することとはほとんどなく、基本的に管理している人が対応する。



写－4 立軸渦巻ポンプ



写－5 横軸渦巻ポンプ

(2) ポンプ場B

1970年に完成。ポンプ設備は、立軸斜流ポンプφ1600×4台で、すべて電動機駆動である（写－6参照）。

ポンプは、水路の水位を見ながらの手動運転であり、大雨時は運転員が常駐する。現在、ポンプ1台を更新予定であり、運転員の負荷軽減を考慮し、6.0m³/sのインバータ仕様で水位による自動運転とする予定である。



写－6 電動機、減速機、立軸斜流ポンプ

3.3 監視・操作

55箇所のポンプ場を30名で管理しており、1人が2～4箇所を担当する。30名中3名は、非常用の待機シフトとなっている。担当以外の技術者が他のポンプ場に応援に行くことはない。

中央司令部で270箇所のポンプを監視し、24時間体制で1～3名が対応している。問題が起これば1人で対応するか、もしくは待機の人に連絡をする。

遠隔操作はせず、現場での運転操作を基本としている。今後、遠隔操作方式も考えているが、運転管理をしている立場としては、今のやり方が一番良いと思っている。

3.4 その他

エムシャー水組合の運転資金をエムシャー川近郊の自治体や企業に出資してもらうため、15年間の整備予定を毎年提出している。

この地域では、職業訓練校やマイスターの学校があり、技術者の確保については困っていない。

4. ライン川左岸下流部排水共同組合 (LINEG)

ライン川左岸下流部排水共同組合は、ノルトライン＝ヴェストファーレン州のヴェーゼル地区のライン川左岸部及びビクレベ地区の一部を管轄する排水共同組合である。当組合は、下水処理場や約300箇所のポンプ施設を管理しており、それらの運用・管理の状況を調査した。

4.1 組合の活動概要

ライン川左岸下流部排水共同組合は、1913年4月に設立された組合で、株式会社ではないが株主総会、監査役会に相当するものを有し運営されている組織である。

当組合の職務は、「下水処理」、「地下水の調整」、「河川系の排水調整」、「河川系の土地改良」、「水文学的調査」である。職員数は、約300名である。

4.2 運用・管理

当組合は、ポンプ施設約300箇所、下水処理場6箇所、河川422kmを管理している。

石炭や岩塩の採掘が行われていたので、地盤沈下がひどく、4～11m沈下している地区がある。地下水の調整（排水）は、地盤沈下で家（地下室）が浸水するのを

防ぐことが目的であり、井戸ポンプのようなポンプ施設を設置し、地下水位を調整している。

水位データの調査のために、地下水の測定箇所が当組合管轄分だけで約2,200箇所あり、カンプ＝リントフォルトだけで464箇所ある。また、定期的にライン川の水位も測定している。

4.3 監視・操作

中央監視室は、3シフト制（1シフト3名程度）で24時間365日監視する。中央監視室で300箇所のポンプ施設を全て監視可能である。問題が発生すればマイスターに連絡し、いつでも対応する。

中央監視室に入ってくる情報は、水位、水量等ポンプ施設で必要な情報は全て入ってくる。ポンプの運転では水位が一番重要である。

水位・水量等のデータは、インターネットを介して測定データが中央監視室に送られてくる。インターネットは、セキュリティ確保のためIDとパスワード必要である。ドイツは民間が勝手にケーブルを敷設することができないため、一般的なネット環境と同じものを使う。

遠隔操作をできる設備であるが、人による操作が基本である。ゲート設備は手動であるが、ポンプは地下水用及び洪水用共にすべて水位による自動運転である。

4.4 維持管理

ポンプ施設は、メンテナンスプランに従って約100名で管理及びメンテナンスを行っている。

ポンプ施設の点検は、メンテナンスプラン（2～3ヶ月に1回）又は故障の時だけ行う。ポンプの状態は、圧力、吐出量、水位等の測定データの推移から見ている。

電気関係部品は自分たちで交換するが、ポンプは不具合が起こったときに更新するか、ポンプメーカーに送って修理する。ポンプの分解は、分解するとメーカーが保証できない等の問題が発生するため絶対にしない。

ポンプの予備は購入して倉庫にまとめて保管しており、修理で必要な場合はこれを使用する。ほぼ全てのポンプの予備を保有している。

4.5 施設調査

当組合で管轄しているポンプ場5施設を視察した。

ポンプ駆動設備は電動機が主体であった。しかし、洪水用ポンプで比較的大口径のポンプ設備では、停電時の

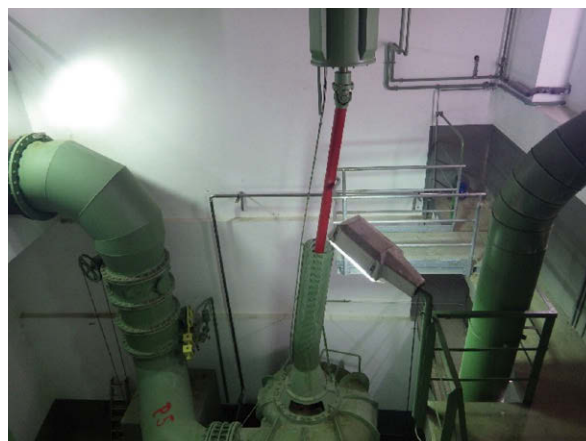
安全性向上のため、電動機とディーゼル機関の両方を設置している施設もあった（写－7参照）。

