

# 赤外溶接用サーマルイメージング検査システム

ジム・テータム

## 赤外溶接用に開発されたサーマルイメージング検査システム

米モビサーム社 (MoviTherm) は、赤外溶接で使用するためのサーマルイメージング検査システムを開発した。

赤外溶接は、赤外線を照射して物体を結合する手法で、高熱を集中的に当てて物体の指定面を溶融することによって、構造的強度に悪影響を与えることなく、物体を結合または融合するものである。結合する物体を溶接用固定具 (結合する物体の保持/位置決め/固定を行うための工具) の中に配置し、結合する2つの物体の間の最適点に熱が集中するように赤外熱源 (エミッタ) の位置を調整することによって、この処理が行われる。エミッタは、プラテンと呼ばれる装置の中に設定/設置され、結合する物体の間に照射するように位置調整されて、溶接のための最適な温度まで加熱される。

赤外線エミッタは基本的に、石英ガラスでできた電球である。溶接に必要な熱エネルギーを生成して集束する。1つのエミッタで、3300°F ~ 4400°F の熱エネルギーが生成可能で、1秒以内にこの動作温度に達することができる。結合する物体の指定領域は、数秒で溶融し、その後、機械的に圧力をかけることによって物体が溶接される。

熱可塑性プラスチック材料の結合に特に有効な赤外溶接には、他の溶接/締め付け手法に勝る、複数の重要なメリットがある。消費エネルギーが低いために、エネルギーコストが低いこと、非接触でパーティクルフリーの処理で

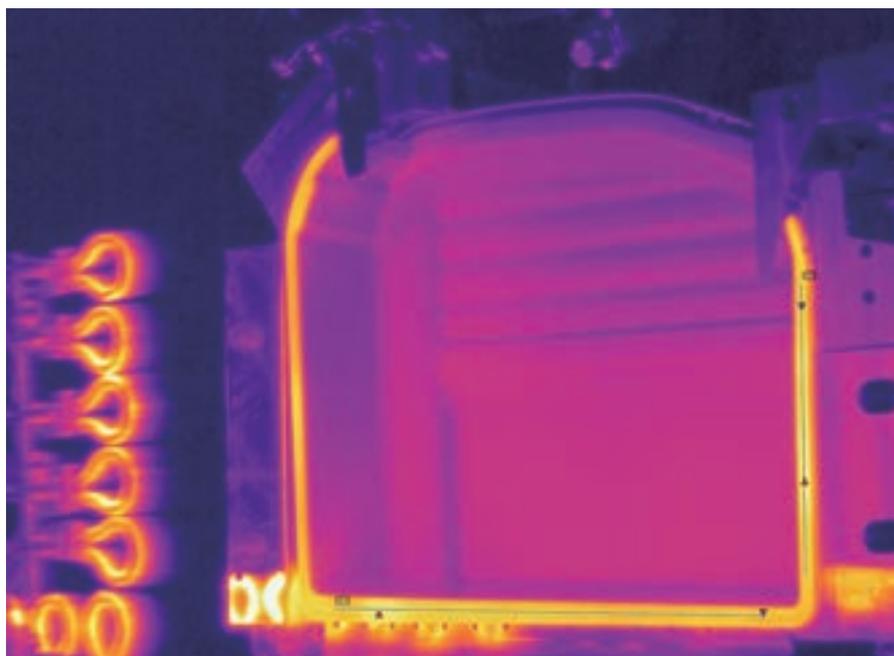


図1 赤外溶接部品のサーマル画像 (本稿の写真はすべてモビサーム社提供)

あること、ハーメチックシールが生成されること、多様な材料に適用できること、輪郭分割線に制約がないことである。

### 赤外溶接の課題

赤外溶接は、非常に便利で効果的でエネルギー効率が高いが、課題も存在すると、モビサーム社で事業開発担当副社長を務めるデビッド・バーセル氏 (David Bursell) は述べた。まず、裸眼では反射しているように見えない材料を含めて、反射材料に対してはあまり有効ではない。

強固な溶接に最適な熱レベルを維持することが、この処理の重要な要素で

ある。例えば、エミッタの出力が低下し始めると、溶接強度の低い「コールドスポット」が溶接部に生じてしまう可能性がある。

もう1つの課題は、材料の均一性を維持することである。これは、予想していなかったが非常に重要な発見だったと、バーセル氏は述べた。モビサーム社のある顧客が、実生産時に溶接品質が著しく低下する状況に遭遇した。実際に、検査で警告が発せられるほどの状態だったという。完成した溶接品から原材料まで工程を遡って追跡したところ、その生産に使用された原材料が、通常とは異なる場所に保管されていたことが判明した。その場所は環境

制御が行われておらず、材料の溶接前の初期温度にばらつきが生じたために、溶接品質が低下していた。顧客のチームメンバーはこれに気づいたことで、環境制御された場所に材料を確実に保管するようになり、適切な再現可能な均一の温度を維持して、再現可能な最適な溶接を確保できるようになったということだ。

