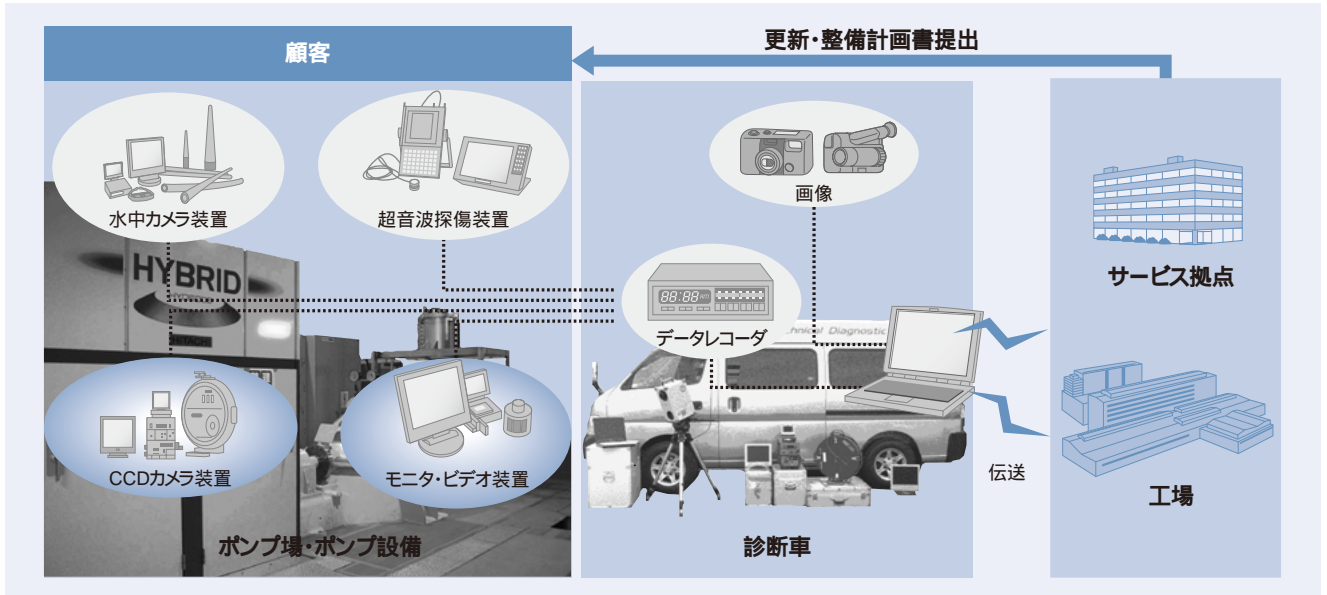


雨水排水ポンプ設備の安全・安心を提供するソリューション

New Technologies for Diagnosis and Renewal of Rain Water Drainage Pumps

山田 雅之 Masayuki Yamada 吉井 秀行 Hideyuki Yoshii 橋本 義之 Yoshiyuki Hashimoto



注：略語説明 CCD(Charge Coupled Device)

ポンプ設備診断システムのご概念

診断車に用途に応じた診断ツールを搭載し、常時携帯ツールとの組み合わせで精密な診断を行う。計測したデータや画像を現地で加工、伝送し、工場やサービス拠点と情報を共有化することにより、正確・迅速な対応が可能である。

わが国の排水施設は、これまでの整備推進により、治水の安全度は向上している。しかし、台風や集中豪雨による洪水被害が多発していることから、国民の財産を守り、安全・安心を確保するための雨水排水ポンプ設備の重要性は極めて高い。雨水排水ポンプの使命は、非常時に確実に排水ができることである。しかし、既設のポンプ機場は老朽化しているところもあり、分解点検やオーバーホールを行いながら、信頼性を維持しているのが現状である。日立製作所は、このような信

頼性確認を安価に行うため、ポンプ設備を分解することなく点検できる設備診断技術を開発し、適用を始めた。また、その診断設備を車両に搭載し、移動診断車としてポンプ機場に向いて診断できるようにした。さらに、既設機場に省スペース・省電力型ガスタービンであるハイブリッド原動機、各機器の運転状況や操作・故障ガイダンスを行う運転支援装置などの新技術を適用し、ポンプ機場の機能高度化を図り、新たな機場としてよみがえらせる技術を開発した。

