

# 連続冷間圧延ラインにおける高出力レーザー溶接機<sup>\*1</sup>

河合 義人<sup>\*2</sup> 中原 久直<sup>\*3</sup> 横沢 二男<sup>\*4</sup> 緑川 雅之<sup>\*5</sup> 小松 富夫<sup>\*6</sup> 小林 泰夫<sup>\*7</sup>

## High Power Laser Welder for Continuous Cold Tandem Mill

Yoshito Kawai, Hisanao Nakahara, Futao Yokozawa, Masayuki Midorikawa, Tomio Komatsu, Yasuo Kobayashi

Table 1 設備仕様

処理材	鋼 種 板 厚 板 幅 生産量	普通鋼, 特殊鋼 (高炭素, ステンレス鋼) 1.8~6.0 mm 600~1 880 mm ~130,000 t/月
レーザー発振器	タイプ 出力	不安定型 CO <sub>2</sub> ガスレーザー 10 kW
光学系	伝送距離 ミラー枚数 集光系	≒21 m 7枚 (遠隔角度調整機構) 放物面鏡 (焦点距離≒254 mm)
剪断機		ギロチンシャー方式 (自動クリアランス調整機構)
後加熱装置		高周波加熱 (溶接機内蔵)
フィラワイヤー供給装置		ワイヤー選択自動切換
溶接ピッチ		平均4分 (最短2分)

### 1 はじめに

鉄鋼プロセスラインにおけるレーザー溶接機の設置台数は近年徐々に増加している。当社は特殊鋼の溶接機としての性能に着目し、レーザーを用いた鋼帯の接合技術を世界で初めて開発、実用化した。これまで珪素鋼、高炭素鋼、ステンレス鋼等の難溶接材に適用するため技術開発を進めた結果、品質、歩留りおよび生産能率向上に大きく寄与している。最近では特殊鋼だけでなく普通鋼の溶接にも適用され、設置ラインも精整ライン、酸洗ラインを初めとし冷間圧延ラインにまで範囲が拡大されている。発振器は、初期段階では1.0~1.5 kWクラスの低出力であったが<sup>1)</sup>、次第に板厚のより厚い材料の高速溶接を目的として高出力 (~10 kW) 発振器の実用化が進められてきた<sup>2,3)</sup>。

今回、10 kW 発振器を有するレーザー溶接機を連続冷間圧延ラインに設置したのでその設備の特長を紹介する。

### 2 設備仕様

当冷間圧延ラインでは普通鋼のほか種々の特殊鋼を圧延している。従来はバッチ圧延ラインであったが、品質、歩留り向上等の目的で昭和63年に連続化の改造を行った。連続化に際し、普通鋼は

もとより難溶接材を対象とする高信頼性、無人化、さらに大量生産に適したインライン溶接機として、当社は高出力レーザー溶接機を開発、設置した。Photo 1に溶接機本体の写真を、Table 1にその仕様を示す。

当溶接機の特長は次のとおりである。

- (1) 全自動化設備
- (2) 高出力、長距離伝送光学系
- (3) 後加熱処理機能
- (4) 設備監視機能
- (5) 短時間タクトタイム
- (6) 溶接部品質評価の補助機能

以下これらの点について詳述する。

#### 2.1 全自動化設備

当レーザー溶接機は多品種、多サイズの材料を溶接するため、溶接機本体の自動化はもとより溶接条件の自動設定が不可欠である。本装置ではレーザー溶接の重要なパラメータである (1) 突合わせギャ

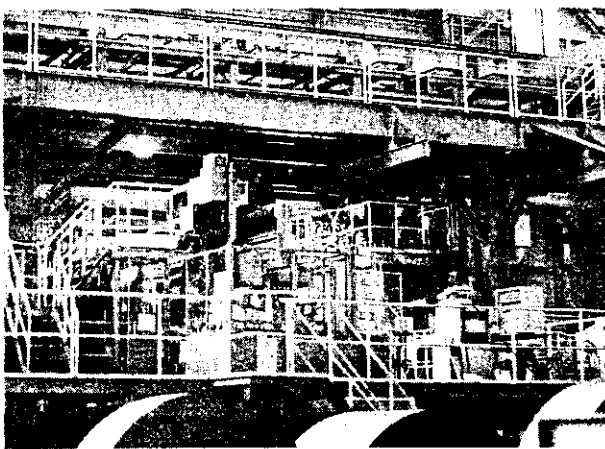


Photo 1 レーザ溶接機外観

\*1 昭和63年5月2日原稿受付

\*2 千葉製鉄所 設備技術部機械技術室 主査(課長補)

\*3 千葉製鉄所 設備技術部機械技術室 主査(課長)

\*4 千葉製鉄所 設備技術部機械技術室 主査(掛長)

\*5 千葉製鉄所 設備技術部電気計装技術室

\*6 千葉製鉄所 冷間圧延部冷延技術室 主査(掛長)

\*7 千葉製鉄所 冷間圧延部冷延技術室 主査(掛長)

ップ間隔、(2) レーザ集光芯、集光位置、(3) レーザ出力、(4) 溶接速度等を機械の特性(例えば鋼種ごとの切断精度)に基づいて事前に決定し、これらを装入順に従ってオンライン検索することによって自動設定することが可能である。鋼種ごとに最適なフィルターワイヤー材質を選定し、フィルターワイヤーの自動切替ができる機能も兼備させた。

