

西天竜発電所大規模改修工事における創意工夫

清水建設(株) 正会員 ○小林 勝
清水建設(株) 正会員 稲井 隆司
清水建設(株) 正会員 黒部 一雄

1. はじめに

西天竜発電所は、諏訪湖から天竜川に流れた水を岡谷で取水し、伊那市に至るかんがい用の農業用水路(西天竜幹線水路, 延長: 約 25km)の末端に建設され、昭和 36 年 12 月に運転を開始した。主に非かんがい期に発電していたが、運転から約 56 年が経過して施設の老朽化が進んでいるため、全面的な大規模改修を行った。改修工事は水車発電機などの電気設備更新工事(別発注工事)と水圧管路更新や発電所建屋の解体・新設などの土工事(当社施工)の 2 つに分割発注して進められた。

本稿では、特に厳しい現場条件下における施工が必要となった急傾斜地における水圧管路の更新工事の内容や創意工夫について報告する。

2. 工事概要

本工事は、老朽化した水力発電所を改修するものである。改修は主に上水槽工事、水圧管路工事、発電所基礎工事、余水路接続水路工事、放水路補強工事の 5 つの工事区分があった。工期は 2017 年 11 月 15 日から 2022 年 3 月 18 日、発注者は長野県企業局南信発電管理事務所である。工事範囲を写真-1 に示す。



写真-1 工事範囲(工事着手前)

3. 水圧管路工事

(1) 施工内容とその特徴

既設水圧鉄管(φ 1,300~2,100)の露出部は全撤し、強化プラスチック複合管(FRPM 管, φ 1,650)を布設した後、当該場所の埋戻しおよび植生基材吹付による法面緑化を行う。工事箇所は最大で約 27 度の急傾斜面かつ狭窄箇所であるため、索道により資材運搬を行う。

キーワード 水力発電所, 大規模改修, 水圧管路

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設(株) 土木技術本部 地下空間統括部

既設水圧鉄管の埋設部は、既設水圧鉄管(φ1,900~2,100)の中に新設水圧鉄管(φ1,650~1,950)を内挿して既設管内で溶接接合し、裏込め注入により既設水圧鉄管との空隙を充填する。この方法は既設管に対する非開削更新工法の代表的な工法で、パイプ・イン・パイプ工法(PIP工法)と呼ばれる。

また、水圧鉄管の最下流側は、水車発電機2台に接続するため、Y字分岐管(φ920~1,750)を新設する。更新完了時の水圧管路の平面図・縦断面図・標準断面図を図-1に示す。

