

船舶技術研究所報告（第32巻 第3号）に掲載の論文の紹介

総合報告の紹介

CFRPの音速特性と新超音波探傷技術の研究

勝又 健一、高井 元弘、前田 利雄

本総合報告は、高減衰材料の超音波計測技術の研究として実施した研究成果をとりまとめたものである。まず、①CFRP（炭素繊維強化プラスチック）のような積層材料である複合材料の超音波探傷のために必要となる音速分布を実験的に調べ、得られた結果から任意方向の音速の推定法について述べた。その上で、②欠陥エコーの信号を増大させることでS/N比を向上する方法を提唱し、③超音波探傷を可聴化して、欠陥の検出及び反射源の区別を試みる新しい手法を開発した。

①～③の概要は次のとおりである。

①繊維で強化された高分子系複合材料は繊維を伝搬する超音波の速度は速く、ベースとなる樹脂は速度が遅いことからマクロ的に音響異方性材料となる。このような材料は超音波が伝搬する方向により速度が変化する。超音波探傷において欠陥の位置を決定づけるには試験体に対して超音波の伝搬方向、屈折角 θ を定めて、得られたエコーの時間 t から欠陥の位置を同定する。例えば欠陥の深さ d は $2t \cdot V / \cos\theta$ で、音速 V が一定であれば問題はない。異方性材料では方向で V が異なるので探傷を困難にする。ここではCFRPの超音波探傷を可能にするため音速の分布を調べたものである。実験から繊維方向は直交方向の3倍の音速を示し、方向によっては音速の測定が限りなく困難の場合もある。任意方向の音速を求めるには、2つの音速値から簡易に推定できることが分った。

②CFRPでは何層をも超音波が通過することなどから減衰が多く、欠陥エコーが小さい。このような信号を強調するには開口合成法などがある。これは探傷域全体を強調するのでS/Nの向上にはならない。これに対して特定の位置からのエコーのみ強調する信号合成を提唱した。遅延合成と名付、CFRPの探傷で確認した。

③現在は超音波の画像化が一般的となっている。探傷の画像化は視覚手的で客観性があり結果に変化はないと言われている。ただし、人体の超音波検査のように、画像は欠陥のみを描かすこととは別である。欠陥か他のエコーかの判別法は未解決であると同時に、欠陥の種類同定となると画像からでも難しい。そこで本研究では、新しい探傷法、超音波領域の信号を音声領域の信号に周波数変換して、表示波形の振幅変化を聴く方法を開発した。目的は欠陥の検出、種類の判別を念頭に置いたものである。本方法の実証にはシステム化した装置を試作してCFRP材で実験するとともに、各種の人工波形の音響出力によって音色を調べた。