

よみがえれ越後平野 (新川河口排水機場ポンプ設備更新工事－第2報)

工 藤 善 夫* 武 田 秀 康*
大 澤 博 之** 小 宮 真**

Renewal of Shinkawa-kako Drainage Pump Station (Second Report)

by Yoshio KUDO, Hideyasu TAKEDA, Hiroyuki OSAWA, & Makoto KOMIYA

The Shinkawa-kako drainage pump station, which is one of the nation's largest drainage pump stations, built in Nishikanbara district, Niigata city, has just undergone renewal construction of the pump facilities. In the construction, the tubular type horizontal axial flow pumps of bore 4200 mm with a concrete casing structure were removed and replaced, with the existing building frame reused. This was challenging work because all the six pumps had to be replaced in turns, one pump in the dry season each year, while the draining function of the pump station was being maintained. Although a variety of issues arose at the time, the renewal construction was steadily carried out to be completed based on know-how obtained from similar work conducted by EBARA.

The first report described the features of this drainage pump station and the design considerations of the renewal construction. Therefore this second report introduces viewpoints and innovative ideas of renewal construction on the site.

Keywords: Concrete casing, Renewal construction, Wire sawing, Tubular type horizontal axial flow pump, Adjustable vanes, Reuse, Underground structure, Drainage pump station, Dry season

1. はじめに

新川河口排水機場で進められてきた主ポンプ6台の更新工事が、2015年6月に無事完了した(写真1)。本工事は、2007年に開始し、機器製作期間を含めて約8年の歳月を必要とした。現地工事期間は、毎年10月からの非出水期の7箇月余りに制約され、極めて難度の高い工事となった。

当初から関係者は、現地の厳しい工程に危機感を持ち、機器の設計段階から様々な創意・工夫を盛り込んだ。工程改善のための設計的な要点は、第1報¹⁾で機場の特徴と併せて報告のとおりである。

本報では、現地での本工事の概要と工程改善の工夫について紹介する。



15-15 01/249

写真1 新川河口排水機場

Photo 1 Shinkawa-kako drainage pump station (Aerial photo)

2. 更新工事の概要

新川流域農業水利事業計画では、ポンプ設備の更新と併せて、既設水路の土木構造物に対する補修・補強、既設建築構造物の耐震補強・補修及び特高受電設備の更新が同時期に実施された。

また、本工事では、これらの関連する補修・補強工事との錯綜に加えて、機場の排水機能を確保するために出水期(6月1日～9月30日)は、ポンプ全6台を運転可能

* 風水力機械カンパニー 国内事業統括 北陸支社
** 同 国内事業統括 社会システム技術統括部
水力プロジェクト室
** 同 カスタムポンプ事業統括 富津工場
立型ポンプ設計室

