

レーザ加工に関する研究開発で遭遇したセレンディピティについて

Serendipity encountered in research and development of laser processing

小川圭二
Keiji OGAWA

Key words : serendipity, laser processing, hardening, micro-cutting edge, process strategy

1. はじめに

レーザ加工との出会いは、卒論が終わった春休みのことだった。卒研で取り組んだ歯車の歯当たり評価に関する研究から、修士では FRP 製プリント基板の小径穴加工に関する研究にテーマ変更することになった。1990 年代当時、サブミリ径のドリル加工が主流だった当該分野において、これからはレーザ加工が新しい技術として注目されると思うから面白いはずだよと研究室の先輩が背中を押してくれた。修士 2 年になるときに研究室に新しいレーザ加工機が導入され、その立ち上げなど貴重な経験をさせていただいた。そして先輩の言葉通り、レーザ穴加工がドリル加工を凌駕するほどにプリント基板業界に広まるのを目の当たりにした。それ以降、企業技術者時代も、また大学教員になった現在も、レーザ加工に関する研究テーマに取り組ませていただき、加工ツールとしての多彩さと奥深さに魅了されている。本報では、筆者が経験したレーザ加工に関するセレンディピティの事例を 2 つ紹介する。

2. レーザ加工に関するセレンディピティの事例紹介

2.1 実験中の洞察が追い求めていた目的への道に遭遇

大学院修了後は、セラミックコンデンサを主力とする電子部品メーカーに就職した。セラミックスのレーザ加工の研究開発に取り組むことになり、入社早々にグリーンシートセラミックスに均一かつ一括で所定エリアにレーザ照射する技術の研究開発を任された。上司を含め周囲の方々に支えられながら、技術目標を達成したものの、実用化には至らなかった。しかし、その技術を知った他部署から、別材料での応用の相談があり、新規のテーマとして取り組むことになって、熱くなった。

本テーマでは、スポットレーザを高速スキャンさせながら平滑平面を有する凹部を創製することが求められた。多数ある条件パラメータを変更してプロセスマップを作成したがうまくいかず、加工面には耕した畑のように細かな凹凸ができ、表面観察、表面分析、表面性状測定などできることは何でもやったが成果がでなくて苦労した。開発納期に何とか間に合わせねばと血眼になって加工面を観察していたとき、それまでは良さげな結果の方ばかりに目が行っていたが、ふと悪い結果の方の画像が目に入り、当初はランダムにしか見えなかった凹凸にかすかな規則性があることに気が付いた。その要因を照射条件と照らし合わせ、あえて良くないと思われた条件範囲で現象把握を進めてみたことが加工面創製メカニズムの解明につながり、開発完了にこぎつけることができた。

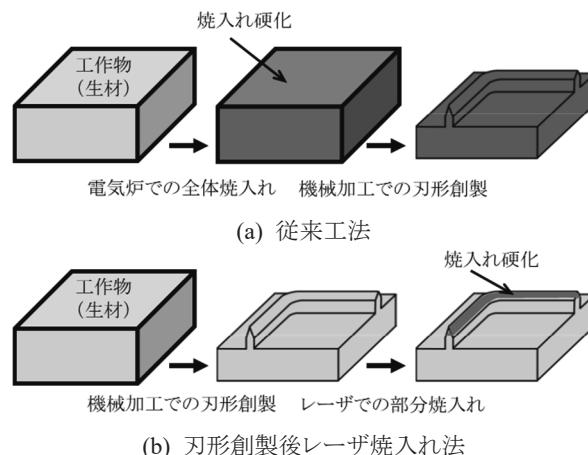


図 1 従来工法と刃形創製後レーザ焼入れ法

何とかせねばという強い思いと、何か法則があるはずだという思いから、ふとしたときに気づきを得た経験であり、実験中の洞察が追い求めていた目的への道を偶然に発見した例だと思っている。

2.2 思考中の思いもよらぬ閃きとの出会い

前職の滋賀県立大学に、中川平三郎先生(現在、滋賀県立大学名誉教授、中川加工技術研究所所長)の研究室に助手として着任した 2005 年当時、企業からの技術相談であった極小刃物の先端部のみをレーザで焼入れ硬化する研究に参画させていただいた。機能フィルム等の打抜き加工に用いられる刃幅 1 mm 程度以下の極小刃物には、刃先部の耐磨耗性が要求されるため、焼入れ硬化処理が必要とされていた。従来は、鉄鋼材工作物(素材)を電気炉などで全体焼入れした後に、機械加工で刃形を創製する工法(図 1(a))がとられていた。しかし、焼入れ硬化した領域を機械加工するために工具摩耗が促進されて工具寿命の低下を招き、加工コスト増大の要因となり得るため、図 1(b)に示すように工作物(生材)に機械加工で刃形を創製した後に刃先部のみをレーザで焼入れ硬化できないか、というものであった。

曲線形状極小刃物に対してでも、工作機械の運動精度および加減速も考慮して照射条件を設定することで対応することで実現できる良好に焼入れする(刃先の鋭利さを維持しつつ刃先部を硬化処理する)ための照射条件が見いだされて、「刃形創製後レーザ焼入れ法」が開発された。しかし、適応できる照射条件範囲が狭いうえに、刃形状によって良好に焼

