

溶接部検査で活用される製品と技術①

レーザー超音波可視化技術による 溶接部欠陥エコーの可視化

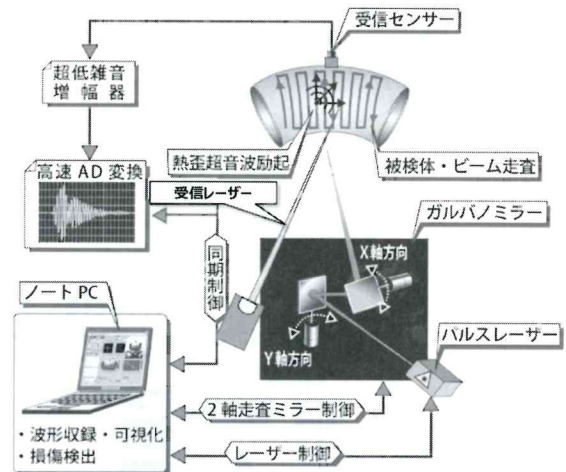
Visualization of Weld Defects Echo by Laser Ultrasonic Visualization Technology

レーザー超音波可視化検査装置の溶接部欠陥への応用

つくばテクノロジー(株) 齊藤 典生・高坪 純治・王 波
劉 小軍・鈴木 修一・王 曉東

1. はじめに

現在、産業インフラおよび社会インフラに対して、安全・安心およびサステナブル、ものづくりの高度化などのため、日々新しい検査装置、技術の研鑽がなされている。当社は、産業技術総合研究所の技術移転ベンチャーとして、この目的のため、検査装置に関する研究開発を続けている。その結果として、レーザー超音波可視化検査装置、小型X線検査装置、個人線量計などを開発製品化し販売している。本稿では、溶接部欠陥エコーの可視化に優れた効果を発揮するレーザー超音波可視化検査装置について紹介する。



第1図 レーザー超音波可視化検査装置 (LUVI) の構成図

2. レーザー超音波可視化検査装置 (LUVI)

レーザー超音波可視化検査装置 (LUVI: Laser Ultrasonic Visualizing Inspector) の構成図を第1図に示す。パソコンでレーザーとミラーおよび高速A/D変換器を同期制御し、パルスレーザー (最大出力: 2mJ、パルス幅: 2ns) を検査体表面に格子状に高速走査 (最速2kHz) させる。すると、熱ひずみによる微弱な超音波が発生する。その超音波伝搬信号を任意の点に取り付けた圧電受信センサ (CH数最大8)、または非接触で受信可能なレーザープローブを用い

て検出し、超低雑音増幅器、高速A/D変換器を通して、パソコンのハードディスクに収録する。このレーザー励起点から受信センサに向かう複数の超音波伝搬信号を超音波伝搬の相反性より再構成することで、受信センサ部から発振される超音波の動画映像を計測できる。この独自の可視化方法は、励起側のレーザーを走査するため、レーザーの照射角度や焦点距離を一定に保持する必要がなく、三次元任意形状物体を伝わる超音波の伝搬映像を短時間で計測できる利点がある。

3. レーザー超音波可視化検査装置の種類

レーザー超音波可視化検査装置（LUVI）で受信センサを接触させるタイプの接触型製品を写真1に、受信センサを接触させないタイプの非接触型製品を写真2に示す。

ここで、受信センサを接触させると信号が大



(a) LUVI-LLN（高出力非接触型）



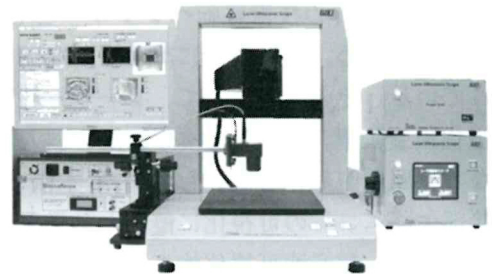
(a) LUVI-CP1（ポータブル型）



(b) LUVI-LL2（完全非接触型）



(b) LUVI-SP2（小型）



(c) LUVI-SC1（超音波スコープ）

写真2 非接触型LUVI



(c) LUVI-ST4（標準型）

写真1 接触型LUVI

きくなるが、対象物が高温や高電圧状態の場合には受信センサを接触させることが難しくなるため、非接触型の方が有効になる。

以下にLUVIの特長を示す。

- ① 動画映像で見るので専門家でなくても分かりやすい。
- ② 非接触検査なので複雑形状物体（曲面、凹凸）でも検査が容易。
- ③ ミラーによる高速走査なので広い範囲を迅速に検査可能。
- ④ 検査体の形状が測定画像に記録され、欠