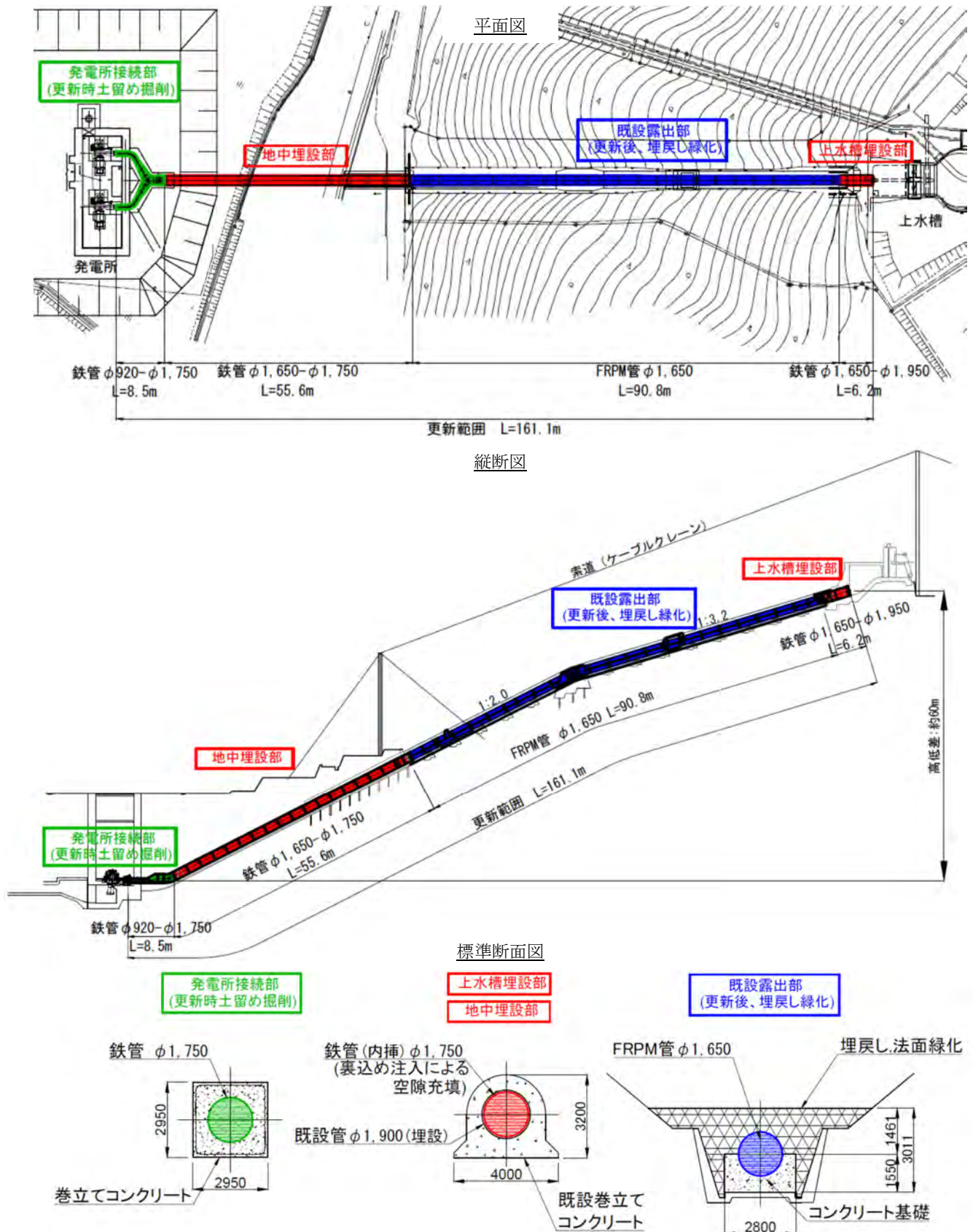


図-1 更新完了時の水圧管路(平面図・縦断面図・標準断面図)

(2) 既設水圧管路撤去

既設露出部(更新後、埋戻し緑化)の水圧鉄管(φ2,000~2,100,t=9mm,L=90.8m)は、小支台および固定台で支持されている(写真-2~4)。水圧鉄管は、小支台に干渉しない位置で3m/本を標準に切断した。そのため、切断作業用の作業足場を先行設置し、切断した鉄管の運搬は索道(2.9t吊り)を用いて行った。また、ランス切断を採用することで撤去作業のサイクルタイムを向上させ、工期を短縮した(写真-5~8)。

発電所接続部(更新時土留め掘削)の既設水圧鉄管(φ1,900,t=9mm)はコンクリート巻立てされている。そのため、土留め掘削と並行に巻立てコンクリートの撤去および水圧鉄管の切断を行った(写真-9)。



写真-2 既設水圧鉄管(工事着手前)



写真-3 小支台(工事着手前)



写真-4 固定台(工事着手前)



写真-5 鉄管切断状況(ランス切断)



写真-6 索道による切断鉄管の運搬状況



写真-7 既設鉄管撤去状況



写真-8 既設鉄管撤去完了全景(露出部)



写真-9 既設鉄管撤去完了全景(土留め掘削部)

(3) 強化プラスチック複合管 (FRPM 管) 設置における創意工夫

既設露出部(更新後、埋戻し緑化)における水圧鉄管の撤去範囲は、索道を使用して FRPM 管の布設、埋戻しを行い、法面緑化を行った。FRPM 管は索道能力(2.9t 吊り)や施工性を考慮し、主に 4.0m/本(約 1.6t/本)で割付を行い、布設作業を行った。作業場所はコンクリート三面張りの掘削構造で非常に狭窄で、かつ最大で約 27 度の急傾斜面であった。管材の据え付け作業の安全に配慮しつつ、高い施工精度の確保・形状保持が課題であり、以下の創意工夫を行った。

