

局所溶接部検査装置「Mini Scanner」の紹介

滝沢 宣人* 大脇 桂**

Nobuhito Takizawa

Katsura Owakii

1. はじめに

スポット溶接に代表される各種抵抗溶接は、現在様々な分野に多く用いられてきている。特に、自動車業界では、車体の軽量化および高強度化の要求から、数多くのスポット溶接を用いてきている。しかし、これの品質管理には、従来からの破壊試験が多く用いられており、製造コストを増大させる要因の一つとなっている。このため、スポット溶接部等の局所溶接部への信頼性が高く、かつ効率的な非破壊検査手法の開発が強く望まれている。

ここでは、スポット溶接部における非破壊検査法について紹介し、より容易に検査ができるMini Scanner（超音波探傷検査装置）について述べる。

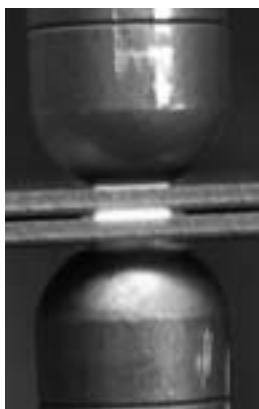


図1 スポット溶接状況図

2. スポット溶接部評価方法の現状

スポット溶接は図1に示すように通常2～4枚の薄板を重ね、これを電極チップ間に挟んで通電することで行われる。このスポット溶接部の健全性は、様々な製品の強度に直接影響を及ぼすため、適切に評価する必要がある。この評価方法の一つとして、破壊検査が用いられている。これは溶接部にたがね等を打ち込み、密着性を定性的に評価する方法であり、現在でも主流として行われている。本検査方法は溶接部を直接検査するものではあるが、製品を損傷させるため信頼性の高い非破壊検査法が強く求められている。

スポット溶接部に対する非破壊検査法は目視、磁気検査、放射性透過法、超音波探傷法等、様々な方法がある。しかし、精度、安全性の問題、コスト面等から、実際に行われている検査法としては目視と超音波探傷法が大半である。

目視はスポット溶接部の表面状態を見ることで溶接状況を確認しているが、溶接内部を検査することができないので、目視に加えて超音波探傷試験を行う場合がある。しかしながら、現在の超音波探傷法による評価手法は、スポット溶接部から反射するエコーの強度で評価する方法が多く、エコー強度に及ぼす表面粗さの影響や亜鉛メッキ鋼板ではメッキ層のみの溶着部の影響等の誤差が評価に大きな影響を及ぼす。また、用いる探触子に

* 研究開発事業部 生産技術部

** 研究開発事業部 生産技術部 課長

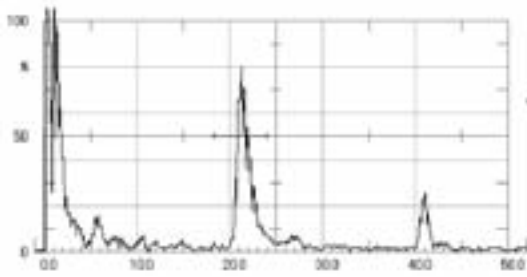


図2 A スコープ波形

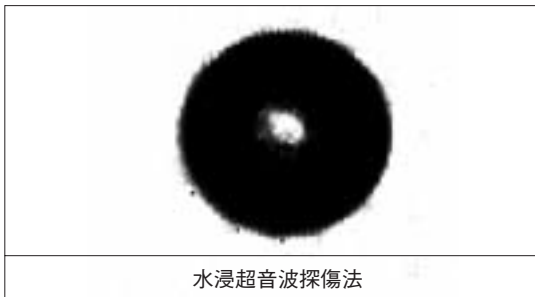


図3 水浸超音波探傷試験装置による
スポット溶接部検査結果

よってはナゲット（溶融凝固部分）全体を評価できない場合が生じる等の問題がある。

3. 超音波探傷法の今後の展望

スポット溶接部の超音波による評価方法では、超音波探傷機器を購入してもその後使用しなくなるケースも多いと言われている。その理由の一つとして図2に示すようなAスコープ波形（横軸：時間、縦軸：エコー高さ）のみの判断となり、試験体への探触子の接触状態で波形に差異が生じ、このために検査には熟練技術者が必要となり、スキルの無い作業者が検査しても同一の判定をすることが困難となることも要因の一つとしてあげられている。

