

ぽんぷ

No.57

2017 MAR.

APS (一社) 河川ポンプ施設技術協会



菜の花咲く小貝川と筑波山（茨城県）

巻頭言

河川ポンプ施設・排水ポンプ車の持続的な活用に向けて

技術報文

河川ポンプ設備予備品管理手法の考察

工事施工レポート

独立行政法人水資源機構 糠田排水機場

機場めぐり

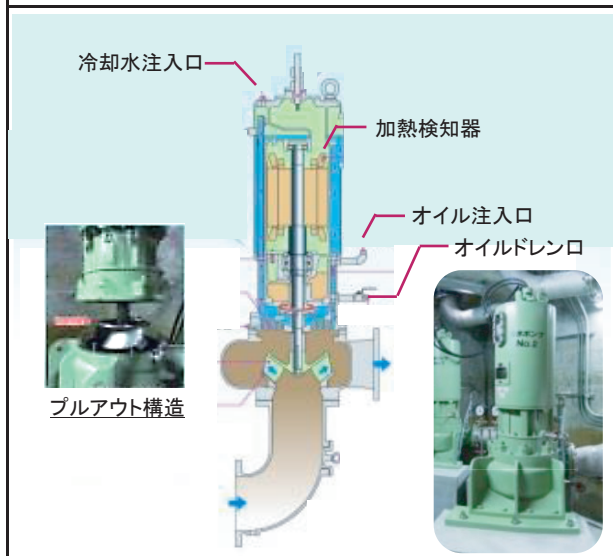
倉安川排水機場、平井排水機場

～全国初の「総合内水緊急対策事業」採択によるポンプ増設事業～

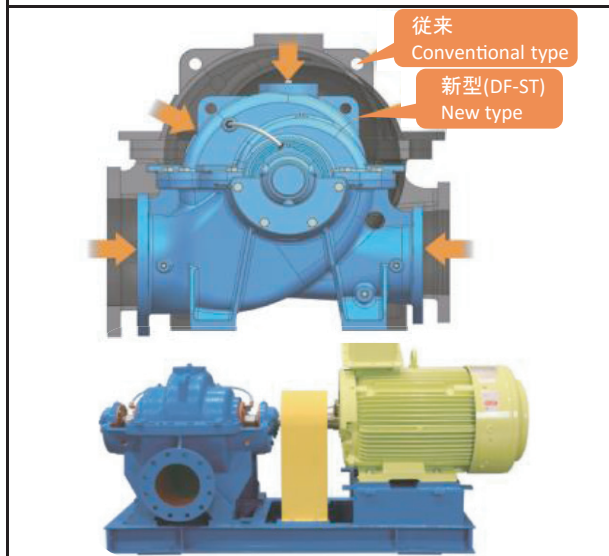
＜あらゆる規模のポンプ機場・浸水対策に＞

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。

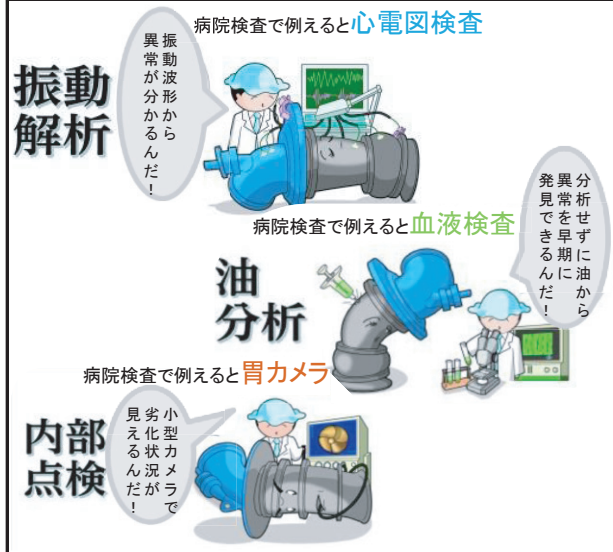
耐水型立軸うず巻斜流ポンプ(PCH-VS型)



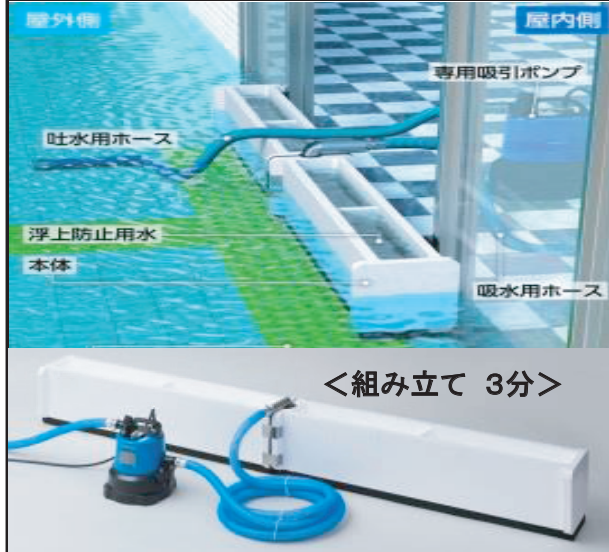
高効率両吸込うず巻ポンプ(DF-ST型)



設備診断技術(ストックマネジメント技術)



おうちまもるくん(OMK)



＜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
の特定が可能部位

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

目次

■巻頭言 河川ポンプ施設・排水ポンプ車の持続的な活用に向けて	2
勢田 昌功	
■技術報文 河川ポンプ設備予備品管理手法の考察	4
国土交通省 関東維持管理技術センター	
■工事施工レポート 独立行政法人水資源機構 糠田排水機場	12
(株)荏原製作所 藤井 宗俊	
■機場めぐり 倉安川排水機場、平井排水機場 ～全国初の「総合内水緊急対策事業」採択によるポンプ増設事業～	17
藤兼 雅和	
■ニュース&トピックス 平成28年8月以降の台風等による北海道の大雨災害対応 ～北海道開発局における排水ポンプ車等の災害対応活動について～	23
田中 克彦	
■新製品・新技術紹介 耐水型立軸うず巻斜流ポンプ（PCH-VS型）	29
(株)鶴見製作所	
■会員の広場	
全国のメンテ同志の皆様へ	30
クボタ機工（株） 小西 正英	
「富士山清掃」で環境保全	31
日本工営（株） 大澤 陽介	
■委員会等活動報告	
第18回研究発表会開催報告	32
(一社)河川ポンプ施設技術協会 広報研修委員会	
平成28年度 ポンプ操作技術向上検討会報告	33
(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 オランダにおける排水ポンプ施設等の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	
■資格制度 平成28年度ポンプ施設管理技術者資格試験結果と平成29年度実施概要	40
(一社)河川ポンプ施設技術協会 試験事務局	
■協会発行図書のご案内	41
■編集後記	42
■会員会社一覧	表3

広告掲載会社

(株)鶴見製作所
(株)荏原製作所
(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)日立テクノロジーアンドサービス

河川ポンプ施設・排水ポンプ車の持続的な活用に向けて

勢田 昌功 せた まさのり

国土交通省総合政策局 公共事業企画調整課長

●河川ポンプ施設・排水ポンプ車の活用の拡大と重要性の高まり

河川ポンプ施設には、都市用水を補給する揚水機場や水質浄化のための浄化機場、氾濫浸水の防止を行う排水機場があり、地域の安全・安心、生活環境の改善、地域の社会経済活動を支える重要な施設です。その中で、排水機場は、台風やゲリラ豪雨等の緊急時に確実に排水機能を発揮することが求められる社会的な責任が重い施設です。

一方、同じ排水機能を持ち機動的に対応できる排水ポンプ車は、活用される機会が増大しています。通常の大雨での内水排除や一昨年の鬼怒川決壊に伴う氾濫水の排水に加え、平成23年に発生した東日本大震災での津波浸水での排水活動、平成16年新潟中越地震、平成23年台風12号による紀伊半島災害等での河道閉塞における排水活動、更には、昨年暮れに発生した糸魚川における大火災での消火活動への活用など様々な場で使用されています。

近年は災害時の対応が世の中に大きくクローズアップされる時代になりました。浸水被害の発生を抑えるだけでなく、被害が発生した場合においても、一日でも早く生活環境の回復やサプライチェーンの早期回復による経済活動への影響の回避等が求められており、社会的な要求水準が一層高まっている状況です。今後、地球温暖化も一因といわれる降雨現象の激甚化、集中化、局所化が進むことや、近い将来発生が懸念されている南海トラフ地震等による津波など、対象とする自然外力は一層厳しくなると予想され、排水機場や排水ポンプ車に関わる行政、関係者の方々には、機能の維持、的確な管理、運営が社会的に重要な役割となっています。

●河川ポンプ施設・排水ポンプ車の今後の確実な運営に向けて

今日、全国の直轄河川で管理している河川ポンプ施設は482箇所です。近年では、整備後40年を超える施設は全体の2割程度になっており、改築を行わなければ、10年後には4割、20年後には7割を占めることとなります。また、排水ポンプ車は平成以降増加し平成28年度で直轄での保有台数は351台となりますが、導入後15年以上を超える排水ポンプ車の割合は現在2割程度です。

今後、河川ポンプ施設・排水ポンプ車が確実にその機能を発揮し役割を果たしていくために、点検・操作等に関わる技術開発、技術者の確保を行うことで、老朽化していく施設等に対する確実な維持管理・更新を図るとともに、操作員の高齢化・減少等への対応や不測の事態に備えての危機管理体制の充実が必要となります。

特に我が国は高齢化が一層進み生産年齢人口が減少していくことから、技術者の確保が今後の大きな課題となります。国土交通省では新しい技術を導入することで建設作業等の生産性向上を実現し、魅力的な建設現場の創出とともに今後の担い手確保などを図る「i-Construction」を昨年より展開しています。今後はトップランナー施策のひとつとして進めている「ICT土工」にとどまらず、幅広い分野での取り組みを展開していくことが必要です。ポンプ関連におきましても、将来、補修・修繕事業のウエイトが高まっていくことを踏まえ、それらの事業で技術者が安全にかつ安定して対応できる環境整備や若手技術者の育成・活躍が図られる仕組みの構築が急がれます。



国土交通省ではメンテナンスに関わる民間資格の登録制度が平成26年11月に創設され、ポンプ施設については、(一社)河川ポンプ施設技術協会の「1級ポンプ施設管理技術者」が登録されました。本資格を積極的に活用することにより専門的な知識を有する技術者の育成を進めています。確実な維持管理体制を実現するために、ポンプ関連の技術者のスキルアップを図るとともに、入札契約制度や技術者制度による総合的な対応により、ポンプ業界においても将来の担い手確保が進む取り組みが必要です。

河川ポンプ施設・排水ポンプ車の技術開発につきましては、今日まで利用者側からのニーズ等にも対応しながら、機能向上、用途拡大、利便性の向上等を目的として進められてきました。近年では、点検のしやすい構造や浸水対策型の耐水ポンプなどの技術開発により、河川ポンプ施設が活躍する機会の増大を可能としてきています。排水ポンプ車においても、より機動性を確保するための軽量化だけでなく、高揚程・長距離排水ポンプの技術開発などが進められてきています。今後は、的確な維持管理・更新を図るため、状態監視型の予防保全の導入などの維

持管理面での技術開発も行い、必要な対策を適切な時期に実施していく「メンテナンスサイクル」を実現していくことにより、施設等の長寿命化を図ることも重要です。

一方、河川ポンプ施設・排水ポンプ車の災害時での体制の確保、施設等に異常が発生した場合に速やかに対応できる危機管理の体制整備も重要です。今日においては、様々な関係団体と災害時の協定を結んでいたっていますが、引き続き充実した体制の構築、維持を図っていくために必要な課題の整理、対応が求められます。

国土交通省では、平成27年の関東・東北豪雨における鬼怒川の決壊水害を受けて「水防災意識社会の再構築」の取り組みを展開しています。「逃げ遅れゼロ」、「社会経済被害の最小化」などの実現のために流域の方々の意識を高めていただくことが重要ですが、その前提として今日まで整備してきた施設の確実な稼働が行われなければなりません。今後とも、地域の安全・安心を確保する持続的な体制を構築していくために関係各位のご支援、ご協力をお願いいたします。



常総市の洪水状況（平成27年9月11日）

○印は、排水機場

（出典）国土地理院ホームページから引用（下記URL）

<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27.taihuu18gou.html>

河川ポンプ設備予備品管理手法の考察

国土交通省 関東維持管理技術センター
(関東技術事務所 施設技術課)

1. はじめに

河川ポンプ設備は、多くの機器によって構成されており、致命的な機器や部品が排水運転に際して故障すれば、排水量の低下あるいは排水不能となる可能性がある。このような致命的な機器・部品については、予防保全を前提とした適切な管理に努めているが、機械設備の故障を「完全に防止」することは現実的に不可能であり、危機管理の観点から発生した場合の方策を検討しておく必要がある。危機管理の観点では、故障した部品の予備品が現場にあるかないかで修復に要する時間に大きな影響を与える。

河川ポンプ設備の予備品については、機械工事共通仕様書（案）（国土交通省総合政策局公共事業企画調整課）に標準的な部品が明示されているが、関東維持管理技術センターでは、河川ポンプ設備の諸条件を勘案した上で、信頼性工学に基づく予備品のあり方を考察した。本報告は、その概要についてまとめたものである。

2. 基本的な検討手順

予備品とは、設備に故障が発生したときあるいは不具合が発生したときに、迅速に修復することを目的として、現場で管理する予備の部品である。しかしながら、各ポンプ設備の構成機器あるいは仕様は様々であり、現場での予備品管理は実態に合わせて柔軟に対応しているが、合理的な方法が確立しているとは言えない状態である。

そこで次の手順により、当該手法について考察を行った。

1) 実態調査

平成26年度に、関東地整管内の河川ポンプ設備（タイプ・規模の異なる5排水機場）の予備品実績を調査し、実態をまとめた。

2) 予備品の考え方の整理

実績を踏まえ、予備品に求められる考え方と課題について整理した。

3) 具体的選定方法の考察

前項で整理した考え方に基づく具体的な予備品の選定方法について考察を行うとともに、今後の技術的課題について明らかにした。

3. 実態調査

関東技術事務所において、予備品の実態調査を行うことができた5排水機場についての調査結果を次のとおり示す。

3.1 機場の基本スペック

調査した機場の主ポンプ仕様及び原動機種は以下のとおりである。なお、本報告における機場名は仮称である。

1) TJ10 排水機場

主ポンプ：φ1500mm立軸斜流ポンプ（5m³/s）×2台

主原動機：ディーゼル機関2台

主な特徴：セラミック軸受を採用した標準的機場



写－1 TJ10 排水機場

2) TJ5 排水機場

主ポンプ：φ1200mm横軸斜流ポンプ（2.5m³/s）×6台

主原動機：ディーゼル機関6台

主な特徴：標準的横軸ポンプ形式、二次冷却方式採用

3) TJ6 排水機場

主ポンプ：φ1350mm立軸斜流ポンプ（4.95m³/s）× 2台

主原動機：ガスタービン機関 2台

主な特徴：無水化機場

4) K1 排水機場

主ポンプ：φ1000mm立軸斜流ポンプ（2.5m³/s）× 2台

主原動機：ディーゼル機関 2台

主な特徴：ディーゼル機関はラジエータ方式

5) E19 排水機場

主ポンプ：φ4600mm立軸渦巻斜流ポンプ（50m³/s）× 3台

：φ3600mm立軸渦巻斜流ポンプ（30m³/s）× 1台

：φ3000mm立軸渦巻斜流ポンプ（20m³/s）× 1台

主原動機：ディーゼル機関 5台

主な特徴：大規模機場、二次冷却方式採用

3.2 共通仕様書（案）に規定のある予備品

調査対象機場の調査結果を確認するにあたり、機械工事共通仕様書（案）（以下「共通仕様書（案）」という）に明示されている予備品を表－1にまとめた。

表－1に示す予備品は、殆どが点検時等に使用するパッキン、シール、エレメント等や突発的に故障するランプ、ヒューズ、継電器等の消耗品が主体であるが、原動機の吸排気弁・燃料噴射ポンプ、ポンプ設備の軸封部品など故障すれば機器に致命的な影響を与える部品も一部ではあるが選定されている。（着色部分）

表－1 共通仕様書（案）に明記される予備品一覧

機器区分	形式	予備品	数量
主ポンプ	立軸（軸流・斜流）ポンプ	軸封部用パッキン	1台分
		軸封部用パッキン	1台分
	横軸（軸・斜流）ポンプ	自動グリスポンプ用ベルト	1台分
		軸封部用パッキン	1台分
	横軸（渦巻）ポンプ	自動グリスポンプ用ベルト	1台分
主ポンプ用原動機	ディーゼル機関	水中モーターポンプ	メカニカルシール
		吸気弁仕組	1気筒分
		排気弁仕組	1気筒分
		ピストンリング仕組	1気筒分
		始動弁（付属の場合）	1台分
		燃料噴射ポンプ仕組	1気筒分
		燃料噴射ノズル仕組	1気筒分
		燃料高圧管仕組	1台分
		燃料フィルタエレメント	1台分
		潤滑フィルタエレメント	1台分
		シリンダヘッドパッキン	1台分
		排気マニホールドガスケット	1台分
		冷却水連絡管用パッキン	1台分
		温度計（排気用、冷却水用、潤滑油用）	各1台分
		予備品箱	1台分
	ガスタービン	点火栓	1台分
		燃料こし器エレメント	1台分
		潤滑油こし器エレメント	1台分
		予備品箱	1台分
	電動機（水中ポンプ用以外）	プラン	1台分
		ランプ、制御回路ヒューズ	現用の10%
監視操作制御設備及び電気設備	系統機器盤	LEDランプ	現用各種毎に1個
		補助継電器類	現用各種毎に1個
		電力ヒューズ	各種毎に1組（三相分）
		予備品箱	1式

3.3 予備品の調査結果

各排水機場において管理されている予備品を表－2～6に示す。パッキン等の消耗品については、判断できる範囲で同一カテゴリをまとめて示すとともに、故障すると致命的な影響を与える部品については、表－1と同じ色に着色している。

調査結果より、次のことが分かった。

- ①各機場とも概ね共通仕様書（案）の規定を満足した部品を揃えている。
- ②比較的大型のディーゼル機関では、燃料噴射ポンプ・吸排気弁の仕組みに合わせてプランジャ・弁本体などその構成部品を揃えている事例が多い（表－6参照）
- ③系統機器については消耗品以外の予備品はない（原動機や減速機周りの配管パッキン類などに限られている）
- ④致命的な部品の水中軸受やPLCを管理するケースがある（表－3及び表－5参照）
- ⑤予備品の総数は、機場の設計や規模によって異なり、250個から3000個を超えるケースがある（表－7参照）
- ⑥形式別では、横軸ポンプより立軸ポンプの方が予備品は多い（表－2、3及び表－7参照）
- ⑦主原動機はガスタービンの方がディーゼル機関より予備品（特に消耗品）の数が多い。（表－2、4、5及び表－7参照）

表－2 TJ10 排水機場の予備品

TJ10排水機場			
機器名	名 称	機器名	名 称
原動機	吸気弁	原動機（続き）	ヘッドカバーパッキン（下）
	排気弁		備品箱
	ピストンリング		冷却水連絡管用パッキン
	オイルリング	水中ポンプ用発電機	起動用発電機オイルフィルター
	燃料噴射ポンプ		起動用発電機燃料フィルター
	ノズル	機	主原動機排気温度計
	ノズルスプリング	操作制御	補助継電器
	高圧管		パワーリレー
	温度計		タイマー
	弁ハネ		ヒューズ（管ヒューズ）
	オリング		ヒューズ（爪つき）
	吸気管パッキン		LED表示灯
	排気管パッキン	その他	大型プロジェクター用ランプ
	ライナパッキン		清水槽ボールタップ
	ヘッドパッキン		LEDスイッチ
	丸パッキン		SFPモジュール

表－3 TJ5 排水機場の予備品

TJ5排水機場			
機器名	名 称	機器名	名 称
原動機	吸気弁仕組	原動機（続き）	シリンダライナゴムバンド
	排気弁仕組		オイルエレメント
	ピストンリング		燃料濾し器エレメント
	オイルリング	操作制御設備	各温度計
	プランジャ仕組		補助継電器
	プランジャスプリング		タイマー
	プランジャノズル		PLC DIセット
	ニードルバルブばね		PLC DOセット
	高圧管仕組		ヒューズ
	燃料吐出弁ハネ		管（即断）ヒューズ
	燃料吐出弁ハネ仕組		LED表示灯
	始動弁仕組		FIN（フィルター）
	シリンダライナパッキン		配線用遮断器

表-4 TJ6 排水機場の予備品

TJ6排水機場			
機器名	名 称	機器名	名 称
主ポンプ	フローティングリング	原動機	オイルシール
	フローティングスリーブ	操作制御	シールリング (続き)
固定スリーブ	フィルタエレメント		
エレメント	ワッシャ		
バックン	補助継電器		
オリング	タイマー		
点火プラグ	フロートレススイッチ		
点火プラグ用ガスケット	ヒューズ		
燃料噴射ノズル	表示灯		
燃料ノズルインレット	表示灯(ランプカバー)		
ボルト	LED球		
ガスケット			