1). 管 1 本に対して受架台を 2 箇所設置し、管の吊り込み、据え付けを行った。受架台は事前に設置した測量架台に水系を張り、管布設時に基準となる高さ確認および管通り芯のマーキングを行った(写真-10)。また、特に施工精度の確保が重要な縦断勾配変化点となる曲管部を施工する際は、レーザー照射器を用いて管の通りと高さを微調整し、出来形管理を行った(写真-11)。

2). 管の保持は、始めにチェーンによる仮固定を行い、その後バンドによる本固定を行った。またバンド固定は、コンクリート打設時の管の浮き上がり防止対策として兼用した(写真-12、図-2)。



写真-10 測量架台および受架台設置状況



写真-11 曲管部設置状況



写真-12 FRPM 管の固定状況

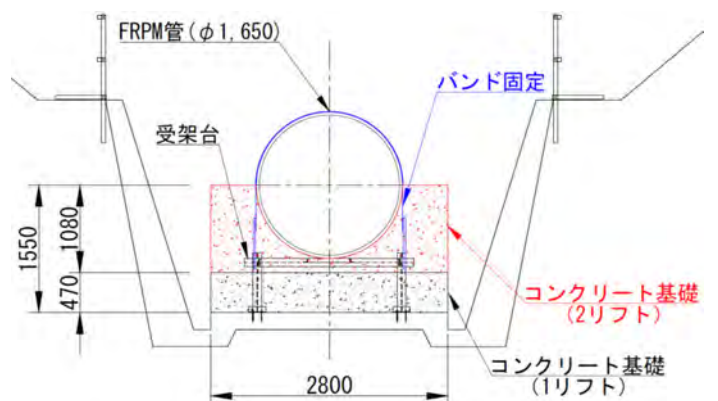


図-2 FRPM 管バンド固定断面図

(4) 水圧鉄管内挿（パイプ・イン・パイプ工法）における創意工夫

既設水圧鉄管の撤去が困難な埋設部の範囲は、既設管(φ1,900~2,100)の中に新設管(φ1,650~1,950)を内挿して既設管内で溶接接合し、エアミルクによる裏込め注入により新旧管路間の空隙充填を行った。管接合は、裏当て金を用いた内面溶接により溶接接合を行った(図-3、写真-13)。水圧鉄管内挿の施工フローを図-4に示す。

