

集束超音波探触子の焦点と波長の評価

田中雄介 阿部晃 北田純一 小倉幸夫

ジャパンプローブ株式会社 〒232-0033 神奈川県横浜市南区中村町 1-1-14

E-mail: {yuusuke.tanaka, a-abeb, kitada, ogura}@jp-probe.com

あらまし 音響レンズ型と凹型振動子型の集束超音波探触子の焦点は直接波とエッジ波により形成される。開口角が小さいほどエッジ波の影響が大きくなり、エッジ波の影響が大きくなると焦点位置が波長により変動しやすくなる。波長は周波数より計算され、周波数の算出はFFTではなく周期の逆数で求めた。FFTによる周波数Aと周期の逆数による周波数Bを定義し、周波数Bを合わせることで実験とシミュレーションの焦点位置が一致した。信号処理を行う場合は周波数Aを使い、波長を評価する場合は周波数Bを用いることが適していると考察した。

キーワード 集束超音波、直接波、エッジ波、周波数、波長

Evaluation of focal point and wavelength of focused ultrasonic probe

Yuusuke Tanaka Akira Abe Junnichi Kitada Yukio Ogura

Japan Probe Co., Ltd., 1-1-14 Nakamura-chou, Minami-ku, Yokohama-shi, Kanagawa, 232-0033, Japan

E-mail: {yuusuke.tanaka, a-abeb, kitada, ogura}@jp-probe.com

Abstract The focal point of the focused ultrasonic probe of acoustic lens type and concave transducer type is formed by direct wave and edge wave. The smaller the aperture angle is, the greater the influence of the edge wave becomes. When the influence of the edge wave increases, the focal position is more likely to fluctuate with wavelength. The wavelength is calculated from the frequency, and the calculation of the frequency is not the FFT but the reciprocal of the cycle. By defining the frequency A by FFT and the frequency B by reciprocal of the cycle, by matching the frequency B, the focal position of experiment and simulation coincide. We considered that it is appropriate to use frequency A when performing signal processing and to use frequency B when evaluating wavelength.

Keywords Focused Ultrasonic、Direct Wave、Edge Wave、Frequency、Wave Length

1. はじめに

集束超音波探触子は超音波の焦点を形成し、焦点位置における微小な物体の検出や癌などの治療に利用されている。狙った部分に超音波を集束させる必要があり焦点位置の設計は重要である。超音波の焦点は直接波とエッジ波により形成されるが、エッジ波は設計上考慮されていない。音響レンズは光の屈折から求める式があるが[1]、音が直線に伝搬することを前提としておりエッジ波を考慮していないので実際の焦点位置が計算値より手前になる[2]。また、凹型振動子は曲率半径中心が焦点位置を考えられているが、これも直接波だけのことでエッジ波を考慮すると焦点は曲率半径中心より手前になる[3]。探触子中心軸上では平面探触子においても直接波とエッジ波が重なって焦点を形成するが[4]、焦点位置は波長に影響する。波長は音速と周波数から求めるが、周波数の評価の仕方によっては異なる値となる。JIS 規格では探触子の周波数評価法と

して平面板の反射信号をFFTして求めるように記述があるが[5]、平面板ではエッジ波の影響がなくFFTではパルス波の周波数が求められない問題がある。これまでに音響レンズ型や凹型振動子の焦点位置、周波数評価について報告してきた[6]。今回それらをまとめ、波長を評価する方法とパルス波に対してFFTや窓関数を使った場合どのような評価になるかを報告する。

2. 集束超音波探触子の焦点形成

集束超音波探触子の焦点は直接波とエッジ波により形成される。直接波とエッジ波であるが、超音波探触子から送信される超音波で振動子形状と同じ形のものが直接波、直接波端部から発生する球面状の波がエッジ波である。図1で説明すると平面振動子の場合、直接波は平面波となり、その端部からエッジ波が発生する。エッジ波は直接波の外側と内側にそれぞれ発生し、外側のエッジ波は直接波と同位相、内側のエッジ波は直接波と逆位相になる。図1(b)は平面振動子から

