

記事 2：多彩な顔を持つレーザークラディング

アルカディ・ジーキン博士（スイス・ヴォーレンレーザーコンピテンスセンター所長）

Email: arkadi.zikin@metcojoiningcladding.com; LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/arkadi-zikin/>

前回の記事では、「レーザークラディング技術の概論」と、このプロセスの主な利点について説明しました。今回は、レーザークラディング技術に関する略語について取り上げたいと思います。みなさんは、DED、LMD、EHLAなどの言葉を文献で目にしたり、お客様や技術者、同僚などとの会話で耳にしたことはないでしょうか。このような言葉をよく知っているという方、あるいは分かりにくいと感じている方もいらっしゃるかもしれません。ではこれから、このような略語が何を表すのかを一緒に見て行きましょう

同じプロセスを指している？

私が働いているグローバル企業では、誰もがレーザークラディング技術に詳しいとは限らず、お客様の中にもこの技術について知らない方が多くいらっしゃいます。そのため、社内外を問わず、いろいろなレベルの技術的事項についてやりとりすることが、私たちチームの日常業務の一部になっています。そこでよく遭遇するのが、同じ技術について話しているのに、お互い違う用語や名称を使っているという場面です。正直なところ、同じプロセスを指す略語や名称の種類の多さに、思わず笑ってしまうことがあります。

簡潔に説明するため、レーザークラディングとほぼ同じプロセスを意味する名称をリストにまとめてみました。みなさんは私が事細かに説明しようとしているのではないかとつぶやかされるかもしれませんが、図1に示すレーザークラディングの原理とそれぞれのプロセス名は非常によく似ており、溶加材（パウダーやワイヤ）とレーザービームを直接相互作用させ、母材表面に材料の層を形成するという技術であることに変わりありません。そこが最も重要なところです。

なぜ技術的なことを余計にややこしくするのでしょうか？お互いが混乱しないように、すべてをシンプルにする方がよいのに、とよく考えます。結局のところ、私たちは皆、自分の話すことを理解してもらいたいだけなのです。では、リストをさらに詳しく見て、何が違うのか一緒に考えてみましょう。簡単なグーグル検索で略語の説明を見つけましたので、以下に挙げていきます。すべての参考文献へのリンクを注釈として掲載しています。

レーザークラディング (LC) は、最も一般的に使用されている用語で、ウェブ上で多くの説明が見つかります。当社 Metco Joining & Cladding のウェブページから例を引用すると、「レーザークラディングは溶

接肉盛プロセスであり、溶射を補完するコーティング技術です。レーザークラディングでは、レーザービームを選択的なスポット寸法で加工物に照射します。パウダー溶射材料は、不活性ガスによってパウダーノズルを通して溶融池まで運ばれます。レーザー光学系とパウダーノズルは、加工物の表面を移動し、一本の線、完全な層、あるいは大量の肉盛を形成します」とあります。^a

ダイレクトメタルデポジション (DMD) は、レーザーをエネルギー源としないかもしれませんが、それでも溶接によるハードフェイシング法には違いありません。レーザーを利用する場合は、一般的には LDMD (レーザーダイレクトメタルデポジション) や LMD (レーザーメタルデポジション) となります。Inspire 社では、その用語を自社のウェブページで使用しています^b。従来のレーザークラディングと唯一違うのは、3D 部品に対する加工処理であるということです。「…従来のレーザークラディングプロセスは 2D 部品のコーティングプロセスですが、レーザー DMD は 3D 部品のプロセスであり、これを用いることで大量の材料を短時間で溶着させることができます」

ここで気付くのは、1980 年代から 90 年代にかけて、タービン翼などの 3D 部品の修復にレーザークラディングがすでに導入されていたということです。当時はまだアディティブマニュファクチャリングという言葉さえありませんでしたが、プロセスに技術的な違いがないこと、つまり、同じようにレーザー光源を用い同じような加工ヘッドやノズルを使用していることに着目しなければなりません。現在のクラディング法の場合は少し異なるかもしれませんが、標準的なレーザークラディングシステムで同じような結果を実現できるはずなのです。

ダイレクトレーザーデポジション (DLD) と指向性エネルギー堆積法 (DED)