電源は、商用電源が主体であり、ディーゼル機関を設置しているポンプ場には、自家発電機を設置している。自家発電機は、電動機も含めて全台運転可能な容量で、売電にも使用可能である。

ポンプ設備の軸継手は、ポンプ更新時の仕様変更及び地盤沈下等への対応が目的と思われるが、ユニバーサルジョイントを採用している場合が多く見られた（写－8）。



写－7 ディーゼル機関



写－8 ユニバーサルジョイント使用事例

5. おわりに

今回の調査では、排水事業の他、下水道事業等も合わせて管轄する機関における設備の運用・監視、維持管理等を調査できた。各機関間で必ずしも統一されてはなかったが、各地域の特性や設備に合わせて様々な考え方で運用されていた。

これらの事例は、日本における運用、維持管理等の課題検討においても参考になるものと考えている。

調査に際し、施設の説明や意見交換に快くご協力を頂いたケルン都市排水事業公社、ボットロプ排水機場、ライン川左岸下流部排水共同組合の関係者をはじめ、ご協力頂いた多くの皆様に深くお礼を申し上げます。

資格 制度

平成 30 年度ポンプ施設管理技術者 資格試験結果と 平成 31 年度実施概要

(一社) 河川ポンプ施設技術協会 試験事務局

1. 平成 30 年度ポンプ施設管理技術者資格試験結果について

第20回目となる1、2級ポンプ施設管理技術者資格試験が平成30年10月28日（日）に全国6会場で開催され、1級135名、2級142名が受験し、1級75名、2級91名、合計166名が合格されました。平成11年度からの合格者は1級5,780名、2級2,574名、合計8,354名となりました。

なお、資格登録の申請者には1級又は2級の「ポンプ施設管理技術者」の資格が与えられ、資格者証が交付されました。



試験会場

2. 平成 31 年度実施概要

平成31年度の資格制度関係の年間の実施予定は以下のとおりです。

(1) 平成31年度ポンプ施設管理技術者講習

* 資格者登録の更新に必要な講習です。

講習の実施日

札幌	平成31年5月23日（木）
仙台	平成31年5月16日（木）
東京	平成31年5月28日（火）
新潟	平成31年5月17日（金）
名古屋	平成31年5月24日（金）
大阪	平成31年5月15日（水）
広島	平成31年5月21日（火）
高松	平成31年5月22日（水）
福岡	平成31年5月29日（水）

(2) 平成31年度ポンプ施設管理技術者資格試験

- | | |
|-----------|---------------------------------|
| ①ご案内の時期 | 平成31年6月下旬 |
| ②受験の申込期間 | 平成31年7月1日（月）
～8月30日（金） |
| ③試験の実施日 | 平成31年10月27日（日） |
| ④試験会場 | 下記6会場
札幌、東京、名古屋、
大阪、高松、福岡 |
| ⑤合格者の発表 | 平成32年1月15日（水） |
| ⑥資格登録受付期間 | 平成32年1月15日（水）
～1月31日（金） |
| ⑦資格者証の交付 | 平成32年3月16日（月） |

* 資格試験の詳細については実施時期が近くなりましたら当協会ホームページに掲載いたします。

委員長 中原 秀二 (株)鶴見製作所

委員 少前 英樹 (株)石垣
 “ 今井 昌法 (株)荏原製作所
 “ 柳川 篤志 (株)鶴見製作所
 “ 石田 晴久 (株)電業社機械製作所

委員 朝比奈 尚 (株)西島製作所
 〃 北村 達哉 (株)日立製作所
 〃 有松 勳 (株)ミゾタ

編集後記

昭和から平成へと新しい時代の移り変わりの時期、昭和63年12月に創刊された本誌「ぽんぷ」も今回、平成最後の発刊61号となります。

この間、河川ポンプ施設を取り巻く環境は大きく変化してきました。

建設の時代から維持管理・更新の時代へと社会が変化し、地球環境の変動と情報技術の発達も相まって、維持管理手法も高度化し、ポンプ施設の異常診断技術や傾向管理による長寿命化対応、IoT・AIの活用等幅広い技術への対応が求められてきました。

本誌もその時々为社会動向を発信できるように皆様から情報提供をいただきました。

さて今回の「ぽんぷ 61 号」では、巻頭言で国土交通省総合政策局公共事業企画調整課長 丹羽克彦様より「排水機場ポンプ設備の課題と対応」と題して、河川ポンプ施設の置かれている現状及び取組体制、

また今後のあり方についてご寄稿いただきました。

また、技術報文では、「排水機場の構造物モニタリング技術」による、排水ポンプ設備の長寿命化への取り組みが掲載されています。

技術解説では、情報化社会におけるポンプ施設とIoT・AIの活用について解説いただきました。

その他にも、工事施工レポート、機場めぐり、排水機場の効果等、様々な情報を提供いただきました。

次回「ばんぷ 62 号」は新元号元年の発刊となります。新時代の幕開けに向け、委員一同新たな気持ちで、今後も関係各所の皆様に、有意義な情報提供できるよう努めていく所存です。