表-5 K1 排水機場の予備品

K1排水機場			
設備名	名 称	設備名	名 称
主ポンプ	軸受スリーブ	原動機 (続き)	シリンダーヘッドバックシン
	セラミック軸受		吸気弁仕組
原動機	減圧プッシュ		排気弁仕組
	機関側蓋バックシン		排気管バックシン
	冷却水連絡管(オリング)		潤滑油温度計
	分配弁取付バックシン		冷却水温度計
	冷却水連絡管用オリング		Vベルト
	アンチャンバーバックシン		排気温度計500℃
	過給機入口用排気温度計		温度計用バックシン
	冷却水温度計		ライナーバックシン
	温度計オイルクーラー用		クランクケースドアバックシン
	冷却水出口温度計		冷却水出口バックシン
	L. O.クーラー温度計		分配弁取付バックシン
	燃料ポンプブランチヤー		冷却水連絡管用オリング
	燃料ポンプスプリング	監視操作 制御設備	ヒューズ
	燃料吐出弁		LED球
	燃料ポンプスプリング		タイムリレー
燃料濾器エレメント	補助リレー		
高圧管	リレー		
始動弁仕組	タイマー		
自動始動弁用バネ	リレーソケット		
燃料ポンプ仕組み	タイマーソケット		
燃料コン器仕組	ヒューズ		
ピストンリング	電球		
燃料高圧管(組)	ETカラーリッジ		
燃料噴射ポンプ	PLC		

表-6 E19排水機場の予備品

E19排水機			
機器名	名 称	機器名	名 称
原動機	各配管ハッペン	原動機 (続き)	燃料噴射ボンプカスケード
	温度計		燃料噴射弁充満品
	各弁用ハッペン		燃料噴射弁ノズル
	各弁用のリング		燃料噴射ボンプ充満品
	ガスケット		燃料弁ノズル
	10センチ径組		燃料弁ノズル用ハッペン
	人ロケース		燃料弁ノズル用ノックピン
	同上下ハッペン		燃料弁用ハネ
	各インシナー用ハッペン		燃料弁ボデー用ノックスケード
	オイルポンプハッペン		燃料弁ボデー用ノックハッペン
	オイルリング		燃料弁ボデー用ハネ
	過給機用ハッペン		燃料弁用ノズル
	過給機予備品箱		燃料弁用ハネ
	各組手予備品箱		燃料ボンプ吐出用
	調整調整用ハネ		燃料ボンプ吐出用組手
	モータリング		燃料ボンプ吐出用弁用ハネ
	キーストリングカネ		燃料ボンプフランジヤ
	ギヤケースのリング		燃料ボンプフランジヤ(スリプ共)
	吸気管カスケード		燃料ボンプフランジヤ用ハネ
	吸気弁付組		燃料ボンプ用組ハッペン
	吸気弁用ハネ		燃料ボンプフランジヤ用ハネ
	吸気弁本体		燃料弁本体用ハネ
	吸気弁シート		ノズルリング取付用ハネ用止座金
	吸気弁用のリング		排気気管取付用ハッペン
	閉り止の金		排気気管フランジ用ハッペン
	始動空気管取付用ハッペン		排気管取付フランジ用組ハッペン
	始動弁付組		排気弁用(ノック付)
	始動弁本体		排気弁及びハネ(カップ付)
	始動弁用ハネ		排気弁用ハネ
	始動弁用のリング		排気弁用ハネ及びスクリュー
	潤滑油安全弁用ハネ		排気弁用ハネ及びスクリュー用油封
	潤滑油調整弁のリング		排気弁用ハネ用カスケード
	潤滑油調整エレメント(150メッシュ)		排気弁用ハネ用カスケード
	潤滑油調整通風		排気弁用シート
	シムタマカスケード		排気管
	シムタマタイマーノック		排気弁冷却水入口管カスケード
	リングタイラー		排気弁冷却水入口管カスケード用ハッペン
	伸縮継手用カスケード		排気マニピュレーターカスケード
	スパーシートハッペン		ピストンリング
	排気管取付用ハネ		ピストンリング用ハネ
換気ハットル用ハネ	フランジヤ充満品		
ターニング装置安全弁用組ハッペン	フランジヤハネ		
ターニング装置安全弁用ハネ	プロフ用ハネ外側取付用スタット		
ターボロータリングカスケード水取組合用スタット	ベアリング カスケード		
ターボロータリングハネ	平行ピン、ノズル		
ディベリバル用サザナ	予備品箱		
ディバリバルハッペン	冷却水温度計		
吐出弁付組	冷却水調整ハッペンカスケード		
吐出弁ハネ	冷却水フランジ用ハッペン		
ナット	スクリュー		
燃料油調整圧	排気弁(弁のみ)		
燃料油加減動用ハネ	補助リール		
燃料油加減レバー用ハネ	モーションコントロール		
燃料第二室安全弁用組ハッペン	タイマー		
燃料第二室ハットル用ハネ	スターデタル用タイマー		
燃料噴射カネ			

表一 7 機場別予備品数

機場名	予備品総数	1台当たり 換算値
TJ10	393	197
TJ5	250	42
TJ6	772	386
K1	410	205
E19	3032	606

4. 予備品の考え方

3. 項の調査結果を基にして、「個々の機場の特性を考慮した最適な予備品管理法とは何か」という観点で予備品の考え方を検討した。

4.1 通常の保全サイクルで必要な予備品

関東技術事務所では、平成24年度より関東地整管内全ての河川ポンプ設備の点検データを収集している。当該データに基づき確認ができる故障情報より予備品の重要性を検証した。図-1は、平成24年度から平成27年度に機器・部品の故障あるいは予防保全によって、部品等の「交換」又は「調整」等を行った件数の推移を示したものである。

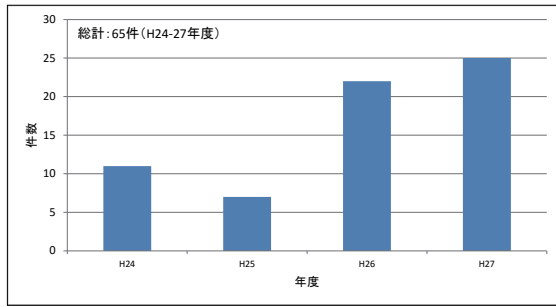


図-1 故障・予防保全件数の推移

これらのうちの約7割は、点検作業に伴う消耗品や経年劣化した消耗品の交換、軽微な修理・調整等である。これらの作業で行われる部分的な機器・部品の分解においては、使用されているシールやパッキンを信頼性確保の観点で再利用しないことが多いことから予備品が消費されると考えられる。

シール、パッキン等の消耗品については、主ポンプ、原動機に関する予備品として共通仕様書（案）に規定されているが、系統機器に関する規定はない。通常の保全サイクルで消費されうる消耗部品をどこまで想定して揃える必要があるのか明らかにする必要がある。

また、電気に関する消耗品については、ヒューズ、表示灯など「切れる」可能性のある部品及び継電器（リレー）類が5機場全てに用意されており、共通仕様書（案）にも規定がある。これらの電気品は、予兆なく突発的に故障すること、盤内で複数使用される共通品であること、及び比較的安価であることから予備品としての必要性は管理者として常識となっているが、遮断器、電磁接触器等の盤内機器に関する予備品としての規定はなく、必要性も示されていない。

以上の実態に鑑み、本検討ではこれらの消耗品（電気品を含む）について、共通仕様書（案）規定以外の部品を機場の特性に合わせてどのように選定すべきか考察する。

4.2 故障実績に基づく重要部品の考え方

残りの約3割に当たる21件については、非出水期に発生したものも含め「排水機能に影響を及ぼす案件」として各事務所より報告があがっている。その概要を表-8に示す。実排水時に発生している案件は6件あったが、必要排水量に対して機能が不足した事例はなく、当日に復旧した事例が3件、予備機で対応した事例が1件、当該出水中に復旧できなかった事例が2件であった。

表-8 排水機能に影響を及ぼす案件（H24～H27年度）

年度	発生・確認時	部品名	作業	予備品	復旧時間
H24	平時(警報)	動力配電盤変圧器	交換	—	7日
H24	実排水時	コラム型ポンプ軸受	交換	なし	1.5ヶ月
H24	点検時	排気管ガスケット	交換	なし	不明
H24	点検時	油圧センサー	交換	なし	不明
H24	点検時	主ポンプラビリンスシール	清掃	※1	3日
H24	点検時	自家発電機盤PLC	交換	あり	1日
H25	点検時	埋設燃料配管腐食	修繕	—	13日
H25	点検時	集合排気管腐食	修繕	—	2日
H25	点検時	主原動機付冷却水ポンプ	修繕	なし	6日
H25	点検時	主ポンプメカニカルシールパネ	交換	※2	3日
H25	点検時	主原動機始動弁	交換	あり	1日
H26	平時(雷害)	操作制御盤PLC	交換	なし	不明
H26	点検時	主ポンプラビリンスシール	清掃	※1	15日
H26	点検時	主原動機過給機	交換	—	1ヶ月
H26	点検時	自家発電原動機燃料漏れ	配管修正	—	不明
H27	点検時	流体継手オイルクーラ	修繕	—	8日
H27	実排水時	自家発電原動機吸気バルブ	交換	なし	5日
H27	実排水時	主ポンプ制御シーケンス	修正	—	1日
H27	実排水時	主原動機調速機モータ	調整	—	1日
H27	実排水時	主原動機冷却水空気混入	調整	—	1日
H27	実排水時	主原動機燃料噴射ポンプ	交換	※3	4日

凡例： ※1予備品あるが使用せず回復 ※2仕組予備品はあったが故障部品だけ ※3予備品を使用した再修理 別途調達して対処

21件のうち、点検時に異常を発見して予備品によって即日対応できた事例は「自家発電機盤PLC」と「主原動機始動弁」の2件（表中青色で編み掛け）ある。自家発電機盤PLCは、原動機であるガスタービン制御用であり、補助継電器等による予備回路がなく致命的部品である。

ラビリンスシールに塵芥が噛み込んだ事例が2件あるが、いずれも予備品を使用せずに分解清掃で対応を完了した。また、予備品を使用した再度故障した事例が燃料噴射ポンプ関係で1件あった。いずれにしても、予備品を活用した事例で重要なことは1日で復旧が完了しており、危機管理上非常に有効である点である。

一方、二重化されているため大事には至らなかったが、自家発電機の原動機における吸気弁が予備品とされていなかった事例が1件あった。共通仕様書（案）では、復旧時間の短縮というメリットがあるため、ディーゼル機関の吸・排気弁は予備品として規定されているが、二

重化されているシステムの構成部品の予備品化については、コストを含めた十分な検討が必要となる。

個別の施設で発生した故障実績において、発生が予測できない「突発的な故障」であるとわかれば、同じ故障が発生したときのために当該部品を予備品とする根拠となる。

しかし、その他の事例で交換した部品について予備品とすべきかについては、故障に対して復旧に掛る日数、市場性、費用、部品の保存性などその他の要素を洗い出して評価しなければならない。

例えば、配管類は色々な要素を継手で施工して機能させるため、全ての要素を予備品として用意することは現実的でない。また、大型部品であるインペラ、管内クーラ、減速機の歯車などは、用意するための費用が膨大となる上、保管や保存の点で明らかに問題がある。また、十分な市場性があり、いつでも確保できることが明らかな汎用品で、なおかつ当該部品を交換するための作業時間（分解に要する時間）が長い場合は、劣化のリスクを抱えて保管しても復旧時間の短縮に寄与しない可能性もある。このような観点から、表-8において部品として取り扱いえないものは予備品欄に「—」を付した。（部品の故障では無く、機器の調整で対応したケースも予備品に関与しないので「—」を付している）

4年間の個別故障実績から、予備品として検討対象となり得るものとしては、「（配電盤内の）変圧器」「コラム型水中ポンプ軸受」「油圧センサー」「ディーゼル機関付冷却水ポンプ部品」である。以上のような故障実績で、原因となった消耗品以外の部品を、重要部品として位置づけ、この他にも検討する部品がないか洗い出す必要がある。

なお、主原動機の排気管接続部におけるパッキンの劣化による主原動機の故障事例があったが、前項で述べたとおり、一般的に排気配管のガスケットについて使用されている全種類を揃えているとは限らないため、消耗品として検討範囲とすべき事例である。システム構成毎に故障実績に対応した消耗品の選定も必要となる。

5. 具体的選定方法の考察

5.1 消耗品について

33項に示したとおり、予備品の多くは現場で行うことができる点検や部分的な分解整備時に使用する消耗品である。

消耗品については主ポンプや主原動機本体周りの部品以外の規定はないため、ここではその必要性について検討する。

消耗品に関して重要な視点は、これら消耗品を要する部品交換等の作業が通常の点検工程内で完了するか否かである。消耗品は、市場に流通していて価格も安く調達しやすい部品が多いので、当該部品を必要とする作業時間が長い場合（例えば分解に時間を要する機器内部の消耗部品）は、その作業時間内にフレッシュな部品を調達できてしまう。

従って、共通仕様書（案）に規定がない系統機器の範囲において、通常の点検作業（2～5日程度）内に作業が完了する部品が予備品として相応しいと考え、その範囲は次のとおりとした。

①ガスケット、パッキン類

使用されている配管径毎に必要最低枚数を用意する。水槽、ポンプ、バルブ、計器、フローサイトなどの接続部に使用されているものは、当該機器を取り外すときに必要となる。機器の取り外しを想定する場合、同規格当たり最低2枚は必要となる。

- 冷却水配管 • 燃料配管
- 潤滑油配管 • 空気配管

ガスケット及びパッキンの規格は、「JIS B 2404 管フランジ用ガスケットの寸法」などの関連規格とメーカ規格等を充分勘案したものを選定する。

②ボルト、ナット、ワッシャー類

各系統機器の配管ライン及び致命的機器の取付部で、腐食環境にある箇所や振動が発生しやすい箇所などについて、1ユニット（当該箇所に使用されている本数）が必要と考える。

これらの判断は、定常的に実施する点検・整備の結果判断すべきものであり、腐食・緩みなどの故障モードが点検で確認された実績をよく確認して選定すべきである。

③電気品

遮断器、電磁接触器や保護回路を含む電磁開閉器については、補助継電器や小さなヒューズに比べ使用電流が高いため比較的高価な部品である。これらの盤内部品については消耗品として取り扱えるかシステム上の評価が必要である。遮断器類は、冗長性がない各ラインの単独機器である場合には、予備品を検討するべきと考えるが、故障の発生が突発的でなおかつ保存性の問題もあるので、他の重要部品と合わせて統計的データに基づき、時間計画保全の精度を上げる等の管理手法を検討すべきも

のである。

5.2 FMEA の実施

重要な予備品候補を信頼性工学の観点で検討・抽出する方法として、FMEA (Failure Mode and Effects Analysis: 故障モード影響解析) を用いることとし、その結果を基に、その他市場性等の条件について追加調査を行って予備品の具体的検討を行った。

FMEAは、システムを構成する機器・部品に故障が発生した場合に、その故障が設備全体に与える影響を解析し、システムにとって致命度の高い機器を明確にする解析手法である。

FMEAは、まず解析したいシステムを構成機器・部品に分解しなければならないが、詳細に分解するほど重要な部品を特定しやすい反面、業務量が増大し、評価する技術力・情報量が必要となる。

当センターでは、土木研究所報告No.217「河川ポンプ設備の信頼性と経済性を考慮したマネジメント手法に関する研究」(2011.1)に準拠し部品を区分した。次に重要なことは、部品に発生する故障を引き起こす「故障モード」を明らかにし、その原因を関連づけることである。故障モードとは、故障原因そのものではなく、故障原因からもたらされる不具合事象の様式の分類であり、故障とその原因を関連づける事象である。この関係を図-2に示す。

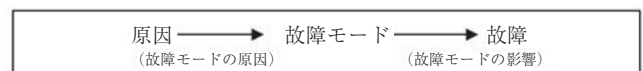


図-2 原因、故障モード、故障の関係

FMEAの評価は、各機器・部品に起こりえる故障を列挙した上で、発生した場合の「システムへの影響度」「故障モード発見の容易性」「故障発生頻度」という3要素を総合的に評価し、致命度を求める。具体的な評価は、各項目とも下記のとおり4段階（4点法）で表すこととしている。

FMEAは、一般的に技術改善すべき部品の抽出に用いるが、4点法においては、2を超える（特に2.3以上）部品について改善を図り、故障等級を低下させる取組を行う。この概念から、本評価指標は、「4」「3」は「無視できないレベル」、「2」「1」は「許容できるレベル」という目安で設定している。

【システムへの影響度：E】

機器又は部品に故障が発生した際に、システムに与え

る影響の度合いを評価する。

- 4：当該部品が故障すると重故障
- 3：当該部品が故障すると軽故障
- 2：当該部品が故障しても軽微な影響
- 1：影響なし（事後保全でよいもの）

【故障モード発見の容易性：F】

機器又は部品に発生する故障モードの発見の容易性について評価する。

- 4：事実上発見が難しいもの
- 3：定期整備のように分解しないと発見できないもの
- 2：年点検レベルで発見できるもの
- 1：月点検（管理運転）レベルで発見できるもの

【故障発生頻度：R】

機器又は部品に発生故障モードが発生する頻度を評価する。故障発生頻度の評価は、年点検及び月点検の実施項目及び点検間隔に基づき許容できるレベルを算定した上で実施したい。

しかし、現状では部品レベルの詳細な故障情報の集約が困難であることから、目安として把握している全国機場を対象とした機器・部品の故障情報（土木研究所報告 No.217「河川ポンプ設備の信頼性と経済性を考慮したマネジメント手法に関する研究」（2011.2）及び当センターにおける追加調査結果）を基に、延べ供用時間（供用されている個数×供用時間）に対する故障発生頻度を算定し、部品の種別ベースで発生頻度を概ね3等分する範囲を求め、故障情報がない場合（故障がない場合を含む）と合わせ、次のとおり4段階で評価した。

- 4： 0.1×10^{-6} （1/H）以上
- 3： 0.05×10^{-6} （1/H）以上 0.1×10^{-6} （1/H）未満
- 2： 0.05×10^{-6} （1/H）未満
- 1：0あるいは故障情報がない部品

本指標は、全故障件数を担保したものでないため非常に小さい数値となっている。よって本数値は、FMEAで致命度を算定する上での指標としてのみ活用するものである。

最終的に、各部品の重要度を「致命度」として次の式で定義する。

$$\text{致命度} = \sqrt[3]{E \times F \times R}$$

当該計算結数値が高い部品ほど3つの要素の影響を強く受ける部品であるといえる。

本考察では、セラミック軸受を採用した標準的な設計

である TJ10排水機場を事例としてFMEAを実施した。

構成部品を300に分けて評価したところ、致命度が2.3以上の部品は140種に達した。当該結果に基づき、致命度が高い2.9以上の上位部品を表一9に示す。本事例では、部品毎に複数考えられる故障と故障モードについて代表的1項目を表示している。

関東地整管内で発生した他機場の故障事例にある「ガスタービン用PLC」「コラム型水中ポンプ」は本システムには含まれず、「変圧器」「ディーゼル機関付冷却水ポンプ」は統計的には故障発生頻度が低いため致命度は低くなった。また、このシステムに使用されているその他のPLCについては、設計上冗長性があるため致命度は低くなっている。

表一9に示す部品を含め、140種に及ぶ部品全てを予備品とすることは不経済で現実的ではない。表一7に示すとおり、現状でも多数の予備品を管理しているため、危機管理を考慮しながらも使用される可能性が著しく低い部品を排除したい。よって本考察においては、復旧に掛る日数、市場性、費用、部品の保存性等の諸条件について評価を行った。

