

ぽんぷ

No.51

2014 MAR.

APS (一社) 河川ポンプ施設技術協会



春の寒河江川（山形県）

巻頭言

排水ポンプの活躍

技術報文

排水機場ポンプ設備の状態監視保全技術について

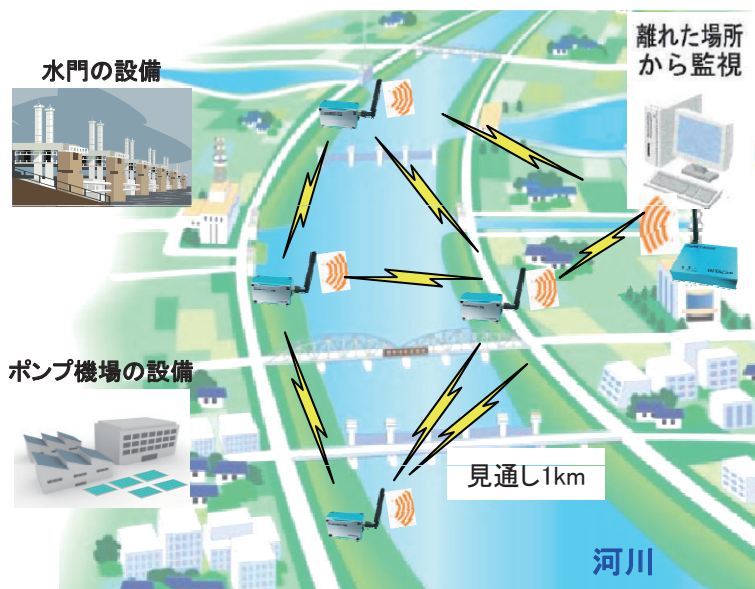
技術紹介

健全性診断・劣化診断活用による機関延命化について

技術紹介

ポンプゲート設備の現状

免許不要で約10km^(注1)のエリアをカバー可能な
マルチホップによる無線センサネットワークシステム



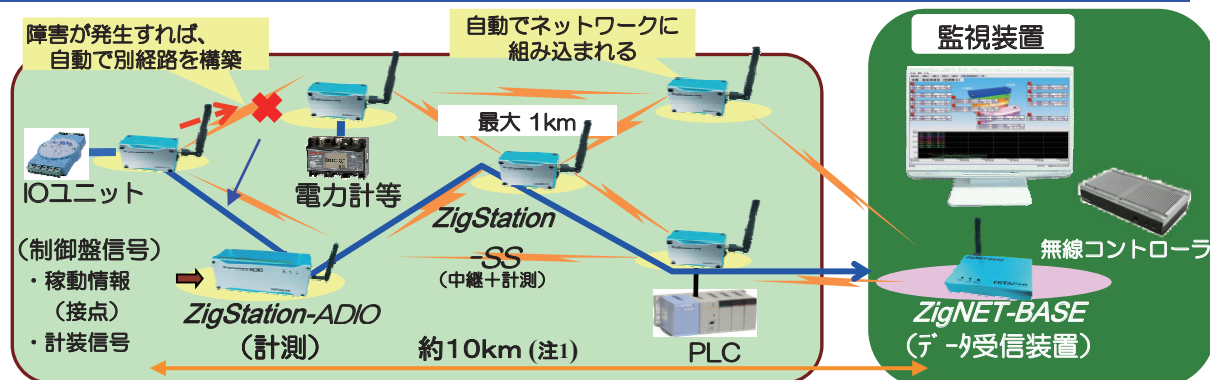
適用分野・利用シーン

- 河川の水位・ゲート、機場設備
- 工場の製造ライン（状態監視）
- ビル（空調・セキュリティ）
- プラントの試験設備にも適用可能

特徴

- 約10km^(注1)の距離を無線だけで接続が可能
- 通信費、無線免許不要
- 配線工事レスで圧力・水位等の計測が可能
- 持ち運びが可能なフルワイヤレスシステム
- インターネットによる監視、メール通報も可能

ZigNETの特徴



ZigNETの機器



注1:記載の通信距離は、見通しの良い環境での設計値で、障害物や天候などの環境条件により変化します。

ZigNET、ZigStationは、当社の日本における登録商標です。

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。

URL www.hitachi-pt.co.jp

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) 5928-8202

機械システム事業本部

〒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) 223-6161

東北 : (022) 263-3261

関東 : (029) 226-3891

横浜 : (045) 324-5640

: (048) 642-6061

中部 : (052) 261-9331

北陸 : (076) 223-5081

関西 : (06) 6266-1932

四国 : (087) 834-3662

中国 : (082) 249-2460

九州 : (092) 262-7613

目次

■巻頭言 排水ポンプの活躍	2
山田 邦博	
■技術報文 排水機場ポンプ設備の状態監視保全技術について	4
藤野 健一・山尾 昭・上野 仁士	
■技術紹介	
健全性診断・劣化診断活用による機関延命化について	8
藤井 信二	
ポンプゲート設備の現状	14
有松 勲	
■新製品・新技術紹介	
インバータ内蔵エンジン発電機について	18
北越工業（株）	
■会員の広場	
「世界を代表する20の建造物」の一つです	19
ダイハツディーゼル（株） 樫村 紀彦	
■委員会等活動報告	
海外調査報告 米国における内水排除施設等の危機管理手法及び浸水対策に関する調査報告	20
（一社）河川ポンプ施設技術協会 規格調査委員会	
平成25年度 技術研修報告	28
（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25年度ポンプ施設管理技術者資格試験結果と平成26年度実施概要	29
（一社）河川ポンプ施設技術協会 試験事務局	
■編集後記	30
■会員会社一覧	表3

広告掲載会社

(株)日立製作所
(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)日立テクノロジーアンドサービス

排水ポンプの活躍

山田 邦博 やまだ くにひろ

国土交通省 水管理・国土保全局 治水課長

(1) 多かった昨年の水害

昨年平成25年は、日本海側を中心に水害の多い年でした。

7月下旬の山口県、島根県等、8月上旬の岩手県、秋田県等、8月下旬の北海道苫小牧市等における大雨による災害、9月中旬の京都府を中心とした台風18号による災害、そして、10月中旬の東京都大島町での土砂災害など、多くの被害が生じました。

最近は、雨の降り方が以前とは明らかに異なり、集中豪雨が頻発する傾向にあります。平成25年も、全国133地点、39都道府県で、観測史上1位の1時間雨量を記録しています。

(2) 着実に効果を発揮している治水施設

このような状況の中で、これまでに整備してきた治水施設は着実にその効果を発揮しています。

7月下旬の石川県を中心とした大雨では、これまで長年にわたり整備してきた梯川の堤防が、小松市などを水害から守りました。この堤防整備がなければ、約7,400戸、1,700億円の被害が出ていました。

8月中旬の大雨では、岩手県にある御所ダム等が、すぐ下流にある盛岡市を水害から守りました。もし、ダムがなければ約11,000戸、5,500億円の被害が出ていました。

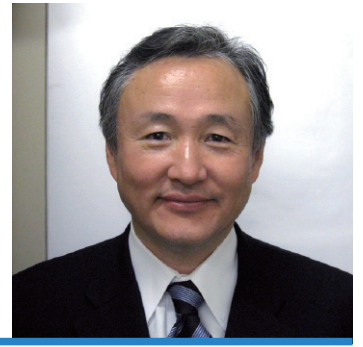
(3) 排水ポンプの活躍

堤防や、ダムだけではありません。最近のように、激しく短時間に降る雨では、内水被害が出やすく、排水ポンプもその効果を十二分に発揮しています。

(i) 大沢川排水ポンプ場（秋田県由利本荘市）

7月下旬の大雨では、秋田県由利本荘市にある子吉川水系大沢川に設置されている大沢川排水ポンプ場が、浸水面積約14ha、家屋被害数約210戸の内水被害を防止しました。

大沢川流域は内水被害が頻発してきた地域であり、特に平成2年6月には過去30年間で最大の被害が生じました。平成14年3月に完成した大沢川排水ポンプ場により、内水被害は大幅に軽減されています。



（ii）新水門川排水ポンプ場（岐阜県大垣市）

9月中旬の洪水では、岐阜県大垣市にある揖斐川水系水門川に設置されている新水門川排水ポンプ場が、浸水面積約400ha、家屋被害数約4,000戸の内水被害を防止しました。

水門川流域では、日雨量138mmを記録しましたが、排水ポンプが26時間稼働した結果、ナゴヤドーム約1.2個分の排水を行い、浸水被害を防ぎました。

（iii）脇排水ポンプ場（大分県佐伯市）

10月の台風27号による大雨では、大分県佐伯市にある番匠川水系番匠川に設置されている脇排水ポンプ場が、浸水面積約50ha、家屋被害数約70戸の内水被害を防止しました。

佐伯市脇都留地区は、度重なる内水被害への対策として、平成15年度に既設の排水ポンプ場の増設を行いました。今回、約19時間のポンプ稼働により、浸水被害を未然に防止しました。

（4）排水ポンプに対する期待

以上、昨年大雨に対する排水ポンプの効果について、排水ポンプ場を中心に紹介してきましたが、このほかにも排水ポンプ車による対処、可搬式ポンプによる機動的な内水排除も各地で行われ、浸水被害の防止に役立ちました。

いわゆる、「ゲリラ豪雨」により、内水被害が頻繁に発生する今日、排水ポンプ設置の要望は、数多く寄せられています。

もちろん、ポンプ場に水を導くためのポンプ場上流の河川の流下能力や、排水先の本川の受け皿としての流下能力、さらにはポンプを止めざるを得なくなったときも含めた地域のソフト対策などを総合的に勘案した内水対策計画を定めることが前提ですが、排水ポンプの設置などの内水対策は重要な課題と考えています。

これからも、コストの縮減、効率的な運用などに努めつつ、内水対策の期待に応えていくつもりです。

排水機場ポンプ設備の状態監視保全技術について

藤野 健一 ふじの けんいち | 独立行政法人土木研究所 技術推進本部
先端技術チーム 主席研究員

山尾 昭 やまお あきら | 独立行政法人土木研究所 技術推進本部
先端技術チーム 主任研究員

上野 仁士 うえの ひとし | 独立行政法人土木研究所 技術推進本部
先端技術チーム 主任研究員

1. はじめに

排水機場ポンプ設備は、洪水被害防止を目的とした極めて重要な社会基盤施設であり、豪雨や異常出水時には確実に稼働することが要求される。そのためには設備の万全な整備が不可欠であり、管理者は、経時を基に定期的に整備する「時間計画保全」で維持管理をしている場合が多い。この手法は確実な整備が行えるという点が大きな長所だが、内部劣化の有無ではなく時間経過のみが整備実施基準であるため、経済性で不利とされている。

排水機場ポンプ設備においては、今後10年で約40%の設備が設置後50年超となり、老朽化の進行による故障頻度上昇の懸念がある反面、整備予算は年々削減されている現状にあり、この相反する状況下でいかに効率的で的確な設備維持管理を行うかが課題となっている。

一般の設備、例えば民間工場の生産設備等の常用系設備では、設備状態の監視により劣化兆候を確認・診断し、それにより整備時期を判断する「状態監視保全」という考え方を導入するケースがあり、これにより保全費用の5%削減を可能とした例もある。したがって、河川ポンプ設備の維持管理においても状態監視保全を導入することはきわめて有効と考えられるが、状態監視保全は本来、常時稼働している機械設備に対して定期的にパラメータ計測をするものであり、平時は停止しており、必要時のみ稼働する河川ポンプ設備のような「非」常用設備では、診断技術が確立していないため、的確な診断ができるか未知数である。

本研究は、河川ポンプ設備の維持管理に適した状態

監視保全（劣化予測）技術を確立し、不測の重大故障を回避し、無駄のない予防保全の実現を目指すものであり、その現状を概説する。

2. 計測・診断技術

設備の状態を把握するために計測すべきパラメータには、性能そのもの、ポンプならば吐出量などの「主効果パラメータ」と、運転に付随して発生する振動や音などの「二次効果パラメータ」がある。しかし、主効果パラメータが低下する状態は、もうすでに末期症状であり、対して二次効果パラメータは性能が低下する前兆として現れるので、異常の早期発見に適しており、状態監視保全では二次効果パラメータが主に利用されている。

その中でも、常用系の設備では振動法が多く用いられていること、また、異常の早期発見には潤滑油分析が有用であることからこの2方式が主流であり、排水機場ポンプ設備においても、主ポンプについては振動法を、減速機については振動法と潤滑油分析の双方が有用であると考ええる。

しかしながら、常用設備の状態監視保全技術を排水機場ポンプ設備に適用するに当たって、振動法については、ポンプ設備は主軸回転周波数が60～360rpm（＝1～6Hz）程度の低速回転機械であり、本来加速度センサの適用が困難な領域であり、かつ振動エネルギーが小さいため困難とされている。また、潤滑油分析では、供用時間に対して運転時間が非常に短いため、設備の状態を示す代表的なサンプルが得られるかなど非常用設備での設備診断の評価基準が確立しているとは言えない状況である。

そこで土木研究所では、排水機場ポンプ設備での状態監視保全技術の適用性を調査実施している。

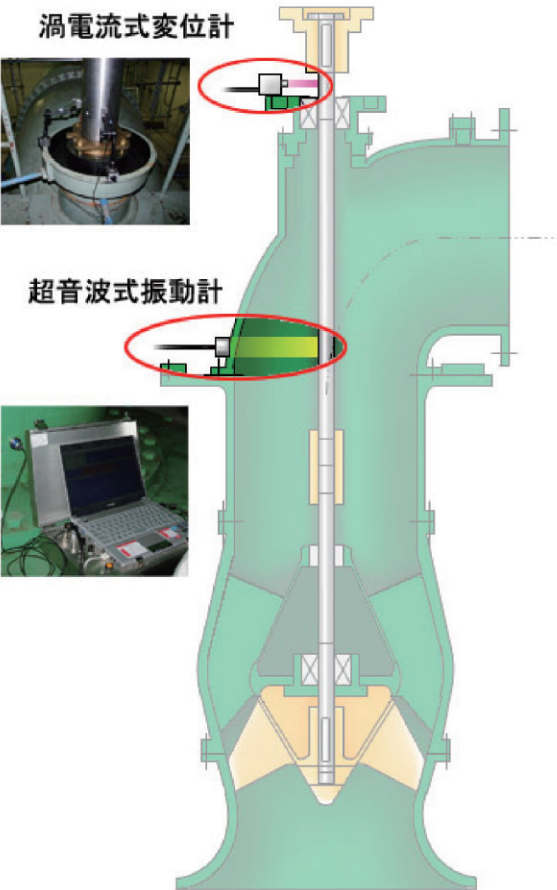
3. 振動法の排水機場ポンプ設備への適用性

振動法による状態監視保全技術は、振動値の大小により異常の有無を把握する「簡易診断」と、簡易診断により異常有りとされた場合に、その異常部位の特定とその程度を診断する「精密診断」に大別される。