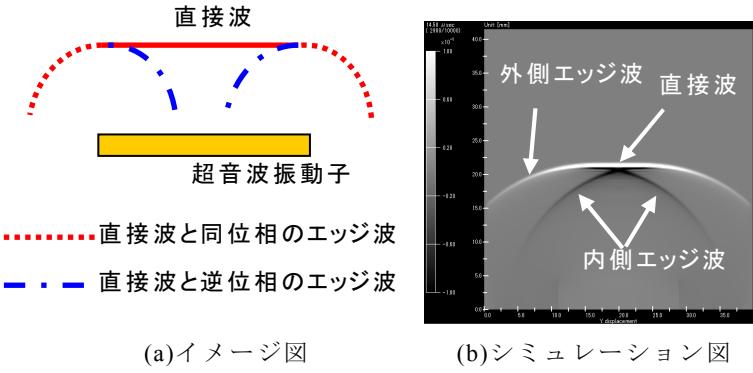


図 1 探触子から発生する超音波

送信される超音波伝搬シミュレーション結果であるが、正の振幅を白、負の振幅を黒で表示している。平面波の直接波両端からエッジ波が発生し、外側のエッジ波は直接波と同位相、内側のエッジ波は直接波と逆位相である。音響レンズ型集束超音波探触子の焦点形成を図 2 に示す。媒質より音響レンズの音速が速い場合であるが、凹型の直接波とその端部から発生する内側エッジ波が重なる位置で焦点が発生する。振動子幅とレンズの曲率半径で形成される角度を開口角 θ とすると、平面振動子では開口角 0 度である。光の屈折から考えた焦点は以下の式(1)

$$f = \frac{r}{1 - \frac{c_2}{c_1}} \quad (1) \quad \begin{aligned} f &: \text{焦点位置} \\ r &: \text{レンズの曲率半径} \\ c_1 &: \text{音響レンズの音速} \\ c_2 &: \text{媒質の音速} \end{aligned}$$

で表わされる。式(1)は音が直線で伝搬することを前提としており、エッジ波は考慮されていない。

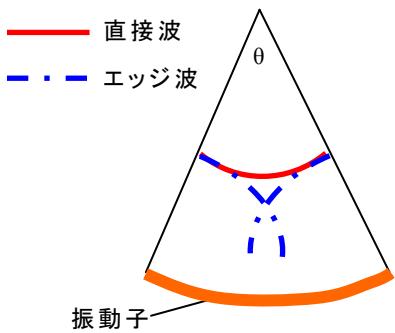
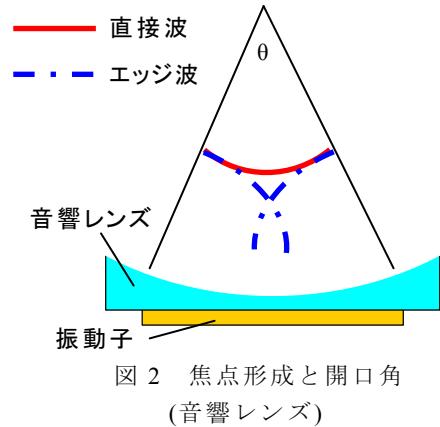
同様に図 3 で凹型振動子の焦点を考えると、振動子の振動面と同じ形の直接波とその端部から発生するエッジ波により焦点が形成される。開口角も同様に振動子幅と曲率半径から θ とする。開口角が 0 度の平面振動子ではエッジ波のみで焦点が形成される。平面振動子において直接波とエッジ波が重なる位置は

$$x_0 = \frac{1}{4} \left(\frac{D^2}{\lambda} - \lambda \right) \quad (2)$$

x_0 : 直接波とエッジ波が重なる位置

D : 振動子直径 λ : 波長

で表わされる。この位置は直接波とエッジ波の伝搬距離差が半波長になる位置であり、それぞれの波が逆位相であるのでこの位置で振幅を強め合う。式(2)の 4 分の 1 波長は微小な値であるので無視すると近距離音場限界の式となる。従って、平面振動子では近距離音場限界が焦点位置となり、エッジ波の影響が 100% であ



る。開口角が大きくなるほど直接波の焦点形成への影響が大きくなり、相対的にエッジ波の影響が小さくなる。式(2)では波長が直接波とエッジ波の重なる位置に影響しているため、エッジ波の影響が大きくなると波長により焦点位置が変動する。エッジ波の影響が大きくなる開口角が小さい場合は波長が短い(周波数が高い)ほど焦点位置が遠くなり、波長が長い(周波数が低い)ほど焦点位置が近くなる。直接波のみで考えると焦点位置の最大値は音響レンズ型は式(1)の f 、凹型振動子は曲率半径中心 c となる。エッジ波の最大値は平面振動子の焦点で式(2)の x_0 である。従って、本当の焦点を f_r とすると