陥位置の特定が容易。

- ⑤ 非接触検査なので、危険箇所（放射能、高温、高所）の検査に特に有効。
- ⑥ 検査報告書を数秒で自動作成可能。
- ⑦ ウェブカメラ画像を動画映像にスーパーインポーズして表示可能。
- ⑧ 測定画像に表示された異常箇所はその表面にガイド光で指示し、リアルタイムに欠陥位置を指定可能。
- ⑨ 過去の計測条件（レーザー走査等条件）を読み出して再現可能。

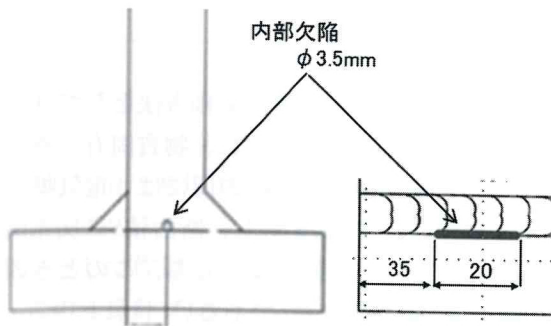
LUVIは、原子力発電用配管、自動車ミッションケース、LSIパッケージ、高電圧碍子、自動車ホイール、ロケット燃焼器、CFRP/GFRP部材、鉄道車軸、リチウムイオン電池など様々な対象物の欠陥検査に应用されている。

4. 溶接部欠陥エコーの可視化

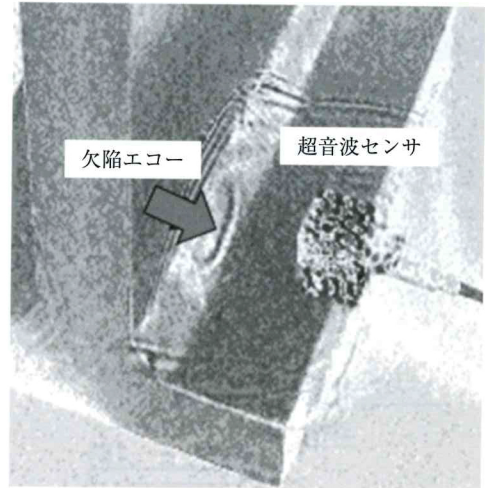
溶接部はそれ自体が大きな欠陥であり、多くの擬似エコーが発生するので、欠陥エコーの識別が難しい検査部位である。このような部位でも、超音波の伝搬を可視化すれば欠陥エコーを識別し易くなる。実際に、T字溶接継手部の内部欠陥エコーの可視化例を紹介する。

第2図にT継手内部に導入した直径3.5mm、長さ20mmの内部欠陥のスケッチ図を示す。

受信センサに周波数5MHzの斜角70°探触子を使用してLUVIで検査した結果を第3図に示



第2図 T字溶接継手の内部欠陥



第3図 T字溶接継手の欠陥エコーの可視化

す。このスーパーインポーズ画像の矢印部に欠陥エコーが可視化されている。

当該検査法はレーザーで非接触走査するので、溶接部のような凸凹部、コーナー部でも容易に欠陥エコーを可視化できる。

5. おわりに

本稿では、溶接部の欠陥に焦点を当てて、レーザー超音波可視化検査装置およびその可視化例を紹介した。溶接部の検査は、溶接部自身が巨視的な欠陥であり、欠陥の中にある小さな欠陥を見つけ出すという難しさがある。当社のレーザー超音波可視化検査装置は、従来の超音波探傷法に比べ、欠陥の検査能力や検査の迅速性で優れていると考える。

<参考文献>

- (1) 高坪純治：“励起用パルスレーザー走査法による三次元物体表面を伝わる超音波の可視化”、非破壊検査、Vol.57、No.4、pp.162-168（2008）
- (2) 羽倉守人・廣川達彦・若月祥子・高坪純治・王波・劉小軍・松岡一夫：“レーザードップラ振動計による超音波領域の特性評価”、超音波テクノ、Vol.25、No.6、pp.78-83（2013）
- (3) 高坪純治・王波・劉小軍・鈴木修一・王曉東：“レーザー超音波可視化検査技術の開発”、超音波テクノ、Vol.26、No.3、pp.70-74（2014）

（筆者紹介はp.78参照）