

水力発電所における水圧鉄管更新の施工実績

鹿島建設(株) 正会員 ○寺本淳一 右近 淑 石松雅基

1. はじめに

A発電所土木設備更新工事は、1926年（大正15年4月）に運転を開始して以来96年が経過した水力発電所を、再生エネルギーの固定価格買取制度（FIT；Feed-in-Tariff）の認定を受けて、全面改修を行う工事である。そのうち、水圧鉄管を更新する工事は、鉄管縦断線形が落差115.516m、最大44.3度の急勾配であり、複数ある断面変化点では平面・縦断ともに屈曲しているため、施工にあたっては大きな制約となった。

2. 施工設備

水圧鉄管への運搬車両のアクセスは起点または終点にしかなく、幅員が狭く多くのカーブを有するため、揚重・運搬設備は、起点・終点部には配置できる最大の移動式クレーンを配置し、中間部にはインクラインを配置した。インクラインの設備計画を図-1に示す。

インクラインは、鉄管を覆うような構造で軌道設備を設置し、鉄管材の運搬とは別の専用台車で自ら軌道設備の運搬を行い、手延べ式に設置した。平面線形で27.6度屈曲する3号固定台部は、台車のウィンチワイヤーを転向滑車で受けて走行させた。また、軌道設備に沿って人道を設け、作業場所へ安全に移動できるようにした。

ウィンチは1系統で必要な能力を有するが、フォールトトレランスにより2系統で運行した。ウィンチワイヤーロープの張力は図-2に示す算出式で計画し、①ロードセルによる計測、②ウィンチモータ電流値を計測してウィンチ性能曲線から算出した。表-1に示すとおり、どちらの値も計画値以下となり、設備の安全性を確認した。また、計測値より算出した摩擦係数 μ は想定値より小さかった。

3. 水圧鉄管更新

既設鉄管の撤去は、鉄管外側からガス溶断により切断し、台車に付属した揚重設備（3tチェーンブロック）にて吊上げ、インクラインにて起点・終点部のクレーン作業可能範囲まで運搬した。

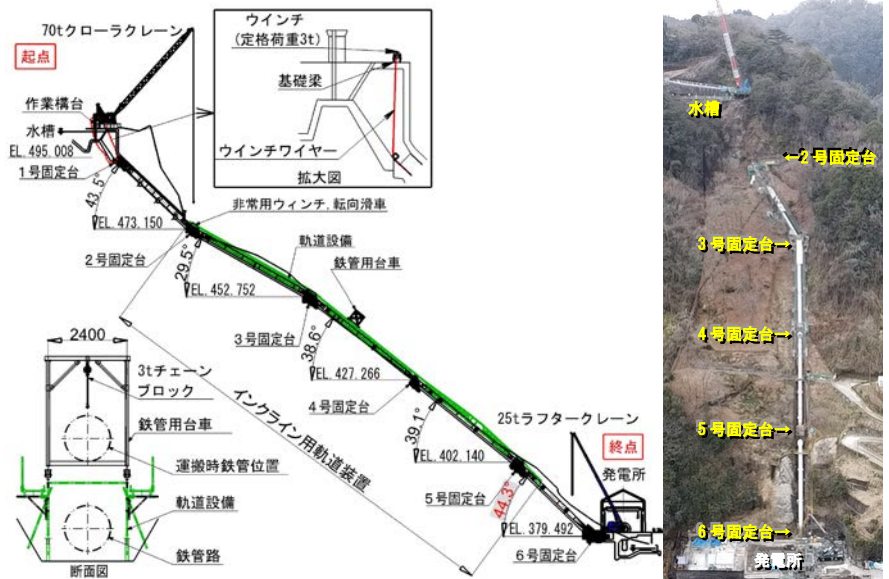


図-1 インクラインの設備計画

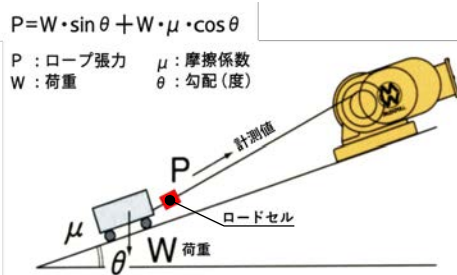


図-2 張力計測概要図

表-1 張力計測結果

項目	kN	μ
計画値	25.7	0.20
ロードセル計測値による張力	24.6	0.15
ウィンチ電流値による張力	23.9	0.12

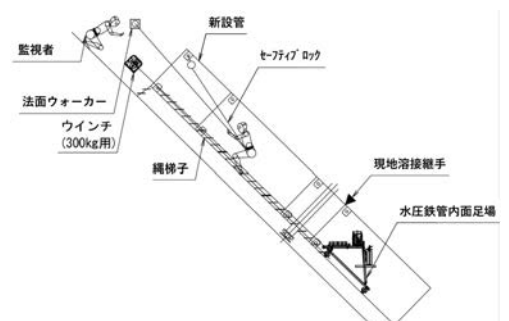


図-3 管内設備計画図

キーワード 水力発電リニューアル、水圧鉄管、溶接継手、インクライン、急傾斜

連絡先 〒812-8513 福岡県福岡市博多区博多駅前3-12-10 (株)鹿島建設九州支店土木部 TEL. 092-481-8001

新設鉄管の設置は、同じくインクラインを用いて鉄管を運搬し、裏当て金を使用しない突き合わせ溶接にて接続した。鉄管内面からの溶接があるため、急勾配の管内を移動する設備と、安全に溶接作業ができる足場が必要であった。作業者を乗せたまま昇降するゴンドラを設置する計画もあったが、労働安全衛生法と工程上の観点から設置が出来ず、移動台車と昇降設備を管路内に設置することとした(図-3)。

