

ぽんぷ

No.43

2010 MAR.

APS (社)河川ポンプ施設技術協会



沈下橋と錦川（山口県）

巻頭言

気候変動リスクをマネジメントすることは可能か

技術報文Ⅰ

人工知能技術を活用した洪水予測技術の開発

技術報文Ⅱ

創意工夫で課題を解決 ～既存排水ポンプ車の改良について～

工事施工リポート

国土交通省四国地方整備局 徳島河川国道事務所 角ノ瀬排水機場

機場めぐり

犀川第一排水機場 — 治水史に残る地に建設された特殊構造の排水機場 —

すべては洪水から守るために

1912年「ぬのくち式機械事務所」としてポンプの設計・製作から出発した産業用機械メーカーの荏原製作所は、「顧客ニーズの実現」を通じて自らも成長してきました。現在では、風水力、環境、精密・電子の事業分野で最先端となる製品を生み出し、社会基盤にかかわる多くのシステムに製品を提供する国際規模の産業用機械メーカーになっています。創業以来続いているテクノロジーへのたゆまぬ研鑽は排水ポンプの中にも息づいています。洪水からすべてを守るために、我々の持ちうるすべてのテクノロジーを結集します。



「関東地方整備局 江戸川河川事務所 庄和排水機場向け排水ポンプ」

総排水量200m³/sを誇る、世界最大級の排水ポンプ設備です。
建設コストの縮減と信頼性向上を実現するため、最先端技術が投入されています。

荏原グループの主な製品群

●風水力機械カンパニー

- 大型ポンプ・高圧ポンプ・プロセスポンプ
- 大型送風機・ブロワ
- コンプレッサ・タービン
- 汎用ポンプ・送風機
- 冷熱機器
- エネルギー関連装置
- 風水力プラント
- その他関連機器類

●環境事業カンパニー

- 水処理施設装置
- 廃棄物リサイクル利用施設・装置
- バイオマス利用施設・装置
- VOC処理・脱臭装置
- 水処理薬品・工業薬品
- 汚染土壌・地下水浄化システム

●精密・電子事業カンパニー

- 真空機器
(ドライ真空ポンプ・ターボ分子ポンプ)
- 半導体製造装置・機器
(CMP装置・実装用めっき装置・ベベル研磨装置・排ガス処理装置・オゾン水製造装置・高濃度クリーンオゾナイザ・各種クリーンポンプ)

目次

■巻頭言 気候変動リスクをマネジメントすることは可能か	2
岡原美知夫	
■技術報文Ⅰ 人工知能技術を活用した洪水予測技術の開発	4
深見 和彦/渡辺 直樹	
■技術報文Ⅱ 創意工夫で課題を解決～既存排水ポンプ車の改良について～	9
真鍋 龍平	
■工事施工レポート 国土交通省四国地方整備局 徳島河川国道事務所 角ノ瀬排水機場	13
田中 誠一	
■機場めぐり 犀川第一排水機場	21
—治水史に残る地に建設された特殊構造の排水機場—	
野村 慎二	
■新製品・新技術 紹介	
世界をリードするエコポンプ ～トリシマCAシリーズ～	25
(株)西島製作所	
■会員の広場	
霞ヶ浦の自然に囲まれて (株)日立テクノロジーアンドサービス 山口 公平	26
弊社エンジン生産工場紹介 ヤンマーエネルギーシステム(株)東京支社 大久保 剛	27
■平成21年技術研修会報告	28
(社)河川ポンプ施設技術協会 広報研修委員会	
■海外調査報告	
台湾での技術発表及び排水ポンプ施設調査について	29
(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21年度ポンプ施設管理技術者資格試験結果と平成22年度実施概要	32
(社)河川ポンプ施設技術協会 資格試験事務局	
■協会発行図書のご案内	33
■編集後記	34
■会員会社一覧	表3

広告掲載会社

(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)日立プラントテクノロジー
(株)鶴見製作所

(株)日立テクノロジーアンドサービス
(株)ミゾタ

気候変動リスクをマネジメントすることは可能か

岡原 美知夫 おかはら みちお

財団法人 先端建設技術センター 理事長

グローバルなビジネス社会では、利益の最大化を目指してハイリスク・ハイリターンを経営が一般的になってきていますが、リスクの顕在化により致命的な損害を被らないためにリスクマネジメント手法の利用が不可欠になってきています。2008年に発生したリーマンショックは世界経済に大混乱をもたらしましたが、(想定外である)地球的な規模のリスクに対して、想定されたリスクの範囲内でリスク対策の最適化を目指すリスクマネジメントでは自ずと対応に限界があることが明白になりました。情報化社会では一瞬で地球全体に情報が伝わりますので、ローカルなリスクが地球的規模のリスクに発展することが容易であるとも言えます。今後、ビジネスの分野のリスクマネジメントにおいて、従来想定外のリスクや地球的規模のリスクへの対応力を高める必要があります。あるいは、リーマンショックのようにリスク低減対策をしてもリスクの顕在化の可能性があるので、危機管理を強化する必要があります。

日本では、リスクマネジメントと危機管理が同じ意味で使われている場合が多いことに注意する必要がありますが、本来のリスクマネジメントは、将来起こるかも知れないリスクの顕在化に対してリスク低減対策を講じるための手法であります。例えば有力なリスク対策の1つに

保険がありますが、保険は、将来起こるかも知れない被害に対して掛けるもので、既に起こった被害に対して掛けるものではありません。一方、危機管理はクライシスマネジメントと英訳され、災害の発生(リスクの顕在化)に対して救命、復旧の緊急時対応であります。最近のリスクマネジメントでは、危機管理を包含した総合リスクマネジメントという考え方もありますが、基本的にリスクマネジメントと危機管理は違う概念であります。

道路分野においても、PIARC(世界道路協会)道路運用リスク管理技術委員会(委員長:岡原美知夫、2008-2011)の活動によれば、自然災害、人的災害、テロなど、様々なリスクに対して、リスクの特定、リスク評価、リスク低減対策を行うため、欧米、ニュージーランドなどでは精力的にリスクマネジメント技術の導入を進めています。政策の優先順位、リスクに対するコストパフォーマンスなどについて、直感ではなく、科学的に根拠のある説明責任が求められるようになってきているからです。

リスクの定義もいろいろ変化してきていますが、最新のISOでは、事象の発生確率と事象の結果の組み合わせと定義されています。従来のリスクマネジメントでは、好ましくないものだけが生じるリスク(純粹リスク)を取り扱った



のですが、より広い範囲—安全の分野からビジネスの分野—への適用を計るため、事象の結果として好ましいもの及び好ましくないものが生じるリスクを扱っています。

リスク低減には、2つの方法があります。一つは、社会全体としてリスクは減らないのですが、保険によって多くの人にリスクを負担してもらうという方法と、耐震補強のようなハード対策などにより社会全体の損害額を低減する方法です。巨大災害に対しても、基本的にこの2つの方法を組み合わせてリスク低減対策を行います。

自然災害の特徴として、発生確率が非常に小さく—リスクの大きさを損失期待値＝発生確率×被害額とすれば—その結果リスクが低く評価される場合があるのですが、リスクが顕在化すれば社会経済活動に致命的な影響を及ぼす可能性があるということが最も大事な点です。自然災害はカタストロフィックリスクとも呼ばれます。地球温暖化が進みますと、気候の振れが大きくなると予想されますので、大洪水、スーパー台風など巨大災害の発生確率が増加すると言われています。仮にトータルの自然災害の発生件数が減少しても、巨大災害の発生が増え、社会に与える影響は格段に大きくなると考えられます。

これまでの世界大災害による損害保険金支払い額では、1番がハリケーンカトリーナ、2番がハリケーンアンドリューによる災害であります。ハリケーンカトリーナによる災害では、260億USドルの保険金の支払いが報告されています。災害の巨大化に対して、保険会社は損害保険市場で再保険を掛けようとしても十分に消化されない恐れがあるのが現状といえます。その結果として、保険会社が巨額の保険金支払いのため経営破綻を回避できないリスクをかかえこむこと、あるいは保険料が不当に高くなること（リスクプレミアムの発生）が予想されます。巨大災害の保険金支払いを負担するための何らかの国際的なフレームワークが必要になると考えられます。

一方、保険とは別に、巨大災害のためのリスク低減対策のフィージビリティも大きな課題です。（ハードな）リスク低減対策が困難とされれば、リスクを回避するため巨大災害が予想される地域から撤退することも理論的には考えられますが、既存の大都市では現実的にはまず不可能と言わざるを得ません。気候変動が災害の巨大化に影響を与えるのであれば、まさに土木技術者の英知を結集して気候変動への適合性を高め、リスク低減を図る必要があると考えられます。

人工知能技術を活用した洪水予測技術の開発

深見 和彦 ふかみ かずひこ

独立行政法人土木研究所
水災害・リスクマネジメント国際センター
(ICHARM)
水災害研究グループ 水文チーム

渡辺 直樹 わたなべ なおき

JFE エンジニアリング株式会社

1. はじめに

近年、局地的な大雨や集中豪雨による水害や水難事故が頻発している。これらの洪水被害を防ぐためには、今生じつつある洪水を的確に予測し、水防災担当者による迅速な状況把握・防災活動の立ち上げと、影響が及ぶ区域・住民への警戒準備を促すための迅速な情報伝達が必要とされる。特に中小河川では短時間の降雨で水位が急上昇するため、迅速な情報提供に耐える高速でかつ信頼性の高い洪水予測が必要となる。数時間先の予測情報に基づく避難警戒体制の構築が不可欠と考えられる。

現在、国が管理する一級河川ではタンクモデルや貯留関数法、あるいは分布型流出モデルを基礎とした洪水予測システムが適用されてきているが、その構築には詳細な現地調査や長期間の雨量・水位・流量観測データの蓄積が必要となる。地方自治体が管理する全国の中

小河川において、個別の河川毎に同様な手法で洪水予測を網羅的に実現するためには多大な時間とコストを要する。今後、全国の中小河川においてそれぞれの河川管理者が洪水予測の整備を推進していくためには、リアルタイムの洪水減災・水難事故防止に焦点を当てて、効率的かつ高速で構築・運用ができる洪水予測システム構築技術が必要になると考えられる。

本稿では、人工知能技術の一種である遺伝的プログラミングを活用することにより、物理的なモデルを想定することなく過去の降雨や水位データ等から高精度な水位予測モデルを高速かつ自動的に構築する手法を紹介する。本手法は過去の主要な洪水時における予測対象地点の水位の実績データさえ取得出来れば、全国で等しく入手可能なレーダ雨量（テレメータ雨量も可）と組み合わせることで短時間に最適化された降雨流出モデルを構築可能である。また生成されたモデルは1～2次式の組み合わせであることから解析時間も瞬時に完了するため、洪水予測システム構築の人的・時間的コストを大幅に削減できると期待される（図-1）。

適用検証事例として、利根川水系渡良瀬川上流に位置する草木ダム流入量予測と、山口県にある佐波川の水位予測の研究成果を紹介する。

なお、本手法は独立行政法人土木研究所が平成18年より民間提案型共同研究においてJFEエンジニアリング株式会社と共同開発したものである。遺伝的プログラミングによる最適モデル探索解析にはJFEエンジニアリング製の人工知能ソフトウェアWinmuSe®を用いた。

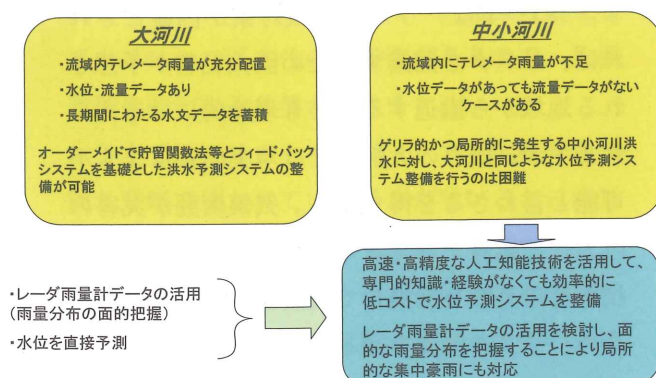


図-1 大河川と中小河川における洪水予測

2. 人工知能手法によるモデル構築

本稿で紹介する洪水予測モデル構築手法は、人工知能技術の一種である遺伝的プログラミングを用いて、物理的なモデルを想定することなく、水位、雨量等の実績データを「学習」することにより自動的にその因果関係を記述するモデルを同定するものである。一般的な学習手法としてニューラルネットワークを用いた流出解析手法が知られているが、ネットワーク構造の設計に人的試行錯誤が必要であることに加え、パラメータの収束に時間を要し、収束した場合も局所解であることが多い。そこで、GMDH (Group Method of Data Handling) の演算構造を遺伝的プログラミング (Genetic Programming: GP) と呼ばれる生物進化を模擬した手法で最適化する方法を応用し、これに並列計算技術を組み合わせることにより高速なモデル生成を実現した。

ここで、GMDHは、重回帰ユニットを多層構造化し、そのパラメータを最小二乗法により決定することを基礎とする非線形システム同定手法である。図-2にGMDHの重回帰ネットワーク構造を示す。ここで、 x はモデルの入力要素で、 z は重回帰ユニットの出力である。1層目は入力要素 x のみでユニットが構成され、2層目以降は下層ユニットの出力 z あるいは入力要素 x によりユニットが構成される。重回帰ユニットは式(1)に示す4種類の関数のいずれかを有し、各ユニットの入力データと教師データから最小二乗法により係数 a が決定される。

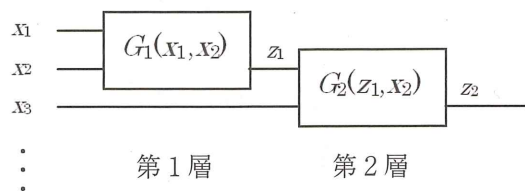


図-2 GMDHの演算構造

$$G(x, y) = \begin{cases} a_1 + a_2 x + a_3 y \\ a_1 + a_2 xy \\ a_1 + a_2 x^2 + a_3 y^2 \\ a_1 + a_2 x + a_3 x^2 + a_4 xy + a_5 y + a_6 y^2 \end{cases} \quad (1)$$

重回帰ネットワークの構造化手法として、遺伝的プログラミングを用いる。遺伝的プログラミングは、遺伝的アルゴリズムを木構造に拡張した手法であり、各重回帰ユニットを「遺伝子」として表現し、重回帰ネットワーク構造を「個体」として表現する。ランダムに生成された個体に対し、適応度すなわち精度の高い個体を優先的に選択し、交叉や突然変異などの遺伝操作を繰り返す事により最適解を探索する。

ここで提案する手法は、洪水予測目的の観点から見ると、入力データ（雨量観測・予測）と出力データ（水位予測）との間に、何らかの中間的な物理的關係（例えば、水位流量関係）をあらかじめ定式化して仲介させる必要がない、すなわち、雨量と水位の関係を直接定式化することが可能である。従来の水位予測では流量評価を介する必要性があり、流量観測所の必要性や水位流量関係式の精度管理など、適用可能な河川を制限する要因となっていた。また、高速な解析エンジンWinmuSe®を活用することで、大量データの解析が高速に可能となることから、予測対象地点の水位データが入手できれば、全国どこでも入手可能なメッシュ形式のレーダ雨量をそのまま入力することができる。リアルタイムの運用においても、定式化されたモデルは多項式の組み合わせであるため、レーダメッシュ雨量を入力する場合でも高速な計算が可能である。すなわち、地上雨量観測への負担を減らした上で流量を介さずに雨量から直接水位を予測するモデルを構築することが原理的に可能となり、中小河川における洪水予測システムの普及に拍車をかけることができる。と期待される。

逆に、本手法は、物理モデルではないことから、計算誤差が生じた場合の物理的解釈が困難という問題がある。また、ダム等の人工的な調節施設が介在する場合の影響をシステム内部で陽形式に表現することはできない。したがって、さまざまな影響因子の相互関係を定量的に把握しながら洪水予測・評価を行わなければならない大河川の場合は、目的やニーズにもよるが、上記のメリットがあまり生きないのではないかと推察される。

以下、中小河川流域に対して本手法の適用・検証を試みた複数事例を紹介する。

3. 草木ダム流入量予測への適用

(1) 解析対象・方法

草木ダムの流域は、利根川水系渡良瀬川の上流に位置し、流域面積は254km²である。解析対象地点を図-3に示す。

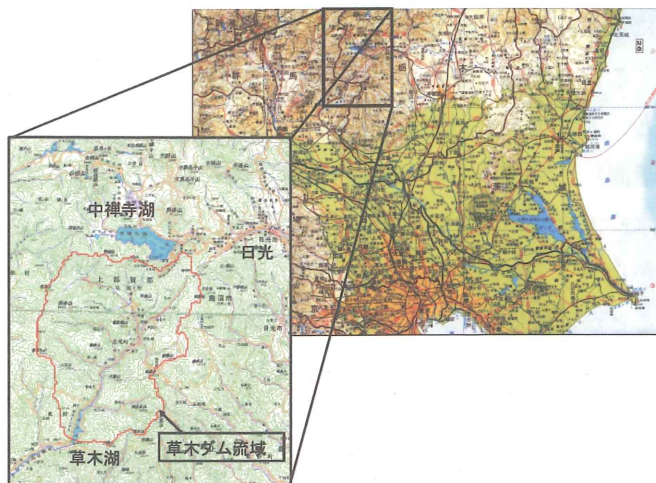


図-3 草木ダム流域位置図

ここでは、モデルの入出力関係、すなわち解析モデルを式(2)のように定義し、学習によりモデル関数 f を同定した。

$$Q(t+1) = f(Q(t), R(t+1), \dots, R(t-8)) \quad (2)$$

ここで、 Q ：流入量、 R ：流域平均雨量、 t ：時間である。雨量の過去参照時間は水位と雨量の相互相関が最大となる時間差とした。流域平均雨量は、ここでは、地上観測雨量データをもとにしたティーセン雨量により与えた。

