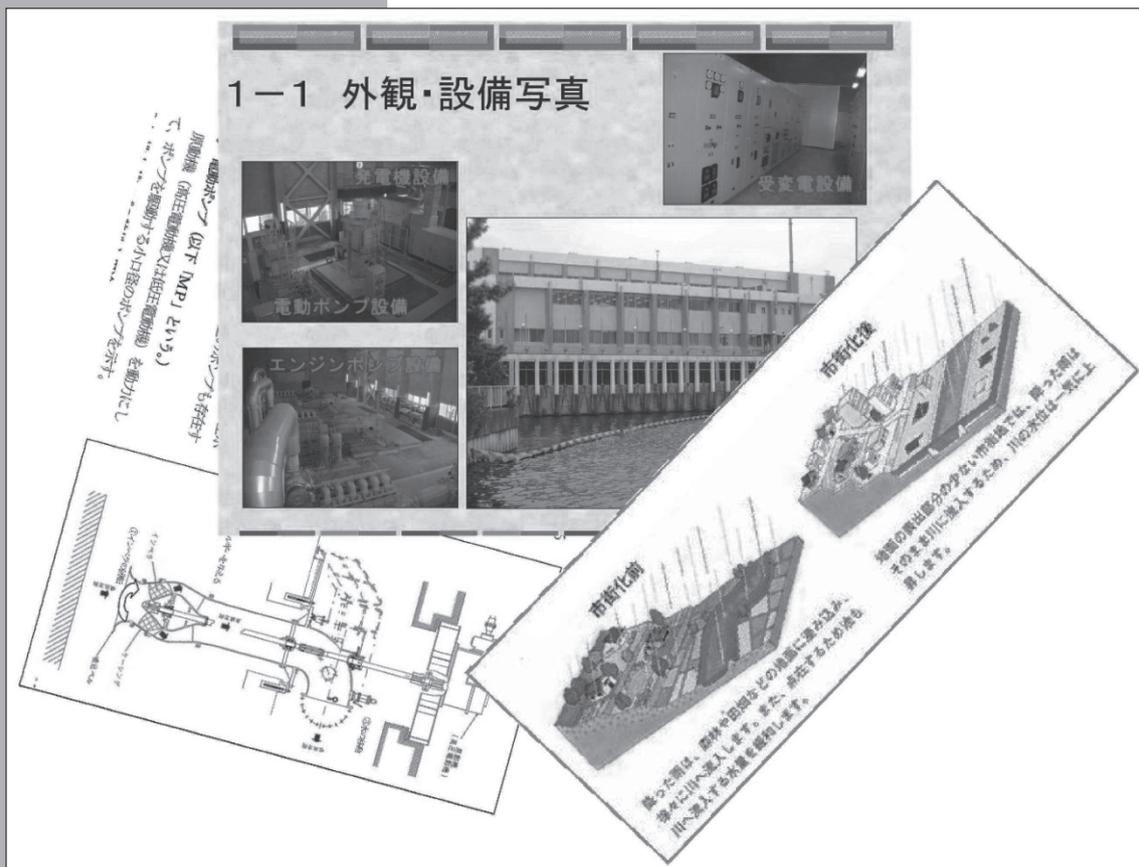




効果的な雨水排水ポンプの運転管理について



近年の地球温暖化や気候変動により多く発生しているゲリラ豪雨や都市開発における遊水地の宅地やアスファルト化で都市部における雨水排水の現状と問題点を見直しまちにおける雨水排水施設あり方について考え直す時期だといえよう。

とりわけポンプ施設や管理の実情について概略説明を行った上で、とくに緑政土木局所管のポンプ所に着目し、実際の運転管理の改善に取り組んだ試みを紹介しながら迅速かつ正確な危機管理手法や故障対策等効果的な排水対策について考察したものである。

効果的な雨水排水ポンプの運転管理について

名古屋都市センター 調査課 加藤 光一

1 研究の背景・目的

名古屋市は、昭和 54 年に策定された「名古屋市総合排水計画」に基づき、1 時間 50mm の降雨に対応する整備を進め、その中で河川等へ自然流下が出来ない雨水については、雨水排水ポンプ所及び排水機場（以下「ポンプ所」という）を配備し、これを管理してきた。

その管理分担は、河川及び都市下水路区域^{※1}については緑政土木局、公共下水道区域^{※2}については上下水道局が受け持っている。

なお、市の管理以外に工場や土地区画整理組合等民間で所有する民間ポンプ所も設置されている。

その後、平成 12 年の東海豪雨・平成 20 年の 8 月末豪雨を受け「緊急雨水整備基本計画（前期・後期）」・「第 2 次緊急雨水整備計画」が策定され、浸水被害が著しく集中した地域や都市機能の集積する地域を対象として、原則 1 時間 60mm の降雨に対応する施設整備を行い、概ね床上浸水の解消を図ってきた。

今後は、過去の豪雨による浸水被害を教訓に、浸水地域へ雨水貯留施設の設置やポンプ所の水位管理、排水設備プラント（以下「設備」という）の維持管理の見直し等、被害を出さない取組が課題となる。

とくに、近年増えているゲリラ豪雨や台風等の想定を超える降雨による雨水の流入等、不測の事態にあっても確実に排水することが必要である。

そのためには、たとえ故障により排水ポンプが停止した場合においても、臨機応変に対応できる技術力のある職員の育成が不可欠である。

本論文では、とりわけポンプ施設や管理の実情について概略説明を行った上で、とくに緑政土木局所管のポンプ所に着目し、実際の運転管理の改善に取り組んだ試みを紹介しながら迅速かつ正確な危機管理手法や故障対策等効果的な排水対策について考察する。

※1・・・都市下水路は、主として市街地（公共下水道の排水区域外）において、専ら雨水排除を目的とするもので、終末処理場を有しないものをいう。

※2・・・公共下水道は、主として市街地における下水を排除し、又は処理するために地方公共団体が管理する下水道で、終末処理場を有するもの又は流域下水道に接続するものであり、かつ、汚水を排除すべき排水施設の相当部分が暗渠である構造のものをいう。

2 雨水排水施設概観

2-1 排水方式

(1)自然排水

丘陵地などの場合は、降った雨は道路や排水升を経由し、雨水管に集まり、土地の勾配によって自然流下により河川へ排水される。（図 1）

(2)ポンプ排水

平坦地や堤防よりも低い場所（以下「低所地域」という）の場合は、降った雨は、道路や排水升を経由し、雨水管に集まり、雨水ポンプ所に集められ排水ポンプによって強制的に汲み上げ河川へ排水される。（図1）

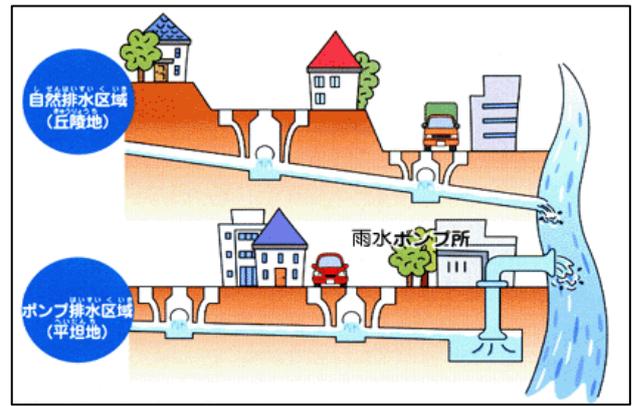


図 1 排水方式

2-2 雨水ポンプ所

(1)概要

雨水管に集まった雨水は、ごみや砂などの異物を含んだ状態で流れて来るため、沈砂池で砂を落とし、ごみは除塵機で取り除いた後でポンプによって強制的に汲み上げられ連絡井を経由し河川へ排水する。