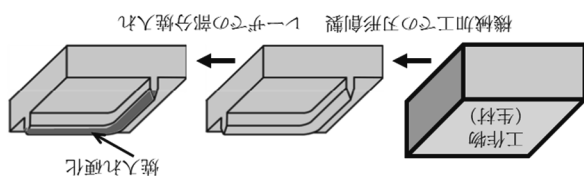


図2 対面席の資料の図の見え方

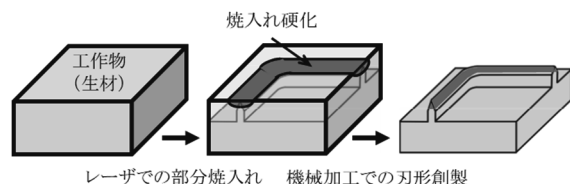
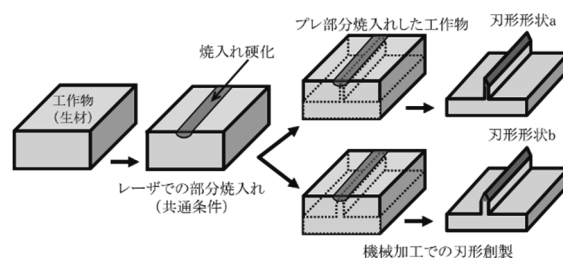
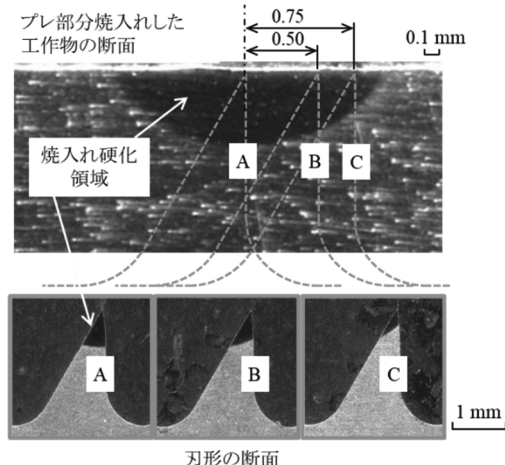


図3 レーザ焼入れ後刃形創製法

入れできる条件範囲が異なること、さらに刃先稜線が複雑曲線形状の場合は、条件範囲が一層狭くなる(指令送り速度を遅くして低能率化せざるを得ない)ことなど解決すべき課題が残った。私の居室で、その対策検討ミーティングしていたときのことである。いまでも、ノート PC は一人一台持ちで、打合せは画面を見ながら、そしてオンラインツールを使えばいつでもどこでも実施可能というのが当たり前だが、当時は参加者全員分の打合せ資料を紙に印刷して配布し、ホワイトボードを机の奥にしながら、対面で膝を突き合わせて議論する時代であった。議論が進んでふとしたときに、向かいの席に座っていた学生の手元の資料が視界に入り、図 1(b)の工程の図が逆さまになって、私からは図 2 のように、レーザーでの部分焼入れが左側、機械加工での刃形創製が右側に見えた。その図(の見た目)が頭に残っていて、ミーティングが終わって一人部屋に残ってホワイトボードに工程のイラストを書いているときに、閃きが舞い降りた。細かな条件どうこうでなく、そもそもの発想を転換して、レーザー焼入れを最初にやってしまったら(レーザーでの部分焼入れ→刃形創製の順にしたら)どうなるだろう?と考へて描いたのが、図 3 に示す「レーザー焼入れ後刃形創製法」である。本工法では、工作物平面にレーザー照射するために焼入れ条件範囲が広い上に、照射面が溶融する条件をも適用できる可能性が高いなど多くのメリットが期待でき、これは行けると直感した。そこで、急いで共同研究者である中川先生と田邊先生(現滋賀県立大学教授)に話をしたところ、面白いので進めてみようということになった。これに端を発し、本工法によれば、レーザー焼入れ部にある程度の幅があるので刃先稜線が微細曲線状であっても対応できるようになること(図 4)や、レーザー焼入れ硬化領域の形状がレーザー走査方向に対して垂直断面では半月状になることを逆手にとり、刃物内の硬化領域形状を自在に変えることができること(図 5)などを実証することができた。

思考中の段階での閃きを得て、追い求めていた目的への道を偶然に発見した例だと思っている。課題に対して何とか解決したいという思いがあったからこそ、些細なことが自身のアンテナにかかった(セレンディピティ創出の)瞬間を経験できたと考えている。

図4 レーザ焼入れ後刃形創製法の効果
(刃形形状が異なる刃物への適応)図5 レーザ焼入れ後刃形創製法の効果
(硬化領域の制御)

3. おわりに

セレンディピティは、「偶然の…」と言いながら、ボーっと待っていてやって来るケースは極めてまれで(と私は思っていて)、小さなヒントに気づける準備が大切であり、その偶然を見逃さず引き寄せることも必要ではないかと思っている。実験や思考において、何かお宝が潜んでいるのではないかと、探し出せないかという意識(ワクワク感)を持ちつつ研究開発に取り組み、そのお宝を見逃さない姿勢、粘り強く現場で現物を見て現認する姿勢や環境が必要だと考えている。

いくつかの生成 AI に「あなたはセレンディピティを創出できますか?」と尋ねてみたところ、(自分ではできないが)お手伝いはできるそう。そういった技術やツールが今後どのように発展していくのかわからない。ただ、若い人に向けては、上手に活用しつつも、自ら創出したいと思う気持ち、またしようとする姿勢はいつまでも持ち続けていただきたいと思っている。

4. 参考文献

- 1) 森田昇:「セレンディピティの実相〜その背景と実際〜」への誘い, 69, 4 (2025) 202.



【小川 圭二】(おがわ・けいじ)
・龍谷大学
・e-mail: ogawa@rins.ryukoku.ac.jp