このように超音波検査方法が普及しない大きな要因はAスコープのみで評価することにあると考えられるが、この対策として、スポット溶接部全体を画像として表示する方法がある。その一つ

が水浸超音波探傷試験である。これは水を張った水槽に検査対象物を投入し、溶接部全体を細かいピッチで探傷して結果を画像化(Cスキャン画像)する方法である。この水浸超音波装置を用いて、スポット溶接部を検査した例を図3に示す。このように溶接部全体を画像として表示することができ、中央に未溶着と思われる箇所があることが分かる。

しかし、この方法を適用するには様々な制約がある。例えば、スポット溶接部1点の狭い領域のみを検査する場合でも検査対象物全体を水槽に入れて検査しなければならない。また、検査対象物を水に投入するため、場合によっては製品に錆が生じる等の問題が生じ、検査後の後処理が必要になる。さらに検査速度が遅く設備も大きくなる等の欠点がある。このようなことから、例えば自動車車体のような複雑な形状を持つ構造物への適用や、製品全数を検査することは困難である。しかし、図3に示したように水浸超音波探傷法は、溶接部全体を画像化して評価することができるので、非破壊検査法として適用できる可能性を有している。

4. Amsterdam Technology 社製「Mini Scanner」

前項にて水浸超音波探傷試験による超音波検査の可能性といくつかの問題点を示した。種々調査の結果、この問題点を解決し、コンパクトかつ容易に使用できる装置として図4に示す Amsterdam Technology 社(オランダ)製、超音波探傷装置「Mini Scanner」を紹介する。

4.1 Mini Scanner について

Mini Scanner は可搬サイズの高解像度局所水浸超音波探傷装置であり、狭い領域を検査する際に非常に有用な装置である。この装置は水浸超音波探傷試験装置とほぼ同等の探傷能力を有してお

