

I-33 磁歪振動子により励起された低周波パルスの波形特性

東北大学 学生員 ○河合 鉄平
東北大学大学院 正 員 山田 真幸
東北大学大学院 正 員 北原 道弘

1. はじめに

高周波超音波を用いて、均質部材中の欠陥の幾何学的諸量を推定しようとする試みは、既にいくつか行われている。しかしながら不均質部材においては、高周波超音波は散乱されてしまい部材中の欠陥の再構成を行うことは困難である。そこで波長の長い低周波超音波を用いての非破壊検査が考えられる。ここでは磁歪振動子により低周波超音波を発信し、その波形特性及び、周波数特性について調べた結果を示す。

2. 磁歪振動子

2.1 探触子としての利用

本実験では、磁歪振動子を探触子として用い、低周波超音波を発信させた。磁歪振動子の概略図を図-1に示す。

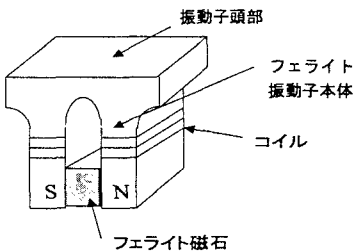


図-1 磁歪振動子の概略図

2.2 振動子の振動原理

磁歪振動子に巻かれているコイルに電流を流すことにより、磁界が発生する。この磁界により振動子本体であるフェライトが磁化し、寸法が変化することにより、縦振動を起こす。この縦振動により振動子頭部から超音波が発信される。また本実験で使用した磁歪振動子の共振周波数は 100kHz である。

3. 磁歪振動子を用いた計測実験

3.1 計測装置概要

本研究では図-2に示すような実験装置を用いて計測を行った。ファンクションジェネレーターで発生させた電気信号を、パワーアンプで増幅し、この電気信号により磁歪振動子を駆動する。発信側振動子から放射されて試験体中を伝播した波動は受信子で受信され、電気信号に変換される。その後プリアンプを介して増幅された電気信号は、デジタルオシロスコープで時間波形として記録される。このデータをパソコンへ転送し波形処理を行う。

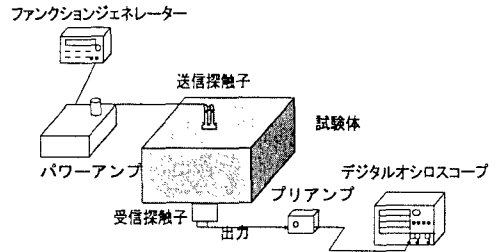


図-2 実験系

3.2 セメントペースト試験体

試験体には図-3に示すような、フライアッシュを混ぜたセメントペースト試験体を用いた。試験体の両側面中央に、磁歪振動子を当て送・受信し、第1波目が得られた時間より試験体中における波速を求めると、 3750m/s であり、この値は試験体の材料定数より導いた値と一致した。底面エコーの確認に、この波速を用いることとする。

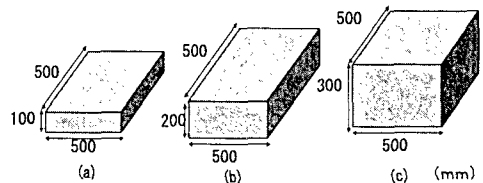


図-3 試験体

3.3 駆動波形

磁歪振動子を駆動させるために、ファンクションジェネレーターで周波数 100kHz の1波のサイン波形を発生させた。デジタルオシロスコープで得られた波形をパソコンに取り込みフーリエ変換し、周波数特性を求めた結果を図-4に示す。