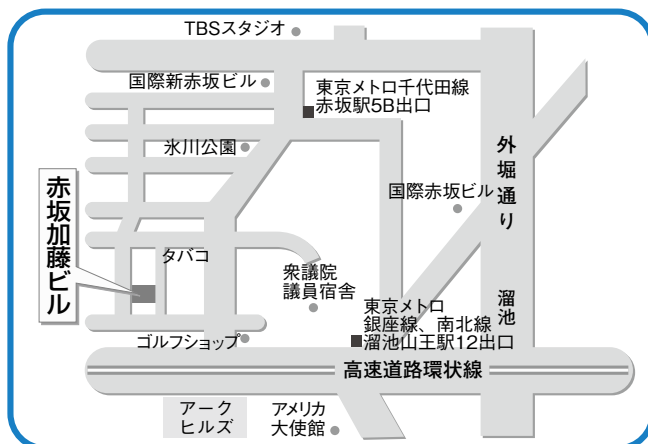
最後になりましたが、今回の刊行に当たりご多忙中にもかかわらずご執筆いただいた皆様に対しこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

(広報研修委員会)

「ほんぷ」 No.61

平成 31 年 3 月 25 日発行
発行 (一社)河川ポンプ施設技術協会
〒 107-0052 東京都港区赤坂 2-22-15
赤坂加藤ビル 3F TEL 03-5562-0621
FAX 03-5562-0622

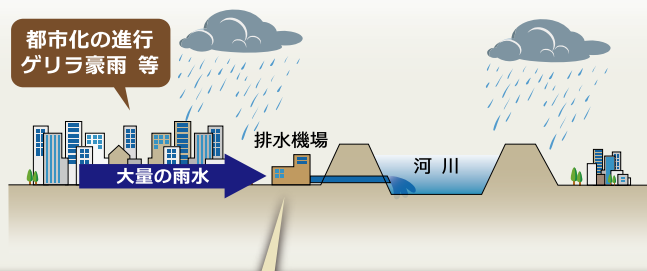
ホームページ <http://www.pump.or.jp>



ポンプ本体による渦の抑制技術

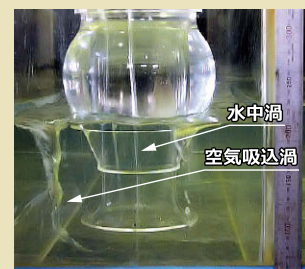
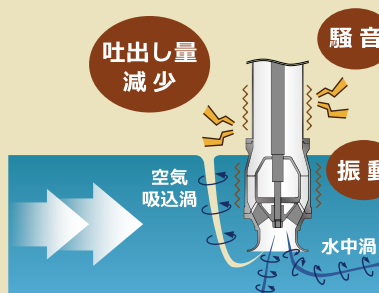
土木工事費削減と工期短縮を実現！

近年、人口の集中による都市化の進行やゲリラ豪雨の発生などにより、排水機場には大量の雨水が短時間で流れ込んでくる傾向があります。そのため、排水機場では従来のポンプよりもさらに多くの排水を行うため、大容量ポンプへの取替えや増設が行われるようになりました。



ところが・・・

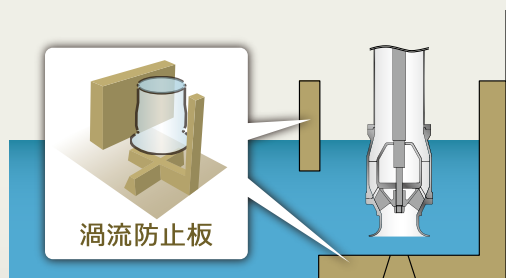
排水機場の既存水槽の形状や寸法がそのままポンプ容量をアップ、または運転可能水位を下げると、水槽内の流速が速くなり、水中渦や空気吸込渦が発生します。これらの渦は、吐出し量の減少や振動、騒音などポンプに悪影響を及ぼす原因になります。



■ 水中渦、空気吸込渦の防止対策

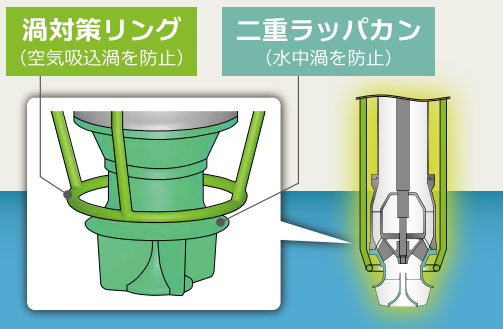
従来の渦対策

水中渦や空気吸込渦の発生を防止するためには、渦流防止板を必要としていましたが、稼働中の水槽に設置するには、水替えや大がかりな仮設止水壁が必要で、多額の工事費と日数がかかります。また、工事は危険が伴います。



