

研究概要報告書

資料-1

(1/2)

研究題名	電磁超音波共鳴による金属材料劣化の評価	報告書作成者	萩 博次
研究従事者	萩 博次 , 平尾 雅彦		
研究目的	<p>戦後、一斉に世界中で鉄道、高速道路、パイプラインなどの社会構造物が建設され、大量の金属材料が使われてきた。近年これらの老朽化や劣化を原因とする重大事故の発生が跡を絶たず、社会問題となっている。特に、昨年の惨事、阪神大震災においては構造物の老朽化が被害を大幅に拡大させたことが記憶に新しい。今後、これらの構造物は劣化あるいは老朽化した部分から優先的に修復しなければならない。しかし、劣化や老朽化の検査は現場の熟練者が経験的判断で行っている場合がほとんどであり、事実上、大量に存在する検査物を少数の熟練者が管理することは不可能である。この問題を解決するためには、測定が測定条件や測定者に依存せずかつ簡便で測定時間が短い、といった条件を満足する非破壊検査方法が必要不可欠である。本研究の目的は、これらの条件を満足する電磁超音波共鳴法の開発と、これを利用した構造用金属材料の劣化（特に疲労、クリープ）の検出である。本法の一般構造物への適応が確立すれば、その安全管理に大きく貢献すると考えられる。</p>		

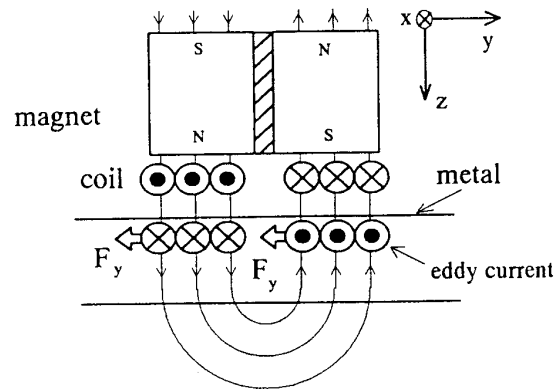
研究内容

電磁超音波共鳴は、電磁超音波センサ（様式-10参照）によって非接触状態で金属内に超音波共鳴を発生させ、その共鳴スペクトル（共鳴周波数と共鳴の緩和時間）から材料の応力状態や劣化状態を極めて短時間かつ高精度に測定する定量的非破壊計測方法であり、我々が独自に研究を進めている新しい材料評価法である。材料の劣化は、主に超音波のエネルギー損失、すなわち、超音波減衰に反映される。しかし、従来の接触型圧電探触子では音響結合物質を介して超音波を入射しなければならず、接触面でのエネルギー損失が大きいため、劣化による微小な超音波減衰の変化を捕えることができなかった。つまり、材料内でのエネルギー損失をはるかに上回るエネルギー量の変化が接触面で起こり、実際に必要な情報が不必要な情報内に埋もれる形になる。電磁超音波共鳴の最も大きな利点は、非接触性にある。このため、測定精度が表面状態に依存しないだけでなく、材料内の自然な超音波振動に害を与えることなく、純粋な材料内部のエネルギー損失量を抽出することができる。しかも、x線や磁氣的測定と異なり、材料内部を観察できるという超音波の利点は保持したままである。電磁超音波共鳴は、これまで金属平板の二次元応力分布測定、金属結晶粒度の測定、新幹線レールの軸力測定など実際的な測定対象に適用して成功している。いずれも従来より用いられている超音波測定法を越えた高精度と実用性が確認された。今後、疲労、クリープ、熱劣化、中性子照射による劣化の検出の非接触評価を行う計画である。

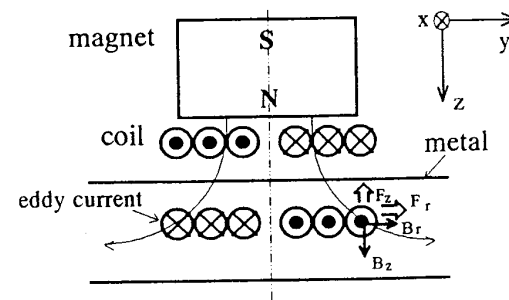
説 明 書

(1)

典型的な電磁超音波センサの原理図と実際に我々が製作しセンサの写真を示す。いずれも板厚方向 (z方向) に進行する超音波を発生するセンサである。(a)は横波専用、(b)は縦波と2方向に偏向する横波を同時に発生する。どちらも、コイルと永久磁石から構成されている。コイルに高周波電流を流すと、金属表面付近に時間的に変化する磁場が生じ、この変化を打ち消そうとする方向、つまり、コイルの電流とは逆方向に渦電流 (eddy current) が励起される。渦電流は永久磁石が作る静磁場と作用しあい、金属内の自由電子に働くローレンツ力を産み出す。その結果、金属結晶はローレンツ力を受けた電子との衝突などの相互作用によって運動し、超音波の起振源となる。ローレンツ力の方向はフレミングの左手の法則に従う。これは、各センサのコイルと永久磁石の静磁場形状によって決定される。例えば(a)では、金属表面で静磁場の垂直成分が強く、主にy方向のローレンツ力 F_y が働くため、y方向に偏向する横波が発生する。また、(b)のセンサは円形に巻かれたコイルと円柱形の永久磁石から構成されている。この場合、磁石が作る静磁場は放射状に広がり、金属内では垂直成分 B_z と半径成分 B_r とに分割することができる。この結果、z方向と半径方向にそれぞれローレンツ力 F_z および F_r が生じ縦波と横波が同時に発生する。これらの受信原理は発生逆過程に従う。



(a)横波用電磁超音波センサ



(b)縦波・横波両用電磁超音波センサ

(注： フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等 研究内容の補足説明に御使用下さい)

様式-10