(2)排水ポンプの種類

ポンプ所には、電動ポンプとエンジンポンプがあり、晴天時等の通常時には、電動ポンプで運転し、雨天時にはエンジンポンプを追加し運転するのが基本となる。

① エンジンポンプ（以下、「EP」という）

原動機（ディーゼルエンジン又はガスタービンエンジン）を動力にして、ポンプを駆動する大口径ポンプでの運用が主で、一部小口径のポンプも存在する。

② 電動ポンプ（以下、「MP」という）

原動機（高圧電動機又は低圧電動機）を動力にして、ポンプを駆動する小口径のポンプである。

(3)排水ポンプの特徴と用途

排水ポンプの概略を図2に示し特性を以下で整理しておく。

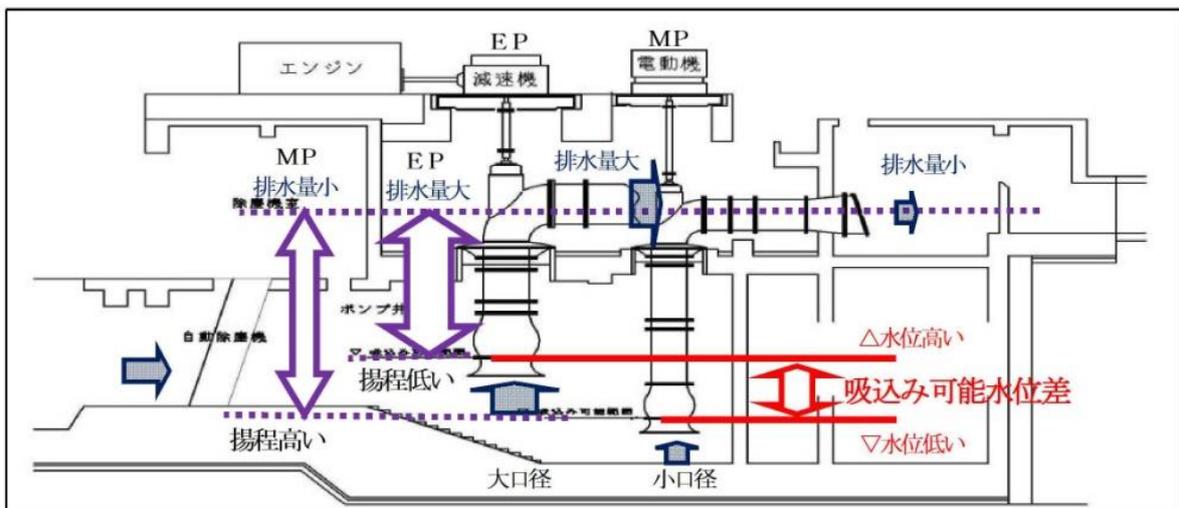


図 2 ポンプの特性概略図

① 吸込み深度の違い

原動機の種類に関わらず、ポンプの口径によって水を汲み上げる高さ（以下「揚程」という）は異なる。大口径ポンプは揚程が低く、小口径ポンプよりもポンプ井の高い水位でしか運転ができない。

② 排水量の違い

ア 小口径ポンプ

揚程は高いので、ポンプ井の底部から汲み上げることが出来るが、口径が小さいため排水量は少なく、晴天時の不明水・農業用水又は小降雨時の排水に適している。

また、小口径ポンプの動力は電動モーターを使用しているため、非常用ディーゼルエンジンに比べ晴天時の大気汚染の要素が無くクリーンな運転が可能である。

イ 大口径ポンプ

揚程は低いですが、排水量は多いため大雨時の運転に適している。

2-3 雨水貯留施設

大雨やゲリラ豪雨などで、雨水管の流量やポンプの排水能力を超えると、まちへ雨水があふれ浸水被害が発生している。そこで、図 3 で示す雨水貯留施設を公共施設や道路の地下に築造し排水能力を超える雨水を一時的に蓄え浸水被害を軽減させる施設である。

3 緑政土木局のポンプ所について

3-1 雨水貯留施設

市内には、総排水量 200 m³/min 以上の雨水排水ポンプ所（以下「主ポンプ所」という）は、上下水道局が所管する 51 か所と緑政土木局が所管する 11 か所がある。

上下水道局の遠方監視及び制御が行える主ポンプ所（以下「親ポンプ所」という）と無人で制御される主ポンプ所（以下「子ポンプ所」という）は、近接して配置されている。

一方、緑政土木局は親ポンプ所 2 か所、子ポンプ所 9 か所を配置し管理しているが、親ポンプ所と子ポンプ所は離れているため、非常時に対応するための移動時間が必要になる。

また、ポンプ施設管理事務所では、河川等へ自然流下出来ない雨水を排水するために、2 地区(南部地区、北部地区)の親ポンプ所で排水の手動運転および設備の維持管理を行っている。

なお親ポンプ所と子ポンプ所の遠方制御システムの構成図を図 4 に示しておく。

3-2 現状の問題点

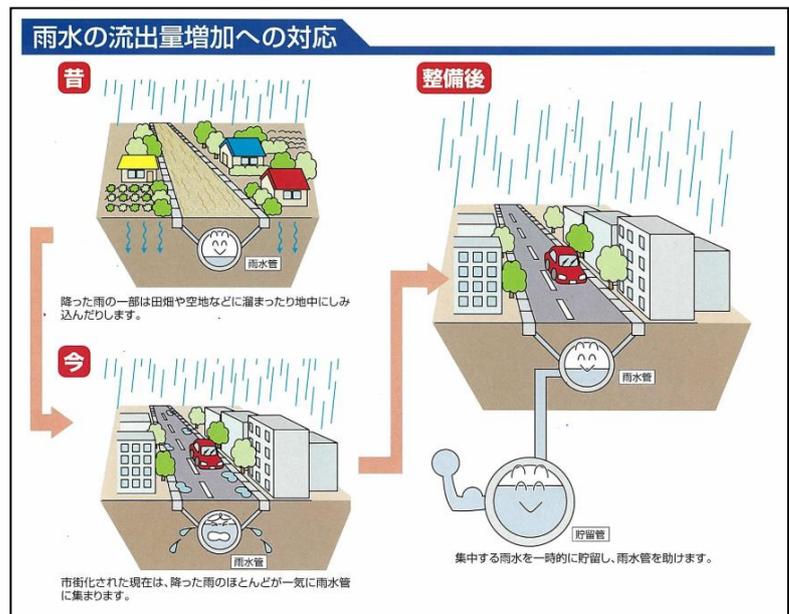


図 3 貯留管概略図

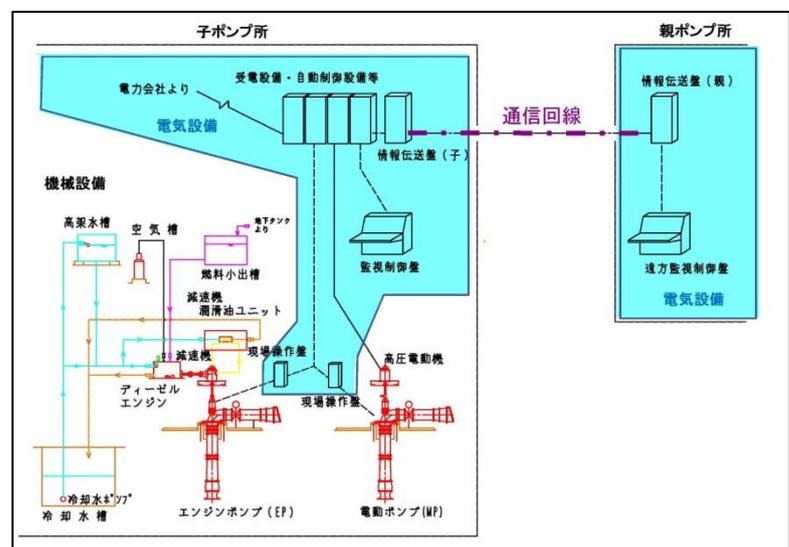


図 4 遠方制御概要図

(1)ポンプ所の運転管理

ポンプの運転管理は現場で運転作業する職員（以下「業務技師」という）と設備の設計及び故障対策（特に電氣的）は行政技術職員（以下「行政技師」という）がそれぞれ対応するという縦割りの分担が踏襲されている。このため、業務技師が設備の特徴を把握することや図面を見て故障対応する機会が少なく、日常の運転に関してもマニュアル（基準）が無かったことなどから、以下のような問題を事例を交えて紹介する。

(2)分業による対応の遅れ

大雨時にポンプ所で故障等が発生した場合、業務技師は概要を把握し行政技師に応援を要請する。しかし、行政技師の待機場所は、通常の非常配備時は荒子川ポンプ所内の事務所で待機、台風などで浸水害の被害が懸念される場合には、親ポンプ所で待機している場合もあるが、大雨時にポンプ設備の故障等でポンプが停止した場合は行政技師が現場に到着する数十分で浸水被害が発生する懸念がある。また、対応する業務技師の知識・経験及び技術力の差により、以下の様な事例からも問題点が浮かび上がり、故障等の原因が適切に把握できないこともある。

【問題点A】正常か異常かの区別が出来ない

起きた現象が、正常なのか異常なのかを判断する必要があり、通常と異なる操作をした場合にも図面に記載された動作（以下、「フロー」という）を行ったかの判断が出来ない。

事例 1 給水ポンプの更新後に、MPを運転しても給水ポンプが動かないので壊れたという報告があった。

しかし、図面を見るとMPの動作に関係なく高架水槽の水量が減った場合に給水ポンプで高架水槽へ補給するが、その仕組みを熟知していないために起こった。

図面が読めなくとも監視室操作卓（以下、「MGP」という）で操作し、動作表示ランプを確認すれば対応は出来たが、さらに図面を読むことが出来れば速やかな対応が可能となる。

給水ポンプの通常動作を熟知していれば起きない事例である。

【問題点B】図面が読めない

電気・機械等の図面を読む事が出来れば、原因の究明が容易となり復旧への対応も早く出来るが、図面が読めず故障原因が分らず時間がかかることがある。

事例 2 台風接近時に運転中のE P1が非常停止する事態が発生し、再起動を試みたがポンプの運転ができない事態に陥った。（図5参照）

しかし、4～6人^{※3}で復旧作業を行っても、運転の再開は不可能であった。後に非常参集した行政職員によって早期復旧が可能となった。

事例では、準備完了^{※4}の条件が成立しているかの確認には図面のエンジンまたは電動機の始動条件（以下「準備完了」という）、動作禁止条件（以下、「インターロック」という）又は、リレー回路図（以下、「シーケンス」という）を見る事が出来れば、素早い対応が可能となる。