表一9 TJ10 排水機場の FMEA 結果（抜粋）

機器・部品区分	詳細部品名	故障	故障モード	システムへの影響度:E	故障モード発見の容易性:F	故障発生頻度:R	致命度
主軸及び軸受	水中軸受(セラミック)	回転不良	セラミック損傷	4	3	4	3.6
インベラ	羽根車	排水能力の低下	腐食	4	3	4	3.6
機関本体関係	連接棒	原動機停止	折損	4	3	3	3.3
機関本体関係	クランクピンメタル	出力低下	破損	4	3	3	3.3
機関本体関係	吸・排気弁	作動不良	破損	4	3	3	3.3
燃料系統(機関)	燃料噴射ポンプ	燃料噴射せず	コントロール部破損	4	2	4	3.2
無停電電源装置	蓄電池	電極不良	断線	4	2	4	3.2
直流電源盤	蓄電池	電極不良	断線	4	2	4	3.2
機関本体関係	過給機	出力低下	タービン欠損	4	2	4	3.2
消音器・排気管	排気管	排気不能	火災	3	3	3	3.0
吐出弁	本体	止水不全	変形	3	3	3	3.0
吐出弁	電動機	作動しない	巻き線損傷(断線)	3	3	3	3.0
駆動装置(除塵機)	減速機	作動不良	歯車損傷	3	3	3	3.0
機関本体関係(発電機)	ピストン	原動機停止	カーボン付着	4	3	2	2.9
機関本体関係(発電機)	ピストンピン	原動機停止	損傷	4	3	2	2.9
機関本体関係(発電機)	ピストンリング	圧縮漏れ	摩耗	4	3	2	2.9
機関本体関係(発電機)	オイルリング	吸気へのオイル混入	摩耗	4	3	2	2.9
インベラ	羽根車ナット	羽根車脱落	腐食	4	3	2	2.9
冷却水系統	電磁弁	止水不能	電磁石断線	3	2	4	2.9
冷却水系統	電動弁	止水不能	電動機断線・短絡	3	2	4	2.9
計装盤	蓄電池	電極不良	断線	3	2	4	2.9
機関本体関係(発電機)	吸・排気弁	作動不良	破損	4	3	2	2.9
機関本体関係	調速機	原動機回転数不安定	ガバナ軸折損	4	2	3	2.9
主軸及び軸受	無給水軸封装置	水漏れ	損傷	4	2	3	2.9
発電機	本体	発電しない	断線	4	2	3	2.9
発電機	センサ類	作動しない	断線	4	2	3	2.9
冷却水系統(減速機)	潤滑油冷却器	油温制御不能	配管腐食	4	2	3	2.9
燃料系統(機関)	燃料噴射弁(燃料弁)	燃料噴射せず	ノズル破損	4	2	3	2.9
燃料系統(機関)	高圧管	燃料噴射せず	燃料漏れ	4	2	3	2.9
燃料系統	燃料貯油槽	燃料漏れ	腐食	4	2	3	2.9
潤滑油系統(機関)	潤滑油冷却器	油温制御不能	配管腐食	4	2	3	2.9
機関本体関係	シリンダヘッド	圧縮ガス漏れ	変形	4	2	3	2.9
機関本体関係	ライナ	圧縮ガス漏れ	やぶれ	4	2	3	2.9
機関本体関係	ピストン	原動機停止	カーボン付着	4	3	2	2.9
発電機	軸受	回転不良	ベアリング損傷	4	3	2	2.9
主軸及び軸受	軸継手	トルク伝達不良	ボルトはずれ	4	3	2	2.9
主軸及び軸受	主軸	回転不良	変形	4	3	2	2.9
主軸及び軸受	スリーブ	回転不良	破損	4	3	2	2.9
機関本体関係	ピストンピン	原動機停止	損傷	4	3	2	2.9
冷却装置(機関)	インタークーラ	吸気冷却能力低下	フィン腐食	4	3	2	2.9
機関本体関係	ピストンリング	圧縮漏れ	摩耗	4	3	2	2.9
機関本体関係	オイルリング	潤滑不良	摩耗	4	3	2	2.9

5.3 重要部品の評価

表－9に示すTJ10排水機場のFMEAの結果に基づき、その他の諸条件について下記のとおり指標を設け、予備品化に関する評価を実施した。

【FMEAより評価する条件】

- ・致命度：致命度が低いものは予備品として不適と判断「2.3」以上の部品を選定
- ・故障発生頻度：使用する可能性が高いものを評価「4」及び「3」の部品を選定

【システム設計により評価する条件】

- ・冗長性：二重化されていない機器・部品を優先「有」二重化されている
「無」二重化されていない

【市場調査項目】

- ・復旧に要する所要時間：時間が長いものを優先
所要時間は、部品調達に要する時間と作業時間の和である
- ・供給性：市場性を下記の区分で把握
「受注生産」 受注後に設計し生産する
「汎用品1」 市場で流通されている標準品
「汎用品2」 標準品だが市場性が低い
- ・保存性：良好なものを選択する
「G」：良好
「B1」：保管するには大きい又は重い
「B2」：機能保持の管理が難しい
- ・価格：当該施設の年度保全計画に照らし評価
「○」：通常の保全サイクルで対応可
「×」：別途予算化必要

上記条件に基づく評価結果を表－10に示す。
予備品候補の評価は、次のとおりである。

- ：予備品とすべき部品
 - ×：予備品にできない、あるいは必要性が低い部品
 - ▲：高価部品のため他の対応策を検討すべき部品
 - △：細分化した構成部品で再評価すべき部品
- 共通仕様書（案）で規定されている部品は緑で編み掛けた。概ね評価結果を総括すると以下のとおりである。
- ①共通仕様書（案）で規定されている原動機の部品のうち、発電機用主原動機の燃料噴射ポンプ、吸・排気弁については故障発生頻度が低く、かつ二重化されたシステムであるため上位に評価されない。これらを予備品とするメリットは、出水時の故障における復旧時間の短縮であり、機場の稼働実績（1洪水当たりの運転時間等）

表－10 重要部品の予備品評価

機器・部品区分	詳細部品名	故障発生頻度：R	致命度	復旧までの所要時間	冗長性（二重化）	供給性	保存性	経済性	予備品候補
主軸及び軸受	水中軸受(セラミック)	4	3.6	約8ヶ月	無	受注生産	G	×	▲
インペラ	羽根車	4	3.6	約10ヶ月	無	受注生産	B1	×	×
燃料系統(機関)	燃料噴射ポンプ	4	3.2	約4ヶ月	無	汎用品2	G	○	○
無停電源装置	蓄電池	4	3.2	約3ヶ月	無	汎用品2	B2	○	×
直流電源盤	蓄電池	4	3.2	約3ヶ月	無	汎用品2	B2	×	×
機関本体関係	過給機	4	3.2	約8ヶ月	無	受注生産	B2	×	△
冷却水系統	電磁弁	4	2.9	約2ヶ月	有	汎用品1	G	○	×
冷却水系統	電動弁	4	2.9	約2ヶ月	有	汎用品1	G	○	×
空気始動系統(発電機機関)	分配弁・塞止弁・操縦弁	4	2.5	約3ヶ月	有	汎用品2	G	○	○
空気始動系統(機関)	分配弁・塞止弁・操縦弁	4	2.5	約4ヶ月	無	汎用品2	G	○	○
空気始動系統(機関)	始動弁	4	2.3	約4ヶ月	無	汎用品2	G	○	○
空気始動系統(機関)	停止電磁弁	4	2.3	約4ヶ月	無	汎用品2	G	○	○
レーキ機構	レーキ	4	2.3	約8ヶ月	無	受注生産	B1	×	×
始動系統	空気圧縮機	4	2.0	約6ヶ月	有	受注生産	B2	×	×
冷却水系統	冷却水管理ポンプ	4	2.0	約2ヶ月	有	汎用品2	B2	×	×
機関本体関係	連接棒	3	3.3	約8ヶ月	無	受注生産	G	×	▲
機関本体関係	クランクピンメタル	3	3.3	約8ヶ月	無	受注生産	G	×	▲
機関本体関係	吸・排気弁	3	3.3	約3ヶ月	無	受注生産	G	×	○
消音器・排気管	排気管	3	3.0	約6ヶ月	有	受注生産	B1	×	×
吐出弁	本体	3	3.0	約6ヶ月	無	受注生産	B2	×	×
駆動装置(除塵機)	減速機	3	3.0	約3ヶ月	無	汎用品2	B2	×	×
機関本体関係	調速機	3	2.9	約8ヶ月	無	受注生産	B2	×	△
主軸及び軸受	無給水軸封装置	3	2.9	約8ヶ月	無	受注生産	G	×	▲
発電機	本体	3	2.9	約10ヶ月	有	受注生産	B1	×	×
発電機	センサ類	3	2.9	約5ヶ月	有	汎用品2	G	○	△
冷却水系統(減速機)	潤滑油冷却器	3	2.9	約6ヶ月	無	受注生産	B2	×	×
燃料系統(機関)	燃料噴射弁(燃料弁)	3	2.9	約4ヶ月	無	汎用品2	G	○	○
燃料系統(機関)	高圧管	3	2.9	約6ヶ月	無	受注生産	G	○	○
燃料系統	燃料貯油槽	3	2.9	約8ヶ月	無	受注生産	B1	×	×
潤滑油系統(機関)	潤滑油冷却器	3	2.9	約8ヶ月	無	受注生産	B2	×	×
機関本体関係	シリンドヘッド	3	2.9	約8ヶ月	無	受注生産	G	×	▲
機関本体関係	ライナ	3	2.9	約8ヶ月	無	受注生産	G	×	▲
ベルトローラ部(コンベア)	テークアップ装置	3	2.6	約8ヶ月	無	受注生産	B1	×	×
レーキ機構	テークアップ装置	3	2.6	約8ヶ月	無	受注生産	B1	×	×
冷却水系統	電動ボール弁	3	2.6	約2ヶ月	有	汎用品1	G	○	×
計装盤	計器	3	2.6	約3ヶ月	無	汎用品2	G	○	△
計装盤	変換器・調節器	3	2.6	約3ヶ月	無	汎用品2	G	○	△
逆流防止弁	弁体	3	2.6	約8ヶ月	無	受注生産	B1	×	×
機関本体関係	クランク軸	3	2.3	約9ヶ月	無	受注生産	B1	×	×
機関本体関係	クランク歯車	3	2.3	約9ヶ月	無	受注生産	B2	×	×
潤滑油系統(機関)	オイルパン	3	2.3	約4ヶ月	有	汎用品2	G	○	○
冷却水系統(発電機機関)	機関付冷却水ポンプ	3	2.3	約3ヶ月	無	汎用品2	G	○	△
燃料系統	燃料移送ポンプ	3	2.3	約2ヶ月	有	汎用品2	B2	○	×
データ伝送装置	計器	3	2.3	約3ヶ月	無	汎用品2	G	○	○
遠方・中央CRT	盤内器具	3	2.3	約3ヶ月	無	汎用品2	G	○	△

や、原動機機種に依存する復旧作業時間を適切に把握しておく必要がある。

②原動機空気系統・燃料系統の弁類及び高圧管については、経済性を考慮した上で予備品として選定すべきと評価した。

③水中軸受は、当該機場で故障実績があるため予備品としたいが、非常に高額であり、他の対策と含め別途検討が必要。

④予備品候補で○となった主原動機の各構成部品については、「JIS F 7601 船舶機関部予備品」の付属書に示される予備品にも含まれている重要部品である。しかし、価格が非常に高価であり、故障原因に基づく予備品以外の対策検討が必要。

⑤主原動機の過給機及び主ポンプの無給水軸封装置については、長期に渡る機能の担保（保存性）と経済性双方に課題があることから、さらに故障実績を解析して、構成部品に細分した評価を実施すべきである。

⑥主原動機の機関付冷却水ポンプは、故障事例もあり予備品として管理すべきであるが、本体と一体化してい

るので、部品として準備する範囲をさらに検討する必要があると評価した。

- ⑦計器・センサー類その他盤内器具については、故障情報が充分ではなく、さらに細分化して冗長性の有無、故障実績に基づく候補を評価する必要がある。
- ⑧PLCについては、冗長性の有無と価格によって個別に評価が必要であるが、技術開発速度が速いので陳腐化する可能性も考慮しなければならない。

6. まとめ

現在得られる限られた故障データと、一つのモデル機場の設備構成に基づき、FMEAを用いて予備品選定の考察を行った。本来FMEAは、致命度が高い部品を見いだ

し、致命度を下げる改善方策を検討するためのツールである。今回の考察によって、故障発生頻度、故障実績に基づき予備品を選定すれば、高額部品も対象となることを示したが、この場合においては点検方法、仕様改善、時間計画保全の精度向上などその他の方策と比較検討を行う必要がある。

また、合理的かつ効率的な維持管理の推進には、質の高い維持管理情報の収集・分析が不可欠である。

予備品管理に関する本考察を基に、想定される管理計画策定のフローを図-3にまとめた。今後、複数の河川ポンプ設備の条件において検証を行い、ステークホルダー間で具体的な問題点の洗い出しと改善を図り、運用できるレベルにまとめていきたい。

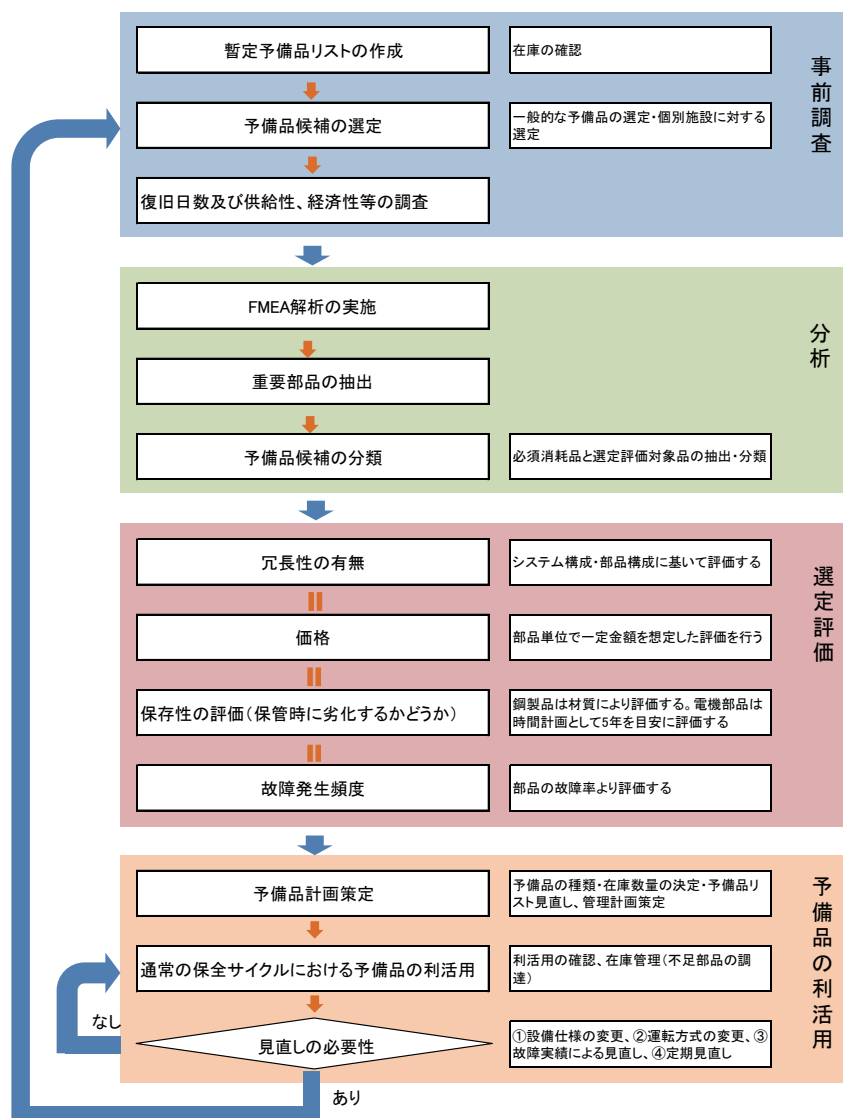


図-3 予備品計画策定フロー（案）

糠田排水機場

(工事名：武蔵水路糠田排水機場ポンプ設備改修工事)

藤井 宗俊 ふじい むねとし | (株) 荏原製作所

1. はじめに

糠田排水機場は、利根川と荒川を結び利根川の水を首都圏に運ぶ武蔵水路（都市用水及び浄化用水）の末端に位置し、武蔵水路から荒川へ強制排水することで、水路周辺地区を浸水被害から守る役割を担います（図－1）。

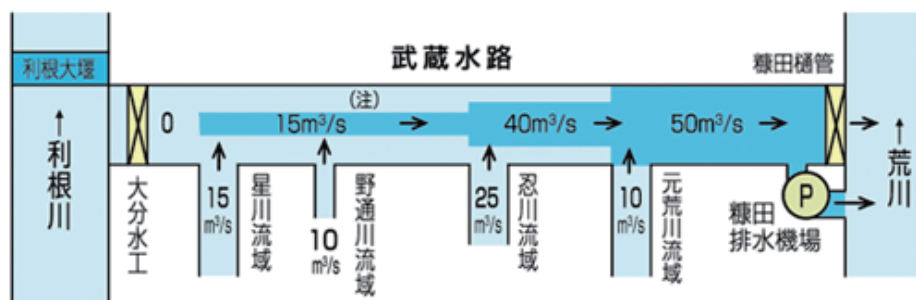
排水機場を含む武蔵水路施設は、建設から約50年が経過し、主に以下3点を目的に武蔵水路改築事業が実施されました。¹⁾

- ①地盤沈下や老朽化によって低下した通水機能の回復
- ②浸水被害軽減のため、内水排除機能の確保・強化
- ③継続した荒川水系の水質の改善

本工事は、4年半にわたり一定の排水機能を維持しながら、機械・電気設備の順次更新、土木耐震補強等を実施しました。第1機場と第2機場を統合、排水能力を新たに50 m³/s（既設40 m³/s）に増強し、平成28年3月には全面更新が完了、正式運用が開始されています。

