

製造プロセスへのブルーレーザ導入はエポックメイキングとなるか

編集部

自動車関連で最近のビッグニュースは、内燃機関エンジンの新車販売についてのドイツとEUの合意である。ただし、合成燃料の使用を条件としている。合成燃料は、ガソリン並の価格は期待できないので、この合意は、2035年以降もガソリンを使用するエンジン車の販売容認に等しい。

電気自動車(EV)に使用するバッテリーに関しては、米国エルギー省オークリッジ国立研究所の研究チームは、「全固体電池の商用規模製造は、電気自動車メーカーのゴールである。これらのバッテリーは、高速充電、長寿命の可能性があり、現在市場にあるリチウムイオンバッテリーよりも安全に動作するからである」と説明し、現在、中国メーカーがトップを走るバッテリー市場の先行きを展望している。

実際、2023年1月MOTORTRENDによると、今年、米国証券取引所に上場予定の米サクー社(Sakuu)の全固体電池は、現状で800Wh/lと紹介されており、現行のリチウムイオンバッテリーの平均350～500Wh/lの性能をはるかに上回っている。電動化の流れは着実に進んでいる。

以下では、今年2月、European Automobile Laser Application (EALA)で自動車部品加工向け可視光レーザ(Visible laser processing for e-mobility parts)について発表した株式会社デンソー、白井秀彰氏にEV市場のトレンド、自動車部品製造に投入されている同社の多彩な技術、今後稼働が予定されている新規導入ブルーレーザにおける加工プロセスについて聞いた。

EV化のトレンドへの対処

—EVプラットフォームは、この先10年CAGR 28.7%で成長するとレポートする調査会社もあるが、電動化の潮流を必然と見てよいか。

EUでは、電動化で国ごとにレギュレーションを決めてルール化している。それに合わせるには内燃機関のエンジンを使わない流れは避けられない。

トヨタが、ハイブリッドで技術的に先行しているのだから、中国やドイツは、あえてEVを別のアイテムとしての対抗馬として位置づけ、自分たちのインセンティブ、強みを活かそうという動きだと見ており、必ずしもテクノロジー

—だけの議論ではないと思う。

—EUでは、中国メーカーが優勢であると考えられているか。

BEVの普及速度と量からいって中国は重要な地域の一つである。ただ相手はEU(ドイツ)というよりも中国での独自開発・供給体制を組む米テスラ社(Tesla)であったり、開発スピードと安さを持つ中国地場メーカーも同様に脅威である。割り切って設計、生産したのも採用されている中、これまでのような高品質で押していく戦いではとても対応できない印象もあり、品質・安全を重視するデンソー(日本)に



株式会社デンソー 白井秀彰氏
先端プロセス研究部 機能創成研究2室
担当次長 表面性状制御課長 博士(工学)

—としては、そのような割り切り方は相当に厳しい。

中国勢がヨーロッパ市場に増えているとはいっても、欧州も電動化に向けての製品開発、アプローチは進めており、最後は品質などの面で中国よりも付加価値がつけば、市場を獲得できる。中国メーカーも国内市場での需要がそもそも大きいので、そちらに引っ張られてEVは中国が台頭している。最近では、低コストEV車がグローバル展開され、市場での脅威となっている。

中国BYD社だけでなく、テスラ社もうまくアライアンスを組みながらグローバル展開している。

—電動化の潮流の中で、内燃機関、ハイブリッドの今後についての見方はどうか。

アジア圏、南アフリカなどでは、依然として内燃機関のクルマが伸びる潮流があり、われわれとしては、単に

サーマルシステム	パワートレインシステム	エレクトリフィケーションシステム	モビリティエレクトロニクス	先進デバイス
 Car air conditioning	 High pressure injector for direct gasoline injection	 Inverter	 Stereo image sensor	 solar sensor
 Water cooled intercooler	 Diesel common rail system	 Motor generator	 millimeter-wave radar	 Steering torque sensor
 Radiator	 Variable Cam Timing (VCT)	 Alternator	 Driver Status Monitor	 Matrix IR sensor
 Electric freezer	 Axle pedal module	 Wiper system	 Engine control ECU	 Automotive power module

図1 E-Mobility に使う車載主要部品。インバータ、モータジェネレータ、ミリ波レーダー、各種センサ、自動車用パワーモジュールなど数多くEVで使われる

EVシフトというのではなく、全体を俯瞰して、それぞれに対応していく。内燃機関のさらなる燃費向上、構造改革もすると同時に、EVに向けたアプローチも合わせて、全方位でやりながらデンソーの強みである材料、半導体、ECU、熱マネジメント、電動化、工法の技術をすべてそろえている点を上げていく。また、OEMとの分業が進む中、個別の制御から統合制御が主流になってくる流れもある。そうなるのであればすべてを自社で対応できる強みはある。一方でBCPの観点やコスト競争力の観点からすべてを内製で対応することが不利になる要素もあるため、技術を構想設計の中で戦略的にどのように調達を組み合わせるか柔軟性を持った構えが非常に重要となる。

