

片面非接触空中超音波計測方法

Non-contact air-coupled ultrasonic measurement method from single side

田中 雄介 野地 正明 柘植 延啓
Yuusuke Tanaka Masaaki Noji Nobuhiro Tsuge
ジャパンプローブ株式会社
Japan Probe Co., Ltd.

概 要

非接触空中超音波計測は試験体を探触子で挟んで計測するが、探触子を配置する空間が試験体両面に必要なため、状況によっては計測できないことがある。試験体の片面空間から空中超音波計測を行うことが求められており、V 透過法やガイド波計測法を利用することで片面空間からの空中超音波計測が可能である。今回の計測はガイド波を利用して行い、片面空中超音波計測におけるガイド波の計測条件として送信探触子の位置と試験体の配置、波長の関係から検証した。また、ガイド波を用いた片面空中超音波計測例としてガイド波による樹脂充填計測を述べる。

キーワード 超音波、非接触、空中超音波計測、ガイド波、

1. 緒 言

非破壊検査の一つである超音波探傷は超音波探触子を検査対象に水や機械油、グリセリンペーストなどの接触媒質を介して接触させて超音波計測を行う。接触媒質を使用せずに計測する方法として空中超音波計測法があり、探触子と検査対象を接触させずに空気中で超音波計測を行う。空気中での計測は計測後の接触媒質の洗浄や乾燥が不要で自動探傷に適している。空中超音波計測は主に透過法が用いられており、これまでに透過法によるリチウムイオン電池の計測などを実施してきた[1]。透過法は検査対象を探触子で挟んだ配置のため検査対象両面の空間が計測に必要である。そこで検査対象の片面空間での計測を行う空中超音波計測法を開発し、計測手法と計測条件を検証した。

2. 空中超音波計測方法とガイド波の計測条件

空中超音波計測法は図 1 に示す透過法、反射法、V 透過法、ガイド波による透過法やタンデム法がある。片面計測は図 1(b)-(e)で透過法以外は片面計測である。検査対象内部の超音波計測を行うには V 透過法やガイド波透過法、ガイド波タンデム法を用いる。V 透過法やガイド波透過法は空气中を伝搬する超音波(エッジ波)[2]の受信強度が相対的に大きく、V 透過信号やガイド波信号が空中を伝搬する超音波より早く受信されなければ信号を検出できない。配置を図 2 で説明すると送受探触子間距離 D を大きくすることや検査対象との距離 h を小さくすることで V 透過信号やガイド波信号を検出可能である。ただし、V 透過

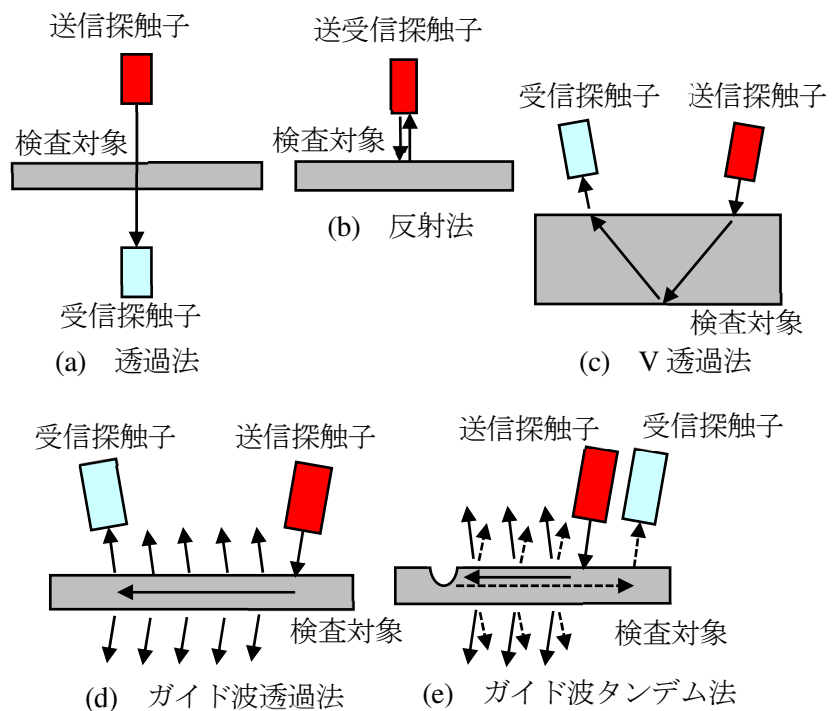


図 1 空中超音波計測方法

信号は屈折により伝搬経路が決まるため、Dの自由度が小さい。エッジ波 E の伝搬時間を t_E 、探触子から検査対象までの伝搬時間を t_{air1} 、 t_{air2} 、V 透過やガイド波の検査対象内の伝搬時間 t_T をとすると計測条件は

$$t_E > t_{air1} + t_T + t_{air2} + nT \quad (1)$$

で表わされる。ここで n は波数、 T は超音波の周期である。ガイド波を用いる場合は厚さや材質が一定であることが必要で、V 透過法とは異なる制約がある。検査対象の形状など状況に応じて V 透過やガイド波の計測法を使い分ける必要がある。