## 検査システム的设计

モビサーム社が、初めてサーマルイメージング赤外線検査システムを提供したのは、約5年前のことだと、パーセル氏は述べた。1台のサーマルイメージングカメラをコンピュータに接続することから始まったこのシステムは、その後進化したが、進化した各バージョンにおいても、サーマルイメージングカメラシステムをコンピュータシステムに接続するという構成が、基本的に基盤となっている。

可視光波長域を対象とする「従来」のカメラとは異なり、サーマルイメージングカメラは、さまざまなレベルの赤外光を捉えることによって、赤外線放射(熱)を検出する。赤外光は裸眼では見えないが、レベルと強度によっては、熱として感じる事ができる。すべての物体が何らかの種類とレベルの赤外線を放射する。しかし、サーマルイメージングカメラは、温度を測定するのではなく、熱シグネチャを解析することによって温度を計算する。例えば、消防隊は、サーマルイメージングカメラを使用することにより、厚みのある不透明な壁の向こう側にある、過熱した電線などの潜在的に危険な状況を、検出して鎮圧することができる。これは、カメラが、壁そのものの表面の熱シグネチャだけでなく、人間の目や可視光カメラでは見えない、壁の向



図2 赤外線ヒーターは、溶接する部品を素早く加熱して結合するために用いられる



図3 検査システムによって生成されたデータを表示するコンピュータ画面

こう側にある過熱電線のより高温の熱シグネチャを、捉えて識別できるためである。

同じ技術(とテクノロジー)が、プラス

チック結合と溶接用の検査システム「MoviTherm TSI」に適用されていると、パーセル氏は述べた。モビサーム社が米HAインダストリーズ社(HA

Industries)と提携して開発した、ターンキー式インラインソリューションであるMoviTherm TSIは、溶接面全体で適切な温度が維持されていることを確認するための測定を行う。

現在、この検査システムは一般的に、4台以上のカメラ、産業用コンピュータ、タッチスクリーンを装備する。カメラは、モビサム社の「FLIR A700 Smart Sensor」カメラで、640×480のサーモグラフィピクセル解像度、±2℃の測定精度、精密な電動フォーカスを備え、PoEとGenICamに準拠する。

### 検査システムの動作の仕組み

この検査システムは、顧客要件に応じて構成可能だが、その目標は基本的に同じで、溶接完了後にできるだけ早く(1秒以内)、溶接ラインのじみや温度低下が生じる前に、検査を実行することである。

「時間、見通し線、距離が重要である。物体の上にてできるだけ多くのピクセルを配置すること、カメラがスキャンする物体までのパスをクリアにすること、溶接完了後できるだけすぐに画像を撮影すること、カメラを実行可能な範囲でできるだけ近い距離に配置することが求められる」と、バーセル氏は述べた。

溶接が完了すると、サーマルイメージングカメラは、溶接品をスキャンして、画像をコンピュータに送信する。コンピュータは、カメラからの15ビットのデータストリームを取得する。その後、モビサム社が記述および開発したソフトウェアが、データの解析に使用される。

品質パラメータは、溶接するものによって異なる。コンピュータはソフトウェアを活用することによって、溶接品がそれらのパラメータを満たしてい



図4 赤外線検査システムに使用されるサーマルイメージングカメラ「FLIR A700」

るかどうかを判定する。満たしていない場合は、現場の作業員にアラートを送信するようにシステムを設定することができる。システムは、クラウドに接続して、現場以外の担当者に電子メール、テキスト、音声メッセージで、アラートを送信するようにも設定できる。必要であれば、品質を満たさない溶接品がそれ以上製造されることを防ぐために、問題が修正されるまで溶接工程を停止するように、システムをプログラムすることも可能である。

測定結果は、検査システムそのものに保存され、システムは、ネットワークやサーバーに検査結果をオフロードするためのFTP転送機能を備えていると、バーセル氏は述べた。

システムは、これらすべての機能をリアルタイムに実行すると、バーセル氏は述べた。

### 次の目標

検査システムは現在、溶接品そのものを検査するが、この検査システムを進化させるための次のステップとして

1つ考えられるのは、デュアル機能の追加である。例えば、エミッタの出力をリアルタイムに監視することにより、出力が低下したエミッタを早期に検出し、出力を自動的に調整してプラテンのその領域の熱生成を補強する。出力レベルの監視は、顧客によって既に行われている可能性が高く、出力の低下は、コールドスポットや品質の低い溶接の増加が検出されるなどの検査結果から推定することが可能だが、そうしたすべての機能が自動化されるならば、それは改善になる。また、それは間違いなく可能である。

「耐用期間の終わりに達して機能しないものなど、さまざまな状態のエミッタが存在する場合は、溶接部にコールドスポットが生成される可能性があり、それは品質問題につながる。従って、品質の低い溶接を早期に検出することができれば、企業は数千ドルもの費用を節約することができる。当社はまだその域には達していないが、それは達成可能な目標である」と、バーセル氏は述べた。