

212 炭酸ガスレーザーによる水平固定管全姿勢溶接溶接技術の開発

新日本製鐵(株) 設備技術開発センター ○杉橋敦史 城戸 基
エンジニアリング事業本部 河合康博 矢野嘉孝

Study of CO₂ laser welding for S-lay pipe joint.

by Atsushi Sugihashi, Motoi Kido, Yasuhiro Kawai, Yoshitaka Yano

キーワード: レーザ溶接、溶接欠陥、鋼管

Keywords: laser welding, welding imperfection, steel pipe

1. 緒言

レーザー溶接は深溶け込み溶接が可能であるとともに、良質な溶接を可能とする溶接方法である。しかしパイプライン敷設溶接のような厚板溶接においては、高温割れおよびブローホール(BH)の残留という内部内部欠陥が問題となり、普及が進んでいない。種々の溶接条件(レーザー出力、溶接速度)による平板サンプルの突合せ溶接実験およびS-lay鋼管サンプルのBead on Plate試験での内部欠陥発生状況の評価を行い、内部欠陥の発生が鋼板を貫通溶接するための溶接条件の裕度により整理されることを見出したので報告する。

2. 実験方法

1軸ステージ上に板厚12mmのAPIX65鋼管用鋼板(AISI脱酸鋼)I開先突合せサンプルを設置し、レーザー出力、溶接速度の違いによる欠陥発生量の評価を行った。さらに肉厚12.5mm、外径600mmφの鋼管サンプルを用い、6時方向から12時方向に加工ヘッドを移動して(Bead on Plate)BOP試験を行い溶接欠陥発生量の評価した。

いずれの実験においても、3軸直交型の不安定共振器構造を持つCO₂レーザーを使用し、レーザー光は円柱ミラーと放物面ミラーの2枚のミラーにより集光し、溶接進行方向の集光ビーム径=1.1mm、溶接進行垂直方の集光ビーム径=0.6mmに集光した。加工シールドガスはHeを使用し、2重管構造のセンターノズルおよびサイドノズルからそれぞれ40L/min、60L/min供給した。Fig.1、Fig.2に各々の実験の構成を示す。

3. 実験結果および考察

Fig.3は鋼板サンプルの突合せ溶接実験での内部溶接欠陥の発生量を溶接余裕度 W_p (=溶融可能深さ/板厚)を横軸にプロットしたものである。溶接余裕度 W_p の増大に伴いBH欠陥、割れ欠陥とも減少し、 $W_p > 1.2$ の条件において、

内部溶接欠陥の発生量がISO13919-Bレベル規格 (BH面積率 $\leq 0.7\%$ 、割れなし)を満足する。Fig. 4はAPIX65鋼管サンプル(600 $\phi \times 12.5t$)のBOP試験結果である。鋼板サンプルの溶接実験結果同様、溶接余裕度のある条件で溶接欠陥が抑制されている。

上記実験結果から、水平固定管溶接においても板厚の20%程度の余裕を持った溶け込み深さを得られる溶接条件(レーザ出力、溶接速度)を設定する事でISO13919-Bレベル規格を満足する溶接が可能であると考えられる。

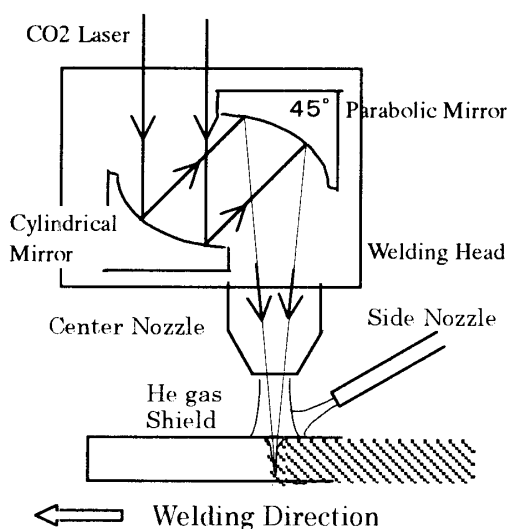


Fig.1 Schematic of 12t API X65-AlSi Steel Plate Welding.

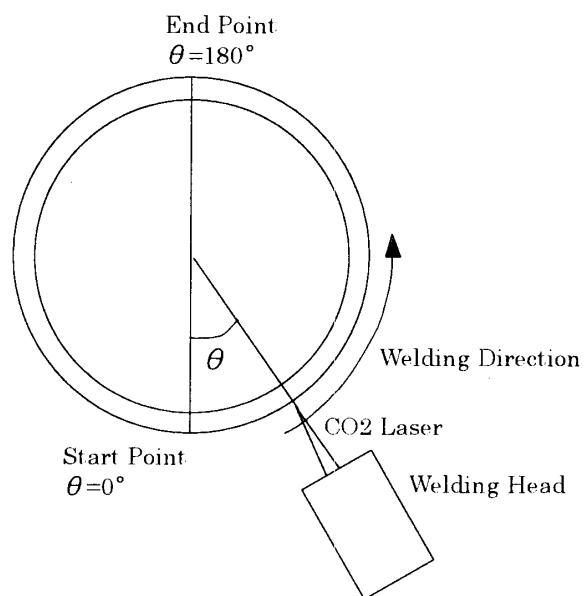


Fig.2 Schematic of 12.5t API X65-AlSi Steel Pipe Bead on Plate Test.

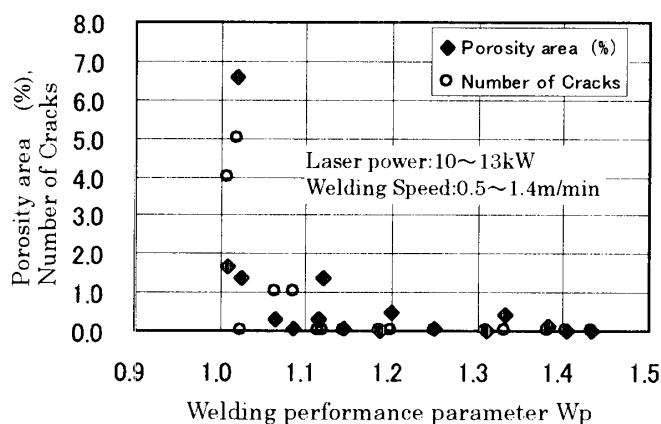


Fig.3 Imperfection of 12t API X65 Steel Plate Welding.

W_p = Welding depth/plate thickness

Full penetration weld can be got at $W_p=1$

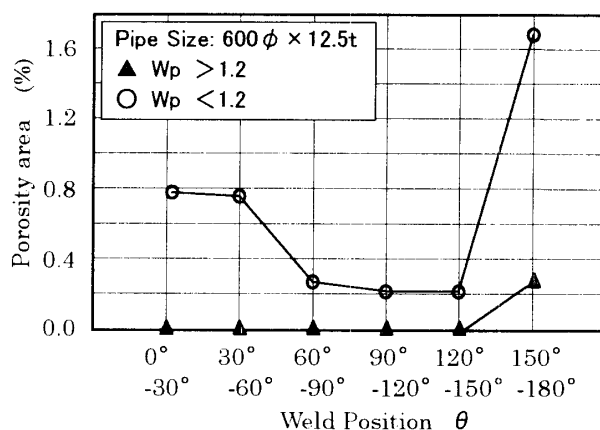


Fig.4 Porosity Imperfection of API X65 Steel Pipe Bead on Plate Test.