凹型振動子型 : $f_r \leq x_0, f_r \leq c$

音響レンズ型 : $f_r \leq x_0, f_r \leq f$

が焦点位置の条件となる。凹型振動子型では曲率半径中心 c が焦点位置の限界値となるが、音響レンズ型の場合 f の値を大きくできるため、凹型振動子より焦点位置を遠くにできる。後述するが、焦点位置にエッジ波の影響が大きくなる条件では音響レンズ型は焦点位置の限界値が凹型振動子型よりも遠くなるので、周波数により焦点位置が大きく変化する。



図4 音響レンズシミュレーションモデル

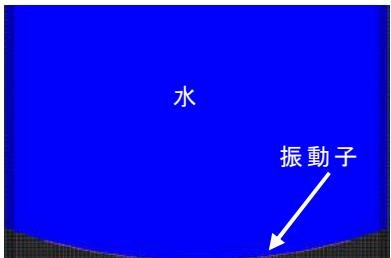


図5 凹型振動子シミュレーションモデル

3. 焦点位置と周波数の評価

3.1 音響レンズ型

集束超音波探触子の焦点位置をシミュレーションと実験で評価した。まず音響レンズ型集束超音波探触子の焦点位置を求めた。シミュレータはイーコンピュート製、SWAN21を用いた。シミュレーションモデルは図4のもので幅6.4[mm]の平面振動子前面に凹型音響レンズを配置し、水中での探触子中心軸上の振幅を計算した。音響レンズの曲率半径Rは38[mm]と10[mm]で開口角は9.7度と37.3度である。媒質は水で音響レンズはエポキシとした。水の音速と密度はそれぞれ1000[kg/m³]、1500[m/s]、エポキシ樹脂の音速と密度はそれぞれ1850[kg/m³]、2600[m/s]とした。周波数10[MHz]と5[MHz]で波数1の負のパルス波を送信した。シミュレーション結果を後述の実験結果と一緒に表1に示す。まず式(1)の計算結果とシミュレーション結果を比較するとエッジ波の影響でシミュレーションでは焦点位置が手前になった。エッジ波の影響が大きい開口角9.7度では5[MHz]のときに焦点位置が60[mm]も手前になった。周波数の違いによる焦点位置変動について、開口角9.7度では10[MHz]で焦点が43[mm]になったが5[MHz]では30[mm]になった。開口角37.3度では10[MHz]と5[MHz]の両方で焦点位置が21[mm]となった。エッジ波の影響が大きくなるほど周波数が焦点位置に影響するので開口角が9.7度と小さい場合は焦点位置が周波数により変動することがわかる。また、式(2)の通り低周波ほど焦点位置が手前になる結果となった。

次にシミュレーションと同様の条件で音響レンズ型集束超音波探触子を製作し、焦点位置を調べた。製

表1 音響レンズ型集束超音波探触子の焦点位置

開口角 [度]	周波数 [MHz]	式(1)の 焦点[mm]	焦点位置[mm] (シミュレーション)	焦点位置[mm] (実験)
9.7 (R38[mm])	10	90	43	51
	5	90	30	27
37.3 (R10[mm])	10	24	21	20
	5	24	21	21

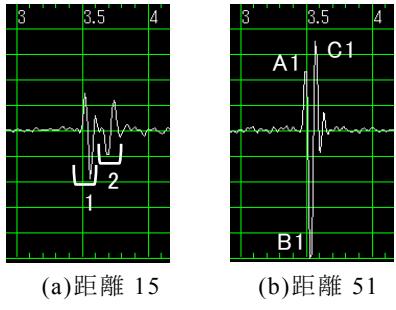
表2 凹型振動子型集束超音波探触子の焦点位置

開口角 [度]	周波数 [MHz]	曲率半径 中心[mm]	焦点位置[mm] (シミュレーション)	焦点位置[mm] (実験)
9.7 (R38[mm])	10	38	34	29
	5	38	25	23
37.3 (R10[mm])	10	10	10	10
	5	10	10	10