※3・・・荒子川ポンプ所は、親ポンプ所かつ事務所も兼ねているので、大雨警報時には4～6人での復旧作業を行えるが、子ポンプ所では1～2名程度で運用している。

※4・・・準備完了とは、水位・冷却水通水・潤滑油圧力等のポンプ運転に必要な条件を全て満たすこと。

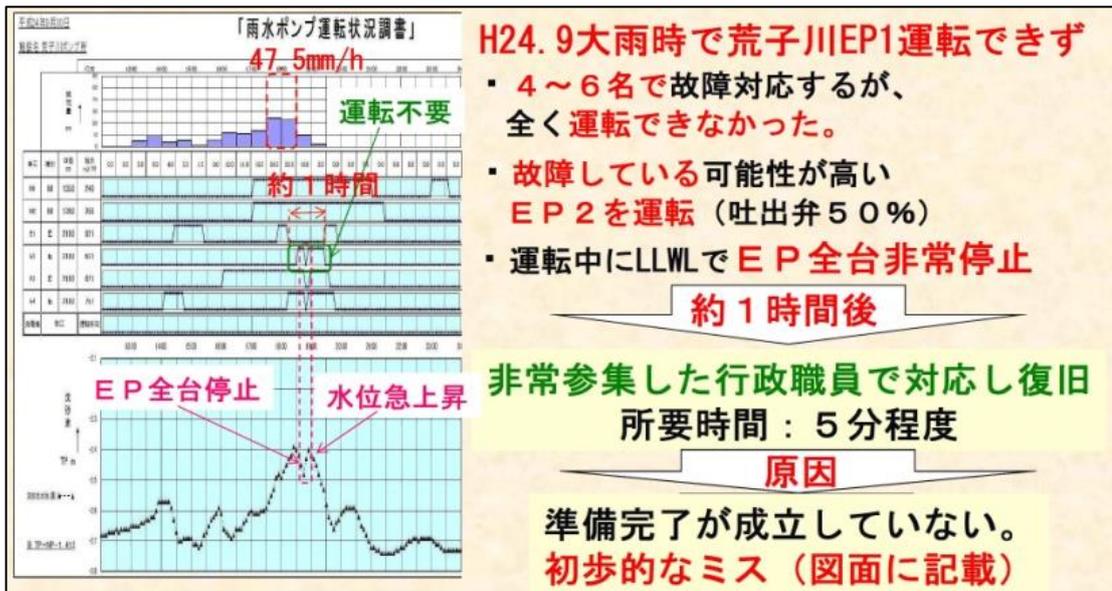


図5 動作条件を知らない例

【問題点C】 機器の場所を熟知していない

図面が読めても、機器の場所が分からなければ対応が遅れが生じる。どこに何の設備があるかを熟知しておく事が必要である。

【問題点D】 勘違いによる操作ミス

日々の点検や運転操作をするうえで適切に行っていないと非常時には勘違いをおこしてしまうことがある。

事例3 監視室の照明が消えたため、停電したと勘違いし発電機への切替えを行った事により、口径3,000mmポンプが停止したので、避難準備水位近くまで水位が急上昇した。

ポンプが停止した原因は、この3,000mmポンプのみ二次冷却水ポンプ^{*5}等の補機(200V系)が使用されており、高圧発電機(6,000V)の受発切替え^{*6}方法を他の低圧発電機(200V)の操作方法と勘違いしたからである。(高圧発電機は戸田川のみ)

短時間ではあるが停電した後、受発切替えを行った事によって二次冷却水ポンプ等の補機が停止したことから、重故障^{*7}により3,000mmポンプが非常停止した。3,000mmポンプの再起動には、図6を検証すると約20分必要になるので、受発切替え等の操作を行う場合は十分注意が必要である。

照明が消えた時点で、MGPで「受電」及び「全ポンプの運転状況」の確認を行っていれば、停電という誤った判断はしなかった。

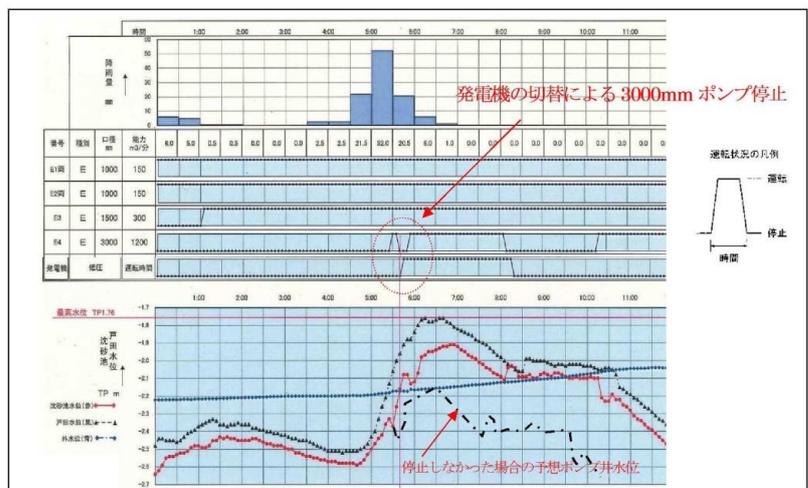


図6 戸田川排水機場水位トレンド

また、受発切替えが自動モードになっていれば、誤操作を防げたと思われる。

※5・・・冷却水ポンプとは、エンジンポンプを含め機関冷却用に冷却水を循環させるポンプを示す。

※6・・・受発切替えとは、電力を電力会社⇒発電機または、発電機⇒電力会社へ切り替えることを示す。

※7・・・重故障とは、故障によりポンプが停止し排水が出来なくなる故障を示す。

(3) 運転管理に関する基準マニュアルがない

- ① 運転管理の目安として、現在はポンプ所の水位基準（雨天時水位・晴天時水位）しかなく、ポンプを操作する業務技師の感覚が全ての判断の拠り所となっているため、人によって運転水位や吐出弁の開度、運転時間、運転方法に差異が生じてくる。
- ② ポンプ所を管理する上で、最も重要な「遠方管理基準」「運転管理基準」「施設概要」「点検基準」などを明記した基準のマニュアル（以下「運転管理標準」という）が存在していない。
- ③ ポンプ本体に異常は無くても電氣的な故障などでポンプが運転出来ない場合や、非常事態への対応方法に関するマニュアルが存在していないため、非常時に仮復旧することが困難であり、仮に保護回路を無視し強制的に動かすことができた場合でも、エンジンを焼きつかせて重大な故障へつながることも想定できる。
- ④ 築造年・コンサル・施工メーカーなどで、主ポンプ所毎に設計思想や仕様が異なっており、ポンプ所設備の基本を覚えても他のポンプ所で応用できないことが多く、故障が発生した時の対応で復旧に遅れることがある。

4 特定のポンプ所における改善の試みと効果

これからのポンプ所には、①管理基準（運転水位や管理方法は、決められた基準で運用し誰が運転しても同じ安全性を確保する）②事後保全（故障時においては、近くにいる職員で対応し仮復旧を行い迅速に排水する必要がある）③予防保全（通常の点検やデータを活用し故障傾向の分析や降雨前に修繕または対策し安全性を確保する）がとくに重要な要素と考えられるため、ここではその3つ要素に関わる具体的な改善を試み、その効果を確認することとする。

4-1 管理基準～運転管理基準等の見直しによる効率化への試み

(1) 基準の見直し

① 運転基準

今までは、晴天時排水も小降雨時排水も大口径ポンプで排水することが常用となっており、常に高い水位を維持する傾向であった。

しかし、降雨量とポンプ所への流入量を考慮すると、小口径ポンプで対応できることが理想であるため、小口径ポンプを始めに動かし、能力が負けたら大きいポンプを運転するように運転方法を見直した。

ただし、大口径ポンプを運転すると排水量が大きく、流入する水が追い付かない現象が発生するため大口径ポンプの吐出弁開度を規定開度・全開と定め、ポンプ所毎の流入量に即した基準を定めた。

② 水位基準

今までは、晴天時水位も雨天時水位も高めに設定されており、設定された水位も上限なのか下限なのかの明記されていないので、以下のア～イを考慮する必要がある。

ア 今までは、晴天時水位も雨天時水位も高めに設定されており、近年の天候状況を加味するとゲリラ豪雨に対応するためには、ポンプ所の水位は低いほど安全である。（水位的ゆとり）

イ ポンプ所の水位が低ければ、排水中に設備故障でポンプが停止しても、常にポンプ所の水位が低く

保たれていれば、水位が上昇する間に故障対応できる。(時間的猶予)

- ウ ポンプ所の水位が低い=雨水幹線水位が低いこととなり、突然のゲリラ豪雨に対しても、雨水幹線を貯留管代わりにすることが可能となる。(経済的利益)

(2) 運転管理標準と水位基準の見直しの効果

① 鶴田ポンプ所排水区の場合

ポンプ所の周辺には雨水幹線が約 10kmあり (図 7)、今まで管理していたポンプ所の水位を更に 20cm~1.1m下げることによる貯留効果の簡易計算を行うと、水位を 20cm下げると約 1,800 m³、1.1m下げると約 5,500 m³の貯留が可能となる。

