

レーザーベース溶接アプリケーション 固定治具の重要な役割

トッド・E・リゾット、オレスト・オーハ、ジョセフ・ダーゲル

レーザー溶接の可能性を最大限に引き出すには、固定治具設計において、5つの必須機能に対処しなければならない。

レーザー溶接は、製造業界に革新をもたらし、医療機器、自動車、航空宇宙に加えて、成長著しいバッテリーや電気自動車(EV)業界など、多様な分野にわたる複雑なアセンブリの正確で効率的な接合を可能にしている。レーザーが最高級の溶接を実現するために極めて重要であることは紛れもない事実だが、固定治具設計の重要性は、どれだけ強調しても足りないくらいである。適切に設計された固定治具は、溶接加工の基幹をなすものであり、処理の安定性、再現性、そして究極的には成功を確保するものである。

上述の業界においてレーザー溶接の可能性を最大限に活用するには、固定治具設計において、5つの必須機能に細心の注意を払って対処する必要がある。5つの必須機能とは、ロード／アンロードが容易であること、溶接する部品を密着して接触させること、一貫した部品公差と固定治具の位置合わせを維持すること、レーザー溶接とカメラによるアライメント確認のためのクリアな見通し線を確保することである。これらの機能を蔑ろにすると、標準を下回る溶接品質、早期故障、深刻な生産中止につながる恐れがある。図1は、隙間が、満足できる適切な溶接の妨げになり得ることを示している。

能率的なロード／アンロード

処理が高速に進行する製造業界にお

いて、効率は最重要項目である。適切に設計された固定治具は、溶接する部品をスムーズにロード／アンロードできなければならない。医療機器、自動車、航空宇宙、EVなど、精度と速度が不可欠な業界では特に、これが必要不可欠である。部品の簡単な配置と除去を妨げる固定治具は、生産スループットを低下させる恐れがある。固定治具がパレットとしての役割を兼ねていて、部品をレーザーシステムに移送する前に固定治具の中にプリロードしておく必要がある場合は、この問題がさらに顕著になる(図2)。

微細で複雑な部品をレーザーで溶接する必要がある、医療機器製造を思い浮かべてほしい。適切に設計されていない固定治具を使用していたのでは、それらの繊細な部品を正確に配置するのは難しい可能性がある。多くの場合で、固定治具の選択には、複数の部品を一度に1つのアセンブリに寄せ集めるロボットハンドリングが含まれる可能性がある。不適切な固定治具を使用することで、このアセンブリ処理にかかる時間が長くなり、部品が損傷するリスクが増加することも考えられる。一方、迅速で正確な(手動または自動の)ロード／アンロードが可能な固定治具を使用すれば、溶接処理の効率を維持し、オペレーターのミスを最小限に抑え、

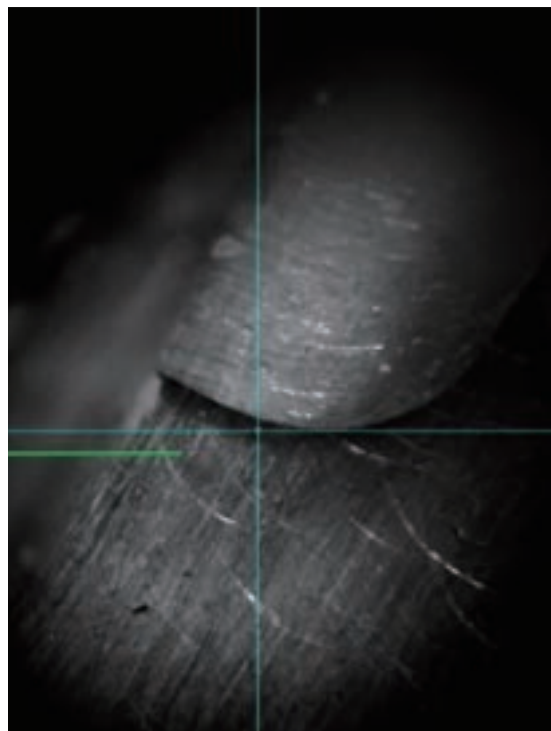


図1 不適切なクランピングの例。溶接する部品の下に隙間ができている(本稿の図はすべて、ポールド・レーザーオートメーション社提供)