2. 更新機場の設備概要

表－1に主な設備仕様を、図－2に機場配置平面図、図－3に機場断面図、写－1、2に機場外観を示します。

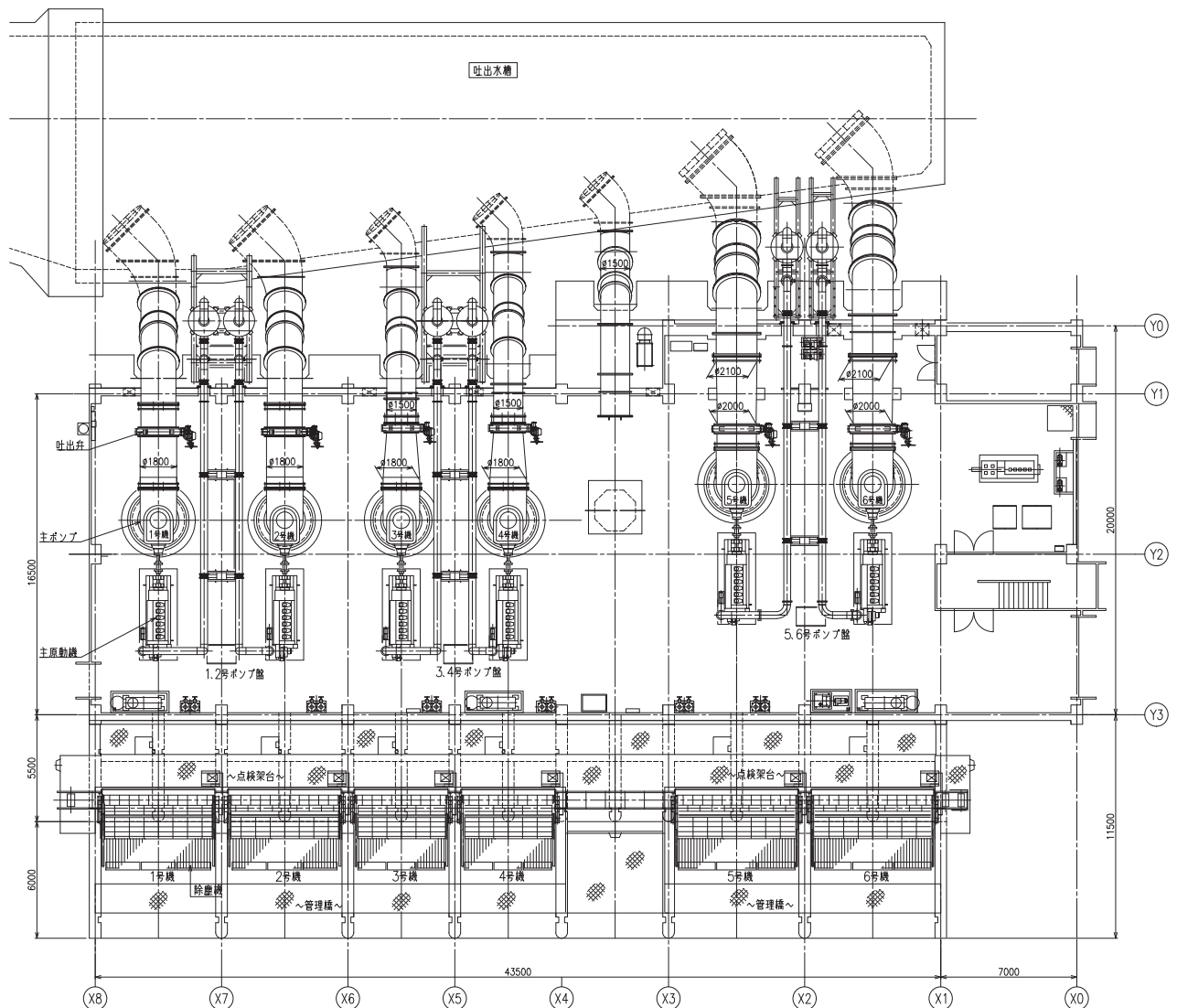


(注)星川流域と野通川流域ではそれぞれのピーク流量に到達する時間に差があるため、この区間の水路を流れる流量は最大15m³/sになります。

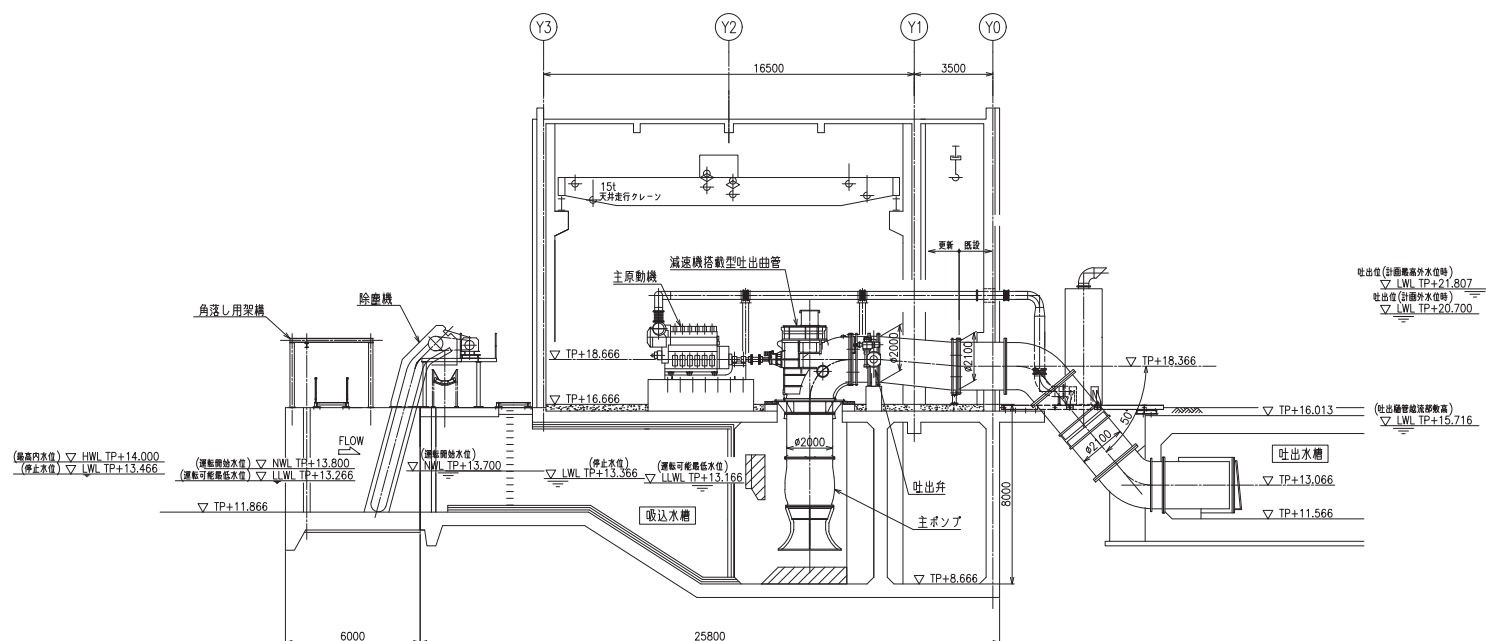
図－1²⁾ 武蔵水路／全体概要図（上）
武蔵水路／内水排除説明図（下）

表－１ 主な設備仕様および改修ポイント

機器名	仕 様	改修ポイント
主ポンプ設備	$\phi 2000\text{mm}$ 立軸斜流ポンプ： $10\text{m}^3/\text{s} \times 7.8\text{m}$ 、2台 $\phi 1800\text{mm}$ 立軸斜流ポンプ： $7.5\text{m}^3/\text{s} \times 8.5\text{m}$ 、2台 $\phi 1800\text{mm}$ 立軸斜流ポンプ： $7.5\text{m}^3/\text{s} \times 7.7\text{m}$ 、2台 総排水量： $50\text{m}^3/\text{s}$	・立軸化 ・増量 ・吐出管（一部）、フラップ弁：既設継続使用
主原動機設備	4サイクルディーゼル機関： $1050\text{kW} \times 2$ 台、 $860\text{kW} \times 2$ 台、 $780\text{kW} \times 2$ 台	
動力伝達設備	直交軸傘歯車減速機（減速機搭載型吐出曲管）	・立軸化
補機系統設備	燃料貯油槽： $20\text{kL} \times 3$ 基（既設整備・継続使用） 燃料小出槽： $1800\text{L} \times 1$ 基、 $1500\text{L} \times 2$ 基、 $300\text{L} \times 1$ 基 返油タンク： $300\text{L} \times 1$ 基 別置ラジエータ： 1050kW 用 $\times 2$ 基、 860kW 用 $\times 4$ 基 燃料移送ポンプ $\times 2$ 台、返油ポンプ $\times 1$ 台 空気圧縮機 $\times 2$ 台、燃焼排気用換気ファン $\times 1$ 台	・冷却系統変更（別置ラジエータ方式）
除塵設備	除塵機：背面降下前面掻上式、計6基 水平コンベヤ： 20° トラフ形、1基 傾斜コンベヤ：ヒレ付、1基	・除塵機設置のため土木躯体の延長（水路内底盤および隔壁の構築） ・水路内仮棧橋、吸水槽部仮締切の設置
電源設備	商用 高圧受電：三相3線式 6.6kV 50Hz 自家発電機： $300\text{kVA} \times 1$ 基、 $150\text{kVA} \times 1$ 基（既設継続使用）	・発電機室・電気室の新設
操作制御設備	機側操作盤からの1人操作方式 中央監視操作：有り 遠隔監視操作：有り	・遠隔監視操作装置の設置
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・建屋の耐震補強 ・クレーン：既設整備・継続使用



図－２ 機場配置平面図（更新）



図ー３ 機場断面図（更新） 注）図は、5,6号主ポンプを示す。



写ー１ 機場外観（機場外）



写ー２ 機場外観（機場内）

3. 工事の特徴

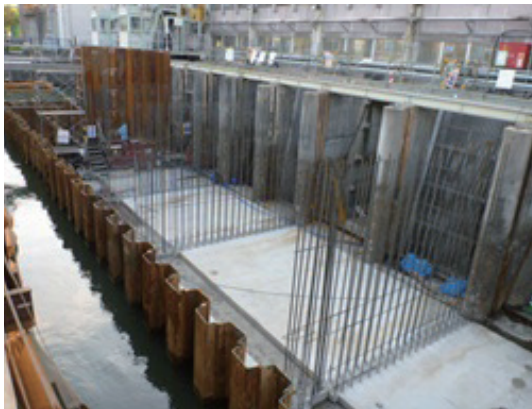
本工事の主な特徴を、以下に示します。

（１）機械・電気設備（新・旧）の順次更新

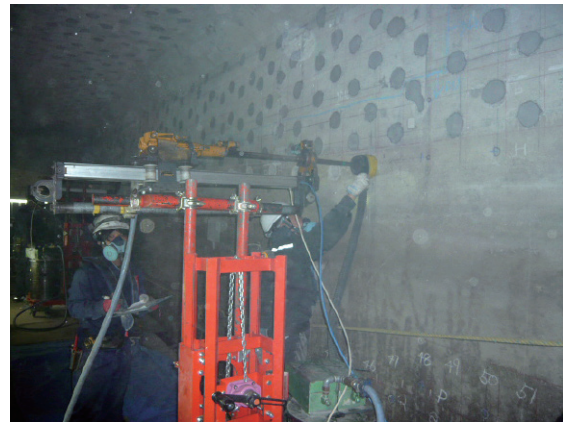
工事期間中でも、一定の排水能力を維持しながら工事を進めることが必須条件であり、主ポンプ（計6台）を2台／年ずつ撤去・据付けを行った後、試運転確認を行い、新旧設備の順次切替えを行いました。

（２）水路内の仮栈橋、吸水槽部の仮締切設置（写ー３）

吸水槽部に除塵機を設置するために、既存の土木躯体を流入側に延長し、水路内に底盤と隔壁を新たに構築する必要がありました。そのために、吸水槽部近傍で、重機を載せ、クレーン作業や掘削作業を可能とするための仮栈橋を水路内に設置し、加えて、吸水槽内をドライにするための仮締切を行いました。



写－３ 水路の仮締切・仮橋および作業状況



写－４ 土木耐震補強



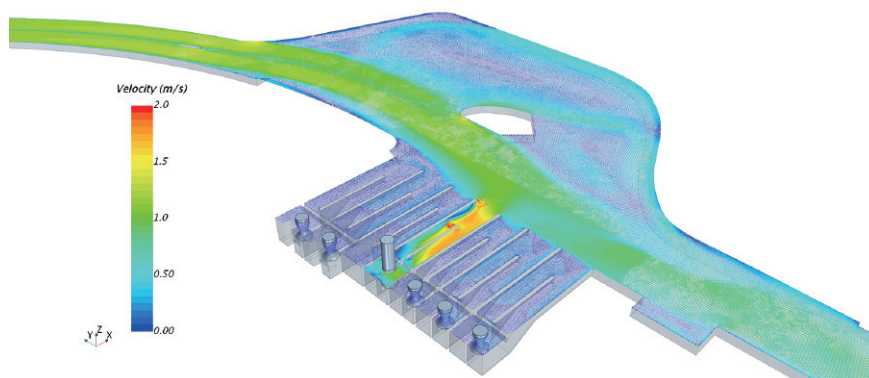
写－５ 主機搬入および据付状況

(３) 土木耐震補強 (写－４～５)

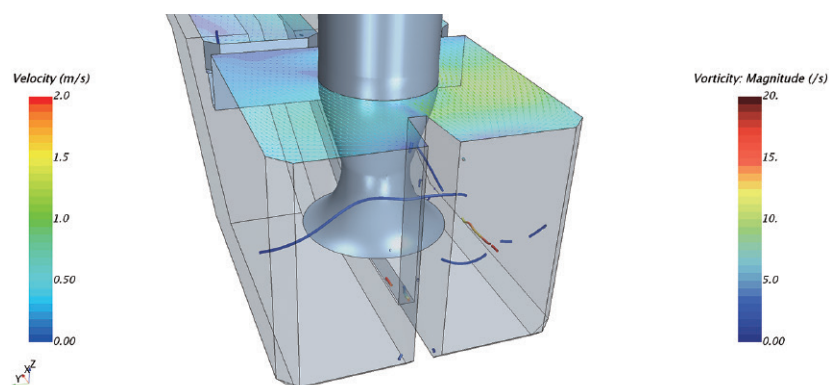
更新工事の一つとして、土木躯体の耐震補強のために、吸水槽の底盤・隔壁等にせん断補強筋の打設や、補強鋼板の設置をしました。

(４) 流れ解析を活用したポンプ吸込渦対策 (図－４～５、写－６)

ポンプ吸水槽は、上流側遊水池からの流れが直角に流入する配置となっています。さらに、排水量の増量や、ポンプ吸水槽間の隔壁延長といった要因によって、ポンプ吸水槽流れに偏流が発生しやすく、空気吸込渦や水中渦といったポンプ運転に支障を来す有害な渦が発生する



図－４ 遊水池を含めた吸水槽流れ解析



図－５ ポンプ吸水槽流れ解析

危険性が増大することが予想されました。そこで、遊水池を含めたポンプ吸水槽の流れ解析によって、渦対策形状の検討を行い、模型水槽試験で効果の検証および実施試験との比較検証を実施しました。

本検討を通して、渦対策形状の最適化を実現しています。



写－６ 模型水槽試験

４. おわりに

本工事は、平成23年7月から始まり、4年半の歳月を経て、平成28年3月に無事竣工を迎えました。また、武蔵水路施設が一新され、武蔵水路改修等の関連工事関係者とともに竣工式も行われました。浸水被害解消をはじめ、武蔵水路施設の将来に渡る活躍を願っております。

結びに、本工事にあたり御指導・御協力を頂きました(独)水資源機構をはじめ工事関係者の皆様に、心から厚く御礼申し上げます。

参考資料

- 1) 生まれ変わる武蔵水路 武蔵水路改築事業、(独)水資源機構 利根導水総合事業所、武蔵水路改築建設所 (2012)
- 2) (独)水資源機構 武蔵水路改築建設所 HP

倉安川排水機場、平井排水機場

～全国初の「総合内水緊急対策事業」採択によるポンプ増設事業～

藤兼 雅和 ふじかね まさかず | 国土交通省中国地方整備局
岡山河川事務所長

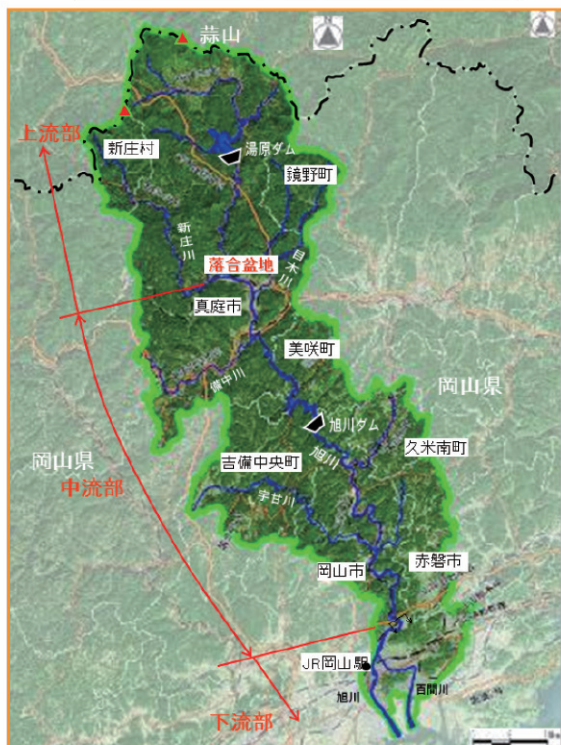
1. はじめに

1.1 旭川流域の概要

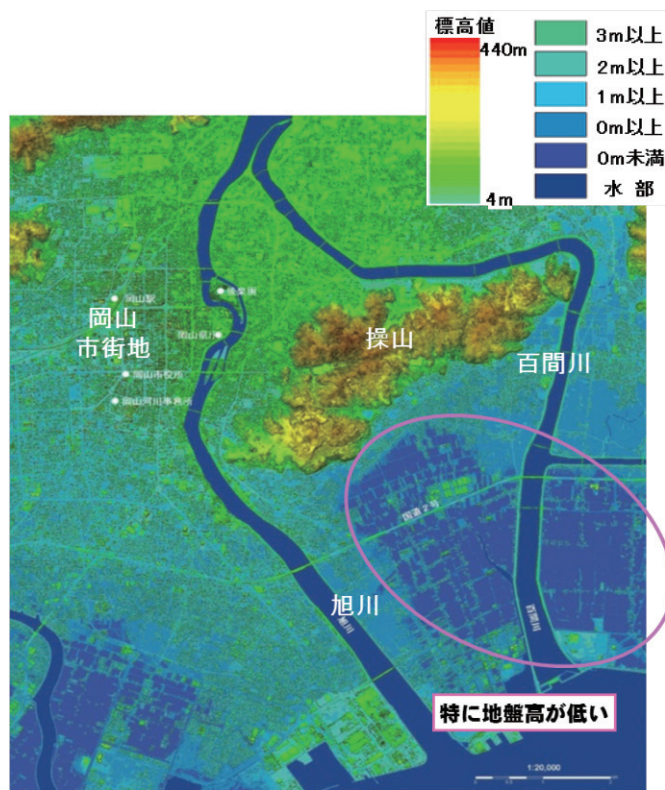
旭川は、県中央部を南北に流れ、下流部で旭川放水路（百間川）を分流した後、岡山市中心部を流れる幹川流路延長142km、流域面積1,810km²の一级河川である。流域のほとんどが山地であり（図－1）、下流には干拓等によって形成された岡山ゼロメートル地帯が広がっているため（図－2）、ひとたび氾濫が発生すると、自然排水が困難な地形である。



写－1 平常時の倉安川



図－1 旭川流域の概要



図－2 岡山平野のカラー標高マップ

1.2 倉安川流域の概要

倉安川は、岡山市の東部を流れる延長19.9km、幅5～6mの人工的につくられた水路で、江戸時代1679年（延宝7年）に岡山藩藩主の命を受けて津田永忠が築造したと伝えられる。

倉安川の築造当時、その上流端（取水源）は吉井川の河口から15.2km地点にあり、そこから南西方向に流れ、途中、砂川、百間川と合流し、旭川に達していた。

1980年頃に進められた百間川改修以前は、百間川を横過して西に向かい、旭川の網浜に達していたが、百間川の改修以降、その流れは分断され、百間川より西の倉安川は取水源が旭川になり、現在に至っている。

倉安川の当初の機能は新田干拓地への用水供給であったが、それと同時に、東方面から岡山城下へ米や生活物資を運ぶ運河の機能もあったようである。百間川より西の倉安川沿岸は昭和30年代から宅地化が著しく進み、水田等の喪失により遊水機能、保水機能が減少したことから度々浸水被害を受けている。現在、百間川より東の倉安川は農業用水路として機能しており、また、百間川より西の倉安川は、一級河川として岡山市が管理している。



図-3 倉安川流域
（出典）一般社団法人中国建設弘済会ホームページ

1.3 既往の洪水と内水対策の状況

旭川、百間川沿いでは昭和47年7月の梅雨前線、昭和51年9月の台風17号により、広範囲に内水被害が発生した（図-4）。

昭和47年7月洪水では319戸の家屋浸水、昭和51年9月洪水では1,160戸の家屋浸水が発生した。これを受け、国土交通省は昭和54年に平井排水機場（4m³/s）、平成11年に倉安川排水機場（2.5m³/s）を概成させた。

その後、平井排水機場、倉安川排水機場が整備されたことで浸水被害は減少してきたが、平成16年8月の

台風16号、平成18年7月の梅雨前線と近年でも倉安川沿川では内水被害が発生している状況にある。

また、岡山市では、市内の各戸で、下水道への切り替えに伴い不要となった浄化槽を雨水流出抑制施設に転用する等した際に補助金を交付する補助制度を設置し、浸水軽減対策に取り組んでいる。

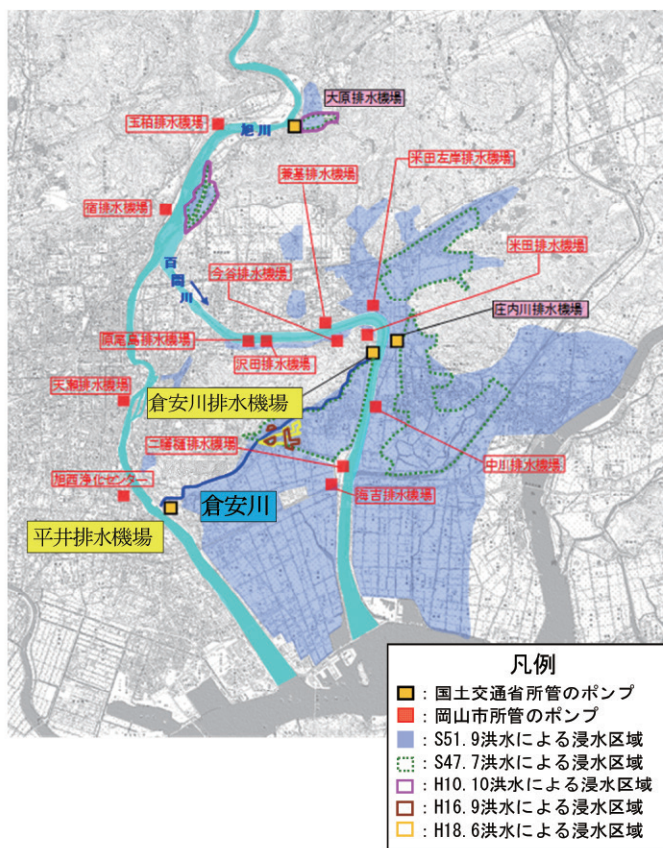


図-4 既存洪水による浸水範囲と排水機場位置図



写-2 昭和51年洪水の浸水状況
（左：福泊地区、右：円山地区）

2. 旭川総合内水緊急対策事業の概要

2.1 総合内水緊急対策事業

近年の集中豪雨の頻発や地球温暖化に伴い水害リスクが増大しており、緊急に対策を行う必要があるという背景から、地方公共団体等による流域対策と連携した河川整備を強力に推進し、総合的な治水対策を行う「総合内水緊急対策事業」が平成21年度に創設された。

2.2 旭川総合内水緊急対策事業の内容

「旭川総合内水緊急対策事業」は、「総合内水緊急対策事業」として平成22年3月に全国で初めて採択された事業である。

この事業は、旭川下流域で近年でも浸水被害が多発している倉安川沿川及びその周辺の防災・減災を図るため、総合内水対策計画に基づいて、平井排水機場、倉安川排水機場のポンプの増設、倉安川の河川改修、貯留施設の整備などのハード対策をはじめ、岡山市及び地元住民と連携したソフト対策を充実させ、段階的で重層的な内水対策を行うものである。