ポンプ本体による渦対策

水中渦や空気吸込渦をポンプ本体で抑制するため、渦流防止板が不要となり、水槽内作業が省略され、工事費の削減と工期短縮が図れます。また、工事の安全性も向上します。



減速機搭載型立軸一床式ポンプ（Lambda-21）

横軸ポンプを立軸ポンプに更新したいというご要望に最適なポンプです。

用 途

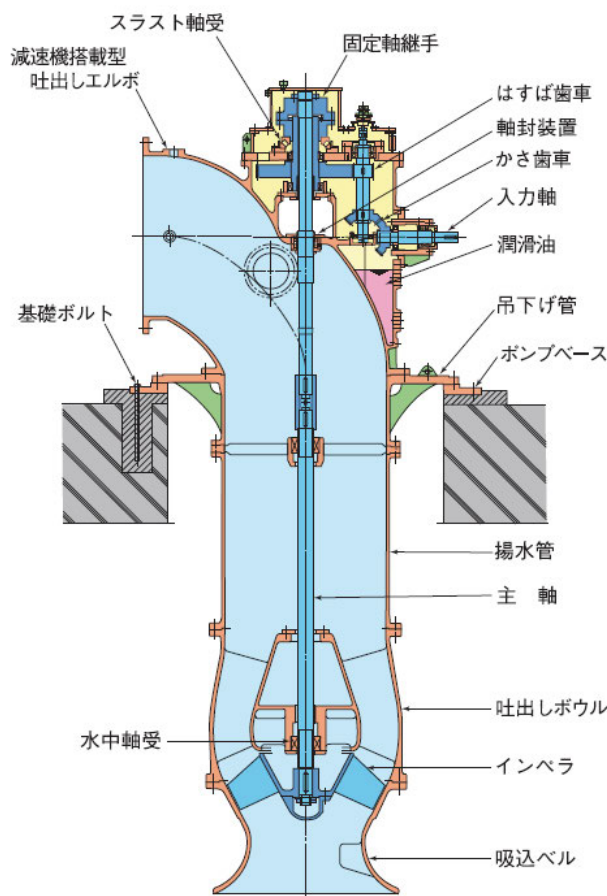
- 下水道用：雨水排水、汚水送水
- 上水道用：取水、配水
- 農 業 用：湛水防除、かんがい揚水
- 工 業 用：排水、取水、配水

特 長

- 建屋構造は全て一床式で対応
- 横軸から立軸への更新が容易
- 減速機の潤滑油は揚水による自己冷却
- 保守点検作業の負担軽減

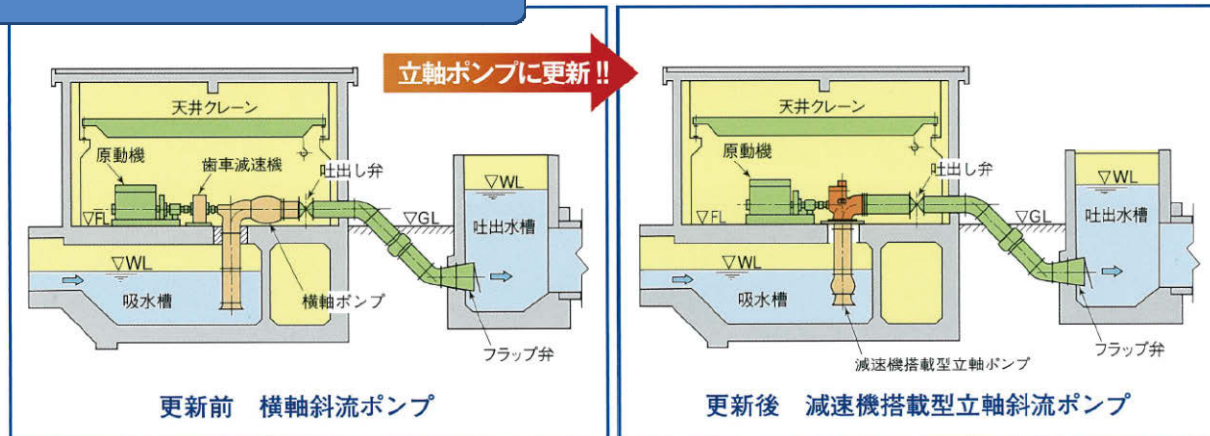
バリエーション

- 油圧クラッチ付き
- 先行待機ポンプ
- 1 段減速（2 段減速より減速機効率アップ）
- 駆動機より見て横方向への吐出し
- 可動翼装置付き



立軸一床式ポンプ断面図

横軸ポンプを立軸ポンプに更新する例



株式会社 電業社機械製作所

<http://www.dmw.co.jp>

本 社／〒143-8558 東京都大田区大森北 1 丁目 5 番 1 号
TEL：03-3298-5111 FAX：03-3298-5146

支 店／北海道・東北・関東・静岡・名古屋・大阪・中国・四国・九州
営業所／横浜・沖縄 事務所／新潟・山口・徳島・熊本 事業所／三島

二相ステンレス鋼板製 立軸斜流ポンプ

HITACHI
Inspire the Next

ポンプ羽根車を含む主要部品を二相ステンレス鋼板製とし、軽量化と耐久性保守性の向上を実現しました

特徴

標準的な立軸斜流ポンプ
(ケーシングFC250、羽根車SCS13)
と比較して

軽量化が可能です

耐食性に優れています

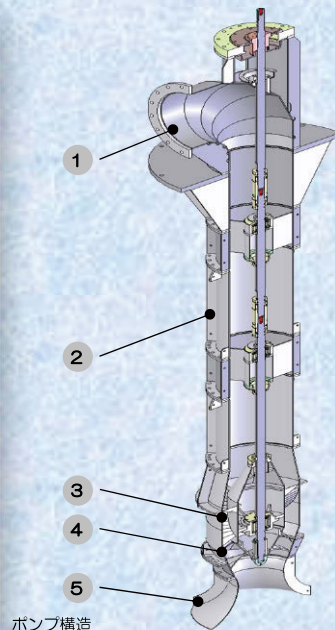
耐摩耗性に優れています

保守性に優れています

以下のようなご要望にお応えします！

- ポンプ更新時に容量アップしたいが、質量、荷重は既設以下に抑えたい
- ポンプ更新時に先行待機型を採用したいが、質量、荷重は既設以下に抑えたい
- 取扱液に腐食性があるため、耐腐食性に優れるポンプを採用したい
- 取扱液に砂の混入もあるため、耐摩耗性に優れるポンプを採用したい
- メンテナンス費用を低減したい