な状態とし、撤去・更新作業期間となる非出水期（10月1日～5月31日）は、ポンプ5台を運転可能な状態とする工程制限が設けられていた。

本事業を二期工事に分け、一期工事では、主ポンプ設備3台と電気及び監視操作制御設備を、二期工事では、残りの主ポンプ設備3台と系統機器設備を更新した。

現地での本工事は、2008年10月から非出水期に1台ずつ更新を開始し、2015年6月に主ポンプ設備全6台の更新を完了した。

主ポンプ設備は、更新した設備ごとに順次新潟県への引き渡しを行い、順調な稼働に入っている。

3. 主ポンプ設備の更新工事

主ポンプ設備を図1に、撤去・更新の工程を次の①から⑦及び図2に示す。また、各工程における工夫の概要を紹介する。

①改修前運転状態

改修対象である横軸軸流チューブラポンプは、運転状態ではポンプ胴体が常に水面下にある。

②水路仮締切

本工事を開始するに当たって、ポンプの撤去・据付には、水路の上下流に仕切りを設置し水路及びポンプケーシング内の水抜きを行う必要がある。

また、吸込側角落しゲートの上流にある二次スク

リーン除塵設備も更新対象であることから、上流側の止水は吸込水路のピア先端部に仮止水壁を設置した（写真2）。

③既設ポンプの撤去

既設横軸チューブラポンプ内に設置された回転体・減速機・電動機等の機器を撤去する（写真3）。

④既設二次コンクリートの撤去

当機場の主ポンプは口径4200 mmの超大型のポンプであることから機場の土木コンクリートと一体構造になっている。そこで、既設二次コンクリート撤去では、ポンプケーシング周りの二次コンクリートと土木躯体の上床部の撤去に、ワイヤーソーイング工法を採用した。

⑤更新ポンプケーシング据付

土木躯体だけになったところに、更新するポンプケーシングを据え付ける。

⑥二次コンクリート打設～ポンプ回転体据付

ポンプケーシング周りに二次コンクリートを打設し、土木コンクリートと一体構造とし、コンクリートの養生期間を経て、ポンプケーシング内に回転体、原動機及び減速機等を設置する。

