

II-6

奥清津発電所水圧鉄管の溶接施工管理について (HT80の全自動MIG溶接化)

電源開発(株)水力建設部工事課

○天野 喜久男
上野 久雄

1. まえがき

近年、時代の要請で大容量高落差の揚水式発電所の建設が多くなり、それに伴ない水圧鉄管は、大口径となり材質的には、超高張力鋼（通称HT・ハイテン）が適用されるようになって来た。

奥清津発電所（新潟県南魚沼郡湯沢町、最大出力100万KWの純揚水式発電所）の水圧鉄管は、他に例を見ない大量の超高張力鋼を使用している。今回は、このプロジェクトに於ける溶接施工管理について述べる事とする。

水圧鉄管の概要は表-1

および図-1に示すとおりである。総重量は約10,600tonあり、うち6,500tonのHT80鋼を使用しているその板厚の最大は75mmとなっている。また球分岐部には270mm厚のHT80相当鍛鋼を、伸縮管にはHT80ステンレスクラッド鋼等を初めて使用するなどの材質面からみた困難さがあり、一方施工面からみた場合にはトンネル埋設管、露出傾斜管、および立坑埋設管などの様々な

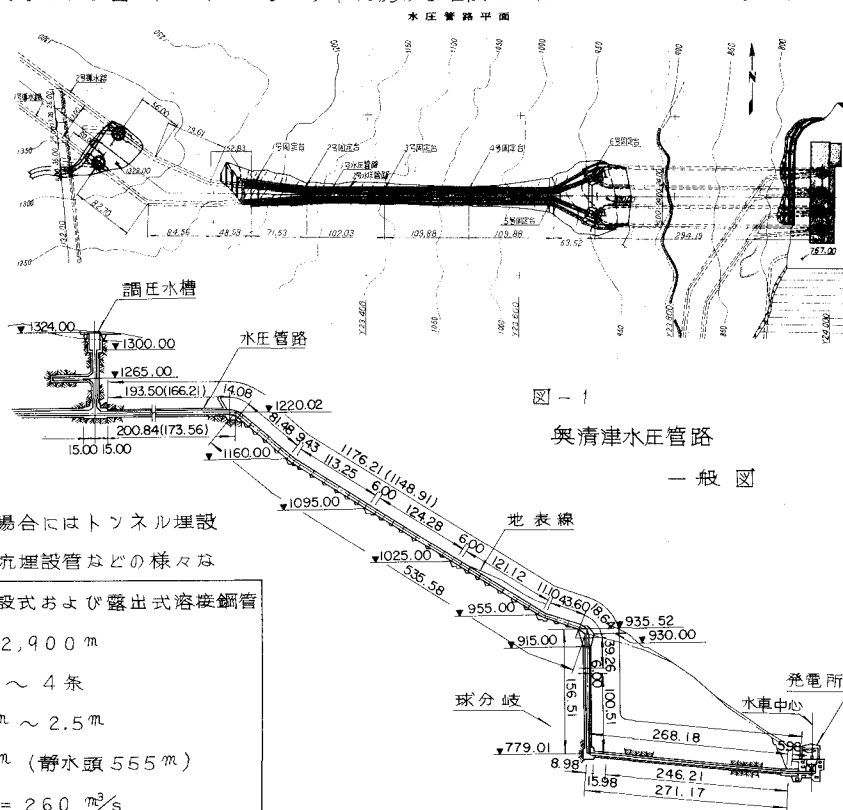


図-1 奥清津水圧管路

一般図

型 式	トンネル埋設式および露出式溶接鋼管	
総 延 長	約 2,900 m	
条 数	2 ~ 4 条	
内 径	5.2 m ~ 2.5 m	
最大設計水頭	718.51 m (静水頭 555 m)	
最大使用水量	65 × 4 = 260 m ³ /s	
材 質	SM58Q	HT80
板 厚	16 ~ 46 mm	34 ~ 49, 75 mm
許容応力度	$t \leq 40$ 2400 kg/cm ²	$t \leq 50$ 3200 kg/cm ²

表-1 奥清津水圧鉄管諸元

形態を示しており、特に露出管部分は標高1000mをこえる山岳部であることによる一日の気象変化の激しさなど困難な環境条件のもとでの施工を要求される計画となっている。

2. 溶接施工管理

溶接方法、溶接施工条件の選定は、溶接施工に先立って実施した予熱条件、継手性能その他の諸試験の結果をもとに表-2に示すとおり決定した。この条件のもとに溶接された水圧鉄管の高品質確保のため、素材からその工場加工、仮工場における組立および現地据付等の一連の工程において、一貫した品質管理を実施した。