図 8 は、ポンプ所の運転水位を見直し雨天時における水位

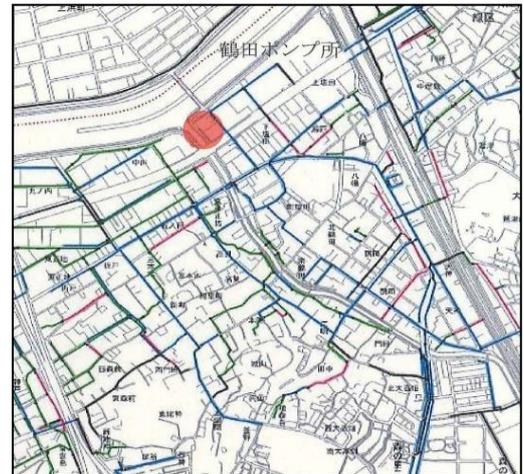


図 7 鶴田ポンプ所周辺雨水幹線図

を低く設定し直したグラフであり、同程度の雨量時に小口径ポンプを運転することで、水位を約 1.3m下げることが可能となった。そうすることで、鶴田ポンプ所排水区の雨水幹線を限界まで下げる事が可能となり、上流でゲリラ豪雨が降っても、既存の雨水幹線を図 9 に示すように雨水貯留管の代用とすることが可能となる。

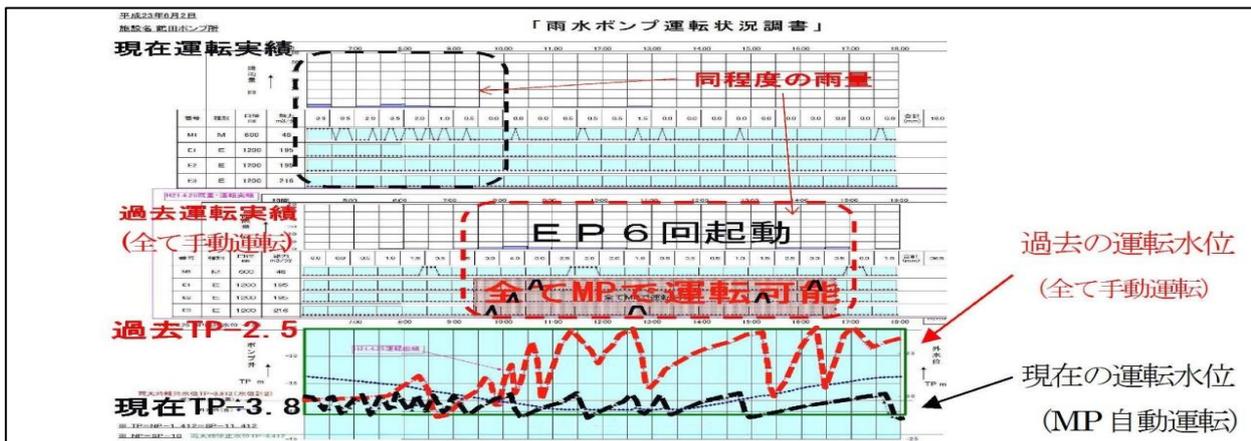


図 8 鶴田ポンプ所での運転水位見直しによる過去との比較

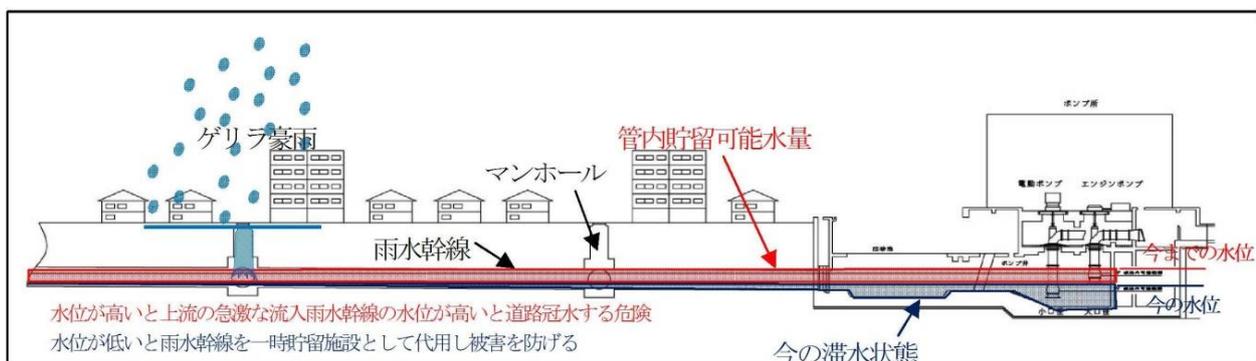


図 9 雨水幹線の過去と現在の概要図

② 荒子川排水区の場合

荒子川には、農業用水路からの流入・水路周辺の雨水の流入があり、かつ荒子川ポンプ所の上流には、上下水道局所管のポンプ所 (篠原ポンプ所・港北ポンプ所・大手ポンプ所) があり、雨天時には各ポンプ所より荒子川へ排水されている (図 10)。

したがって、荒子川の水位が高いと農業用水路への逆流が発生する恐れがある。

また、荒子川の水位が極端に上昇すると、河川氾濫を防ぐために、各ポンプ所の排水を調整する必要があるため、各ポンプ所周辺に影響が発生する恐れがある。

図 11 は、ポンプ所の運転水位を見直し雨天時における水位を低く設定し直したグラフであり、過去の同程度の雨量時に小口径ポンプを運転することで、最高水位を約 27 cm 下げる事が可能となった。