⑦充水・試運転・部分引渡し

工事終盤では、盤～機器間の電気配線、シーケンスチェック、試運転調整後に発注者の検査を経て新潟県に部分引渡しを行った。

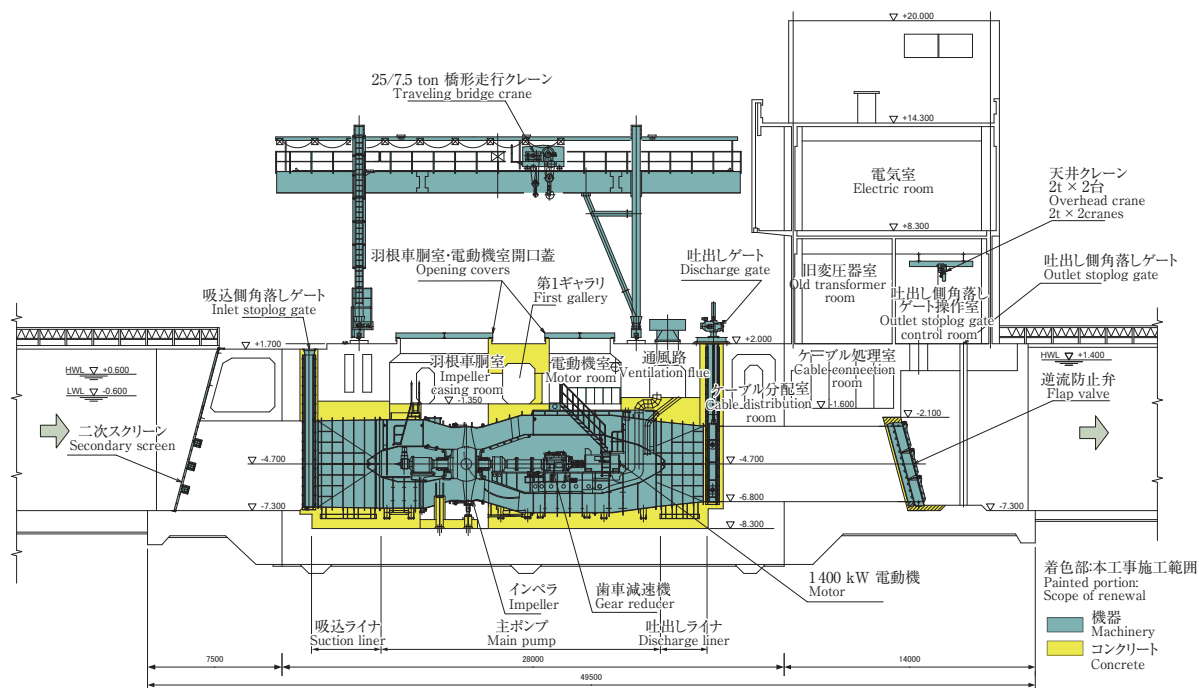


図1 機場断面図