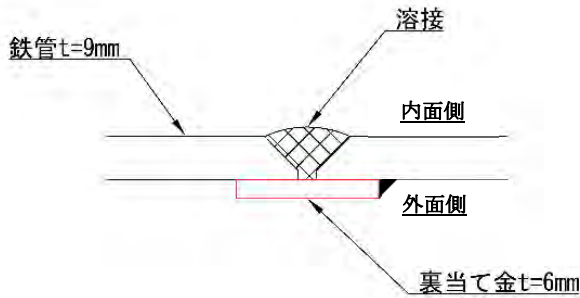


図-3 裏当て金を用いた溶接断面図



写真-13 裏当て金設置状況

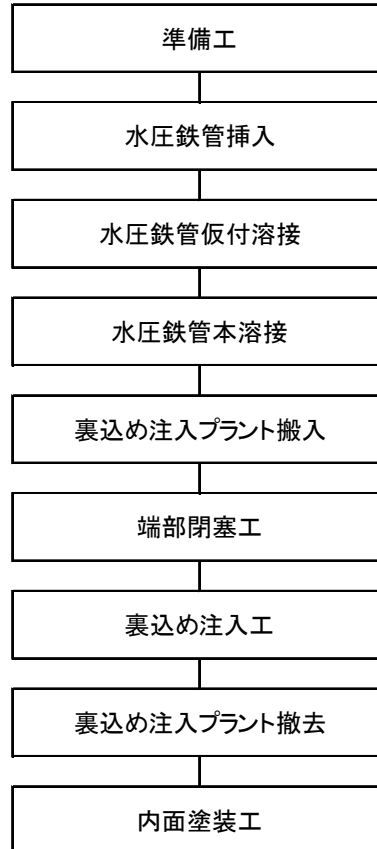


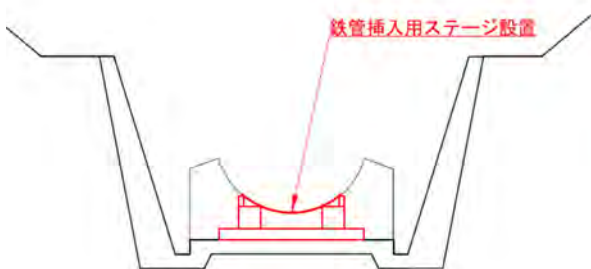
図-4 水圧鉄管内挿 施工フロー

新設水圧鉄管の既設水圧鉄管内への挿入は、挿入用ウインチを用いて行った。挿入管の両端部にキャスターを装着し、既設管内を移動させた。予定位置まで内挿を完了後は、ツメジャッキおよびチェーンブロックで内挿管を巻き上げ、キャスターの撤去および据付け位置を調整し、仮溶接固定を行う。その後、内面溶接および裏込め注入時における内挿管の浮上がり防止鋼材を設置する。図-5に施ステップ図を写真-14~21に施工状況写真を示す。急勾配な管内挿作業における安全性の確保という課題に対し、以下の創意工夫を行った。

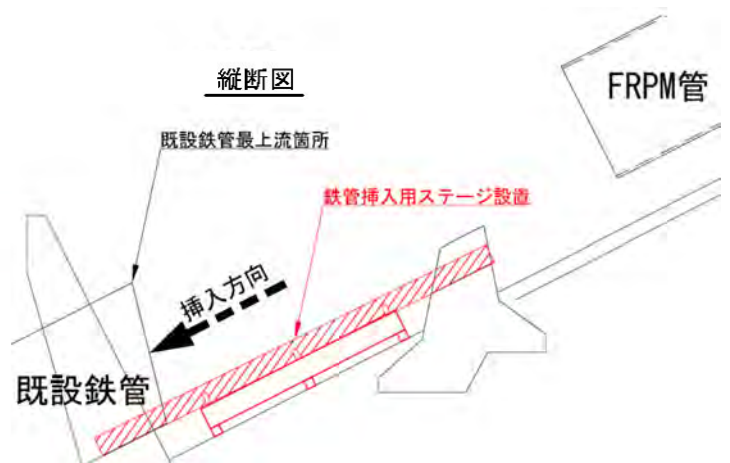
- 1). 新設水圧鉄管を作業場所に吊り込み、既設鉄管内に安全に挿入するため、既設鉄管最上流箇所鉄管挿入用ステージを作成・設置した(図-5 STEP①、写真-14)。
- 2). 事前にユニット式の仮設足場・手摺を管内に設置した(写真-15)。管の挿入完了後の仮設設置作業を削減し、急勾配な管内挿作業の安全性・施工性を向上させた(写真-19)。