簡易診断については、平成20年3月に国土交通省で策定された「河川ポンプ設備 点検・整備・更新検討マニュアル（案）」において、傾向管理も状態監視保全、との位置づけにより、ポンプケーシングの振動計測をすでに実施している。

土木研究所では、精密診断に当たる部分、主ポンプの主軸回転による変位を直接計測し、振動波形、振幅に加え高速フーリエ変換により周波数分布の解析とその結果を基にした診断技術の確立に取り組んでいる。

計測は、回転機械では一般的な渦電流式変位計を用いて軸露出部を計測する手法と、近年開発された、ケーシング内の軸の動きを計測する超音波式振動計の2通りにより行っている。それぞれの計測位置を図－1に示す。



図－1 主軸振動計測位置

診断技術について、紙面の都合上すべてを記載できないが、発生周波数分布と異常部位の関係による手法があり、常用系設備においては表－1の関係を基本にした診断が行われている。

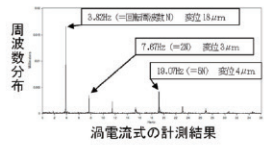
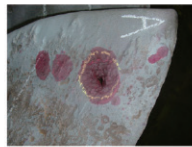
表－1 発生周波数と発生原因（主軸関係）

原因	発生周波数
水中軸受のゆるみ・かた	振動振幅 0 n/x n $2n$ $3n$ $4n$ 周波数 n: 回転周波数 $x: 2 \text{ or } 3$ 回転周波数と、その$1/2$、$1/3$等の分数調波成分
主軸のアンバランス	振動振幅 0 n/x n $2n$ $3n$ $4n$ 周波数 n: 回転周波数 $x: 2 \text{ or } 3$ 回転周波数成分が大きく卓越
主軸のミスアライメント	振動振幅 0 n/x n $2n$ $3n$ $4n$ 周波数 n: 回転周波数 $x: 2 \text{ or } 3$ 回転周波数と、その2倍等の高調波成分
羽根車の摩擦	振動振幅 0 n $2n$ $3n$ $4n$ $5n$ $6n$ $7n$ $8n$ 周波数 n: 回転周波数 羽根数6 案内羽根8の場合 回転周波数×羽根数

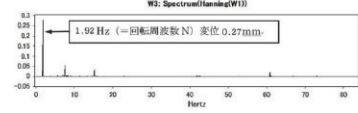
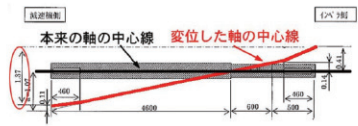
土木研究所では、平成22年度より、国土交通省管理の排水機場の、各地方整備局の2～3機場を対象に同様の手法で診断を行った。その結果、表－2, 3に示すように、主ポンプ羽根車の劣化の推定や軸の曲がりを見出すなど、振動法が主ポンプの状態監視保全に適用可能であることが示された。

しかし、立軸と横軸、斜流と軸流など、ポンプ形式の違いにより振動発生傾向が異なること、実運転と管理運転で運転条件が異なる機場の場合、管理運転時の計測データでの確な診断ができるか、等、解決すべき点もある。

表－2 羽根車摩耗発見例

○設備概要  型式 立軸斜流 口径 1350mm 主軸回転数 225rpm 羽根車数 5枚	○診断  振動周波数分布では羽根車成分5Nが発生しており「羽根車に劣化傾向あり」と診断 ○設備状態  羽根車の肉厚が設計値を下回る部分があり、1箇所には穴が貫通していた
---	--

表－3 軸曲がり発見例

○設備概要  型式 立軸軸流 口径 2600mm 主軸回転数 115rpm 羽根車数 4枚	○診断  振動周波数分布では、回転周波数成分Nが強く発生しており「軸に異常あり」と診断 ○設備状態  分解整備時に軸心を計測したところ、1.37mmの偏心が確認された
--	---

4. 潤滑油分析の排水機場ポンプ設備への適用

潤滑油分析は、潤滑油そのものの劣化傾向を診断する性状分析の他、混入している摩耗粉の状態から設備の状態を診断する技術がある。その中で土木研究所が着目しているのが、SOAP法とフェログラフィ法である。

SOAP法は、潤滑油中の摩耗粉に熱エネルギーを与えて発光させ、分光分析（元素毎に発光スペクトルが異なる）して金属元素成分とその濃度を測定して損傷箇所を推定する方法で、米国において、軍用機のエンジン内部の摩耗状態を分解せずに監視する目的で開発されたものである。この手法は小摩耗粒子の測定には適しているが、大摩耗粒子に対しては、それを発光させるほどのエネルギーを与えることは困難なので不向きとされている。

フェログラフィ法は、金属摩耗分が含まれた潤滑油を、磁石を下に敷いたスライドガラス上または沈着チューブ

内に流し、油中の摩耗粉を捕捉分離することで摩耗分を分析する方法で、分析フェログラフィと定量フェログラフィがある。

定量フェログラフィは、沈着チューブ内に残留した大粒子（5 μ m以上）と小粒子（2 μ m以下）の各濃度を調べ、摩耗過酷度指数を算出することにより機械の診断を行う。

分析フェログラフィは、スライドガラスに定着した潤滑油中の粒子を顕微鏡で観察し、その色や形状により、機械設備の内部摩耗状態を診断する。

この技法はSOAP法とは逆に、磁力による摩耗粉補足と目視が主体なので大摩耗粒子の分析に適している。

土木研究所での適用性調査結果について、一例ではあるが以下に紹介する。

SOAP法については、同一機場、同一仕様で整備年次の異なる1号機（整備後4年の状態）と3号機（14年未整備状態）の比較を行ったところ、表－4に示すように、鉄や銅といった摩耗すると増大する成分は、より長期にわたり継続使用している3号機の方が多く検出されている事が確認され、排水機場ポンプ設備でも、含有元素の変化を見て機械のコンディションを予測する事が可能であることが示されている。

表－4 SOAP法比較

	鉄 Fe	鉛 Pb	銅 Cu	クロム Cr	アルミ ニウム Al	ニッケル Ni	銀 Ag	すず Sn
1号機(整備後4年)	16	10	16	1	2	1	0	2
3号機(14年間未整備)	77	4	154	1	2	0	0	3

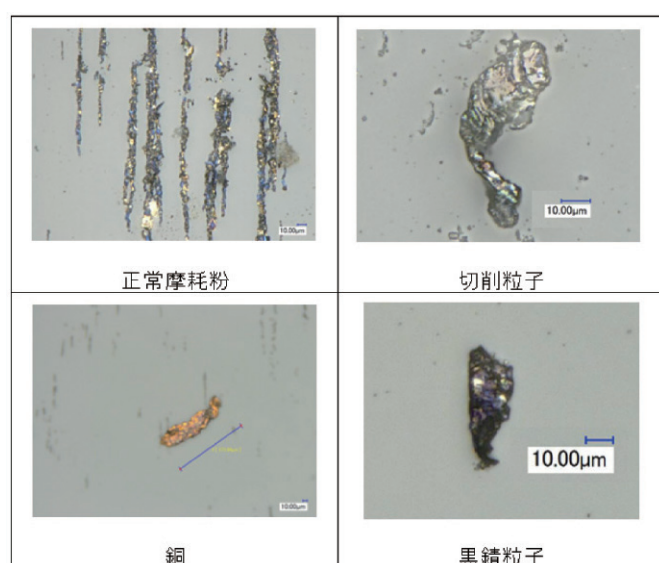
定量フェログラフィでも、表－5に示すように、同一機場、同一仕様の原動機を同時に分解整備した際の部品の摩耗量と摩耗過酷度指数の比較を行ったところ、部品の摩耗量が大きいと推測できる原動機では、摩耗過酷度指数も高くなり、摩耗兆候は捉えることが可能と確認できた。

表－5 定量フェログラフィ比較

	1号機	2号機	備考
シリンドライナ摩耗量(mm)	0.038	0.082	各気筒の摩耗量平均値の合計
大摩耗粒子量DL(‰/mL)	40	45	
小摩耗粒子量DS(‰/mL)	30	20	
摩耗過酷度指数	700	1625	DL ² ・DS ² で算出

分析フェログラフィについては、実際にスライドガラ

スを確認したところ、特徴的な摩耗粉を捉えることが可能であることが確認されたが、方法自体が定性的で、診断者の判断によるところが大きい手法のため、傾向管理は難しい、という点が上げられる。これについては、磨耗粉を定着させたガラスがあれば、相応の知識が必要ではあるが、管理者が直接確認判断、あるいは分析業者の診断に対するクロスチェックが可能ではないか、と言う観点から、分析業者から分析後のガラスの提供を受け、管理者自らが判断できる写真集の作成を検討している。写－１に、分析フェログラフィによる摩耗粉の状況を示す。



写－１ 分析フェログラフィ結果

以上より、潤滑油分析による排水機場ポンプ設備の診断も有用であることが示された。

なお、複数の分析業者による同一サンプルの分析結果を比較したところ、設備診断結果（設備状態の良否）は同一の傾向を示すが、分析技術個々の結果、特にSOAP

法や定量フェログラフィ法など数値で示される分析結果については業者毎に数値が異なる事が示された。これは分析業者毎の知見等により分析・診断手法が異なるためであり、潤滑油分析結果の活用にあたっては、異なる業者間の数値結果比較や傾向管理ができない事に注意が必要である。

また、的確な診断のためには、その設備の状態が示される適切なサンプルを抽出する必要があるが、原動機や減速機の構造は必ずしも理想的なサンプルを採取できる構造にはなっていないことや、停止時に油中に沈殿した摩耗粉が全体に攪拌するための運転時間設定など、精度の高い運用については課題が残る。

5. まとめ

待機系である排水機場ポンプ設備においても、常用設備と同様に、振動や潤滑油分析による状態監視保全技術による設備劣化傾向の把握が可能であることが、これまでの調査で示された。

しかし現段階は、医療に例えると、基本的な診療技術が確立しつつあるが臨床データに乏しい状態であり、今後は状態監視技術の適応性向上のため、より多くの事例の調査を行い、診断精度向上を図る予定である。

このように、排水機場ポンプ設備の状態監視保全技術は現段階では発展途上の技術であるが、今後の排水機場ポンプ設備の効果的、効率的な維持管理に貢献しうる技術となりうるものと確信するものである。

謝 辞

本研究にあたり、調査対象設備の施設管理事務所には、資料提供や現地調査に当たり、多大な御協力を頂きました。この場を借りて、厚く御礼申し上げます。

健全性診断・劣化診断活用による機関延命化について

藤井 信二 ふじい しんじ

ヤンマーエネルギーシステム株式会社
東京支社 発電 CS 部

1. 整備の必要性につて

ディーゼルエンジンは、主要な構成部品を含む多種多様の材料、材質による数千種類の部品で構成されています。

船舶用では船舶法により中間検査、定期検査（5 年毎）の開放検査受検が義務付けられており、こういった部品の点検計測が施工され不合格の場合、検査証が発行されず船の運行が法的に禁止されます。（不合格部品については、強制的に取替を勧告されます）

もちろんこれは、船舶に乗り込む人の命と安全を保証する為の法律ではありますが、陸用ディーゼルエンジンについても、エンジンであることに変わりはありません。

異なるところは『常用』・『非常用』の違いであり、運転時間の『差』であるといっても過言ではありませんが、『非常用』ディーゼルエンジンにも「時間の経過」と共に『常用』エンジンよりもむしろ過酷といえる条件が加えられ、「この前は廻ったのに」というような突然のトラブルに見まわれることがあります。

非常用設備の使命は、『いついかなる場合も必ず廻る』であり、廻らないエンジン・廻らない設備は、ただの『鉄のかたまり』になり下がってしまいます。この使命を全うする為には、常に万全の状態である事が要求され、これが予防保全という言葉に代表される点検整備の基本的な考えであります。

2. 健全性診断と劣化診断の目的

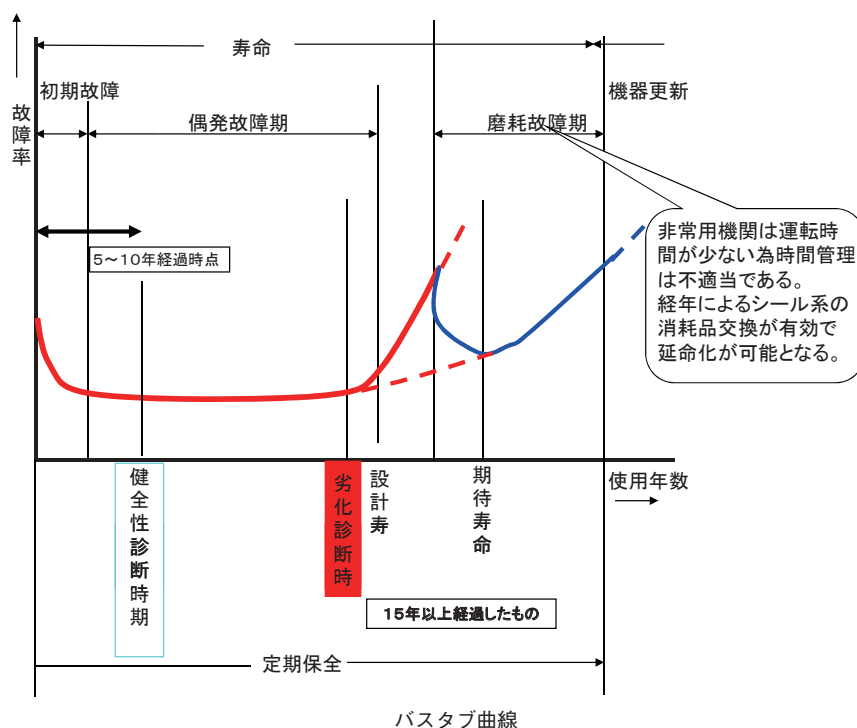
1) 目的

従来、非常用機関（ポンプ駆動機関含む）の分解整備時期は設置してからの経過年数やトラブル発生の事象の大小により決められていたように思われます。

非常用機関の延命化を目的としたこれからのメンテナンスのあり方としては、適切な維持管理のもと、長期間に亘り、設備の良好な機能維持が期待されています。しかし使用状態・設置環境などによって、設備の劣化・摩耗・腐食状況が変わってくるため、同種の設備であっても耐用年数を一律に決めるのは困難であり、そのため適切な維持管理を行うことが必要になってきます。