3. ガイド波による片面空中超音波計測

片面空中超音波計測例として大型リチウムイオン電池ケースの放熱用樹脂に対するガイド波による樹脂剥離計測について述べる。厚さ 2[mm] のアルミケース内側に粘土を接着し、剥離部分として模擬欠陥を配置した図 3 の試験体を用意した。外側のアルミケースからガイド波による計測で模擬欠陥を画像化した。計測法は図 1(d) のガイド波透過法で超音波探触子は送受信共に 200[kHz]、振動子サイズ 10×10[mm] を用いた。入射角度 10°、送受探触子間距離が 15[mm]、探触子と試験体との距離は 3[mm] とした。パルサレーバ(ジャパンプローブ製、JPR-600C)から 100[V]、波数設定 5 の負の矩形パルス電圧を印加した。

受信信号強度でカラーマップを作成すると図 4 の結果となった。模擬欠陥部分では高強度、それ以外では低強度となる。ガイド波は図 5(a) のように粘土がある部分では粘土へ超音波の大部分が漏洩し、粘土が無い部分では図 5(b) のように空気側への漏洩量が粘土部より相対的に大きくなる。そのため模擬欠陥部分では空気側へのガイド波の漏洩が大きくなり、高強度となる。

4. 結言

空中超音波計測を片面から計測する手法として V 透過法やガイド波計測法について述べ、計測条件やガイド波計測の適用例について述べた。

文献

- [1] 田中雄介, “空中伝搬超音波による検査,” 検査技術, vol.22, No.7, pp.66-70(2017)
- [2] 田中雄介, 阿部晃, 小倉幸夫, “エッジ波発生量と減衰の評価,” 第 27 回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集 pp.107-112(2020)

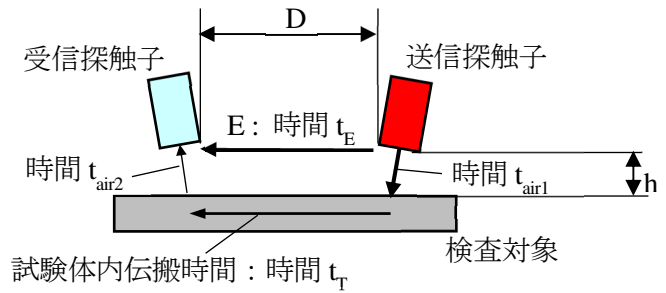


図 2 空中超音波伝搬

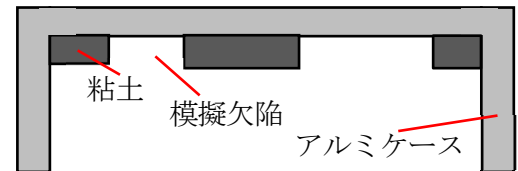
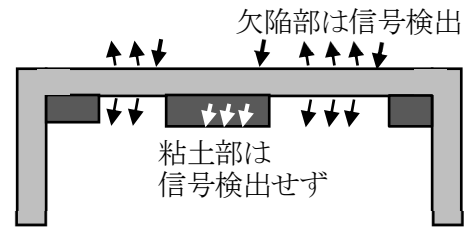
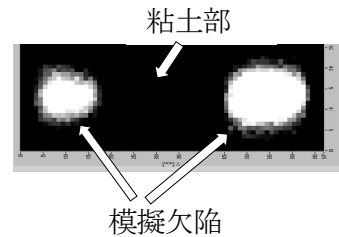


図 3 ガイド波計測用試験体

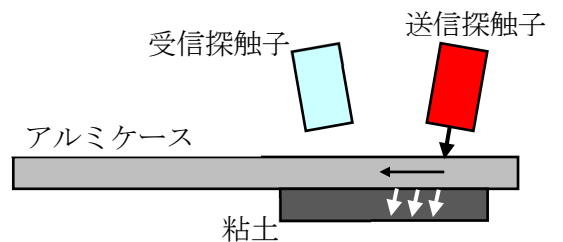


(a) 模擬欠陥部の信号検出

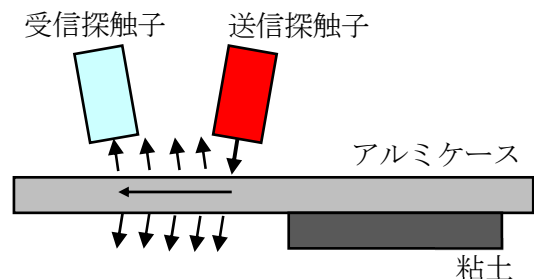


(b) 模擬欠陥部画像化

図 4 ガイド波による背面模擬欠陥検出



(a) 粘土がアルミケース背面にある部分



(b) 粘土がアルミケース背面に無い部分

図 5 ガイド波の漏洩状況