

自動車パワートレイン製造のための 高度なソリューション

アンドレアス・ムーツ

ポストプロセス検査で、100%のトレーサビリティを実現

自動車メーカーとそのサプライヤーは、大きな課題に直面している。何十年もの間に徐々に進化して確立された自動車パワートレインの分野に、自動車の電動化によって、巨大な破壊的変化がもたらされようとしている。

一見したところ、従来のトランスミッションなどの部品のレーザ溶接に、将来性はないと思うかもしれない(図1)。内燃機関やトランスミッションなど、ほとんどのパワートレイン部品がこの世から消えて、電力装置、バッテリー、パワーエレクトロニクスで置き換えられるためである。

本当にそうなのか？

さまざまな利害関係者が、異なるパワートレイン原理の市場シェアの予測を試みている。

例えば、ドイツの大手自動車部品の1つであるシェフラー社(Schaeffler)は、30/40/30のシナリオを予測している。つまり、2030年までに純粋な電気自動車(EV)の市場シェアが30%、ハイブリッド車(HEV)が40%、1つの内燃機関を搭載する従来型のパワートレインが30%になると考えている⁽¹⁾。

これは、新たな課題を生み出す。電気パワートレイン部品の搭載によって、自動車の重量は大きく増加し、自動車が内燃機関を使用している場合も加速が必要になることから、二酸化炭素(CO₂)排出量と燃費が高くなるためである。電気自動車の環境保全のメリ

ットと相反するこうした問題を回避するために、車両重量の削減に全力を挙げて取り組むことが求められる。しかも、多大なコスト圧力の下で、それを行わなければならない。顧客にとってバッテリーが高額になることが、すでに明らかになっているためである。

接合加工全般、特にレーザ溶接は、パワートレイン部品の重量とコストの削減を可能にする実現技術である。図2は、その完璧な例である。ここでは、大きなギヤをデフケースにボルトで固定する代わりに溶接している。この加工技術は、10年前に高級車を対象に導入されたものであるため、重量とコストの削減を簡単に達成することができる。現在、この技術は、コンパクトカーや大型トラックから高性能スポーツカーに至るまでのあらゆるカテゴリの車両に適用されている。この加工は、最先端製造システムの要件を示すものとしても、好例である。

図3は、個々の部品(ギヤと[アセンブリ前の]デフケース)から、アセンブリ可能なデフ(ディファレンシャル、差動装置)を製造するための、接合処理を構成する工程を示している。この一連の工程によって、レーザ溶接のデフを、非常に短いサイクル時間(30秒未満)で製造できる場合もある。

溶接前に、データマトリックスコード(DMC: Data Matrix Code)の読み取り、溶接部のレーザクリーニング、監視下でのプレスといった、その他の工程が行われる。溶接後には、溶接表面のワイヤブラシ掛けが行われる。その後、振れ量ゲージによる部品形状のチェックと、超音波欠陥検出試験による溶接接合部の完全性検証が行われる。

溶接済みデフの100%のポストプロセス(プロセス後)検査は、注目に値する。部品ごとに、品質データを測定して保存することにより、100%のトレーサビリティが達成される。ここ数年、特にパワートレイン製造に最新の固体レーザが導入されてから、システムと



図1 標準的なレーザ溶接のパワートレイン部品。



図2 レーザ溶接されたデフ。

プロセスの安定性が向上したことを考えると、これがますます注目に値することがわかる。このような動きが促進された背景として、大量生産を行うあらゆる分野において、ゼロ欠陥戦略が求められていることがある。

図4は、超音波試験結果を示している。基準は一般的に、検出された溶接不具合の数およびサイズと、不具合の累積長である。

超音波試験装置を利用するのはなぜか。実証済みで十分に確立された、多数のインプロセス（プロセス内）監視用のソリューションが存在する。例えば、シームトラッカーやプラズマモニターのほか、より新しい手法としては、光干渉断層撮影（OCT：Optical Coherence Tomography）などがある。なぜ、