ここで求める1時間後の予測流量を次の時間ステップの予測流量算出のための $Q(t)$ として繰り返し用いて計算することで、雨量予測値さえ与えれば原理的には何時間先までも予測できる。そこで、式(2)を連続的に適用し、6時間先の流入量まで予測した上でそこでの予測誤差を評価することにする。ここで雨量予測値としては実績雨量を用いており完全予測を仮定するが、この評価手法により遺伝的プログラミングにより最適化された流

出解析モデルそのものの精度をより厳しい条件でチェックすることができる。

解析に用いたデータは1983年から2005年までに観測されたピーク流入量200m³/s以上の出水(36ケース)とし、各ケースは流域平均雨量とダム流入量の時間毎データで構成される。検証では、まず前半1983年～1998年を学習して解析モデルを構築し、次にモデルにとっては未知となる後半1999年～2005年を予測した。

(2) 解析結果

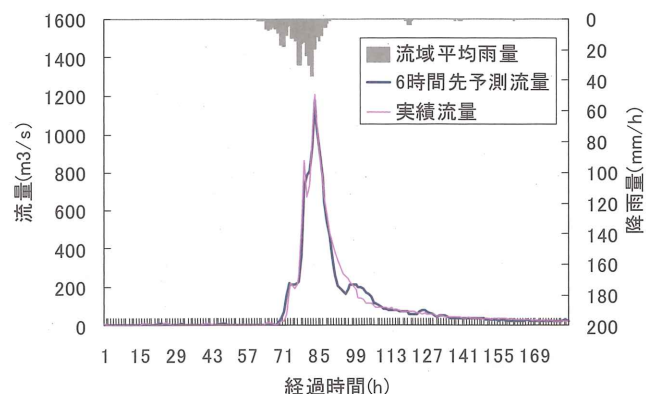


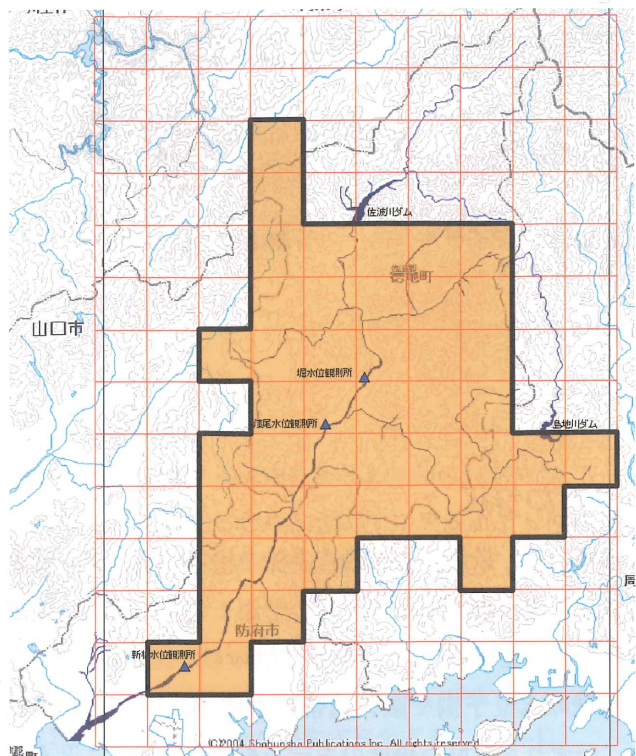
図-4 草木ダムの未学習データ予測結果

未知データを予測した結果のうち最大出水の計算結果を図-4に示す。結果は6時間先の予測流入量と実績流入量とを併記している。なお6時間先までの入力雨量は実績値を用いた。ピークの実績流量1210.13m³/sに対し予測流量が1176.5m³/sと誤差は2.7%、また全ての未知ケースの平均ピーク誤差は87.6m³/sとなり、良好な精度で予測できていることが確認できた。

4. 佐波川水位予測への適用

(1) 解析対象・方法

佐波川は、山口県内を流れる流域面積423km²、幹川流路延長56kmの一級河川である。解析対象地点は下流に位置する新橋水位観測所とし、入力する雨量観測値としてレーダアメダス解析雨量値(2.5kmメッシュ)を用いる。解析に用いた雨量メッシュを図-5に示す。流域上流には佐波川ダムと島地川ダムがあるため、本解析ではダムの放流量は既知のものとして与えた。



図一五 佐波川流域位置図

ここでは、解析モデルを式(3)のように定義し、学習によりモデル関数 f を同定した。なお、雨量及びダム放流量の過去参照時間は、水位と雨量、水位とダム放流量の相互相関が最大となる時間差とした。

$$H(t+1) = f \left(\begin{matrix} H(t), \dots, H(t-14), \\ R(t+1), \dots, R(t-7), \\ D(t+1), \dots, D(t-6) \end{matrix} \right) \quad (3)$$

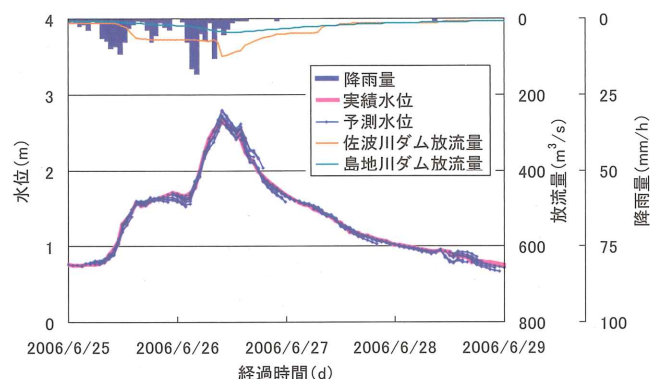
ここで、 H ：新橋観測所水位、 R ：雨量、 D ：ダム放流量、 t ：時間である。

草木ダム流入量予測検討と同様に、雨量は完全予測を仮定し、1時間毎の予測を6回連続実施し6時間先予測値としての評価を行う。まず2004年から2005年のデータを学習して解析モデルを構築し、モデルにとっては未知となる2006年のハイドログラフを予測した。

(2) 解析結果

未知データを予測した結果のうち最大出水の計算結果を図一六に示す。結果は6時間先までの予測水位と実績

水位を併記している。なお、6時間先までの入力雨量は実績値を用いた。ピークの実績水位2.64mに対し誤差は0.01m未満、また全ての未知ケースの平均ピーク誤差は0.17mとなり、良好かつ安定した精度で予測できていることが分かる。



図一六 佐波川（新橋地点）の未学習データ予測結果

5. リアルタイム洪水予測システムの実用化

(1) 洪水予測システムの流れ

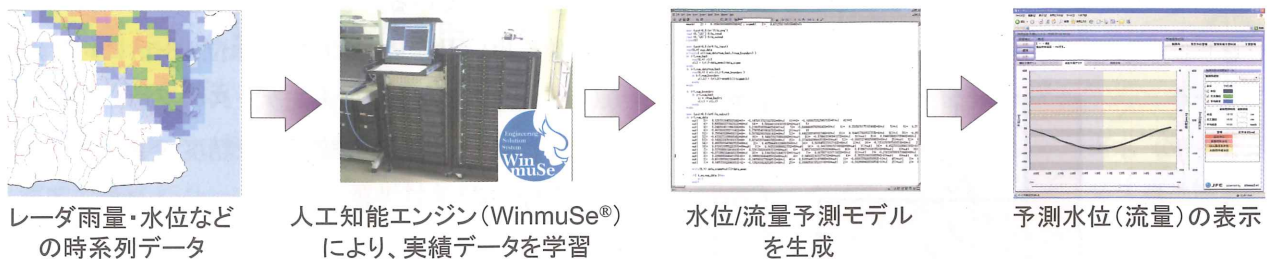
実時間で洪水予測を行うリアルタイムシステムの構築手順を示す（図一七）。

まず、予測対象地点の過去の実績データ（水位・レーダ雨量等）を収集し、人工知能エンジンによる学習を行う。最低1年分の学習データが必要と考えられるが、多様なデータを学習するためには2年以上用意することが望ましい。ただし大幅な河川改修等が行われた場合にはモデルの系が変化してしまうため新たにデータを取り直す必要がある。

次に、生成されたモデルをリアルタイムデータが受信可能なサーバにインストールし、実時間での予測計算を自動実行する。モデルの計算負荷は非常に小さいため、物理モデルを適用した場合と比べて計算機のスペックダウンが可能である。

(2) レーダ雨量メッシュデータ入力方法

最後に、レーダ雨量データの入力のさせ方に対する注意点について述べる。一般的には、雨量平均化により雨



図ー7 人工知能手法による洪水予測の流れ

量分布の情報が失われるため、メッシュ雨量による予測精度の方が局地的な雨量分布の偏りを的確に計算結果に反映させることで、予測精度が高くなると期待しがちである。しかし我々が行った研究において、雨量メッシュデータの最適な入力方法や外挿条件といえるような極値的洪水事例における安定性等に関して様々な特性の流域を対象として検討した結果、実際にはすべてのメッシュ雨量値と予測対象の流域末端での流出量との因果関係を定式化するだけの十分な既知の情報を得ることは困難であることが多く、特にメッシュ数が多くなる大きな流域においては、メッシュ雨量ではなく平均雨量を入力情報として与える手法をとる方が、さまざまな時系列パターンを有するその平均雨量と流出量との関係を十二分に学習させるだけの情報を確保し、洪水予測の安定性を担保する意味で有利であった¹⁾。

現在国土交通省では豪雨の監視強化等を目的としてXバンドMPレーダの整備を進めており、250～500mメッシュで1分間隔（目標値）の配信が実現される見込みである。このような空間的、時間的に緻密なデータがリアルタイムに配信されるような場合においても、人工知能手法を用いることにより瞬時に洪水予測が可能であると考えられるが、レーダ雨量メッシュデータの適切な入力方法については上記の理由から注意が必要である。

6. おわりに

本稿では、最新の人工知能手法を用いて草木ダム流入量及び佐波川水位を事例とした予測モデルの構築・検証結果の数例を紹介した。本稿で紹介した流域以外にも、感潮域の水位予測や融雪地帯の水位予測への適用も試み、いずれも良好な精度のモデルを構築出来ることを確認している。紙面の都合上触れることができなかったが、雨量予測誤差に対する水位誤差への影響は線形関係にあること、既往最大を超える未経験の超過洪水に対する予測では、予測結果が発散することはなく、むしろ低めになる予測が多いこと、等の特性を明らかにしている。それらの詳細は、共同研究報告書¹⁾を参照いただきたい。

本研究成果が広く活用されることで、中小河川における洪水予測の広範な普及と洪水災害の軽減の一助になれば幸いである。

<参考文献>

独立行政法人土木研究所共同研究報告書第390号：人工知能技術を活用した洪水予測手法の開発、平成21年3月。280p.

創意工夫で課題を解決 ～既存排水ポンプ車の改良について～

真鍋 龍平 まなべ りゅうへい | 国土交通省四国地方整備局
四国技術事務所

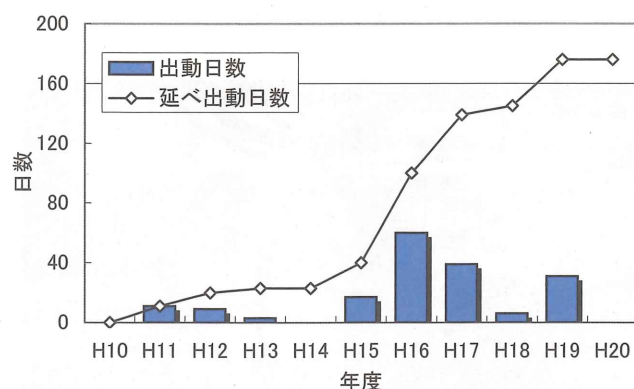
1. はじめに

四国地方では過去から度重なる水害被害を受けており、平成10年9月に発生した高知豪雨では高知市で日降水量が600mmを超え市内全域が浸水するという甚大な被害が発生した。

これを機に四国地方整備局（以下、「四国地整」という。）では排水ポンプ車の配備を進め、平成20年度末で計27台を保有し、延べ176日・台の出動実績がある。（図－1）

排水ポンプ車とは、トラックベースの車体に「排水ポンプ」「発電機」「ホース」「燃料」等、排水に必要な機材が全て搭載し、水害の発生現場に機動的に出動することにより、浸水被害の防止及び早期復旧を行う車両である。

本文では、過去の災害活動により浮き彫りとなった課題についての検討結果を紹介するものである。



図－1 排水ポンプ車の出動実績

2. 浸水災害の多様化

排水ポンプ車の導入が始まった時点では河川の内水排除が主目的であったが、近年では局地的な豪雨による路面冠水・地下構造物等の浸水排除、地震による河道閉塞箇所の排水等、対象被害が多様化している。

3. 災害活動により判明した課題

(1) 低水深箇所での排水（路面冠水排除）

平成16年8月に発生した台風16号による高潮被害では香川県下で約22,000戸にも及ぶ浸水被害が発生した。

この浸水被害では、浸水深さが1 m程度と浅く、出動した排水ポンプ車の最低排水水深（約1.2m）より浅かったため、排水ポンプの能力を充分発揮することができなかった。（写－1）



写－1 高潮被害における排水ポンプの設置

(2) 危険が伴う排水ポンプの投入

四国地整で保有する排水ポンプ車は、排水量及びポンプ形式により下記に分類される。（表－1）

表－1 排水ポンプ車保有一覧

No	排水量・ポンプ形式	台数
1	30m³/min 水中ポンプ式	3 台
2	30m³/min 水力ポンプ	3 台
3	30m³/min 軽量水中ポンプ式	12 台
4	60m³/min 水中ポンプ式	4 台
5	150m³/min 水中ポンプ式	5 台

この内、最も保有台数の多い「30m³/min 軽量水中ポンプ式」はポンプ質量が21～35kgと軽量であるため、人力によ

る排水ポンプの投入が可能であり、クレーンが使用できない強風時においても設置作業が可能である。

その反面、排水ポンプの投入の際に作業員が水際まで近づく必要があり、増水した河川では危険が伴う作業であることから、何らかの安全対策を講ずる必要があった。(写-2)



写-2 排水ポンプの投入（訓練時）

4. 排水ポンプの低水深運転の検討

(1) 改良目標

既存排水ポンプの排水可能水深（120cm）の半分（60cm）以下での排水運転を目標として設定した。

(2) 目標達成に向けた検討

a) 吸込渦（空気混入）防止対策

排水ポンプは、水深が低下すると水面上から渦が発生し空気を吸い込み定格の排水量が確保できなくなる。

また、空気を吸い込むことによりポンプ内でキャビテーションを起こしインペラ（羽根車）部分を損傷することとなる。

よって、低水深時においても空気の吸い込みが起らないよう吸込口全体をカバーし、カバー下の開口部からのみ吸水できるよう対策を講じた。(図-2、写-3, 4)

b) モータの冷却対策

モータの冷却はモータ本体を直接流水にさらすことにより行っているが水深の低下により気中に露出した場合、水流による冷却効果が望めず、温度上昇によりモータの損傷を招く恐れがあるため、モータが常に水流にさらされるように対策を講じた。

(3) 実施検証

ポンプ本体が全水没する水位（水深60cm）より順次水位を下げてゆき、各水位において「吸込渦発生の有無」、「モータ温度変化」を観察し、連続排水可能水位を確認した。結果は以下のとおりである。

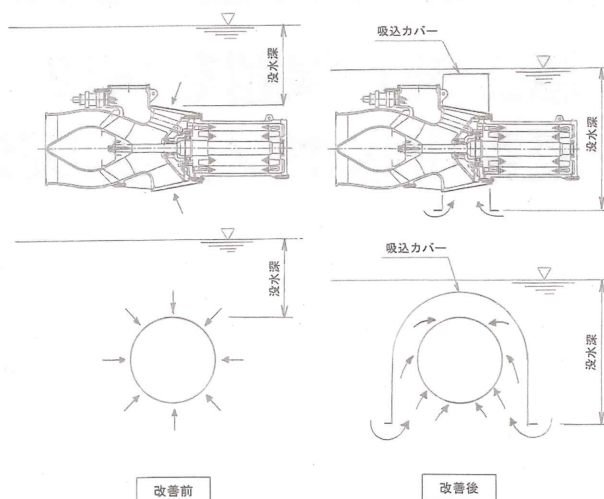
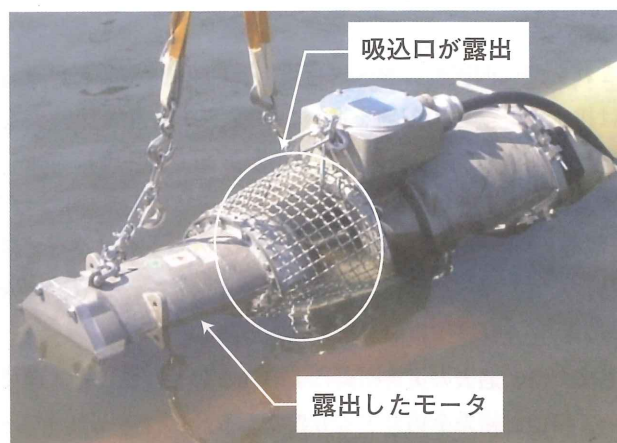
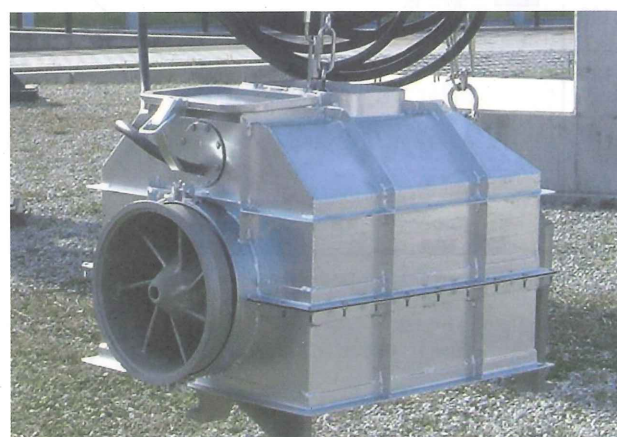