作した探触子は直径6.4[mm]で開口角9.7度と37.3度、周波数は10[MHz]と5[MHz]の4種である。音響レンズはエポキシで、焦点位置は直径0.4[mm]のハイドロホンの受信信号で調べた。表1の結果では開口角が小さくなると周波数が10[MHz]から5[MHz]へ変化した時、焦点位置が51[mm]から27[mm]へと24[mm]手前になった。一方、開口角が大きい場合は周波数が10[MHz]から5[MHz]へ変化した時、焦点位置が20[mm]から21とほとんど変化が無かった。これらの結果から開口角が小さい場合は焦点位置にエッジ波の影響が大きくなり、周波数による焦点位置変動が発生することがわかる。

3.2 凹型振動子型

次に凹型振動子の集束超音波探触子について焦点位置をシミュレーションと実験で確かめた。シミュレーションモデルは図5で幅6.4[mm]の凹型振動子である。曲率半径Rは38[mm]と10[mm]で開口角はそれぞれ9.7度と37.3度である。水の音速と密度はそれぞれ1000[kg/m³]、1500[m/s]で周波数10[MHz]と5[MHz]で波数1の負のパルス波を送信した。シミュレーション結果を表2に後述の実験結果と一緒に示す。開口角9.7度では周波数が10[MHz]から5[MHz]へ変化した時、焦点位置が34[mm]から25[mm]と9[mm]手前になった。一方、開口角37.3度の場合は周波数に関わらず、焦点位置が10[mm]となった。開口角が小さい場合はエッジ波の影響が大きくなるため曲率半径中心より焦点位置が手前になり、周波数による焦点位置変動が発生する。これらの結果から、音響レンズ型と同様に開口角が小さくエッジ波の影響が大きくなると周波数による焦点位置変動が発生することがわかる。



(a)距離 15
(b)距離 51
図 6 開口角 9.7 度
ハイドロホン受信波形



図 7 開口角
37.3 度ハイドロホン受信波形



図 8 開口角
9.7 度ガラス板反射波形

3.3 受信波形と周波数評価

前節で開口角が小さい場合は周波数による焦点変動が発生すると述べた。表 1、表 2 の結果で周波数 10[MHz]、開口角 9.7 度の探触子では焦点位置が音響レンズは 8[mm]遠くになり、凹型振動子は 5[mm]近くなつた。音響レンズ型の波形から焦点位置のずれを考える。図 6 は開口角 9.7 度の音響レンズ型集束超音波探触子のハイドロホン受信波形であるが、焦点より手前の距離 15[mm]では直接波 1 と逆位相のエッジ波 2 がそれぞれ観測された。焦点位置 51[mm]ではそれらが重なつて 3 つのピーク A1、B1、C1 がそれぞれ観測された。ピーク信号として評価したものは B1 と C1 間の振幅 V_{p-p} である。直接波とエッジ波の重なりはそれぞれの伝搬距離差が半波長となるときであるが、ここで波長の定義を考える。波長は以下の式(3)

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (3) \quad \begin{aligned} \lambda: & \text{波長} & c: & \text{音速} \\ f: & \text{周波数} & & \end{aligned}$$

で考えられ、周波数から波長を計算する。波長の定義は 1 回波が振動するときに進む距離であるが、1 回波が振動するときにかかる時間は周期であるので波長は速度と時間の掛け算で以下の式(4)

$$\lambda = cT \quad (4) \quad T: \text{周期}$$

で求めることができる。周波数自体は本来周期の逆数で求められる値であるが、JIS による周波数評価法は平面板の反射信号を FFT することである。まず焦点位

表 3 音響レンズ型集束超音波探触子の周波数

[MHz]	ガラス板	ステンレス球	ハイドロホン
FFT	ピーク	8.4	11.4
	中心	9.2	11.2
時間差	A-B間	11.1	12.2
	B-C間	9.3	13.2