特に超高張力鋼の溶接施工管理にあたっては溶解水素による割れの発生等を阻止するために、雰囲気管理、溶接

材料管理，入熱量管理，予熱・後熱層間温度管理等何れも重要な事項であり表-2に示す各項目の細部にわたり規程した「溶接施工管理基準」に従って溶接施工を行った。

また，調質された高張力鋼の溶接においては，焼戻脆化等により溶接後の非破壊検査等によっては確認することの出来ない継手性能の低下を防止するため入熱量管理を厳重に行う必要があり，当工事においては溶接ロット全部について，溶接パスごとの入熱量を，測定し確認を行なった。この測定結果は，各溶接方法とも， $\bar{x} \sim R$ 管理図ヒストグラムとも十分満足すべき結果を示している。さらに，溶接完了後の，非破壊検査（X-ray）結果も，各施工法とも，無欠陥率が90%以上，不合格率は，0～0.数%と云う好成绩であった。

(施工場所)	工場および仮工場		現場	
(溶接方法)	サブマージーク	被覆アーク	MIG半自動	カプセル方式MIG全自動
適用位置	縦継手 円周	円周継手 ステップナール類	球分岐 鍍鋼部	立坑鉛直管 円周継手
開先形状	X形	X形，V形	X形	U形
予熱・後熱機器	・ストリップヒーター ・赤外線パネヒーター	・マイカヒーター ・ガスバーナー	フィンガーエレメント	赤外線パネヒーター
溶接材料	S M 58Q H T 80	KW-40CXKB150 KW-103BXKB80C	KS-86 KS-116	— — KM-80T X(Ar+CO ₂) MGS-170 X(Ar+CO ₂)
予熱温度(℃)	S M 58Q H T 80	100 125	100 125 125 150	— — 150 100
平均入熱量(KJ/cm)	S M 58Q H T 80	25～60 25～45	12～60 12～45	— — 12～30 6～25
層間温度(℃)	予熱温度以上 230℃以下			
後熱(℃×分)	S M 58Q H T 80	— —	— — 150×60 150×120	— — 150×120 150×60

表-2 溶接方法，溶接施工条件

これら，溶接施工管理の具体的方策としては，「溶接施工管理組織」（表-3）をつくり，これによって管理を行って来た。雰囲気管理，予熱・後熱温度管理，入熱量管理等は，従来，溶接技術者が行っていたものを，作業者に管理させ，溶接技術者は，その指導にあたることとした。そのためには「作業者全員が仕事の内容を十分理解し自覚すること」の観点に立って，計画的あるいは機会あるごとに，作業員教育を実施した。

ことに，高張力鋼を用いた鉄管工事である事を，十分理解させるため，仮工場および据付現場に，管理要領，または注意書きなどを大書して，不注意な仮付等による母材の変質・損傷が生じないように努め，気象変化が激しい露出管部には「鋼製移動式防護工」を用いて品質管理および工程確保の万全を期し，目標を達した。

3. あとがき

以上概要と溶接施工管理についてのべて来たが，当工事に於ける特徴的な事項としては，HT80鋼の現場溶接に於ける品質安定，施工の安全性，能率の向上を計るため，狭開先MIG自動溶接法によるカプセル工法を実施した点にある。今回施工は立坑2本の鉛直管延長248mであり，所期の目標を十分満足する結果が得られた。自動化によるメリットは①溶接条件の安定性確保②安定の持続性が高い③オペレーター人員確保の容易さ④高能率化が可能，等であるが，デメリットとしては①溶接姿勢の変化への適応性が低い②装置が大形化する③故障の故障トラブルが稼働率を低下させる危険性を持って居る事などである。

しかし，信頼性の高い溶接施工を行う第一の要点は，溶接条件の安定化である。これには溶接作業の自動化が適して居ることからみて，我画で初めて試みられた鉄管据付作業のシステム化をめざした，カプセル工法狭開先MIG自動溶接法は，今後の鉄管据付の方向を示しているものと思われる。

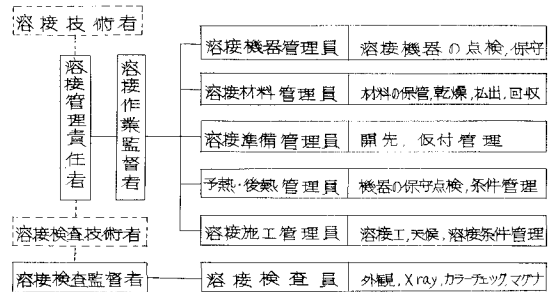


表-3 溶接施工管理組織および管理内容

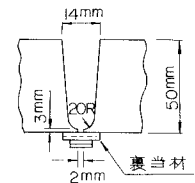


図-2

狭開先MIG溶接
標準開先形状