

## 431

## 水圧鉄管現地自動溶接法（その4）

日立造船（株）堺工場 加藤茂之  
鉄構事業本部 中本幹夫  
技術企画部 砂山和之、中谷光良、小山正洋、  
○前原健治 大澤守彦

Development of automatic welding system for installation  
of high tensile steel penstocks (Part 4)

by Shigeeyuki Katoh, Mikio Nakamoto, Kazuyuki Sunayama, Mituyoshi Nakatani  
Masahiro Koyama, Kenji Maehara, Morihiko Ohsawa

## 1. はじめに

現在建設が計画されている揚水発電所は大型かつ高水頭となり、水圧鉄管も大口径化、厚肉化する傾向にあるため、下部鉄管には 780N/mm<sup>2</sup> 級高張力鋼が多く使用されるとともに、950N/mm<sup>2</sup> 級高張力鋼の適用も計画されている。現地据付け溶接は、鋼材のグレードアップに対応した溶接品質の安定化、および作業の安全性、工期短縮を狙いとして鉄管内面からの片面自動溶接施工が必要とされる。

著者らは数年前から 780～950N/mm<sup>2</sup> 級高張力鋼厚肉水圧鉄管を対象として、傾斜管の全姿勢片面 TIG 溶接施工法開発を継続的に行い<sup>1)2)3)</sup>、非破壊検査装置、管肌合わせ装置開発と合わせて、上記高張力鋼水圧鉄管の製作、据付け工事に対応できる体制を確立した。

本報では、片面 TIG 溶接施工法開発のうち、仮付け施工される現地継手の初層溶接の裏波ビード形成安定化対策の検討結果について報告する。

## 2. 初層裏波ビード形状安定化対策

著者らは、開先内面に仮付け溶接が施工されている片面開先継手の初層裏波溶接を安定的に施工することを目標として、開発当初には管外作業の排除を狙いとして裏当て材無しの裏波溶接施工法の開発を行なったが、立向姿勢位置より上部の仮付け端部近傍で生じる磁気吹きへの対応が難しく、この方式の検討を断念した。その後、セミックス裏当て材を使用した下進裏波溶接施工法に切り替え、よく用いられる開先底部半径  $R=5\text{ mm}$ 、ノーズ高さ  $D=2\text{ mm}$ 、開先角度  $\theta=7^\circ$  の U 開先継手（開先形状：図 1）とし、溝幅  $W=6\text{ mm}$  のセミックス裏当て材を用いて、ギャップ  $G=1\sim 4\text{ mm}$ 、目違い  $M=\pm 2\text{ mm}$  の公差範囲に対して、図 2 に示すような厚 3 mm、長さ 100 mm の仮付け部を溶融し良好な裏波ビードが形成できる裏波溶接条件を検討し、780N/mm<sup>2</sup> 級鋼では  $G < 2\text{ mm}$  で、950N/mm<sup>2</sup> 級鋼では  $G < 3\text{ mm}$  のギャップ範囲で適正裏波溶接条件が得られないことが分かった（図 3）。開先底部溶融の安定化策として開先形状を  $R=7\text{ mm}$ 、 $D=3\text{ mm}$ 、 $\theta=4^\circ$  に変更した平板継手の基礎実験で、 $G=1\sim 4\text{ mm}$ 、目違い  $M=\pm 2\text{ mm}$  の公差範囲に対して適正な裏波溶接条件が得られたため、モデル管に曲げ加工した長尺継手試験板を取り付けて確性試験（モデル管溶接装置：図 4）を行なった結果、部分的にはあるが裏波ビード形状不良が発生することが確認された（図 5）。

以上のことから、溶融金属のセミックス裏当て材への濡れ性の向上を図るため、セミックス裏当て材の溝形状の検討を対策として実施した。市販裏当て材の溝幅  $W$  の最小値 6 mm より  $W$  を狭くするため、著者らがインポート砥石で平滑裏当て材に狭幅溝（3 mm）加工を施し、これを用いて、開先形状  $R=7\text{ mm}$ 、 $D=3\text{ mm}$ 、 $\theta=4^\circ$  の長尺継手のモデル管溶接を実施し、溶接中に条件微調整を行なわなくても良好な裏波ビード形状が安定して得られることが確認された（初層溶接部の断面組織：図 6）。以上の結果に基づき、780～950N/mm<sup>2</sup> 級高張力鋼水圧鉄管現地継手の開先形状、裏当て材溝形状、および各種姿勢の初層裏波溶接条件を確定した。

上記初層溶接にこれまでに開発済みの積層アルゴリズムを用いて積層溶接を施工した継手に対して溶接部断面組織試験、継手性能試験を行い、試験結果が水門鉄管協会「950N/mm<sup>2</sup> 級高張力鋼材 (HT100) の水圧鉄管適用への技術指針」を十分満足しており、本溶接施工法を適用した継手が十分な性能を有することも合わせて確認した。

## 3. まとめ

著者らが開発したアークシフトシステムなどを装備した TIG 溶接機を用いて、780～950N/mm<sup>2</sup> 級高張力鋼製水圧鉄管の現地片面溶接を安定して施工できる技術を確立した。開発した現地自動溶接システムの実用ベースへ向けての体制を急ぎ固める所存である。