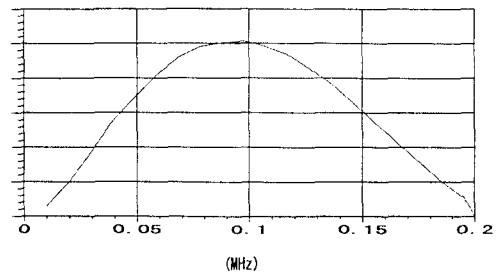


図-4 入射波の周波数特性

4. 計測結果

4.1 磁歪振動子の加工と受信波形

送・受信子に磁歪振動子を用いて受信した波形を図-5に示す。このとき使用した試験体は図-3(c)に示した厚さ300mmの試験体である。ここで試験体中を伝播する波の波長は37.5mmである。図-5に示した受信波形のうち、最初の波形は磁界の漏れの影響であり、図中の80 μ s付近から計測されている波形が、実際の計測波形である。厚さ $d = 300\text{mm}$ のセメントペースト中を伝播する波速 $c_L = 3750\text{m/s}$ の透過波の到達時間は $\Delta t = d/c_L = 80\mu\text{s}$ であり、漏れ波の初動と計測波形の初動との時間差もこの80 μ sと一致している。図-5に示したように、送信と受信共に磁歪振動子を用いて計測された波形は、長時間振動が続く波形となっている。この原因として、磁歪振動子の共振の影響が考えられる。そこで、磁歪振動子の後部に図-6に示すような鉛のダンパーを取り付けて、共振の影響を減少させるよう工夫した振動子を作成した。送・受共にこのダンパー付の磁歪振動子を使用して計測を行ったが、この場合、感度が低下し透過波の計測が困難となった。そこで、送信子として鉛ダンパー付の磁歪振動子を用い、受信子として圧電型広帯域探触子(中心周波数100kHz)を用いて計測を行った。この時の受信波形を図7に示す。受信透過波にはダンピングの効果が認められ、狭帯域ではあるがパルス状の波形が生成されていることがわかる。ただし、厚さ300mmのセメントペースト中を往復して透過する第2番目の透過波形を識別するには至っていない。

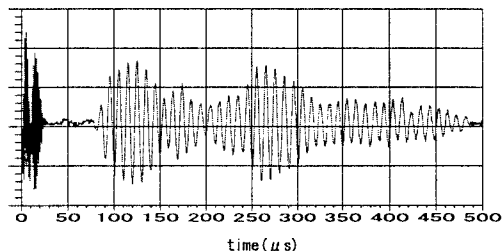


図-5 送・受信子に磁歪振動子を用いた波形

4.2 受信波形の周波数特性

図-8は図-5における、80 μ s～130 μ sの間の時間域波形の周波数スペクトルを示したものである。図-9は図-7の時間域波形80 μ s～130 μ sの周波数スペクトルである。

5. 結論

低周波数域においてパルス状に近い波動を供試体中に発生させるために、磁歪振動子を試作した。磁歪振動子に鉛ダンパーを圧着することにより、狭帯域ではあるがパルス状に近い波形を生成することができた。感度の向上と広帯域化が今後の課題である。

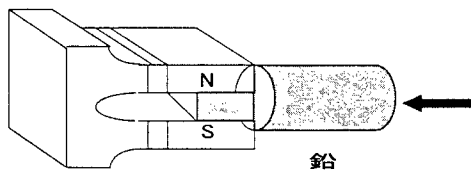


図-6 鉛ダンパーを取り付けた振動子

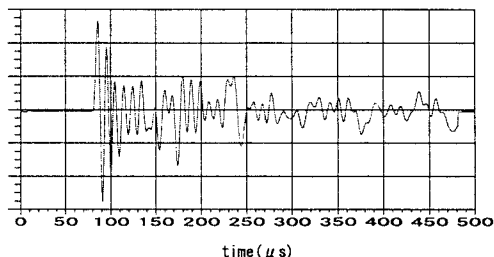


図-7 送信子にダンパーを取り付けた磁歪振動子、受信子に圧電型広帯域探触子を用いた波形

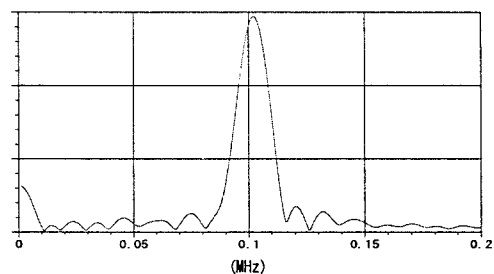


図-8 図5の周波数スペクトル

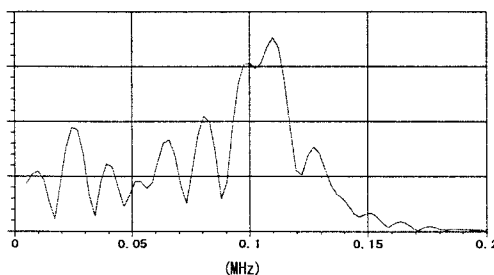


図-9 図7の周波数スペクトル

参考文献

- 1) 菊地喜充：磁歪振動と超音波，コロナ社，pp.342-356,1960