ここでの健全性・劣化診断は、ある時期に個別の機器を診断して、劣化状況を把握し以後の指針を明確にすることを目的とします。

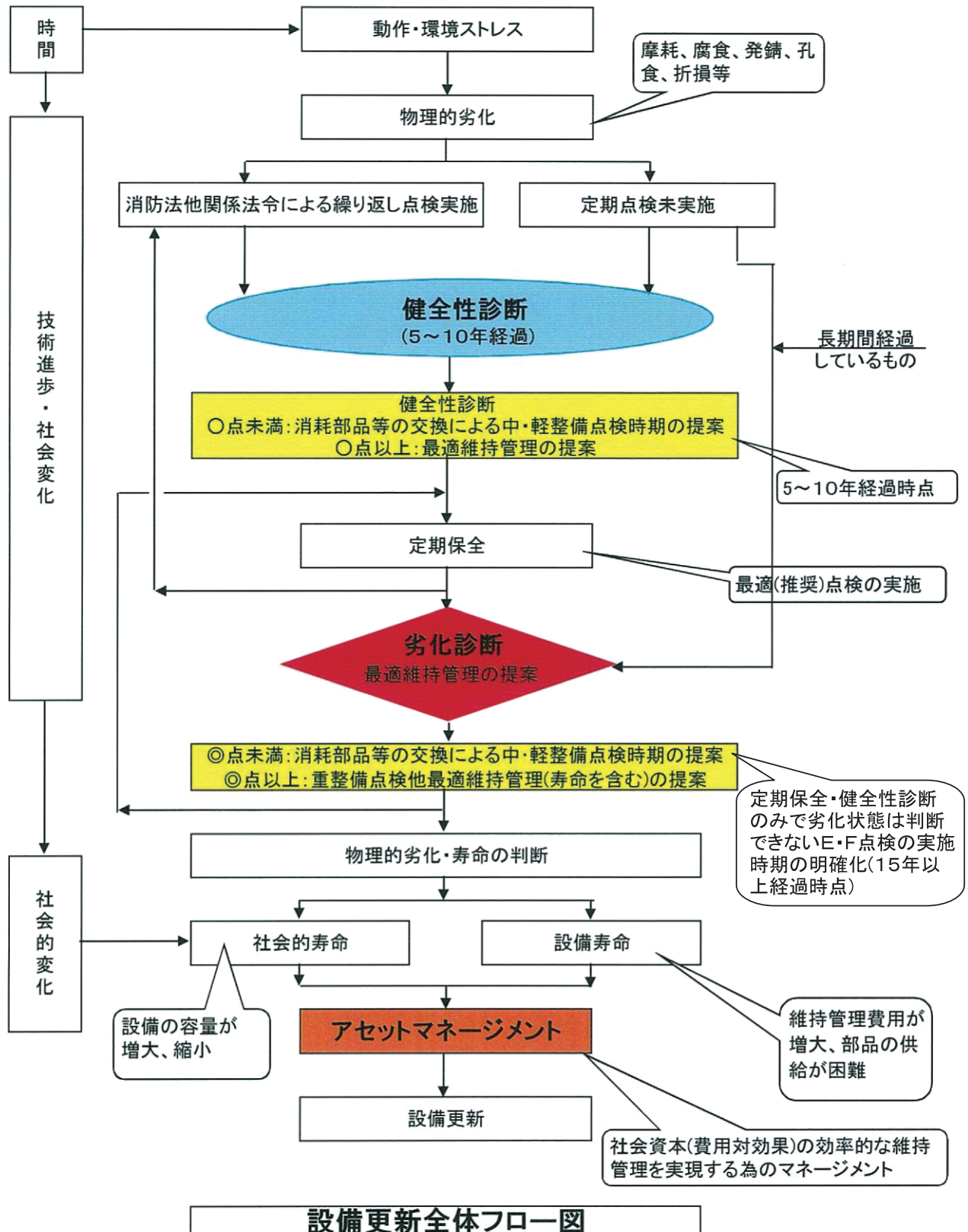
以下にバスタブ曲線における機器の健全性診断と劣化診断の関係を図で示します。



2) 健全性・劣化診断の位置づけ

健全性・劣化診断の位置付け

設備の維持管理における健全性・劣化診断の位置付けは以下の図に示すとおりと考えます。



3) 診断時の条件

健全性および劣化診断を実施する場合、納入当初の試験データおよび点検時（1M・1Y）の計測データ（温度・圧力・機関振動・機関始動時間等）を比較することで、機器の劣化傾向を評価します。さらに事故履歴・部品交換記録などの保全データも評価判断の対象とします。

- 健全性診断：初回 3～5年経過時点（2回目：5～10年経過時点）
- ◎劣化診断：15年以上経過したもの（もしくは健全性診断結果に基づく）

4) 診断事例

4-1『健全性・劣化診断』診断表

機 関 要 目			
ディーゼル機関		ポンプ	
機関番号		製作所	
機関型式		ポンプ型式	
出力		ポンプ番号	
回転速度		容量	
製造年月日			
点検来歴			
REMARKS			

項 目 区 分		評価点	換算評価点
1	経過年数		
2	環境条件		
3	保全記録		
4	部品供給状況		
5	異常現象		
6	劣化現象	1)機関本体	
		2)吸気系統	
		3)燃料・潤滑油系統	
		4)冷却水系統	
		5)始動系統	
		6)排気系統	
7	試験測定		
累計			

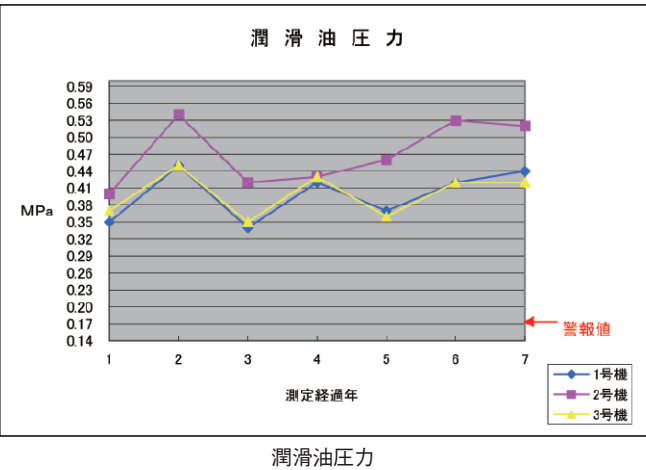
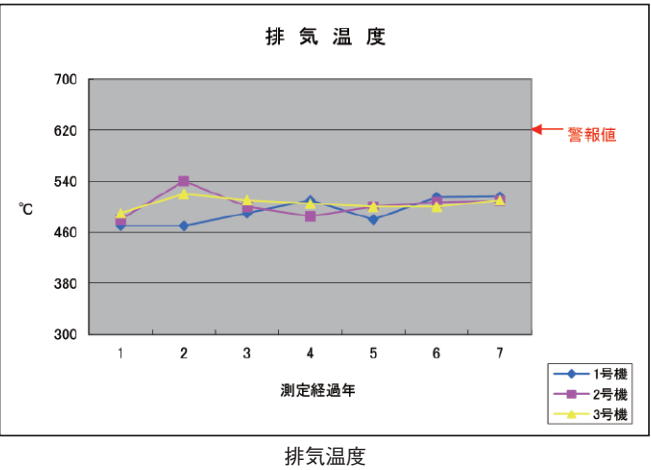
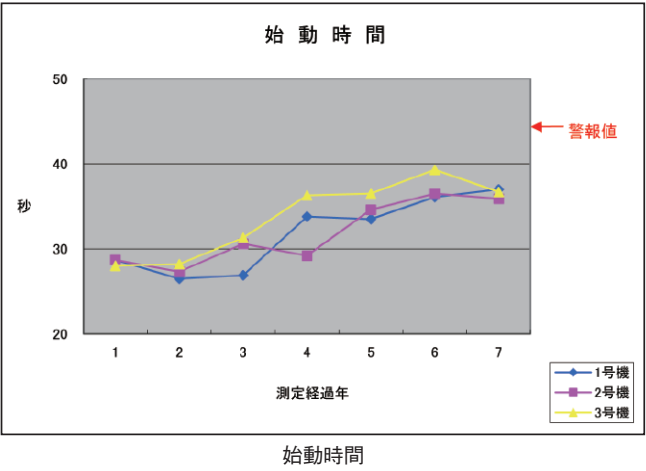
★評価点合計による判定について