置の信号は直接波とエッジ波の重なりであり、探触子中心軸上で発生する。平面板の反射信号ではエッジ波の成分がほとんどなくなり、エッジ波を含めた周波数の評価ができない。また、FFT はある信号を波数無限の連続波を組み合わせて表現する方法であり、波数が多い信号の周波数を求めるときに用いる。しかし、波数が少ない波を FFT すると複数の周波数の連続波で組み合わせた信号になるため、広帯域な信号と判断される。実際はピーク間の周期は 1 つに決まるため、周期の逆数である周波数は 1 つの値となる。そのため、FFT の周波数と周期の逆数の周波数では合わないことが多い。開口角 9.7 度の音響レンズ型集束超音波探触子についてガラス板の反射、直径 4[mm]ステンレス球、直径 0.4[mm]ハイドロホンで計測し、焦点位置の周波数を FFT のピーク周波数と中心周波数、図 6(b)の A-B 間と B-C 間の周期から求めた周波数を比較した。表 3 にそれぞれの周波数を示す。JIS ではガラス板の反射信号を FFT しているため、中心周波数 9.2[MHz]と判断されたがハイドロホンで B-C 間の周波数を計測すると 13.2[MHz]となった。受信波形の直接波とエッジ波を考えると図 6 の A1 は直接波、B1 は直接波+エッジ波、C1 はエッジ波の信号である。図 7 の開口角 37.3 度ではエッジ波の影響が少なくなるため、A2 と C2 の振幅が同程度になり、図 8 のガラス板の反射波形ではエッジ波の影響がほとんどなくなるので C3 の信号がかなり小さくなつた。直接波とエッジ波の重なりは探触子中心軸上での現象のため、小径球の反射信号や小径ハイドロホンの受信信号で評価を行うと良い。表 3 においてもステンレス球の反射信号と小径ハイドロホンの受信信号では差が少ない。ここで、FFT による周波数と周期の逆数による周波数を分けて考え、焦点位置がシミュレーションと実験で異なつたことについて周波数の評価法から考察する。

3.4 周波数 A と周波数 B の定義と焦点再評価

前節で平面板の反射信号を FFT した値とハイドロホン受信信号の周期の逆数で求めた周波数が異なつてゐることを述べた。それぞれを別のものと考え FFT で求める周波数を周波数 $A(f_A)$ 、周期の逆数で求める周波数を周波数 $B(f_B)$ と定義する。波長を求める場合の周波数は周期の逆数である周波数 B で評価をすることが適切である。シミュレーションの波形は周期の逆数と

表 4 開口角 9.7 度の音響レンズ型
集束超音波探触子の焦点位置

	周波数B [MHz]	焦点位置 [mm]
シミュレーション	9.4	43
シミュレーション	12.7	52
実験	9.6	43
実験	13.2	51

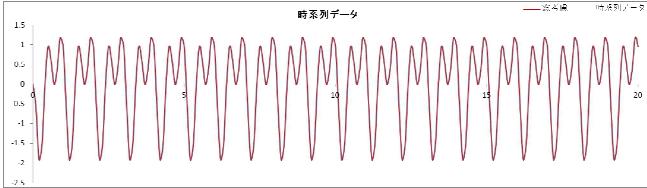


図 9 1[MHz]sin 波形 10 波と 2[MHz]sin 波形 20 波

FFT で同じ周波数になるような波を入力しているのでシミュレーションの周波数と実験の周波数 B を合わせることでそれぞれの焦点を合わせることができる。開口角 9.7 度の音響レンズ型集束超音波探触子で焦点位置の周波数 B は 13.2[MHz]だったが、周波数を 10[MHz]付近に調整し焦点位置を計測した。また、シミュレーションで周波数 B を 13[MHz]付近にした時の焦点を求めた。それらの結果を表 4 に示す。周波数 B を合わせた時はシミュレーションと実験の焦点位置がほぼ一致した。次に開口角 9.7 度の凹型振動子についても周波数 B を合わせてシミュレーションと実験で比較した。実験では焦点位置が 29[mm]、周波数 B が 8.8[MHz]だったので、シミュレーションで周波数 B を 8.9[MHz]としたときの焦点を調べた。それぞれの焦点結果を表 5 に示す。凹型振動子も周波数 B を合わせることで実験とシミュレーションの焦点位置がほぼ一致した。これらの結果から、周波数 B で探触子の周波数評価を行うことでシミュレーションと実験の焦点位置を一致させることができ、焦点位置の設計をシミュレーションで行うことが可能になる。さらに波長を求める式(3)であるが、周波数については周波数 B となるため、実際には以下の式(5)

$$\lambda = \frac{c}{f_B} \quad (5) \quad \begin{aligned} \lambda &: \text{波長} & c &: \text{音速} \\ f_B &: \text{周波数B} \end{aligned}$$