Fig. 1 Pump station sectional view

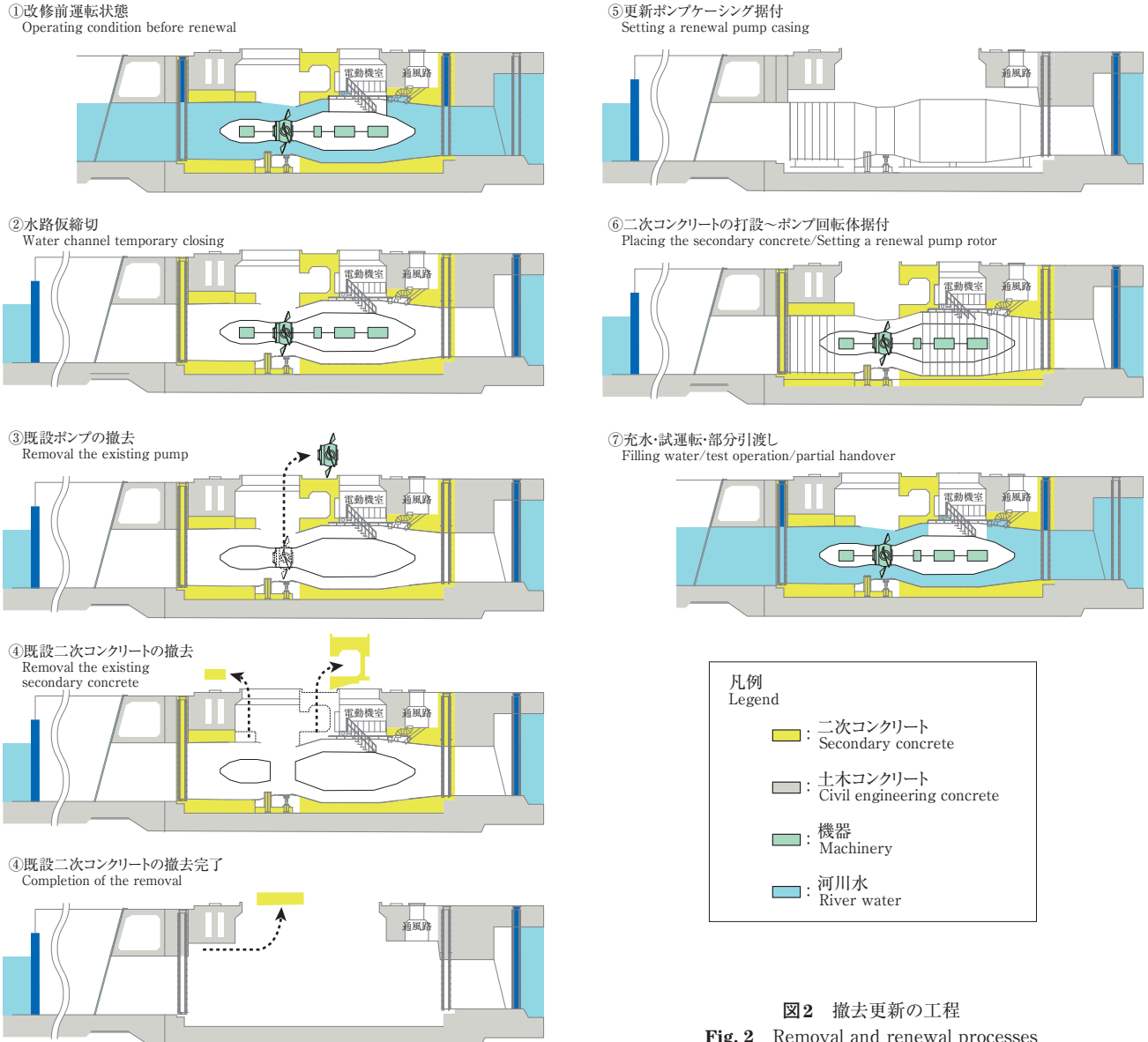
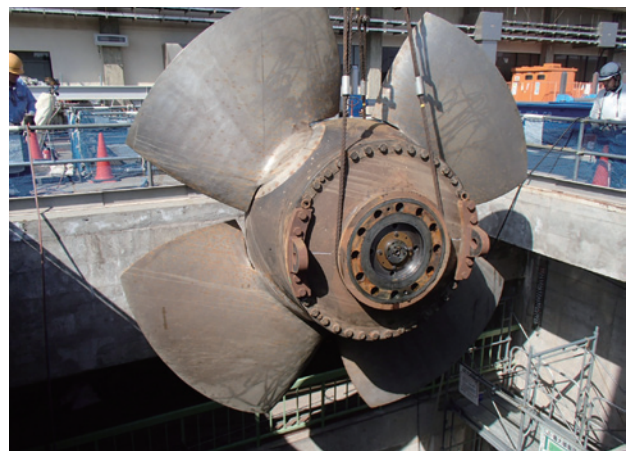