- 点未満：消耗部品等の交換による中・軽整備点検時期の提案
- ◎点以上：重整備点検他最適維持管理（寿命を含む）時期の提案

※評価点は経過年数等及び劣化現象毎に規定

4-2 傾向管理

各計測点のデータ管理例



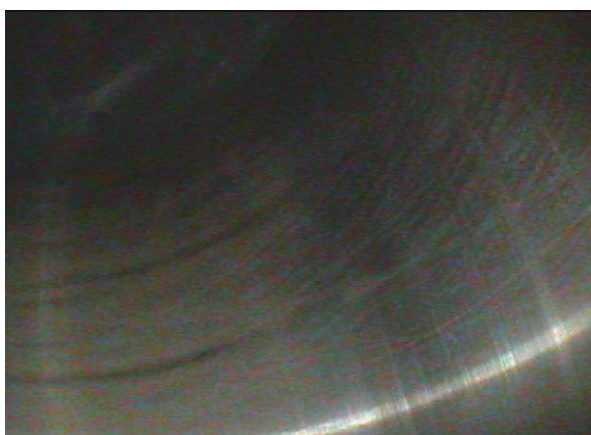
4-3 ファイバースコープによる診断写真他



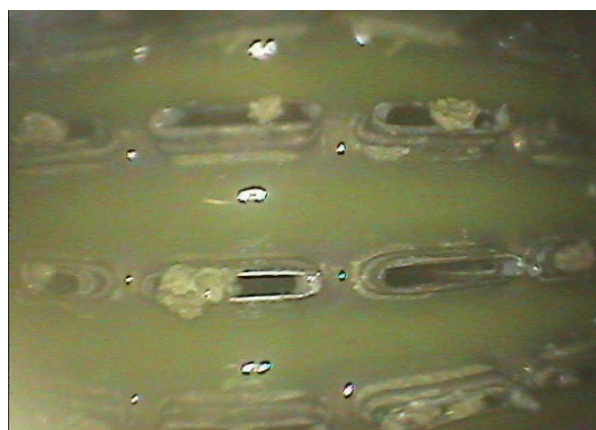
ピストン頂部



冷却水水衣部



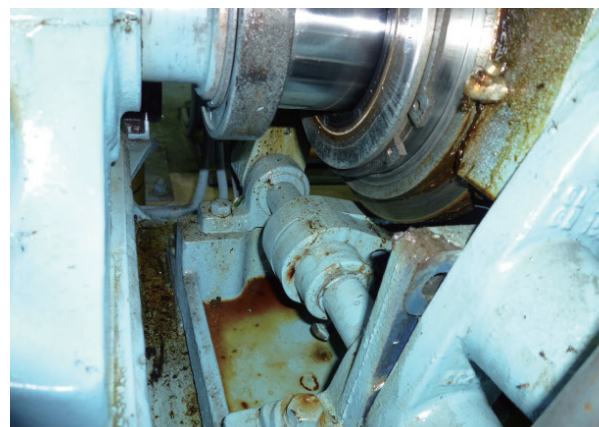
ライナー壁面



ラジエーター内部



冷却水水衣部

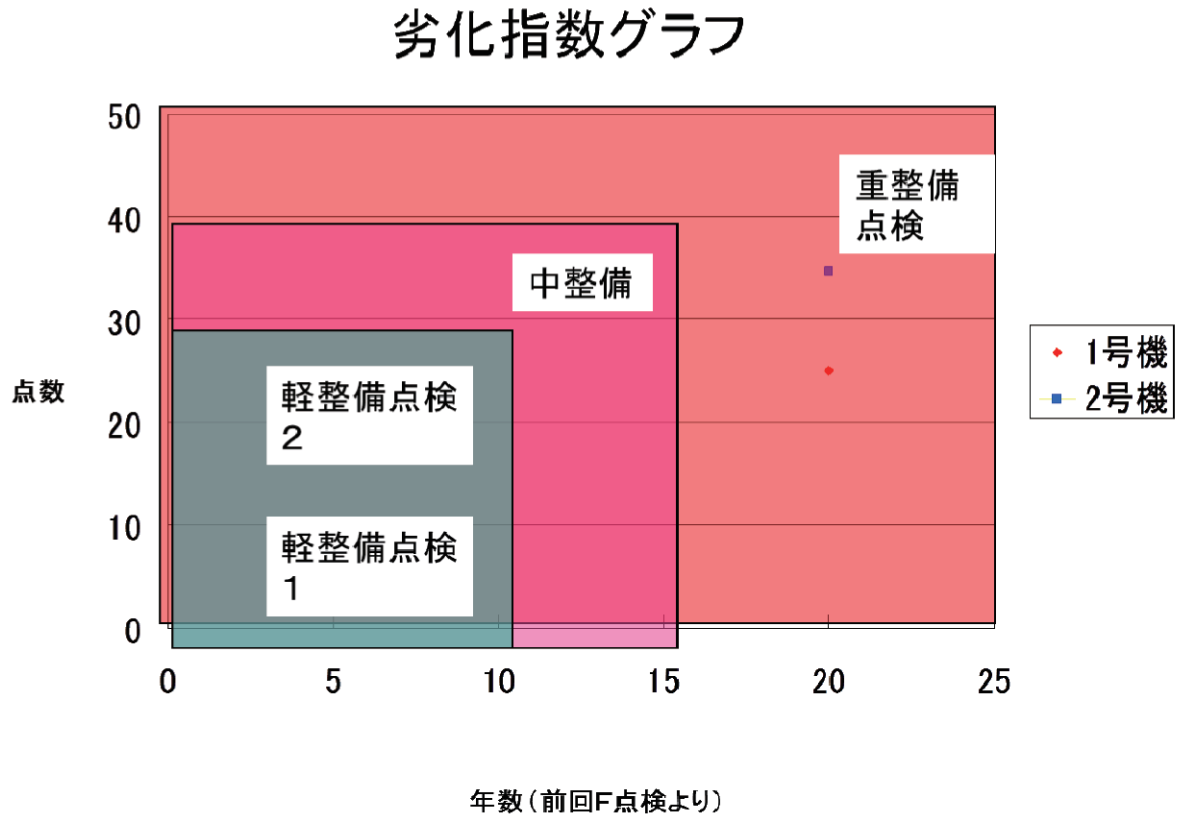


遠心クラッチ

4-4 劣化指数グラフ

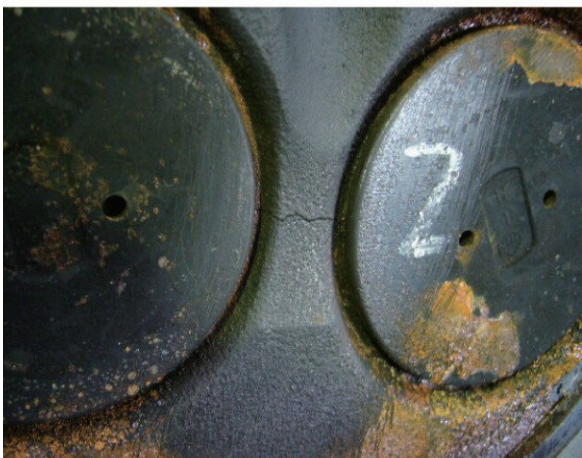
下のグラフは診断表に評価点を記入し、評価した事例です。

- ① 縦軸が評価点（例：1号機 25点、2号機 35点）
- ② 横軸が前回分解整備してからの経過年数（20年）

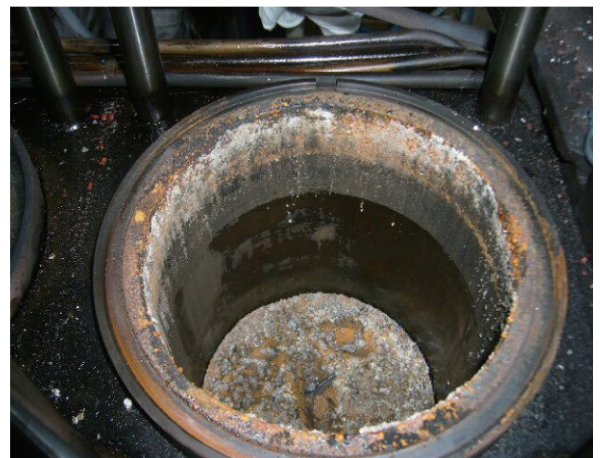


※事故例

- 1. 冷却水系統管理不足による損傷



シリンダーヘッド弁間亀裂



シリンダーライナー



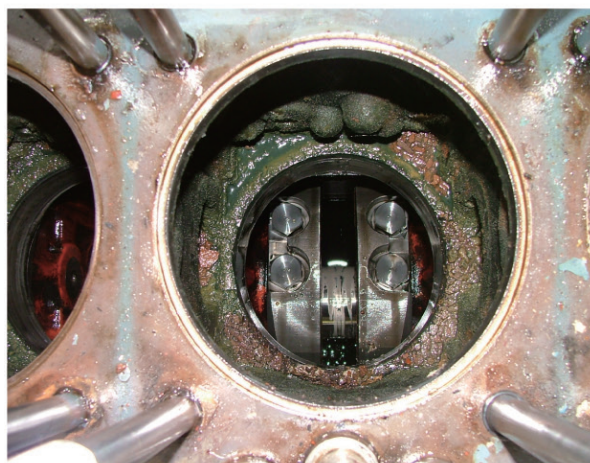
ピストン



連接棒湾曲



シリンダーライナー割損



クランク軸焼損

3. 延命策について

中・軽微な点検整備の繰り返しのみで、維持管理を継続すると設備の中身の状態が明確にならず、状態が悪いままある日突然に事故を起こす危険性があります。下記の事故例のような重大事故が発生した場合、納入年月が古いものについては、部品の供給体制が希薄になり、製作時間を要する場合があります。また、部品供給年限を越えたものについては、受注生産対応となりかなりの納期を要することになります。万が一不測の事態が発生した場合、この時点で設備の寿命になる恐れが生じます。

このようなことの無いように考慮した設備の維持管理

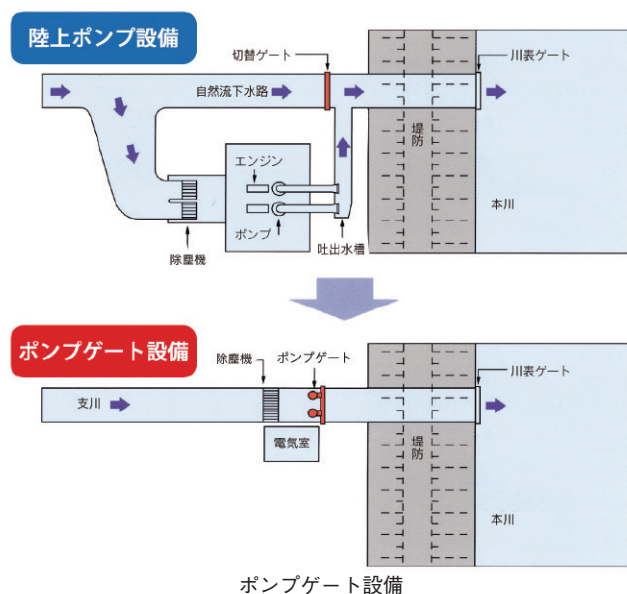
が重要となり、上記に述べた、健全性および劣化診断を十分活用し、機場（設備）毎にメンテナンススケジュールを立てれば、延命対応（設備の良い状態継続）は十分可能となります。

1. はじめに

ポンプゲート設備の概要と、最近の技術動向について紹介します。

2. ポンプゲート設備の特徴

陸上ポンプや固定式水中モータポンプを利用する排水機場では、自然流下水路とは別にポンプ室建屋や、ポンプへの流入水路が必要になる。一方、ポンプゲート設備では既存の自然流下水路内にポンプ、除塵機などの機器を配置できるため、必要な用地が最小限で済



(单位:%)

	陸上ポンプ設備	ポンプゲート設備	
ポンプ型式	立軸ポンプ	立軸水中ポンプ	横軸水中ポンプ
設置面積	100	65	60
ポンプ室	必要	不要	
吸水槽	必要	自然排水路と兼用	
切替ゲート	必要	ポンプゲートと兼用	
機電設備費	100	75	55
土木工事費	100	60	55
点検整備費	100	80	80
管理費	100	95	95

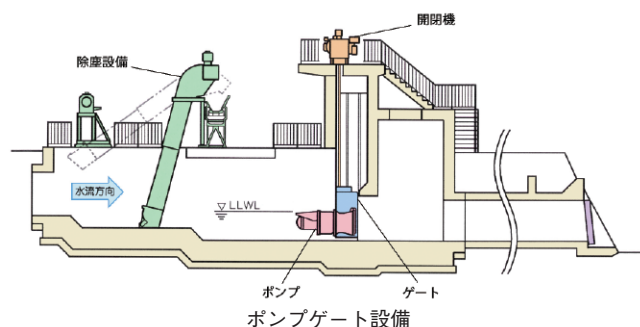
<排水量 $\Sigma Q = 1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 口径 $\phi 500 \text{ mm} \times 2$ 台設置 低圧受電>

ポンプゲート設備

また、都市部や住宅地等で新たな用地取得が困難な場合でも、限られた敷地内に排水設備を構築できる可能性がある。

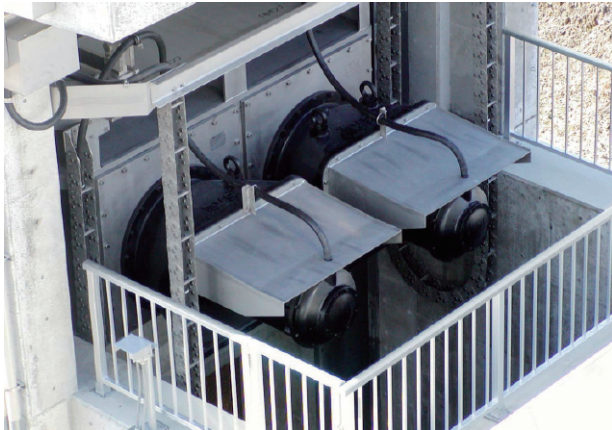
3. ポンプゲート設備の機器構成

各機器に求められる機能、条件を紹介する。

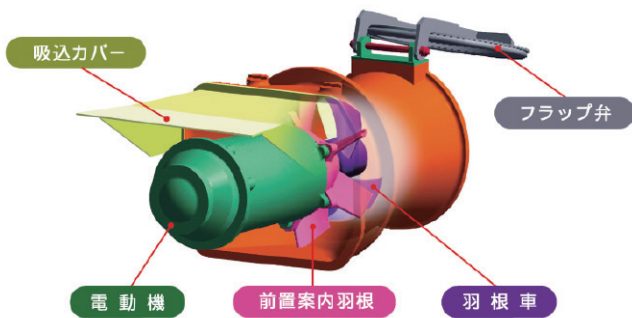


(ア) ポンプ

近年は鋳物ケーシングを簡素化し、吐出口にフラップ弁を、吸込口に渦の発生を抑制する吸込カバーを付けた横軸水中モータポンプが主流となっている。



ポンプゲート用ポンプ



ポンプゲート用横軸ポンプの構造

(イ) ゲート

ポンプゲート設備のゲートは、通常のゲートに求められる止水機能のほか、ポンプの質量や運転時の反動をしっかり受け止める強度が必要となる。



ポンプゲート用ゲート

(ウ) 開閉機

ポンプゲート設備では、ポンプとゲートが一体で上下動するため、開閉機はポンプとゲートの両方の質量と、水密装置の摩擦等を満たす開閉能力が求められる。

またラック棒で吊り下げる吊り心位置は、スムーズな開閉のため、ポンプとゲートを合体させた重心と一致させる必要がある。

近年は、機械効率が高く、また緊急時に無動力で自重降下可能なラック式開閉機が主流となっている。



ラック式開閉機

(エ) 除塵設備

通常、ポンプゲート設備が設置される水路は、自然流下に利用されているため、固定式の除塵設備ではスクリーンの閉塞やごみ処分費用の増加などが問題となる。

このため、ポンプゲート設備では除塵設備全体を水路上に引き上げる引上装置を備えるものが多い。



自動除塵機 正面



自動除塵機 引き上げ時

4. 必要水路幅・必要水深の低減

ポンプを設置する吸水槽の幅が狭すぎたり、深さが不足していた場合、ポンプ周辺に有害な渦が発生する。

従来から使われている立軸ポンプについては、過去の経験や、実験結果から必要水路幅、必要水深が各種の基準としてまとめられており、排水機場計画時にはポンプの排水能力に合わせて吸水槽寸法を決定し、渦の発生を回避している。

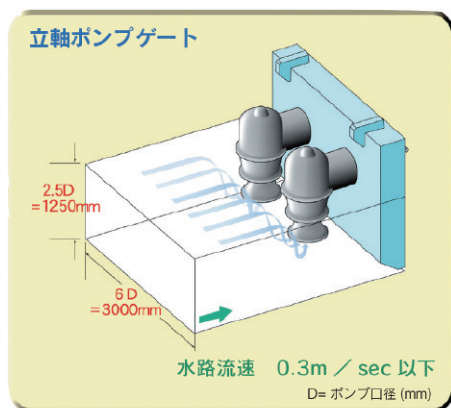
(ア) 立軸ポンプを利用したポンプゲート

ポンプゲート設備でも立軸ポンプを利用した場合は、基準等に定められた吸水槽寸法が必要となり、一般的に水路幅はポンプ口径の3倍、水深はポンプ口径の2.5倍とされている。

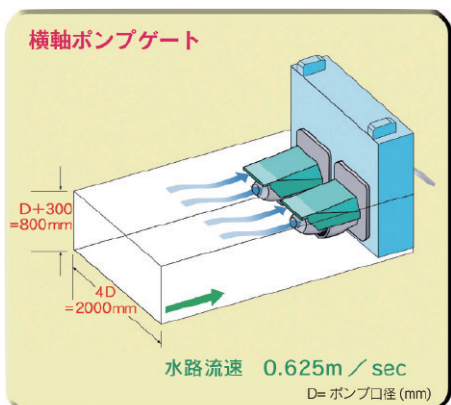
(イ) 横軸ポンプを利用したポンプゲート

ポンプゲート用に開発された横軸ポンプは吸込口形状の工夫や、吸込口上部に設けた吸込カバーの効果により、水路幅はポンプ口径の2倍程度となり、従来の立軸ポンプを利用した設備と比べ、必要水路幅が2/3で対応できる。

必要水深はポンプメーカーにより異なるが、ほとんどのメーカーがポンプ口径 + 300mm 程度まで対応しており、メーカーによってはポンプ口径以下の低水位まで運転できるものもある。



φ 500×2 台設置
Q=30m³/min×2 台



φ 500×2 台設置
Q=30m³/min×2 台
吸込水路寸法の比較

5. ポンプゲート式排水機場の実績

ポンプゲート設備の当社の納入実績は、基準発行以前の平成元年φ 300mm×5.5kW×2 台の機場を皮切りに、現在まで115 機場を数える。他メーカー製の排水機場を含めれば200 機場を超えるポンプゲート設備が稼働中と思われる。