図-2 吸込渦防止対策図



写-3 排水ポンプ（改良前）



写-4 排水ポンプ（改良後）

a) 吸込渦の発生

水深60～30cmまでの間でポンプに有害となる吸込渦の発生は見受けられなかった。

b) モータの温度上昇

モータの温度上昇は水深により温度変化が異なる結果となった。(図-3)

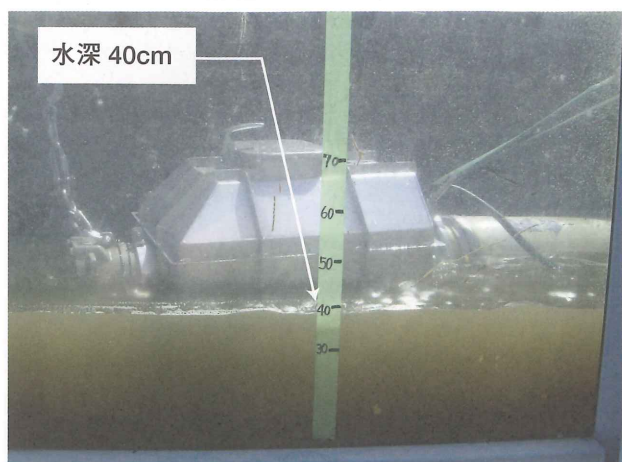


写真-5 水深40cmでの運転状況

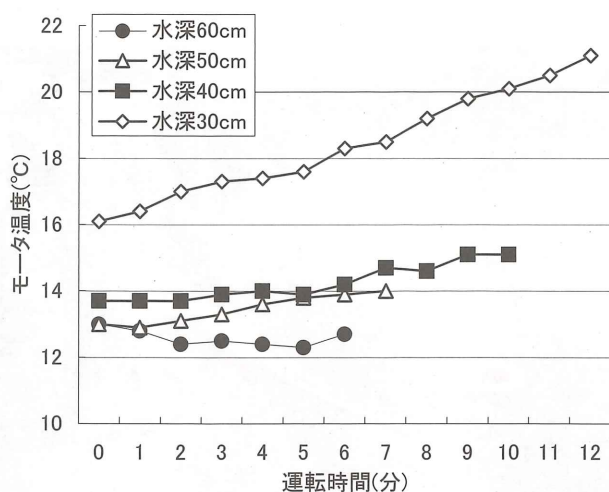


図-3 モータの温度変化

水深60～40cmまでの温度上昇は1～2℃であったが、水深30cmになると短時間で5℃の温度上昇が見られた。

水深30cmでは水流によるモータの冷却が充分得られていないと考えられる。

(4) 検証結果

前述の対策を講ずることにより水深40cmでの排水運転が可能であることが実証できた。(写-5)

ただし、今回の実施検証では水深60cmから随時水位を下げていった結果であり、運転開始可能水深の試験では水深45cmでのポンプ起動は可能であったが、35cmでの起動は不可であった。

よって、ポンプ起動時には最低でも水深45cmの水位が必要である。

5. 軽量型排水ポンプの安全な投入方法の検討

(1) 軽量型排水ポンプの概要

軽量型排水ポンプは、人力による運搬・投入を目的に開発

されたものであり、従来の排水ポンプ（同排水量）の質量130kg/台に比べて1/4以下にまで軽量化されており、排水ポンプの設置が全て人力で行えるようになった。

四国地整では3種類の軽量水中ポンプを装備した排水ポンプ車が配備されている。(表-2、写-6)

表-2 軽量型排水ポンプ一覧（タイプ別）

排水量 品名	5m³/min	5.5m³/min	7.5m³/min
ポンプ	19.7kg	21.0kg	27.0kg
フロート	7.2kg	7.8kg	9.0kg
投入時質量	26.9kg	28.8kg	36.0kg



写真-6 軽量型排水ポンプ（5m³/minタイプ）

(2) 改良目標

投入に要する時間が従前と同程度（5分/台）で行えること。

(3) 目標達成に向けた検討

最も軽いタイプの排水ポンプであっても、ポンプとフロートを合わせると約27kgになる。

このポンプを水際まで近づくことなく投入するには何らかの走行装置で運搬・投入することが必要となる。

走行装置は「電動式」「エンジン式」「手動式（台車）」等、様々な装置が存在するが以下の理由により「手動式（台車）」を採用した。

- 排水ポンプ車の設置箇所からポンプ投入箇所へ、無動力での走行（法面の降下）が期待できる。(写-7)
- 積載物（排水ポンプ）が軽量である。
- 維持管理費がかからない。

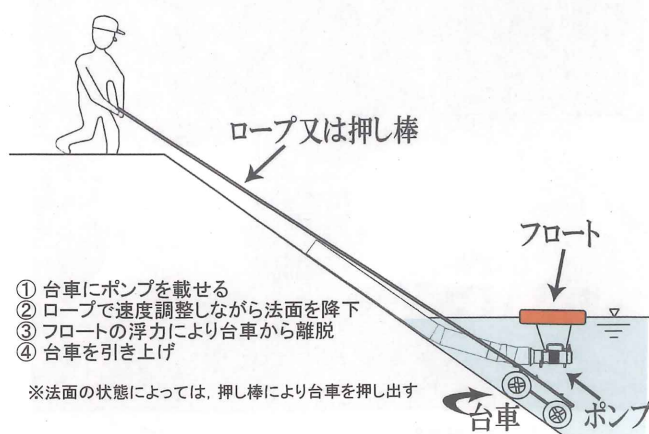
台車による排水ポンプの投入方法は図-4のとおりである。



写一七 排水ポンプ車設置状況



写一八 法面の降下状態



図一四 投入方法



写一九 着水・離脱の状態

(4) 実施検証

台車を用いて排水ポンプの投入試験を実施した。

投入は堤防上（高水敷）に排水ポンプ車を設置し、排水ポンプを台車に搭載後、法面を降下させ、着水、離脱、回収の順に確認を行った。（写一八、九）

今回検証を行った箇所の水深が約1.2mと浅かったため、着水後、台車と排水ポンプの離脱がうまくいかなかった。

これは、ポンプとフロートをつなぐチェーンが弛み、台車に引っかかったためであり、チェーンを短くすることにより以後の離脱はスムーズに行えた。

(5) 検証結果

今回製作した台車により、作業員が水際まで近づくことなく排水ポンプの投入が行えることが確認できた。

また、改良目標であった5分/台程度での投入についても、今回の検証では5.1分/台とほぼ目標を達成できたものと考えている。

なお、今回の検証では法面がコンクリート張りであったため、ロープによる投入が容易に行えたが、植生が密集した法面など障害が多くロープによる投入が困難な場合（法面を台車が降下しない場合）には押し棒による投入を行うものとする。

6. おわりに

今回の改良検討は、既存車両の用途拡大、操作性向上を目的にしたものであり、わずかな改造を施すことにより、その機械が持っている能力をさらに向上させることが可能であることが実証できた。

近年の厳しい財政状況は災害対策においても例外ではなく、既存車両の有効活用は引き続き取り組まなければならない課題である。

今後も災害出動を通じて情報を入手し「かゆいところに手が届く」改良を実施していきたい。

国土交通省 四国地方整備局 徳島河川国道事務所

角ノ瀬排水機場

(工事名：角ノ瀬排水機場ポンプ設備工事)

田中 誠一 たなか せいいち (株) 西島製作所

1. はじめに

飯尾川は、四国三郎・吉野川の南岸（右岸）に沿って吉野川市から石井町を経て徳島市で吉野川に合流する流域面積73km²、延長約26kmの徳島県下最大の内水河川である。

本稿で紹介する角ノ瀬排水機場は、飯尾川と吉野川の合流点より約5km上流の徳島市国府町に位置し、ポンプ単機の設備規模は四国最大級の20m³/s・台の排水能力を有する。



図-1 角ノ瀬排水機場周辺図

飯尾川は過去より幾度となく頻繁に内水被害を発生させてきているが、近年はその傾向が顕著で最近5年間に7回の被害、2回の床上浸水が発生している。

特に平成16年10月に襲来した台風23号では浸水面積3,630ha、総浸水家屋1,305戸（うち、床上浸水家屋は351戸）もの甚大な被害を与えた。

これを受けて国交省は平成18年度より「飯尾川床上浸水対策特別緊急事業」として「角ノ瀬排水機場」を直轄施工で（平成20年度完成）、「飯尾川総合内水対策緊急事業」として飯尾川の河川改修を補助事業で（平成21年完成）着手した。

これら事業により、10年に1回の降雨確率である平成

16年の23号台風と同規模の大雨が降った場合でも総浸水戸数で35%、床上浸水は“0”に解消される見込みである。

ポンプ設備は、平成18年9月頃より工場製作を開始し、平成19年10月より現地据付工事を、平成20年6月より試運転を行い、平成20年8月に完成した。

以下、本機場に導入されたコスト縮減策・信頼性向上策・維持管理の簡素化策及び環境対策等の新技術を交えながら設備概要を紹介する。

2. 機場の概要

(1) 所在地

徳島市国府町東黒田角ノ瀬地先

(2) 計画排水量

（全体）：40m³/s

（今回）：20m³/s

(3) ポンプ設備の概要

ポンプ設備の主要諸元を表-1に、1F部分の据付平面図を図-3に、B1F部分の据付平面図を図-4に、据付断面図を図-5に示す。

3. 角ノ瀬排水機場で導入した新技術等

(1) ポンプ性能の確認試験

前述のように当機場のポンプは1台で20m³/sの排水能力を有し、羽根車の外形は2,795mmの大型ポンプであることから、工場において実物のポンプの性能試験ができない。

そこでJIS B 8327（模型によるポンプ性能試験方法）に基づいてモデル比=1/8.333の模型ポンプ及び吸込水槽を製作し、吸込水位（運転開始水位=AP+4.5m）、非常停止水位（=A.P+3.5m）、非常停止水位-1m（=A.P+2.5m）の3種の水位条件下においてポンプ性能、キャビテーション発生の有無、吸込水槽内の渦の発生の有無等について試験を実施した。

表-1 主要諸元

機 器 名		規格・形状	台数
主ポンプ設備	主ポンプ	立軸軸流（二床式） 吐出量：20m³/s全揚程4m 回転速度122min⁻¹	1台
	主ポンプ模型試験	模型ポンプ比 1/8.333	1式
	吐出管	SS400	1条
	逆流防止弁	フラップ形（角形） 有効幅4,000mm×有効高 1,700mm	1台
主駆動設備	主原動機	立軸ガスタービン1170kW	1台
系統機器設備	屋内排水ポンプ	口 径：50mm 吐出量：0.1m³/min	2台
	燃料貯油槽	47000L SF2重殻地下タンク	1基
	燃料移送ポンプ	口 径：25mm 吐出量：40L/min	2台
	燃料小出槽	2400L 鋼製角形主原動機用灯油	1基
	燃料小出槽	1400L 鋼製角形自家発電機用軽油	1基
操作制御設備	主ポンプ盤	鋼板製屋内閉鎖自立形	1面
	補助動力制御盤	鋼板製屋内閉鎖自立形	1面
	計装盤	鋼板製屋内閉鎖自立形	1面
	制御用直流電源盤	鋼板製屋内閉鎖自立形	1面
	避雷器盤	鋼板製屋内閉鎖自立形	1面
	除塵機側操作盤	鋼板製屋内閉鎖自立形	1面
	水位測定装置	投込圧力式	2組
	水位検知装置	フロート転倒式	1組
	運転監視支援装置		1式
CCTV制御設備	入出力盤	鋼板製屋内閉鎖自立形	1面
	CCTV制御盤	鋼板製屋内閉鎖自立形	1面
	画像監視制御装置	画像処理サーバ等	1式
	CCTVカメラ装置	屋外複合一体型カメラ 屋内固定カメラ	3台 2台
電源設備	自家発電設備	空冷ディーゼル機関 135KVA	1台
	高圧引込受電盤	鋼板製屋内閉鎖自立形	1面
	主変圧器盤	鋼板製屋内閉鎖自立形	1面
	主原動機始動用 直流電源盤	鋼板製屋内閉鎖自立形	1面
除塵設備	除塵機	背面降下全面掻揚式5.5kW 水路幅：6.7m 水路高6.1m	1基
	水平ベルトコンベヤ	トラフ型 1.5kW ベルト幅 600mm	1基
	傾斜ベルトコンベヤ	旋回式 2.2kW ベルト幅 750mm	1基
換気設備	換気（吸排気）設備	給気設備 350m³/min 1.5kW	1台
		給気設備 160m³/min 0.75kW	1台
		排気設備 180m³/min 0.75kW	1台

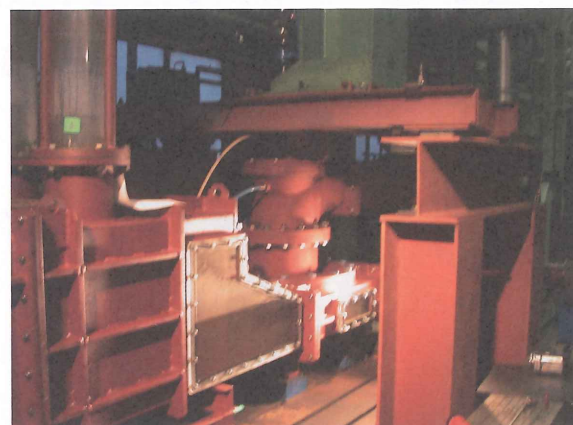


図-2 模型ポンプによる性能確認試験

結果、最も厳しいAP+2.5mの水位条件下でもポンプ性能等に何ら問題ないことが確認された。

注) [A.P] : Awa Peil (阿波水位) の頭文字をとったもので吉野川河口潮位 (水位) の最低点を基準点とする方法。

通常使用されている [T.P] (=東京水準) との関係は [A.P0.0m] = [T.P-0.833] であり、A.P基準点がT.P基準点よりも低い。明治時代に来日したオランダ人技師デ・レーケが唱えた。

(2) 高流速ポンプの採用

当機場のポンプは既述のように立軸軸流ポンプで、標準比速度 (Ns=1500)、吐出管部の流速は4m/s (Ⅱ型)、□4.0×1.3mの扁平ベンド (円形相当口径は2600mm) を採用して、経済性・施工性・耐水化対策等の面で有利な設計としている。

(3) 立軸ガスタービンの採用

ポンプ駆動用エンジンに立軸ガスタービンを採用し、①冷却水不要による信頼性の向上と機場全体の簡素化、②エンジン始動性の向上、③軽負荷運転が可能、④直交軸歯車減速機の省略、⑤設置スペースの縮小等のメリットを得ている。