短期的には、計画規模での倉安川の内水湛水域における内水被害の軽減（床上浸水の解消）を図ることを目標とし、中長期においては、短期的な期間での実施も含め、倉安川の河川改修の完成等により家屋浸水被害の解消を図るとともに、更に周辺の浸水対策として下水道事業の整備及びソフト対策を充実させることを目標としている。

表－1、2に短期及び中長期で実施する整備内容を事業の実施主体別に示す。

表－1 総合内水対策計画で実施する整備内容（ハード対策）

	項目	具体的内容	実施主体	実施期間
ハード対策	排水機場の増設	平井、倉安川排水機場の増設	国土交通省	短期
	倉安川河川改修	倉安川堤防護岸の整備	岡山市	短期
		洪水時のサイフォン流入水の倉安川への排水	岡山市	短期
		倉安川の河床掘削等	岡山市	中長期
	流域対策施設の整備	流出抑制策としての流域調整池整備や浄化槽を利用した雨水流出抑制施設の補助制度の利用促進	岡山市	中長期
	下水道の整備	下水道施設の整備検討	岡山市	中長期

表－2 総合内水対策計画で実施する整備内容（ソフト対策）

	項目	具体的内容	実施主体	実施期間
ソフト対策	河川情報の提供	倉安川の浸水想定区域の周知と防災情報の提供	岡山市、岡山市、国土交通省	中長期
	土地利用等の検討	農地の保全による遊水機能の確保	岡山市	中長期
	地域との連携	自主防災会組織化の支援	岡山市、岡山市、国土交通省	中長期
		防災マップ作成の支援		
		住民活動の支援		
	かんがい期の水位管理	洪水が想定される際に倉安川水位を低下	地元住民、岡山市	中長期

3. 倉安川排水機場の概要とポンプ増設

3.1 倉安川排水機場の概要

倉安川排水機場の主要諸元（表－3）及び機場全景（写－3）を次に示す。

表－3 倉安川排水機場主要諸元

		1・2号ポンプ	3号ポンプ
主ポンプ設備	形 式	立軸斜流ポンプ（1床式）	
	口 径	800mm	900mm
	吐 出 量	1.25m ³ ／s・台	2.5m ³ ／s・台
	全 揚 程	3.9m	4.9m
	回 転 数	300min ⁻¹	350min ⁻¹
	台 数	2台	1台
主ポンプ駆動設備	形 式	ディーゼルエンジン	
	出 力	74kW	195kW
	回 転 数	1,200min ⁻¹	1,500min ⁻¹
	減 速 機	直交軸傘歯車減速機	
	使 用 燃 料	A 重 油	
	始 動 方 式	圧縮空気	セルモータ
	冷 却 方 式	ラジエータ	空 冷
	台 数	2台	1台

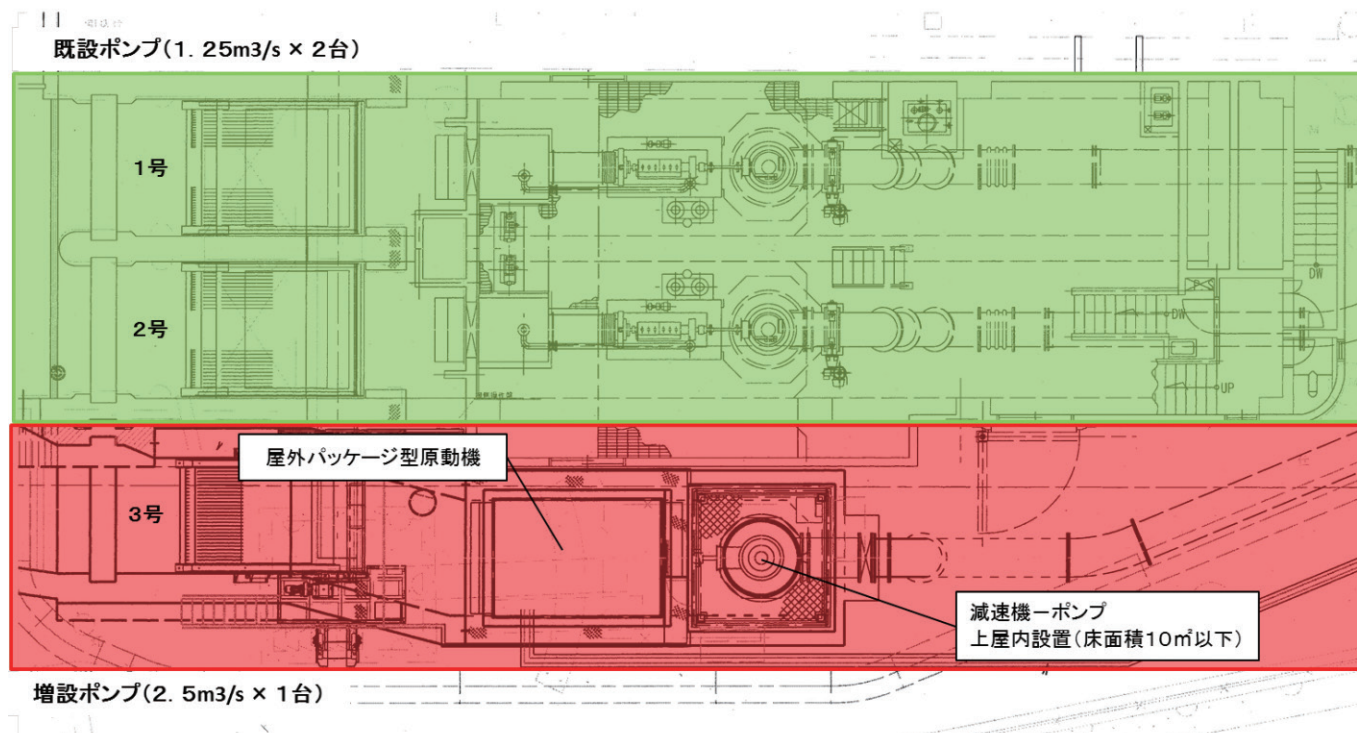


写－3 倉安川排水機場

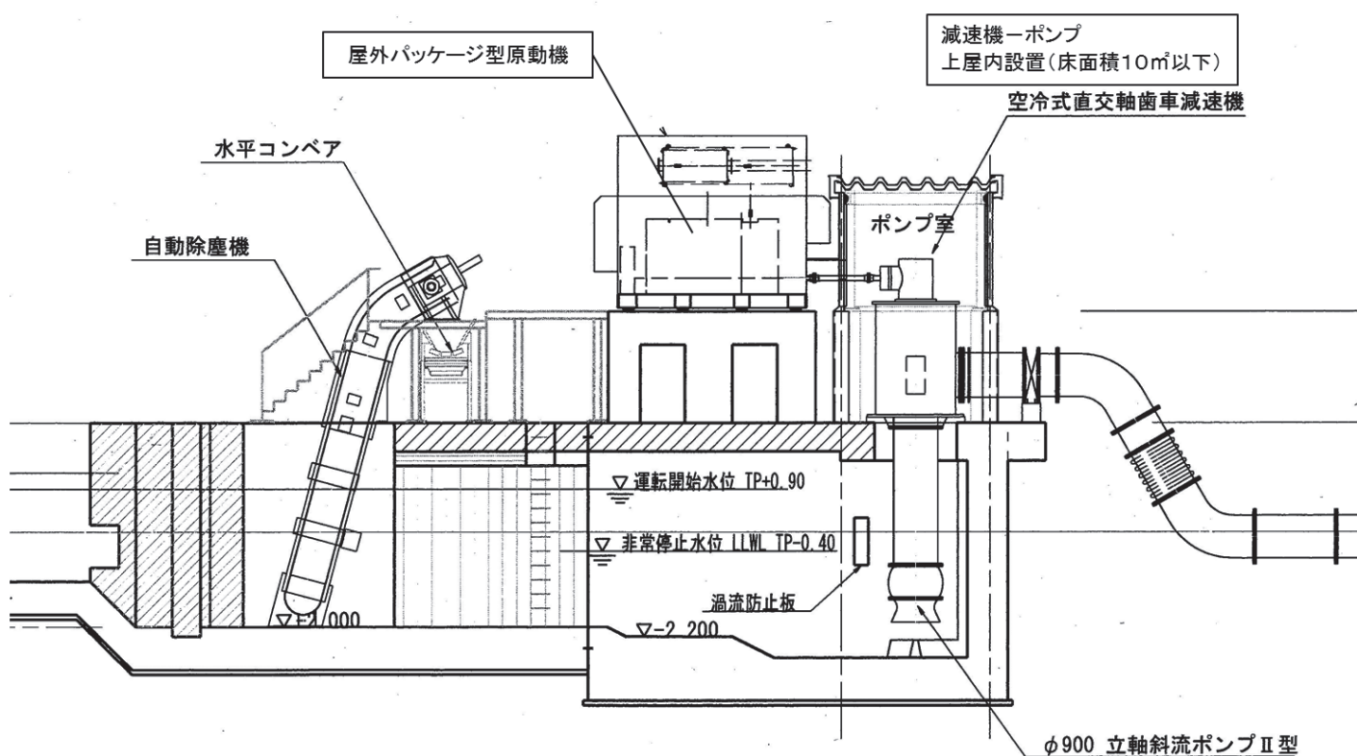
倉安川排水機場は、平成11年に1号及び2号ポンプを設置し、平成26年に旭川総合内水緊急対策事業で、3号ポンプを増設している。

3.2 倉安川排水機場のポンプ増設

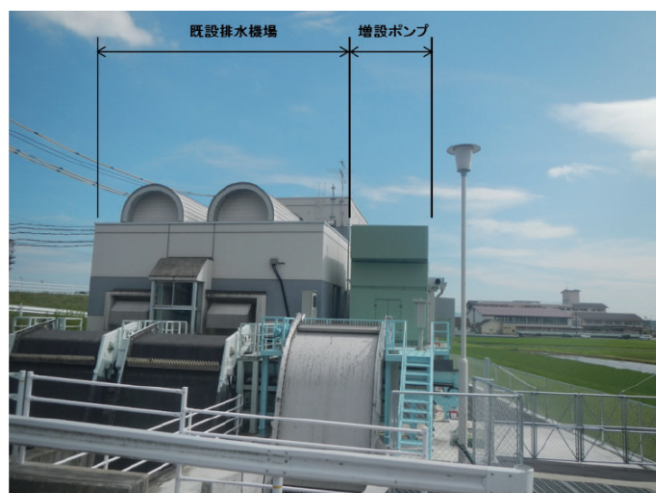
倉安川排水機場のポンプ増設に当たっては、用地の制約から既存排水機場の限られた敷地内に増設しなければならず、図－5に示すとおり、既設排水機場より狭隘なスペースに既設排水機場と同じ能力のポンプを設置するために非常にコンパクトなポンプ設備とする必要があった。



図ー5 倉安川排水機場 平面図



図ー6 倉安川排水機場 増設ポンプ断面図



写－4 倉安川排水機場（右端が増設部分）



写－5 2重パッケージ型空冷原動機

そのために建屋、ポンプ形式、原動機形式などの省スペース化検討を行った。

建屋については、既設建屋を増築せず増設ポンプ設備を屋外に設置することにより省スペース化を行ったが、減速機等はそのまま屋外に設置できないため、建築計画通知が不要な10m²以下となるようポンプ及び減速機部分のみを覆う最小限で簡易な構造の上屋を設置することとした。

主ポンプは同じ排水能力に対してポンプ口径を小さくできる立軸斜流ポンプⅡ型を採用することで、ポンプ口径を900mmに抑えることができた。

また、原動機は空冷ディーゼルエンジンを採用し、無水化を行ったことにより冷却水系統設備を不要としたことや始動方式にセルモータ方式を採用したことにより空気圧縮機や始動空気槽なども不要としたことで、補機類の設置スペースも少なくしている。

原動機を屋外に設置するにあたり、空冷エンジンであるため、騒音や換気、雨水等への対応が必要であり、それらの対策として、2重パッケージ型を使用した。

増設ポンプが既設ポンプの建屋の外になるため、同一建屋内に増設した場合と比べ、操作性や保守性が悪くなってしまうが、既設ポンプの運転支援システムを改造し増設ポンプも操作可能としたことや、保守については機側操作がメインとなるため、特に支障は発生しないと判断した。

4. 平井排水機場の概要とポンプ増設

4.1 平井排水機場の概要

平井排水機場の主要諸元(表－4)及び機場全景(写－6)を次に示す。

表－4 平井排水機場主要諸元

		1号ポンプ	2号ポンプ
主ポンプ設備	形 式	立軸斜流ポンプ（1床式）	
	口 径	1,350mm	
	吐 出 量	4.0m ³ / s・台	
	全 揚 程	4.6m	
	回 転 数	200min ⁻¹	175min ⁻¹
	台 数	1台	1台
主ポンプ駆動設備	形 式	ディーゼルエンジン	
	出 力	265kW	251kW
	回 転 数	1,000min ⁻¹	
	減 速 機	直交軸傘歯車減速機	
	使 用 燃 料	A 重 油	
	始 動 方 式	圧縮空気	
	冷 却 方 式	水 冷	
	台 数	1台	1台



写－6 平井排水機場（岡山市平井排水センター）

平井排水機場は、岡山市の平井排水センターの中あり、雨水排水ポンプ（岡山市）、地蔵川排水ポンプ（岡山市）と倉安川排水ポンプ（国土交通省）で構成されている。このうち、国土交通省管理の倉安川排水ポンプのみを平井排水機場と呼んでいる。

昭和54年に1号ポンプを設置し、平成24年に旭川総合内水緊急対策事業で、2号ポンプを増設している。

4.2 平井排水機場のポンプ増設

平井排水機場の場合は、平井排水センター内に既設ポンプと同じ能力のポンプを設置するために十分な増設スペースがあり、倉安川排水機場とは対照的に既設ポンプに隣接してと同じ能力・構造のポンプを1台増設している。(写－7)

岡山市の排水ポンプが併設されているため、補機類の共用化が図られ空気圧縮機や受変電設備などは岡山市と共通した設備となっている。



写－7 平井排水機場（倉安川排水ポンプ）

5. おわりに

近年、我が国においては、時間雨量50mmを超える短時間強雨や総雨量が数百mmから千mmを超えるような大雨が発生する頻度が増加し、全国各地で毎年のように甚大な水害が発生している。さらに、地球温暖化に伴う気候変動の影響により、今後短時間強雨の発生頻度等が増大することが予測されており、倉安川流域をはじめ岡山ゼロメートル地帯においても、自治体や地元住民と連携しながら、浸水被害の軽減に努めていきたい。

平成 28 年 8 月以降の台風等による北海道の大雨災害対応 ー北海道開発局における排水ポンプ車等の災害対応活動についてー

田中 克彦 たなか かつひこ | 国土交通省 北海道開発局
事業振興部 機械課

1. はじめに

平成28年8月17日に北海道へ台風第7号が上陸しました。北海道への台風上陸は9年ぶり、本州等へ上陸せず直接北海道に上陸する台風は23年ぶりのことでした。

この台風第7号を始め8月23日までの1週間に3つの台風が連続して北海道に上陸し、北海道各地で大雨による河川の氾濫や土砂災害が発生しました。

更に、8月29日からの集中豪雨は、前線とその後に関連した台風第10号に伴うもので、北海道各地に記録的な災害をもたらしました。(図-1)

本稿では、北海道開発局管内で発生した主な大雨災害とそれらの対応で出動した排水ポンプ車やその他建設機械等の支援活動を報告します。

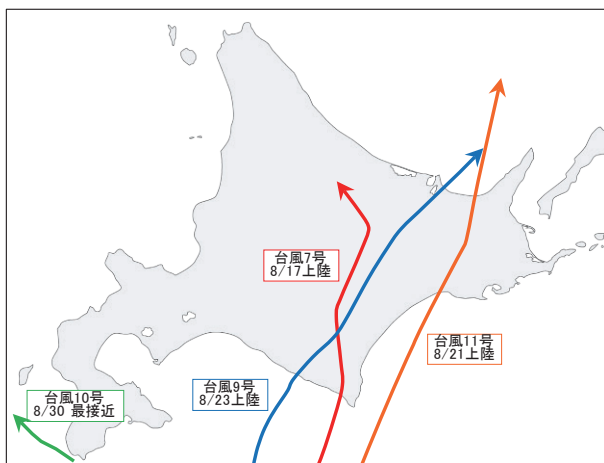


図-1 台風第7号、第11号、第9号、第10号 経路図

2. 災害をもたらした気象概況

平成28年8月以降の災害をもたらした気象現象は、8月17日の台風第7号から始まり、9月9日に接近した台風第13号から変わった熱帯低気圧まで約3週間の間に断続的に発生しました。

本項では、特に大きな被災をもたらした8月20日からの大雨と台風第10号について報告します。

(1) 8月20日からの大雨

8月20日からの大雨は、前線・台風・高気圧がそろった気圧配置によりもたらされたものです。8月17日に上陸した台風第7号による大雨の影響が残っている中、8月20日にかけて北海道で前線が停滞し、8月21日に上陸した台風第11号や8月23日に上陸した台風第9号の影響によって停滞前線の活動が活発となり、北海道の広い範囲で大雨となりました。(図-2)

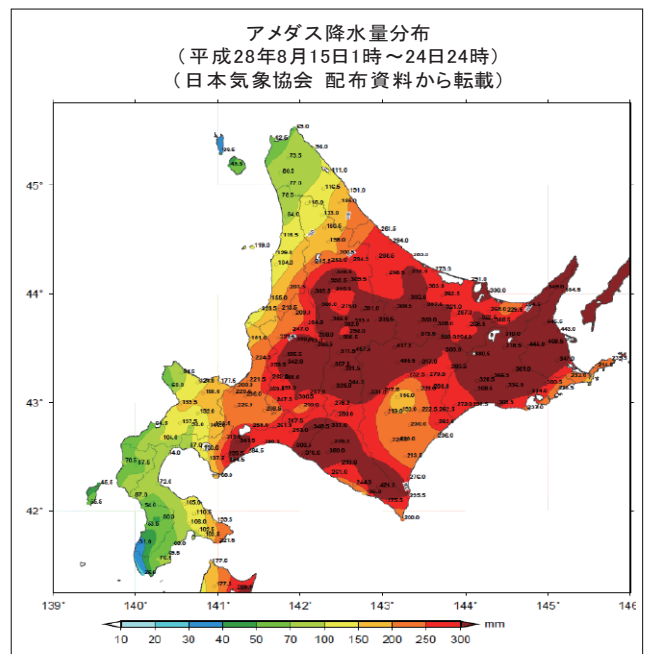


図-2 8/15～24の降水量分布図

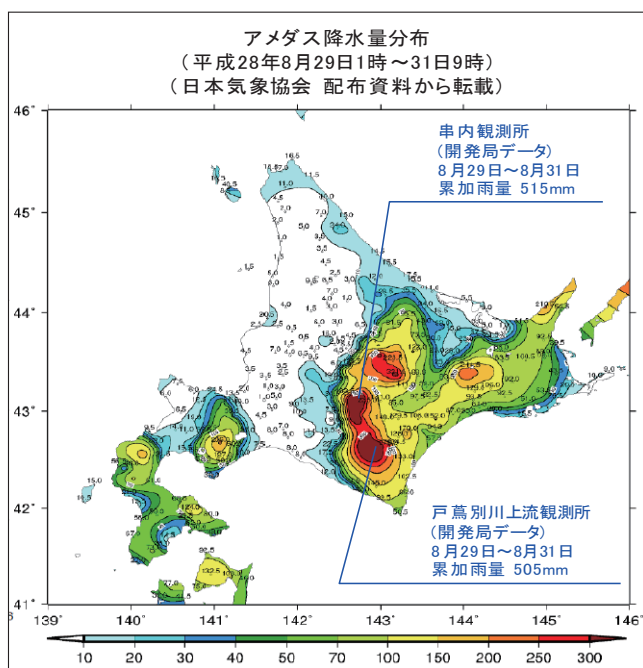
台風第7、11、9号が北海道に上陸しましたが、北海道で1年間に台風が3つ上陸することは観測史上初めてであり、その観測史上初が1週間で起こったこととなります。

これらの台風による大雨によって、道東地方の北見市の一部（常呂地区、留辺蘂（ルベシベ）地区）や置戸町などでは、観測史上最大雨量（72時間）を記録しています。

また、北海道内の11水系46河川で基準水位を超える出水がありました。これらの中では、石狩川、網走川、常呂川、渚滑川において計画高水位を超え、鵒川など5河川でも氾濫危険水位を超える出水となりました。

（2）台風第10号による大雨

8月29日から前線に伴う降雨があり、その後、台風第10号の接近に伴い、北海道太平洋側を中心に記録的な大雨をもたらしました。8月29日から31日までの累加雨量が、串内観測所（南富良野町）において515mm、戸蔭別川上流観測所（帯広市）において505mmに達するような集中豪雨となりました。（図－3）