STEP① 鉄管挿入用ステージ設置

断面図

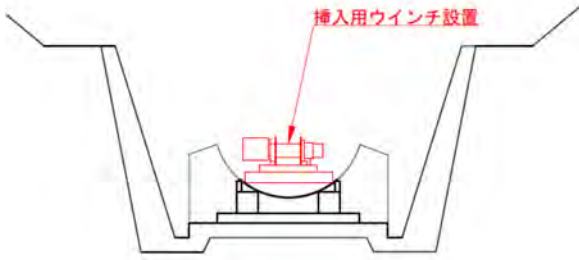


縦断図

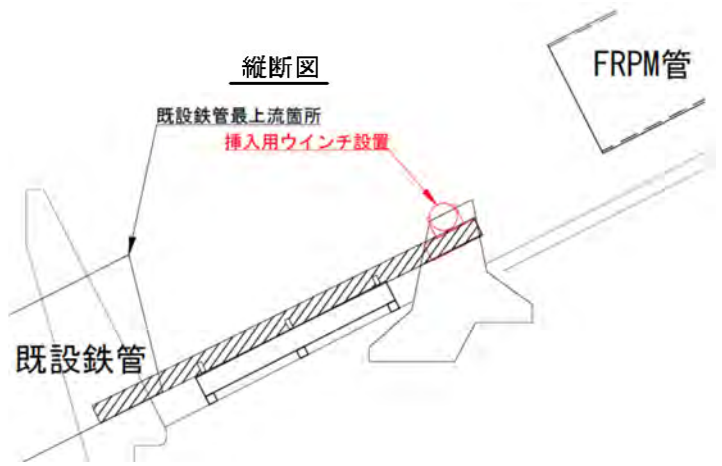


STEP② 挿入用ウインチ設置

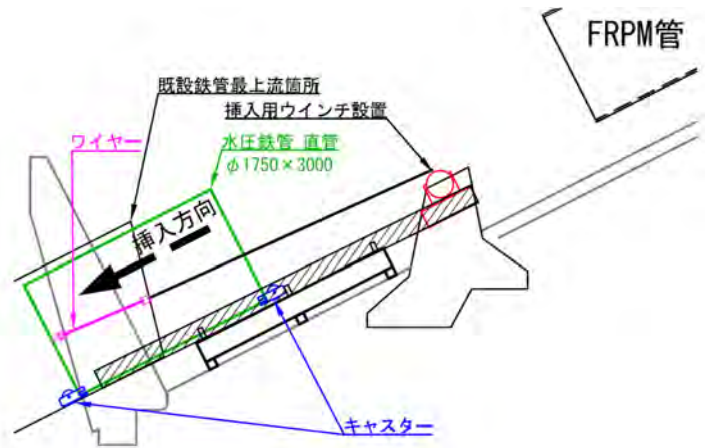
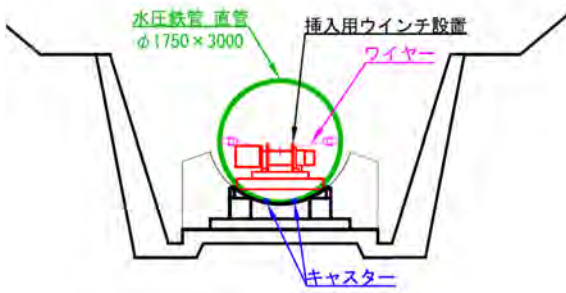
断面図



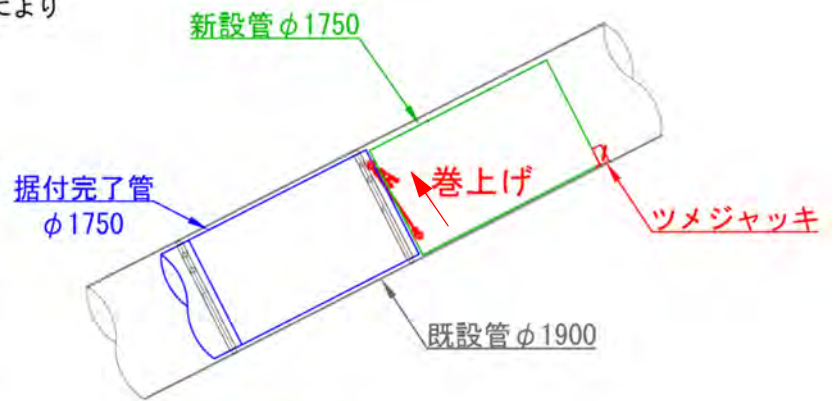
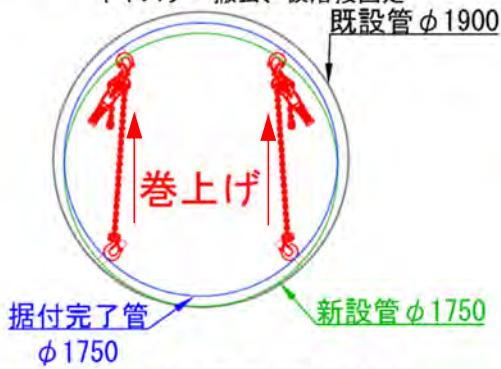
縦断面図



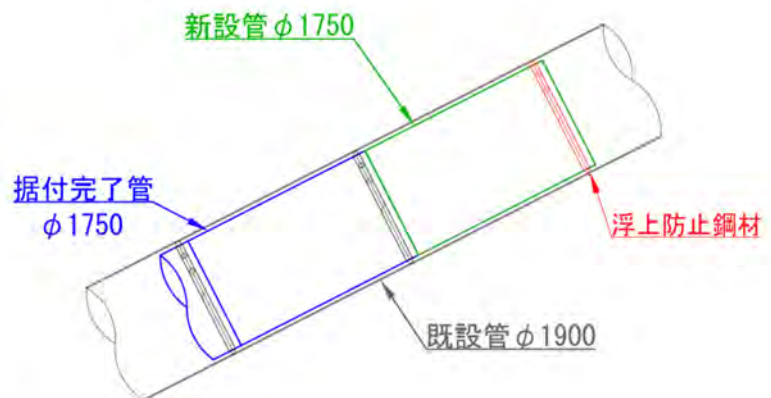
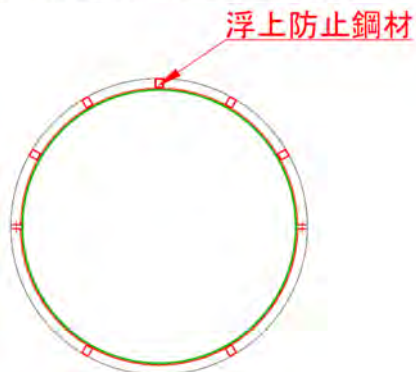
STEP③ 水圧鉄管挿入