ポンプ構成

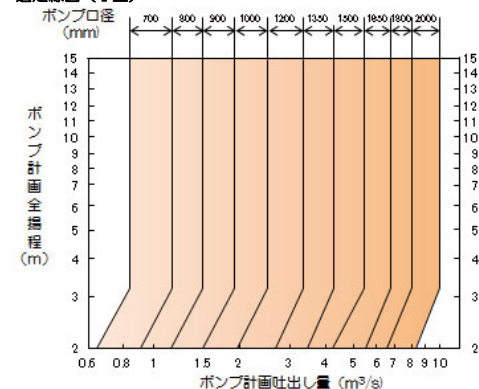


ポンプ構造

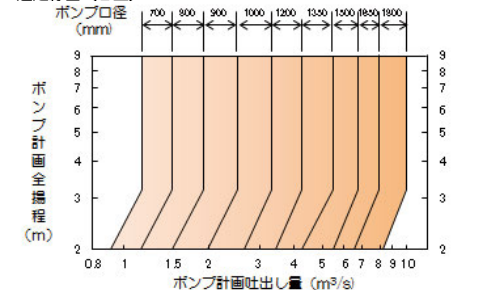
部 品 名	材 質	
	鋳物仕様	鋼板仕様
① 吐出しエルボ	FC250	二相ステンレス鋼板
② 揚水管	FC250	二相ステンレス鋼板
③ 吐出しボウル	FC250	二相ステンレス鋼板
④ 羽根車	SCS13	二相ステンレス鋼板
⑤ 吸込ベル	FC250	二相ステンレス鋼板

標準適用範囲

選定線図 (I 型)



選定線図 (II 型)



※上記適用範囲外の仕様については
当社へお問合せください。

株式会社 日立製作所

お問い合わせ先

社会システム営業本部

〒170-8466 東京都豊島区東池袋四丁目5番2号(ライズアリーナビル)

電話 (03) 5928-8207

機械システム事業部

〒300-0013 茨城県土浦市神立町603番地

電話 (029) 832-9479

支社 北海道 : (011) 261-3131

東北 : (022) 223-0121

関東 : (03) 3258-1111

横浜 : (045) 650-8500

中部 : (052) 243-3111

北陸 : (076) 433-8511

関西 : (06) 4796-4111

四国 : (087) 831-2111

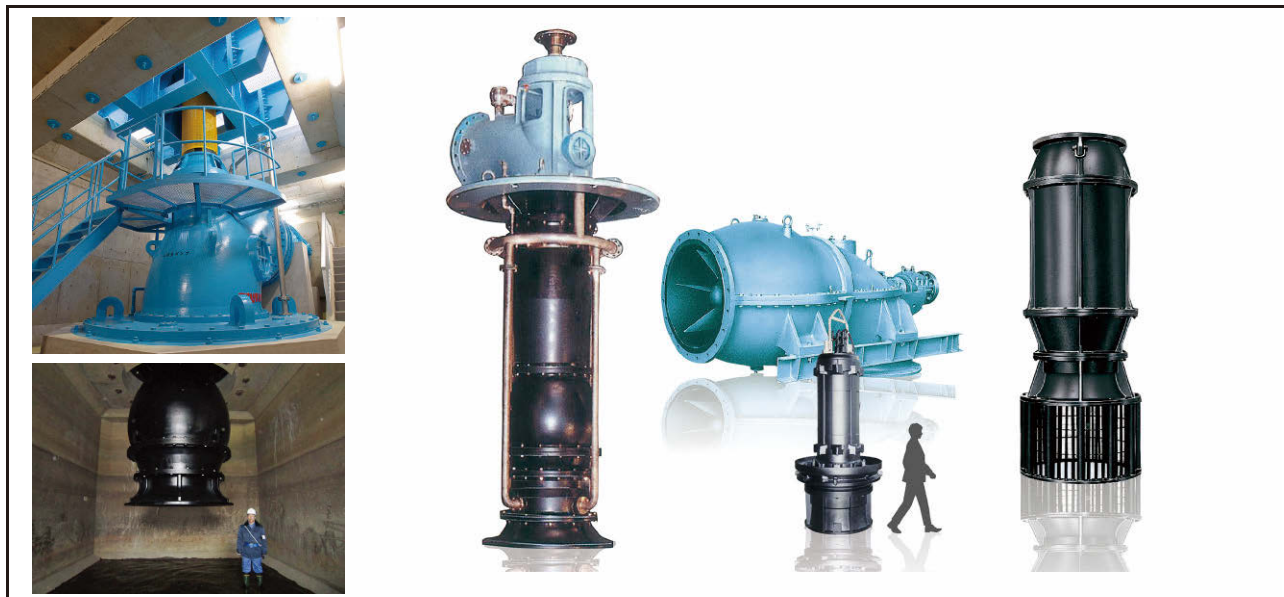
中国 : (082) 541-4111

九州 : (092) 852-1111



＜あらゆる規模のポンプ機場・浸水対策に＞

多彩な製品バリエーション・
ストックマネジメント技術の提供。



設備診断技術(ストックマネジメント技術)