1 はじめに

集中豪雨や台風などの影響で、2004年には各地で洪水による被害が発生したが、国民生活の安全・安心を守るためにも、雨水排水ポンプ設備の重要性は高い。一方、建設から20～30年経過し、老朽化している機場も多く、安価で確実な更新、機場のシステム改善、より手をかけたメンテナンスが求められている。

日立製作所は、新設機場や更新機場のためのシステム技術開発はもちろんのこと、既設機場での信頼性確認やシステム改善を行う技術についても開発を進めてきた。

ここでは、既設機場のポンプ設備を、安価に、分解することなく点検し、診断する技術と、ポンプ機場の高機能化改善策として、実際に新技術を適用した、国土交通省九州地方整備局筑後川河川事務所の大刀洗排水機場の更新事例について述べる。

2 安全・安心を提供するソリューション技術

2.1 ポンプ診断技術

雨水排水ポンプの整備基準は、時間基準保全から、それに状態基準を併用した方式に変化しつつある。そのため、日立製作所は、ポンプ据付け状態で容易に内部の部品の劣化状況を観察する方法の確立を進めてきた。その結果、吐出曲管部や揚水管部などの配管構造物の内面腐食状況を診断する腐食診断技術、インペラやケーシングライナを対象とした水中カメラによる吸込み口挿入点検、および地上部空気抜き弁や圧力計管座穴からの内視鏡カメラによる揚水管内面状況点検を可能とした。

2.1.1 超音波による腐食診断技術

鋳鉄や炭素鋼で製作された部品の断面図を図1に示す。外面は目視できる部分、内面は取り扱い液が流れる部分で、分解しないと目視ができない。鋳鉄や炭素鋼などの金属は、腐食が進行すると内面に凹凸が形成され、これによって散乱が起きるため、健全な平滑面に比べて、発信エコーに対する