生産性を最大限に高めることができる。

最適な部品接触の確保

高品質の溶接を実現するには、接合する部品を最適な形で接触させる必要がある。部品間に隙間や位置ずれがあると、溶接品質は標準を下回り、最終製品の構造的完全性と信頼性が損なわれる可能性がある。この要件は、安全性と性能が最重要項目となる、航空宇宙やEVで特に不可欠である。

不適切な固定治具設計が原因で、2つの重要な部品間にわずかな隙間が生じた、航空宇宙部品を思い浮かべてほしい。図1は、そのような例を示すものである。その隙間は、厳しい飛行条件にさらされると、応力の集中を引き起こし、部品の早期故障につながる恐れがある。EV業界では、バッテリーパックがレーザー溶接によって組み立てられており、部品に隙間や位置ずれがあると、バッテリー全体の性能と寿

命に影響が生じ、コストのかかるリコールにつながる恐れがある。それらの隙間は、溶接部が弾性ヒンジのように動作する故障モードを引き起こす可能性もある。そうすると応力がかかり、時間の経過とともに最終的には溶接部が破損する。また、そのような隙間に酸化物や汚染物質がたまり、溶接部の背面からの酸化が促進される可能性もある。

一貫した位置合わせと公差

部品間の一貫した位置合わせと厳しい公差を維持することも、適切に設計された固定治具の非常に重要な機能である。医療機器や自動車など、精度が不可欠な業界では、アライメントのわずかなばらつきが、許容できない製品偏差につながり、不合格率を増加させる可能性がある。固定治具は、溶接処理全体を通して部品を意図した位置に確実に保持しなければならない。公差



図3 パレット型の固定治具を固定するための標準的なレバークランプ。パレット型の固定治具は外部で組み立てられて、部品がプリロードされる

は、固定治具と部品の両方において、重要な役割を担う。

部品の公差が積み重なると、部品の位置ずれ、部品の隙間、固定治具内の要素の締め付け過ぎや締め付け不足、さらには、レーザー溶接加工の全般的な歩留まりの問題が生じる恐れがある。さまざまなクランプが必要になる可能性があり、それらのクランプの設定が重要になることに注意してほしい。必要なのは、過剰な締め付けではなく、部品を固定位置に保持し、固定治具全体を正しい場所に維持するためのほんのわずかなプリロード（初期荷重）である。図3は、パレット型の固定治具の標準的なクランピングを示している。

遮るものない見通し線の確保と、カメラによるアライメントの確認

レーザー溶接では、レーザービームの経路を遮ることなく維持することが、高い精度を達成するために重要であることが明らかである。さまざまな既製の溶接光学ヘッドが存在するため、製造エンジニアは、その集光ヘッドの中のレンズのレーザービーム出力の特性を把