病院検査で例えると**心電図検査**

振動解析
異常が波形から分かるんだ！

病院検査で例えると**血液検査**

油分析
異常を早期に油から発見できるんだ！

病院検査で例えると**胃カメラ**

内部点検
小型カメラで見えるんだ！

耐水型立軸うず巻斜流ポンプ(PCH-VS型)

冷却水注入口

加熱検知器

オイル注入口

オイルドレン口

プリアウト構造

＜設備診断技術について＞

周波数解析を利用した
振動診断

劣化傾向を診断し、異常部位の
特定が可能

油分析を利用した
トライボ診断

機器の潤滑磨耗状態から
異常状態の早期発見が可能

小型カメラを利用した
内部状態監視

画像診断により、特定箇所の
腐食・劣化具合の把握が可能

株式会社 鶴見製作所

大阪本店：〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40 TEL.(06)6911-2351(代) FAX.(06)6911-1800
東京本社：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8 TEL.(03)3833-9765(代) FAX.(03)3835-8429

北海道支店：TEL.(011)787-8385 東京支店：TEL.(03)3833-0331 中部支店：TEL.(052)481-8181 近畿支店：TEL.(06)6911-2311 四国支店：TEL.(087)815-3535
東北支店：TEL.(022)284-4107 北関東支店：TEL.(027)310-1122 北陸支店：TEL.(076)268-2761 中国支店：TEL.(082)923-5171 九州支店：TEL.(092)452-5001
東京ポンプシステム：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8 TEL.(03)3833-9765 FAX.(03)3835-8429 近畿ポンプシステム：〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40 TEL.(06)6911-3210 FAX.(06)6911-3090

www.tsurumipump.co.jp

第1回 インフラメンテナンス大賞
国土交通大臣賞 受賞

楽々点検 ポンプ

水中軸受の点検・交換作業が容易なポンプ

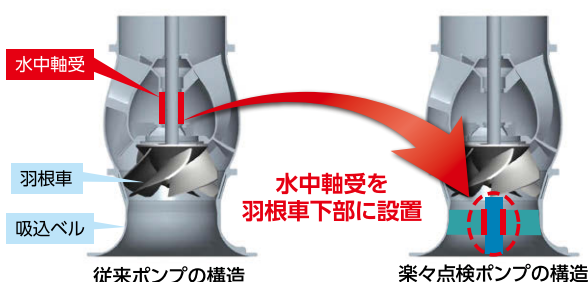
従来の立軸ポンプでは水中軸受が吐出ボウル内に設置されており、水中軸受の状態を確認する点検や取替の時には、ポンプ全体を引上げ、分解するなど大掛かりな作業が必要でした。楽々点検ポンプは、羽根車の下方の吸込ベルマウス内に水中軸受を配置した構造です。この構造では、吸水槽を空にすれば、ポンプを設置したまま、ベルマウス下方から水中軸受の点検や取替等の作業をすることが可能となります。

1. 点検・整備の期間短縮と費用低減による維持管理性向上
2. 整備作業の容易化による安全性向上
3. 排水停止期間短縮によるインフラ施設の信頼性向上

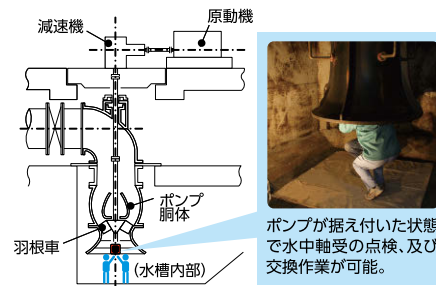


楽々点検ポンプ

■ ポンプの構造



■ 点検方法



株式会社 荏原製作所

〒144-8510 東京都大田区羽田旭町 11-1 ☎(03) 3743-6111

<http://www.ebara.co.jp/>

ポンプへ新たな窓「GENSO」をご提案！



小窓

窓枠体

第2回「インフラメンテナンス大賞」で国土交通省の特別賞を受賞しました!!

スマートな点検作業を実現

閉状態



開状態
(回転無)



開状態
(回転有)



点検中



「GENSO」の特長

1. 既設ポンプの点検窓枠を流用できるため、導入費用が安価である。
2. 従来の点検窓を外す作業に比べ、GENSOの開閉作業が安易である。
3. 内視鏡カメラ作業もガイドを使うことで、所定の位置を狙える。
4. 透明な窓を採用する事で、水位が確認でき安全な開閉の実現。
5. 新たな計測機器やセンサーの導入へもスマートに対応。

クボタ機工株式会社

■ 本社	〒573-0004 大阪府枚方市中宮大池一丁目1番1号	TEL 072(840)5727
■ 東京支店	〒103-0021 東京都中央区日本橋本石町三丁目3番10号	TEL 03(3245)3141
■ 大阪支店	〒661-8567 尼崎市浜一丁目1番1号	TEL 06(6470)5900
■ 北海道営業所	〒060-0003 札幌市中央区北三条西三丁目1番44号	TEL 011(214)8166
■ 東北営業所	〒980-0811 仙台市青葉区一番町四丁目6番1号	TEL 022(267)8962
■ 中部営業所	〒450-0002 名古屋市中村区名駅三丁目22番8号	TEL 052(564)5046
■ 中国営業所	〒730-0036 広島市中区袋町4番25号	TEL 082(546)0479
■ 四国営業所	〒760-0050 高松市亀井町2番地1号	TEL 087(836)3913
■ 九州営業所	〒812-0011 福岡市博多区博多駅前三丁目2番8号	TEL 092(473)2485