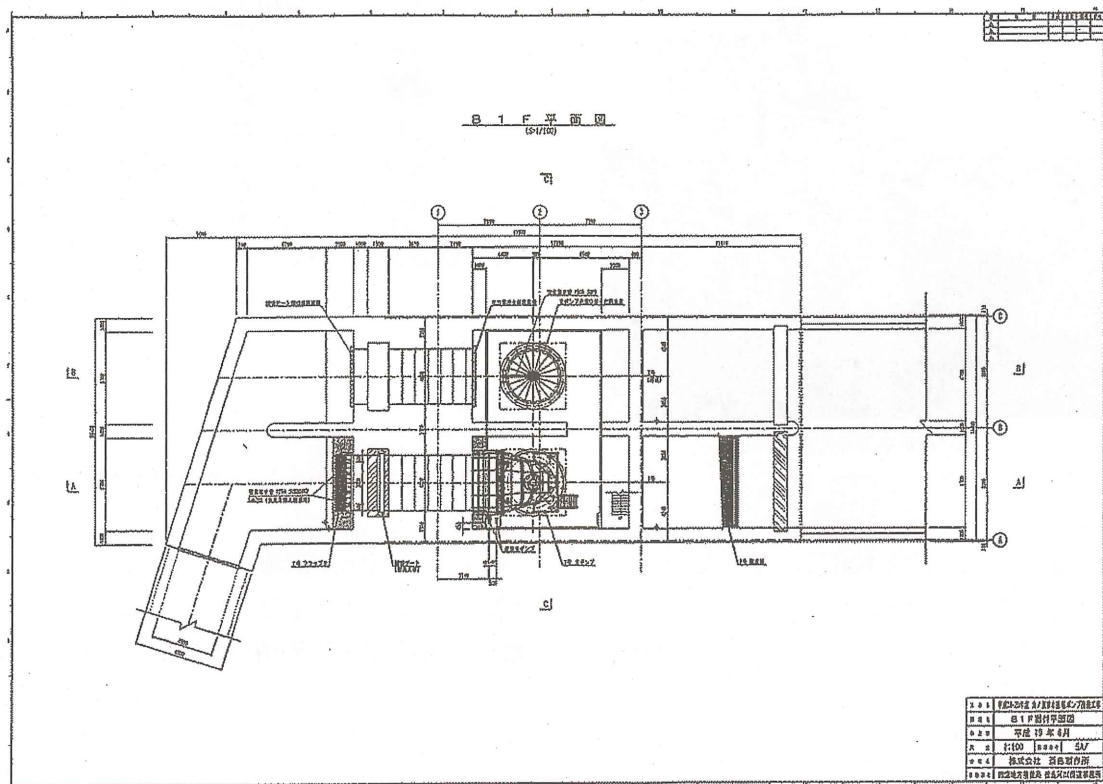
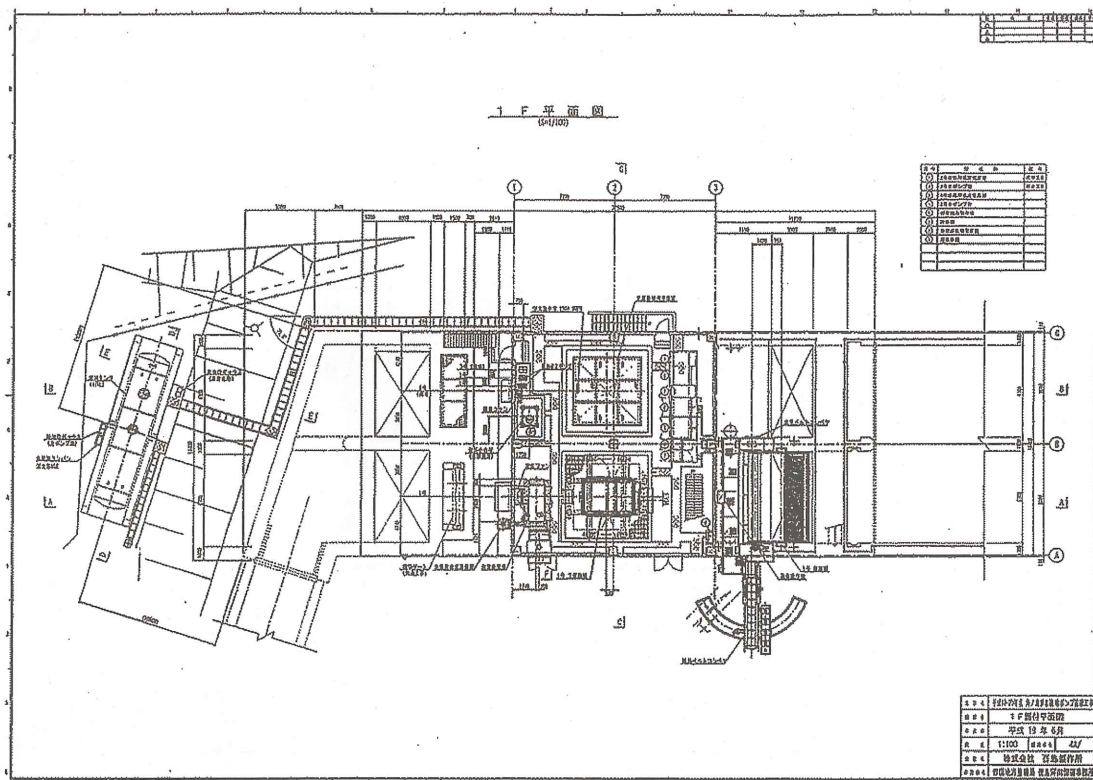
(4) 無注水軸受の採用

ポンプの軸受に無注水軸受を採用し、前述のポンプ駆動用立軸ガスタービンの採用とリンクして機場全体の無水化・簡素化・信頼性の向上を実現している。

(5) 高流速吸込水路の採用

当機場では高流速吸込水路を採用して水路幅の縮小と吸水槽の底盤レベルを上げ、土木工事等の経費縮減に寄与している。具体的には、吸水槽呑口部の流速を1.0m/s (通常は0.5m/s) で、主ポンプ接近部の流速を2.0m/s (通常は1.0m/s) で設計している。

本技術の正当性については、先にも紹介したモデル比=1/8.333の模型実験により、計画LLWL (非常停止



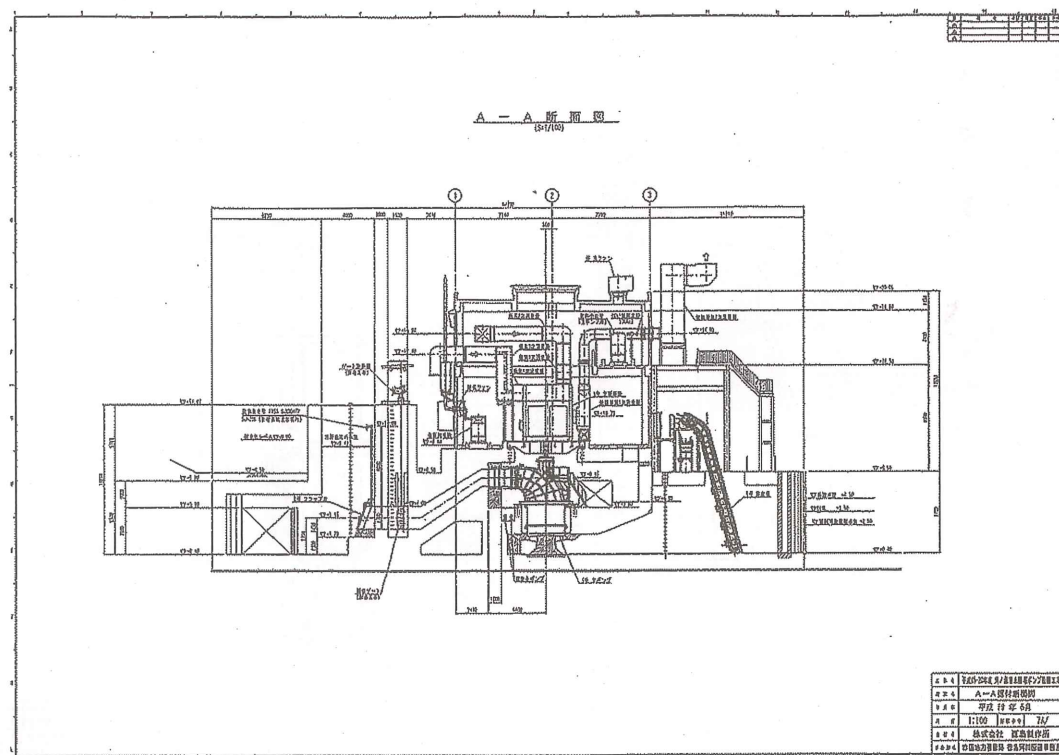


図-5 据付断面図



図-6 角ノ瀬排水機場全景

水位=A.P.+3.5m)よりも更に1m低いA.P.+2.5mまで運転可能である事を確認している。

尚、当機場では排水量の制御をガスタービンの回転速度制御によるものとしており、軸流ポンプの特性やガスタービン出力等の面から最高実揚程をチェックしたが計画通りの性能が確認されている。

(6) 天井クレーンの省略

当機場では天井クレーンを省略して上屋構造を簡素化し、ポンプ本体やエンジン等の機器据付には移動式クレーンを使用することとしており、今回工事では部材や機器の最大分割重量を20 t以内に抑え、160 t吊り移動式クレーンにより施工した。

ーンを使用することとしており、今回工事では部材や機器の最大分割重量を20 t以内に抑え、160 t吊り移動式クレーンにより施工した。

(7) 環境対策

①ガスタービンの排出ガス対策

当機場のガスタービン燃料は灯油である。

従って、重油燃料よりも窒素酸化物や硫黄酸化物の排出量が低減されている。

②騒音対策

ガスタービン、自家発電機共にパッケージ化を図り、各々の燃焼排気、換気排気及びガスタービンの吸気に1次・2次の消音器を設置し、また、給・排気ファン等についても全開口形消音器(共鳴吸収形消音器)を設置している。

更に、建屋壁面には吸音材を内貼りしており、運転時の敷地境界線での騒音は暗騒音とほぼ同一である。

(8) 既存設備の有効利用や活用

当機場の立地箇所には既存設備として「角ノ瀬樋門(3門)」 「角ノ瀬樋門操作管理棟」 「取水(利水)用ゴム堰」等があり、機場の設計に際してはこれらを徹底的に有効活用している。一例を挙げれば、ポンプ操作室の新設を省略して既存の樋門操作管理棟内に追設したり、管理運転の手法についても工夫を凝らしている。



図-7 銅板製扁平ベンド



図-10 立軸ガスタービン



図-8 ポンプ（工場製作時）



図-11 ポンプ



図-9 ポンプ羽根車の組込（現地）



図-12 排水状況

(9) 工地上考慮した点

160 tトラッククレーンの使用によるポンプ、ガスタービン等の搬入、組立、据付。

今回25 t、50 t、120 t、160 tのトラッククレーンを使用した。160 tトラッククレーンは分解輸送し(80 t以上のトラッククレーンは分解輸送)、大きく分けてブーム、旋回台、台車と3分割で深夜輸送し、現地組立を実施した。並行する土木工事(建屋廻りの矢板引抜き作業)との関係でトラッククレーンの設置時期、設置場所等土木工事業者と打合せの上、クレーン作業を行った。

クレーン設置場所の整地、クレーンアウトリガ部の埋め戻し、鉄板養成、鋼製のアウトリガ台を設置し、最大分解重量20 tのポンプ部品、ガスタービン本体を建屋上部の開口部より吊下げし、ポンプ組立、据付を行った。

図-13 はトラッククレーン3分割での組立状況1

図-14 は台車と旋回台との組立状況2

図-15 は旋回台とブームの組立状況3

図-16 は組立完了

図-17 は160 tクレーンによる吊り込み

図-18 はポンプケーシングの機場内への吊り込みを示します。



図-15 組立状況3



図-16 組立完了



図-13 組立状況1



図-17 クレーンによる吊り込み



図-14 組立状況2



図-18 ポンプケーシングの機場内への吊り込み

(10) 据付上考慮した点

図-19に消音器架台を示します。

燃焼排気2次消音器 5600kgの架台を除塵機上部に設置した。除塵機のレーキ等の分解時、消音器架台をはずさなくても良い構造とし、将来2号機増設時も考慮し、製作・据付を実施した。



図-19 消音器架台

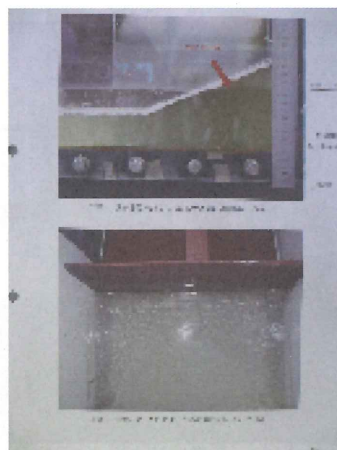


図-20 モデル水槽テスト

(11) 総合評価について

評価項目として計画の停止水位 LWL AP+3.50m より、どこまで水位を低下させるかの技術評価があった。モデル水槽テストにより AP+3.5m より 1m させることを技術提案で行った。

4. ポンプの運転及び管理について

(1) 電源

通常、排水ポンプ設備の運転に必要な系統機器設備等の動力用電源は、自家発電設備（常用+予備）により供給するのが一般的であるが、商用電源の信頼性（無停電）が向上したこと、日常的に相当量の電力を消費すること（ゲート操作、及び遠隔監視制御設備並びにそれら電子機器保護の為の空調の通年運転等）から、当機場においては3φ 6,600V60Hzの商用電源を受電してポンプを運転している。尚、非常用電源として135KVAの自家発電設備を1基設置している。

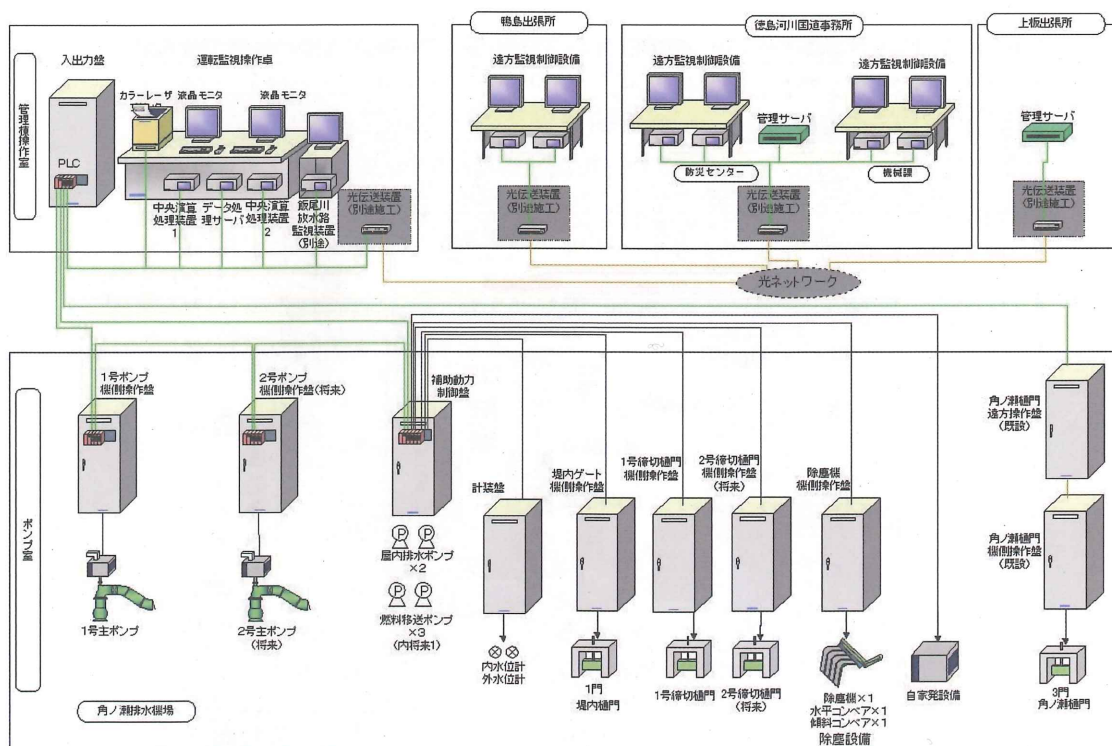


図-21 角ノ瀬システム構成図

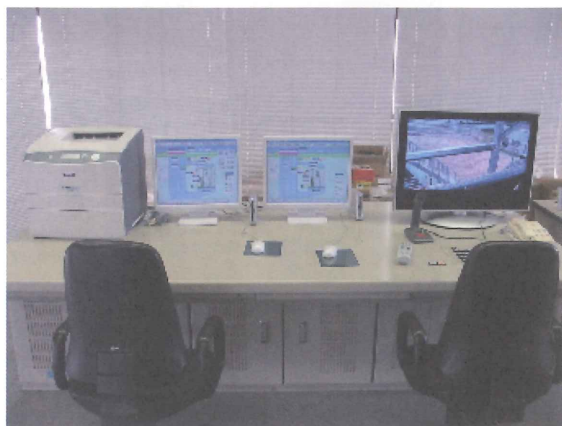


図-22 運転監視操作卓

(2) 運転操作

ポンプ並びに樋門ゲート等の運転操作は、基本的には既設の「角ノ瀬樋門操作管理棟」内に設けた中央操作室から操作（ワンマンコントロールも可）することとしているが、各機側操作盤での手動操作、並びに事務所・出張所からの遠隔操作（画像監視含む）も可能である。

(3) 中央操作室の機能

「角ノ瀬樋門操作管理棟」内に設けられた中央操作室には画像監視装置（CCTV）、内外水位、ゲート開度、系統機器等の状態監視装置、適時操作を促す運転支援装置等々が集積されており、運転監視操作卓の画面でこれらのデータ、情報、状態を一元的に把握、監視すると共に的確且つタイムリーな操作が可能である。CCTVカメラ（既設8台、新設6台）14台により機場設備の映

像による監視が可能である。

また、刻々変化する気象データや運転操作記録、あるいは機器類にトラブルが発生した時の時刻と不具合箇所の情報も全て記録蓄積しており、必要に応じてグラフ・表等の任意の形式で出力可能である。

(4) 管理運転

メンテナンス時の管理運転はガスタービン回転速度制御（80%）方式による小水量吐出運転方式を採用している。

5. おわりに

製作開始から約2年におよぶ工事（設計・製作含む）も平成20年8月に無事に竣工を迎えることが出来ました。本設備により吉野川右岸流域の浸水被害（概ね10年に一度程度の降雨）が解消できるものと考えます。

最後になりましたが、角ノ瀬排水機場ポンプ設備工事施工に際し、多大なご協力、ご指導を頂きました国土交通省徳島河川国道事務所殿及び関係各位に深く感謝申し上げます。

(参考文献)