が波長を求める式となる。周波数 A で波長を求めるには波数が多い場合に限り誤差が少なくなり適用可能である。

また、周波数が変化したときの焦点位置変動を焦点の最大値から考える。2 章で音響レンズ型、凹型振動子型の集束超音波探触子について、焦点位置の最大値について述べた。音響レンズ型は屈折の焦点が大きいので焦点変動が大きい。シミュレーションで開口角 9.7 度の音響レンズ型と凹型振動子型の探触子で周波数

表 5 開口角 9.7 度の凹型振動子
集束超音波探触子の焦点位置

	周波数B [MHz]	焦点位置 [mm]
シミュレーション	8.9	28
実験	8.8	29

表 6 周波数による焦点変化

	周波数B [MHz]	焦点位置 [mm]
音響レンズ	9.4	43
	12.7	51
凹型振動子	9.8	30
	13.3	33

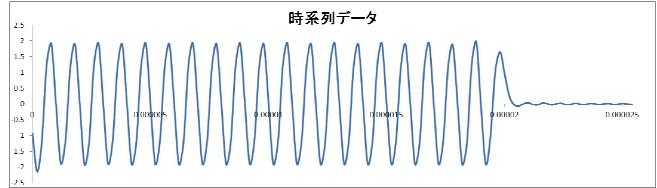


図 10 1.5[MHz]ローパスフィルタ後の波形

を 10[MHz]付近、13[MHz]付近にしたときの焦点位置を表 6 に示す。音響レンズ型は 8[mm]の焦点変動、凹型振動子型は 3[mm]の焦点変動となった。周波数の最大値の条件として近距離音場限界 x_0 が 68[mm]、屈折の焦点が 90[mm]、凹型振動子の曲率半径中心が 38[mm]であるので、音響レンズ型は 10[MHz]の場合、68[mm]、凹型振動子型は焦点位置の最大値が 38[mm]となる。しかし、近距離音場限界 x_0 は周波数が高くなるほど大きくなるが、13.2[MHz]で 90[mm]となり屈折の焦点が焦点の限界となる。音響レンズ型の焦点位置の最大値は 90[mm]となる。音響レンズ型の場合、焦点が 10[MHz]の 43[mm]から最大 90[mm]まで周波数により変動する余地がある。一方、凹型振動子の場合は焦点 30[mm]から最大 38[mm]まで 8[mm]しか周波数による変動の余地が無い。そのため、音響レンズ型は開口角が小さい場合、周波数による焦点位置の変動が大きい。

4. 周波数 A と周波数 B の使い方

波長を求めるために前章までに周波数 B を用いてきたが、周波数 A も用途が異なるだけで信号処理を行う場合には有効である。例えば簡単な例であるが、図 9 の 1[MHz]の sin10 波と 2[MHz]の sin20 波を合成した波形では FFT を行うと周波数スペクトルに 1[MHz]と 2[MHz]にピークが検出される。1.5[MHz]のローパスフィルタをして逆 FFT すると図 10 のように 2[MHz]の sin 波が消えて 1[MHz]の信号となる。このように周波数 A はデジタル信号処理を行う場合に有効である。音声などある程度の波数の信号が合成された信号では FFT で周波数スペクトルを求めて信号処理を行うことが可能である。信号処理を行うときに FFT を行う範囲を切り取った端を滑らかにするために窓関数を用いるが、窓関数をパルス波に用いても周波数 A から波長を求めることができないことが多い。例えば図 6(b)の開口角

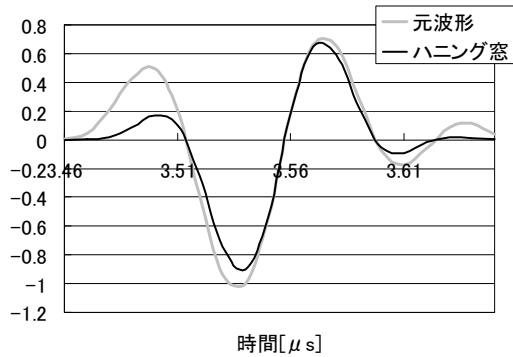


図 11 窓関数による受信波形の変化

9.7 度の音響レンズ型探触子の受信波形であるが、窓関数を用いても周波数 A と周波数 B は一致しない。図 11 にその例を示すが、ハニング窓を用いることで元の波形が少し変化する。周期が変化しているように見えるが、データの大きさが変化しているだけで位置は同じため、近似曲線のピーク位置が変化しているだけである。図 12 が図 11 の周波数スペクトルである。ハニング窓を用いてもピーク周波数が 12.1[MHz]と同じである。この FFT は文献[7]のソフトウェアを用いたが、表 3 の FFT は LabVIEW を用いている。波数が少ないパルス波の場合、用いるソフトウェアや波形を切り取る箇所などで FFT の結果が変化するので安定して周波数を求められない問題がある。周波数 A を使うときは信号処理や波数が多い場合が適切である。