—中国メーカーの強みはどこにあると見ているか。

一番大きいのは、中国の意思決定のスピードが速いことだ。日本企業の場合、そのリスクを事前に熟考する分だけそのスタートが遅くなる。彼らは国の助成を受け、ややもすると安全面を度外視してチャレンジをしていく。また、リサーチ力もあり、情報収集力が優れている。日本の場合、リサーチは行っているとしてもそれが緻密な分、スピードが遅くなる。

—ビジネスも国同士のバトルではあるが、その対処法はあるか。

中国メーカーと正面から付き合うというよりは、パートナーシップを結ぶという選択のほうがお互いにメリット

が出る。互いに違う活路を見出せる可能性があるからだ。そのアプローチをとらないと、日本はグローバルな動きという面での後れをとる。その点は柔軟に意識を変えることが必要である。

部品製造に多様な技術

—EALAのプレゼンでは、自動車部品製造の課題として、高速、低コストで多様な集積部品の製造、高品質と柔軟な製造について紹介されているが、必要となる技術にはどのようなものがあるか。

まず、レーザは、エポックメイキング(新時代を開く)のたびに進化してきている。過去を振り返るとCO₂から始まり、パルスYAG、CW YAG、半導体レーザ、グリーン、超短パルス、E-



図2 デンソーウェーブ組込型「XRシリーズ」

UV、ブルーなど、現在、さまざまなレーザーが登場し普及している。用途も溶接以外で、切断、穴開け、ガラスの加工やクリーニング技術にもレーザーが使用されている。

自動車部品では、レーザー溶接の箇所が非常に多い。モータジェネレータでは、銅の平角線や丸線が組み上がっている箇所が120～200あり、それを全部溶接する。編み込みの仕方でも工夫が必要だ。いろいろな小さな部品を溶接してアSEMBリしたものだ。例えば、インバータは溶接箇所は何百点もある。多彩な材料の組合せもあるので、車輛のようにアルミ同士のよう限定された材料ではなく、時にはアルミと銅、アルミと樹脂、鉄系とアルミなど、いろいろな組合せがある。しかも耐食性を持たせるにはめっき処理をする。めっきを介した接合など、いろいろな組合せがある。必ずしも、レーザーを使えばいい、あるいは、溶接すればいいというわけではなく、接合面でのクオリティのところが非常に大切であり、多くの製品群にはその難しいノウハウが結集されている(図1)。

—単にレーザーを導入すればよい、というわけではないように思われる。

今後もレーザーは進化するが、そのためにはレーザーの選択だけではなく、ユーザー側がレーザーを最大限有効に活か

すための製品構造、品質保証面での思慮深い検討が十分にできるようにならないと普及していかないだろう。そこはレーザーメーカーと情報交換しながら、取り組んでいるところである。

—レーザー以外の技術との組合せ、最終的な溶接に至るまでのプロセスで重視している点についてどのように考えるか。

製造ラインでは、細かい部品は、パーツフィーダーという供給装置があり、そこに投入して、自動供給される。例えば、圧入工程は、複数の部品を嵌合して仮固定し、パレットに組まれて次の工程に進む。溶接工程でピックアップして治具にセットされ、溶接位置が決まりレーザー照射される。製造ラインは、素材(材料)→部品加工→組付け→検査を経て、最終的に製品になる。それが1つのラインとなっている。

最近ラインをコンパクト化してハイサイクルで生産性向上を追求しているが、それでも短いもので10メートル、長いもので30メートル、冷暖房のラジエータのろう付け工程は特に長く、50メートル以上にもなる。

その製造プロセスは、機械加工(切削、鍛造、プレス)された部品を洗浄し油や異物を除去し、複数の部品を組付け溶接する。材料から機械加工、最後に組付けするのが溶接である。溶接工程は、『品質の最後の砦』だと考えており、非常に重要な工程であるが地味な縁の下の力持ち的な存在である。

ただし、溶接を単に1つの作業工程として考えた場合、レーザーを上手に選択して、使うことができればすべてが解決されるということでは決してない。

—アプローチを変える必要があるという点か。

われわれとしては、『品質は自分た

ちで作り込む』が基本的な考え方でDNAとして刷り込まれている。レーザー技術と品質の底上げできるかが肝心であると考えている。今後もさらにレーザー加工が普及するかどうかはこの点にかかっている。

—海外と日本とでアプローチの仕方に違いはあるか。

海外では、皆がさまざまなことを理解しながら情報をオープンにして、ある程度のところまでは共通化する。その先で、それぞれが自分たちの付加価値をつけた差別化製品にもっていく。反対に、日本は各社それぞれで情報を囲い込むクローズドの傾向が強いかも知れない。レーザーを使う上で成功も失敗もあると思う。だが、その成功と失敗をオープンにすることができれば、革新的な製品開発につながっていく可能性が生まれる。もしこれができればまさにここがレーザー普及の1つのポイントになると考える。

—製造ラインに導入されている技術としてはどんなものがあるか。

要素技術は上流から行くと、材料、材料の組成、表面処理のめっき、機械加工である切削技術、鍛造(型)プレス、油や異物を除去する洗浄技術、その後、精度よく組付け溶接する圧入・溶接技術、それぞれに検査技術があり、最後に品質保証技術がくる。