図－3 台風第10号による降水量分布図

なお、気象庁札幌管区気象台の資料によると、平成28年8月の北海道の降雨状況は、道内アメダス225地点中89地点で1ヶ月の降水量の最大値を更新するほどの量となっており、多い所ではその差が400mmを超えています。又、道東地方の太平洋側の広い地域において、例年の8月平年降水量に比べ2～4倍となる500mmを超える降水量となりました。

3. 主な被災状況

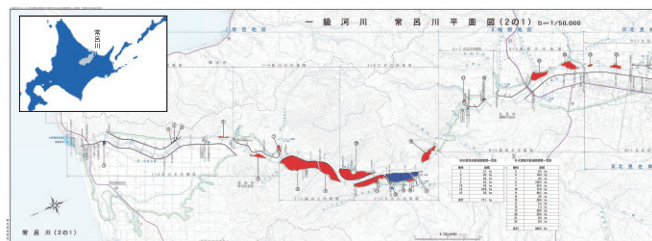
前項で紹介した大雨により、北海道各地で大きな被害がもたらされました。

これらの内、特に被害の大きかった8月20日からの大雨により被災した常呂川、及び台風第10号により被災した空知川並びに札内川の被災状況を紹介します。

（1）常呂川の被災状況

常呂川水系常呂川は、道東地方の置戸町から北見市を流れオホーツク海へ注ぐ一級河川です。

8月20日からの大雨による影響で常呂川では、太茶苗観測所（北見市）で観測史上第1位の水位を記録し、越水4箇所、堤防決壊2箇所（北海道管理区間を含む）の被害が発生し、外水氾濫により約430haが浸水しました。（図－4、写－1）



図－4 常呂川の被災状況図



写－1 常呂川の被災状況

（2）空知川の被災状況

石狩川水系空知川は、北海道中央部の南富良野町から富良野市や滝川市を流れ石狩川へ注ぐ一級河川です。

8月17日の台風第7号等の降雨に加え、8月29日から台風第10号による大雨により空知川上流の串内雨量観測所では、降り始めからの雨量が515mmに達し、2箇所の堤防決壊（国管理区間）や、約130haの浸水被害が発生しました。（図－5、写－2）



図-5 空知川の被災状況図



写-2 空知川の被災状況

(3) 札内川の被災状況

十勝川水系札内川は、十勝地方の中札内村から帯広市を流れ十勝川へ注ぐ一級河川です。

8月17日の台風第7号等の降雨に加え、8月29日から台風第10号による大雨により札内川上流の札内川ダム雨量観測所では降り始めからの雨量が507mmに達したほか、十勝川水系12箇所の観測所で観測史上第1位の水位を記録しました。これにより、2箇所の堤防決壊（国管理区間）や、約50haの浸水被害が発生しました。（図－6、写－3）

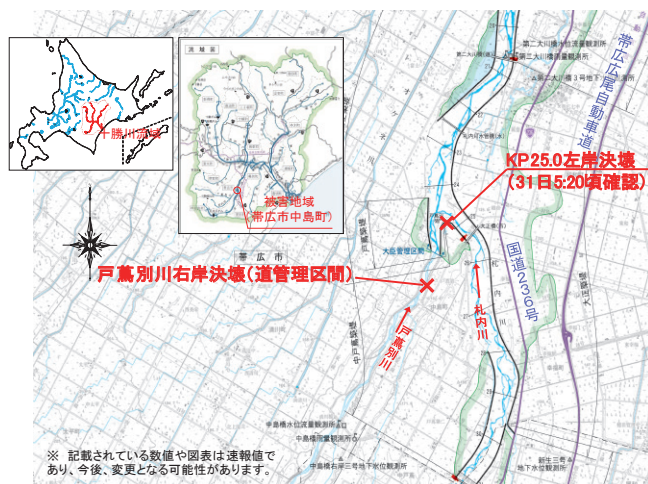


図-6 札内川の被災状況図



写-3 札内川の被災状況

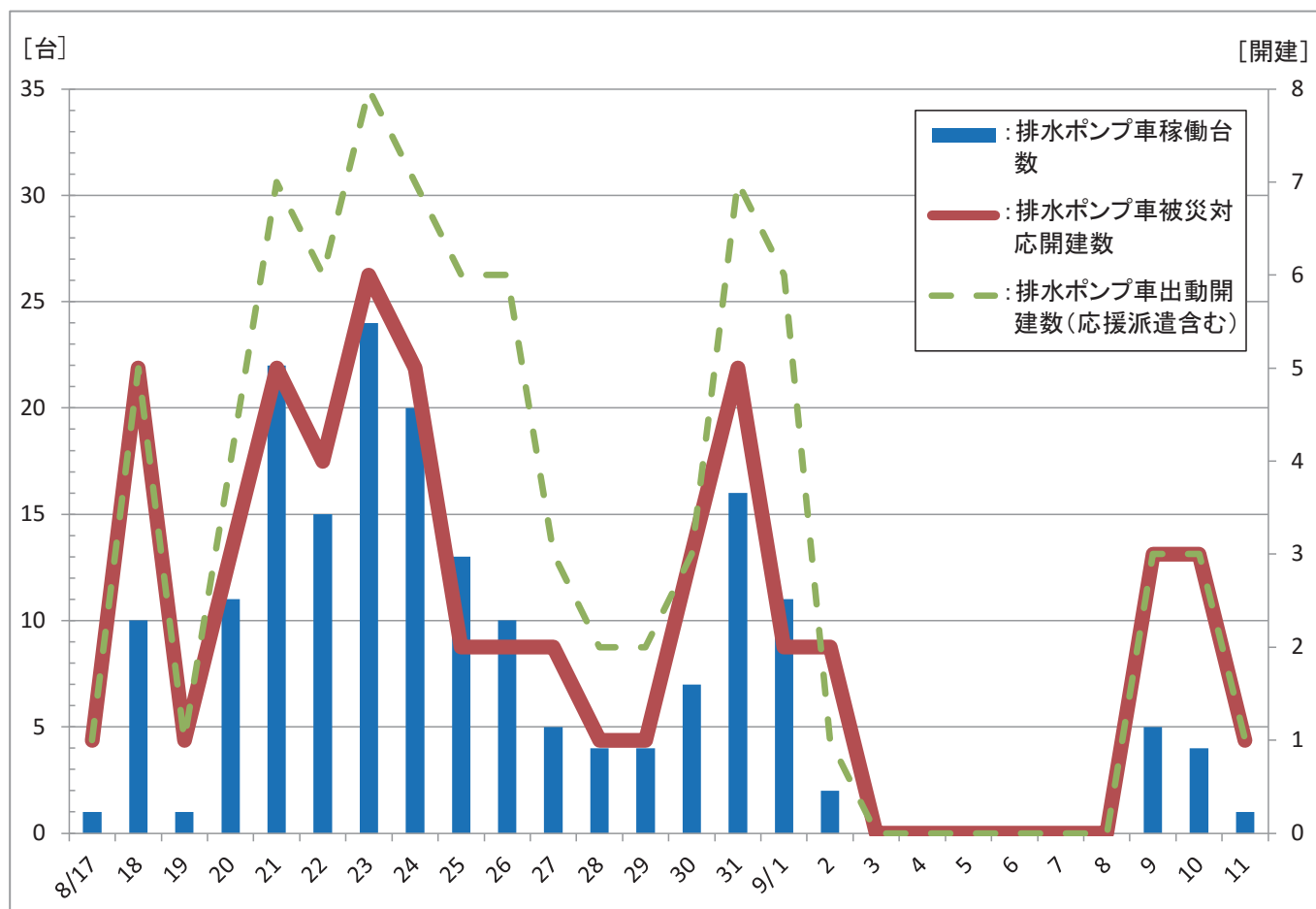
4. 排水ポンプ車による排水活動

今夏の大雨災害において、北海道開発局が保有する排水ポンプ車は、台風第7号が上陸した8月17日から台風第10号による出水への排水活動が終了した9月2日までの17日間、全道各地で稼働しました。また、9月9日には、台風第13号から変わった熱帯低気圧による大雨対応で3日間の稼働がありました。

これらの期間において、排水ポンプ車は、直轄管理区
間及び地方公共団体支援を含め延べ186台・日の排水作
業を行いました。(図-7)

(1) 台風第7号による排水活動

台風第7号による出水対応は、8月17日の道南地方の室蘭開発建設部管内から始まり、排水作業のピークとなった8月18日には、室蘭開発建設部を含めた5開発建設部の管内で合計10台の排水ポンプ車が稼働しました。



図ー 7 排水ポンプ車稼働数と出動開発建設部数

この災害による排水ポンプ車の活動は、全ての排水作業が終了した8月19日までの3日間において、延べ12台・日、延べ排水作業時間は約100時間、推定総排水量は約18万 m^3 となりました。

なお、この時の災害対策用機械の出動は、開発建設部を跨いだ広域応援派遣は行っておらず、被災地域の開発建設部配置の機械のみで対応可能でした。

(2) 8月20日から大雨による排水活動

台風第7号対応が終了した次の日である8月20日から大雨災害では、排水作業のピークとなった8月23日に旭川、網走をはじめ、最大6開発建設部の管内で作業を行い、排水ポンプ車を配置している8開発建設部の合計台数27台の内、24台が同じ日に稼働しました。また、8月20日から8月29日までの10日間における北海道開発局全体での排水ポンプ車の活動は、延べ128台・日、延べ排水作業時間は約2000時間、推定総排水量は約380万 m^3 （東京ドーム約3杯分）にもおよび、今夏の災害

では最大の排水量となりました。（写ー4、5、6）

なお、この災害において最も被害の大きかった網走開発建設部管内では、配置されている5台の排水ポンプ車のほか、札幌、旭川など5開発建設部から合計7台の排水ポンプ車が応援派遣されました。特に被害の大きかった常呂川の浸水区域には、最大8台の排水ポンプ車が投入され集中的な排水作業が行われました。



写ー 4 北見市常呂（常呂川）の排水作業



写－５ 名寄市での排水作業



写－７ 職員と作業員の排水作業打合せ状況



写－６ 下川町での排水作業



写－８ 音更町での排水作業

(３) 台風第 10 号による排水活動

８月 30 日 17 時半頃、岩手県大船渡市付近に上陸し、その後、北海道南西部の松前半島に接近した台風第 10 号の影響は、前線の影響と相まって北海道の太平洋側を中心に記録的な集中豪雨となり、上川地方南部の南富良野町を流れる空知川や十勝地方の札内川で堤防が決壊したほか、十勝地方を中心に大雨災害が発生しました。

この災害による排水作業は、８月 30 日から 9 月 2 日までの 4 日間において、被害の大きかった十勝地方で 8 箇所、北海道全体では 10 箇所での作業となりました。この間、14 台の排水ポンプ車が排水作業に従事し、延べ排水作業時間は約 370 時間、推定総排水量は約 70 万 m^3 となりました。(写－ 7、8、9)

なお、十勝地方を管轄する帯広開発建設部では配置されている 3 台の排水ポンプ車のほか、全道各地から 7 台の排水ポンプ車が応援に駆けつけて作業を行いました。が、応援派遣の移動に関して札幌と帯広を結ぶ国道や高速道路が被災して通行止めとなったため、大きく迂回しての移動を余儀なくされました。



写－ 9 幕別町での排水作業

5. 災害対策用機械以外の建設機械による支援活動

平成 28 年の大雨災害では、河川堤防決壊などにより市街地に土砂が流出する被害が発生してしまいました。この流出土砂の地方公共団体による撤去作業に対して、北海道開発局が保有する道路清掃用機械である路面清掃車、散水車、側溝清掃車の貸付支援を行いました。貸付期間は 14 日間となり、延べ 49 台・日が市道・町道などの道路清掃作業、及び道路排水設備清掃作業を行いました。(写－ 10、11、12)



写－10 芽室町の土砂流出状況



写－11 芽室町での路面清掃状況



写－12 芽室町での排水桝清掃状況

また、大雨による水質被害や浄水施設への被害が発生したため、地方公共団体からの要請を受け、散水車（給水装置付）を貸付支援し、住民への給水活動や浄水場への給水で使用しました。

給水支援は、上川地方の美瑛町、南富良野町や十勝地方の新得町、清水町など7市町に対して支援を行っており、合計で44日間、延べ76台・日の長期に及ぶ支援活動となりました。（写－13）



写－13 新得町での散水車による給水支援

6. おわりに

平成28年の北海道では、23年ぶりに直接台風が上陸、観測史上初めて年間3つの台風が北海道へ上陸するなど、記録づくめの悪天候により、甚大な被災を受けました。

その災害に対し、北海道開発局では出来る限り被災を軽減するように災害対策用機械等を稼働させたところです。

これらの活動において、北海道ほぼ全域での被災に対応した災害対策用機械の広域運用や、長期化した災害における職員・協定会社双方の人員体制確保など、検討すべき課題も見えたところですので、今後、この経験を活かしていきたいと考えています。

最後に、今夏の災害において、災害対策用機械の稼働に御尽力いただいた協定会社及び関係者の皆様にこの紙面をお借りして厚く御礼申し上げます。

耐水型立軸うず巻斜流ポンプ (PCH-VS 型)

1. はじめに

(株) 鶴見製作所

近年、異常気象による局所的集中豪雨が頻発し、甚大な浸水被害が発生しています。このような災害時では、ポンプ機場も浸水し、機能不全に至るケースも見られるようになってきました。このことから、ポンプ機場の耐水化は重要なテーマとなります。PCH-VS型ポンプは耐水型モータを搭載する事により、万が一ポンプが浸水した場合でも、ポンプの排水機能は喪失せず、運転を継続する事が可能です。

2. 特徴

耐水型モータを採用!!

まさかの浸水時でもポンプは問題なく運転できます。

冷却水を内蔵した内冷式を採用!!

揚水との接液部に熱交換器を設け、安定したモータの排熱を実現します。

ポンプとモータが一体構造!!

中間軸受は不要となり保守管理が容易になります。

プルアウト構造!!

配管をはずさずメンテナンスができます。



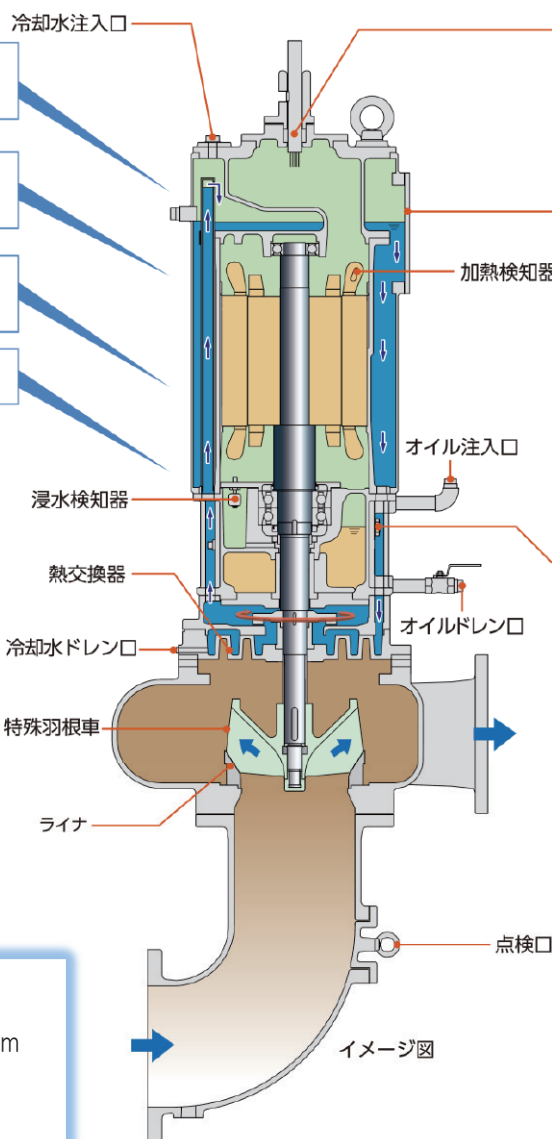
○標準製作範囲

口径: $\phi 200\text{mm} \sim \phi 400\text{mm}$

出力: 7.5kW ~ 250kW

○開発年

平成 24 年



水切構造

ケーブル接続部に止水構造と水切構造を採用し、さらに軸封部にも止水構造を採用する事で徹底した耐水対策をしています。

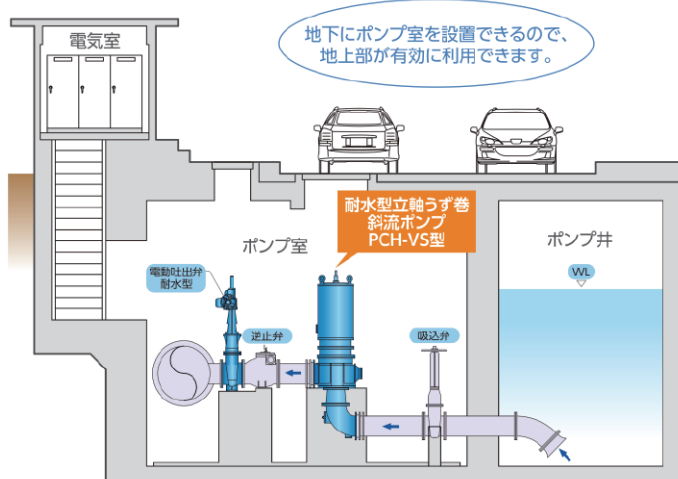
大型サイズの冷却水点検窓

冷却水の状態を常に目視できます。



オイルゲージ

潤滑オイルの量がひと目で確認。交換作業もポンプを据え付けた状態で簡単にできます。



全国のメンテ同志の皆様へ

クボタ機工(株) 小西 正英

枚方市（ひらかたし）の今

クボタ機工（株）の本拠（本社・工場）は大阪府枚方市にあります。大阪市と京都市のほぼ中間で、最寄駅は枚方市駅（京阪電車）。新大阪駅からでも、京都駅からでも、所要時間は約40分。いずれも必ず乗換えが必要で、ちょっと不便かもしれません。

枚方市は、昭和22年に府内12番目の市として誕生し、今年市制施行70周年を迎えます。この間、人口は4万人から40万人超まで10倍に増えました。宅地開発による転入者の急増が要因です。昭和48年の平均年齢はなんと28歳だったとか。今は平均45歳。ご他聞に漏れず高齢化まっしぐら。

とはいえ、若い力は素晴らしく、特に高校ラグビーは強い。先日の全国高校ラグビー大会では、枚方市にある東海大仰星高校が準優勝。惜しくも2連覇は成りませんでしたが、過去4回優勝の強豪校です。一時名を馳せた啓光学園（現在 常翔啓光学園）も枚方市にあり、枚方市は今もスポーツの盛んな市になっています。



京阪電車 枚方市駅

頑張れ 全国のメンテ同志

先日、自宅近くの道路で補修工事がありました。宅地前の路地から市道に出る所に側溝があり、グレーチングが敷かれていたのですが、グレーチングの両側にひどい段差が付き、でこぼこになっていたのです。これを直すほんとに局所的な小修繕作業です。養生含めて2日程度で作業は終わりました。ちょっとした工事とはいえ、私たち住民にとってはとてもありがたいことです。こんな小さな工事が全国至る所で多々実施されています。私た

ちが何気なく走る道路もこのような多くの維持管理業者・メンテマンに支えられているのだと改めて感じました。

クボタ機工（株）もポンプ施設の維持管理を主業務にしています。一般の方の目に入ることは少なく、とても地味な仕事ですが、住民の安心安全を確保するためにはすごく重要な仕事です。そんな我々の仕事が平成25年「メンテナンス元年」が叫ばれて以降、少しクローズアップされてきたことはうれしい限りです。

日本は自然災害大国です。毎年10個を超える台風が接近し数個が上陸。各地で猛威を振るいます。自然の力はものすごく、抗うことは容易ではありませんが、被害を最小限にとどめることはできるはずです。その思いで、我々メンテマンは五感を大事にしつつ、日々地道に働いています。

全国の維持管理業者の皆さん、そしてそこで働くメンテマンの皆さん、インフラを支えているのは我々です。胸を張って、日々の業務に邁進しましょう。『自然災害に 負けるな日本！ 頑張ろう 日本のメンテ同志！』



「富士山清掃」で環境保全

日本工営(株) おおさわ 大澤 ようすけ 陽介

【御挨拶・会社概要】

当社、日本工営(株)は、(一社)河川ポンプ施設技術協会の目的に賛同し事業の推進に寄与いたしたく、本年度より入会させて頂きました。

さて、入会したばかりですので、当社について簡単に紹介させて頂きます。1946年6月に新興電業(株)として設立し、国内外のコンサルティング事業や電力エンジニアリング事業を中心に事業を展開し、創立70年の会社であります。主な会社概要(2016年6月時点)は下記のとおりです。

- ☆従業員 : 4,336人(グループ連結)
- ☆年間プロジェクト : 4,500件以上
- ☆技術士 : 1,466人
- ☆海外実績 : 156ヶ国
- ☆海外事務所 : 10箇所
- ☆海外グループ会社 : 11社



本社(九段オフィス)



回収したごみは、約760kg!