図2 撤去更新の工程
Fig. 2 Removal and renewal processes



15-15 02/249

写真2 吸込水路の仮止水壁設置状況
Photo 2 Setting up stop-log at suction channel



15-15 03/249

写真3 既設機器撤去状況
Photo 3 Removing existing pump

4. 本工事における工夫

主ポンプの撤去据付を非出水期という限られた期間に完了するため、据付工事の工程短縮に着眼して設計段階で検討・工夫した内容について以下に示す。

4-1 コンクリート充填に関する工夫

従来コンクリートケーシングのポンプには、ケーシングの剛性を保つため縦・横にリブが設けられている。

今回のポンプケーシングの設計では、構造解析を行いケーシングの板厚を厚くすることでケーシングの横リブ（横軸ポンプの流れに対して平行なリブ）がない構造とした。これによって、ポンプケーシングの剛性を変えることなく、二次コンクリート充填時の空気溜まりを排除し、さらに二次コンクリートに高流動コンクリートを使用することで打設口やグラウトホールが不要となり、現地溶接によるケーシングの補修作業も低減することができた（写真4）。

高流動コンクリートは、粉体系高流動コンクリートと増粘剤系高流動コンクリートに分類されるが、本工事では工程短縮に対する次の4条件と、硬化熱を下げ発生クラックの幅を小さくするために、増粘剤系高流動コンクリートを使用した。

工程短縮に対する4条件は、

- ①ポンプケーシング部と吸込側角落戸当り部及び吐出しゲート戸当り部といった複雑な形状をした部分に対して同時に打設できること
- ②吸込ライナ、吐出しライナは既設コンクリート躯体のスラブ下に設置されるため、圧入可能なコンクリートであること
- ③インペラ部では、コンクリート枠高さが7.3 mとなり、コンクリート型枠に山留材を用いて、型枠を一度に組み立て工程短縮を図ること
- ④高流動コンクリートの使用による打設用足場組立の削減と打設ごとに行うレイタンス除去作業を削減できること

である。

4-2 ポンプケーシングの脚部設計の改善

主ポンプは吸込、吐出しライナを含めてケーシング半径高さが2450～2700 mmとケーシング部ごとに異なる。既設ポンプは9分割のケーシングごとにコンクリートの受け台を設けていたが、更新ポンプでは各ケーシングの脚部長さを調整し、ケーシングの据付面からセンチまでの高さを統一した（写真5）。これによってケーシングを受ける架台レベルが統一され、鋼製架台を共通して設け