われわれ、先進プロセス研究部(旧生産技術研究開発部)には、すべての要素技術のプロフェッショナルがいて、そこで新しい技術を使って、現状の設備からさらにハイサイクルにし、精度を上げる。計測技術もあるので、視覚的に形状を瞬時に判別する。計測器、カメラなどは、購入して使えるものもあるが、それでも分解能、アルゴリズム

ムを自分たちで組み上げないとできないものもある。データ処理の仕方を技術的に改良していく。

—ロボット技術は自社開発したものか。

ラインに入っているロボットは、組み付け用のロボットとして日本で一番使われている。これは独自技術である。デンソーのロボットは、コンパクトで、部品を移し替え、たくさんあるパーツを移動させるところが得意である。ロボットが、0.5mmのシャープペンの芯を取りに行き移し替えることもできる。デンソーには、ロボットや産業機器を開発製造するグループ会社もあり、皆さんが使用しているQRコードの開発元である。あえて特許にしないで技術を普及するためにオープンにしていることも興味深いエピソードである(図2)。

なぜブルーレーザを使うか

—EV化で、銅材料の適用が増え、ブルーレーザが多く使われるようになると考えてよいか。

電気を流すときの損失を考えると銅材料を採用する。アルミでもいいが、アルミの場合はサイズが大きくなる。モーターなど、小型で性能を出すには銅が必要になる。

今までのレーザのデメリットとして、吸収反射のプロセスが銅では難しいと言われてきた。波長が短くなるブルーやグリーンが注目されているのが、銅の吸収が上がることである。

ブルーレーザのポテンシャルを引き出せるのは、インバータ、電池、モータ(3種の神器)がベース、周辺のセンサ、パワーカード端子の溶接である。例えば、レーザーライン社は、高出力ダイレクトLD発振器のパイオニアで、キロワット級ブルーレーザもいち早く

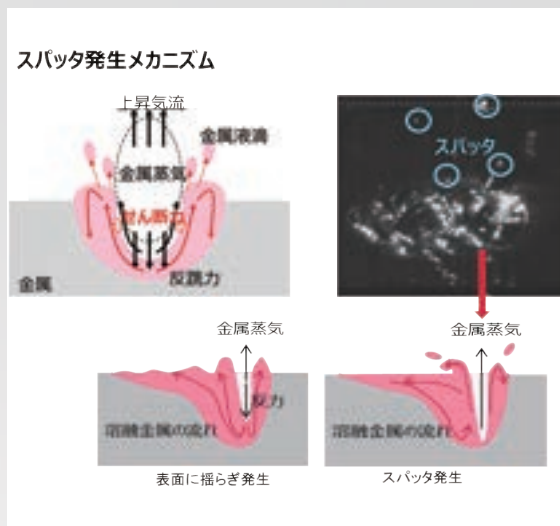


図3 スパッタ生成のメカニズム

市販化されおり、他社には無い圧倒的な技術力と信頼性の高い発振器となっている。また、光学系のバリエーションもあり、面で照射できるので一括・大面積処理等、いろいろなアプローチで生産技術の革新ができる可能性もある。元来、ろう付けでやっているようなラジエータ部品の接合にも可能性がある。吸収特性からも材料中のニッケル量が多いところにもブルーが使える可能性もあるので、インジェクタなど従来製品への適用、レーザのリプレイスの可能性がある。

銅材料だからというのではなく、現状の生産技術を変革し、エポックメイキング創出の可能性があるのがブルーだと考えている。今後もさらに技術革新を進め、可能性を模索していく。

—ブルーレーザを使うことで得られるメリットは何か。

従来の技術では、大量のエネルギーを投入してスパッタが出ていた。ブルーレーザでは、必要なところに必要なだけ熱を入れることができるプロセスが可能になるので、狭小部でも熱ダメージは少なく溶接ができる可能性がある。つまり、スパッタレスになる。

また、二次災害のスパッタがなくなったところは、大きなメリットだ。樹脂が近くにあったとき、レーザは吸収と反射が伴うが、吸収よりも反射の影響が大きい。ブルーレーザの場合、反射が少なくなるので、必要なところに必要なだけエネルギーを入れれば、近くに樹脂があってもダメージが少ない。このようなポテンシャルを重視している(図3)。

—ブルーレーザのデメリットとその克服で重要な点は。

ブルーレーザにも、長所と短所がある。IRと比較してビームの広がり大きい点や、焦点距離が短いことなどはデメリットかもしれないが、そこを上回るポテンシャルを引き出す光学設計をすればよい。そうするとスパッタレス、熱影響が少ないなどの長所が際立つ。スパッタレスとなると製造現場で異物が出なくなるなどメリットのほうははるかに大きくなる。

ブルーレーザを使った加工プロセスでは、すでにいろいろな新しい結果が出ています。今年以降、電動化製品へ適用し、社会実装できる目処が立っており、展開が楽しみである。