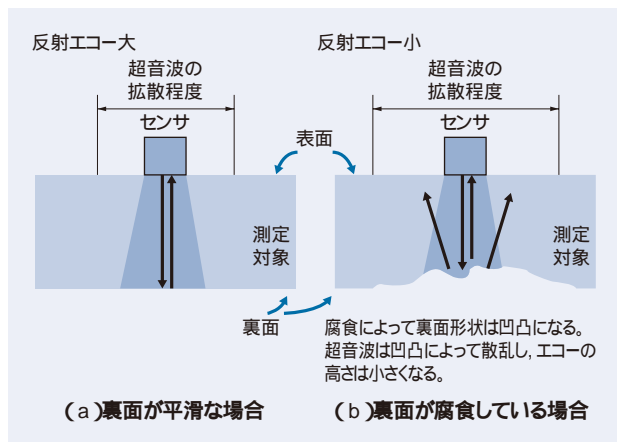


図1 腐食測定の実験原理

超音波反射エコーの強度により、腐食状況を評価する。

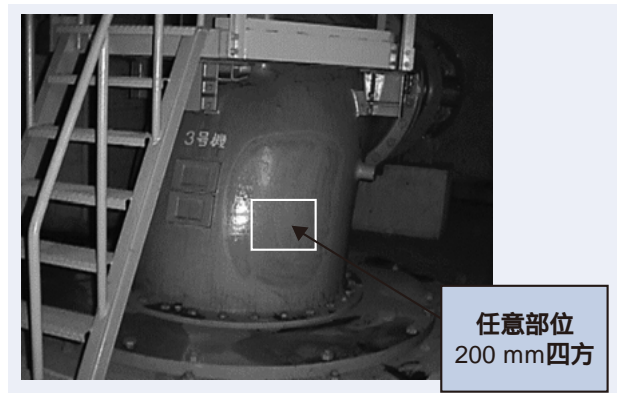


図2 吐出エルボ部の測定部位

任意の位置で100分割(20メッシュの測定実施)し、測定する。

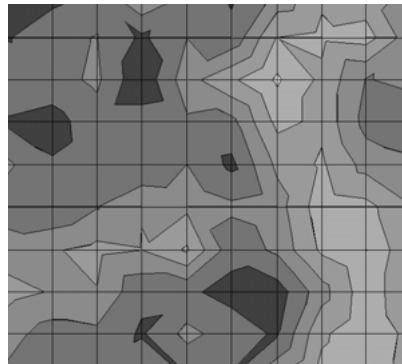


図3 腐食診断結果例
腐食レベルごとに色分けして表示する。

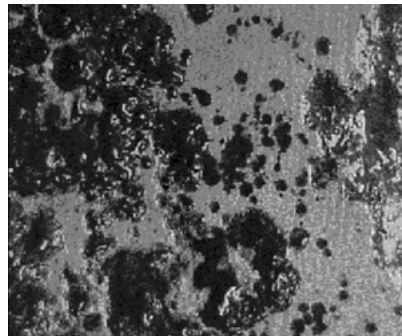


図4 実物内面の腐食状況例
内面をショットブラストした状態を示す。

受信エコーの強度が低下する。これらの超音波の特性(減衰特性など)を利用し、腐食の程度をレベル分けして評価できるようにしている。

立形ポンプの吐出エルボ部の内面腐食状態を図2に、その診断結果を図3にそれぞれ示す。また、後にポンプを分解し、内面をショットブラストした状態を図4に示す。計測結果と実体内面はほぼ一致しており、この手法を用いることで、機械構造物や配管などの内面腐食状況を分解することなく、評価できることがわかる。

2.1.2 ポンプ内面診断技術

立形ポンプを中心に、CCD(Charge Coupled Device)機能付きの各種カメラを用いて、ポンプ内部や水没部内部(揚水管、吐出ボウル、ケーシングライナ、インペラ)を可視化点検する技術を開発した。その特徴は、ポンプを据え付けた状態のまま点検が可能で、分解や加工などの付帯工事を必要としないため、短時間で点検が可能な点である(図5参照)。

透視度が悪い場合には、吐出側の弁が気密であることを必要条件に、ポンプ内に空気を注入する置換方式によって、気中での観察が可能である(図6参照)。

排水機場立軸斜流ポンプを水中カメラで点検した例を図7に示す。羽根(鋳鋼製)、ケーシングライナ(鋳鉄製)ともに腐食が観察され、羽根には一部欠損も認められたため、事前に部品を準備し、新品と交換する処置をした。

下水処理場向けポンプを内視鏡カメラで点検した例を図8に示す。羽根はステンレス製のため、健全で光沢も確認できた。しゅう動部には異物(か)み込みによる摩耗が確認できる。