1. 社団法人 日本建設機械化協会 四国支部編
J.C.M.AしこくNo.81
2. とりしまレビューNo.22
プロジェクト報告「角ノ瀬排水機場」

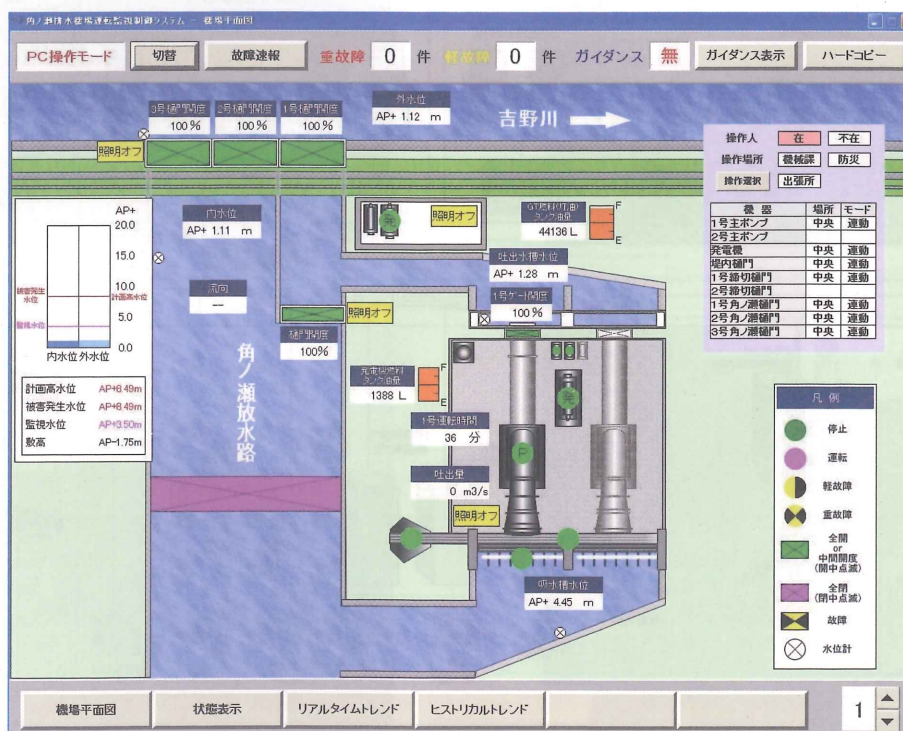


図-23 運転監視操作卓の画面例

犀川第一排水機場

— 治水史に残る地に建設された特殊構造の排水機場 —

野村 慎二 のむら しんじ

国土交通省 中部地方整備局
木曽川上流河川事務所 建設監督官

1. はじめに

犀川流域は、濃尾平野の中西部付近に位置しており、西側は根尾川及び揖斐川、東側は糸貫川・長良川、南側は墨俣輪中堤を流域界とする地域である。

その流域面積は42.2km²で、流域内を流れる一級河川には犀川、新堀川、五六川、政田川、長護寺川、天王川、中川の7河川があり、その末端は墨俣で合流した後、犀川調節樋門

を経て新犀川を流下し、森部逆水樋門より長良川へ合流している。

犀川第一排水機場は、当初岐阜県において設置・管理されてきた施設であるが、国土交通省において現在実施中である犀川遊水地事業に伴い、犀川統合排水機場の工事を施工することとなったことから、平成16年に直轄管理施設として引き継がれたもので、統合排水機場が本格稼働した後は、60年にも及ぶその使命を終えることとなっている。



写一1 犀川周辺

2. 犀川事件と排水機場

犀川流域に整備された排水機場の背景には、流域の河川改修の長い歴史がある。

この地域の地盤高は、洪水時には長良川、揖斐川等の河川水位に比べて低く、堤内地の河川からの自然排水が困難であったことから、頻繁に河川の氾濫が発生し、甚大な被害が発生してきた地域である。

このため明治時代以前には各地に輪中が形成され、輪中単位で自己の集落を水害から守るため輪中堤を補強し、また輪中内の水をいかに下流へ流すかということに重きを置いていた。

その中で、大正から昭和にかけ、県の支派川改修事業の中で、犀川下流の輪中堤の中央部を開削し、犀川と長良川の合流点を下流に付け替える計画が立てられた。

この計画に下流域の町村が反対し、県ほか関係官庁へ反対陳情を重ねたが、要望は聞き入れられることがなく、このため関係7町村長及び役場職員は昭和4年1月7日、声明書を出して総辞職してしまう。

役場機能が停止したことから、県は事務管掌者を任命し現地に派遣したが、このことが住民感情を刺激して、ついには役場に配置されていた警官と衝突する事態が発生した。

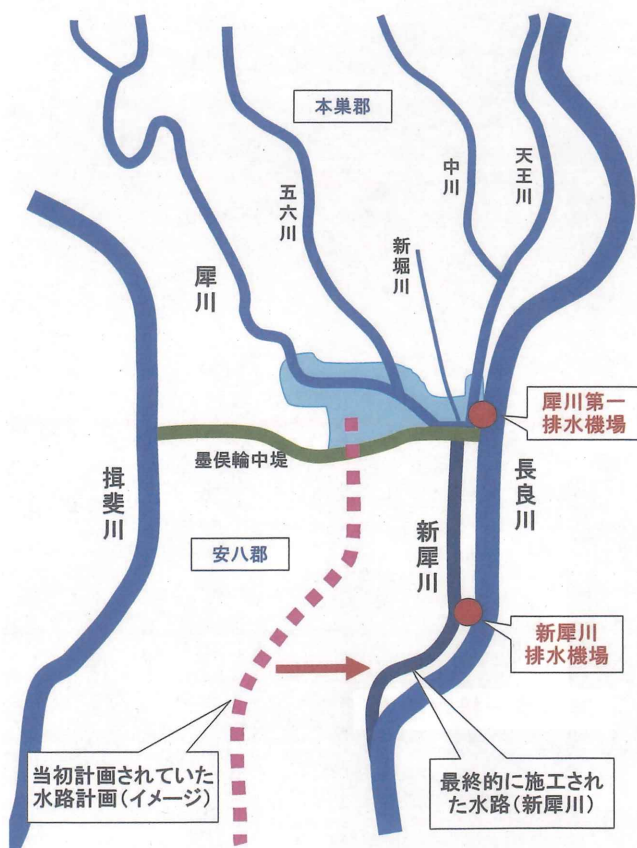


図-1 犀川切り落とし計画

この事態を受け、県治安当局は隣県に応援を求めるとともに、陸軍にも出動を要請し、名古屋憲兵隊ら200人余が警備のため現地に到着、さらに金沢第九師団下の部隊も大垣駅まで到達したが、その1月9日の午後には既に群衆は解散、現地は沈静化しており、住民と軍隊との衝突という事態は避けられた。これが治水史上に特筆される犀川事件である。

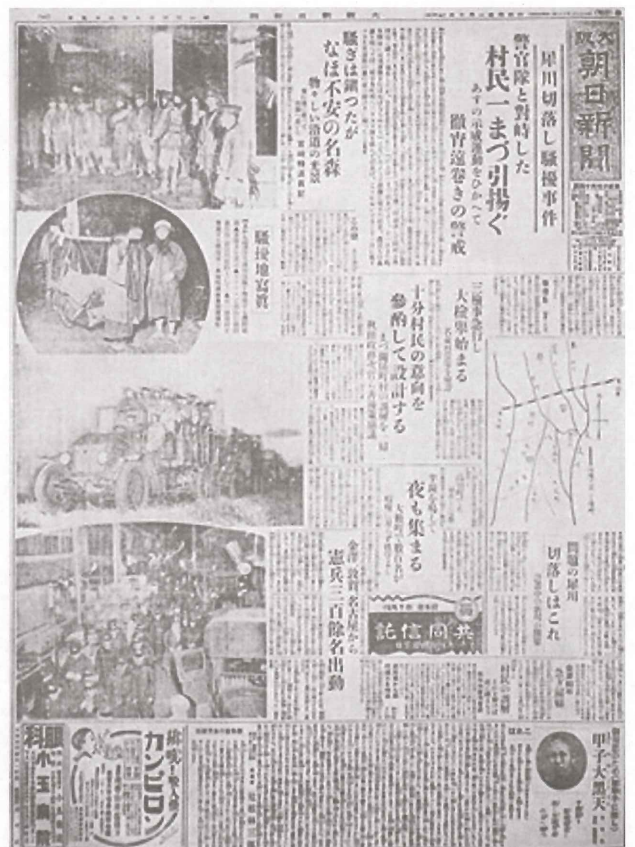
この事件以後、新水路の計画は改訂されながら規模が縮小され、昭和7年に長良川に沿った形状として着工することとなり、昭和11年に竣工、これが現在の「新犀川」となったが、その新犀川開削後の昭和13年にも洪水が発生し、第二次犀川事件も起きている。

その後、太平洋戦争を挟んで戦後の昭和26年には、中小河川改修工事の一環として、ついに犀川へ内水排除用の排水機場が設置されることとなった。

これが、今回の犀川第一排水機場である。

その後、昭和13年洪水規模の対処のため、昭和32年には直轄事業として新犀川にも排水機場が建設され、これにより、犀川事件に端を発する一連の工事は完成に至った。

ここに始まる排水機による内水排除は、その後に建設される排水機場のさきがけとして、多大な影響を与えたと言われている。



写-2 犀川事件を伝える新聞

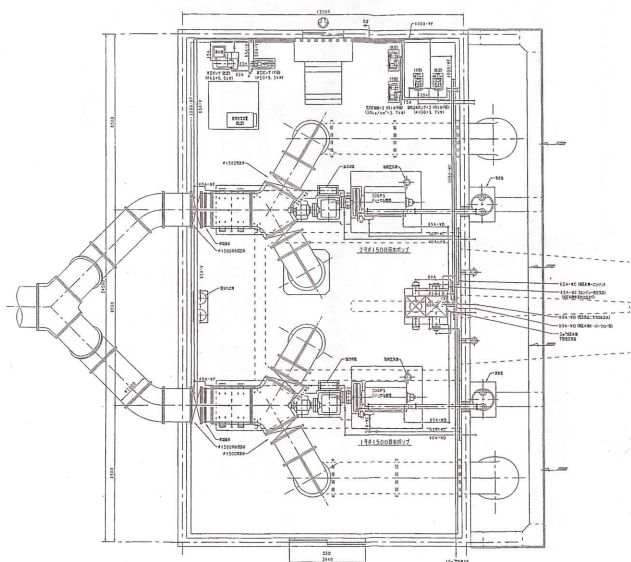
3. 犀川第一排水機場

排水ポンプの歴史は、大正期の渦巻きポンプから昭和初期の軸流ポンプ、戦後には斜流ポンプへと、その形態を変えてきた。

犀川第一排水機場は、斜流ポンプが世に出る以前、軸流ポンプの時代の終わり頃である昭和26年に完成した排水機場である。現設備の主要諸元を示す。



写一3 犀川第一、第二排水機場（後方）



図一2 犀川第一排水機場 平面図

【主要諸元】

型 式：横軸可動翼軸流ポンプ

口 径：φ 1500mm

総排水量：8.4m³/sec (4.2m³/sec × 2)

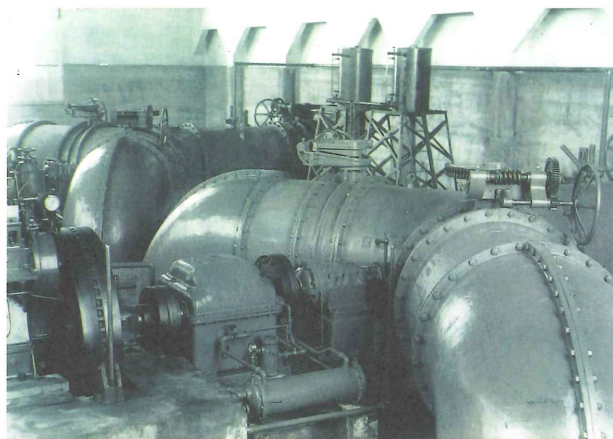
揚 程：3.3m

原 動 機：300ps ディーゼル機関 空気始動

冷却方式：二次冷却方式

電源方式：自家用発電機48KVA 65.5ps

犀川第一排水機場が建設された当時、主原動機は昭和17年製250psのもので、潜水艦から転用されたエンジンが使用されていたと言われている。



写一4 当時の様子



写一5 現在の犀川第一排水機場内部

その後、昭和45年から46年頃にかけて、主原動機は300psのものに交換、また吐出弁や系統機器の電動化、予備発電機の設置などの改造や修繕は行われたが、主ポンプについては現在まで更新されていない。

その主ポンプを見てみると、当時の最新技術が詰め込まれたこのポンプは、非常に特殊かつ高度な機構が数多く採用されていた。



写一6 高水用吸水口と低水用吸水管

まず、目を引くのがY字形の吸水管である。これは1台のポンプがそれぞれ新堀川系（低水位系）、天王川系（高水位系）に接続されており、切り替えが出来る構造となっていた（現在は低水位側に固定）。



写-7 Y字管と減速機

これにより各水位系で1台、場面によっては片方の水位系で2台排水など、バリエーションを持った運用が可能であった。また1台がトラブル発生の際には、別の1台でバックアップが可能な機能も持っている。

もうひとつの特殊機能は、動翼可変ピッチ式の軸流ポンプである。このハンドルによる手動式の可動翼を採用することで、始動時の必要動力を小さくすることが可能となっている。

また、始動時だけでなく運転中にも原動機負荷を一定に調整可能な機能があり、可動翼を動かすことによって排水量もコントロールすることが可能となっている。

このような機構はファンやスクリーブローパなどでも見られるが、現在の排水ポンプ設備では非常に珍しいもので、斜流ポンプが出る以前のクラッチや流体継手も一般的でない時代にあって、技術者の工夫と努力を感じることができるものである。

4. おわりに

犀川第一排水機場の後、昭和32年に設置された新犀川排水機場は平成11年に機場が改築され、現在は立軸ガスタービンエンジンと斜流ポンプによる排水機場となっている。

昭和40年に運用を開始した犀川第二排水機場については、犀川第三排水機場の増強と犀川統合排水機場の部分供用に伴い、平成19年で運用を終了している。

この中にあって、犀川第一排水機場は最も早くから運用されてきた設備であるが、昔の姿を残しながら現在も稼働し続けている現役の設備である。

設備の構造から見ても、当事務所が管理している排水機場では最後の横型軸流ポンプの排水機場であり、歴史的に見ても、貴重な技術資産と考えられる。

犀川統合排水機場の完成により、犀川第一排水機場と犀川第二排水機場は取り壊し・撤去される予定である。

しかしながらもし可能であれば、その役目を終えた後のこれら設備は、移設・展示して後世のポンプ技術者や地域の人々に、その時代のポンプ技術とそれを実現させた知恵と熱意を伝えたいものである。

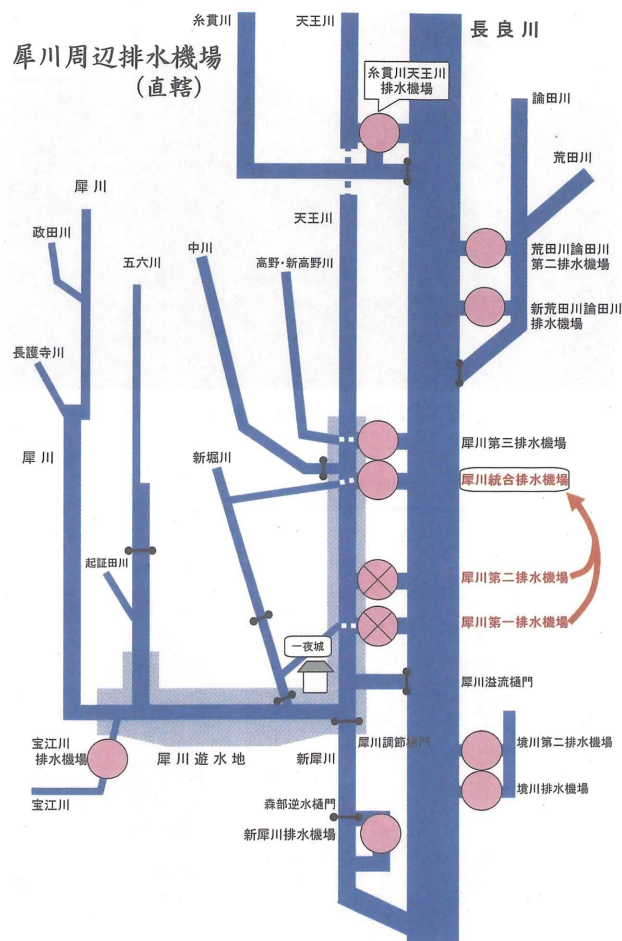


図-3 犀川周辺排水機場



写-8 犀川統合排水機場

世界をリードするエコポンプ ～トリシマCAシリーズ～

(株) 西島製作所

1. はじめに

平成20年5月に省エネ法が改正され、工場・事業所等で省エネ対策が急務となっています。エコポンプはライフサイクルコスト（LCC）の大幅なコストダウンとCO₂削減が可能です（図-1）。ポンプのLCCの内、イニシャルコストは10%未満に過ぎません。また、ランニングコストの内、各口径毎を平均すると90%が電力費です（図-2）。ポンプの高効率設計による省エネルギー化（消費動力の低減）により、LCCの大幅なコストダウンとCO₂削減が可能となります。