したがって、豪雨時には荒子川上流に設置されている上下水道局所管のポンプ所に対して、図 12 で示す約 45,000 m³ の排水能力を確保できることとな



図 10 荒子川流域あまみず情報

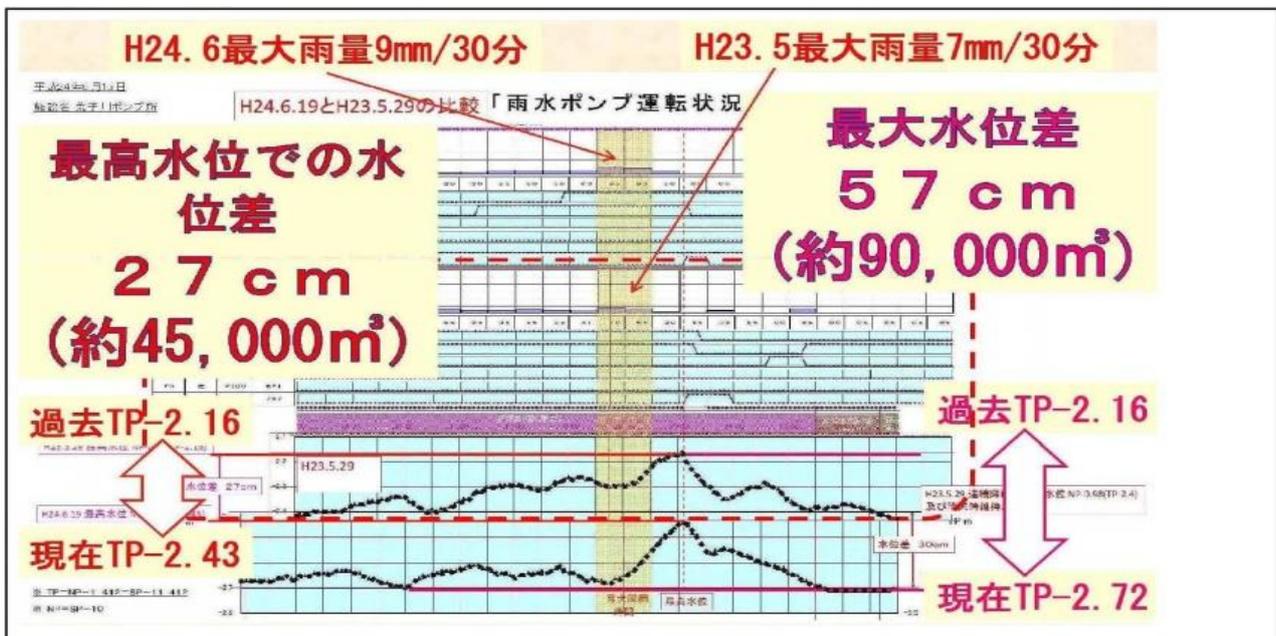


図 11 運転水位見直しによる過去との比較

り荒子川流域の安全を確保できることになる。

4-2 事後保全～技術力の向上及び故障対応への試み～

(1) 対応の方向性

① 故障対応に必要なこと

- ア 正常か異常かの区別ができる。
- イ 図面が読める。
- ウ 機器の場所を熟知する。
- エ 対応方法が分る。

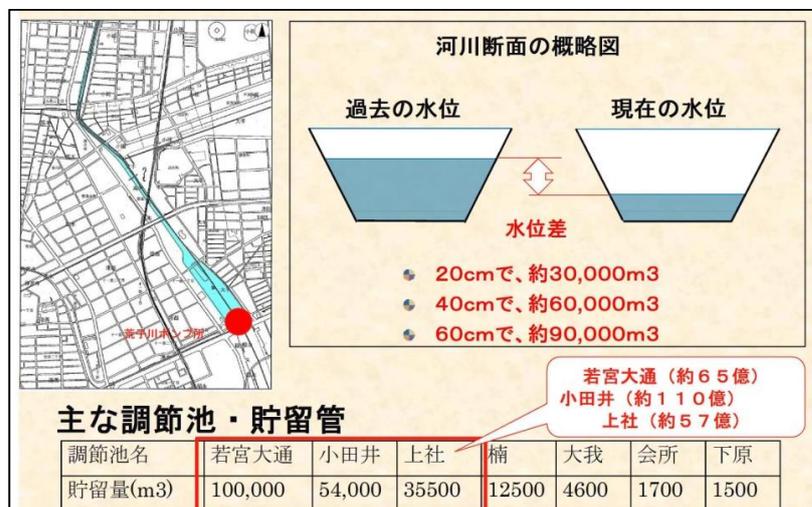


図 12 荒子川水位と貯留量

オ 補修部品の迅速な供給。

② 故障対応研修

ア ポンプ所は、稼働時間が限られており他のプラントに比べて故障発生率が低く、過去の故障事例を参考にした模擬研修を行い非常時に対応できる能力を確保する必要がある。

イ 技術力ある職員による研修を定期的に行い職場全体の技術力向上を行う必要がある。

③ 故障時対応マニュアルの作成

以下の項目を考慮したマニュアルの作成を行う必要がある。

ア 過去に起きた故障に対応した実績を考慮した応急復旧方法

イ 想定できる最悪の状態を考慮した緊急時の対応方法

(2) 故障対応研修を行った効果

① 故障時対応研修

故障に起因する浸水被害を起こさない事が重要で、過去の故障状況を分析し同様の故障が発生した場合の対応方法を学ぶため、平成 22 年から希望者を対象にした故障対応研修を始めている。

ア 職員の意識向上

図 13 のグラフは、業務技師の職員数と希望者による故障対応研修参加者数をグラフ化したものであり、日程や業務状況にもよるが 30～40 歳代の参加者が圧倒的に多い。長年の経験や知識を持ち、より新しい設備の習熟と併せ、故障対応研修による「更なる意識向上」が望まれる。

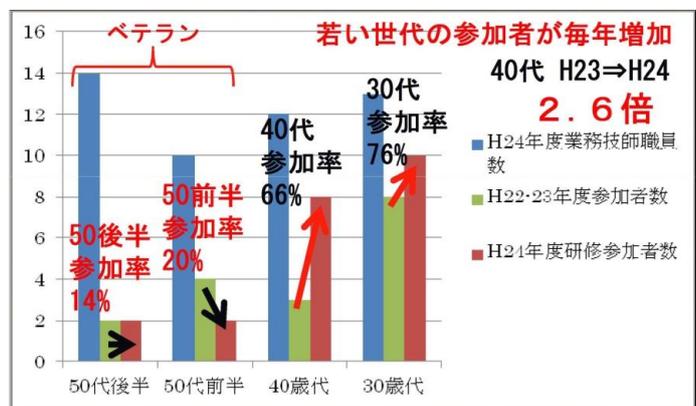


図 13 研修参加の推移

イ 故障時対応マニュアル

前述した事例 3 の原因追突で、発電機切替ミスで発生した 3,000mm ポンプ非常停止後 20 分間再起動できない現象は、排水ポンプが非常停止した場合は吐出ゲートが自動的に閉鎖する仕組みとなっているため、再度運転する場合には吐出ゲート「全開」の条件を満たさないと運転出来ない仕様であることが原因であると判明した。

図 14 で示す試験の結果では、E P 2 非常停止から再運転の時間を 15 分短縮できた。

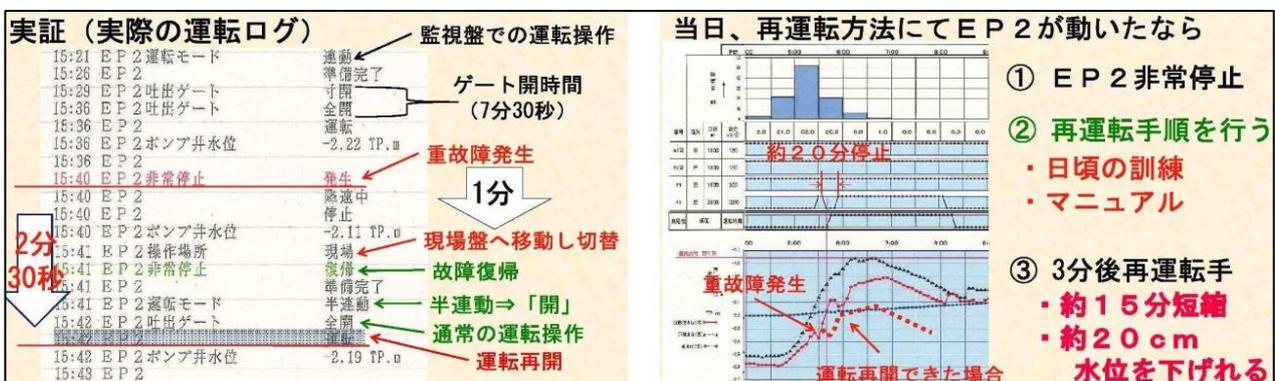


図 14 EP2 再運転検証

この結果を受け、同様な事例もしくは他の原因で 3000mm ポンプが非常停止した場合の対応マニュアル (図 15) を作成し職員への周知をおこなった。

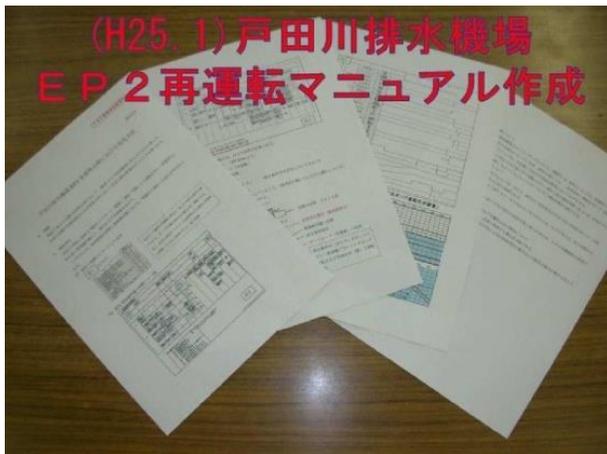


図 15 EP2 再運転マニュアル※⁸



図 16 強制運転マニュアル

※8・・・平成28年3月竣工の「広域井戸田川改修に伴う戸田川排水機場ポンプ設備増設工事」において、EP2 非常停止時にすぐに再運転が可能になる設備の改造をするまで使用。

ウ 緊急時強制運転マニュアル

エンジンポンプが運転不能に陥った場合には、強制的に条件信号をONにする短絡作業が必要であり、この作業は電気の知識が無いと感電事故や他の設備に重大な被害が発生する。

このことから、故障対応研修受講者向けに、プラント管理に必要な非常時のマニュアル（図 16）を作成した。

② リレー早見表の作成

排水時の故障対応で最も大切な事は、いかに早く排水機能を回復するかである。

ポンプは、主にリレーで制御されており、数百個で構成された内のひとつのリレーが故障してもポンプが動かない事態に発展する。

そのため、少しでも早く故障リレーを発見するために、図17で示

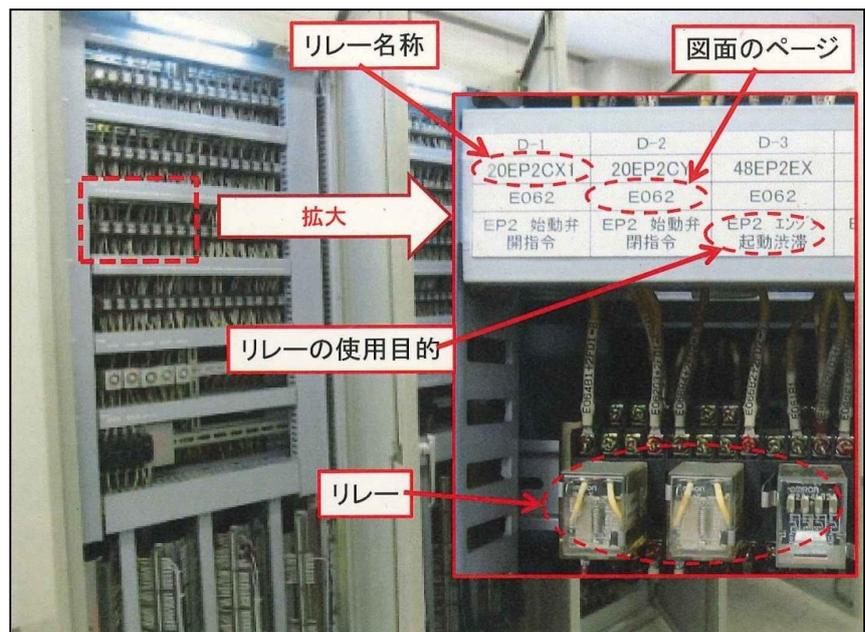


図 17 リレー表貼付け状況

すリレーの詳細を明示したシールを架台等に貼付し、図面を開かなくても対応できるよう工夫した。

また、リレー表を作成することで、図面を読む能力が自然に身に付き、リレーの動作を効率的に把握でき技術力向上に貢献した。

ア リレー表での故障対応

中小田井ポンプ所では、リレー表を作成している時にエンジン冷却水の通水確認用リレーの誤作動を発見した。この誤作動は、エンジンに冷却水が流れない状態（以下「断水」という）でも冷却水が流れている状態（以下「通水」という）と表示しており、断水状態でも保護回路が動作せず停止しない状況にあった。