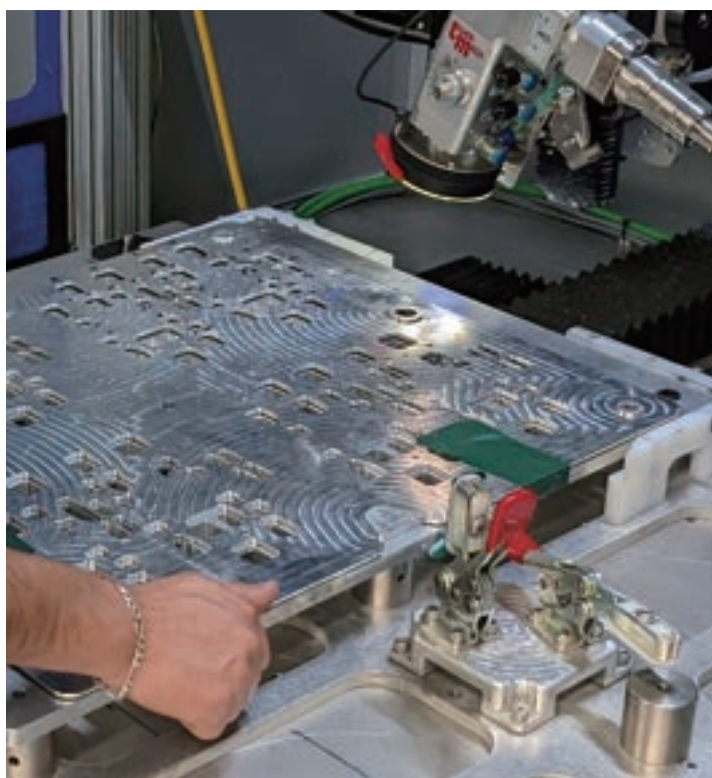


図2 パレット型の固定治具をレーザー溶接ツールに配置する様子



図4 ウィンドウと加工による排出物を、レーザー側から捉えた画像

握する必要がある。集光レンズにおけるコリメートビーム径、円錐角出力、集光レンズの作動距離、溶接対象物上のスポット径のすべてが、溶接時のレーザーと材料の相互作用において、重要な役割を担う。

溶接パラメータを定めたら、初期試験パラメータをレーザー加工機に適用することができる。固定治具の設計では、適切なレーザー溶接を実現するために、複数の項目を考慮に入れる必要がある。例えば、ノズルガス圧力、ノズル端のサイズ、加工対象材料の反射率、戻り光を防ぐためのレーザー集光ヘッドの角度に加えて、溶接処理の精度を確保するための実際の目視によるアライメント確認を考慮する必要がある。

固定治具は、レーザービームが溶接領域に届き、オペレーターがカメラやその他のマシンビジョン光学システムによって部品のアライメントを確認できるように、クリアなアクセスを提供する必要がある。開口部は、溶接スパッタを外に排出できるとともに、簡単にクリーニングできる必要もある。図4

は、標準的なウィンドウが時間の経過とともに汚れていき、メンテナンスとクリーニングが必要になる様子を示している。

例えば、自動車業界では、複雑な部品を自動車シャシの狭い空間の中で溶接するために、レーザービームが遮断されることなくすべての溶接ジョイントに到達できるような固定治具が必要である。また、部品のアライメントと、溶接処理が正しい軌道で行われていることを確認するために、カメラやビジョンシステムの使用が不可欠である。溶接領域が狭かったり、溶接の角度や位置によって障害物が生じたりする場合は、レーザービームが部分的に遮断されて、溶接品質が低下し、遮断によって溶接されない部分が生じる可能性もある。

レーザー溶接の固定治具設計を蔑ろにする場合の影響

固定治具設計におけるこれらの必須機能のいずれかを蔑ろにすると、深刻な影響が生じる可能性がある。部品公差の不整合、クランピングの不備によ

る部品間の隙間、部品の不正確な位置合わせ、不適切なビジョン照明、レーザービームの遮断のすべてが、標準を下回る溶接品質と不良品につながる恐れがある。このような不具合は、コストのかかる再加工が必要になって、リサイクルの可能性を引き起こすだけでなく、メーカーの安全性や財務面にも影響を与える。

固定治具設計は、医療機器、自動車、航空宇宙、EVなどの業界にわたるレーザー溶接において不可欠である。高精度な溶接に必要な安定性と再現性を達成するには、5つの必須機能に長けた固定治具が必要である。5つの必須機能とは、ロード/アンロードが容易であること、最適な部品接触を確保すること、一貫した固定治具の位置合わせと部品公差を維持すること、レーザー溶接とアライメント確認のための遮るものがない見通し線を確保することである。これらの機能を蔑ろにすると、標準を下回る溶接品質や、コストのかかる生産中止につながる恐れがある。

これらの業界では、イノベーションの限界が押し上げられ続けているため、固定治具設計は、レーザー溶接において今後も、なくてはならない役割を担う。メーカーは、適切に設計された固定治具の重要性を認識し、ますます競争が激化する市場における自社製品の成功、品質、および信頼性を確保するために、その開発に投資しなければならない。

著者紹介

トッド・E・リゾット (Todd E. Lizotte) は、米ボールド・レーザー・オートメーション社 (BOLD Laser Automation) の社長兼最高経営責任者 (CEO)、オレスト・オーハ (Orest Ohar) は、同社副社長、ジョセフ・ダーゲル (Joseph Dagher) は、同社のシステムエンジニアリングマネージャー。

e-mail: todd.lizotte@boldlaserautomation.com URL: www.boldlaserautomation.com