

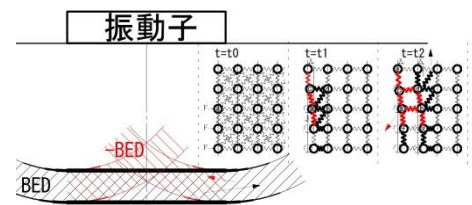
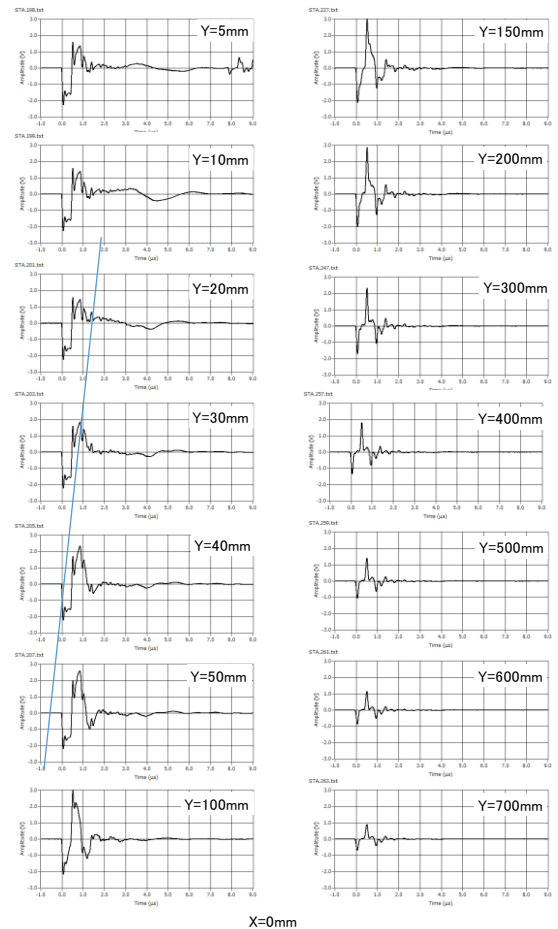
## 音圧測定の仕事

非破壊検査関係の書物には「探傷器やパルサーレシーバの波形は音圧にひれいする」と書かれていますが、正確な表現ではありません。正確には文章の前提として、「連続波又は波数の多いガウシアン・サインの場合で受信振動子の固有振動数が受信基本波に近い場合」が抜けています。古くは連続波の試験しか出来なかったのが、大昔の書物では仕方がない事でしょうが、パルス駆動で波数の短い波形が観測される段階で修正されるべきでした。

さて、正確な音圧を測定する方法の前に一般的に現在どのような音が発生し伝播しているか例を示します。1MHz30φの市販振動子を市販探傷器で励振した例です。水中での測定結果です。探触子の中心軸上での音圧波形を20MHzの音圧センサーで測定しました。

水距離が5mmでは負の矩形半波の電圧とその後ろに少し位相反転の波形があります。負の電圧は正の音圧を示します。大昔に振動子の正分極側を表と決めた為、負電圧で励振し、負電圧から受信するのが基本です。振動子の後ろのバックグが最適の場合は先端の負の矩形しか観測できません。この市販探触子は少しバックグの音響インピーダンスが適切ではないと言う事です。多くの低周波探触子はバックグの中で音を成るべく減衰させる必要があるの、音響インピーダンスが適切に出来ません。肉厚計の為の波形優先か、探傷の為に減衰優先かでバックグの音響インピーダンスが異なります。

伝播していくと後ろの正の部分が段々大きくなります。これは先端の正音圧（負観測電圧）の平面波の周囲部分が発生したBED（図で正の電圧波形）が中心に近づくからです。図でも15mmでは遠くにあった弱い正電圧のBEDが近づく様子が判ります。ビーム中心では周囲からのBEDが集中するので正の部分が特に激しく変化します。円形振動子からのビームの周囲からのドーナツ波で直線的に中心に近づくのではありませんが、直線の線を図に加えました。100mmの距離ではBEDが、負の電圧の先端矩形の後ろから迫って、矩形が三角波に変形します。更に伝播すると200mm程度からは細いパルスになります。15mmで負電圧波形の矩形の信号で観測される音から発生した、逆位相の内側矩形形状BEDが遠くでは後ろを食って残った部分が幅の狭いパルスになります。正負の音圧それぞれが同様になるため、振動子固