万一、断水状態でポンプ運転したらエンジンが焼きつく可能性があり、重大な事故を未然に防いだこ

とになる。

イ 電話での故障対応

鶴田ポンプ所で日常点検中に、エンジンが止まらず、燃料カット操作を行なわないと停止出来ない状態が発生したが、従前であれば、業務技師より電話で故障の一報だけであったが、現場に入所していた業務技師が故障対応研修参加者であったため、行政技師との電話対応により、電氣的な故障と機械的な故障を区別して考え、エンジンの停止弁を操作するアームが破断（機械的故障）している原因を特定し、迅速な故障対応ができた。

機械の故障箇所を断定するには、シーケンスが読めれば、より早く故障箇所を発見する事が可能である。

ウ 業務技師のみで行った故障対応

船見ポンプ所において、MG Pからエンジンポンプ2号機の運転操作を行った時、重故障（始動渋滞）が発生しポンプの運転が出来なかった。しかし、現場操作盤ではエンジンポンプは正常な運転が可能であった。

重故障の原因は、減速機の油圧が確立していない事であったが、MG Pの操作ではプライミングポンプが運転せず、現場作業盤のみプライミングポンプが運転するという事であり、図面を調査した結果、起動信号を受けるリレーの故障により運転不能になっている事を断定し、リレーを交換することで本復旧できた。

4-3 予防保全～保守点検基準の見直しによる異常の早期発見の試み～

排水時の動作フローが分かる点検表を作成し、図面を見なくても各機器の動きが分かるように改善することで、プラント知識の向上を図る点検表を作成した。

点検表は、機器を動作させ記録するだけでは不十分であり、「何をするための機器か」、「なぜこの点検が必要で」、「どのような効果があり」、「どうなれば正常か」を判断できなければ、点検をする意味がない。

したがって、今までの記録だけの点検表を見直して、主ポンプ所編と自動ポンプ所編の点検表を作成した。

(1) 主ポンプ所編

緑政土木局で管理している排水ポンプには、200Vの冷却水ポンプを使用しているため、電力会社または非常用発電機による電力供給が必須である。

しかし、**事例3**のように非常時に的確に対応するためには、日常点検で発電機の切替え方法と切替え時のリスクを理解できるようにした点検表を作成した一例である。（図18参照）

また、詳細な動作を覚えることが出来るので**事例1**、**事例2**のような勘違いも無くなる。

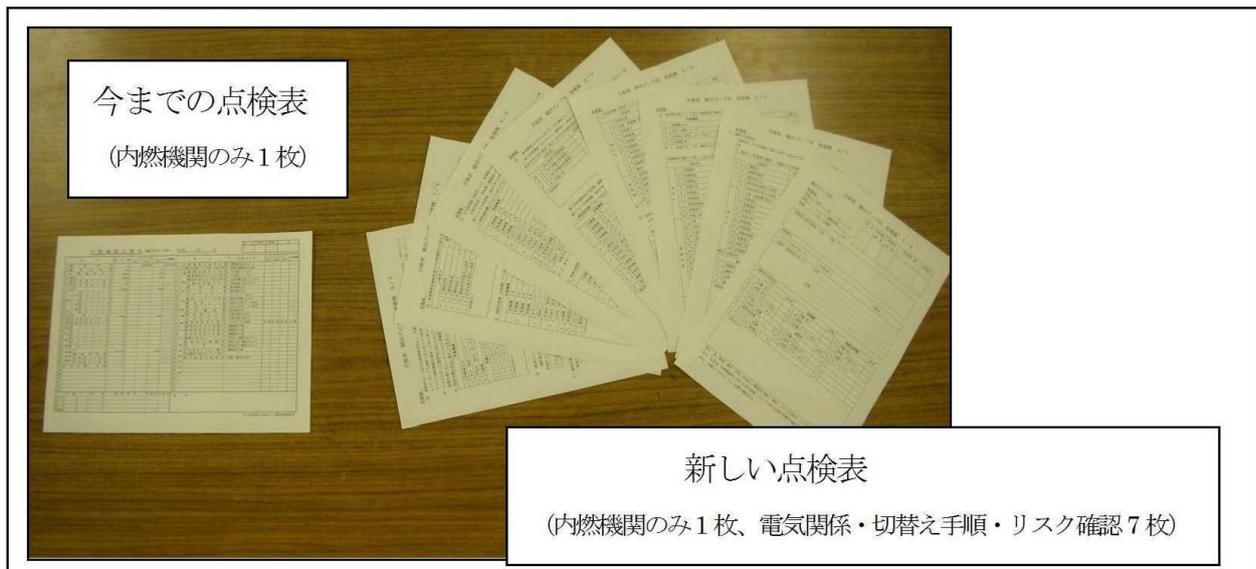


図 18 発電機点検表の新旧比較

(2) 自動ポンプ所編

自動ポンプ所の点検は、ポンプを「手動」で運転し、電流値や回数、時間計を記録するという項目しかなかったが、図 19 のように、雨水の流入により水位が上昇すると水中ポンプが運転するように自動回路が組み立てられており、点検時に自動回路の健全性を確認する必要があった。

そこで、平成 22 年 9 月に点検表を試作し、水位による自動運転の確認（以下、「フロートアップ」という。）では、浜田町ポンプ所で 3 台目が起動しない事を発見した。

当初は、行政技師が図面を見ながらの電話対応により、現場の確認を業務技師が対応していたが、故障箇所の断定は出来なかった。しかし、当日の夜に降雨が予想されていたので、行政技師による現場復旧を行った。

3 台目の運転を開始する水位は、高水位のため、道路冠水に至る可能性が高い。

今回の業務技師が行ったフロートアップは、事前に故障が発見でき、非常に有意義であった。

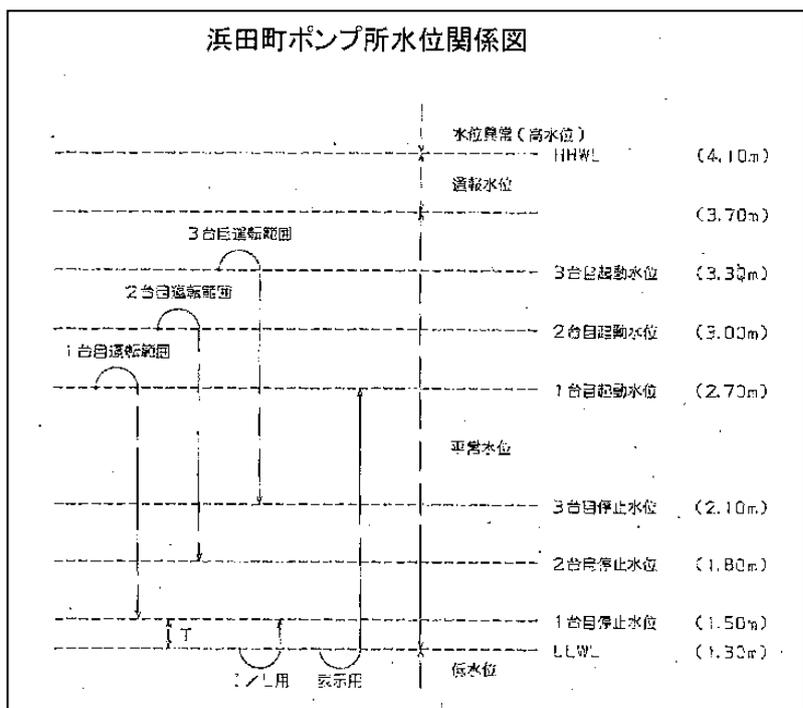


図 19 浜田町ポンプ所運転水位図

5 今後の検討課題

5-1 設備思想の統一化

(1) 電気設備編

電気設備と自動制御の動作フローは、ポンプ所毎に仕様がバラバラであり、故障が発生した場合には、ポンプ所毎の特性や仕様を考慮し、図面で確認して対応する必要がある。

万が一故障が発生しても、迅速に対応することが困難となり復旧に時間がかかる恐れがあるため、電気設備と自動制御の動作フローの統一化が不可欠となる。

現状では、ポンプの運転管理は手動操作※9によって行われているが、既存のシステムでも自動運転回路は組み込まれているので、各ポンプ所の特性に合わせた水位のチューニングを行うことで、図 20 のようにポンプ所の自動化が可能となる。

