

非接触測定機を適用した プレスパネルのスポット溶接位置の評価手法

(株)アルモニコス 山根 雅則*

スポット溶接 (Spot Welding; 以下、SW) は複数枚の金属母材 (被溶接材料) の上下から電極で圧力をかけながら大電流を流し、抵抗発熱で金属を溶かし固めて溶接する方法で、ほかの溶接よりも溶接部分が小さく、仕上がりがきれいで、溶接速度が速い、熟練した溶接技術があまり必要でないなどの利点から、プレスパネルの溶接での適用が多い。SW の強度不足は重大な欠陥になるため、「圧着状態」の検査は超音波検査をロボットで実施するなどの自動化が進んでいる。しかし、SW の「位置」を保証する検査はまだ手測定で実施されており、多くの工数を要しているため、SW 位置検査時間の短縮が課題となっている。

他方、検査用のツールとして、非接触測定機の運用が 2000 年前後から始まり、昨今では、非接触測定機の精度向上、処理 PC の性能アップ、検査ソフトの改良などで実業務にも活用できるツールとなっている。また、測定機が安価になり、プレス業界内でも非接触測定機の導入、適用が進んでいる。プレス成形品の「形状変形」に対する検査や見込み修正技術への向上に大きく寄与し、金型製作の期間短縮に非接触測定機の適用効果が出ている。

本稿では、非接触測定機を金型製作業務だけでなく、生産設備業務にも活用する技術として、当社の非接触検査ソフト「spGauge (エスピーゲージ)」の SW 位置検査機能を適用した事例を紹介する。

*Masanori Yamane : AXION 事業部
〒431-1304 浜松市北区細江町中川 7000-65
TEL (053) 523-3000

SW 位置検査の現状と課題

プレスパネルの SW 位置の検査は、①目視、②手測定、③有接触測定機を使用して実施されていることが多い。

1. 目視

目視 (SW 打痕有無の確認) の場合は、図面の SW 位置に対し、パネルの該当する形状部に SW 時に行える凹み形状 (打痕) があるかを目視で確認する (図 1)。

課題: 位置ずれ誤差は不明であり、「位置」を目的とした検査はできていない。また、誤判断による検査ミスの要因となる危険があり、SW 検査のトレーサビリティ保証が困難などの課題もある。

2. 手測定

手測定による検査の場合は、事前に原寸大、または 1/2 縮尺で印刷した図面を用意し、印刷図面の特徴形状線から SW 位置までの距離と、検査する SW パネルの該当形状から SW 打痕位置までの距離を物差し (直尺定規) で測定し、誤差を評価している (図 2)。

課題: 斜面形状の SW 位置の寸法を確認するためには座標軸方向だけでなく、形状の面直方向に向けた図面が必要になり、複数方向の図面印刷に時間を要している。また、図面の特徴形状にはフィレット R 止まり線があるが、実際のパネルでは R 止まり位置は目視判断になるため、読み取り寸法は正確性に欠ける。さらに、手測定の場合は、特徴形状との相対寸法の検査であり、実際の組付け基準からの絶対座標に対する「位置」の検査には対応できていない。

3. 有接触測定機

有接触測定機による手動検査の場合は、パネルセット用の治具基準であらかじめ測定座標を登録し、治具に組み付けたパネルのSW打痕の中心位置に有接触測定プローブを接触させ、そのときの座標値を確認する。得られた座標値を検査用データシートに入力し、誤差判定をする。これにより、組付け基準からの絶対座標に対する「位置」の検査が可能となる。

課題：表裏に部品取付けのSW箇所がある場合、SW箇所が多い場合（自動車プレス部品のサイドパネルではSWは約3,000カ所）、SW忘れてパネルに打痕がない場合などの諸条件下では、測定者による人的要因のヒューマンエラーとしての測定もれ、誤測定が発生しやすく、再検査の手戻りロスが多く、検査工数の増加にもなっている。

このように、①目視ではSW位置の検査は実施できず、また、②手測定、③有接触測定機の場合でも、SW位置の検査には多くの工数が必要になっている。

非接触測定機による SW位置検査手順と工数

1. 有接触測定と非接触測定が併用可能な測定機（アームタイプ）により、SWパネルを治具に組み付けた状態で検査をする場合

- ① 有接触測定プローブでパネルセット用の治具の基準位置を測定し、パネルCADと同じ座標を設定する。
- ② SWパネルを治具に組み付ける。
- ③ 非接触測定センサでパネル表面のSWの打痕形状を測定する（図3）。

SW位置検査が目的の場合は、SW打痕形状部のみで全体形状の測定は不要のため、測定工数の低減が可能である。複数枚のパネル検査が必要な場合は、②～③を繰り返す。②のパネルの組み換え時に、セット用治具と測定機の位置関係を変更しない場合は、①の座標の再設定は不要で、そのまま③の非接触測定が可能