2.2 高出力、長距離伝送光学系

2.2.1 放物面鏡による集光

従来、レーザー溶接の集光系には透過レンズが使われていたが、材質面の制約上耐光強度の点で10kWも高出力レーザー溶接を長期にわたり安定的に行えなかった。その理由の一つとして発振器出口ウィンドウの熱変形によりビームエネルギーが集束化し、レンズの寿命が著しく低下することが挙げられる。当溶接機では大口径の金属製放物面鏡を実用化し<sup>4)</sup>、寿命延長を可能とした。

2.2.2 光学系遠隔角度調整機構

発振器と加工位置までの距離が長い場合、発振器を出たビームの中心を加工点での突合わせ線に一致させるには、伝送光学系を構成している反射ミラーの高精度取付以外に角度調整を精度よく行う必要がある。従来、この芯合わせ作業に数人の人手を要し、ミラー枚数に応じて調整時間が増大するため稼働率低下の要因となっていた。今回は遠隔角度調整機構を採用し、短時間での芯合わせを可能としている。

2.3 後加熱処理機能

高炭素鋼あるいはマルテンサイト系ステンレス鋼のように炭素含有量の高い鋼種のレーザー溶接では、溶接後の急冷効果により硬度が上昇し脆くなる。その結果、このままの状態ではライン張力の急激な変動により破断することがある。当溶接機には溶接位置で溶接部を最大800°Cに加熱する装置が内蔵され、これを利用して硬度低下させ溶接強度の向上を図っている。Table 2に装置仕様を示す。

2.4 設備監視機能

生産能力の大きい連続ラインでは設備の故障によるライン停止は多大の損失をもたらす。レーザー溶接機においても設備の安定稼働、あるいは異常の事前予知が課題である。当溶接機では異常予知機能として発振器、伝送光学系および集光系の状態変化を認識する目的で設備監視用センサを設置した。Fig. 1に具体例を示す。

2.5 短時間タクトタイム

従来のレーザー溶接機は最新型のフラッシュパット溶接機に比較してタクトタイムが長く、大量生産ラインの溶接機としては不向きであった。溶接ピッチが最短2分の仕様に対して溶接タクトタイムの短縮を図った結果、板厚3.2mm、板幅1000mmで48秒以内での溶接完了が可能となった。

Table 2 後加熱装置仕様

加熱方式	高周波誘導加熱
電源	サイリスタインバーター
出力	120 kW
周波数	9.9 kHz
加熱幅×長	約10 mm×1600 mm
加熱温度	max 800°C

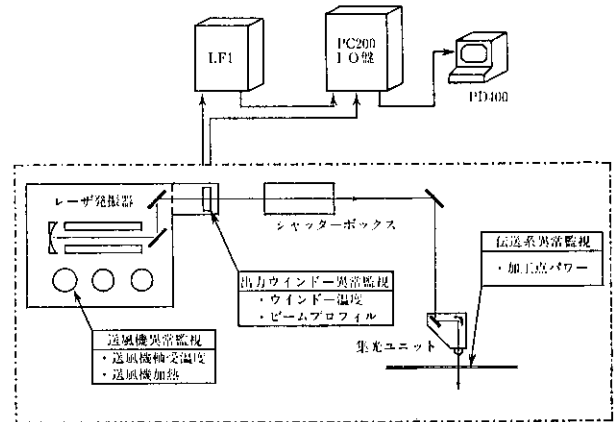


Fig. 1 設備監視項目 (一例)

2.6 溶接部品質評価の補助機能

レーザー溶接部の品質をオンラインで迅速かつ安定して評価できる自動計測機器はまだ実用化レベルにない。現状では溶接条件と設備の状態監視を行い、初期値からの経時変化を認識して溶接部の品質評価を行う方法が考えられる。当レーザー溶接機では補助機能として、溶接中に溶接部形状を静止画像としてCRT表示し外観評価を行う機能、突合わせ部の切断形状および突ギャップ量を高精度のギャップセンサで測定し異常を検出する機能を有している。

3 おわりに

当社はレーザー溶接機をこれまで主に特殊鋼用、また中小規模の生産処理量のラインに適用してきた。今回は普通鋼が大半を占める大量生産用の連続冷間圧延ラインにも適用し、レーザー溶接機の優れた性能を生かして品質、歩留りおよび生産性の向上に多大な成果を挙げている。

参考文献

- 1) 小野弘路, 長坂省治, 藤井 守, 多鹿 洋, 田中 茂, 佐々木弘明: 川崎製鉄技報, 14 (1981) 2, 173
- 2) 河合義人, 相原正樹, 石井功一, 田淵 衛, 佐々木弘明: 川崎製鉄技報, 16 (1984) 1, 53
- 3) 河合義人, 中原久直, 横沢二男, 緑川雅之, 高田正和, 伊藤正彦: 川崎製鉄技報, 16 (1987) 1, 31
- 4) 伊藤正彦, 高田正和, 岸田 朗, 柳島章也, 横沢二男, 河合義人: 鉄と鋼, 73 (1987) 13, 306