自治体土木向け維持管理システム【設備版】

点検・整備後の維持管理計画の時点修正をシステムで支援

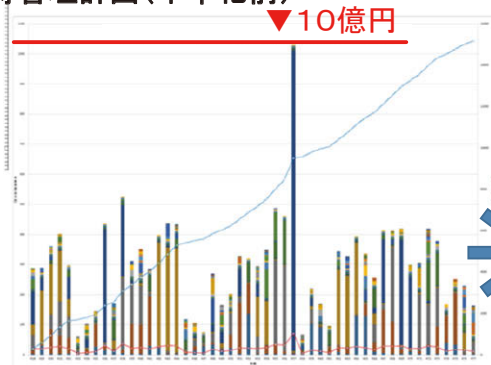
長寿命化計画の運用における課題

システムの利用で課題を解決

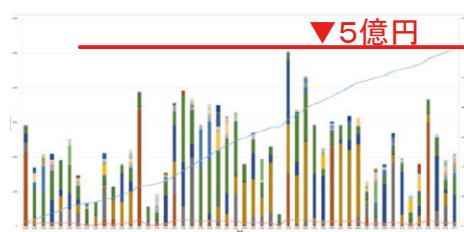
複数施設の時点修正
に手間がかかる
(なかなかできない)

システムで維持管理
(長寿命化)計画を修正
【管理者の負担を軽減】

維持管理計画(平準化前)



維持管理計画(平準化後)

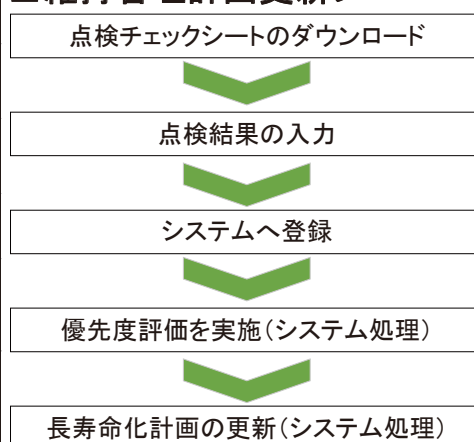


平準化
アルゴリズム

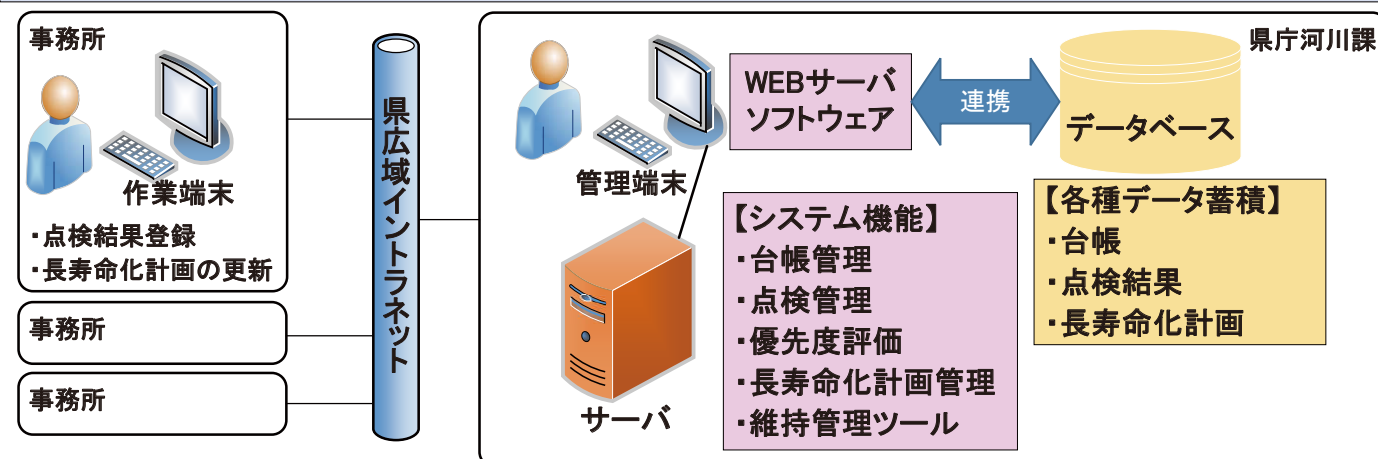
■システム機能

機能	概要
台帳管理	- 設備台帳、維持管理記録をデータベースに蓄積 - 表計算ソフト形式で出力可能
点検管理	- 点検チェックシートを表計算ソフトで出力 - 点検結果を入力し、システムに登録
優先度評価	点検結果に応じた整備・更新の優先順位を評価
長寿命化計画管理	- データベースの蓄積データや点検結果などを基に、長寿命化計画(平準化)を作成 - 任意の条件でシミュレーションが可能
維持管理ツール	- 点検結果を基にした傾向管理 - 点検結果の経年変化を一覧表示 - 経年変化をグラフ化し、将来的な劣化を予測

■維持管理計画更新フロー



■システム構成



株式会社 東京建設コンサルタント
TOKEN C. E. E. Consultants Co., Ltd.