特に特徴的な実績の設備概要を紹介する。

(ア) 当社最大容量

納入先：福岡県

工事名：田尻川排水機場

総排水量：13.0m³/s

ポンプ仕様：φ 1200 mm×110kW×4 台

ゲート仕様：4.80m×2.68m×2 門（ローラゲート）

※低水位型・大容量ポンプ 採用



田尻川排水機場

(イ) 国土交通省実績 大容量機場

納入先：中国地整 出雲川河川事務所

工事名：宍道湖湯谷川排水機場

総排水量：5.0m³/s

ポンプ仕様：φ 1200mm×90kW×2 台

ゲート仕様：4.80m×2.30m×1 門（ローラゲート）



宍道湖湯谷川排水機場

(ウ) 小容量機場

納入先：千葉県 長生地域整備センター

工事名：宮原排水機場

総排水量：0.6m³/s

ポンプ仕様：φ400×15kW×2台

ゲート仕様：1.80m×1.25m×1門（ローラゲート）

※ゴミ通過性能を向上させた可動ライナー採用



宮原排水機場

(エ) 景観配慮型のポンプゲート設備

納入先：愛媛県 松山市役所

工事名：土居町排水路ポンプ

総排水量：0.71m³/s

ポンプ仕様：φ400×11kW×2台

ゲート仕様：1.30m×0.90m×1門（ピアレス型）

※回転式ゲートのためピア（門柱）が不要

●ゲート閉時



●ゲート開時



土居町排水路ポンプ

6. ポンプゲートの新しい技術

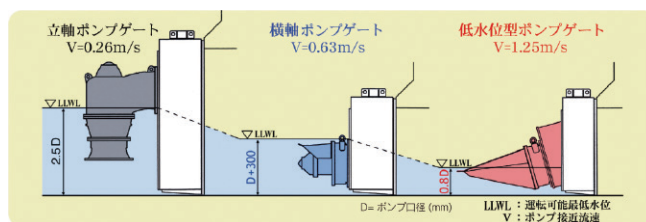
(ア) 低水位運転性能の向上

既存の水路に設置されるポンプゲート設備では、ポン

プの運転に必要な水深を確保するために水路底を掘り込むことは、土砂堆積の原因となるため、避けなければならない。

このため、より大きな排水量のポンプを設置するためにポンプの運転可能最低水位をできるだけ抑える必要がある。

当社ではポンプを斜めに取り付け、適切に延長した吸込カバーで、口径の0.8倍の水深まで運転できる低水位型のポンプを開発し、すでに複数の実績がある。

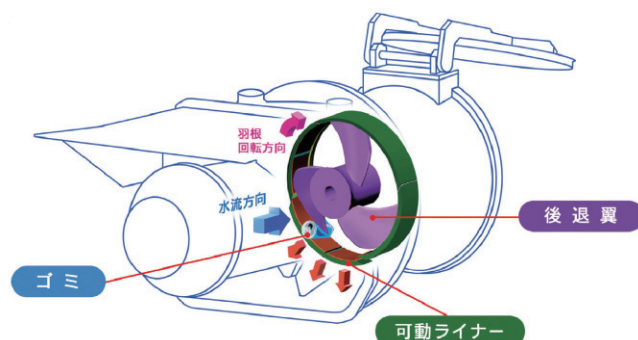


低水位運転性能の比較

(イ) ゴミ通過性能の向上

ポンプゲート設備を含め、小口径のポンプでは、草やひもなどの異物によるポンプの閉塞が問題となることがある。

複数のメーカーがゴミ通過性を向上させた後退翼を標準採用しており、当社では羽根外周のライナーを可動式とし、さらにゴミ通過性能を向上させた可動ライナーも実用化している。



ゴミ通過性向上型ポンプ

7. おわりに

ポンプゲート設備は比較的新しい製品であり、小型化、軽量化、大容量化や信頼性向上など、各メーカーの技術開発も盛んな分野です。

発注、計画の際には、ぜひとも各ポンプメーカーに照会いただき、より安価で、より信頼性の高い排水機場を実現する各社の最新技術をご確認いただくことをお願いいたします。

当社もメーカーとして、今後もより良い製品の開発、普及に取り組んでいきたいと考えています。

インバータ内蔵エンジン発電機について

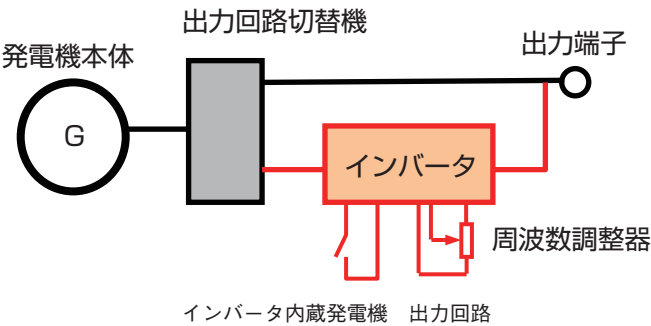
北越工業(株)

1. はじめに

河川工事現場等における水中ポンプの仮設電源として使用されるエンジン発電機の容量は水中ポンプの始動電流を考慮し、水中ポンプの出力に対し2～3倍のものとなる。これに対し、始動電流を抑制することにより発電機容量を小さくし、導入コストを低減させ、省エネであるインバータ内蔵エンジン発電機を紹介する。

2. 概要と特徴

標準のエンジン発電機のボンネット内にインバータユニットを設け発電機本体の出力がインバータユニットを介して水中ポンプに供給することにより始動時に発生する始動電流を抑制する。このことにより通常のエンジン発電機で始動可能な水中ポンプ出力の2～3ランク上のものが始動可能となり、よって導入する発電機クラスが2～3ランク下の機種を選択することができる。又、インバータユニットからの出力周波数が簡単に調整（30～60Hzの範囲）出来るため、水中ポンプの吐出量が調整でき、発電機の負荷率が下がり燃料消費及び二酸化炭素排出量の低減を可能とする。



3. 適用範囲

インバータ出力で有効な負荷は、三相誘導電動機搭載の機械で始動方式は直入のものとなる。試験結果で得た始動可能な水中ポンプの大きさと発電機容量を示す。

水中ポンプ容量 (kW)	3.7	7.5	11	15	22 (11×2台)	29.5(11×2 台+7.5)
標準発電機 (kVA)	10.5/13	20/25	37/45	50/60	80/100	100/125
インバータ内蔵	20/25					
発電機 (kVA) 50/60Hz	37/45					

4. 開発年等

開発年：平成21年・23年、 特許出願中、NETIS申請中

「世界を代表する 20 の建造物」の一つです

ダイハツディーゼル(株) かしむら のりひこ
 檜村 紀彦

当社は、ポンプ駆動用のディーゼル、ガスタービン機関を開発、製造しており、本社は、JR大阪駅にほど近い大阪市北区にあります。

当社は、1907年（明治40年）に現在の本社のある当地で創業致しました。その後、1966年（昭和41年）にダイハツ工業より原動機部門を分離、独立し、ダイハツディーゼル株式会社として創立され、今日に至っております。



梅田スカイビル全景

さて、当社が入居する梅田スカイビルは、最近、外国の方々に人気スポットとなっております。なんでも英タイムズ紙により「世界を代表する20の建造物」の一つとして紹介されたそうです。2つのビルの最上階を連結させているということが珍しいそうです。この最上階は「空中庭園」と言う展望台として、大阪平野を一望することができることができ、また、毎年8月の第一週の週末には淀川花火大会も行われ、眼下に花火を見下ろすことができる数少ないポイントとして人気があります。

また、同ビル敷地内には、日本の原風景である「里山」が再現され、雑木林や棚田、畑などがあり、秋には稲刈りも実施されております。

更に、地下には昭和初期の大阪の街並みを模したレストラン街もあり、昭和30年代に大流行した懐かしのダイハツ工業製・ミゼットの実車も展示されております。



ダイハツ工業製・ミゼット

当社の近隣では、昨年、JR大阪駅前に「グランフロント大阪」という大型の商業施設も開業し、活気に溢れております。

また、JR大阪駅から電車で約15分の所には、人気のテーマパーク「ユニバーサルスタジオジャパン」があり多くの家族連れで連日、賑わっております。

この「ユニバーサルスタジオジャパン」の近くには世界最大級の水槽がある水族館「海遊館」もあり、大型のサメであるジンベイザメを目の前で見ることができます。

最後に、大阪は喰い倒れの街でもあり、お好み焼き、たこ焼き、串カツなど、安くておいしい食べ物もたくさんあります。JR大阪駅周辺にも、揚げたての串カツを食べることの出来る立ち飲み店も多くあり、連日、大賑わいです。

お近くにお寄りの際は、一度、足を運ばれてはいかがでしょうか。



串カツ

委員会等活動報告

海外調査報告

米国における内水排除施設等の 危機管理手法及び浸水対策に関する調査報告

(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

内水排除施設は、国民の生命・財産を守り、社会経済活動を支える役割を担う重要な設備であるが、東日本大震災による施設の機能喪失や昨年度の台風12号での排水機場浸水による機能喪失事態の発生など、大規模災害時の内水排除施設における危機管理対応及び浸水対策が重要な課題となってきた。

内水排除施設における「危機管理対応及び浸水対策」検討の参考とすべく、2013年12月に危機管理の先進国であり、大規模な公共施設の浸水被害を経験した米国の実態について調査を行ったので、その概要を報告する。

2. ニューオーリンズの施設訪問

2005年8月のハリケーン・カトリーナによる大規模な浸水等の被害発生時に危機管理対応及び浸水対策を実施した関係機関を訪問した。当協会では2008年11月にニューオーリンズを訪問し、応急復旧状況を調査したが、今回は恒久復興の調査が主な目的である。

(1) 米国陸軍工兵隊 ニューオーリンズ地区事務所

工兵隊の事業内容は、洪水対策、危機管理、水力発電、都市用水供給、環境保護と回復、航行等の多岐に渡る。

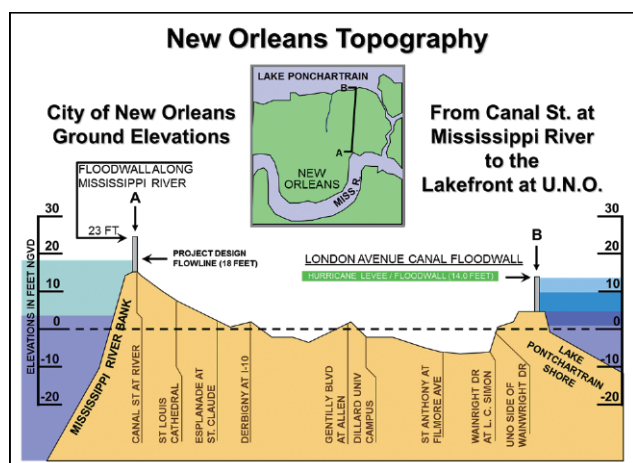


図-1 ニューオーリンズ地形断面 (出典：工兵隊)

今回、工兵隊との打合せにより以下の情報を得ることができた。

ニューオーリンズは南をミシシッピー川に、北をポンチャートレーン湖に挟まれ、海拔ゼロ以下の低地が多い。

ハリケーン・カトリーナでは、堤防の破堤により、市内71箇所のポンプ場のうち、34箇所が損傷した。高潮と波浪に加え、24時間降雨量350mmの集中豪雨による洪水で死者数は1,500名を超えた。

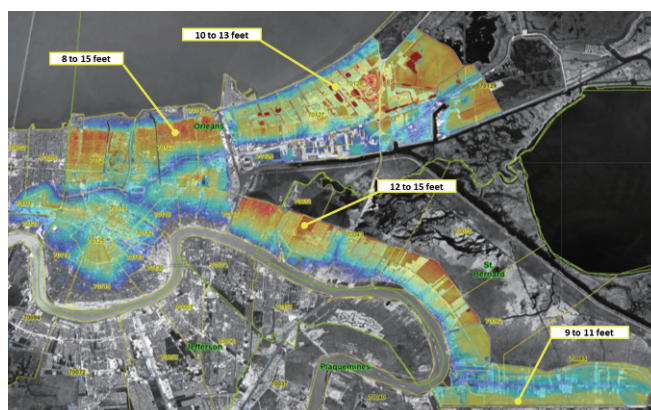


図-2 最大浸水深度 (出典：工兵隊)

工兵隊の役割は、日本の国土交通省に該当しており、活動内容は以下の通りである。

○被害の修理及び復旧を行う。

○ハリケーン・暴風雨被害低減システムを強化、改善して100年確立被害低減レベルを達成する事業を行う。

①堤防、洪水防壁、護岸の設置・改善

②アウト・フォーカナル（内水排除運河）、締切複合構造物（ポンプ場を備えた水門）の設置

③ポンプ場の修理・改善とハリケーン対策

④住民の危機管理に対する理解度向上

○沿岸湿地の復元、よりレベルの高い保護の研究と提供を行う。

※100年確立被害低減レベル：発生確率1%/年のハリケーン・暴風雨の影響に耐えることができるレベル



図-3 ハリケーン・暴風雨被害低減システム 事業マップ (出典：工兵隊)

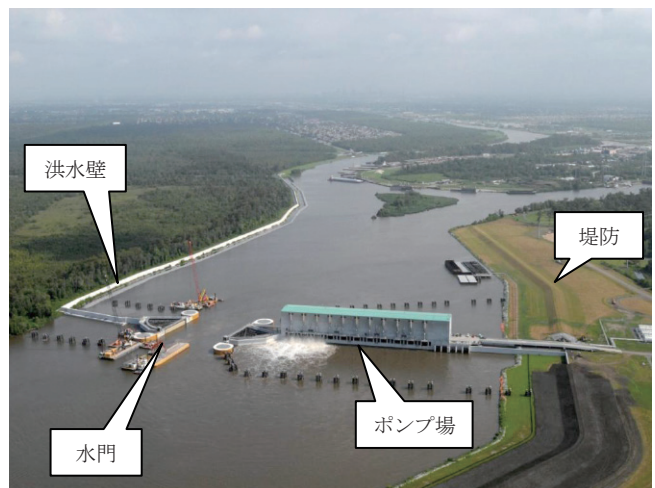
工兵隊は、後述する West Closure Complex、17 番ストリート・アウトフォール・カナルの恒久ポンプ場建設等を手がけており、洪水対策、危機管理対策の中心的役割を担っている組織である。

