大阪富士工業㈱
レーザクラッディングの新しい試み、続々！

レーザクラッディングのリーディングカンパニー

大阪富士工業㈱（本社＝兵庫県尼崎市常光寺1―9―1、☎06―6487―1865）は、我が国を代表する「肉盛溶接」「溶射」事業者であり、1955年の創業当初より大手鉄鋼メーカーのパートナー企業として生産ラインの管理を担っている。

さらに、電機・重工・製紙・IT関係など様々な分野で同社の〝表面改質〟技術が適用される中、既存の技術では対応が困難な案件に対して、新たに「レーザクラッディング（＝レーザ肉盛）」事業を展開している。

'14年から'21年までの8年間で〝サポイン事業（＝戦略的基盤技術高度化支援事業）〟に3度採択され、また、フラウンホーファー研究機構（独）が開発した〝超高速施工〟を特徴とするレーザ肉盛法「EHLA」を'19年末に日本で初めて導入し、研究活動を進めている。

本稿では、同社のレーザクラッディング事業の歩みを振り返るとともに、同事業を支えるレーザーライン社（独）製の高出力半導体レーザ（＝DDL）の魅力についてレポートする。

大阪大学との共同研究をスタート

1955年の創業以来、「肉盛溶接」「溶射」のスペシャリストとして豊富な施工実績を有する同社は、新たな試みとして2010年よりレーザクラッディングに着手した。従来法にはその原理から根本的な解決が難しい課題を抱えているが、レーザクラッディングによりその解決が期待される。

従来の溶接では、強力な熱量を持った熱源を用いるために母材への熱影響が大きく、熱により組織変化する材質への施工では強度や耐食性低下などの問題が生じる。また、母材の希釈を伴うため被膜材質本来の性能を引き出すためには複数の積層が必要となる。

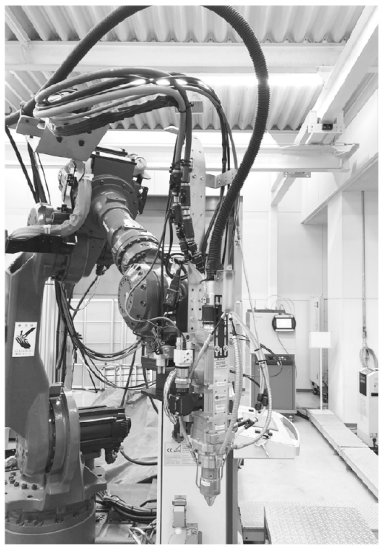
一方、溶射では、被膜の接着が機械的な接合であるため、使用環境によっては皮膜剥離のリスクを伴う。また、気孔の存在により外部環境との基材の接触リスクがあり、耐食性が万全とは言えない場合がある。

このような従来技術の課題を解決する方法として「レーザによるクラッディング」が存在するも、当時、同社にはレーザに関する知識がなく、試験を行いたくとも装置がない状況であった。

そこで、大阪大学との産学連携を通じて、同社の「表面改質技術／使用用途に応じた合金設計技術／実績に基づいた具体的案件／実生産におけるノウハウ」と、大学側の「レーザに関する高度な知見／高度な分析・解析技術／レーザ業界における豊富な人脈／企業とは異なる観点での情報」がシナジー効果を発揮することで、プロジェクト参画への可能性が高まり、新規事業へのチャレンジが可能に。大学独自の装置を使用することで先端を行く研究開発も可能にしている。

こうして、'10年に大阪大学との共同研究がスタートし、同接合研究所において共同研究講座を展開している。

大阪富士工業㈱レーザ・プラズマ接合研究所辰巳佳宏所長㊨と北村裕樹溶接グループ長㊧



フラウンホーファーの「EHLA」とレーザーラインのDDL「LDF-6000-40」

共同研究の主な経緯として、'13年に共同研究部門を設立。翌'14年度の「サポイン事業」に採択され、トルンプ社（独）製ディスクレーザを活用したプロジェクト「レーザクラッディング表面機能化技術による次世代高速鉄道用ブレーキディスクの開発」を行っている。

開発に成功し、今後の実用化に向けた試験が予定される中、更なる高能率化が課題となった。その後、レーザーライン製の高出力DDL（発振器出力16kW「LDF―16000―100」＋「19㎜幅広ノズル」を'19年に導入し、劇的な高能率化（※従来比5倍以上）を実現している。