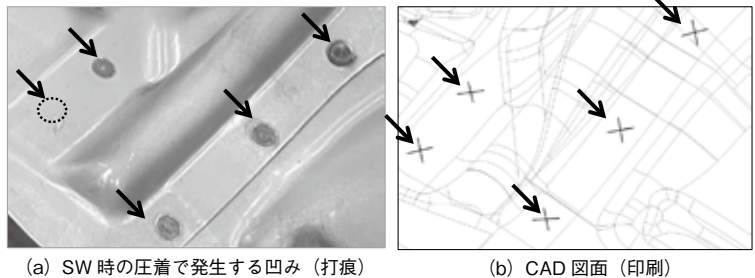


図1 目視検査：打痕の有無を目視で確認

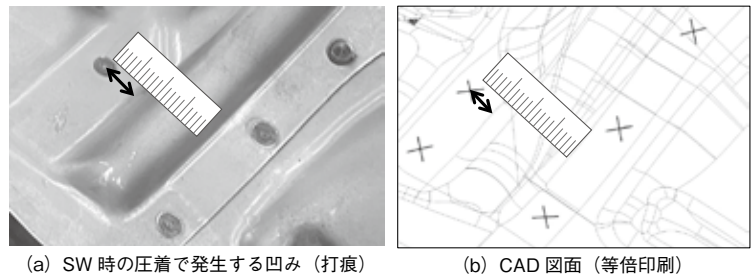


図2 手測定：位置を物差し（直尺定規）で測定



図3 非接触測定例

になる。

- ④ SW位置のCADデータ（図4）をspGaugeに登録する。

SW位置のCADデータは、形状データとは別のSW情報専用データとしてspGaugeにインポートが必要である。通常、SW位置は「×」や「○」などの記号や、「点」要素などで表現されている。2枚合わせ（母材2枚のSW位置）、3枚合わせ（母材3枚のSW位置）などのSW状態や、重点管理SW位置などの検査情報を付加するため、×や○などで区分されていることが多い。spGaugeでは×、○、点のCAD

情報から SW 検査用の基準円を自動で作成できる。SW 位置を表す記号はユーザーで異なっているため、×、○、点以外から基準円を作成する機能も開発を継続中である。

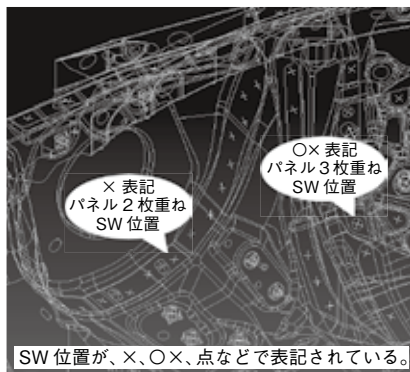


図 4 SW 位置の CAD データ例

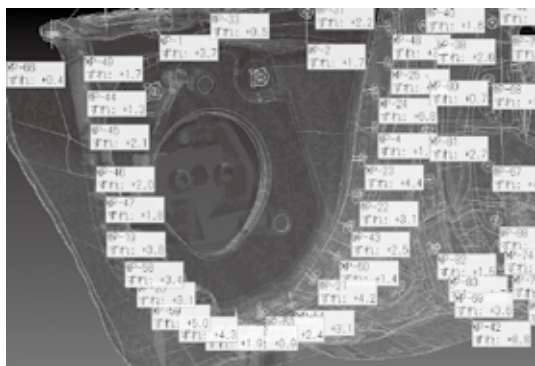


図 5 SW 検査結果の位置ずれ誤差注記の表示例

表 SW 検査の手順、工数比較 (SW107 箇所例)

No.	操作内容	有接触+非接触 治具組付けあり	非接触のみ 治具組付けなし
①	有接触測定：治具基準にて座標位置合わせ	3分 (初回のみ)	不要
②	治具に SW パネル組付け	2分 / 枚	不要
③	SW パネルを非接触測定	5分 / 枚	10分 / 枚
④	spGauge：CAD の SW 位置を登録	3分 (初回のみ)	3分 (初回のみ)
⑤	spGauge：非接触測定データをインポート	10秒 / 枚	10秒 / 枚
⑥	spGauge：CAD と測定データの位置合わせ	不要	3分 / 枚
⑦	spGauge：SW 機能で自動検査	15秒 / 枚	15秒 / 枚
⑧	spGauge：SW 機能で検出結果の確認、修正	5分 / 枚	5分 / 枚
⑨	spGauge：検査結果を CSV 出力	3秒 / 枚	3秒 / 枚
計		18分 28秒	21分 28秒
	(複数枚検査時、2枚目以降の検査工数)	(12分 28秒 / 枚)	(18分 28秒 / 枚)