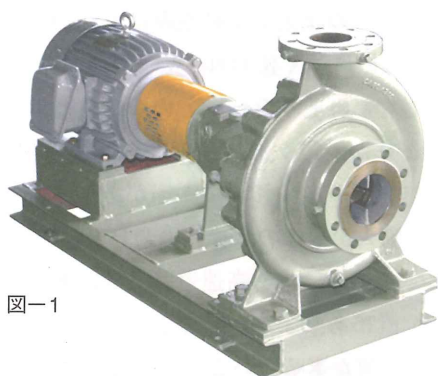
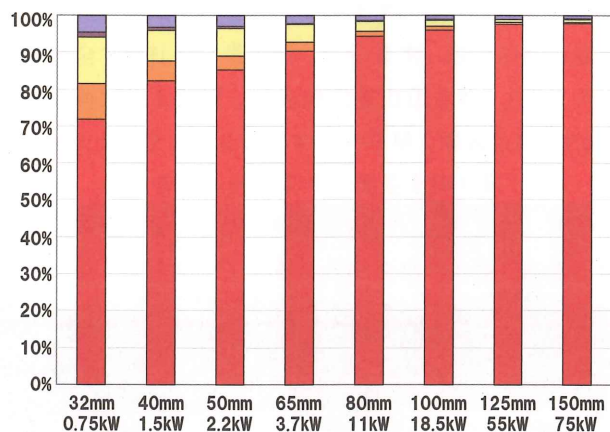


図-1



ランニングコスト

■ 電力費 ■ メンテナンス費用 ■ 部品代金

イニシャルコスト

■ 据付費用 ■ ポンプ代金(モータ含む)

<条件>

- 運転期間：15年間（8,760時間／年×15年）
- 対象ポンプ：CAL 口径32mm～150mm
- 運転条件：60Hz-4P 常温／清水
- 電気代：10円/kWh
- 主要交換部品（交換想定回数）：ケーシング（1）、インペラ（2）、シャフト（2）、ウェアリング（2）、ベアリング（7）、パッキン類（7）、カップリング（1）、カップリングゴム（7）、メカニカルシール（7）

図-2 ポンプのライフサイクルコスト

2. 特長

(1)省エネルギー：CFD（数値流体解析）の活用により、インペラおよびケーシングの高効率設計を実現しました（図-3）それにより、水の流れがよりスムーズになりました。インペラは設備状況に対してポンプの余分な消費動力を抑えるために、外形加工（インペラカット）を行っています。また、高効率と安定したカット特性を得るために3次元インペラを採用しています。モータには、国内基準高効率（JIS C 4212）を上回る超高効率モータを標準装備しています。ポンプおよびモータの高効率設計により、消費動力を低減しました。(2)省資源:モータは2Pを採用することによる小型化・高速化を推奨しています。従来の2Pに比べ低騒音であり、軸受けは高速回転にも耐えうる設計となっています。(3)省力:シンプル設計のメカニカルシールを標準装備しています。これはメンテナンスフリーでまた、軸封部からの漏水がありません。そのため、ポンプ周辺環境が悪化せず、漏水の処理費用がかかりません。部品には互換性があり、複数型番のポンプを同時に保有した場合の予備品数、コスト、保管の煩雑さを軽減しています。

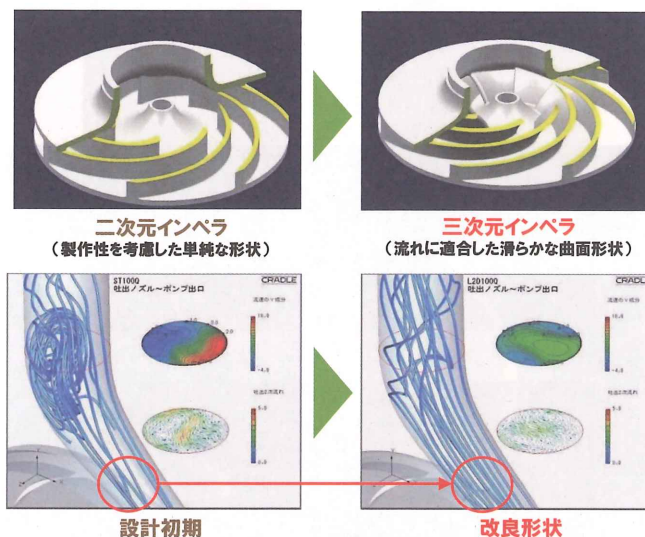


図-3 高効率設計（インペラ・ケーシング）

3. 開発年

開発年：2008年

霞ヶ浦の自然に囲まれて

(株) 日立テクノロジーアンドサービス やまぐち こうへい 山口 公平

当社、本社は茨城県土浦市の(株)日立プラントテクノロジー土浦事業所敷地内にあります。

最寄の駅は常磐線土浦駅の次の神立駅になります。北には標高877m、雅称は紫峰(しほう)とも言われ、「西の富士、東の筑波」と称され古くは万葉集にも歌われた名山「筑波山」が聳え立っています。

南には、琵琶湖に次ぐ日本の湖で2番目の広さ「霞ヶ浦」が広がっています。

現在、霞ヶ浦は水質悪化が進みイメージが少し悪くなっていますが、国を挙げての水質浄化に取り組んでいます。

霞ヶ浦近辺に住む年輩の方々は「若いころはよく泳いだ」と話されます。1965年(昭和40年)頃には霞ヶ浦に14箇所の湖水浴場があったそうです。ワカサギ漁、シラウオ漁も盛んで帆引き船が大活躍していました。

湖上に大きな帆を張り沢山の帆引き船がワカサギ漁の網を引く風景は壮快だったと思います。

現在は観光用として毎週土曜・日曜と祝日に操業されています。高さ10m・幅13mの真っ白な帆を風いっぱいには張った帆引き船の様(添付写真)は雄大できっと、心に残

る1シーンになると思います。天候によっては欠航がありますので、是非案内所に確認の上お出かけ下さい。車で土浦→霞ヶ浦大橋→玉造→潮来→佐原→土浦と霞ヶ浦を1周しても約2時間位です。特にお勧めは、土浦からかすみやうら市の湖畔沿いに広がる蓮畑です。7月頃にはピンクや白の大きな蓮の花が咲きみだれます。のんびりと景色を楽しみながらドライブするのも心が洗われます。霞ヶ浦の周辺には菖蒲で有名な「潮来」、又、香取市(旧佐原市)には我が国、最初の実測日本地図を作成した伊能忠敬記念館と旧宅があり、その歴史的な町並みは古くから、映画のロケ地、CMの撮影に多く使われています。小野川を挟んだ古き景観に富んだ町並みを一度、のんびりと歩いてみてはいかがでしょうか。霞ヶ浦周辺で採れる農産物は豊富で、梨・栗・メロン・いも・れんこん等があり「道の駅」で新鮮な直売品を購入出来るのも、旅の楽しみの一つです。

霞ヶ浦までの交通は常磐高速道路又は、東関東自動車道路と便利な位置にあります。是非1日コースで霞ヶ浦を探索して下さい。何か素晴らしいことに会うかも知れません。



湖上の帆引き船



筑波山と霞ヶ浦

弊社エンジン生産工場紹介

ヤンマーエネルギーシステム(株) 東京支社 おおくぼ つよし 大久保 剛



尼崎工場

ポンプ用でお使い
いただいている弊社
のエンジン製造工場
は、兵庫県尼崎市に
あります。尼崎は兵
庫県の南東部に位置
します。

丘一つない平坦な
土地で、3分の2以

上が海拔3m以下の地域です。人口は約48万2千人。尼崎という地名は、長洲荘（現在の長洲・金楽時地区）の南西部に多くの漁民が住んでいたところから鎌倉時代に「海人崎（あまがさき）」と呼ばれるようになったのがはじまりです。弊社工場はその尼崎市長洲にあります。昭和11年にヤンマー尼崎工場は、世界初の小型ディーゼルエンジン生産工場として誕生しました。その後大型ディーゼルの生産工場として、船舶推進用・発電用ほか、陸用・一般動力用ディーゼルエンジン、ガスエンジンを量産。昭和58年よりガスタービンの生産も行っています。この大型エンジンを主体に全て自社で一貫生産しています。独自の高性能専用機、最新鋭機を配置し、自動化省力化され、「オーダーエントリーシステム」をはじめ、いち早く導入されたFMSシステム、品質管理体制により、商品を作り出しています。もう1つの工場は、同じ尼崎市塚口にあります。塚口工場はヤンマー中小型ディーゼル機関の専門工場で船舶用推進機関、船舶用発電機関、陸用・産業用機関の部品加工から組立、艀装、試運転まで一貫した品質管理体制のもとに多シリーズの機種を生産しています。製品は、ポンプ駆動用はもちろんですが、国内海外市場へも供給しています。私どもが納入している大型エンジンは、営業開始から製造、納入、試運転までで一年から二年かかります。それから通年20年から30年もの間使われていきます。長期間に及ぶ商品の安全性、経済性、環境配慮といった性能の維持を行い、お客様の信頼を得るためにもカスタマーサポートが重要視されています。LIFE CYCLE VALUEの向上を目指し取り組み続けています。お客様が立会などで工場を訪問いただくことも多々あります。工場内では3S（整備・整頓・

清掃）が徹底されお客様に感動を与える工場作りに取り組んでいます。製造されるエンジンは人の技能に委ねられている部分も多く、間違いが大きな問題につながりかねません。お客様を意識して製造に取り組むことで、多能工化し、見える化の徹底で日々改善が行われています。このような過程を経て、お客様に納入されます。お客様の手に渡った後も、長い間お使いいただくための信頼関係の構築が必要です。アフターサービス体制はもちろん、部品の緊急即納体制をはじめ、クレーム発生時に課題を各部で共有し、改善活動がなされ、クレームの減少に取り組んでいます。またTT（テクニカルトレーニング）スクールでは、お客様の技術者社員に研修を実施しており、国内だけでなく、海外の技術者の方々にも工場を訪れていただく等様々な活動を行っています。

また来訪のお客さまアンケートによって、工場の様々な改善がなされています。初めての方、何度もおいでいただいている方等々、外部の違った目線で見ていただき、平素気が付かない部分のご指摘をいただいています。是非一度、皆様のご来訪をお待ちしております



運転ライン



艀装ライン

平成21年技術研修会報告

新日本製鐵株式会社君津製鐵所

(社) 河川ポンプ施設技術協会 広報研修委員会

委員長 長 健次 (ちょう けんじ)

1. はじめに

当協会では、毎年会員の技術力研鑽のため、技術研修会を行っています。今年度は、会員各社より16名が参加し、千葉県君津市の新日鉄君津製鐵所の現地見学を行いました。今回は、製造業の基礎材である鉄を作る巨大な製鐵所と連続生産の状況を見てきました。

2. 新日本製鐵株式会社君津製鐵所

新日鉄は良く知られた従業員数約1万5千人、売上高は5兆円に迫る日本有数の巨大会社です。同社は製鐵所を国内に6ヵ所持ちますが、その全生産の3割を賄うのがこの君津製鐵所です。君津製鐵所の敷地は、1,172万平方メートル（東京ドーム約220個分）、中で働く従業員は3677人、そして鉄鉱石から鉄を生産する高炉を3基持つ同社最大の事業所です。

高炉は、鉄鉱石に石炭を混ぜて燃焼させ鉄を溶かし出す設備ですが、その前処理があります。鉄鉱石は粉状に粉碎し、石灰石と混ぜて粒状に焼き固めた焼結鉱にします。石炭も蒸し焼きにし、高純度の炭素の塊であるコークスにします。この2つを高炉の上から投入し、熱風を吹き込んで、説明によると、「化学反応をさせて焼結鉱から鉄を還元・分離」させて、取り出します。取り出されたものは銑鉄と言い、まだ鉄鋼ではありません。これをまた転炉の中に入れて、高圧の酸素を吹き込み、余分な炭素などを酸化反応で取り除いて、鉄の塊（鋼片）にします。これを圧延・整形加工して鉄製品に仕上げます。

この君津製鐵所は、鉄鉱石、石炭を運搬船から陸揚げ、そして製品を船積みする港、ストックヤード、前処理工

場、巨大な高炉、転炉、加工工場を多数持ち原材料から連続的に薄板鋼板、厚板鋼板、鋼管、H型钢、溶融亜鉛メッキ鋼板などの鉄製品を生産する、そして工場で使う電気を自ら造る発電所のある大型コンビナートです。

高炉を近くに見るとその熱気を感じます。また圧延工程を素材から製品まで見て歩きましたが、ローラーの上を走る材料から発する熱は相当なものでありました。出来上がった製品もまだまだ高温であり、何週間も製品置き場で熱が下がるのを待つとのことでした。また品質管理では、素材である焼結鉱とコークスを均一に生産し、圧延では、表面に浮かぶサビを高圧ジェット水で飛ばし、中央部より先に冷える端部を加熱し温度を一定にする、また圧延に使うローラーを頻繁に取り替えるなどを行い高品質な製品を製造しているとのことでした。

3. 環境への配慮

エコロジー活動として、工場内緑化に加え、プラスチックのリサイクルを行っています。これは、プラスチック廃棄物をコークス炉で熱分解し、油（炭化水素油）、ガス（コークス炉ガス）とコークスを生成し、油はプラスチック原料に、ガスは発電に、そしてコークスは製鐵に使っています。同社の他の製鐵所にも同じ設備がありますが、利益は出ていないとのことでした。

4. おわりに

今回の研修会の実施にあたり、計画作成と研修先との調整を担当された幹事に感謝いたします。また所内の見学では丁寧に対応され、質問にお答え頂いた君津製鐵所の関係者の皆様に厚くお礼申し上げます。



製鐵所全体模型



会議室での質疑

台湾での技術発表及び排水ポンプ施設調査について

(社) 河川ポンプ施設技術協会 規格調査委員会

1. はじめに

台湾經濟部水利署及び清雲科技大学主催の「台日総合治水技術交流検討会」のワークショップで、河川ポンプ施設における最近の技術動向、運用維持管理技術について発表する機会を得た。あわせて台湾のポンプ施設の概況を調査するとともに、2009年8月の台風（88台風）による豪雨災害の被災現場を視察したので報告する。

2. 技術発表

「台日総合治水技術交流検討会」は、治水全般について日本と台湾の技術交流を深めるために行われているものであり、独立行政法人土木研究所、財団法人リバーフロント整備センターと当協会からワークショップに参加した。

平成21年11月4日、中国文化大学の講義室を会場として、日本から4件、台湾から1件の計5件の発表が行われた。聴講者は水利署、コンサルタント及び大学関係者であり、約100人であった。

当協会は、「河川ポンプ設備における最近の技術動向」をテーマに、

- ①信頼性向上技術
- ②コスト縮減技術
- ③運用維持管理技術
- ④河川環境関連・複合技術

について発表を行った。

発表後の質疑は活発であり、ポンプ設備技術に対する関心の高さが窺い知れた。遠隔監視制御やセラミックス水中軸受の状況について質問を受け、設備の運転管理や簡素化技術に興味を示された。

ポンプ設計基準に関して、高流速化によるポンプ小口径化にも興味を示したが、単により多くの排水量を確保するための手段として捉えている事が想定された。

排水ポンプ車については、可搬式のポンプ（エンジン掛又はモータ掛）をトラック荷台に積み込んで、被災地に運搬して排水運転する方法が台湾ではとられている。いわば、土木工事現場で湧出水や雨水等の排出を行う排

水ポンプの運用に近いものと想定された。従って、日本国内の排水ポンプ車とは、装備的に大きな違いがある。



写-1 ワークショップでの発表

3. ポンプ施設の調査

本年度は、7箇所のポンプ施設を調査したが、そのうち4箇所について紹介する。

(1) 芎園ポンプ所

高雄市の南部、高屏溪の河口近くのポンプ場で、1/100確率の降雨に対応すべき施設として建設された、DE駆動の $\phi 1,200$ 立軸軸流ポンプ（ $2.5\text{m}^3/\text{s}$ ） $\times 4$ 台の総排水量 $10\text{m}^3/\text{s}$ の排水機場である。0.2mの水位幅によりポンプ台数制御運転を手動（機側）により実施している。管理室に監視操作盤があったが、ポンプの運転には使用されていない状況である。但し、運転記録はサーバに蓄積され、WEB上で見る事が可能となっている。なお、主ポンプは海外メーカ製である。なお、ポンプの年間運転時間は、400時間程度である。

また、運転操作員は2名おり、24時間交代制で運転が行われている。施設は、国で施工された後に県管轄となり、さらに管理は市町村に委託されている。

(2) 林邊ポンプ所

同じく高雄市の南部、林邊溪の河口近くのポンプ場で、DE駆動のスパイラルポンプ ($2.5\text{m}^3/\text{s}$) $\times$ 4 台、総排水量 $10\text{m}^3/\text{s}$ の排水機場である。潮の干満差が大きく、内水の自然流下が困難になることから、満潮時には排水閘門をしめてポンプ運転を行い、強制排除を行う機場である。この機場では、オランダの排水事例を参考にして、スパイラルポンプが採用されていた。



写－2 林邊ポンプ所

(3) 南部科学工業園区内ポンプ所

台南市近くの新しい工業団地内の排水ポンプ場で、かつて低湿地だった場所に工業団地を造成するため、地区内の排水を行う施設が不可欠であった。地区内の地盤高を1/100確率降雨時の水位 $+50\text{cm}$ として造成し、7つの滞洪池（貯水池）を設けた。

その内6つの滞洪池では重力式排水を行い、1つの滞洪池に対してはポンプによる強制排水を行う運用が行わ



写－3 南部科学工業園区内ポンプ所

れている。

強制排水対象の滞洪池は、面積20ha貯水量38万 m^3 の大きさで250haの集水面積を有し、1/50年確率降雨量の滞留を可能としている。排水はDE駆動の $\phi 1500$ 立軸軸流ポンプ ($5\text{m}^3/\text{s}$) $\times$ 5 台、総排水量 $25\text{m}^3/\text{s}$ の排水機場で行われ、1/100確率に相当する降雨 ($444\text{mm}/\text{日}$) となった88豪雨時においても、園地内で洪水等の支障は生じなかった。なお、ポンプの運転は、水位による台数制御運転方式が取り入れられている。