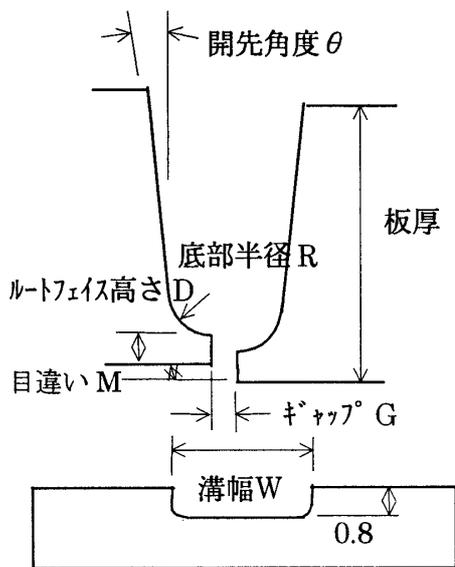


Fig. 1 Groove shape and cross section of ceramics backing

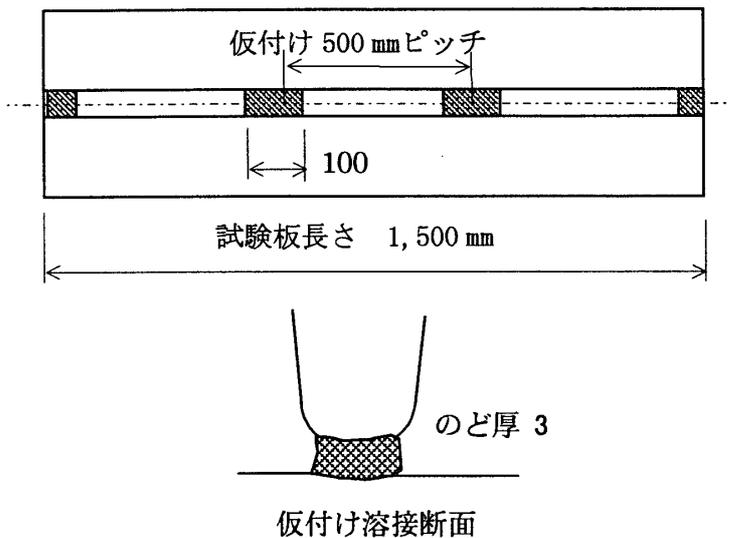


Fig. 2 Schema of tack welding

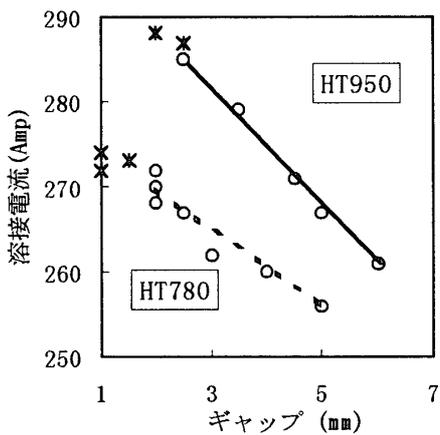


Fig. 3 Relationship between welding current and groove gap

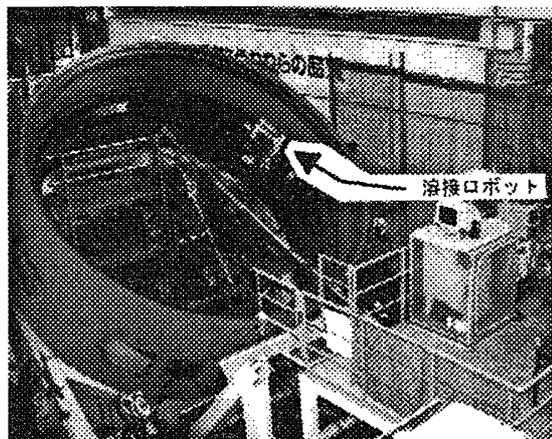


Fig. 4 Test model of penstocks

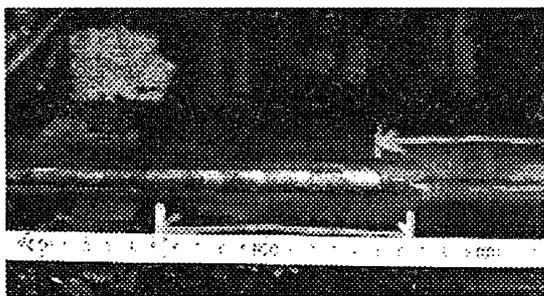


Fig. 5 Penetration appearance

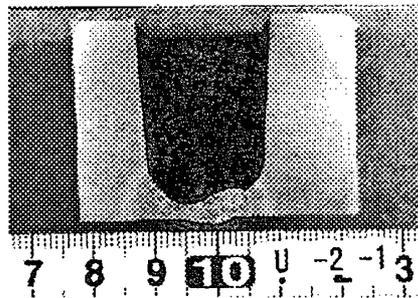


Fig. 6 Macro structure of cross section

参考文献 1)前原ら : 溶接学会全国大会講演概要 第 57 集 P116  
 2)伊原ら : 溶接学会全国大会講演概要 第 59 集 P22  
 3)前原ら : 溶接学会全国大会講演概要 第 63 集 P178