この用語を検索したところ、ScienceDirect (サイエンス・ダイレクト)^c で閲覧可能な学術論文にたどり着きました。みなさんも気に入ると思います。論文では略語の意味が明晰に定義されています。「レーザー積層造形 (LBAM) 法を利用することで、機能部品（または試作品）を一から 1 層ずつクラディングして製作できるため、複雑な形状の部品や、傾斜機能性部品、特注部品など、さまざまな工学用途に利用できる部品の製作が可能になります。指向性エネルギー堆積法 (DED) は、レーザービームや電子ビームなどの集中熱源を利用し、パウダーやワイヤ材料をそのままの状態で送給して溶融することで、層を重ねて部品を製作したり、単層から多層に及ぶクラディングや修復を施せます。ダイレクトレーザーデポジション (DLD) は、DED の一種です…」つまり DLD はこの定義によると DED の一種であり、LMD や LC と同じだということです。



図 1：どれも同じようなプロセスや技術を指すのか？

レーザー粉末堆積法 (LPD) はあまり見かけない略語で、その説明は限られた情報源でしか見つかりませんでした。そのうち、RMP Innovation^d という企業のウェブサイトではこのように説明されています。「LPD とは、集束レーザービームを利用して、金属粉末やセラミック粉末を既存の金属母材に融合させる技術です」面白いことに、そのウェブサイトの最初のページから、グループ会社の 1 つのページへ飛ぶと、LPD が次のように LDT (レーザー堆積技術)^e に変わっているのです。「LDT は、厳密に管理された大気条件下で高出力レーザーの集束ビームに金属粉末を注入するプロセスです。集束レーザービームが対象物の表面を溶かし、母材に小さな溶融池を作ります」説明の最後には、LDT が、DED、LMD、LC といった多くの「類似」プロセスを含む包括的な名称であると記載されているのです。

レーザー粉末溶接法 (LPW) またはレーザー粉末肉盛溶接法は、2001 年にオランダのスルザーの同僚たちがこのプロセスに付けた名称です^f。この時すでに彼らは 3D

修復 (これは LMD 用語ではないのか?) や、単結晶構造の復元のことを重要な利点として挙げていました。

「発電所の寿命管理と性能向上」^g という書籍では、レーザー粉末融接法 (LPFW) や (LPW)、「またはレーザークラディングは、レーザー熱源と粉末冶金技術を利用し、部材を能動的に修復して再生する技術」であると説明されています。私はこれは非常にわかりやすい説明だと思えます。

EHLA - 高速レーザークラディング

これは新たに開発された方法で、EHLA (Extreme High-speed Laser Application : 超高速レーザー材料堆積) とも呼ばれています。フラウンホーファーレーザー技術研究所^h の同僚たちは、EHLA プロセスに関する研究を多く発表しています。これもやはりレーザークラディングプロセスではあるのですが、このプロセス独自の発想は、パウダーが表面に作用する前にパウダーを溶かすというもので、レーザーエネルギーの 80% 以上がパウダーの溶融に投入されます (図 2)。

これにより、表面粗さが低く、特性に優れた薄いコーティングを施すことや、入熱を最小限に抑えること、まったく新しい材料の組み合わせ (鋳鉄製の母材など) で表面処理を施すことなどが可能になります。LC と EHLA の違いはプロセス原理の違いによるものが大きく、使用する装置はほとんど同じです。

最後に申し上げたいのは、プロセスがどのような名称で呼ばれようと、伝えることや互いに理解し合うことの方が大切だということです。ほかにも同じ技術を指す略語があれば、メッセージをお寄せいただくと幸いです。レーザークラディングをより理解しやすいものにすべく協力しましょう。