続いて、'18年度に2度目のサポイン事業に採択されたテーマが「非モルテンプール型レーザクラッディングによる超耐熱玉軸受（ボールベアリング）の開発」。

こちらも開発に成功し、金属製ボールベアリングの耐用温度が400度から600度へと引き上げられている。

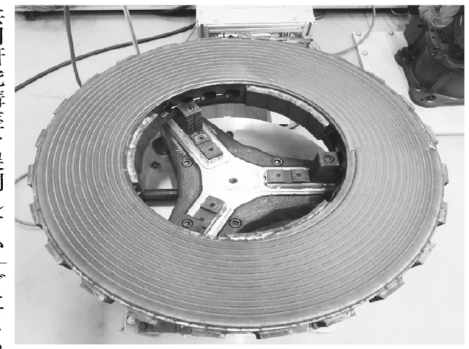
超耐熱玉軸受の開発では、3つの研究課題を掲げた。

①「表面改質方法の開発」では、ボール軌道面へのクラッディング施工において、希釈率2％以下、肉盛厚さ0・5㎜以上の手法を確立。レーザ発振器はレーザーライン製のDDLが採用されている②「表面改質材料の開発」では、高温下でも硬度を維持する材料「Ni基金属間化合物合金」を、開発元である大阪府立大学とともに溶接用に成分改良し、さらに硬質粒子を肉盛層中に複合分散させ、耐摩耗性に優れる材料を開発③「耐熱潤滑構造の開発」では、潤滑要素であるカーボン製リテーナの材質を検討し、セラミック含有材の適用で600度環境での潤滑性と耐久性を両立している。

このように最適なレーザ発振器を用いた加工方法の確立に加えて、材料の開発まで踏み込める同社の総合的なソリューションが大きな注目を集めている。

さらに、足元では'21年度に採択された3度目のサポイン事業「高耐食、高効率、低コストのボイラー管被膜を実現する飛行中粉末溶融型レーザクラッディング工法の開発」が進行している。

なお、これら3つのサポイン事業は、同社が15年から参画している「SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）革新的生産技術」における研究開発テーマ「高付加価値設計・製造を実現するレーザコーティング技術の研究開発」に基づいている。



サポイン事業で開発された「次世代高速鉄道ブレーキディスク（耐400km/h）」㊤「超耐熱ボールベアリング（耐600℃）」㊦

日本初導入の超高速レーザ肉盛法「EHLA」

大阪大学との産学連携プロジェクトを10年以上にわたって推進する一方、レーザクラッディング事業のパイオニアである同社独自の取組みとして、ドイツのフラウンホーファー研究機構が開発した〝超高速施工〟を特徴とするレーザ肉盛法「EHLA」を、'19年12月に日本で初めて導入している。

同社によると、溶接速度は従来のLMD（Laser Metal Deposition）溶接の約200倍、肉盛の被膜厚みは20～250㎛の薄膜、施工面積効率は最大約30倍と飛躍的に高く、熱影響を極めて少なく抑えることができる。

従来の溶接法と大きく異なるEHLAによる被膜品質の4つの特長は次のとおり。

①溶接の熱影響部が極めて少ない＝母材への溶接熱影響（HAZ）の深さは約5㎛と極めて浅く、例えばこれまで健全な溶接施工が困難であった鋳鉄への肉盛では、炭化物晶出（チル化）の解消や2相ステンレスではσ相の発生を抑えた肉盛が可能に②母材溶融（溶接希釈）が極めて少ない＝一般に肉盛溶接は母材を溶かす割合が多く母材成分の混入により、肉盛材料が持つ高機能（耐食、耐摩耗、高硬度等）の効果が損なわれたり、中間層の生成による脆化の問題があった。これまでのアーク溶接の希釈率15～30％、従来のレーザ溶接5～10％と比較して本法は1～3％となっている③金属組織が極微細＝凝固速度が速いことによる急冷／過冷却の効果により極微細な凝固組織が得られる④被膜表面が平滑＝肉盛溶接は1つひとつ溶接ビードを重ねて表面を覆うため、被膜の表面形状はビード形状に依存する。本法のビード幅は約1㎜と細く、かつ被膜が薄いため従来の溶接に較べて凸凹の小さい表面が得られ、更にリメルト処理（溶融）により平滑度は向上し、仕上げ加工の省略等が可能。

同社では、これらの特長を活かし、これまで接点のなかった分野も含めて多方面のニーズに応えるため、今後の適用事例に大きな期待を寄せている。

レーザーライン製の高出力DDL

同社がレーザーライン製の高出力DDL（発振器出力16kW「LDF―16000―100」＋「19㎜幅広ノズル」及び、同6kW「LDF―6000―40」）を導入したのは'19年。

様々なサンプル加工や実機の見学などを経て採用された同システムは、早速、'14年度のサポイン事業の実用化に向けた課題〝高能率化〟に大きく貢献。さらに、'19年末に導入された〝超高速〟レーザ肉盛法「EHLA」の熱源としても活躍している。

◇　◇　◇

大阪富士工業では、引き続き、レーザクラッディング技術のパイオニアとして、顧客が求める最適なソリューションの提供に努めていきたいとしている。

そのためには、ユーザーの声はもとより、共同研究を行う大阪大学をはじめ、レーザーライン社や国内代理店である丸文㈱、取引先各社とのコミュニケーションを通じて、常に業界の動向を理解することが不可欠であり、今後とも各種プロジェクトを通じて自ら発信し続ける、チャレンジ精神と誠意に溢れる組織を目指すとしている。