(2) West Closure Complex (締切複合構造物)

ポンプ場、水門、堤防、洪水壁から構成される締切複合構造物は、ミシシッピ川の西、ハーベイ運河とアルジェ運河の合流地点南に位置し、運河流域地区の雨水を排水する施設である。



写-1 カトリーナ被害状況 (出典：工兵隊)

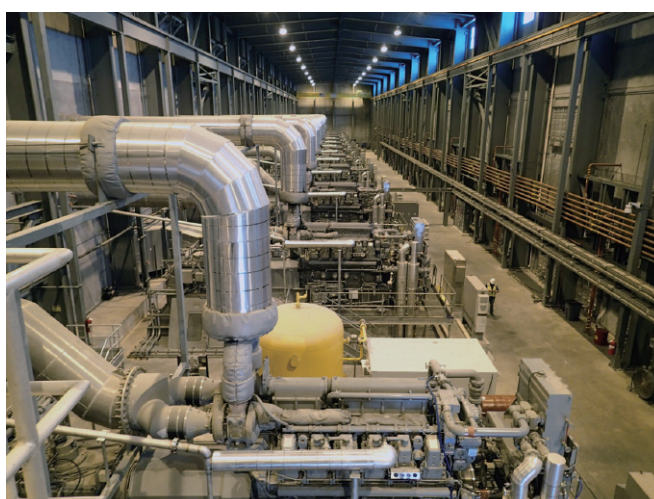


写-2 West Closure Complex (出典：工兵隊)

総排水量 $542\text{m}^3/\text{s}$ の世界最大級のポンプ場は、2009年8月に建設がスタートした。現在は試運転期間中であり、約97%完成している。昨年の大雨時にポンプ全11台同時運転による実排水を行っている。



写－3 ポンプ試運転中（吐出側）



写－4 ポンプ場内全景

主要機器の仕様は以下の通りである。

○立軸軸流ポンプ

口径 $3,556\text{mm}$ 吐出し量 $49.3\text{m}^3/\text{s}$ 全揚程 6.48m
回転速度 172.8min^{-1} 出力 $4,061\text{kW}$ 台数11台

○直交軸傘歯車減速機

減速比5.76 台数11台

○ディーゼル機関

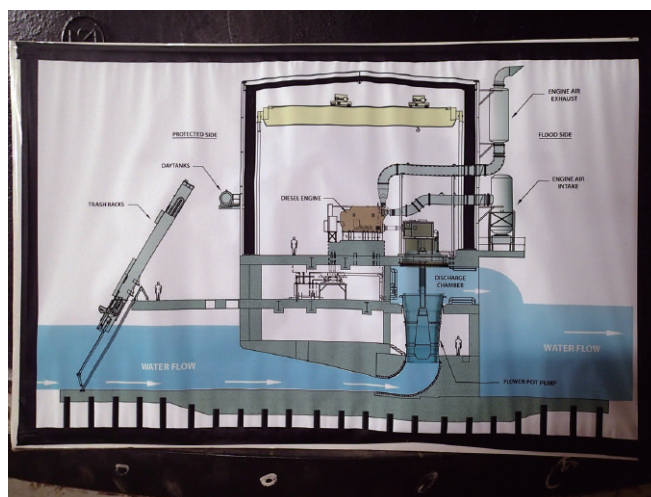
出力 $4,061\text{kW}$ 回転速度 996min^{-1} 台数11台

○冷却方式

槽内クーラ方式（吐出コンクリートケーシング室）



写－5 立軸軸流ポンプ



図－4 ポンプ場の設備構成（出典：工兵隊）

主要機器は米国製である。設備構成は日本と同様であるが、冷却方式に吐出コンクリートケーシング室での槽内クーラ方式を採用している。

浸水対策のため、原動機床レベルを高所化している。ポンプ場構造をシンプル化し、構成機器を簡素化するために、外水位より高いレベルに排水する吐出方式としたポンプ場である。これに伴い吐出側の逆流防止弁を省略している。これに対して日本では、排水量確保の考えからサイフォン吐出方式が一般的である。

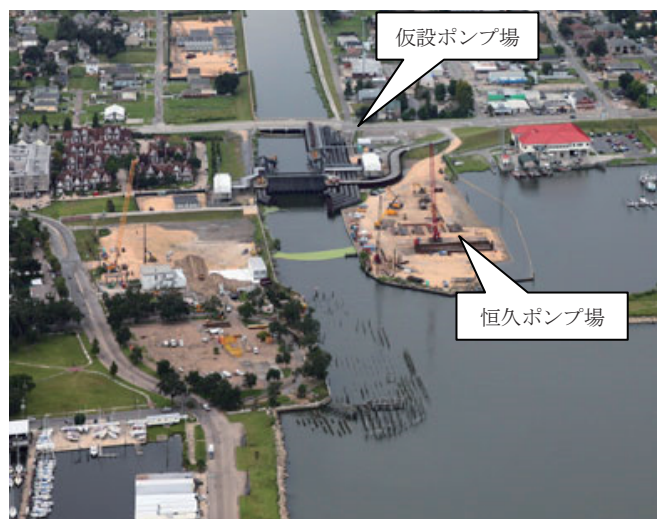
ポンプ場構造はシンプルであるが、サイフォン吐出方式に比べ原動機出力が大きくアップするため、この方式が日本のポンプ場に適切かどうか多面的な比較検討が必要である。

危機管理はマニュアル等を作成し、運用する予定となっており、ポンプ場内にセーフハウス（避難兼待機所）を設け、ハリケーン中でも操作員が1週間滞在できるよう、食料、飲料水、通信機器、ベッド、救命ボート、医薬品等を備えている。

なお、工兵隊の役割範囲はポンプ場建設までであり、運用・維持管理は移管先のルイジアナ州にて行う予定である。

(3) 17番ストリート・アウトフォール・カナル

17番ストリート内水排除運河は、後述する第6ポンプ場からポンチャートレイン湖に至る運河である。ポンチャートレイン湖の河口には、ポンプを備えた仮設締切複合構造体があり、運河流域の地区の雨水を排水する。



写－6 恒久ポンプ場建設中（出典：工兵隊）



図－5 恒久ポンプ場完成予想図（出典：工兵隊）

仮設ポンプ場は、総排水量 $260\text{m}^3/\text{s}$ であり、カトリナンの被害後に建設され、2006年6月に完成した。2013年9月より、総排水量 $357\text{m}^3/\text{s}$ の恒久ポンプ場が建設中であり、2017年に完成予定である。なお、恒久ポンプ場が完成した後に仮設ポンプ場は撤去予定である。

この他、オーリンズアベニュー、ロンドンアベニューの仮設ポンプ場についても、恒久ポンプ場を順次建設予定であり、2008年11月の当協会の訪問以降、確実に復興に向けて進捗している。

(4) ニューオーリンズ市上下水道局 第1ポンプ場

ニューオーリンズ市にて管理している1915年に完成した総排水量 $193.3\text{m}^3/\text{s}$ のポンプ場である。カトリナンの被害により、電動機が浸水し、排水機能を喪失した。

カトリナンの被害以降、自家発電設備（操作制御用）の設置、電動機の整備、浸水対策として搬入口、扉、窓の耐水化を行っている。

表－1 第1ポンプ場 仕様一覧

	形式	台数	吐出し量 (m^3/s)	出力 (kW)
A	横軸ポンプ	1	15.6	448
B	横軸ポンプ	1	15.6	448
C	横軸ポンプ	1	28.3	895
D	横軸ポンプ	1	28.3	895
E	横軸ポンプ	1	28.3	895
F	横軸ポンプ	1	31.1	1,865
G	横軸ポンプ	1	31.1	1,865
V1	立軸ポンプ	1	6.4	298
V2	立軸ポンプ	1	6.4	298
C1	横軸ポンプ	1	1.7	93
C2	横軸ポンプ	1	0.4	30
	合計	11	193.3	

古い設備が多いものの、操作員がポンプの運転及び日常点検に誇りを持って取り組んでおり、日常点検により延命化を図っている様である。



写－7 第1ポンプ場 ポンプ



写－8 第1ポンプ場 電動機



写－9 第1ポンプ場 浸水レベル

(5) ニューオーリンズ市上下水道局 第6ポンプ場

ニューオーリンズ市にて管理している1916年に完成した総排水量 $268.4\text{m}^3/\text{s}$ のポンプ場であり、排水先は17番ストリート運河である。カトリーナによる被害及び対策状況、操作員の姿勢は、第1ポンプ場と同様である。

なお、2008年11月の当協会の訪問以降に整備、追加された設備は無い。

表－2 第6ポンプ場 仕様一覧

	形式	台数	吐出し量 (m^3/s)	出力 (kW)
1	横軸ポンプ	1	7.1	－
2	横軸ポンプ	1	7.1	－
3	横軸ポンプ	1	7.1	－
4	横軸ポンプ	1	7.1	－
A	横軸ポンプ	1	15.6	－
B	横軸ポンプ	1	15.6	－
C	横軸ポンプ	1	28.3	1,492
D	横軸ポンプ	1	28.3	1,492
E	横軸ポンプ	1	28.3	1,492
F	横軸ポンプ	1	28.3	1,492
G	横軸ポンプ	1	28.3	1,492
H	横軸ポンプ	1	31.1	1,492
I	横軸ポンプ	1	31.1	1,492
V1	立軸ポンプ	1	2.5	－
V2	立軸ポンプ	1	2.5	－
	合計	15	268.4	



写－10 第6ポンプ場 ポンプ・電動機



写－11 第6ポンプ場 浸水レベル



写－12 第4ポンプ場

(6) ジェファーソン郡 第4ポンプ場

ジェファーソン郡にて管理している1994年に完成した総排水量135.9m³/sのポンプ場である。ダンカン運河流域地区の雨水をポンチャートレイン湖へ排水する施設である。

浸水対策として、ポンプ場入口を高所に設け、搬入口へ角落し設置を行っていたため、カトリナによる浸水被害は無かった。ポンプ場入口を防水扉とすれば、今後の災害に対して効果的と思われる。

カトリナ以降、ポンプ場の敷地内にセーフハウスの建設及び、工兵隊により、ポンチャートレイン湖側のポンプ場廻りに洪水壁が建設されている。

セーフハウスは、カテゴリー5のハリケーンに耐える施設で、施設内からの操作も可能である。高床で洪水の影響を受けず、ハリケーン中でも操作員が1週間滞在できるよう、食料、飲料水、通信機器、ベッド、救命ボート、医薬品、自家発電設備等を備えている。操作員の避難場所確保の考えを日本でも取り入れるべきと考える。



写－13 横軸軸流ポンプ

表－3 第4ポンプ場 仕様一覧

	形式	台数	吐出し量 (m ³ /s)	出力 (kW)
	横軸ポンプ	4	29.7	2,290
	立軸ポンプ	2	8.5	522
	合計	6	135.9	



写－14 セーフハウス



写－15 洪水壁



写－16 ニューヨーク市危機管理局

3. ニューヨークの施設訪問

2012年10月のハリケーン・サンディによる大規模な浸水等の被害発生時に危機管理対応及び浸水対策を実施した関係機関を訪問した。

(1) ニューヨーク市危機管理局（OEM）

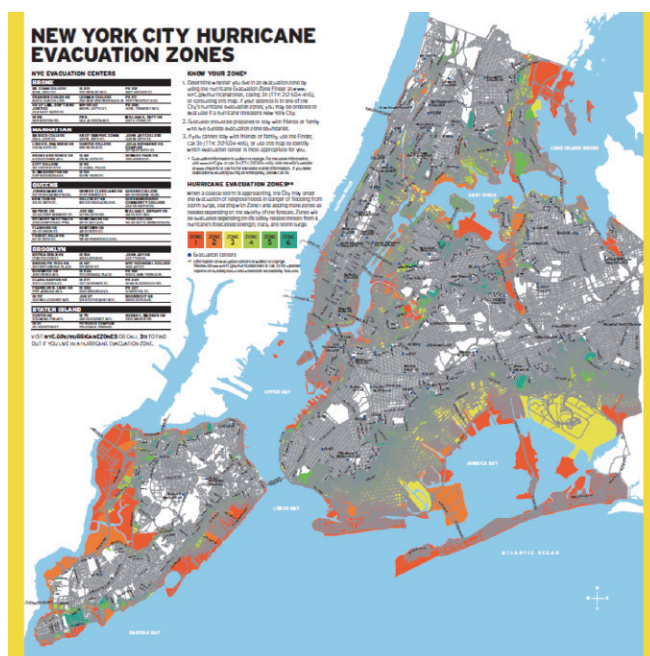
ニューヨーク市の緊急対応センターであり、自然災害、人為災害等の緊急事態に対する準備、調整、復旧、情報収集、必要な情報の発信を行っている。

ハリケーン・サンディによる大規模浸水で、各種インフラ設備及びトンネル等が被害を受け、OEMでは341台のポンプを集め排水作業を指揮したが、排水作業に2週間を要した。

OEMには災害対策本部ルームが設置され、米軍、官庁、各種業界団体が一体となって災害への対応策を協議するために約180席の座席が用意されている。

意見交換による情報は以下の通りである。

- ポンプ等の必要な設備は米国全土（工兵隊、海兵隊、州、業者等）より集め、災害状況に応じて適切な口径・形式を使用する。
- 同規模のハリケーンが発生した場合、被害を最小限とするため、ポンプ等の設備をいかに準備、提供するかが今後の重要な課題である。
- 災害後の恒久設備の設置、インフラ設備の改善については、各機関にて検討を行うことになっている。



図－6 ハリケーン避難区域（出典：OEM）

災害発生時の避難勧告、公共交通機関の停止、学校閉鎖等は住民の生活に与える影響が大きく、他機関との調整に苦労した様子であった。

(2) ニューヨーク都市交通局（MTA）

ニューヨークの地下鉄、バスの運営からトンネル、橋の管理までを行う公社である。地下鉄24路線、468駅、6,311車両を有している。

MTA訪問により以下の情報を得ることができた。

ハリケーン・サンディでは、MTAの判断で事前に地下鉄の運行を停止し、車両を浸水エリア外に退避させた。復旧時の地下トンネル内の排水作業は、過去の浸水の経験より、適所に事前配備していたポンプ列車3台、追加で緊急用2台を配備して5台で行った。



