2-19

MI センサを利用した探傷プローブによる渦電流試験に関する検討

## 1. はじめに

これまでに、発電プラントなどのプラント 構造物で発生する事例が報告されている、応 力腐食割れや熱疲労割れといった微小なきず に対して、雑音が小さく、S/N 高くきず検出 が可能なのプローブを適用した渦電流探傷試 験を行い、きずの検出と評価が可能であると いう報告を行った。しかし、のプローブを用 いてきずの評価を行う場合、最低2回の走査 が必要になる<sup>1~2)</sup>。そこで、1回の走査できず の評価に必要な探傷信号を得るために、検出 部に二つの MI センサを利用したプレーナ MI プローブの開発を行い、基礎的なきず検出特 性について報告を行った<sup>3)</sup>。

今回、更なる検討として、きずの寸法が異 なるきずに対して、プレーナ MI プローブを適 用した場合の検出特性について検討を行った。

## 2. MI センサの原理

図1にMIセンサの原理図を示す。図1(a)の ように、アモルファスワイヤ表面の磁区(図中 の矢印)は円周方向にバラバラに並んでいる。 この状態で、外部磁界が印加されると、図1(b) のように、磁区の向きが外部磁界のワイヤ軸方 向の成分の大きさに比例して傾く。この状態の 時に、パルス電流を通電させると図1(c)のよう に磁区の方向が一方向にそろうので、インピー ダンスの値が変化する。この時、アモルファス ワイヤに巻かれているコイルに起電力が発生す るので、信号が得られる。 日大生産工(院)○本宮 寛憲 日大生産工 小山 潔



3. プレーナ MI プローブの構造と探傷原理

図2に、プレーナ MI プローブの構造を示す。 励磁コイルには渦巻き状に巻かれたプレーナ プローブコイルを使用しており、その上に MI センサを配置した。励磁コイルは巻線方向に 渦電流を誘導する。二つの MI センサはそれぞ れが 90°異なる方向の磁束を検出し、それを きず信号として検出する。

図3に縦きずでX軸方向の磁束を検出する 場合の、探傷原理を示す。図3(a)のようにプ ローブがきずの左側に位置するとき、きずを 避けて流れた渦電流によって、X軸方向の磁 束が発生するので、きず信号が検出できる。 図3(b)のように、プローブがきずの真上に位 置するとき、きずを避けて渦電流が流れるが、 発生する磁束の総和が零になるので、きず信 号が発生しない。図3(c)のように、プローブ がきずの右側に位置するとき左側とは逆

Study on Eddy Current Testing by flaw detection probe with MI sensor Tomonori HONGU, Kiyoshi KOYAMA

-167-

極性のきず信号が発生する。なお、横きずで Y 軸方向の磁束を検出する場合も同様の原理 である。





図3 プレーナ MI プローブの探傷原理

3.実験条件及び実験方法

材質がSUS316の試験体に長さ(10,15,25mm)、 幅(0.1,0.2,0.4mm)、深さ(1,2,4,8mm)が種々 異なる矩形型のきずを施した。

プレーナ MI プローブの寸法を、励磁コイル では外径 9mm、内径 2mm、コイルの厚さを 0.32mm とした。MI センサは愛知製鋼(株)製の AMI204 型を使用している。

プレーナ MI プローブを X-Y テーブルに設 置し、XY 軸方向ともに±20mm の範囲を左から 右に二次元走査を行い、0.5mm 間隔で探傷デ ータを取得した。試験周波数は 20kHz、試験 電流を 0.2A、一定、プローブと試験体との間 に薄い非導電性シートを挟みリフトオフを 0.5mm 一定とした。 4. 実験結果

4.1 プレーナ MI プローブによる検出結果

図4(a),(b)に縦きずの場合の二次元走査によ って得られた信号振幅のカラースケール画像を テコイル 示す。X 方向の磁束を検出した場合、きずの長 さ方向に対して左右両側で大きな信号が発生す る。また、Y 軸方向の磁束を検出した場合、き ずの両端部と真上で信号が発生することが分か る。