(4) 玉成ポンプ所

台北市が管理している台湾最大のポンプ場。台北市内を流れる基隆河に排水する内水排除ポンプ施設で、日本製ポンプと減速機、ドイツ製原動機が納入されている。DE駆動の $\phi 3,000$ 立軸軸流ポンプ ($26.3\text{m}^3/\text{s}$) $\times$ 7 台の総排水量 $184.1\text{m}^3/\text{s}$ の排水機場である。ポンプの年間運転時間は、160～200時間程度である。



写－4 玉成ポンプ所

4. 88 台風の被災状況

2009年8月に台湾南部に大きな被害を及ぼした88台風による被害の大きさは想像を遙かに越える状況であった。今回、最も被害の大きかった高雄県の濃溪地域、同じく台南県の曾文溪流域地区などに行き、被害の大きさを実感した。それらについては多くの雑誌に報告が載せられているのでここでは省略するが、被災地の下流部の水道用取水堰である高屏溪取水堰の土砂による被害について紹介する。

高屏溪取水堰は、高雄市（台湾で唯一ダムを持たない都市）の上水用に河川水を取水するための堰で、河川幅約1,000mの約1/3がラバー堰、残りが固定堰で構成されている。88台風による豪雨により8基あったラバー堰の

内の2基が破壊され、残りの堰についても大量の流入土砂により水深が浅くなり、取水能力が減少している。

また、流入土砂の影響で河川水の濁度(400~500NTU)が高くなっており、現在でも88台風以前(100~200NTU)の倍以上の濁度となっている。さらには、通常10,000NTUが取水の限界とされているが、25,000NTUを示した場合でも高雄市の水不足を解消するためにやむなく取水している状況となっている。

88台風による流入土砂は非常に大量であり、河口から26km地点のこの施設周辺でも河床高が3m程度上昇しており、この土砂の処理方法が局として大きな問題となっている。

※NTU:濁度の単位で、Nephelometric Turbidity Unitの略。降雨時においては、700NTUを越えたときには、人為影響有りと判断される。また、水道水の濁度は、概ね0.2NTUである。



写一5 高屏溪取水堰

5. 総合討論会

台湾においては、2009年度から内水排除対策事業を本格的に立ち上げる予定であり、そのような中、「揚排水ポンプ設備技術基準(案)同解説」及び「揚排水ポンプ設備設計指針(案)同解説」の存在を通して、日本のポンプ設備に関する技術に大きな関心を持っている。さらに、ポンプ設備に関する技術基準だけではなく、排水ポンプ車や運用維持管理技術等についても関心を示している。

今回のワークショップでの発表、ポンプ施設の概況調査、総合討論会を通じて台湾におけるポンプ施設の計画・設計上の課題のいくつかが明らかになった。

(1) 設備基準の整備

日本や欧米のメーカーから技術が導入されてきたた

め、機場によって設計思想がばらばらで統一感が見られない。台湾独自の設計基準の整備を切望している。

(2) 運転制御

調査したポンプ場は、いずれも同口径ポンプが4~5台設置され、水位による台数制御運転を行っている。中には $\phi 1,200$ 軸流ポンプ8台による台数制御といった方式を用いている設備もある。また、中央操作室で遠隔監視は行っているが、運転制御は機側単独運転を行っている状況である。ポンプをより大口径にして台数を減らし、吐出し量制御を行う方法は、現状では採用されていないと考えられる。

(3) 台北市周辺の排水能力の増強

盆地である台北市とその周辺の洪水対策が最も重要であり、現在の排水能力では不十分のため今後排水ポンプ場の新設、増設が必要である。

(4) 被災地の洪水対策

88台風の大被害を契機に今回被災した地域の洪水対策として排水ポンプ場の建設が必要である。



写一6 総合討論会

6. おわりに

今回の技術発表等により、情報の少なかった台湾国内のポンプに関する現状をある程度知ることができた。また、日本のポンプ技術に対する関心の高さに驚くとともに担当技術者たちの技術吸収に対する熱心さに感心させられた。

終わりに、今回の訪台でお世話になった經濟部水利署の方々、清雲科技大学のDr.Chang-Chi Chengをはじめ多くの方々に深くお礼を申し上げるとともに88台風で被害を受けられた方々に改めてお見舞いを申し上げます。

資格 制度

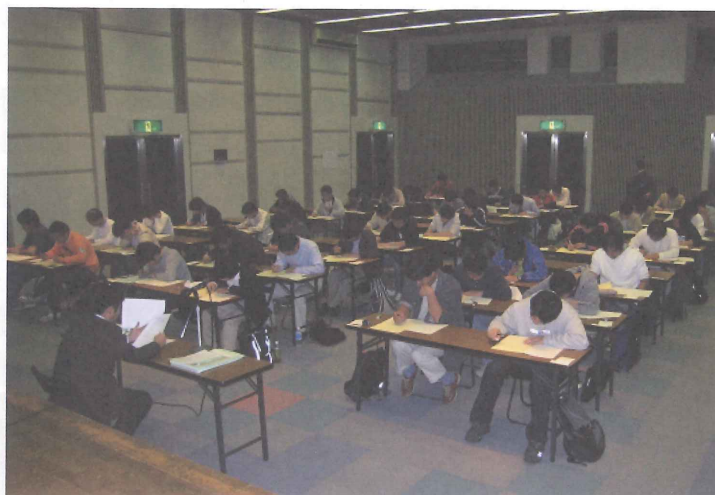
平成21年度ポンプ施設管理技術者資格 試験結果と平成22年度実施概要

(社) 河川ポンプ施設技術協会 資格試験事務局

1. 平成21年度ポンプ施設管理技術者資格試験結果について

第11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21年10月25日（日）に全国6会場で実施され、1級139名、2級111名が受験し1級77名、2級68名、合計145名が合格されました。平成11年度からの合格者は1級5,119名、2級1,851名、合計6,970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22年度実施概要

平成22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22年度ポンプ施設管理技術者講習（更新講習）

*資格者登録の更新に必要な講習です

更新講習の実施日

札幌	平成22年5月21日（金）
仙台	平成22年5月14日（金）
東京	平成22年5月28日（金）
新潟	平成22年5月19日（水）
名古屋	平成22年5月26日（水）
大阪	平成22年5月13日（木）
広島	平成22年5月18日（火）
高松	平成22年5月20日（木）
福岡	平成22年5月25日（火）

(2) 平成22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22年6月上旬～ |
| ②受験の申込期間 | 平成22年7月12日（月）
～8月31日（火） |
| ③試験の実施日 | 平成22年10月31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23年1月14日（金） |
| ⑥資格登録受付期間 | 平成23年1月14日（金）
～1月31日（月） |
| ⑦資格者証の交付 | 平成23年3月15日（火） |

*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。

揚排水機場設備点検・整備指針（案）同解説

本書を2010年1月に発刊いたしましたので、ご案内します。

発刊の主旨

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。

解説については効果的・効率的な設備維持管理の方策が示された「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）の主旨をふまえ、指針（案）に適合した点検・整備を実施するうえでの留意事項をまとめています。

また、実務に役立てるために、維持管理記録等の帳票の例、点検・整備チェックシートや定期整備内容を収録し、さらに上記「河川ポンプ設備点検・整備・更新検討マニュアル（案）」を添付しています。

本書の構成

本文・解説

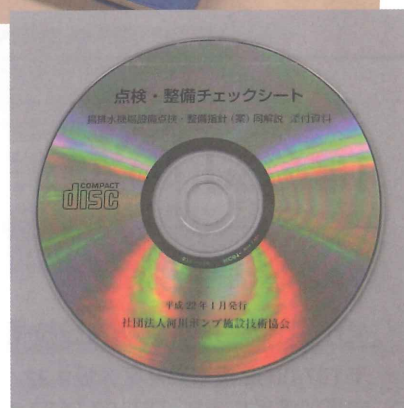
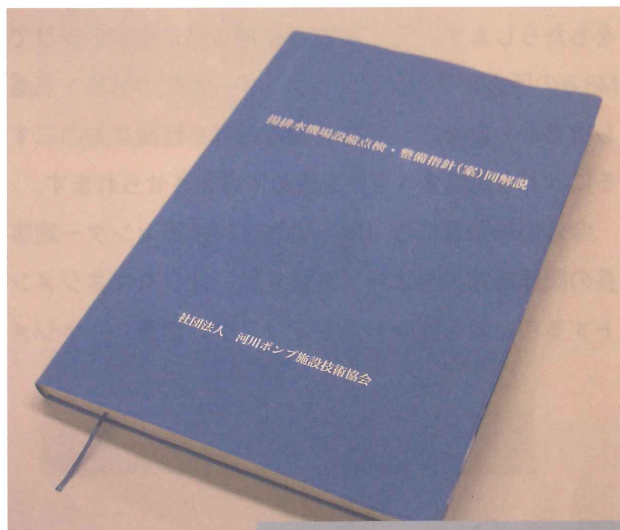
- 第1章 総則
- 第2章 点検
- 第3章 整備
- 第4章 保管
- 第5章 記録
- 第6章 点検・整備チェックシート

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



A4版 約310頁 3,500円（消費税込み・送料別）

委員長 長 健次

委員 山田 修一 (株)荏原由倉ハイドロテック
 〃 下川 明德 (株)鶴見製作所
 〃 加藤 和彦 (株)電業社機械製作所
 〃 竹田 覚 (株)西島製作所
 〃 松井淳一郎 (株)日立プラントテクノロジー

編集委員 萩原 哲雄 (株)西島製作所
 (主幹)
 編集委員 入口 義久 (株)石垣
 〃 山名 至孝 (株)日立テクノロジー
 アンドサービス

編集後記

日本時間2010年1月13日午前6時53分のカリブ海の島国ハイチで発生したM7.0の大地震は20万人以上もの犠牲者を出し、国を壊滅的状况に追い込みました。

世界各国からの支援にもかかわらず未だに混乱の中にあります。

自然災害は油断している頃に突然発生し莫大な損害をもたらします。又2月27日午後3時に南米のチリでM8.8の巨大地震が発生しています。自然の驚異を痛感し災害から身を守り公共施設の損害を軽微なものにするにはどう対処すべきかを改めて考えさせられます。

今号の巻頭言には(財)先端建設技術センター理事長の岡原美知夫様より「気候変動リスクをマネジメントすることは可能か」としてリスクの定義、マネジメ

ント手法及び気象変動への適合性を高めリスク低減を図る必要性について御寄稿いただきました。

技術報文では(独)土木研究所より「人工知能技術を活用した洪水予測技術の開発」を、四国地方整備局からは「既存排水ポンプ車の改良について」を、機場めぐりでは中部地方整備局から「犀川第一排水機場」を御寄稿いただきました。

その他にもたくさんの記事を掲載しておりますが、いずれも自然災害から国土を保全する立場の方々の努力と英知が込められております。

最後になりましたがご多忙の中御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.43

平成22年3月25日発行

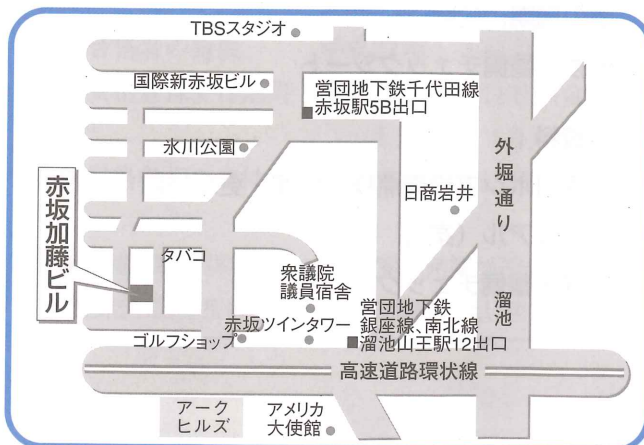
発行 (社)河川ポンプ施設技術協会

〒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>



ISHIGAKI

ゲートレスポンプ IGLAH

小規模水害対策にマッチした、新しい排水施設

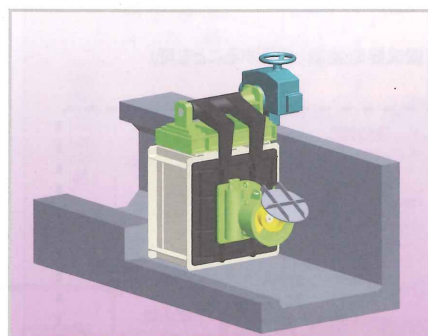
「ゲートレスポンプ」は、ポンプゲートシステムを更に進化させた、**ゲート設備を必要としない** 新しい排水施設です。

したがって、既設水路の大幅な改造が不要です。

自然流下時/ポンプ停止時

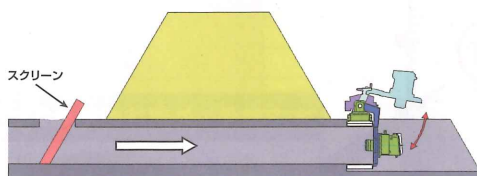


強制排水時/ポンプ稼動時

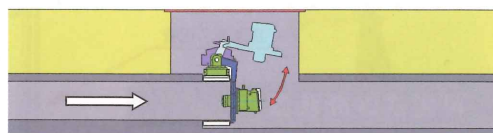


設置例

水路終端設置



水路途中設置



特 長

既設水路を大幅に改造することがなく、短期間で設置が可能です。

設備点数が少なく、コスト縮減が可能なポンプ施設です。

既設水路に設置するので、ポンプ場用地の新たな取得が不要です。

ポンプの昇降装置は冠水を考慮し、没水型を採用しています。

省エネ・軽量・コンパクトな「スーパー省エネ水中モーター」を搭載しています。

仕 様

口 径 (mm)	300	400
吐 出 量 (m ³ /min)	9.0	15.5
全 揚 程 (m)	2	

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) ☎(03) 3274-3511
支 店/北海道・東北・東京・名古屋・大阪・中国・四国・九州
<http://www.ishigaki.co.jp/>

水中軸受外部診断装置 ベアドクター

ポンプを引き上げずに水中軸受の異常および摩耗状態を診断できます。

ポンプ用水中軸受の
点検において...

従来

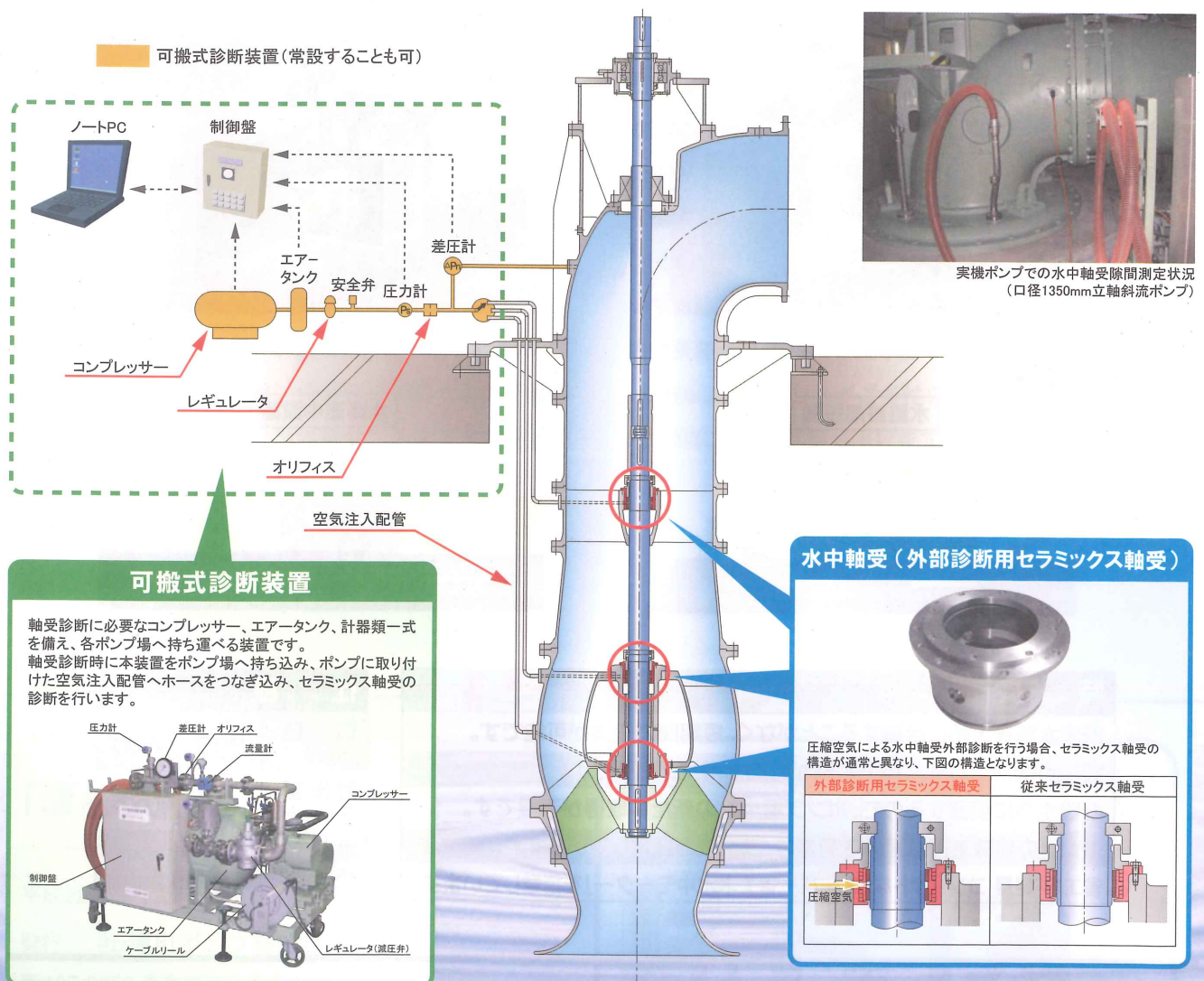
従来は、定期点検時にポンプを引き上げて摩耗状態を測定しなければなりませんでした。