⑤ 非接触測定点群データを spGauge にインポートする。

①の有接触測定で測定座標は登録済みのため、インポートした非接触測定データは CAD 座標との位置合わせが完了された状態で、位置合わせは不要である。

⑥ spGauge の「SW 検査機能」で非接触測定データの打痕形状から SW 位置を自動抽出し、CAD データとの誤差寸法を注記表示する (図 5)。

⑦ spGauge の「SW 位置確認機能」で適正に抽出されているかを確認する。

未抽出、誤抽出箇所があった場合は修正する。SW 打痕の凹み深さが少ない場合は自動で抽出ができない場合もあるが、代わりに手動で抽出できる機能も有している。

⑧ 検査結果を CSV フォーマットで出力する (Microsoft Excel に読み込み可能)。

2. 非接触測定機のみで、SW パネルはフリー状態 (治具組付けなし) で検査をする場合

前述 1. の手順中、①、②は不要であり、③～⑤の後、spGauge で④ CAD データに対して⑤非接触測定データの位置合わせをし、⑥～⑧を実施する。

1. 有接触+非接触、2. 非接触のみの場合の操作内容と工数を表に示す。いずれの場合でも大幅な SW 検査工数の削減が可能となった。

spGauge の SW 位置検査方法

spGauge の SW 位置検査方法は、非接触測定データから SW 打痕形状位置を検出し、CAD データの SW 位置との誤差を算出する。このときの検出条件として、CAD の SW 位置からの検出範囲 (面沿い方向、面直方向) を指定する。SW 位置検査は、「面沿い方向」が求めたい誤差であり、検出範囲は SW 位置判定基準の 10 mm を初期値 (変更可能) としている。

一方、「面直方向」については、複数枚の母材を SW することがあるため、CAD の SW 位置に対し、非接触測定データが複数枚の板厚を含んだ側になることも

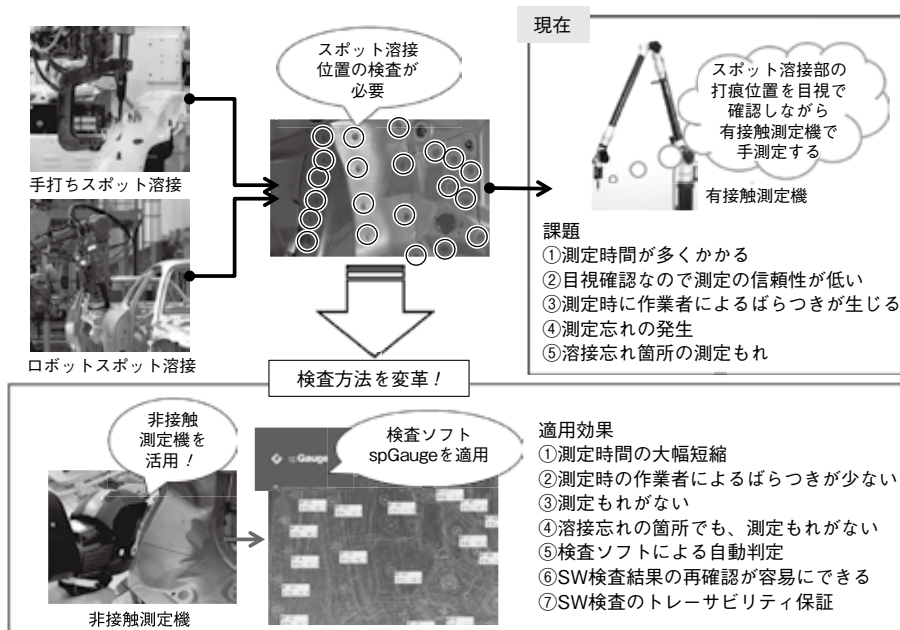


図6 非接触測定機を適用し、SW位置の検査を変革

考慮し、検出範囲は複数枚の板厚寸法を含んだ値を指定する。検出範囲が狭いと打痕形状の検出ができず、広すぎると検出時間が長くなる。面直方向、面沿い方向の検出距離を別々に必要最小限で設定することで、SW検査工数の短縮が可能となった。

また、打痕形状を特徴づけるロジックを有し、打痕の大きさ、深さ、形状の曲率なども自動検出時の条件としている。非接触測定機の違いにより測定データの打痕形状再現性に差がある。spGaugeは当社で開発しているソフトのため、ユーザーが使用する非接触測定機の測定データに則した検出ロジックのチューニングなどでの導入支援も対応可能である。

非接触測定機によるSW位置検査の適用効果

現状の有接触測定機による手動検査から、非接触測定機とspGaugeを適用した検査に変革した場合は以下の効果が期待できる(図6)。

- ① 測定時間の大幅短縮。
- ② 測定者による測定結果のばらつきが少ない。
- ③ 測定もれがない。
- ④ SW忘れの箇所の測定見落としがない。

- ⑤ 検査ソフトによるSW位置の自動検査が可能。
- ⑥ 非接触測定データで、SW検査結果の再確認が容易にできる。
- ⑦ SW検査のトレーサビリティ保証が容易になる。

☆

本稿では、非接触3次元測定機とspGaugeを適用し、効率良く短時間にSW位置の検査が可能になる手法を紹介した。SW検査時間の削減により生産設備の準備期間短縮、量産における変化点の確認、SW位置の事前検証に少しでも貢献できれば幸いである。

[謝辞]

本寄稿にあたって、試作メーカーの岡矢産業㈱に取組み状況や資料提供のご協力をいただいた。末筆ながらもここに深謝申し上げる。試作パネルは、納品全数のSW位置の保証が必要になるため、同社ではSW検査工数の削減が課題になっていた。非接触測定機を活用した改善に取り組まれている。