写－17 ポンプ列車外観（出典：MTA）



写－18 ポンプ列車内部（出典：MTA）

ポンプ列車の概要については以下の通りである。

- ポンプ列車は6両編成で、1両目が発電機を搭載したポンプ車、2～4両目は配管を通し、5両目は排水ホース運搬用、6両目はディーゼル機関車である。
- ポンプ列車1台にポンプが3台搭載されており、ポンプ1台の排水量は1,500gal/min (5.68m³/min) である。バックアップのポンプ1台を含めて5,100gal/min (19.3m³/min) の排水が可能である。

- ポンプ列車保有台数は6台である。常備3台以外に、緊急時は使用していない列車に各設備を搭載することで3台追加配備が可能である。
- 排水作業に必要とする人員は5～20名である。排水先までの距離により人員が増加する。
- トンネル内の排水管への接続又は階段や緊急出入口経由で直接ホースにて屋外へ排水するなど、現地状況に合わせて排水先を選択している。
- ポンプ設備はヨーロッパのメーカーが米国内で製作している。

事前に重要設備の退避及びポンプ列車の適所配置を行ったことが地下鉄の早期復旧、被害の縮減に対する効果が大きかった様である。

日本での地下鉄等の水害対策を検討する際の有効な情報を得ることができた。

4. おわりに

これまでのハリケーンによる浸水等の被害を教訓に、日本の内水排除施設と異なった危機管理対応及び浸水対策の内容、背景を学ぶことができた。日本との主な相違点は下記の通りである。

- 新設ポンプ場の浸水対策は、基本的に建設レベルの高所化を採用している。高所化できない既設ポンプ場等は、搬入口、扉、窓を耐水化している。
- ポンプ場に強固な避難所を高所設置する等、安全・人命に対する意識が高い。
- 操作員がポンプの運転及び日常点検に誇りを持って取り組んでいる。
- 危機管理対応では、官民が一体となって、災害への対応に取り組んでいる。
- 独自の設備（ポンプ列車）を製作し、災害に対して事前に適所配置及び重要設備の退避を行う等、危機管理に対する意識が高い。

おわりに、今回の調査実施にあたって、ご多忙にもかかわらず、ご指導、ご協力を頂きました米国関係者をはじめ多くの方々に深くお礼を申し上げます。

平成 25 年度 技術研修報告

東京ガス根岸工場

(一社) 河川ポンプ施設技術協会 広報研修委員会

委員長 萩原 哲雄（はぎわら てつお）

1. はじめに

東京ガス根岸工場は、首都圏のガス需要の増加と環境問題に対応するため、日本で最初にLNGを導入しています。参加者はLNGから都市ガスを製造している施設を見学し、施設の概要を聞きました。参加者は13名でした。

2. 見学

10月31日（木）10：00に到着しました。入り口にはガス灯が、参加者を迎えるように点灯していました。見学の工程は、ビデオ15分→概要説明15分→質疑応答15分→LNG冷熱実験10分→構内見学20分→質疑応答10分で、11：40に工場を後にしました。

3. 冷熱実験

天然ガスをマイナス162℃に冷却して液化すると、1／600の体積になります。これをLNGタンカーで海外から運び、根岸工場で都市ガスに変えて消費者に供給します。実験は3種類の物をLNGに沈め、その変化を見ました。

- ①生物の冷却：カーネーションが凍り花びらがもろくなる。
- ②金属の収縮：ステンレスの球体が縮み体積が減る。
- ③弾性体の冷却：ビニールボールが硬くなり落とすと壊れる。

LNGタンクの内側の面はステンレスで出来ており、冷却により収縮することを考慮して設計していると説明を受けました。

4. 構内見学

バスの中から説明を受けながら施設を見学しました。コントロールセンターだけはバスを降りて見る事が出来ました。コントロールセンターでは職員がモニターを見ながらプラントの状況を確認していました。4チームにより交代で管理をしています。管理室の一角には訓練室があり、色々な状況を想定しその対応を練習しています。

防災センターが構内にあり消防車が配備されていました。構内は全ての場所で禁煙です。安全は最重要な課題であると思いました。

バスからの見学は、LNGタンク、LPGタンク、オープンラック式気化器（LNGを海水で暖めて気体に戻す）、冷熱発電（LNGの冷熱を利用した発電）、海水用ポンプ（海水を気化器に送るポンプ）でした。LNGタンクは地下式が8基、地上式が5基です。

5. エネルギー

天然ガスの使用量は、発電用にも年々増えています。天然ガスは世界各地に広く埋蔵されていることから、これからもエネルギー源として活用されていく様子がわかりました。



説明と質疑



LNG 地下貯蔵タンク

資格 制度

平成 25 年度ポンプ施設管理技術者 資格試験結果と 平成 26 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 25 年度ポンプ施設管理技術者資格試験結果について

第15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25年10月27日(日)に全国6会場で実施され、1級129名、2級106名が受験し、1級64名、2級71名、合計135名が合格されました。平成11年度からの合格者は1級5,382名、2級2,153名、合計7,535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 26 年度実施概要

平成26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 26 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26年5月22日(木)
仙台	平成26年5月15日(木)
東京	平成26年5月28日(水)
新潟	平成26年5月20日(火)
名古屋	平成26年5月27日(火)
大阪	平成26年5月13日(火)
広島	平成26年5月16日(金)
高松	平成26年5月21日(水)
福岡	平成26年5月23日(金)

(2) 平成 26 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26年6月下旬
②受験の申込期間	平成26年7月7日(月) ～8月29日(金)
③試験の実施日	平成26年10月26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27年1月9日(金)
⑥資格登録受付期間	平成27年1月9日(金) ～1月30日(金)
⑦資格者証の交付	平成27年3月13日(金)

* 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 萩原 哲雄 (株)西島製作所

委員 當具 正道 (株)石垣
 〃 西沢 良之 (株)荏原製作所
 〃 熊本 直樹 (株)鶴見製作所
 〃 加藤 和彦 (株)電業社機械製作所

委員 西原 靖博 (株)西島製作所
 〃 丹野 良祐 (株)日立製作所
 〃 島田 正徳 (株)ミゾタ

編集後記

ソチオリンピックでの羽生結弦選手・浅田真央選手ら日本人選手の活躍に興奮冷めやらぬ昨今、東京23区で13年ぶりの大雪警報が発令され、甲府では観測史上最大の63センチの積雪を記録するなど、記録にも記憶にも残る冬となりました。

さて、今回お届けする「ぼんぷ51号」は、巻頭言に国土交通省水管理・国土保全局治水課山田課長様より「排水ポンプの活躍」と題して、昨年の水害に対する排水ポンプの効果についてご寄稿いただきました。

技術報文では、(独)土木研究所上野様より「排水機場ポンプ設備の状態監視保全技術について」をご寄稿いただきました。

技術紹介では、ヤンマーエネルギーシステム(株)藤井様より「健全性診断・劣化診断活用による機関

延命化について」を、(株)ミゾタ有松様より「ポンプゲート設備の現状」をご寄稿いただきました。

新製品・新技術紹介では、北越工業(株)より「インバータ内蔵エンジン発電機について」をご寄稿いただきました。

また、今号も会員の広場を掲載しました。当協会会員のダイハツディーゼル(株)櫻村様より『「世界を代表する20の建造物」の一つです』をご寄稿いただきましたので、一服の清涼剤として是非ご覧ください。

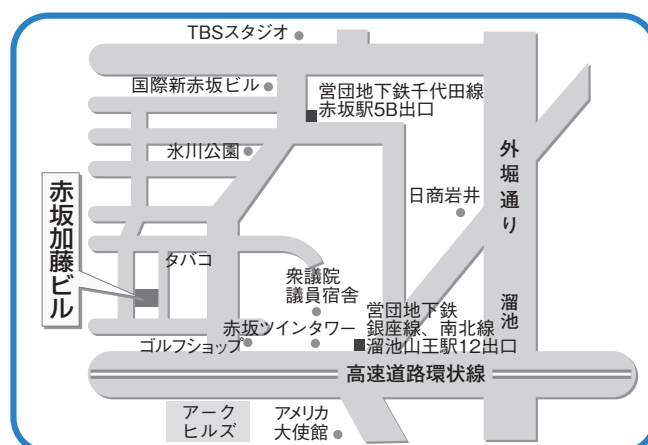
その他にも盛りだくさんの記事を掲載しています。最後になりましたが、ご多忙中にもかかわらず、ご執筆いただきました各方面の皆様へ厚く御礼申し上げます。

(広報研修委員会)

「ぼんぷ」No.51

平成26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>



＜小中規模の排水機場に＞

用途・設置条件に応じた 多彩な製品バリエーション。

コラム型水中軸・斜流ポンプ



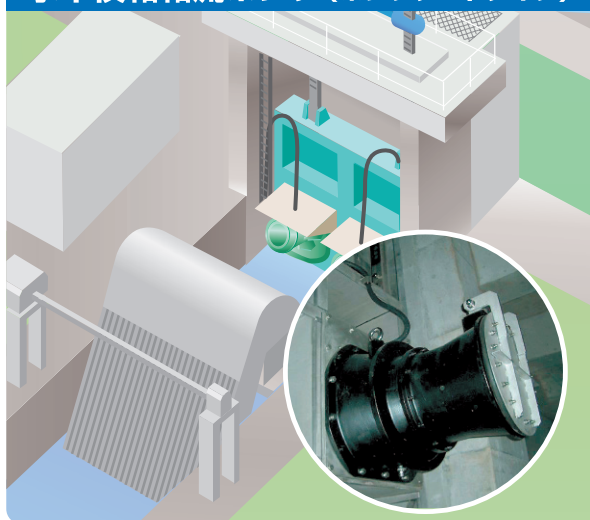
水中うず巻ポンプ



水中軸・斜流ポンプ



水中横軸軸流ポンプ (ポンプゲートタイプ)



水中ポンプ機場のメリット

ポンプの即起動が可能

「呼び水」不要で即起動。
急激な雨水流入などにも対応。

万が一の水没時も排水機能を確保

電気設備さえ確保できれば、機能が
停止しても早期に回復旧が可能。

優れたメンテナンス性

着脱装置の併用により
配管との着脱が可能。

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

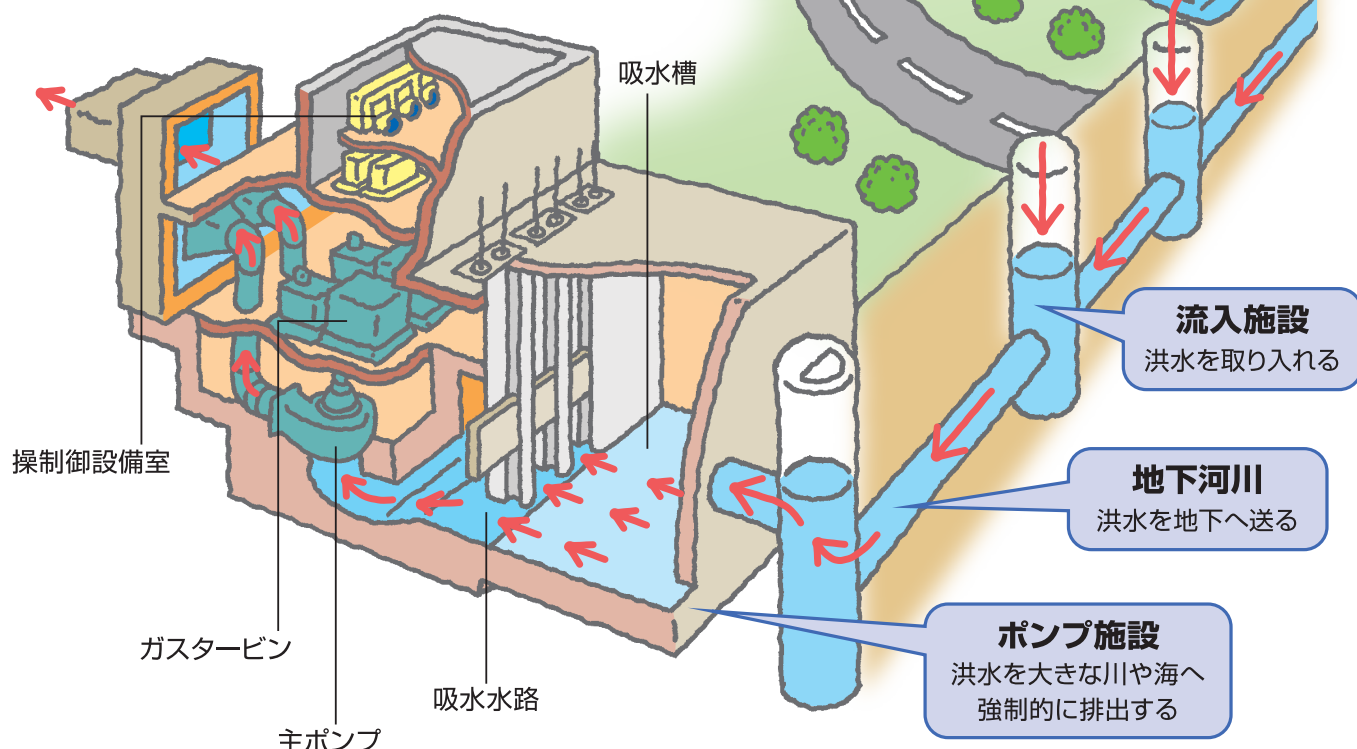
エバラの 地下河川 ポンプ施設

市街地を洪水や浸水被害から守るのが、
地下河川ポンプ施設です。

増える洪水の恐れ

都市化によるアスファルト地面の増加により、保水の役目を担ってきた土地が減少しています。そこへ、台風、集中豪雨、昨今のゲリラ豪雨等による大雨が降ると、河川が雨水を受け入れきれず、洪水、浸水被害が起こりやすくなります。

