

非線形超音波測定用デュアル共振型トランスデューサの開発と性能評価

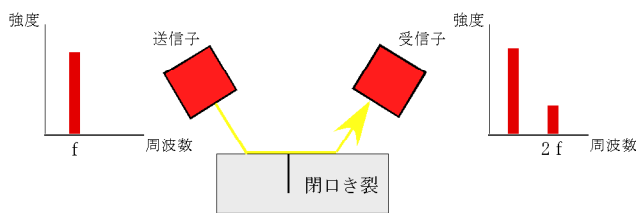
岡 慎太郎

研究背景及び目的

現在行われている非線形超音波測定では周波数の異なる2つのトランスデューサを用いて行われている。しかし、実際の現場ではき裂が被検体内部に存在し、トランスデューサで被検体が挟み込めない場合が多い。そこで本研究では1つのトランスデューサで送信と受信の周波数帯が異なるデュアル共振型トランスデューサを開発し反射法によって1つのトランスデューサで非線形超音波測定を可能とするトランスデューサの開発を目的とした。

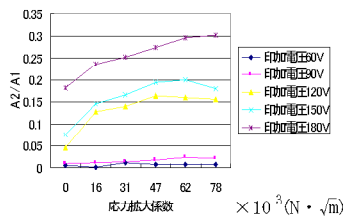
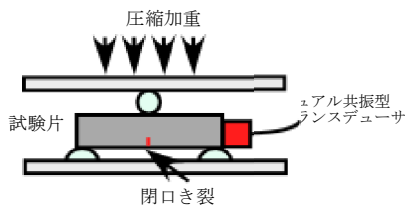
非線形超音波測定法

単一周波数をもつバースト波を閉口き裂をもつ被検体に入射するとその反射波または透過波には入射超音波の整数倍の高調波が含まれる。非線形超音波測定では基本周波数に対する2次高調波の割合から閉口き裂の有無を調べる。

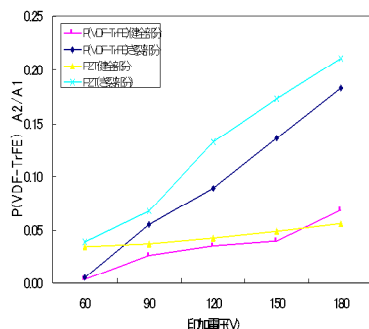


き裂の状態と非線形性

き裂高さ5mmの軟鋼試験片を3点曲げ試験により開閉口させ、その時の非線形性を測定した。また印加電圧を変化させることで振幅も変化させ測定を行った。き裂先端部に働く応力拡大係数を0~76 $\times 10^3$ (N $\cdot\sqrt{m}$)まで変化させ非線形効果の変化を調べた。その結果、非線形効果はき裂の開閉口の状態よりも入射超音波の振幅に大きく依存することが分かった。



また、送信をPZT圧電素子で行い、受信はP(VDF-TrFE)で行うトランスデューサを製作しP(VDF-TrFE)送信の時との比較を行った。印加電圧を上げていくとPZT送信の方が非線形性が大きく現れた。

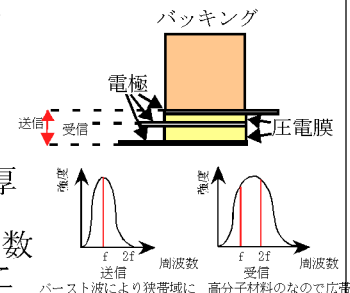


デュアル共振型トランスデューサ

高分子圧電膜(P(VDF-TrFE))を積層し送信時には2枚の圧電膜を励振し、受信時には前面1枚の圧電膜で受信を行う。

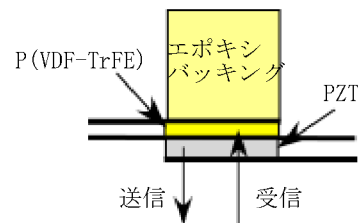
また、積層時に圧電膜の厚みをまったく同じ厚みで行ってしまうと受信時に基本波(次)に対する感度がなくなってしまい正確な非線形性の測定が行えない。

そこで、前面の圧電膜をもう1枚の圧電膜よりも厚みをもたせることで受信の中心周波数を基本周波数と2次の間にもってこることができ感度よく非線形性の測定が行える。



PZTをもちいたトランスデューサの製作も行ったがその場合は送信時にはPZTのみ励振し受信はP(VDF-TrFE)のみで行う。

送信にPZTを用いることでP(VDF-TrFE)で送信を行ったときよりも振幅の大きい超音波を入射できより大きな非線形性が得られると考えられる。



結果とまとめ

高分子圧電膜(P(VDF-TrFE))を積層したデュアル共振型トランスデューサの有効性が確認でき、1つのトランスデューサで反射法による被検体外部からの非線形超音波測定が可能となった。

また、超音波の非線形性は閉口き裂部においてき裂の開閉口の状態よりも入射超音波の振幅に大きく依存することが分かった。

これらのことから、入射超音波の振幅や周波数などから閉口き裂の状態(高さ、幅、奥行き等)を定量的に測定できるようになることが期待される。