STEP④ ツメジャッキ・チェンブロック巻上げにより
キャスター撤去、仮溶接固定



STEP⑤ 内面溶接・浮上防止鋼材設置



以降、STEP③～STEP⑤を繰返し行う。

図-5 水圧鉄管内挿 施工ステップ図



写真-14 水圧鉄管セット状況



写真-15 仮設足場・キャスター装着状況



写真-16 内挿状況(最下流から上流を望む)



写真-17 キャスター撤去・位置調整状況



写真-18 水圧鉄管挿入完了



写真-19 水圧鉄管内部状況



写真-20 仮溶接固定状況



写真-21 内面溶接状況

(5) 水圧鉄管と強化プラスチック複合管の接続

水圧鉄管(φ1,750)と強化プラスチック複合管(φ1,650)の異形管の接続は鋼製片落ち管(φ1,650×φ1,750)による接続を行った(写真-22, 23, 図-6)。また, 当該近傍箇所において強化プラスチック複合管は, 最後の落とし込み配管に鋼製継輪を用いて管接続を行った(写真-24, 25, 図-7)。



写真-22 鋼製片落ち管 施工状況



写真-23 鋼製片落ち管 接続完了

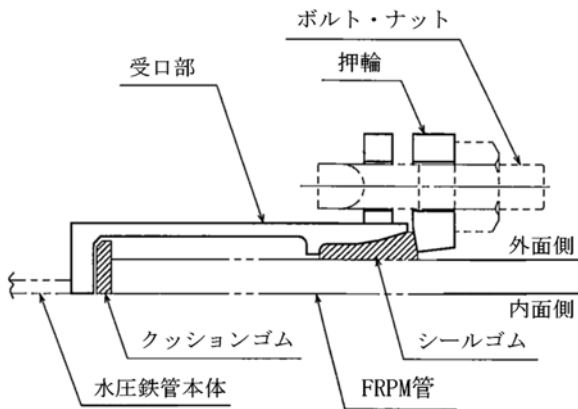


図-6 FRPM管受口部 接続組立状態 断面図



写真-24 鋼製継輪 施工状況



写真-25 接続完了全景

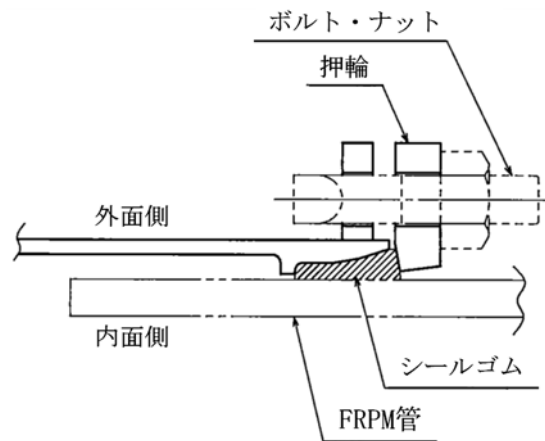


図-7 FRPM管受口部 接続組立状態 断面図

4. まとめ

水圧管路工事を含む大規模改修工事は大きなトラブル無く完了し, 水力発電所の営業運転を開始することが出来た。また, 発電所基礎工事などその他の工事区分においても, 工期短縮や品質の更なる向上を目指して様々な創意工夫に取り組んだ。本稿が今後の水力発電所の改修工事の施工の一助になれば幸いである。

参考文献

- 1) 水門鉄管技術基準(水圧鉄管・鉄鋼構造物編, 溶接・接合編) 社団法人 水門鉄管協会