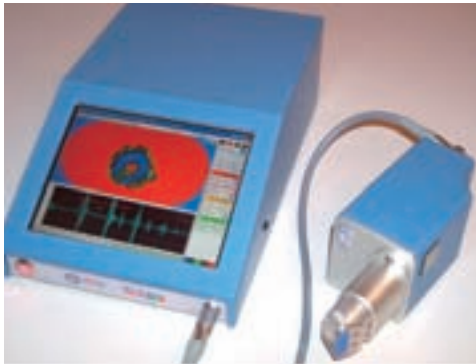


図4 Mini Scanner 外観写真

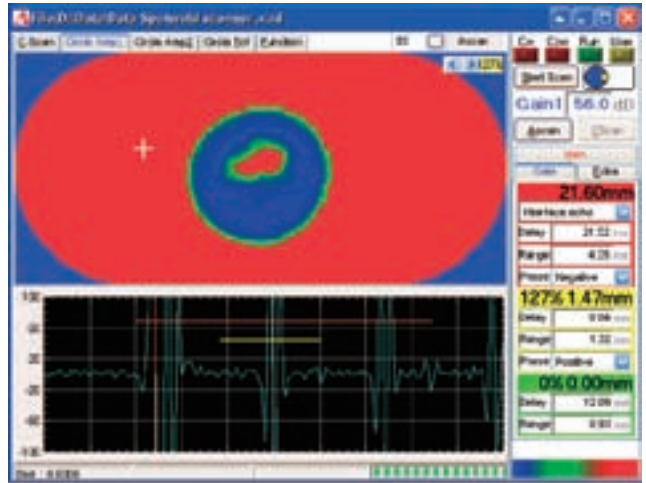


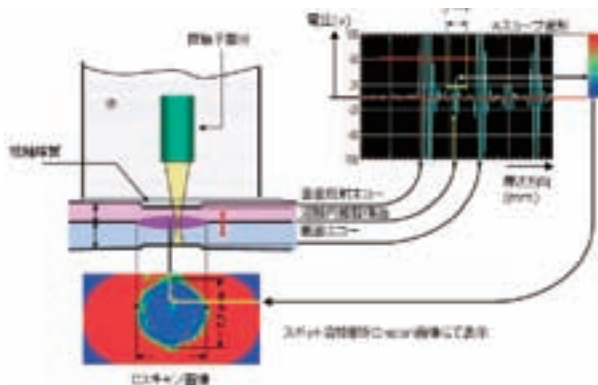
図5 Mini Scanner 操作画面

り、小型タッチスクリーンパネルを持つ超音波受受信器と携帯スキャナから構成されている。携帯スキャナを溶接部に配置することにより、Aスコープ信号を表示することが可能であり、スキャナを走査することで探傷画像を短時間で表示することができる。図5にMini Scannerの操作画面およびスポット溶接部の検査結果の一例を示す。この画面には、走査後、即座にCスキャン画像が画面上に表示され、検査結果が一目で分かるようになっている。また、画面にはAスコープ、Cスキャン画像が表示されているが、スキャン後の

Cスキャン画像にカーソルをあわせることにより、その点のAスコープを表示させることができるため、詳細な解析を行うことができる。また、スキャン後にゲートを再設定し画像を再表示することもできるため、再スキャンすることなく適切な探傷画像に修正することができる。

4.2 Mini Scanner の原理

Mini Scannerは図6(a)に示すように、試験体を水没させて行う水浸超音波探傷試験にかわり、小型化された局部水槽を試験体に設置し、スキャナ



(a)探傷および画像化原理



(b)スキャン方法

図6 Mini Scanner 原理

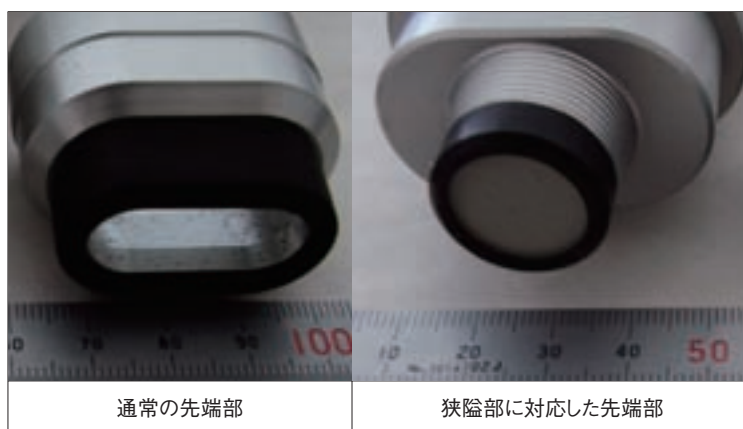


図7 Mini Scanner の先端部

と高分解能の集束探触子をコンパクトに内蔵させたシステムとなっている。また、スキャン方向を通常の x-y 軸ではなく、図 6 (b) に示すように周方向に高速で回転させながら Y 軸に走査することで、常に一定速度の探触子の走査で溶接部全体をカバーし、結果として高速の探傷を可能にしている。

4.3 Mini Scanner の仕様

Mini Scanner の主な仕様を以下に示す。

- ・分解能：0.12 mm × 0.12mm
- ・スキャンエリア：10 mm × 20mm
- ・スキャン時間：1 スキャン約 5 秒
- ・C スキャン画像による表示