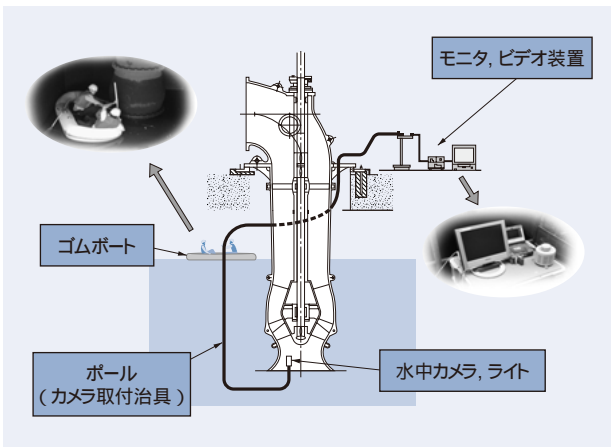


図5 水中カメラによる内部点検の概要
 ポンプ吸水槽内で、吸込みベルから水中カメラを挿入し、点検する。

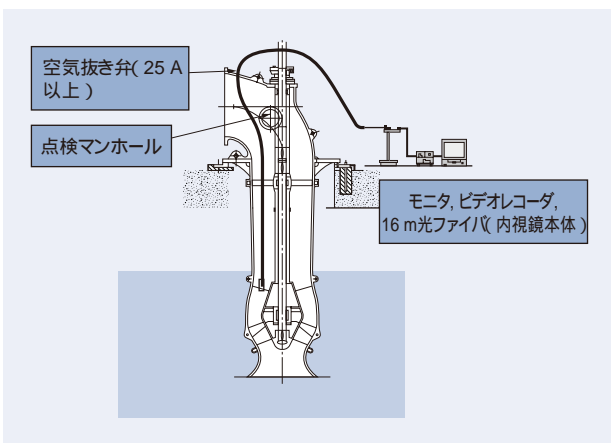


図6 内視鏡カメラによる内部点検
 空気抜き弁または吐出圧力計の取り付け穴から内視鏡を挿入し、点検する。

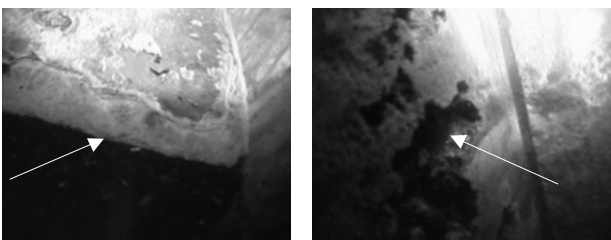


図7 羽根の腐食状況(左)としゅう動部の腐食状況(右)
 水中カメラで点検した結果、羽根先端の腐食が激しく、ケーシングライナに孔食が見られた。

2.1.3 移動診断車

日立製作所は、上述したように、大きな付帯工事を必要としない最新の設備診断機器を使用したポンプ診断技術を開発し、適用を進めている。さらに、2003年4月から、各診断設備を車両に搭載し、運転中の診断(振動、騒音など)を含めた総合的な診断が可能な専用移動診断車としての運用も開始した(図9参照)。

また、これらの診断の結果報告は、写真や定量的な数値に基づき、わかりやすい解説と、今後の更新・整備計画書を織り込んだ報告書として提出している。

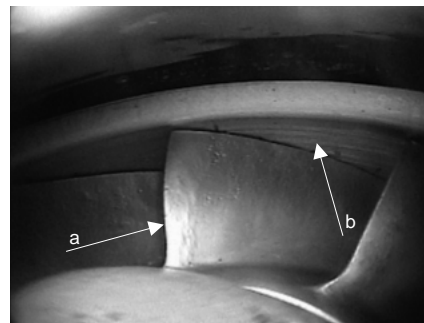


図8 しゅう動部の腐食状況
 内視鏡カメラで点検した結果、羽根(矢印部a)は健全であるものの、しゅう動部(矢印部b)に摩耗があることが確認できた。



図9 移動診断車
 ポンプ機場に向き、ポンプを分解することなく診断ができる。

3 排水機場の課題と更新事例

3.1 排水機場の老朽化に対する課題

わが国の排水機場の建設は昭和20年代ごろから始まり、昭和50年代にピークを迎えた。しかし、それ以降も、産業基盤の整備や宅地化の進展により、国土の資産価値が飛躍的に増大し、排水機場の必要性・重要性はますます高まっている。現在も、多くの排水機場が、洪水などの自然災害から国土を守る重要な役割を担い続けている状況にある。

一方、現在は高度成長期に建設された排水機場の老朽化が進展しており、排水機場の使命を全うするために必要な設備の信頼性や機能の確保が大きな課題となっている。また、これらの機場設備には現在までの技術進歩が反映されていないことから、信頼性低下などの問題点が増大しており、運転管理面の扱いにくさや、維持管理費が割高であるなどの問題点も抱えている。さらに、排水機場の運転操作に従事する技術者の高齢化が進んでおり、後継者の確保などが懸念される状況にある。老朽化が進んだ多くの排水機場が抱えるこれらの課題を、排水機場の更新によって改善し、地域の安全・安心を確保することが求められている。

3.2 更新事例

老朽化に対するさまざまな課題を、最新の技術によってコストの縮減を踏まえて解決し、機能高度化を実現した更新事例



図10 横軸ハイブリッド原動機の外観
工場完成時の外観(仕様 350 kW×238 min⁻¹)を示す。

について以下に述べる。この事例は、国土交通省九州地方整備局筑後川河川事務所に施工、納入した大刀洗排水機場の更新である。この排水機場は1960年に2台、1967年に2台設置した計4台のポンプを持ち、災害時の停電に弱い電動機駆動であること、運転時には冷却水の供給が常時必要なこと、操作が完全に手動で、熟練した操作員以外の操作が著しく困難であること、操作員の後継者が不足していることなどの問題点を抱えている状況にあった。これらの課題に対し、以下の最新技術を導入して、機能高度化を実現した。