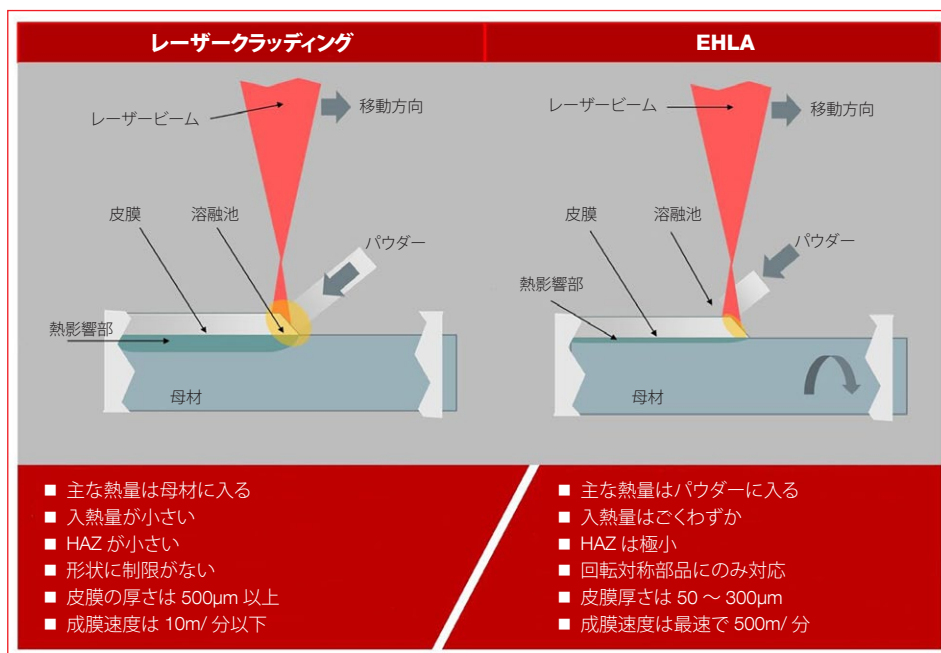


図 2 : レーザークラディング vs EHLA

参考文献

- ^a <https://www.metcojoiningcladding.com/de/produkte-services/beschichtungsservices/laser-cladding-services/>
- ^b <https://www.inspire.ethz.ch/en/research-for-the-industry/additive-manufacturing-3d-print-design-for-am/metal/>
- ^c <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214860415000317>
- ^d <https://www.sdsmt.edu/Research/Research-Laboratories/AMP/Capabilities/Laser-Powder-Deposition/>
- ^e <https://www.rpmandassociates.com/laser-deposition-technology>
- ^f https://www.sulzer.com/-/media/files/services/rotating-equipment-services/gas-turbine-services/technical-articles/2001_04_4_krause_e.ashx?la=en
- ^g https://books.google.ch/books?id=MHxwAgAAQBAJ&pg=PA430&lpg=PA430&dq=laser+powder+fusion+welding&source=bl&ots=Oli4jjbngE&sig=ACfU3U3O_g-g-91HFWvDVvg_WsvHkuno0Q&hl=de&sa=X&ved=2ahUKEwjcxoKSwMDpAhUI6qQKHbQgDxY4ChDoATADegQICRAB#v=onepage&q=laser%20powder%20fusion%20welding&f=false
- ^h <https://www.ilt.fraunhofer.de/en/media-center/brochures/brochure-ehla-2017.html>

Metco Joining & Cladding について

Metco Joining & Cladding は、溶接肉盛、ろう付け、レーザークラッディング、粉体プラズマ溶接 (PTA) などの接合およびクラッディングソリューションのリーディングブランドです。1970 年以来、粉末からワイヤー、ロッド、電極、ろう付けペースト、ろう付けテープにまで及ぶ、材料に関するラインナップとともにお客様に貢献してきました。当社のソリューションは、航空宇宙、発電、鉱業、石油・ガス、農業などの産業の重要なニーズに応えられるように設計されています。**Metco Joining & Cladding** は、グローバルな事業展開により、深い専門知識と幅広い材料との組み合わせによるソリューションを、お客様の近くで提供いたします。**Metco Joining & Cladding** ブランドは、スイスに本社を置くグローバル企業エリコングループ (S I X : O E R L) に属しています。

記載内容は予告なく変更されることがあります。

TP-0018.1 – Laser Cladding Has Many Faces

© 2022 OC Oerlikon Corporation AG, Pfäffikon

metco
joining & cladding

www.metcojoiningcladding.com
info@metcojoiningcladding.com