Mail: jms@tokencon.co.jp

TEL: 03-5980-2633 (代)

信頼される技術とサービスで守る 河川ポンプ施設



排水機場及び水門のメンテナンス、
運転業務、機械設備の製作・据付・販売

◎ 株式会社 日立テクノロジーアンドサービス
〒300-0013 茨城県土浦市神立町 603 番地
TEL 029-831-4158 <http://www.hitachi-ts.co.jp>

揚排水ポンプ設備技術基準・同解説準拠

揚排水機場ポンプ設備設計演習

2016年3月刊
(一社) 河川ポンプ施設技術協会

本書は、「揚排水ポンプ設備技術基準・同解説」(平成27年2月)に準拠してポンプ設備の設計を行うための参考書として、設備の具体的な諸元を決定における検討内容を「演習」として示したものです。

上記技術基準の改定により、「救急排水ポンプ設備技術指針・解説」(平成6年)と「ポンプゲート式小規模排水機場設計マニュアル(案)」(平成15年3月)の技術的な内容が統合されたため、本書にはコラム形水中モータポンプとポンプゲートを追加して、代表的なポンプ5機種と除塵設備についての設計例を掲載しています。

また、ポンプゲートについては、「ポンプゲート式小規模排水機場設計の解説」を添付しています。

本書の構成

ポンプ設備設計の基本事項

1. 本演習における設計範囲
2. ポンプ設備の設計手順

演習Ⅰ 立軸斜流ポンプ

演習Ⅱ 横軸斜流ポンプ

演習Ⅲ 横軸渦巻ポンプ

演習Ⅳ コラム形水中モータポンプ

演習Ⅴ ポンプゲート

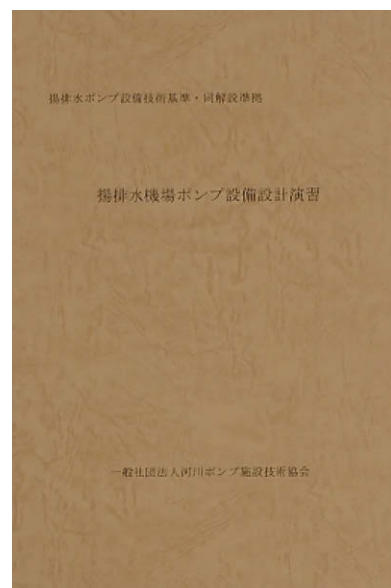
演習Ⅵ 除塵設備

添付資料

ポンプゲート式小規模排水機場設計
の解説

第1章 ポンプゲート設備の設計

第2章 ポンプゲートの性能諸元



A4版 約220頁
定価 3,000円(消費税込、送料別)

会員会社一覧

(50音順)

株式会社 石垣

〒100-0005 東京都千代田区丸の内1-6-5
☎03-6848-7900

いであ 株式会社

〒154-8585 東京都世田谷区駒沢3-15-1
☎03-4544-7600

株式会社 荏原製作所

〒144-8510 東京都大田区羽田旭町11-1
☎050-3416-3406

株式会社 荏原電産

〒143-0016 東京都大田区大森北3-2-16
☎03-6384-8418

クボタ機工 株式会社

〒573-0004 大阪府枚方市中宮大池1-1-1
☎072-840-5727

住友重機械ギヤボックス 株式会社

〒530-0005 大阪府大阪市北区中之島2-3-33
☎06-7635-3660

ダイハツディーゼル 株式会社

〒103-0023 東京都中央区日本橋本町2-2-10
☎03-3279-0828

株式会社 鶴見製作所

〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8
☎03-3833-9765

株式会社 電業社機械製作所

〒143-8558 東京都大田区大森北1-5-1
☎03-3298-5111

株式会社 東京建設コンサルタント

〒170-0004 東京都豊島区北大塚1-15-6
☎03-5980-2633

株式会社 西島製作所

〒141-0032 東京都品川区大崎1-6-1
☎03-5437-0821

日本工営 株式会社

〒102-8539 東京都千代田区九段北1-14-6
☎03-3238-8030

阪神動力機械 株式会社

〒105-0011 東京都港区芝公園2-3-1
☎03-5776-1401

株式会社 日立製作所

〒170-8466 東京都豊島区東池袋4-5-2
☎03-5928-8207

株式会社 日立テクノロジーアンドサービス

〒300-0013 茨城県土浦市神立町603
☎029-831-4158

株式会社 日立ニコトランスミッション

〒331-0811 埼玉県さいたま市北区吉野町1-405-3
☎048-652-7979

富士電機 株式会社

〒141-0032 東京都品川区大崎1-11-2
☎03-5435-7025

豊国工業 株式会社

〒104-0033 東京都中央区新川1-17-25
☎03-6280-2801

北越工業 株式会社

〒160-0023 東京都新宿区西新宿1-22-2
☎03-3348-8565

株式会社 ミゾタ

〒105-0013 東京都港区浜松町2-1-18
☎03-6403-4171

八千代エンジニアリング 株式会社

〒111-8648 東京都台東区浅草橋5-20-8 CSタワー14F
☎03-5822-2484

ヤンマーエネルギーシステム 株式会社

〒101-0021 東京都千代田区外神田4-14-1 秋葉原UDX北ウィング18F
☎03-6733-4222

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8
☎03-3433-1501



一般社団法人 河川ポンプ施設技術協会
Association for Pump System Engineering (APS)

〒107-0052 東京都港区赤坂2-22-15 赤坂加藤ビル

TEL 03-5562-0621 FAX 03-5562-0622

ホームページ <http://www.pump.or.jp>