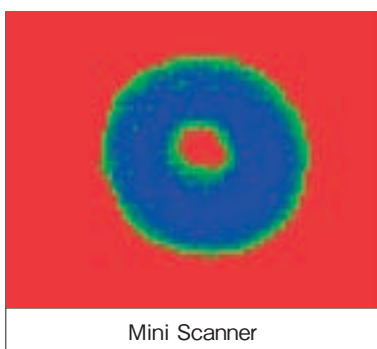


図8 Mini Scanner による
スポット溶接部検査結果

また、Mini Scanner は、図 7 に示すようにスキャナ先端部を変更することにより、狭隘部、コーナー部等、様々な場所での使用が可能となっているため、汎用性に富んでいる。

4.4 Mini Scanner の性能確認

図 3 に示した水浸超音波探傷試験装置による検査で使用した試験体と同じものを Mini Scanner で検査した結果を図 8 に示す。この結果、水浸超音波探傷試験装置と Mini Scanner による検査結果はほぼ同等であることが分かり、小型で可搬式である Mini Scanner にも十分に信頼性の高い検査能力があることが確認できた。

5. Mini Scanner を用いた溶接部評価試験

5.1 スポット溶接部評価試験

前述したように水浸超音波探傷法による検査結果と Mini Scanner による検査結果ではほとんど差異が無いことが分かった。また、この検査結果によりスポット溶接部の中央に未溶着部と思われるきずを確認することができた。このように Mini Scanner はきずを的確に検出し画像化している。これをさらに検証するために、溶接施工条件を変化させた試験体を数種類製作し、Mini Scanner に

例 1		
	評価結果	側断面マクロ写真
例 2		
	評価結果	側断面マクロ写真
例 3		
	評価結果	側断面マクロ写真

図 9 スポット溶接部断面観察結果

よる検査結果と、検査後に溶接部を切断して求めた断面マクロ観察結果を比較した。図 9 に試験結果の例を示すが、Mini Scanner による検査結果と断面マクロ観察結果のきずの状況がよく一致していることが確認された。なお、例 1 と例 2 は板厚方向に切断した切断面との比較であり、例 3 は試験体表面に平行な断面との比較結果であるが、

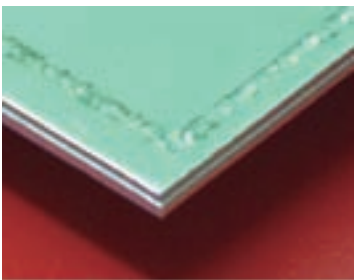


図 10 レーザ溶接試験片

いずれも探傷結果とよく一致しているのがわかる。

5.2 レーザ溶接部評価試験

次に、レーザー溶接を行った試験体を Mini Scanner にて検査した結果を図 10、図 11 に示す。これより、Mini Scanner はレーザー溶接に対してもスポット溶接と同様、十分に信頼性の高い検査結果を得られることが確認できた。

この結果、Mini Scanner はスポット溶接部のみならず、レーザー溶接にも適用可能であることが確認され、さらには一般的なアーク溶接部やレーザースポット溶接等にも適用することが可能であると考えられる。

6. 適用例

各種製品の溶接部検査に Mini Scanner を適用した例を図 12 に示す。

このように Mini Scanner は汎用性に富んだ装置である。

7. 適用性の改善

現在、超音波探傷試験を行うには液状の接触媒質を使用することが一般的であるが、接触媒質の塗布および拭取り作業が必要である。これらの作業を省略し、検査時間の短縮を図るために、液状接触媒質の代替品として、固体の媒質の開発を進

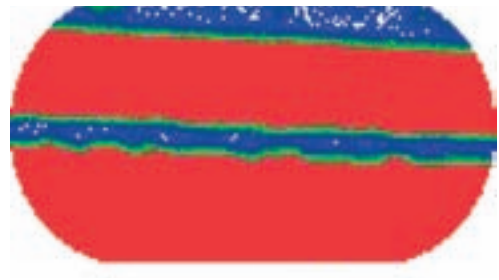


図 11 レーザ溶接部検査結果

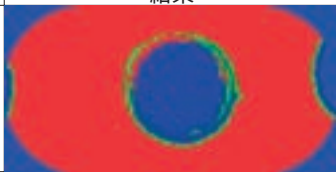
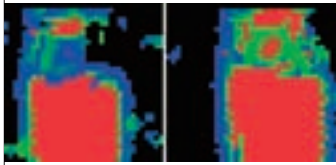
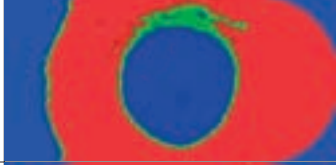

