

レーザー走査超音波映像化探傷への空中探触子の適用 目で見てわかりやすい超音波探傷を非接触で実現



ト部 啓

うらべい

urabe-k@aist.go.jp

計測フロンティア研究部門
構造体診断技術研究グループ
主任研究員
(つくばセンター)

以前は、主にマイクロ波・ミリ波などの高周波電磁波を複合材料の非破壊検査に応用することについて研究開発を行っていましたが、4年ほど前から今回紹介するような非接触超音波による非破壊検査法の研究開発を行うようになりました。わかりやすく使いやすい非破壊検査法の実現に貢献して、安心安全、環境適合、低コスト化といった大きな社会的要請に多少とも役に立つことができると考えています。

関連情報：

- 共同研究者

高坪 純治、遠山 暢之、津田 浩、永井 英幹（産総研）、王 波（つくばテクノロジー（株））

- 用語説明

*板波（Lamb波）

物体を伝搬する超音波振動のうち、波長と同程度以下の厚さの板で板面に垂直な振動が板面方向へ伝搬していく振動を板波（Lamb波）と呼ぶ。伝搬速度の異なるさまざまな振動モードがあるため一般に受信波形が複雑になるが、比較的長距離を伝搬するので構造体の損傷検出に有効である。空中探触子で受信する場合、探触子を物体中での伝搬速度と空気中の音速の比から決まる臨界角に設定することで、単一の振動モードを効率的に受信できる。

超音波映像化探傷

発電所や輸送機関など、社会を支える構造体や工業製品の損傷・劣化の状態を的確に把握することは、社会の安心・安全の確立とともに長寿命化により廃棄物を減らすためにも有効です。そのためには、物を壊さずに損傷や劣化の状態を調べる非破壊検査が重要です。その代表的な手法の一つが超音波を使う方法です。

私たちの研究グループでは、パルスレーザーで被検査体を走査して局所的な加熱で超音波を発生させ、それを固定点の探触子（センサー）で受信して被検査体表面での超音波伝搬の様子を動画映像にする「レーザー走査超音波伝搬映像化」の研究開発を行ってきました（産総研 TODAY 2007-07 および 2010-09）。これは、これまでの超音波非破壊検査に比べて損傷や劣化による超音波伝搬の変化の様子を簡単にわかりやすく表示でき、複雑な形の物体にも適用可能で、短時間で広範囲を探傷できるという特色をもっています。

空中探触子による非接触受信

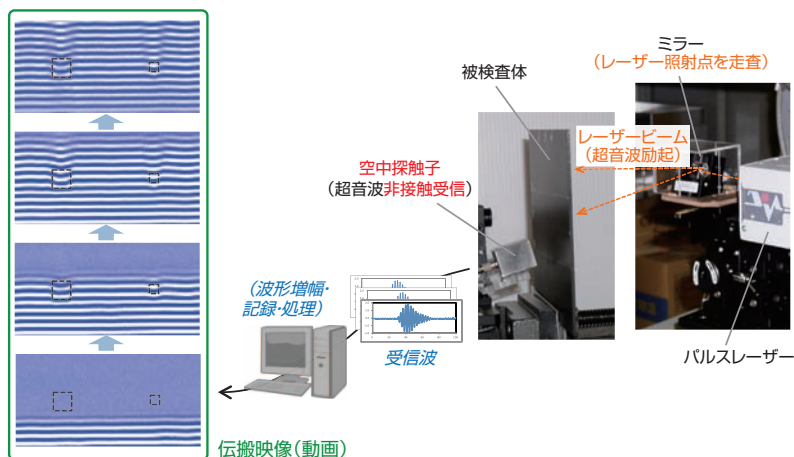
レーザー走査超音波映像化探傷では、超音波信号の受信側では探触子を被検査体に接触させていますが、もしここを非接触化すれば、完全に非接触で映像化探傷を行うことができます。そうすると探傷がより簡単になり、探触子の接

触状態や被検査体の表面状態の影響を受けにくくなるとともに、受信点や受信角度を簡単に動かせるといった利点が生じます。

そこで、被検査体に接触せずに超音波を受信できる空中（空気結合）探触子を使用することにより、受信側の非接触化を試みました。非接触で超音波を受信する方法はほかにもありますが、感度、コスト、被検査体表面状態、材質や距離の影響などの観点から、空中探触子が適していると考えています。

図の左側の画像は、表面からは見えない^{はくり}剥離がある炭素繊維強化プラスチックの超音波伝搬映像を、空中探触子受信で取得したものです。剥離部分での超音波伝搬の変化が明確に検出できています。この映像では、受信点の移動が簡単であることを利用して、レーザーの走査と被検査体の移動を組み合わせることで、接触探触子のような放射状に伝搬する映像に代わり、直線的に伝搬する超音波の映像を得ています。このほか、金属の亀裂や厚みの変化なども検出できます。

このように非接触受信による映像化が可能になりましたが、まだ接触探触子に比べると感度が低く、測定に時間がかかるなどの問題があります。課題解決に向け、さらに研究を進めています。



空中探触子受信による超音波映像化探傷の概略と伝搬映像の例

左側の伝搬映像は、内部に剥離のある炭素繊維強化プラスチックのもの。映像化範囲は50×100 mmで、受信周波数320 kHz、受信角度14.6°で板波*（Lamb波）非対称基本モード（A₀モード）の伝搬を映像化。剥離部（左側10 mm 平方、右側5 mm 平方）を破線で示す。