【富士山清掃】

当社の電力事業本部では、環境保全活動の一環として、今年で10回目となる「富士山清掃」(過去、不法投棄ごみの回収、外来植物の刈取り等を実施)をNPO法人富士山クラブの指導のもと、年に1回、実施しております。

今年度は、あいにくの雨模様の天候でしたが、不法投棄されたゴミの回収作業を行いました。現場は山道わきの急斜面で、足元の悪い中チームワーク良く、古タイヤ、金属類、ガラス瓶、可燃物などを回収、分別しました。清掃活動中は雨が小降りになりましたが、それでも斜面ですべったり、回収作業に熱心なあまり作業着を派手に汚す人が続出しました。今回の回収ごみ(古タイヤ、金属類等)の重量は約760kgとなりました。

- 実施日 : 平成28年7月22日(金)
- 清掃場所 : 山梨県南都留郡忍野村



足元が悪いなか、がんばりました!



参加人数 93名

■■ 誠意を持ってことにあたり、技術を軸に社会に貢献する。■■

※日本工営グループ経営理念

第 18 回 研究発表会開催報告

(一社) 河川ポンプ施設技術協会 広報研修委員会

当協会では揚排水機場等の河川ポンプ施設の技術向上と普及のため、関係技術者による技術的課題の紹介や開発成果発表を行う研究発表会を定期的に開催しています。

今年は18回目に当たり、平成28年11月15日に東京都の一橋講堂で開催しました。当日は会員等民間の関係技術者のほか国県の行政関係者等、約80名の参加があり、熱心に聴講されていました。

今回の発表会では、近年の維持管理、危機管理に関する重要性の高まりを踏まえ、河川ポンプ施設の今後の維持管理の方向性や技術開発の取組等に関する講演・発表を計画いたしました。

渡部理事長の開会挨拶に続き、基調講演として横浜国立大学亀本喬司名誉教授から、これからの維持管理の課題やドイツにおけるポンプ運転・維持管理の高度化の取り組み事例、設備の故障予兆の検知や余寿命評価等を高信頼度で実現するIoTを導入した運転・維持管理システムの提言などについてご講演をいただきました。

続いて、会員3社から、立軸ポンプの維持管理性向上の工夫や災害等の浸水時にもポンプ運転を可能とする技術、現場の水中ポンプ運転上の課題への対応につい

ての技術発表がありました。

最後に、国土交通省より機械設備関連の技術基準等の動向として、社会的背景と揚排水ポンプ設備技術基準及び河川ポンプ設備点検・整備・更新マニュアル（案）の一部改定、河川ポンプ設備点検・整備標準要領の策定等の趣旨についてご講演をいただきました。

なお、今回の研究発表会は継続学習制度の学習プログラムの認定・登録を受け、継続学習制度を利用している参加者に受講証明を発行しました。



第 18 回 研究発表会 プログラム

テ ー マ	発 表 者（敬称略）
【基調講演】 「次世代の河川ポンプ運転・管理システムへの期待 ～IoT 時代へのチャレンジ～」	横浜国立大学名誉教授 亀 本 喬 司
【技術発表】 「楽々点検ポンプによる維持管理性の向上」	株式会社 荏原製作所 風水力機械カンパニー 社会システム計画・開発統括部 仙洞田 真 二
【技術発表】 「耐水モーター体型ポンプの開発」	株式会社 西島製作所 プラントエンジニアリング本部 公共統括部 公共統括課 池 田 楠 生
【技術発表】 「横軸水中ポンプのチャタリング低減手法の開発と実証実験」	株式会社 石垣 ポンプ・ジェット事業部 技術本部設計部水力設計課 渡 邊 典 明
【特別講演】 「機械設備技術基準等の動向」	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 国 頭 正 信

平成 28 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28年度は、6月に国土交通省中国地方整備局鳥取河川国道事務所、12月に国土交通省東北地方整備局北上川下流河川事務所および北海道開発局留萌開発建設部のご協力を得て、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. 中国地方整備局鳥取河川国道事務所 狐川排水機場 実施概要

(1) 開催日：平成28年6月2日（木）

(2) 場 所：鳥取県鳥取市 狐川排水機場

(3) 参加者

国土交通省中国地方整備局管内職員	15名
鳥取県職員	10名
鳥取市職員	7名
(運転操作委託先の鳥取市事業公社職員5名含む)	
製作メーカー及び点検業者	7名
河川ポンプ施設技術協会	2名

(4) 講習内容

講習会は、国土交通省中国地方整備局管内職員と鳥取県及び鳥取市の職員さらに鳥取市が運転操作を委託している公益財団法人鳥取市環境事業公社の職員などを対象に、河川ポンプ設備構成機器の理解度向上、通常排水運転操作の方法、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。

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】

- ・「河川ポンプ設備の構成」の説明
- ・「ポンプ操作技術向上講習会テキスト」の解説
- ・「河川ポンプ設備の維持管理と長寿命化」の説明

【実地】

- ・事例1：運転支援装置からの通常排水運転操作
- ・事例2：主ポンプ始動渋滞（満水にならない場合）の対応
- ・事例3：吐出弁異常時の対応（手動による開閉操作）
- ・事例4：機関始動渋滞（空気槽圧力不足）時の対応
- ・事例5：機関停止渋滞時の対応



写 2 - 1 運転支援装置からの通常排水運転操作



写 2 - 2 吐出弁異常時の対応（手動による開閉操作）

3. 東北地方整備局 北上川下流河川事務所 実施概要

- (1) 開催日：平成28年12月6日（火）
- (2) 場 所：宮城県石巻市 河北総合センター
- (3) 参加者

北上川下流河川事務所管内職員	2名
北上川下流管内排水機場操作員	11名
大崎市、東松島市、石巻市職員	6名
(操作点検業務委託先)	
ポンプ、駆動機製作メーカー	3名
河川ポンプ施設技術協会	1名

(4) 講習内容

講習会は、国土交通省東北地方整備局北上川下流河川事務所管内の運転操作員、点検業務を委託している関係自治体職員を対象に、河川ポンプ設備の維持管理のポイント、故障時の緊急対応能力向上による排水機場の機能維持を目的とした内容としました。

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】

- ・「ポンプ操作技術向上講習会テキスト」の解説
- ・「排水機場ポンプ駆動用ディーゼル機関 点検のポイント」の解説



写3-1 テキストおよび資料を利用した講座

4. 北海道開発局留萌開発建設部 高砂排水機場 実施概要

- (1) 開催日：平成28年12月9日（金）
- (2) 場 所：北海道留萌市 高砂排水機場
- (3) 参加者

北海道開発局管内職員	16名
土木研究所寒地土木研究所職員	1名
留萌開発建設部管内排水機場操作員	2名
北海道庁職員、留萌市職員	6名
製作メーカー	2名

河川ポンプ施設技術協会

2名

(4) 講習内容

講習会は、国土交通省北海道開発局管内職員、土木研究所職員、北海道庁、留萌市職員および留萌開発建設部が運転操作を委託している運転操作員を対象に、ポンプ設備運転操作の方法、維持管理のポイント理解度向上による排水機場の機能維持を目的とした内容としました。

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】

- ・「高砂排水機場操作概要、点検時の留意点」の説明

【実地】

- ・事例1：機側操作盤からの運転操作方法の説明
- ・事例2：高砂排水機場点検時の留意点の説明



写4-1 資料を利用した講座



写4-2 排水機場点検時の留意点の説明

5. おわりに

当協会では、今後も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。

オランダにおける排水ポンプ施設等の 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、施設の維持管理・老朽化対策、運転操作・維持管理に携わる人材の育成・確保対策が喫緊の課題となっている。

これらの対策検討の参考とするため、治水分野で先進的な取組を進めるオランダ王国を訪問し、ポンプメーカー、排水ポンプ場等で意見交換、現地調査を行ったので、その概要を報告する。

2. フローサーブ社訪問

(1) フローサーブ社の概要

米国に本社があり、世界で18000人の従業員が働く。65か所の工場及び195か所のアフターセンターを持つ流体制御機器メーカーである。今回はオランダのエトナール工場を訪問した。

(2) 維持管理への対応状況

- 納入設備の維持管理については、自社プログラムにより管理している。
- 基本的には部品在庫は持っていない。
- 450の顧客に納入したポンプのデータを管理しており、データは顧客とフローサーブ社で共有している。
- 施設管理者には、ポンプ設備を長年使用していくため、点検を毎日・毎月実施し、視覚・音・臭い等に気を付けるようアドバイスしている。

(3) ライフサイクルコスト評価による性能アップ対応

- 顧客から既設ポンプの性能アップについて問い合わせがあった場合、設備更新か現状性能のグレードアップかという選択については、データに基づくライフサイクルコスト評価により提案している。
- ライフサイクルコストの算出は、Europump及びHydraulic Instituteが共同で作成したテキスト「PUMP LIFE CYCLE COSTS: A GUIDE TO LCC



写－1 フローサーブ社での意見交換

ANALYSIS FOR PUMPING SYSTEMS (ISBN : 1-880952-58-0) 2001年出版」に基づいている。

3. カイザースフィアポンプ場訪問

(1) カイザースフィアポンプ場の概要

ブラバントデルタ水管理委員会が管理するカイザースフィアポンプ場は、ベルギー国境からの30kmの流域の排水を行っている。1983年に建設、2008年に更新され、総排水量550m³/minの排水機場である。

〔主ポンプ仕様〕

立軸渦巻斜流ポンプ(ディーゼル機関駆動438kW×1800min⁻¹)×1台

立軸渦巻斜流ポンプ(電動機駆動400kW×742min⁻¹)×2台

電力は、常時は商用受電、停電時は自家発電機×1台での供給であり、さらに建屋には外部電源の繋ぎ込み端子も設置している。



写－２ カイザースフィアポンプ場 断面図

（２）運転操作状況

- 排水施設の能力は24時間で流域の水位を15mm低下させる能力となっている。（国内基準による）
- ポンプ場の設置高は海拔－2mで、流入河川は、30kmの延長に対して標高差28mと勾配が小さい。
- 20000haの流域内では、350か所で水位を監視しており、水位により排水の運転停止を自動で行っている。
- 遠方からの操作が可能で、運転操作員の自宅のコンピュータにより操作が可能である。
- 基本的には無人であり、巡回員が他の施設も含め1日15分程度で巡回点検している。運転等の情報は、携帯電話にテキストメッセージが届くようになっている。



写－３ 主ポンプ駆動設備設置状況

（３）維持管理状況

- 管理運転は、機側手動操作により1回2時間実排水運転を行っている。
- 機器の点検項目は実施時期・回数も決められており、予め管理システムの中に設定されている。
- ディーゼル機関駆動の自家発電機は、月1回実負荷で機能テストを実施している。

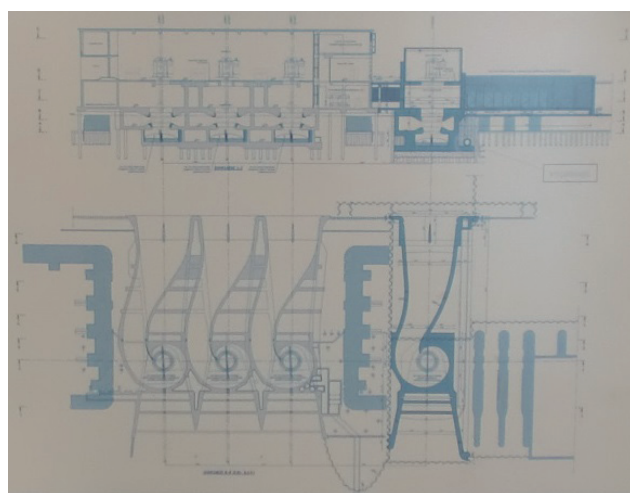
４．カトウェイクポンプ場訪問

（１）カトウェイクポンプ場の概要

ラインラント水管理委員会が管理するカトウェイクポンプ場は、ライン川河口部で北海に面して設置されている。堆砂のため現在自然排水はなく、本ポンプ場で水位をコントロールしている。1880年に設置され、1954年に設備更新、2011年に増量改造され、総排水量 $94\text{m}^3/\text{s}$ の排水機場である。

〔主ポンプ仕様〕

立軸渦巻斜流ポンプ（電動機駆動900kWインバータ駆動）×4台



写－４ カトウェイクポンプ場 平断面図

そのほか、非常用自家発電機（ディーゼル機関駆動1000kVA）×4台が屋外に設置されている。

増量改造工事は、工事期間中も主ポンプ3台を常時運転する必要があるため、最初に既設ポンプ場の隣に主ポンプ1台を増設した。その後、既設主ポンプ3台を1台ずつ増量改造した。オランダの降雨は日本に比べ少ないため、工事期間に制約はなかった。



写－５ 改造工事状況

（２）運転操作状況

- 夏に２台、冬は３台運転している。年間1200～1500時間運転している。１台あたり年600時間程度である。
- １回の運転時間は、２～３時間から２～３日間である。
- 操作は、ラインラント水管理委員会本部（ライデン）にある端末で行っている。
- 海面上昇のため、今後、水位は50年間で20cm上昇し、2100年には80cm上昇すると予想している。



写－６ 主ポンプ駆動設備設置状況

（３）維持管理状況

- 点検は、振動測定を４か月に１回、１～２台のポンプで実施している。また、非常用自家発電機は、月に１回無負荷運転、年に１回全体点検を実施している。
- 機場全体の点検は年１回、メーカ（フローサーブ社）に発注し実施している。
- 増量改造工事前は２～３人で点検を実施していたが、工事完成後は、基本的に無人であり、操作員が他の施設も含め巡回点検している。
- 部品の交換は予防保全を適用している。
- 予備品のストックは、ポンプのクーリングシステムについてのみスペアパーツを保管している。ベアリング等はストックしていない。
- 水管理委員会では、メンテナンス費として年間30万ユーロ～40万ユーロを確保できている。そのため、部品の交換は、事前に策定した計画通り実施されている。

（４）技術者の高齢化対策

- 若い人はやりたがらないため、学校に出向き、水管理委員会についてPRを行っている。
- 技術職員は、高校卒業後、テクニカル専門学校を経て資格を取得することができる。
- 若年の維持管理者に対しては、OJT教育を行っている。



写－７ カトウェイクポンプ場での記念撮影

５．クルキウス博物館（蒸気ポンプ場）訪問

（１）クルキウス博物館の概要

オランダスキポール国際空港周辺は、元々ハーレマー湖の干拓地である。この干拓のため設置された内水排除施設の一つがクルキウス蒸気ポンプ場である。

現在は、蒸気設備はないが、博物館として、油圧で設置当初の容積式のポンプを動かし当時の様子を知ることができる施設となっている。

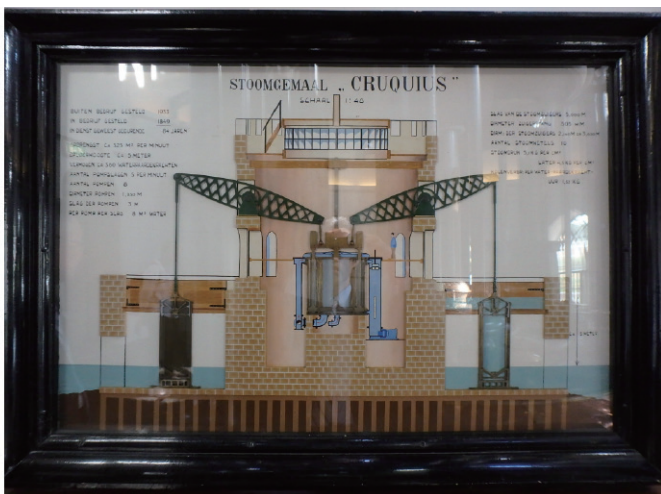


写－８ クルキウス博物館 外観

(2) ハーレマー湖の干拓の歴史

1838年、当時の国王ウィレム一世は、従来の風車利用ではなく、最新技術である蒸気を使用してハーレマー湖の水を排水し、干拓することを決定した。3か所のポンプ場が設置され、8億 m^3 の水を排水し1万8300haの土地を干拓した。

蒸気機関は当時の革新的な技術であり、クルキウス蒸気ポンプ場の容積式ポンプは揚程3mで、1分間に320 m^3 の排水能力を発揮した。オランダにおける先進的な技術活用の歴史の一端である。



写－9 容積式ポンプ 概略図

6. マエスラント可動堰訪問

(1) マエスラント可動堰の概要

北海からの浸水を防ぐため、「デルタ計画」により1997年に完成した超大型のセクターゲートである。マース川河口部で、ロッテルダム港への航路を確保しつつ高潮による浸水被害を防ぐ。

オランダでは1953年の高潮による大洪水を契機として「デルタ計画」が策定され、ライン川、マース川、スヘルデ川の河口部のデルタ地帯を守る大規模な治水構造物が建設されている。マエスラント可動堰の竣工により同計画は完成している。

この堰は、水をせき止める扉体、扉体を支えるアーム、アームからの力を基礎へ伝えるボールジョイントの3パーツで構成されている。



写－10 マエスラント可動堰（全閉時）

（オランダ大使館ホームページより）

〔ゲート仕様〕

水路幅360m

水門扉体延長210m×2基、扉高22m

鋼材重量 1基あたり約15000 t

閉動作時間2.5時間、開動作時間2時間

ゲート開閉動作は扉体を水に浮かせた状態で行う。閉動作時には扉体に水を入れ沈めることで水路を締め切る。開動作時には扉体内の30台のポンプで排水を行い、扉体を再度浮かせて動作させる。

(2) 維持管理状況

ボールジョイント部は、 $\phi 300\text{mm}$ の樹脂製ブッシュ450個を球面状に配置し水圧荷重を支える巨大な軸受である。堰が5回開閉運転した後にブッシュを全数交換している。ボールジョイントを持ち上げて隙間をつくることで、容易にブッシュの交換が可能な構造となっている。

世界に類のない大規模なセクターゲートであるが、維持管理を十分考慮した上で新しい技術を活用し、防災施設として実用化していることがわかった。



写－11 軸受部模型（樹脂製ブッシュ）

7. 施設の社会との連携

排水機場内には、近隣地域向けの説明パネル等があり、教育設備が充実していた。カイザーズフィアポンプ場では、ポンプ室内に映像によりポンプ場の役割等を学習できるスペースやポンプ場の説明用のパネルやモデルが設けられていた。近隣地域の子供達は8才から12才までの間に必ず一度はこの排水機場を訪れ、ポンプ場の役割や施設の仕組みを学習し、排水事業に対しての理解を深めている。



写－12 ポンプ室内の学習スペース

また、排水機場周辺には、住居区域が隣接しており、環境整備がなされていた。カトウェイクポンプ場の建屋は景観にマッチするデザインとなっており、建屋のすぐ横を一般道が通る配置となっていた。一般の通行者が、建屋の広い窓から内部の設備を眺めながら通行できるなど、地域に開かれた施設であると感じられた。



写－13 ポンプ場建屋外観

マエスラント可動堰には、子供たちをはじめとする見学者のために、堰の役割、構造ばかりでなく、オランダの国土の成り立ちや治水の必要性など、この堰が必要とされる背景に至るまで分かり易く体験できる社会教育施設が併設されていた。充実したプレゼンテーションやパネル展示、体験学習施設等が設けられるとともに、十分な知識を有する説明員が配置されていた。



写－14 教育用パネル

8. おわりに

今回の調査によりオランダにおけるポンプメーカーやポンプ場の現場における維持管理への取組状況や社会への関わりについて知ることができた。今後の日本における維持管理の検討に大いに参考となるものと考えている。

調査に際し、快くご協力を頂いたオランダ水パートナーシップ、フローサーブ社、ブラバントデルタ水管理委員会、ラインラント水管理委員会をはじめ、多くの関係者の方々に深くお礼を申し上げます。

資格 制度

平成 28 年度ポンプ施設管理技術者 資格試験結果と 平成 29 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 28 年度ポンプ施設管理技術者資格試験結果について

第18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28年10月30日（日）に全国6会場で開催され、1級133名、2級136名が受験し、1級76名、2級65名、合計141名が合格されました。平成11年度からの合格者は1級5,620名、2級2,392名、合計8,012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 29 年度実施概要

平成29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 29 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29年 5月25日（木）
仙台	平成29年 5月18日（木）
東京	平成29年 5月30日（火）
新潟	平成29年 5月19日（金）
名古屋	平成29年 5月26日（金）
大阪	平成29年 5月17日（水）
広島	平成29年 5月23日（火）
高松	平成29年 5月24日（水）
福岡	平成29年 5月31日（水）

(2) 平成 29 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29年 6月下旬
②受験の申込期間	平成29年 7月 3日（月） ～ 8月31日（木）
③試験の実施日	平成29年10月29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30年 1月15日（月）
⑥資格登録受付期間	平成30年 1月15日（月） ～ 1月31日（水）
⑦資格者証の交付	平成30年 3月15日（木）