固定台は既設構造物を転用するため、既設管(φ1,400mm)は撤去せずに一回り径の小さい新設管(φ1,300mm)を内部に挿入し、既設管との隙間は無収縮グラウトを注入して閉塞する二重管形式とした(図-4)。

二重管部は先ず固定台の内部に入って既設管の形状を測量し、その後製造済の新設管の形状、割付を微調整して敷設するため、明り部に比べより多くの人工が必要となった(表-2)。

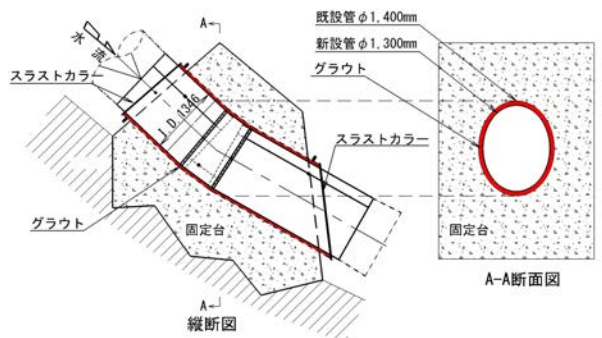


図-4 二重管計画図

表-2 管路撤去・敷設歩掛(10m当り)

名称	単位	実績	備考
既設管撤去	人	13.0	
新設管据付	人	26.3	明り部
	人	63.4	二重管部

表-4 溶接歩掛(10m当り)

名称	単位	標準積算	実績
内面溶接	人	-	6.7
裏はつり	人	-	1.7
外面溶接	人	-	2.8
合計	人	8.8	11.2

※標準積算：橋梁補強工(鋼板巻立て)
 ※標準積算の内訳：世役後1.9人、溶接工6.9人

4. 溶接品質管理

溶接箇所は外観検査に加えて、明り部分は放射線透過試験(RT検査)を実施した。放射線透過試験(RT検査)比較表を表-3に示す。固定台部は二重管であり、新設管外側の隙間が小さく放射線透過が使用できないため、管路内側から超音波試験(UT検査)を実施する計画とした。急傾斜での管内作業を減らすため、放射線透過試験には線源・フィルムを管路の外側に取付け可能で、管路外側から検査が可能な二重壁片面撮影方法を採用した。

超音波試験、放射線透過試験ともに溶接長の5%である300mmを抜き出して検査した。放射線透過試験は、フィルム300mmを使用し1回の照射時間は7分程度であった。急傾斜、管内作業と条件が悪い場所での溶接作業であったが、現在まで溶接欠陥等は発生していない。

溶接歩掛は、標準歩掛(橋梁補強工 鋼板巻立てにおける溶接)と比較すると、内面・外面のそれぞれの溶接が必要であったため、1.3倍を要する結果となった(表-4)。

表-3 放射線透過試験(RT検査)比較表 ©(社)日本溶接協会、2004

撮影方法	内部線源撮影方法	内部フィルム撮影方法	二重壁片面撮影方法	二重壁両面撮影方法
概要	<ul style="list-style-type: none"> 線源：管内部、フィルム：管外表面 線源を管の中心軸上に配置する全周同時撮影方法と中心以外の所に配置する分割撮影方法がある <p>(a) 全周同時撮影 (b) 分割撮影</p>	<ul style="list-style-type: none"> 線源：管外部、フィルム：管内表面 線源を管の外面の離れた位置に置き、管の内表面に取り付けたフィルムに試験部を写す方法 	<ul style="list-style-type: none"> 線源：管外部、フィルム：管外表面 線源を管の外表面近くに配置し、フィルムをこの対称位置の管の外面に取り付ける方法 	<ul style="list-style-type: none"> 線源：管外部、フィルム：管外表面 外径が約100mm以下の、比較的小口径の管の試験を能率良く実施するための撮影方法
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 割れの面と放射線の照射方向が平行になり、横割れの検出に適する 内径が小さい管では、線源と試験体距離が取れず、撮影精度が低下する 	<ul style="list-style-type: none"> 他の撮影方法に比べ、1円周当りの撮影枚数を多くする必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> 内部線源撮影方法および内部フィルム撮影方法に比べ撮影精度は低下する 透過写真1枚当たりの試験部の有効長さを小さくするなどの注意が必要となる 	<ul style="list-style-type: none"> 試験対象は、線源側とフィルム側の溶接部2箇所であり、2~3回の撮影で全周を撮影する 線源側の試験部はフィルムから離れるため、撮影精度が低下する

5. おわりに

水力発電所の多くは大正から昭和初期に建設され、定期的な補修工事で手を加えてきたものの、老朽化が目立っているうえ、耐震性の面からも更新工事の需要が継続すると想定される。また、海外における水力発電所新設の需要も想定され、比較的小規模の仮設備で水圧鉄管路を敷設できる本工事の実績はメリットが高いものと考えられる。本稿の実績が今後の類似工種の参考となれば幸いである。