事例	結果	備考
自動車部品の スポット溶接		実際の自動車溶接に使用した結果。 正常なナゲットであることが確認されている。
電子部品 1mm 程度の スポット溶接 左 (良品) 右 (不良)		良品と不良の差がはっきりと見えることが 確認された。
鉄道車両の スポット溶接部		自動車部品と同様に正常なナゲットが生成さ れていることが解る。
鉄道車両の レーザ溶接部		レーザ溶接の溶込み幅を確認できた。

図 12 Mini Scanner 適用事例

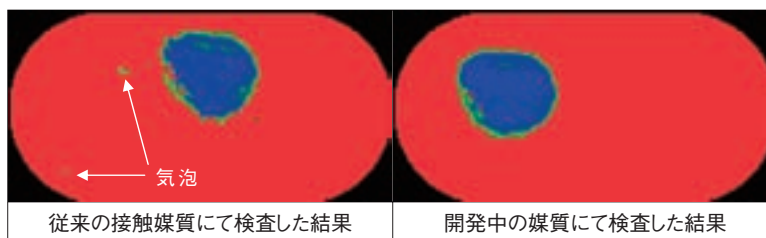


図 13 接触媒質の相違による検査結果

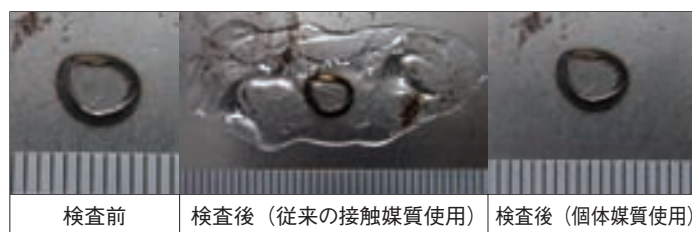


図 14 検査前後の製品の状態

めている。この固体媒質は粘性のあるゲル状のものを直接装置に設置するものである。また、これにより液状の接触媒質を用いた場合には、試験体

界面に気泡が混入して疑似エコーを生じる不具合をも解消できた。

図 13 に従来の液状接触媒質を用いた場合と開

発中の固体媒質を用いて検査を行った場合の結果を示す。開発中の材質は製品を汚すこと無く、気泡も入らずに検査することができた。また、液状の接触媒質を使用しないことにより、接触媒質の塗布、拭取りの作業等を省き、検査時間の短縮にもつながった。今回検査した製品の状態を図 14 に示す。

8. まとめ

Mini Scanner は、試験体を水没させて行う水浸探傷試験の高精度画像化探傷を、コンパクトな携帯式の装置で探傷精度を落とすことなく実現した

ものである。さらに、従来の X、Y 軸による方形走査にかわり、円周方向の回転運動と Y 軸の移動による走査にして、高速の一定速度での探触子の走査を行うことで、画期的に探傷時間を短縮できている。これにより、スポット溶接、レーザ溶接等の局所用超音波探傷装置としての適用性を大きく改善できている。また、接触媒質を液状の物から固体へと変更することにより、接触媒質の塗布および拭取りの作業を省くことができた。今後も、この Mini Scanner の特長をいかして、適用を推進していく所存である。



研究開発事業部 生産技術部

滝沢 宣人

TEL. 045-759-2120
FAX. 045-759-2155



研究開発事業部 生産技術部
課長

大脇 桂

TEL. 045-759-2120
FAX. 045-759-2155