

TFG センサを用いた漏洩磁束測定による非破壊評価の研究

Non-destructive Evaluation Based on Measurement of Leaked Magnetic Flux by TFG sensor

京都大学大学院
京都大学
京都大学

安部 正高 Masataka ABE
琵琶 志朗 Shiro BIWA Member
松本 英治 Eiji MATSUMOTO Member

There are various inspection methods using Magnetic Flux Leakage Testing. In this paper, we attempt to apply Thin-Film Flux Gate magnetic sensor to measure weak leakage flux density induced by surface or back surface defects like cracks or notches. And it is shown that the measured magnetic flux density near the specimen surface indicates the pattern reflecting the shape of the defects.

Keywords: non-destructive evaluation, leaked magnetic flux, TFG sensor, MFLT

1. 緒言

磁性体の表面または内部に傷などの欠陥があると、磁性体と欠陥部との境界で磁気的性質が異なるため、その周囲で磁力線が変化して試験片表面から漏れる。この漏洩磁束密度の分布と強度を適当な磁界センサを用いて計測することで欠陥の同定を行うのが漏洩磁束探傷法 (Magnetic Flux Leakage Testing : MFLT) である。本研究では検出素子として TFG センサを用い、試験片表面に平行な磁束密度分布を測定することで、試験片に生じた欠陥を検出することを試みた。TFG センサは測定中のドリフトが非常に少なく、センサチップが小型であるという特徴がある。今回用いた(株)島津製作所製の TFG センサはこの小型なセンサチップ部を独立して動かすことで自由度の高い計測が可能となっている、Fig.1 参照。

2. TFG センサによる漏洩磁束の測定

2.1 試験片及び測定法

今回は Fig.2 及び Fig.3 に示す二つの試験片を用いた。試験片 1 (SS400) は背面に約 1mm の幅の四つの非貫通溝をもち、それぞれ溝の深さを変えてある。試験片 2 (SUS304) は片側から 10mm のスリット加工をしたのち、疲労負荷によりき裂を進展させており、幅方向に 10mm 程度を残すまでき裂が進展している。これらの試験片を交流極間式磁化器を用いて長手方向(x 軸方向とする)に磁化し、試験片表面から約 1 mm 上の空間領域における水平方向 (x 軸方向) の磁束密度を測定した。

連絡先：安部正高，〒606-8501，京都府京都市左京区吉田本町京都大学大学院エネルギー科学研究所科，e-mail:abe@system.energy.kyoto-u.ac.jp