* 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。

河川ポンプ設備点検・整備実務要領

〔河川ポンプ設備点検・整備標準要領（案）準拠〕

本書を2017年2月に発刊いたしましたので、ご案内いたします。

発刊の主旨

国土交通省において「河川ポンプ設備点検・整備標準要領（案）」が平成28年3月に定められ、ホームページで公表されました。その概要は以下のとおりです。（詳しくは「ぼんぷ No.56」の技術報文に掲載）

- 点検・整備実施体制として設備特性を考慮した履行、不具合対応、点検・整備管理技術者、運転操作員の役割と能力、予備品・工具・資料等の準備、安全対策を規定
- 標準的な点検・整備チェックシート（排水ポンプ設備、揚水ポンプ設備共通）を添付し、記載項目、結果判定、計測記録項目等を規定

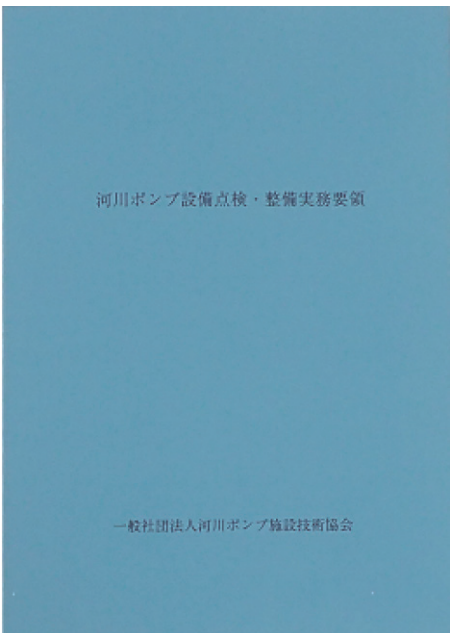
- 状態監視保全の留意事項として計測項目、計測条件・時期、傾向管理方法等を示すとともに、状態監視項目の計測方法及び管理基準値の例を添付
- 吐出樋門ゲート等のゲート設備の点検は、同時に定められた「河川用ゲート点検・整備標準要領」を適用

本書は、点検・整備業務を上記要領（案）に基づいて実施する際の具体的方法や留意事項を解説したものです。本書の編集に当たっては、河川ポンプ設備点検・整備実務要領検討委員会において既刊の「揚排水機場設備点検・整備実務要領」（平成14年）を上記標準要領と整合するよう全面的に見直しを行っています。

なお、本書には「河川ポンプ設備点検・整備標準要領」及び同添付資料の「点検・整備チェックシート」を参考資料として掲載しています。

本書の構成

1. 共通事項	3.2 主ポンプ設備
1.1 目的と適用範囲	3.3 主ポンプ駆動設備
1.2 点検・整備の基本方針	3.4 系統機器設備
1.3 点検・整備の概要	3.5 電源設備
1.4 点検・整備実施に当たっての一般事項	3.6 除塵設備
	3.7 付属設備
2. 機場全般の点検	4. 参考資料
2.1 運転前点検	4.1 関係基準類及び関係法令
2.2 運転中点検	4.2 定期整備内容
2.3 運転後点検	4.3 河川ポンプ設備点検・整備標準要領（案）
2.4 臨時点検	（本文及び添付資料）
3. 装置別の点検・整備	
3.1 監視操作制御設備	



A4版 約450頁
定価 9,000円（消費税込、送料別）

委員長 徳永 正人 (株)西島製作所

委員 少前 英樹 (株)石垣
 〃 今井 昌法 (株)荏原製作所
 〃 大辻 功光 (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
 〃 丹野 良祐 (株)日立製作所
 〃 迎 大輔 (株)ミゾタ

編集後記

今年度は年度当初から自然災害の発生等々、人間の無力さを痛感させられた一年でした。災害に見舞われるたびに、減災、防災を担う施設のありかたを改めて考えさせられます。特に河川ポンプ施設においては、非常時のいざという時に確実に運転できることが求められており、その時のための日頃の管理や操作訓練等、関係する方々のひたむきな努力に感謝するばかりです。

今回の「ぽんぷ 57 号」は、前号で特集した河川ポンプ施設の維持管理の重要性に加え、今後の施設運営に対する更なる維持管理体制のありかた等について特集いたしました。

巻頭言の「河川ポンプ施設・排水ポンプ車の持続的な活用に向けて」をはじめ、技術報文、工事施工レポートにて、河川ポンプ施設の運用の持続性、体

制の改善、活用の効率化に向けた取り組み等、多岐にわたり情報をご提供いただきました。また、機場めぐり、ニュース&トピックスにおいては、新たな事業の採用事例及び災害対応活動事例について情報をご提供いただきました。

その他、当協会の活動報告や会員各社からの新製品・新技術紹介等を掲載いたしております。

世界情勢もめまぐるしく変化するなかで、河川ポンプ施設のありかたも時代に沿った運用、維持管理について、様々な観点からの取り組みが求められてくるのではないのでしょうか。

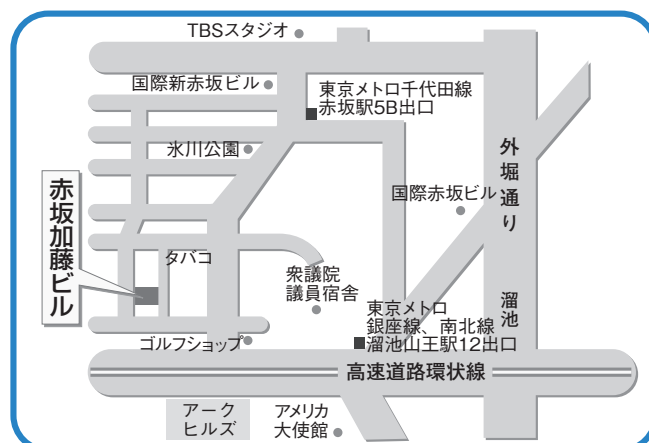
最後になりましたが、ご多忙中にもかかわらず執筆いただきました皆様に厚く御礼申し上げます。

(広報研修委員会)

「ぽんぷ」 No.57

平成 29 年 3 月 27 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>



水害から都市を守る

ポンプの
雨水排水ポンプ
エバラ

集中豪雨や台風発生時に起こりうる、床上浸水や道路冠水などの水害。
そこで活躍しているのが、エバラの雨水排水ポンプ。
周辺地域の人々の暮らしを水害から守っています。



世界最大級の「首都圏外郭放水路」

アスファルトが土壌を覆い、水が浸透しづらい環境の首都圏。豪雨で中小河川の水位が上昇し洪水が発生する都市型水害を防ぐため、地下に巨大な水路を作ったのが世界最大級の「首都圏外郭放水路」。エバラのポンプ50m³/s×4台が活躍しています。



世界最大級の排水ポンプ設備

世界トップレベルの製品を実現する設備



富津工場

大量の排水を求められる排水機場に納入されている大型ポンプの数々。世界トップレベルの製品開発力と設計・製造能力を有する富津工場で、徹底的に無駄を省き、効率的に生産しています。



株式会社 荏原製作所

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

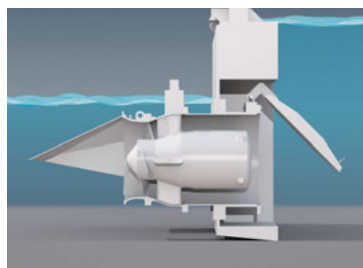
新型ポンプゲート FLOOD BUSTER

フラッドバスター

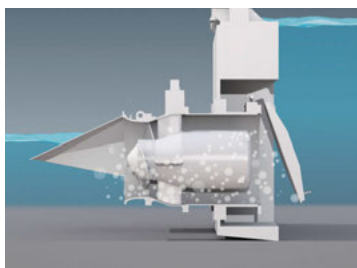
水位を問わず運転可能な全速全水位運転を実現

機能性

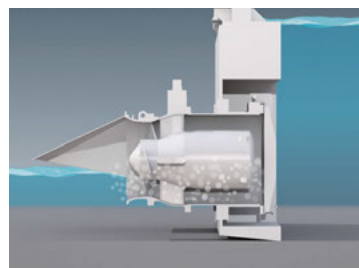
3つの運転モードをポンプ本体が切り替えるため、インバーターや付随する電気機器が不要になりました。



全量排水運転モード



気水混合運転モード



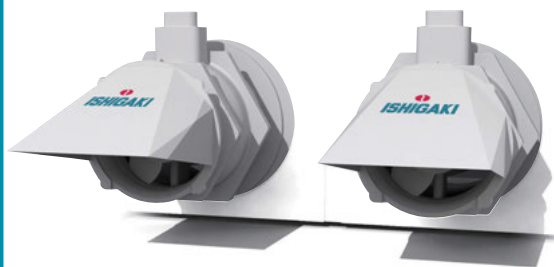
アイドリングモード

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

ポンプ本体が運転モードを切り替えるため、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。



株式会社 石 垣
本 社／東京都中央区京橋 1-1-1（八重洲ダイビル）TEL.03-3274-3511
<http://www.ishigaki.co.jp/>

耐水モータ 一体型ポンプ

ポンプと耐水モータの一体化で万一の浸水にも万全、
設備も簡素化でき、維持管理費を削減

従来のポンプ場では、グラウンドレベル(GL)より高い位置に設置することで電動機の水没を避けています。そのためには、電動機架台や中間軸などの機器も必要になります。

耐水モータ一体型ポンプは、モータとポンプを水密化しているのです。集中豪雨などでポンプ室が万一浸水してもポンプは問題なく運転可能であり、耐震性にも優れています。さらに、ポンプ室に機器を集約できるため、設備の簡素化、維持管理費削減の効果があります。

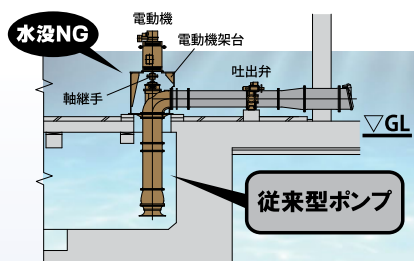
ポンプと耐水モータを一体とした水密構造

水没しても運転可能！ 設備を簡素化！ 芯出し不要で維持管理が容易！

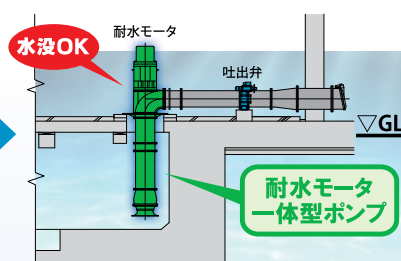
<立軸斜流型のポンプ場比較>

一床式の例 (ポンプと電動機が地上階に設置)

従来型のポンプ場



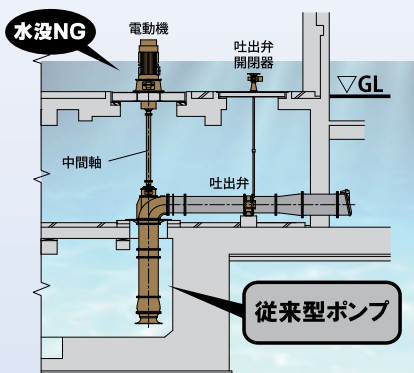
耐水モータ一体型のポンプ場



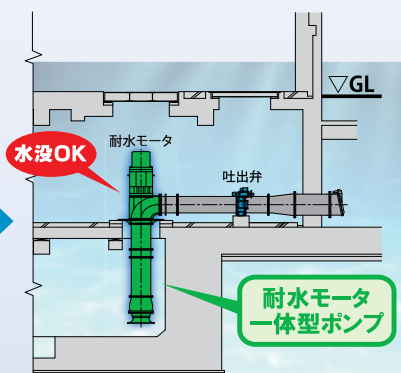
※吐出弁駆動部には防浸形を採用

二床式の例 (地下にポンプが設置)

従来型のポンプ場



耐水モータ一体型のポンプ場



※吐出弁駆動部には防浸形を採用



立軸 (斜流/軸流) ポンプ

株式会社 西島製作所

URL <http://www.torishima.co.jp>

本社/大阪府高槻市宮田町一丁目1番8号
TEL (072) 695-0551(大代) FAX (072) 693-1288

<支社> 東京/TEL (03) 5437-0820(代) 札幌/TEL (011) 241-8911(代) 仙台/TEL (022) 223-3971(代) 名古屋/TEL (052) 221-9521(代)
<支店> 大阪/TEL (06) 6392-0400(代) 札幌/TEL (011) 241-8911(代) 仙台/TEL (022) 223-3971(代) 名古屋/TEL (052) 221-9521(代)
高松/TEL (087) 822-2001(代) 広島/TEL (082) 263-8222(代) 福岡/TEL (092) 771-1381(代)

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

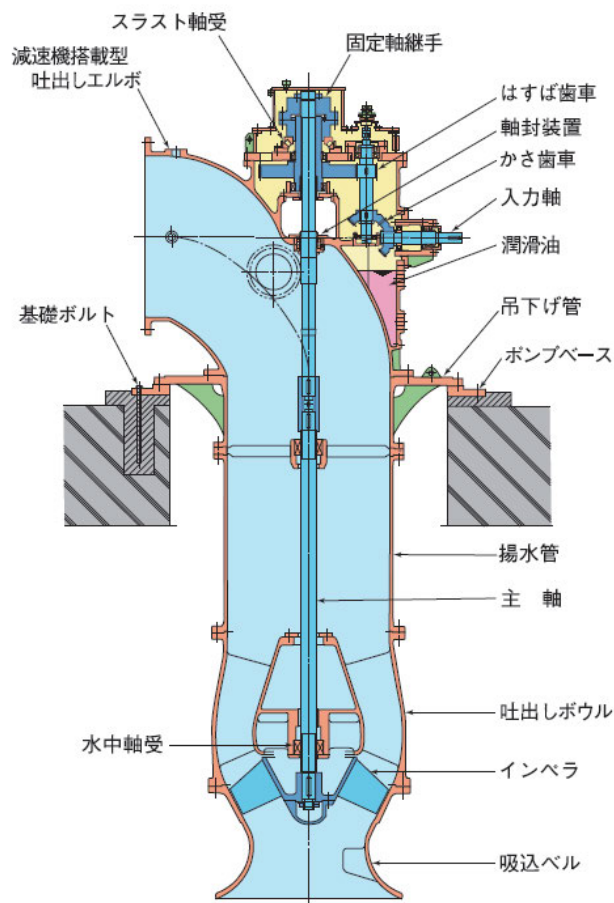
- 下水道用：雨水排水、汚水送水
- 上水道用：取水、配水
- 農業用：湛水防除、かんがい揚水
- 工業用：排水、取水、配水

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

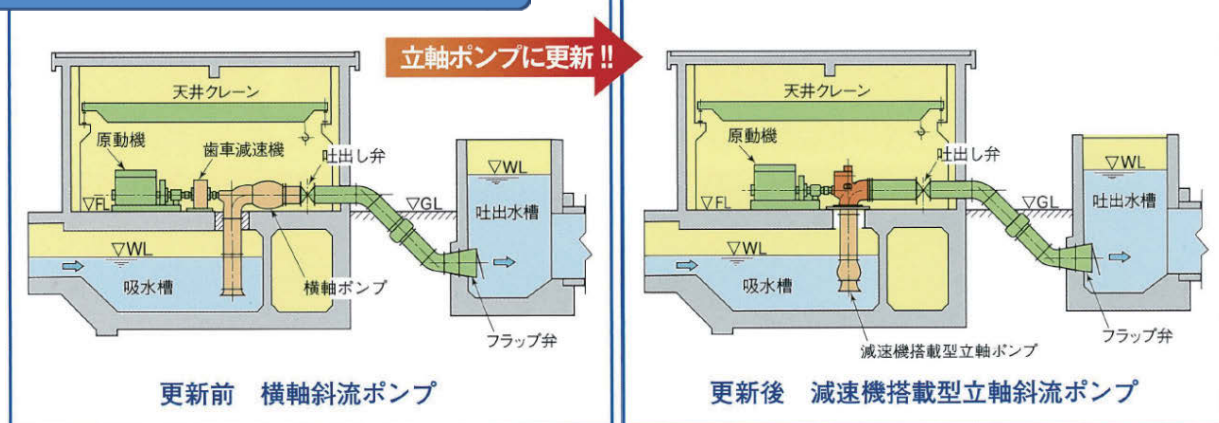
バリエーション

- 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

直撃雷を抑止します

直撃雷被害報告
ゼロ*1

重要施設・機器
の保全

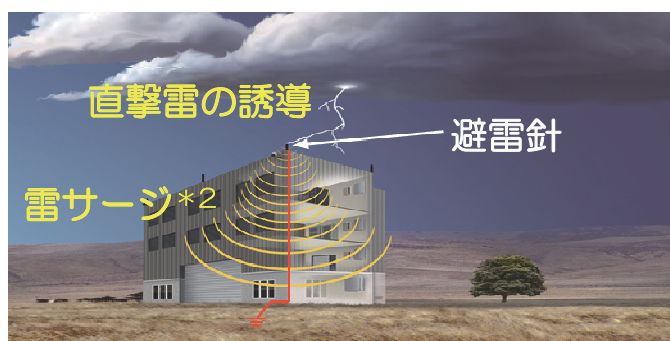
電力不要

*1 2014年3月現在（日本国内で270サイト設置）

避雷針と新防雷システム

避雷針

避雷針は、直撃雷の誘導で建物を守りますが、電子機器は守りきれません。



*2 雷の影響により発生する異常高電圧、異常大電流

新防雷システム

新防雷システムは、直撃雷の抑止で建物と電子機器を守ります。

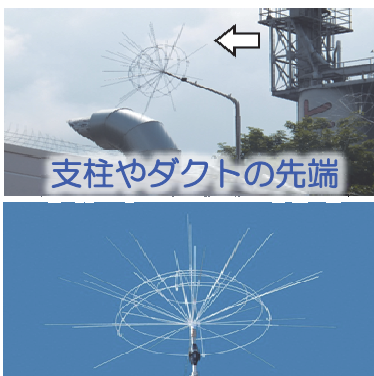


設置例

上向き放電が起こりやすい建物や支柱の先端に、イオナイザ*3を設置します。



放散ワイヤ



ポールイオナイザ



傘型イオナイザ

*3 上向き放電を抑制する新防雷システムの主要機器

導入にあたり

- 1) 近隣に落雷して発生する誘導雷には、SPDによる対策が必要です。
- 2) SPDを用いた誘導雷から機器を防護するシステムもご提供します。

※SPD: Surge Protective Device（避雷器）

●「Dissipation Array」および「Chem-Rod」は、米国LEC社(Lightning Eliminators & Consultants, Inc.)の日本における登録商標です。本システムは、米国LEC社で開発され、1971年から稼働しています。全世界で納入実績は4,000サイト以上です。(2014年3月現在) 当社は、使用許諾を受けて開発・製造しています。

⚠ 安全上のご注意 ご使用の前に取扱説明書をよくお読みのうえ、正しくお使いください。

◎ 株式会社 日立製作所 インフラシステム社

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

土浦事業所

〒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

関東 : (03) 3258-1111

中部 : (052) 243-3111

関西 : (06) 4796-4111

中国 : (082) 541-4111

東北 : (022) 223-0121

横浜 : (045) 650-8500

北陸 : (076) 433-8511

四国 : (087) 831-2111

九州 : (092) 852-1111

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

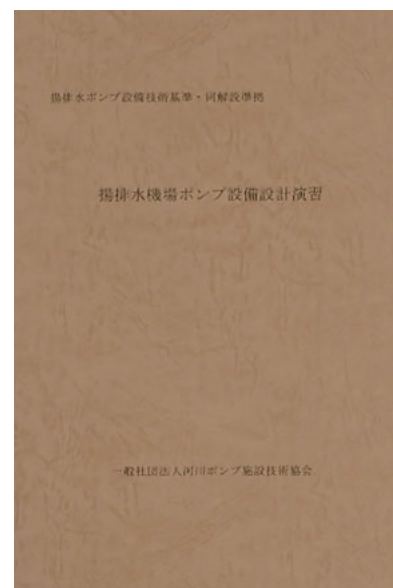
演習Ⅵ 除塵設備

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

〒104-0031 東京都中央区京橋1-1-1
☎03-3274-3515

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

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 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 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 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 荏原電産

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

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

クボタ機工 株式会社

〒103-0021 東京都中央区日本橋本石町3-3-10
☎03-3245-3141

富士電機 株式会社

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

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

豊国工業 株式会社

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

ダイハツディーゼル 株式会社

〒103-0027 東京都中央区日本橋1-16-11
☎03-3279-0828

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 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 ミゾタ

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

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

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
☎03-5822-2687

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

ヤンマーエネルギーシステム 株式会社

〒104-0028 東京都中央区八重洲2-1-1
☎03-3517-5744

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

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

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



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>