ることでケーシングの横引きが効率よく実施でき、据付工数を大幅に短縮することができた。

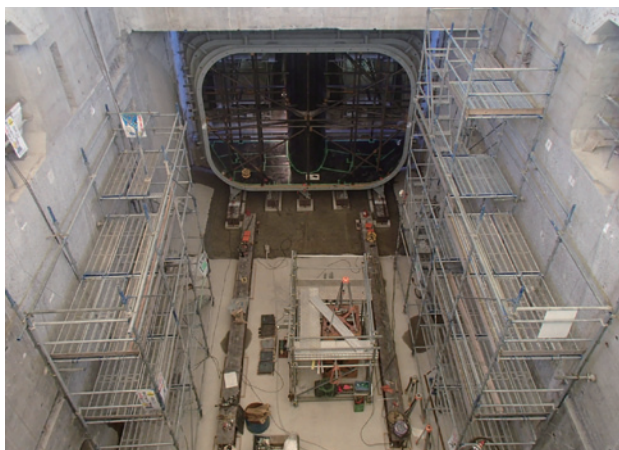
4-3 構造解析による支保工設計

ポンプケーシングの支保工設計では、前述のケーシング板厚検討で行った構造解析モデルを再利用し、二次コンクリート打設時にケーシングに作用する応力と変形量を計算した（図3）。



15-15 04/249

写真4 ポンプケーシングの外観と二次コンクリートの打設中
Photo 4 View of pump casing/secondary concrete placement



15-15 05/249

写真5 鋼製架台の設置状況
Photo 5 Steel frame support



15-15 06/249

写真6 吸込ライナ（リブの配置）
Photo 6 Suction liner (rib layout)

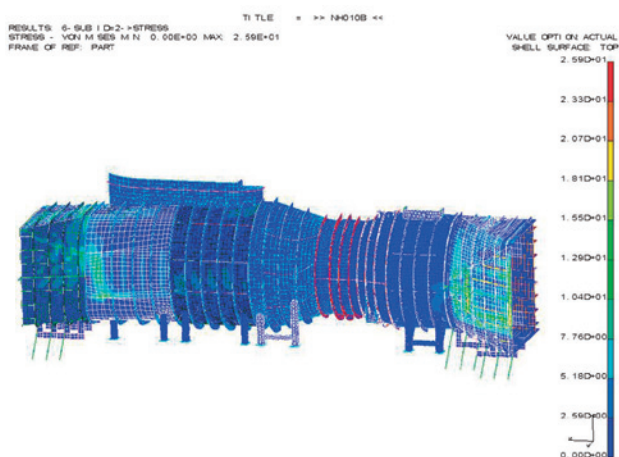


図3 ケーシングの構造解析
Fig. 3 Structural analysis of pump casing

この結果を基に最も有効で数量が最少となる支保工設計を行った。これによって二次コンクリート打設時のケーシング変位量も適正な範囲に管理することができた。また、吸込、吐出しライナは土木水路とポンプケーシングとの接続部となり、その水路断面は角形から丸形へ漸縮小及び漸拡大する形状となっている。写真6のようにライナの角丸部に設けたリブは傾斜面に対して垂直に配置し、リブ及び支保工が複合的に機能する設計となっている。

5. 据付工事における改善事項・創意工夫

現地据付工事における改善事項と工夫点を以下に示す。

5-1 既設ポンプの撤去に関する工夫

コンクリートケーシングの撤去には、ワイヤーソーイング工法を用いた。

横軸チューブラポンプでは、図1に示すように吸込側

と吐出し側で上スラブを残すためコンクリートを水平に引き出す必要があり、正確な施工と緻密な検討が必要であった。そこで、これまでのワイヤーソーイング工法実績で得た知見を結集し、水平引き出し部分のコンクリート分割の最適化や引き出し方法の詳細検討を行った(図2④)。これによって総量762 m³のコンクリート撤去を約2.5箇月の驚異的な短期間で完了することができた。