(1) 横軸ハイブリッド原動機の開発・納入

現在の多くの排水ポンプ駆動装置では、外部動力に頼ることなく運転継続が図れ、しかも低頻度運転に適するように、内燃機関を採用している。この機場では、電力料金削減も考慮して電動機から内燃機関への変更と、故障要因の削減を目的とした冷却水システムの完全無水化を図るために、省スペース・省電力型ガスタービンである横軸ハイブリッド原動機を開発し、納入した。このハイブリッド原動機は、ガスタービンと減速機を一体構造とし、現状の電動機設置スペースに設置が可能な省スペース型としているほか、ガスタービンの運転に必要な補機類を付属の発電機で駆動する省電力性も兼ね備えており、運転継続性も飛躍的に改善した(図10参照)。

(2) IT(Information Technology)システムの設置

操作の簡素化、操作員への負担軽減、有事での危機管理対応の充実などを目的に、光ファイバネットワークを活用した遠隔監視システムや、各機器の運転状況の表示、および操作・故障対応ガイダンスを行う運転支援装置を納入した(図11参照)。

これらの新製品を開発し納入することで、排水量の増強、信頼性の向上、操作員の高齢化対策、および危機管理対応の強化を図った排水機場の機能高度化を、低コストで実現することができた。この事例を老朽化した排水機場の安全・安心ソリューションに役立て、今後の機場の高機能化に寄与していく考えである。

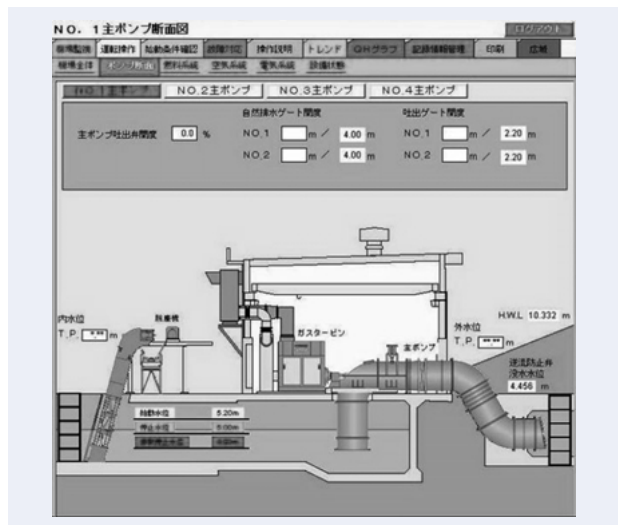


図11 運転支援装置の画面例
運転支援装置監視画面の一例を示す。

4 おわりに

ここでは、雨水排水ポンプ設備の安全・安心を提供するソリューションに対応する技術について述べた。

今後、ますます信頼性が高く、確実な排水のできるポンプ設備への要求が高まるものと予測される。日立製作所は、さらにソリューション技術の開発を進め、経済的で使いやすい雨水排水ポンプ設備の実現に向けて努力していく考えである。

なお、大刀洗排水機場の更新のための新製品の開発にあたっては、国土交通省九州地方整備局筑後川河川事務所の方々をはじめとする多くの関係各位から多大なご助言をいただいた。ここに深く感謝する次第である。

執筆者紹介



山田 雅之

1978年日立製作所入社、電機グループ 社会システム事業部 公共システム部 所属
現在、公共ポンプ設備の設計業務に従事
技術士(機械部門)
日本機械学会会員
E-mail: masayuki_yamada @ pis. hitachi. co. jp



吉井 秀行

1987年日立製作所入社、電機グループ 社会システム事業部 施設システム統括部 所属
現在、ポンプシステムのエンジニアリング業務に従事
E-mail: hideyuki_yoshii @ pis. hitachi. co. jp



橋本 義之

1984年日立産機エンジニアリング株式会社(現株式会社日立インダストリイズ)入社、開発研究所 第二部 所属
現在、産業機械関連のアフターサービス開発業務に従事
技術士(機械部門)
日本材料学会会員、日本非破壊検査協会会員
E-mail: yoshiyuki_hashimoto @ gm. hitachi-hic. jp