図5(a),(b)に横きずの場合の二次元走査によって得られた信号振幅のカラースケール画像を示す。X 方向の磁束を検出した場合、きずの両端部と真上で信号が発生することが分かる。また、Y 軸方向の磁束を検出した場合、きずの長さ方向に対して上下で大きな信号が発生する。

以上のように、きずの向きと、検出する磁束 の方向に応じた信号が得られることが分かった。 なお、縦きず Y 成分と横きず X 成分の磁束を検 出した際にきずの真上でも信号が得られている。 これは、励磁部に用いたプレーナコイルの形 状が左右非対称なので、磁束の総和が零にな らずきず信号が発生していると考えられる。



図4 信号振幅のカラー画像(縦きず)



4.2 きず信号パターン

図 6 に縦きずで X 成分の磁束を検出した場 合のきず信号パターンを示す。

図 6(a)に長さ及び幅を一定とし、深さを 1,2,4,8mmとした場合の信号パターンを示す。 きずの深さが深くなると信号パターンは大き くなり、信号パターンの傾きも時計回りに傾 くことが分かる。

図 6(b)に深さ及び幅を一定とし、長さを 10,15,25mmとした場合の信号パターンを示す。 きずの長さが長くなると信号パターンは大き くなるが、信号パターンの傾きは変わらない ことが分かる。

図 6(c)に深さ及び長さを一定とし、幅を 0.1,0.2,0.4mm とした場合の信号パターンを 示す。きずの幅が広がると信号パターンは大 きくなるが、信号パターンの傾きは変わらな いことが分かる。

図7に縦きずでY成分の磁束を検出した場

合のきず信号パターンを示す。

図 7(a)に長さ及び幅を一定とし、深さを 1,2,4,8mmとした場合の信号パターンを示す。 きずの深さが深くなると信号パターンは大き くなり、信号パターンの傾きも時計回りに傾 くことが分かる。

図 7(b)に深さ及び幅を一定とし、長さを 10,15,25mmとした場合の信号パターンを示す。 きずの長さが長くなると信号パターンは大き くなるが、信号パターンの傾きは変わらない ことが分かる。

図 7(c)に深さ及び長さを一定とし、幅を 0.1,0.2,0.4mm とした場合の信号パターンを 示す。きずの幅が広がると信号パターンは大 きくなるが、信号パターンの傾きは変わらな いことが分かる。

以上のことから、信号パターンの傾きはき ずの長さ、幅の影響を殆ど受けず、きずの深 さに応じて時計回りに傾きので、きず深さの 評価への利用に期待が持てる。





5.まとめ

本研究では MI センサを利用したプレーナ MI プローブを開発し、きずの寸法を種々変え た場合のきず検出特性について検討を行った。 その結果、きず深さ、長さ、幅が大きくなる と信号パターンは大きくなる。また、信号パ ターンの傾きは EDM であれば、きずの長さ及 び幅の影響をほとんど受けず、きずの深さに 応じて信号パターンの傾きが時計回りに傾く ので、きず深さの推定に利用できる可能性が ある。

## 「参考文献」

- 1) 星川 洋,小山 潔,柄澤 英之: リフトオ フ雑音が発生しない渦電流探傷用新型上 置プローブに関する研究,非破壊検 査,50(11),pp.736-742,(2001)
- 2)本宮寛憲,小山潔:渦電流探傷試験による 応力腐食割れ・熱疲労割れの検出と評価に 関する研究,第17回表面探傷シンポジウ ム講演論文集,表面探傷技術による健全性 診断,pp23-26(2014)
- 3)本宮寛憲,小山潔:MIセンサを利用した渦 電流探傷プローブによるきず検出特性に 関する研究,第19回表面探傷シンポジウ ム講演論文集,表面探傷技術による健全性 診断,pp13-14(2016)