5-2 ポンプ回転体の一体搬入

既設ポンプの整備工事を行ってきた関係者から、回転体の現地組込み作業の改善要望があり、その対策として回転体の一体組込みという革新的な作業方法を採用した。実際に回転体を一体組込みする状況を図4に示す。回転体組込み時は、可動羽根ポンプの機構を利用し、回転体・吸込側主軸・吐出し側主軸を組み立てた全長が、回転体の現地搬入口寸法内に収まるように回転体可動羽根の内部構造を工夫している。今回の改善によって、可動翼機構の現地組立作業が不要となり、現地作業の大幅な改善ができた。

6. 更新工事中に発生した課題と対応

更新工事中には大型機場であるがために様々な課題が発生し、都度、新川流域農業水利事業所からの要請を受け関連工事関係者と共に課題解決に向けて協力して対応してきた。以下に更新工事中に発生した主な課題とその対応を簡単に紹介する。

6-1 特高設備切り替えの延期

課題：別途進められていた特高受電設備の切り替え時期が1年延期となり、最初に更新する6号主ポンプ電気設備の設置・受電が不可能となった。

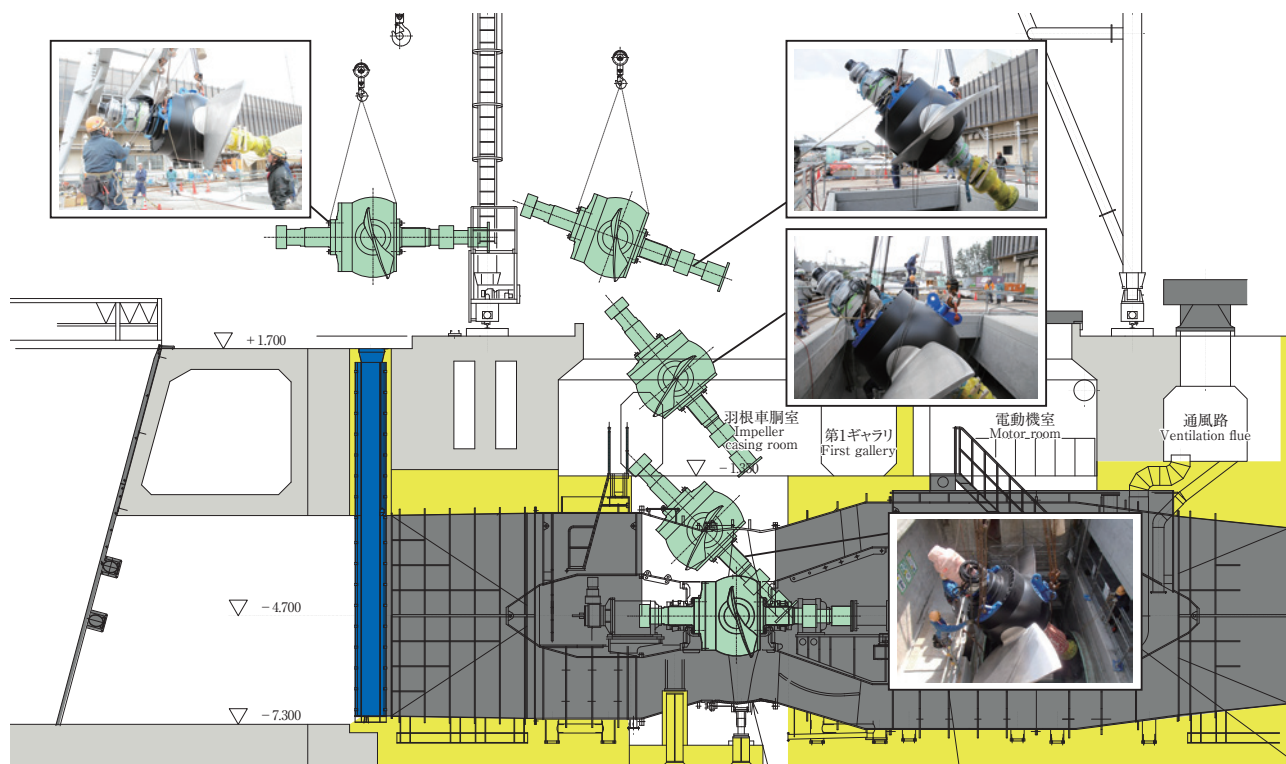


図4 回転体の組み込み作業
Fig. 4 Setting renewal pump rotor

対応：新川河口排水機場管理棟内に仮設電気室を設け、高圧電気設備を仮設して既設6号主ポンプの電動機盤から仮受電した。また低圧設備は仮設動力制御盤で対応した。

6-2 遊水池からの湧水

課題：ポンプ設備更新工事と並行して進めている水路補修工事において、5号主ポンプ設備の遊水池を水抜きした際に、劣化のため底板から漏水・浮き上がりが発生し、工事が一時中止となった。

対応：遊水池に、水抜き相当分の質量に見合う鋼板を設置し、工事期間中の浮き上がりを防止した。次号機以降は、更新号機の遊水池水路全体の水抜きから、土木躯体周りだけの仮止水・水抜きに工法が変更となった。

6-3 主ポンプ設備更新順序の変更

課題：ポンプ設備更新工事は、6号、5号、4号の順に行う計画であったが、5号主ポンプ設備更新時に既設3号主ポンプケーシングが腐食のため漏水が発生した。

対応：機場を管理している土地改良区の要望もあり、主ポンプの更新順序を見直し、4号主ポンプに替えて劣化が顕著となった3号主ポンプの更新を先に実施した。

7. 見学会及びモニュメント

新川河口排水機場は建設から約40年間、西蒲原平野の治水事業の要として活躍してきた。二期工事期間中は、北陸農政局新川流域農業水利事業所主催で本排水機場の役割を地域に周知する目的で現場見学会（写真7）が開かれた。見学会は共催の新潟県新潟地域振興局巻農業振興部と西蒲原土地改良区が、新川流域の排水機場に関するビデオや模型を使用して排水機場の役割紹介を行



15-15 07/249

写真7 見学会の状況

Photo 7 Field tour in Sinkawa-kako drainage pump station



15-15 08/249

写真8 モニュメント（回転体インペラ部）

Photo 8 Monument (pump rotor)

い、加えて新潟大学「むらづくり研究会」の学生が見学者への説明に協力するなど、地元住民に対する地域教育へも貢献するものであった。

また40年間活躍した既設主ポンプ設備の回転体は、北陸農政局新川流域農業水利事業所から新潟県へ譲渡され、西蒲原排水中央管理所前にモニュメント（写真8）として設置され、西蒲原の治水の歴史や仕組みを伝える遺産として展示されている。

8. おわりに

“口径4000 mmを超える超大型コンクリートケーシング構造のポンプを秋から撤去・更新し、翌年の出水期には再び排水可能とする”，これまでとても実現不可能と思われていた工事を無事完了させた。

工事規模が大きくなると、工程に影響する想定外の事態は避けられない。6台の主ポンプ更新に際しては様々な課題が発生したが、厳しい工程の中で工事関係者が協力してこれらの応用問題に対応し、無事引渡しまでを完了することができた。このためには、顧客以外にも関係工事、協力工事会社に恵まれたことが追い風となった。

1970年代に建設された超大型の排水機場が今後次々と更新時期を迎えることになる。本工事の成果が、今後予想される大型の更新工事の実現に展望を開くものとなれば幸いである。

最後に、2007年の更新工事開始から長きにわたり貴重なご指導・ご協力と頂いた新川流域農業水利事業所、新潟県並びに西蒲原土地改良区の関係各位に心から感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 高部，清水，工藤，大澤，よみがえれ越後平野（新川河口排水機場ポンプ設備更新工事－第1報），エバラ時報 No.240（2013）.