※9・・・上下水道局は、遠方監視による無人かつ自動運転で排水

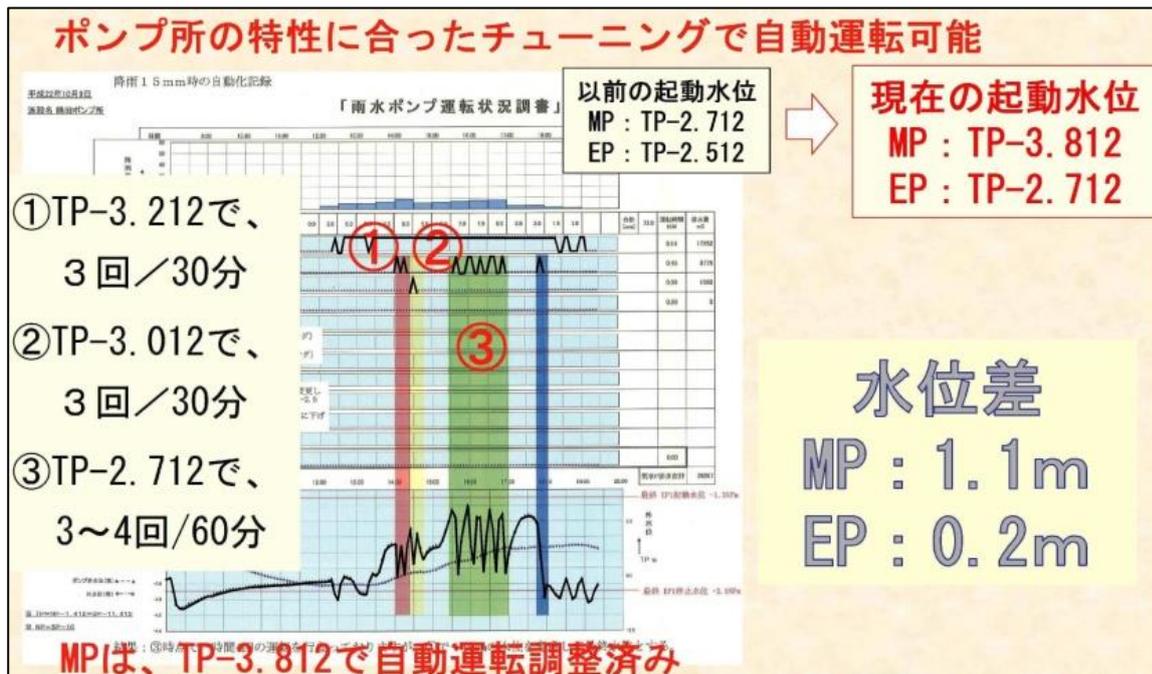


図 20 鶴田ポンプ所自動運転試験データ

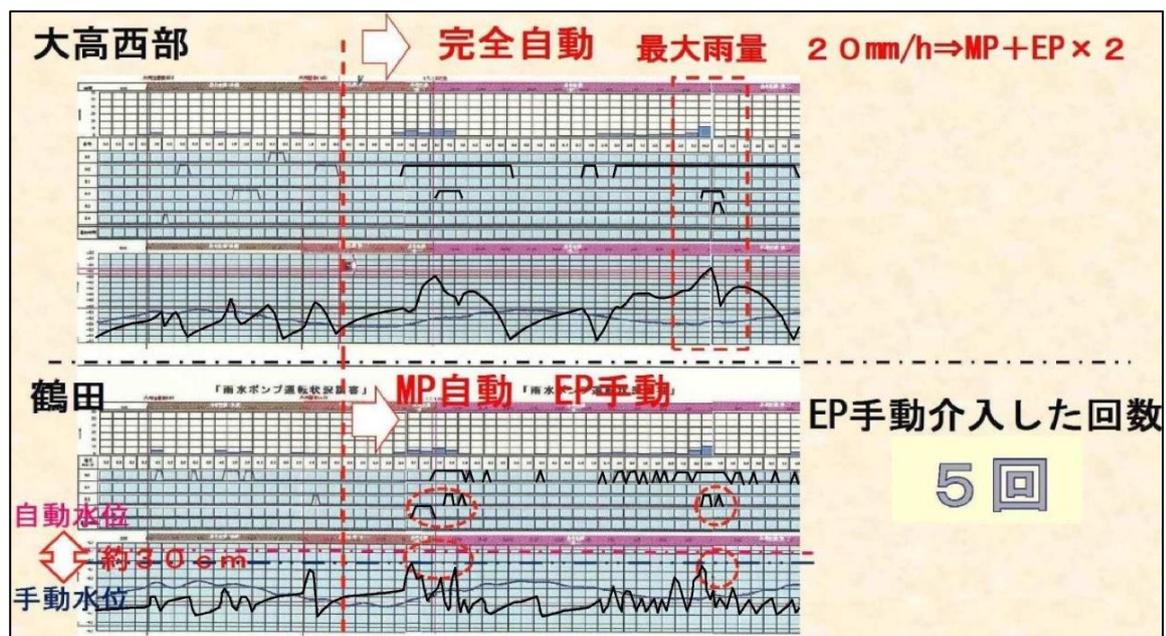


図 21 第二非常配備における大高西部ポンプ所の完全自動運転試験データ

各ポンプ所の流入特性を考慮しかつ、ポンプ口径及び台数を考慮し起動・停止水位をチューニングすることで、現状のシステムでも図 21 で示すように大雨警報時に試験運転した大高西部ポンプ所のように水位制御による完全自動制御運転での排水も可能であることが実証できた。

しかし、現在は吐出弁 100%開度制御のため、より低い水位を維持するには、吐出弁中間開度制御※10 や先行待機型ポンプの導入など設備等の改造または更新が必要になる。

したがって、20 年に一回の電気設備更新時において、図 22 で示す自動制御の動作フローの統一化(図 22 では一例を紹介)を今年度の設計業務委託に盛り込んだ。

そうすることで、今後更新するポンプ所の基本的な動作や思想を統一化でき、職員の異動や新規採用職員への教育用のマニュアルを統一化することができ、かつ、設備の故障は異常時への対応も基本を一か所覚えることで、他のポンプ所への応用が可能となる。

また、今回の試みによって人が行ってきた、より低い水位を維持する手動操作も、今回の電気設備の更新を行うことで、より確実な水位での管理が可能となり、より安全な雨水排水業務が可能(図 23)となる。また、電気設備の更新と同時に施工することで、通常の電気設備更新の金額でより高度な水位管理が行えることとなる。

※10・・・吐出弁中間開度とは、通常の自動運転では、吐出弁を 100%開度(全開)で運転しているが、降雨量が少なくポンプ井への雨水流入量<ポンプ排水量となりポンプの起動・停止を繰り返すため、流入量=排水量にするため吐出弁を途中の開度で止める制御をいう。

(2) 機械設備編

緑政土木局のポンプ所の多くは、エンジンの冷却水を冷却水ポンプで循環させているため、電力会社からの供給が無くなった場合は、非常用発電機で電源を供給する仕組みとなっているが、停電・発電機の故障・電気設備の故障などで電源が完全に消失してしまうと、全く排水出来ない事態に陥る危険性がある。したがって、図 24 で示す一部のポンプ所では、電源が完全に消失した場合でも、運転が可能な

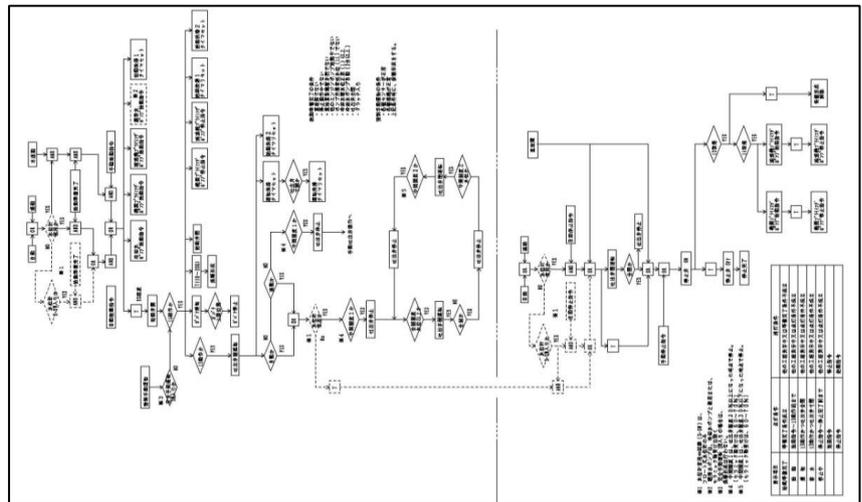


図 22 EP 動作フロー図

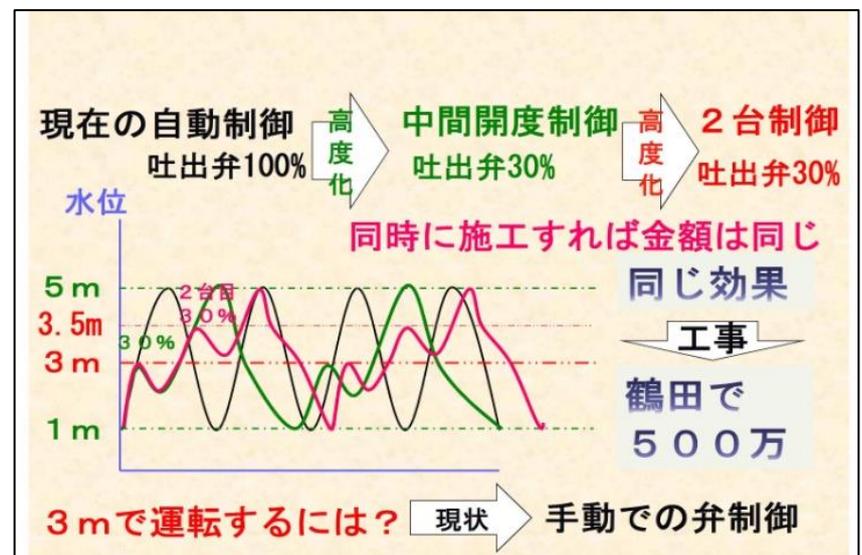


図 23 中間開度制御の理念

構造^{※11}となるよう、ポンプ設備の更新時には、電源が完全に消失した場合でもポンプで排水出来る仕組みを考慮したポンプ所の改修が必要となる。

※11・・・上下水道局のポンプ所は基本的に電源完全消失対応設備であり、緑政土木局から移管を受けたポンプ所は電源完全消失対応設備に改造し統一的思想で安全性を確保している。