洪水防止に
貢献



エバラの地下河川ポンプ施設

ポンプ施設は、洪水を強制排出する役割と、水流を安全制御する役割があり、施設の心臓部と言えます。エバラは様々な解析や実験を重ね、ポンプの小型化、高流速化、大容量化を可能とし、施設全体のコンパクト化を実現しました(図1、2)。また、シミュレーション技術により、水位変動中の各機器の運転の様子を把握すると共に流れの様子を確認しながら、効率と信頼性の高い機器の運転を実現することを可能にしました(図3、4)。エバラの地下河川ポンプ施設は、洪水、浸水に強い都市づくりに貢献しています。

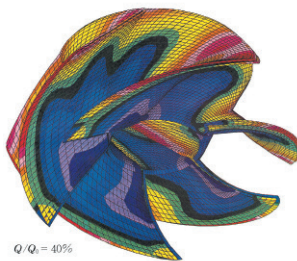


図1 羽根車圧力分布解析



図2 主ポンプ

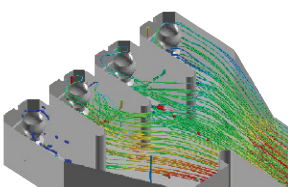


図3 吸水水路流れ解析

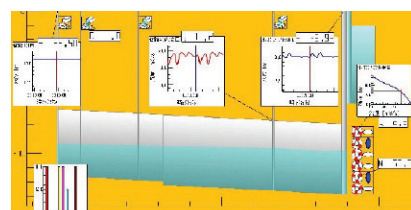


図4 開閉複合水路対応水理解析

横軸ポンプの更新や小規模水路の排水に最適 イシガキの NETIS 登録製品

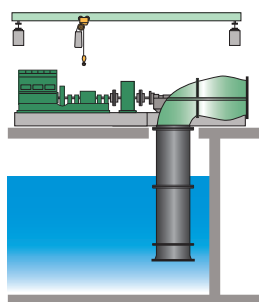
イシガキの水中ポンプは、新技術情報提供システム（NETIS）に登録しています。

軽量コンパクト型コラム式水中ポンプ

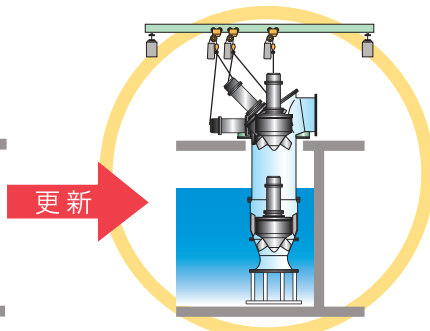
NETIS 登録番号 :SK-130004-A

横軸ポンプを水中ポンプへ。

小型軽量吊上部と傾斜コラムハッチの採用で吊上高さを低減し、
建屋や既存天井クレーンはそのまま、
始動性や操作性に優れた水中ポンプへの更新を実現します。



横軸ポンプ+減速機+ディーゼル機関



軽量コンパクト型コラム式水中ポンプ

更新



傾斜コラムハッチ

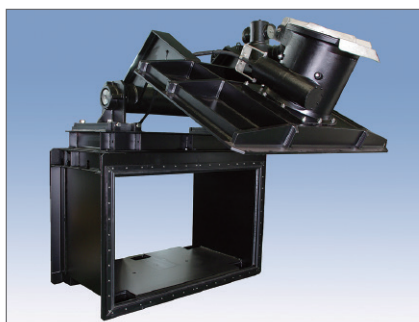
POINT😊

POINT😊

小型軽量吊上部

水路に設置する排水ポンプです。

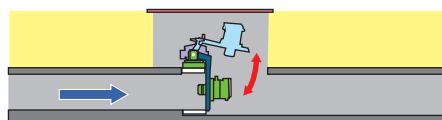
門柱が不要で省スペース、建設コスト削減、施工期間短縮等の特長があり、
小規模水路の排水に最適なポンプです。



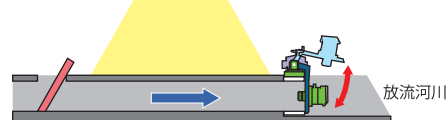
ゲートレスポンプ

NETIS 登録番号 :SK-100008-A

水路途中設置



水路下流設置



株式会社 石 垣

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

本 社

東京都中央区京橋1-1-1 (八重洲ダイビル) ☎(03) 3274-3511

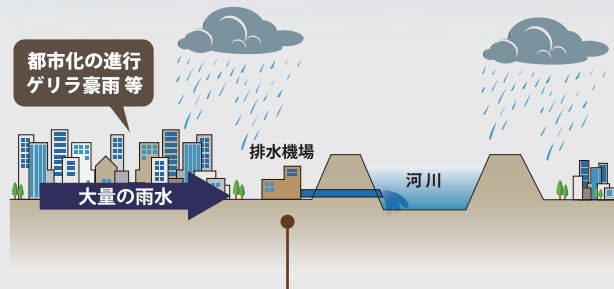
支 店

北海道・東北・東京・名古屋・大阪・中国・四国・九州

ポンプ本体による渦の抑制技術

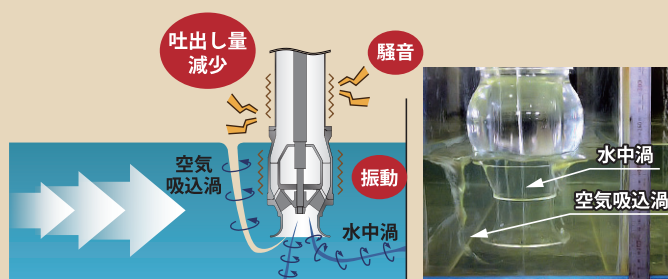
土木工事費削減と工期短縮を実現！

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…

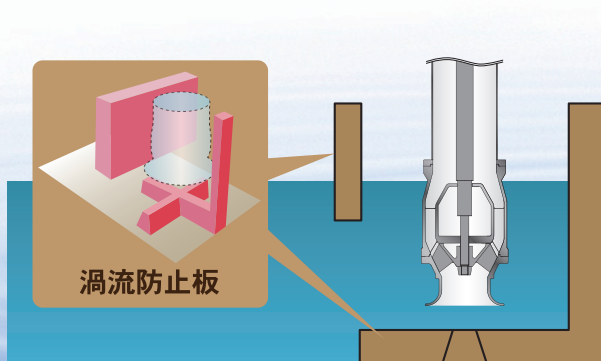
排水機場の既存水槽の形状や寸法がそのままポンプ容量をアップすると水槽内の流速が速くなり、水中渦や空気吸込渦が発生します。これらの渦は、吐出量の減少や振動、騒音などポンプに悪影響を及ぼす原因になります。



水中渦、空気吸込渦の防止対策

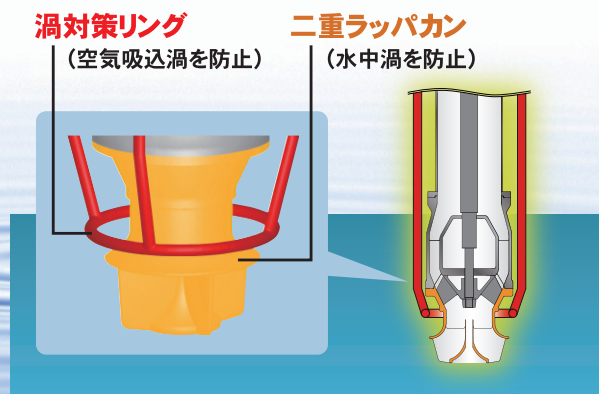
従来の渦対策

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。



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ことにより、渦流防止板が不要となるため、水槽内作業が省略され、工事費の削減と工期短縮が可能となります。



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) 広島／TEL (082) 263-8222(代) 福岡／TEL (092) 771-1381(代)
高松／TEL (087) 822-2001(代)

防災対策

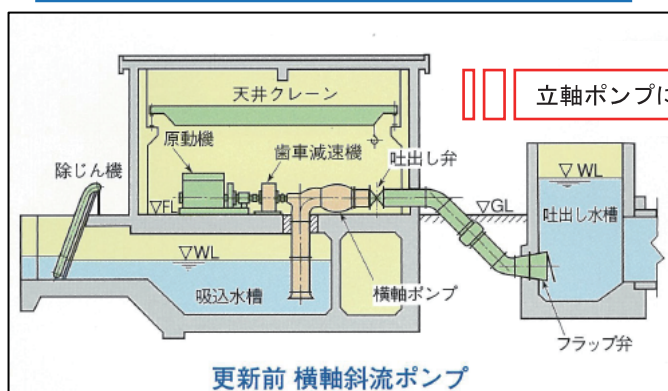
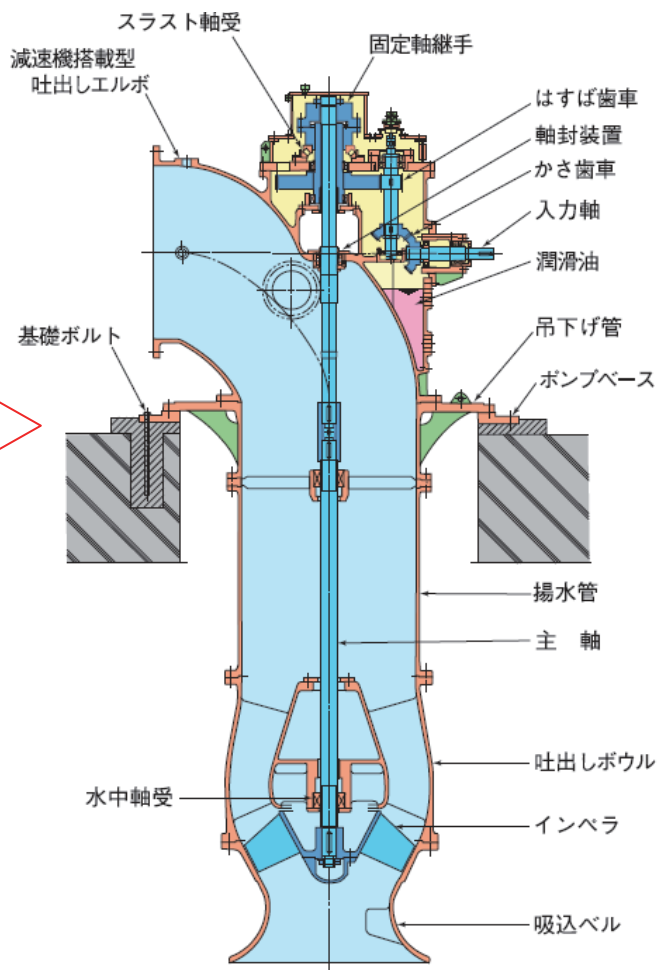
局地的集中豪雨の増加や地域の都市化などへの対応として、排水機場の始動性、信頼性の向上が重要視されています。そのため**始動性、信頼性の向上を図るには立軸ポンプへの更新**が最適です。

横軸ポンプの立軸化更新へ！

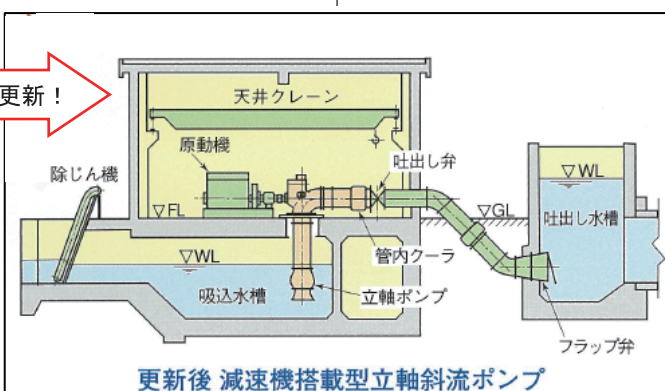
減速機搭載型立軸ポンプ

シンプルに立軸化

減速機が立軸ポンプの吐出しエルボ背面に搭載されているので、横軸ポンプと同様にディーゼル機関などの駆動機がポンプと同じフロアに設置できます。そのため**既設の水槽や建屋を利用して、ポンプの立軸化が可能**です。さらに**減速機の潤滑油は揚水による自己冷却**のため、設備構成も補機などが不要でシンプルにできます。



立軸ポンプに更新！



様々なニーズに対応

- ・油圧クラッチ付き
- ・高流速ポンプ
- ・先行待機ポンプ
- ・駆動機側より見て横方向への吐出し
- ・可動翼装置付き

その他、お問い合わせください。

横軸ポンプを減速機搭載型立軸ポンプに更新した例



本製品は、国土交通省中部地方整備局殿ならびに社団法人河川ポンプ施設技術協会殿との共同特許です。



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／東北・関東・静岡・名古屋・大阪・中国・九州

営業所／北海道・横浜・新潟・四国・沖縄 事業所／三島

信頼される技術とサービスで
社会の発展に貢献する



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

FAX 029-831-4590

「揚排水機場設備点検・整備指針(案)同解説」

2010年1月刊
(社)河川ポンプ施設技術協会

本書は国土交通省が制定した「揚排水機場設備点検・整備指針(案)」(平成20年6月)について、本指針に準拠して点検・整備を行う場合の参考に供するため、指針(案)の条文を示して逐条解説したものです。

また、実務に役立てるために、維持管理記録等の帳票の例、定期整備内容等を収録し、さらに「河川ポンプ設備点検・整備・更新検討マニュアル(案)」(平成20年3月 国土交通省)を添付しています。なお、付属のCDには点検・整備チェックシートのエクセルシートを収録しています。



A4版 約310頁 3,500円(消費税込み・送料別)

本書の構成

本文・解説

- 第1章 総則
- 第2章 点検
- 第3章 整備
- 第4章 保管
- 第5章 記録
- 第6章 点検・整備チェックシート

別表

- ・法令による検査・点検記録の保管
- ・各種帳票(設備台帳、運転記録表ほか)
- ・機器等の修繕・取替の標準年数・定期整備の周期、内容
- ・点検・整備チェックシート

添付資料

- ・「河川ポンプ設備点検・整備・更新検討マニュアル(案)」
- ・点検・整備チェックシートCD

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
☎03-6275-6472

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

株式会社 セイサ

〒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

〒103-0023 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

〒141-0031 東京都品川区西五反田7-15-4
☎03-5745-9081

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

〒161-8575 東京都新宿区西落合2-18-12
☎03-5906-0757

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

* 会員各位：総務省及び経済産業省より「統計法」に基づく「平成26年度経済センサス－基礎調査及び商業統計調査の実施について」協力依頼がありました。



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>