ベアドクター

ベアドクターは、ポンプを引き上げなくても摩耗測定をはじめ、キズ、割れなどを外部より診断できます。

■ 空気注入方式によるセラミックス軸受診断

ポンプ主軸と水中軸受(セラミックス軸受)との隙間へ、外部コンプレッサー等により圧縮空気を送り込み、供給圧と吐出圧力との差圧および空気流量を検出します。このデータを納入当初の測定データと比較することで、水中軸受の異常および摩耗状態を外部より判定できます。



株式会社 西島製作所

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

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

〈支社〉東京/TEL (03) 5437-0820(代)

〈支店〉大阪/TEL (072) 696-6777(代)

高松/TEL (087) 822-2001(代)

札幌/TEL (011) 241-8911(代)

広島/TEL (082) 263-8222(代)

福岡/TEL (092) 771-1381(代)

仙台/TEL (022) 223-3971(代)

名古屋/TEL (052) 221-9521(代)

減速機搭載型 立軸ポンプ

横軸ポンプから立軸ポンプに更新すると、排水機場の操作性や信頼性は格段に向上します。
減速機搭載型立軸ポンプは、建屋をそのまま容易に立軸化することが可能になりました。

特 長

- 建屋構造を改造することなく横軸から立軸ポンプへの更新が容易です。
- 横軸ポンプと同一レベルに原動機を設置できます。
- 減速機の潤滑油は揚水による自己冷却です。



写真左: 減速機搭載型立軸ポンプ 写真右: 横軸ポンプ

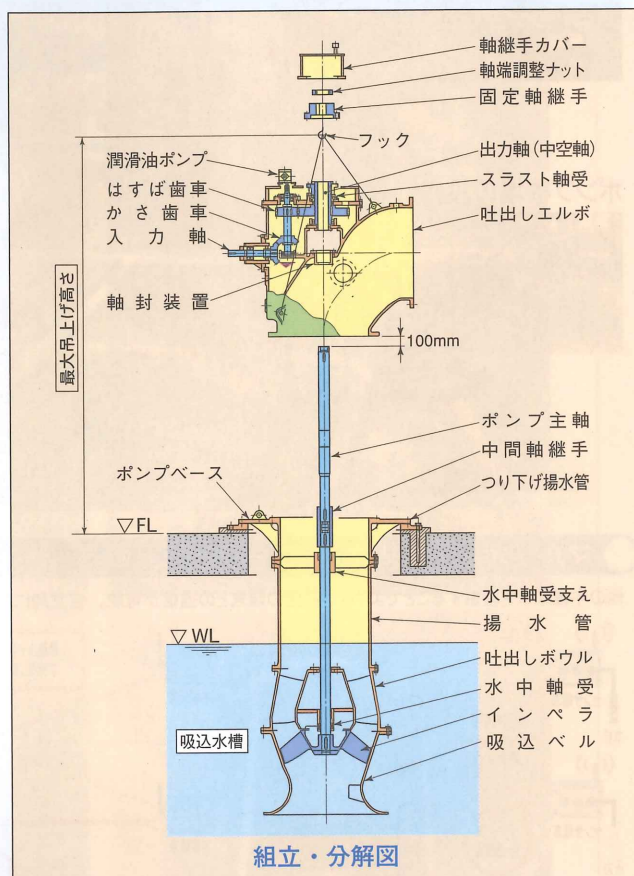
適用範囲

- 吐出し量: 0.6~10m³/s (36~600m³/min)
- 全 揚 程: 1.5~9m
- 口 径: 600~2000mm
- 出 力: 1470kW以下
- 対象機種: 立軸斜流ポンプ、立軸軸流ポンプ

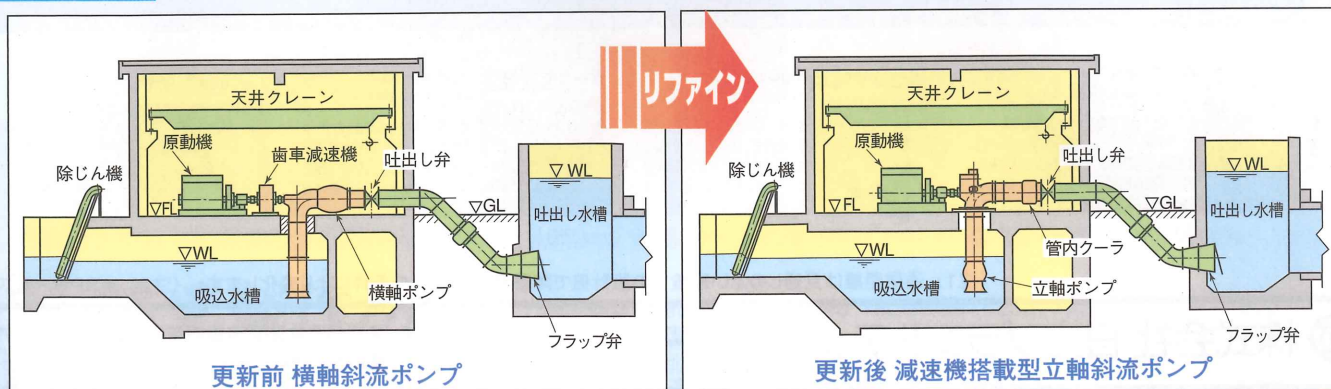
ポンプ軸形式による比較

項 目	形 式	減速機搭載型 立軸ポンプ		従来型ポンプ	
		立 軸	横 軸	立 軸	横 軸
始 動 性		○	×	○	×
自 動 運 転		◎	×	○	×
系 統 機 器 類		◎	×	△	×
吸 込 性 能		○	×	○	×
据 付 面 積		◎	×	○	×
建 屋 高 さ		○	×	×	◎
天 井 ク レ ーン		○	×	×	◎

◎: 最も有利 ○: 有利 △: やや不利 ×: 不利



横軸ポンプから立軸ポンプへの更新例



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 / 北海道・東北・関東・静岡・名古屋・大阪・中国・四国・九州
営業所 / 千葉・横浜・新潟・岡山・沖縄 事業所 / 三島

広域無線センサネットワークシステム

ZigNET[®]

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

河川

水位・ゲートの設備



ポンプ機場の設備



離れた場所
から監視

適用分野・利用シーン

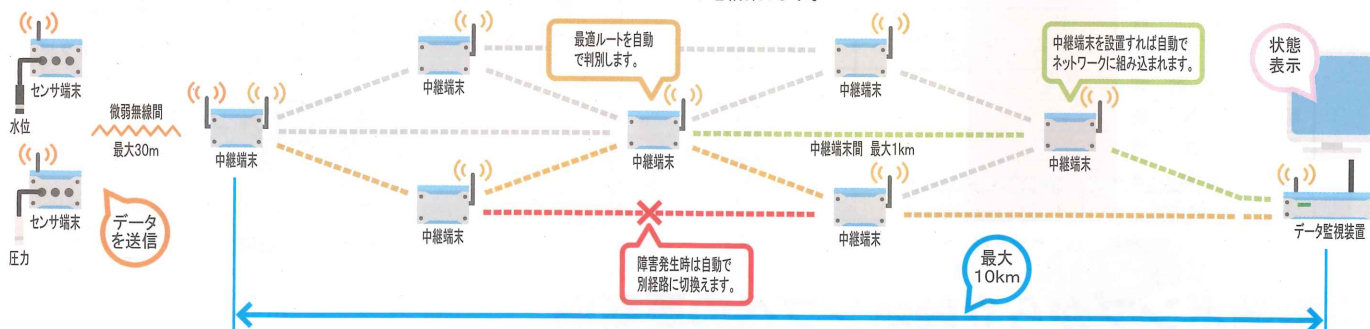
- 河川の水位・ゲート、機場設備
- 工場の製造ライン（状態監視）
- ビル（空調・セキュリティ）
- プラントの試験設備にも適用可能

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^(注2)

マルチホップ無線ネットワークとは、

他の中継端末を経由することでより広い範囲の端末との通信が可能。自立的にネットワークを構築します。



ZigNET[®] 製品

無線中継端末 ZigStation[®] (ZIGS-W01, ZIGS-S01)



最大1kmの通信距離を持つ無線中継端末。センサ端末からデータ監視装置までのデータの長距離伝送を可能にします。ZigCubeとの通信用に微弱無線を備えた(ZIGS-W01)とRS-232Cインターフェースの(ZIGS-S01)があります。

無線センサ端末 ZigCube[®] (ZIGC-A1)



センサへの給電とデータ送信を内蔵電池のみで行います。専用センサは任意の組み合わせで接続が可能です。単三電池2本で最大約2年間の動作可能です。

データ監視装置 SolidBrain[®] (SB-CNWX01)



超小型（B5サイズ相当）のデータ監視装置。計測データを受信し監視画面を作成します。CDMA1X回線を用いてサーバへのデータ送信も可能です。^(注2)

ZigCube[®] 用センサ



ZigCubeに接続可能な省電力センサ。温度、圧力、水位、電流等を取り揃えています。チタン製等もラインナップしています。

(注1) 通信距離は見通しのよい環境での設計値で障害物や天候等の条件により変化します。(注2) ASPサービス利用時

株式会社 日立プラントテクノロジー

本社 〒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 03-5928-8001

お問い合わせ先

機械システム営業本部 〒170-8466 東京都豊島区東池袋四丁目5番2号（ライズアリーナビル）電話 03-5928-8207

機械システム事業部 〒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 03-5928-8611

支社 北海道：011-223-6173 東北：022-227-5401 関東：048-642-5260

横浜：045-324-5640 中部：052-261-9370 関西：06-6266-1972

中国：082-242-6444 九州：092-262-7607

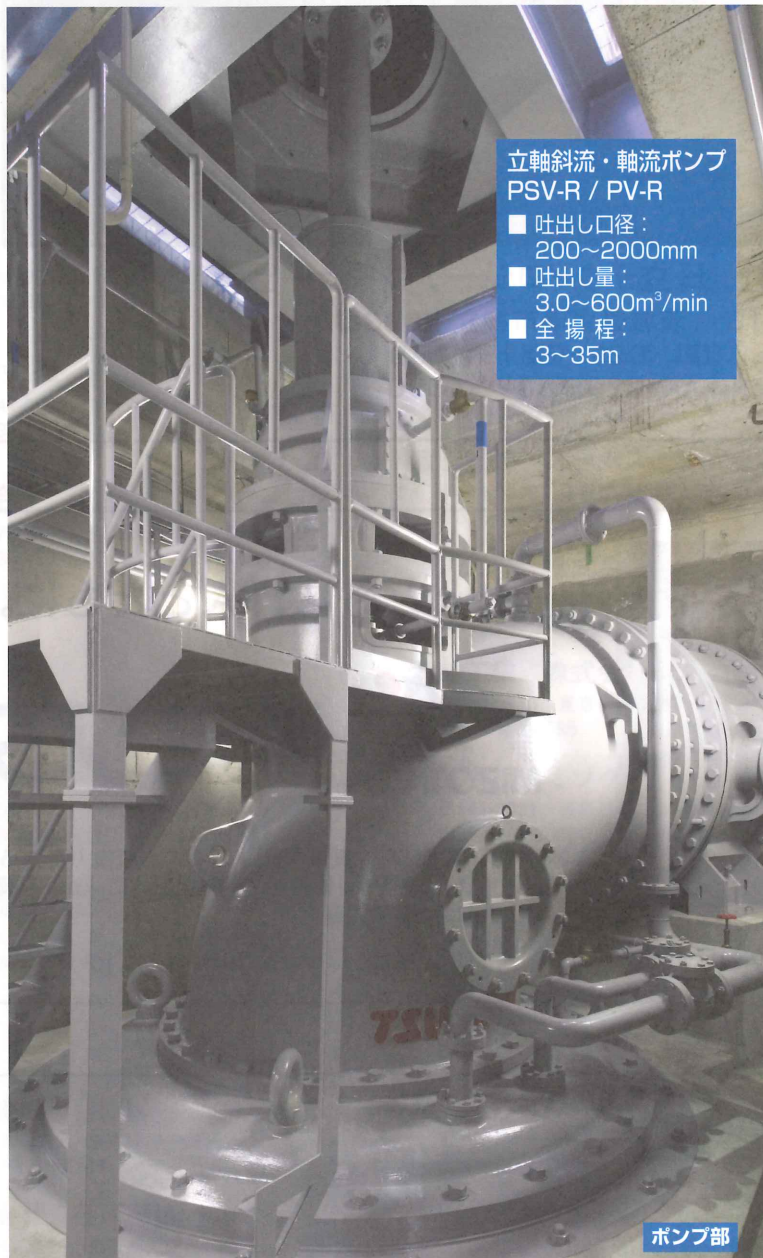
● このカタログに記載した内容は、改良のため変更することがありますので予めご了承下さい。また、性能の保証に関する事項については、ご契約仕様書に基づくものとします。

全速全水位 先行待機形立軸ポンプ

雨水・汚水の排水、
緊急時の内水排除等

急激なポンプ場への雨水の
流れ込みにも、全速待機が可能。
運転開始時のタイムラグ
を解消！

ポンプ井の水位に関係なく全速運転が可能。
設備全体の信頼性向上に貢献します。



写真：名古屋市上下水道局殿助光ポンプ所納入。(吐出し口径：1650mm・全揚程：9m・吐出し量：400m³/min・4サイクルディーゼルエンジン880kW)

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
東北支店：TEL.(022)284-4107
東京支店：TEL.(03)3833-0331

北関東支店：TEL.(048)688-5522
新潟支店：TEL.(025)283-3363
中部支店：TEL.(052)481-8181

北陸支店：TEL.(076)268-2761
近畿支店：TEL.(06)6911-2311
兵庫支店：TEL.(078)575-0322

中国支店：TEL.(082)923-5171
四国支店：TEL.(087)815-3535
九州支店：TEL.(092)452-5001

www.tsurumipump.co.jp

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



松山市役所殿納め 土居排水ポンプ場
ピアレス型ゲートポンプ(超低水位対応)φ400×15kw×2台

水とともに、人とともに。



本社/〒840-8686 佐賀市伊勢町15番1号 TEL 0952-26-2551
支店/東京・札幌・千葉・仙台・大阪・名古屋・山口・松山・福岡・熊本
大分・宮崎・鹿児島

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

「ポンプ施設の建設と管理」

(2008年8月刊 (社) 河川ポンプ施設技術協会)

本書はポンプ施設に関わる技術者が建設・管理現場で実施する業務に必要な知識・技術を体系的にとりまとめた技術図書です。

日常業務の参考書として、あるいは技術の研鑽のための講習・研修テキストとしてご活用いただいています。



構成

- 基礎知識編
- ポンプ施設の計画設計編
- 施工管理編
- 維持管理編
- 運転操作編
- 法規編

A4版 約480頁 定価8,000円(消費税込み、送料別)

会員会社一覧

(50音順)

正会員

理 事

いであ 株式会社

〒154-8585 東京都世田谷区駒沢3-15-1
☎03-4544-7603

株式会社 荏原由倉ハイドロテック

〒103-0022 東京都中央区日本橋室町1-5-3
☎03-3510-7190

ダイハツディーゼル 株式会社

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

株式会社 電業社機械製作所

〒143-8558 東京都大田区大森北1-5-1
☎03-3298-5113

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

株式会社 日立プラントテクノロジー

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

監 事

株式会社 石垣

〒104-0031 東京都中央区京橋1-1-1
☎03-3274-3515

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 荏原製作所

〒103-0022 東京都中央区日本橋室町1-5-3
☎03-3510-7148

株式会社 荏原電産

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

クボタ機工 株式会社

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

株式会社 セイサ

〒541-0053 大阪府大阪市中央区本町2-1-6
☎06-6271-6961

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
☎03-5980-2635

西田鉄工 株式会社

〒869-0494 熊本県宇土市松山町4541
☎0964-23-1111

日本水工設計 株式会社

〒104-0054 東京都中央区勝どき3-12-1
☎03-3534-5522

阪神動力機械 株式会社

〒105-0011 東京都港区芝公園2-3-1
☎03-5776-1401

株式会社 日立テクノロジーアンドサービス

〒300-0013 茨城県土浦市神立603
☎029-832-6342

株式会社 日立ニコトランスミッション

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

富士電機システムズ 株式会社

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

豊国工業 株式会社

〒130-0022 東京都墨田区江東橋2-2-3
☎03-5625-1061

北越工業 株式会社

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

株式会社 ミゾタ

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

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

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

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8
☎03-3433-1501

賛助会員

株式会社 拓和

〒101-0047 東京都千代田区内神田1-4-15
☎03-3291-5873

日本ヴィクトリック 株式会社

〒106-0032 東京都港区六本木1-8-7
☎03-5114-8531

日本自動機工 株式会社

〒330-0064 埼玉県さいたま市浦和区岸町7-1-7
☎048-835-6361

古河電池 株式会社

〒240-0006 神奈川県横浜市保土ヶ谷区星川2-4-1
☎045-336-5051



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>