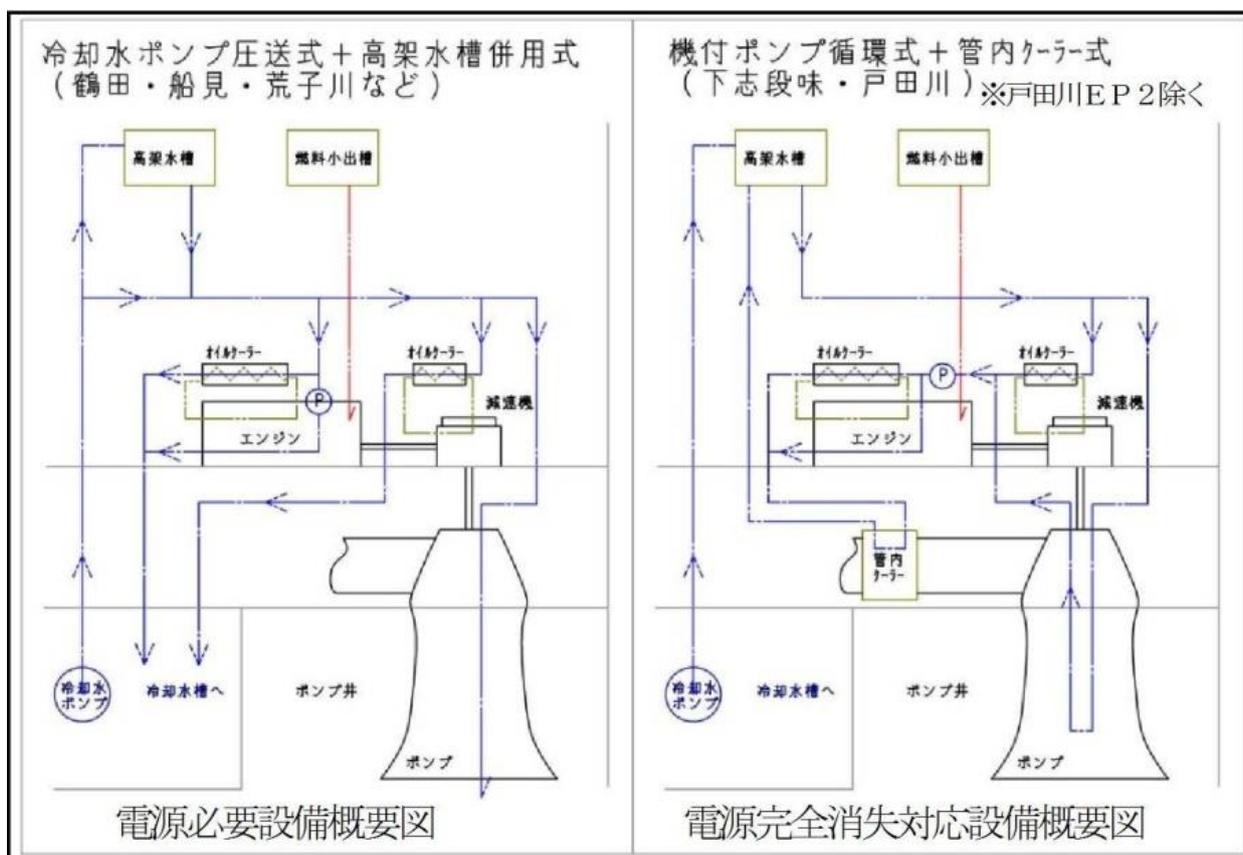


図 24 エンジン冷却方式の違い

5-2 民間施設における雨水一時貯留施設設置の促進

ポンプ所のポンプ井水位を低く下げる努力をしても、1時間 40mm～50mm の大雨が長時間降り続いた場合には、雨水幹線の能力がほぼ限界とるので一時貯留効果は望めない。このため、都市部においては、公共の雨水排水設備と企業や家庭などに設置された雨水貯留タンク等により、降った雨をできるだけ一時的貯留し、大雨のピークをずらして雨水幹線へ到達させる官民協調した総合的な雨水対策が最も有効であると考えられている。

5-3 職員教育制度と点検基準の向上

(1) 職員研修機関の創設

今回試行した故障対応研修は、ポンプ施設管理事務所の職員を対象に希望者を募ったため研修に参加した人は、ある程度の故障対応が可能になったが、参加していない人との差が開く結果となってしまった。

したがって、局内の総務課・技術指導課等と連携し職員の技術力向上と継承についての職員研修機関またはしくみを作る必要がある。

また、上下水道局においては、職員研修制度が確立されているので、人事交流を含めた技術の伝承に

よって、名古屋市の雨水排水施設の設計思想が統一化でき、職員の技術力向上が望める。

(2) 点検データの蓄積

点検表を見直しても、点検し記録するだけでは故障の前兆をつかむことができない。

新設時の試運転記録や過去の点検記録をトレンドグラフ等で比較検討できるようにしておかなければ、故障の早期発見は不可能である。(図 25 参照)

したがって、点検データを管理するデータベース等の作成が必要となる。

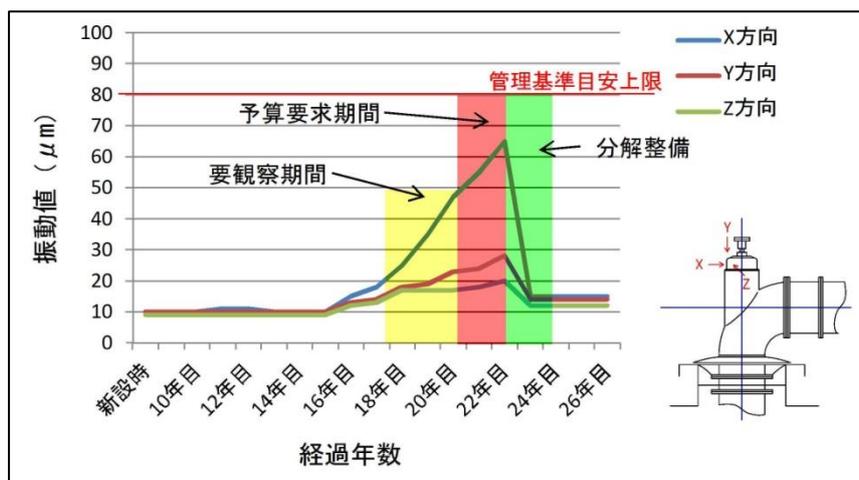


図 25 ポンプ振動測定トレンドの考え方

6 まとめ

市内で発生したゲリラ豪雨や大雨時の設備トラブルが発生した場合も、ポンプ所において人為的なミスによって災害を発生させる事は許されない。

ポンプ所において、想定外を理由に自然災害として簡単に片づける事は出来ない。

雨水排水ポンプの運転は、年間の稼働時間は少ないものの、出水期の排水を確実に実行するという重い責任がある。

また、降雨時におけるポンプ所の故障は水害への序章とも言えるものなので、常に正常な稼働を行うための点検および整備を粘り強く続けるとともに、故障時の迅速な対応が必要であり、ポンプ所の水位を常に低い水位を維持し余裕をもったポンプの運転を行う必要がある。

現在の人員配備基準によれば、非常配備中は配備基準に従い業務技師が各子ポンプ所に1人～数人で排水操作を行うことになっているため、故障時には業務技師全員が対応に直面する可能性もある。

こうした非常時にも対応できるようにするためには、ポンプ所は住民の生命および財産を守る最前線という自覚を持つと同時に、日常から故障に的確に対応できる継続的な研修が必要である。

また、20年～40年に一度のポンプ設備等の更新に際しては、気象や市街地の状況変化に対しての確実な対応が不可欠で、設備の運転管理、職員配置まで視野に入れ、ハードウェア、ソフトウェア、ヒューマンウェアの側面からみて安全面で信頼されるポンプ所を整備していきたい。

《参考文献等》

- ※名古屋市緑政土木局施設パンフレット
- ※名古屋市上下水道局ホームページ
- ※国土交通省ホームページ
- ※国土交通省土木機械設備（河川）の研修テキスト

名古屋都市センターが、名古屋のまちづくりや都市計画行政の課題を先取りした研究テーマを設定し、必要に応じ、名古屋市職員や学識者などとも連携して調査研究を行い、報告書としてまとめたものです

No.124 2016.3 | 研究報告書

効果的な雨水排水ポンプの運転管理について

平成 28 年 3 月

発行 公益財団法人 名古屋まちづくり公社
名古屋都市センター

〒460-0023
名古屋市中区金山町一丁目 1 番 1 号
TEL / FAX 052-678-2200 / 2211
<http://www.nui.or.jp/>

この印刷物は再生紙を使用しています。