有振動周期のパルス列になります。この場合パルス幅は元々の  $1\text{MHz}=1\mu\text{秒}$  の半分  $0.5\mu\text{秒}$  の更に  $1/3$  程度に成っています。

後ろから波形が削られる現象は **BED** の現象は右図で概略判ると思いますが、詳しくは論文などを参照ください。

大半の超音波探傷、医療のエコー検査では送信に使う振動子と受信に使う振動子は同じ周波数を使います。次に振動子厚さと入力波の幅による影響を矩形波入力で図示します。この様に幅の狭いパルスが

振動子に伝わる

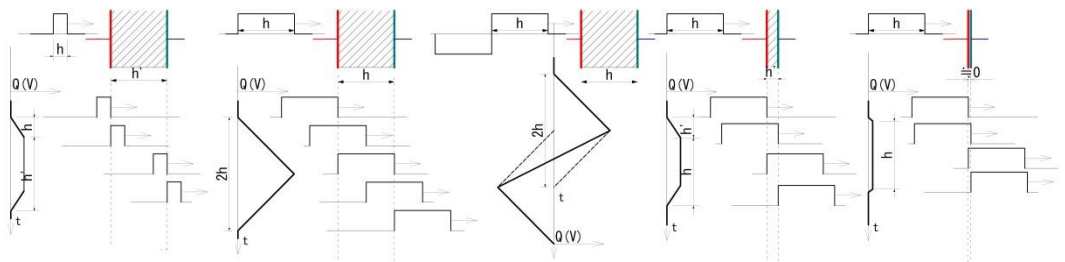
と、受信時には結

局振動子厚さ相

当の波以下では

観測されません。

矩形音を矩形波



形で観測するには十分に高い固有振動の振動子が必要と言う事です。波形観測では一般に波形を見て気に成るのは観測基本波の  $20$  倍から  $1/100$  倍の周波数成分です。これらを観測出来る事が重要です。

より正しい波形を観測するには以下の条件が必要です

- 1) 受信振動子の固有振動は観測したい周波数上限より高い
- 2) 受信振動子径は余り小さくしない。厚さと径の比は  $1:10$  以上が好ましい。振動子の径が小さいと系の影響が大きくなります。
- 3) 受信振動子をチャージ・アンプを通して観測する

この中で3)は低周波ではできますが、数  $\text{MHz}$  と高い場合は性能の良いチャージアンプがありません。しかし以下の方法で対応できます。

- 1) オシロスコープを  $1\text{M}\Omega$  で受信振動子に直接同軸で繋いで使う
- 2) オシロスコープに  $10\text{M}\Omega$  や  $100\text{M}\Omega$  のプローブを付けて、それに受信振動子に直接同軸で繋いで使う
- 3) 高インピーダンスアンプを通して観測する

何れもの場合も、振動子の容量を  $C$ 、入力インピーダンスを  $R$  として  $1/(2\pi RC)$  が低域のカットオフ周波数です。これが観測したい周波数帯域下限以下に成るようにします。

幅の狭いパルスはが発生しない条件

音が幅の狭いパルス波になると何を測っているか判らなくなります。近距離の波形が遠距離でも維持される方が実験には良いでしょう。ガウシアンサインに近い音波を発生すればそのまま伝わりますが、パルス駆動のパルサーでは無理です。以下に幾つかの方法を示します。

- 1) 探触子直後で減衰材を通すと、前後に分散し、矩形音がサイン波形に近くなります。
- 2) 直列ダンピング抵抗をパルサーと探触子間に入れると矢張りサイン波形に近くなります。テスターで振動子の容量を測定して、その容量  $C$  から  $1/(2\pi C)$  を計算し、その前後の抵抗を試して良い値を探します。

- 3) 振動子容量とその基本波で並列共振又は直列共振するインダクタンスを使う。分解のが悪く成りますが、探触子メーカーが良く行う方法です。自作のコイルを巻く必要があつて慣れないと上手く行きません。