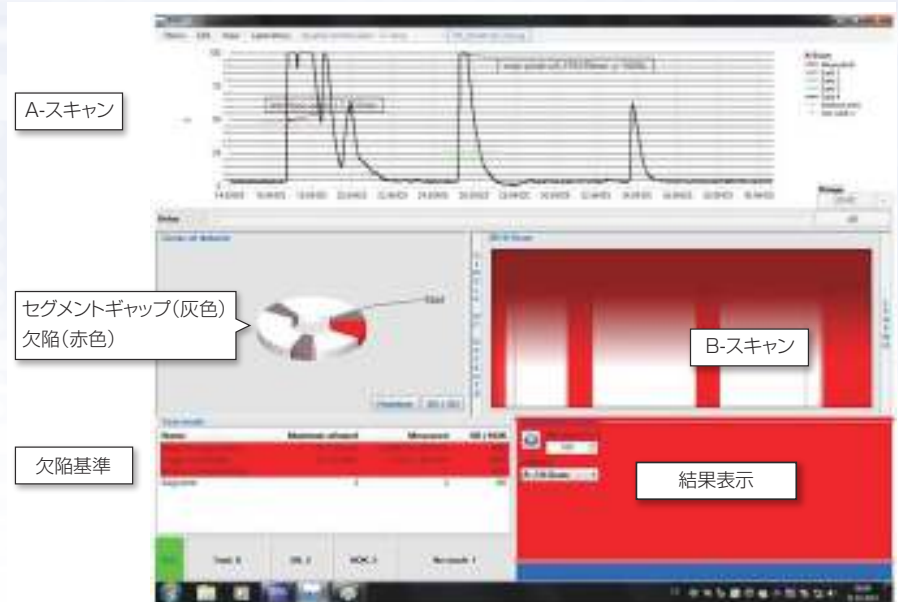


図4 超音波試験結果の例。

超音波による欠陥検出が必要なのだろうか。

すべてのインプロセス手法に、1つの本質的な欠点がある。つまり、部品ではなくプロセスを監視していることである。それらは、プロセスから出力された信号を検出し、それを使用して、監視とクローズドループのプロセス制御を行う。インプロセス手法は、最良でも故障状態を指し示すことしかできず、製造された部品が良品であるかどうかを判定することは決してできな

い。超音波欠陥検出などのポストプロセス手法は、連続溶接をチェックし、溶接がなされているか、亀裂やポア（気孔）などの不具合がないかを、判定することができる。また、判定が正しいかどうか確信が持てない場合は、判断が難しい部品を使用して、試験装置を検証することができる。

当然ながら、長所があるところには必ず短所もある。米国の試験では、ハードウェアの追加が求められており、それに合わせて加工対象物を設計する必要がある。例えば、継手に対して水が使われるので、後で部品を乾かす工程が必要になる。しかし近年では、ゼロ欠陥戦略を実現するための手段として、超音波試験装置が組み込まれた製造システムがかなり増えている。

参考文献

(1) See <http://bit.ly/ilsref2>.

著者紹介

アンドレアス・ムーツ (ANDREAS MOOTZ) 博士は、独EMAGオートメーション社 (EMAG Automation) 社長。
email: amootz@emag.com
URL: www.emag.com

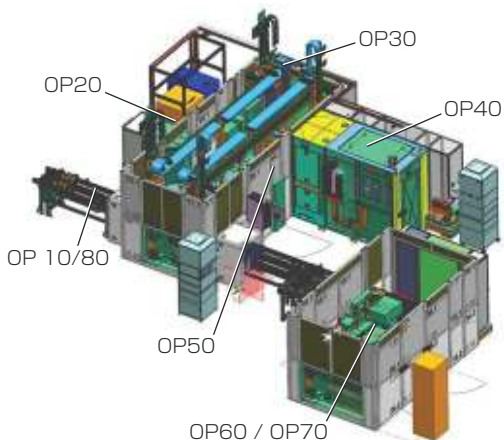


図3 EMAGオートメーション社のデフ用レーザー溶接システムの構成図。

- OP10 • 個々の部品のロード
• 検査
- OP20 • レーザクリーニング
- OP30 • アセンブリ/プレス
- OP40 • シーム検出
• レーザ溶接
- OP50 • ブラシ掛け
- OP60 • 振れ試験
- OP70 • 超音波試験
- OP80 • アンロード