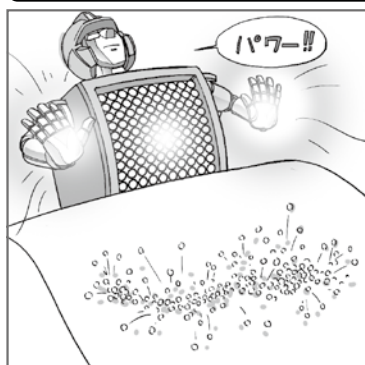


特設 テクノロジ研究



壊さず触れずにキズや欠陥を見つける非破壊検査に

実験研究! 超音波フェーズド・アレイの数理

清水 鏡介 Kyosuke Shimizu

近年、空中超音波の利活用について研究開発が行われています。中でも空中超音波センサ(超音波エミッタ)は安価かつ駆動が簡単であることからさまざまな応用が考えられます。ここでは超音波エミッタを複数個利用した、強力な空中超音波の発生と非破壊検査(写真1)メカニズムについて説明します。



写真1 超音波で欠陥点を探る技術…アレイ化した超音波エミッタを使うと非破壊検査が行える
空中超音波フェーズド・アレイを使った非破壊検査の実験

超音波の伝搬の基本数理

● 知識を深めるための、超音波のきほん

超音波はいわゆる音波の1つです。一般に周波数が20 kHz以上であること、または聞くことを意図しない音を指します⁽¹⁾。また、超音波の伝搬には媒質が必要です。そのため、真空中では伝搬せず、硬い媒質ほどよく伝搬します。図1に媒質による音波の伝搬のしやすさを示します。

伝搬のしやすさの違いは、音響インピーダンスの影響によるものです。ここで音圧を P 、粒子速度を v 、媒質の密度を ρ 、音速を c とおくと、音圧は以下の式で表されます⁽²⁾。

$$P = \rho cv \dots\dots\dots (1)$$

音圧 P は、 ρ と c と v の積で表され、 ρc を音響インピーダンス z といいます。すなわち、音響インピーダンスが大きいほど、小さい粒子速度でも音圧が大きくなります。そのため、固体>液体>気体の順で伝搬が容易になります。

● 音波の透過率と反射率を計算してみる

異なる媒質間を伝搬する超音波はその境界部分において透過および反射が発生します。反射は媒質の音響

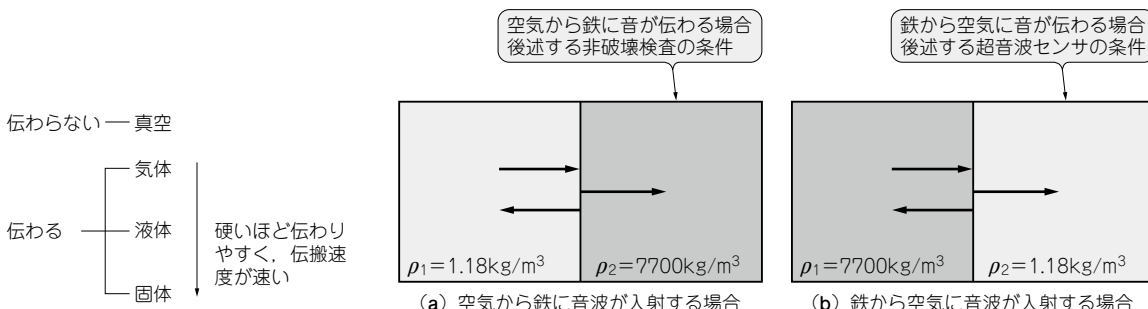


図2 空気と鉄の境界における音波の入射反射

ρ は密度。(a)は密度が低い空気から密度が高い鉄の音波の入射、(b)は密度の高い鉄から低い空気の音波の入射を示している。反射率と透過率は式(4)～式(7)を参考