周波数 B を用いる場合は波長で評価を行うときである。今回のように集束超音波探触子の焦点位置を求める場合のほか焦点範囲を求める場合も波長が重要になる。また、距離分解能や方位分解能を評価する場合も波長が重要になるので周波数 B を用いることが適切である。さらに超音波振動子の周波数特性を評価する場合であるが、パルス波を印加した信号を FFT して周波数を評価している場合が多い。本来周波数特性で知りたいことは探触子にパルスを印加した時の応答速度である。つまり、印加電圧に対して探触子がどの程度追従して変位を発生させているかが知りたいことである。この場合、応答速度は信号の立ち上がりからピークの時間差であるので、周期の逆数である周波数 B で評価することが望ましい。FFT で評価を行う場合であるが、最初のパルス電圧印加の強制振動のすぐ後に振動子の自由振動が発生している。パルス電圧印加の強制振動は応答が速いが、振動子の自由振動は応答が遅くさらに周期的な信号となる。このような信号に FFT をすると自由振動の周波数スペクトルが大きくなり、パルスの応答速度からの周波数よりも評価される周波数が低くなることが多い。

周波数 A と周波数 B の使い方をまとめると、周波数 A は波数が多い場合やデジタル信号処理を行う場合に

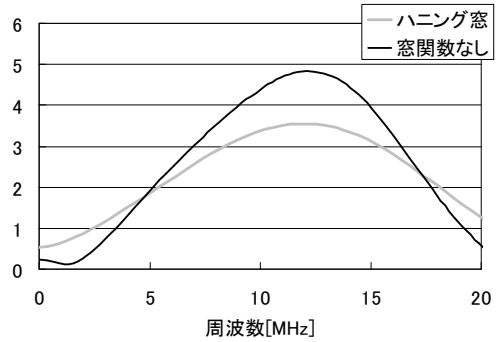


図 12 窓関数を用いた場合の周波数スペクトル

用い、周波数 B は集束超音波探触子の焦点評価や探触子の分解能、応答速度の評価に用いると良い。

5. まとめ

音響レンズ型と凹型振動子型の 2 種の集束超音波探触子の焦点形成について直接波とエッジ波で説明した。開口角をパラメータに定義し、開口角が小さくなるとエッジ波の影響が大きくなる。エッジ波の影響が大きくなると周波数により焦点位置が変動する。周波数は FFT による周波数 A と周期の逆数による周波数 B の 2 種を定義し、周波数 B で評価することで焦点位置を求めることができる。周波数 A は信号処理、周波数 B は波長を求めるときに用いる。

文献

- [1] 日本非破壊検査協会、超音波探傷試験 III 2001 年度版第 3 刷、p.47(2004)
- [2] 田中雄介、阿部晃、小倉幸夫、“音響レンズ型集束超音波探触子の焦点位置設計,” 電子情報通信学会技術研究報告 超音波 Vol.115 No.464 pp.143-148(2017)
- [3] 田中雄介、北田純一、小倉幸夫、“集束超音波探触子の焦点位置と評価法,” 2017 年日本音響学会秋季研究発表会講演論文集 1-2-9、pp.1131-1134(2017)
- [4] 田中雄介、大平克己、小倉幸夫、“パルス波と連続波の超音波伝搬の可視化,” アコースティックイメージング研究会資料, AI-2016-26(2016)
- [5] JIS ハンドブック 43 非破壊検査 JIS Z2350:2002、日本規格協会、pp.634-635、p.644(2016)
- [6] 田中雄介、阿部晃、北田純一、小倉幸夫、“集束超音波探触子の焦点位置と周波数評価,” アコースティックイメージング研究会資料、AI-2017-25(2017)
- [7] 技術計算製作所 平成 29 年 12 月 26 日確認 http://gijyutsu-keisan.com/excel/numcal/fourier/fourier_1.php