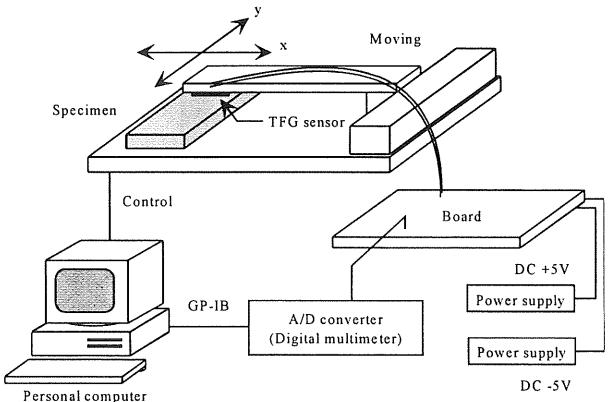


Fig.1 Experimental system

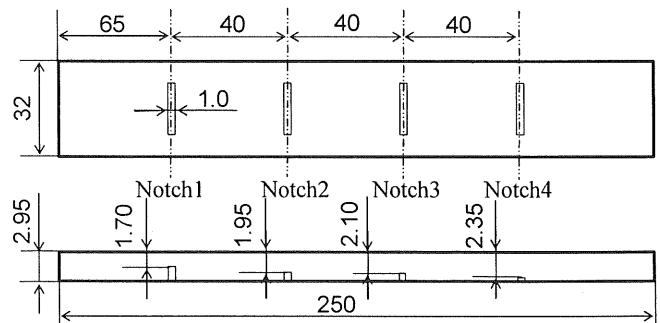


Fig.2 Specimen1

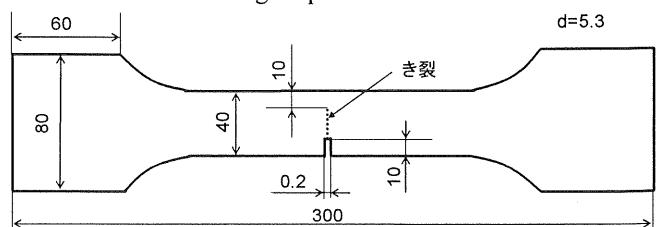


Fig.3 Specimen2

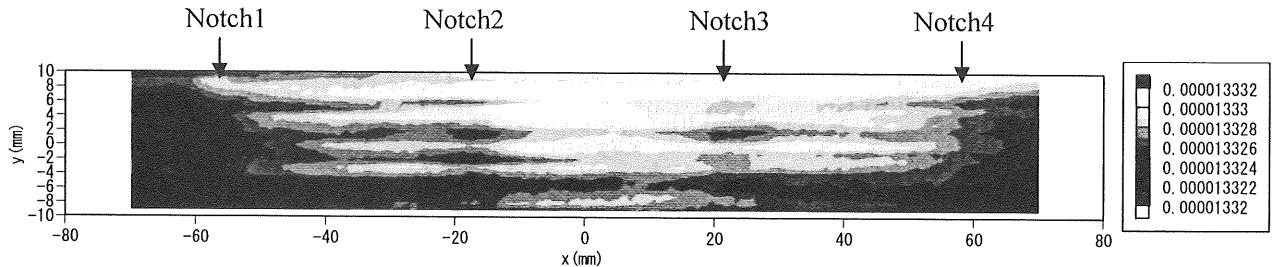


Fig.4 Magnetic flux density B_x (T) outside of Specimen1

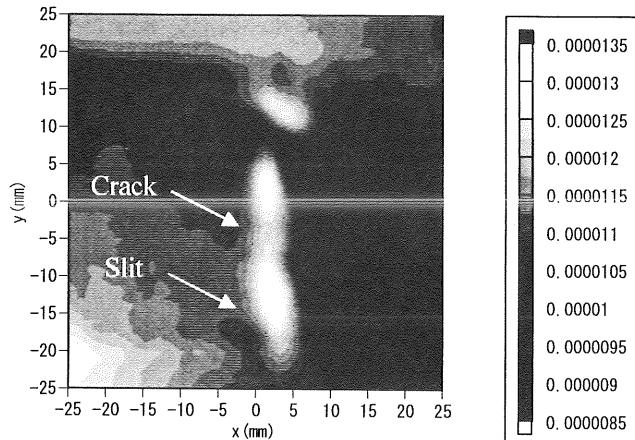


Fig.5 Magnetic flux density B_x (T) outside of Specimen2

2.2 測定結果

それぞれの試験片についての測定結果を Fig.4 および Fig.5 に示した。Fig.4 は試験片 1 についての測定結果であり、背面に欠陥のある部分では、磁束密度が減少し、欠陥を反映した磁束密度の分布があらわされている。これは透磁率の低い欠陥部を避けるようにして生じた漏洩磁束が周囲の磁場と打ち消しあった結果である。また、一番左の溝 (Notch1) はよく検出されているが、一番右の溝 (Notch4) はほとんど検出されていない。これより、試験片表面から深いところにある傷ほど検出しやすいことがわかる。試験片表面から深いところにある傷を精度よく検出するには、より強く磁化し十分な漏洩磁束密度を得ることが必要である。また、全体として縞模様のパターンがあらわされているが、これは試験片表面に生じた縞状の錆びなどの影響によるものであると考えられる。

Fig.5 には試験片 2 の測定結果を示す。スリット部やき裂部において漏洩磁束が生じ、周囲の磁場と強めあつた結果、欠陥の形状を反映した磁束密度の分布があらわされている。SUS304 は非磁性体であるが、

欠陥部では加工時にマルテンサイト変態を起こしているためこのように検出が可能となる。き裂先端部で一度磁束密度が減少し少し離れた部分でまた増加しているのも、加工に伴う塑性変形に起因した相変態の影響ではないかと考えられる。また、スリット部とき裂部とで磁束密度のパターンにあまり明瞭な違いがあらわれていないことがわかる。このように、漏洩磁束は欠陥の形状より大きな範囲で計測されるという特徴がある。

3. 結言

- 1) 背面に非貫通溝を持つ試験片 (SS400) を磁化し、試験片表面近傍における水平方向の磁束密度を測定した。その結果、背面に非貫通溝の存在する部位では磁束密度が減少するパターンがあらわれ、これを検出することが出来た。
- 2) スリットおよび疲労負荷により進展したき裂をもつ試験片 (SUS304) を磁化し、同様に磁束密度を測定した。その結果、スリットおよびき裂部では磁束密度が増加するパターンがあらわれ、これを検出することができた。また、それ以外の加工に伴い相変態が起きたと思われる部位も検出することができた。

参考文献

- [1] 石原，“TFG センサを用いた漏洩磁束測定による欠陥の同定”，第 9 回 MAGDA コンファレンス 講演論文集、2000、pp.89-92。
- [2] 吉見、藤山、務中、山田、中西、吉田，“小型薄膜フラックスゲート磁気センサとその応用”，島津評論、56-1・2、1999、pp.19-28。