

パルス渦電流試験を用いた鋼材の減肉検出

Corrosion Detection on Steel by using Pulsed Eddy Current Testing

職業能力開発総合大学校	小坂 大吾	Daigo KOSAKA	Member
職業能力開発総合大学校	坂根 尚武	Shobu SAKANE	Non Member
職業能力開発総合大学校	橋本 光男	Mitsuo HASHIMOTO	Member
日立 GE ニュークリア・エナジー株式会社	長沼潤一郎	Junichiro NAGANUMA	Member

This paper aims at a detecting corrosion on the back surface of a thick steel plate. Our proposed technique is characterized by using pulsed eddy current testing with DC magnetization. The thick steel plate is magnetized by DC Magnetizer. Therefore the magnetization generates the magnetic flux in the plate. The permeability of the plate changes with the corrosion. Changes in the permeability of the plate are detected by pulsed eddy current testing. The corrosion on the back surface of the plate was detected in experimental results.

Keywords: Corrosion detection, Steel, DC magnetization, Eddy current testing, Pulse induction

1. 緒言

鋼材構造物の健全性を担保するためにその厚さ管理が行われおり、再現性、測定容易性に優れた超音波厚さ計を用いた手法が使われている。一方で、接触媒質を必要としない簡易な測定が求められる場合があり、電磁気を用いた手法が提案されている。例えば、Saturated Low Frequency Eddy Current 法^[1]が実用化されている。

著者らはこれまでパルス渦電流法を用いた鋼材の厚さ測定を試みてきた^[2]。この手法は、一度の励磁波形に含まれる周波数帯域が広く^[3]、励磁波形を一周波数の連続波とした場合と比べ、多くの情報を一度に得ることができる。一方で、より厚い鋼材の裏面部分減肉に適用するためには、SN比の向上が必要であった。

そこで本稿では直流磁化とパルス渦電流試験の併用により、パルス渦電流試験単体では困難であった厚板鋼材における裏面部分減肉の検出を試みた。

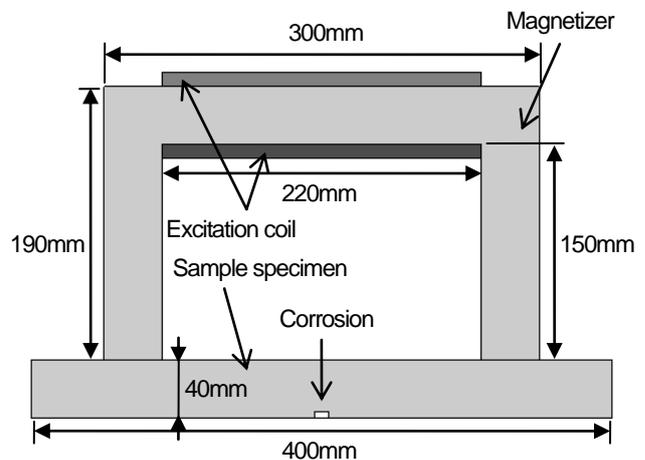
2. 測定方法

本稿では、厚さ 40mm の圧延鋼材の裏面に、長さ 60mm 幅 30mm 最大深さ 5mm の楕円形の模擬減肉を加工した試験体を対象とした。

磁化器と試験体の形状は Fig. 1 に示す通りで、奥行きは

400mm、励磁コイルの巻き数は 640 ターンである。なお、励磁電流は 0A と 12A の二通りで比較した。測定システムを Fig. 2 に示す。Fig. 3 に示すように、パルス ECT センサを磁化器の内側に設置し、試験体表面の減肉部周辺で二次元走査(C scan)した。走査ピッチは 10mm ピッチで、走査領域は 100mm×150mm である。

パルス ECT センサは、ポットコア形のヨークの内部に励磁コイルと検出コイルを入れたものである。ポットコアの外径は 50mm、内径は 16mm である。ヨークの材質に 3%珪素鋼を用い、励磁コイルを 100 ターン、検出コイルを 480 ターンとした。パルス ECT センサの励磁電流は 0.2A を 2 秒間通電する方形波のパルス波を用いた。検出には、励磁電流 OFF 後の信号を 40dB 増幅した波形を用いた。



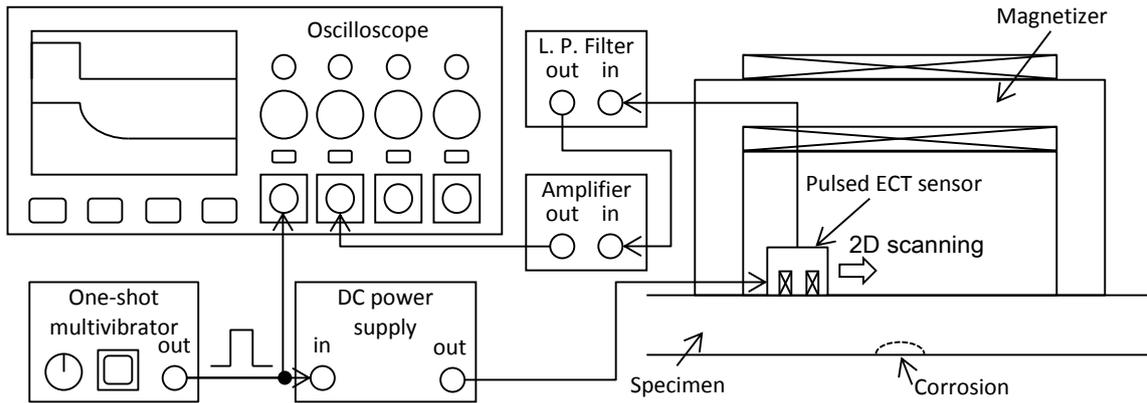


Fig. 2 Experimental setup

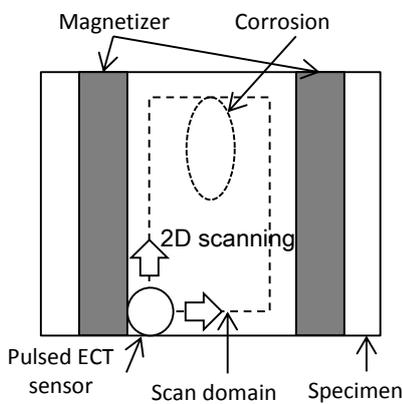


Fig. 3 C scan method

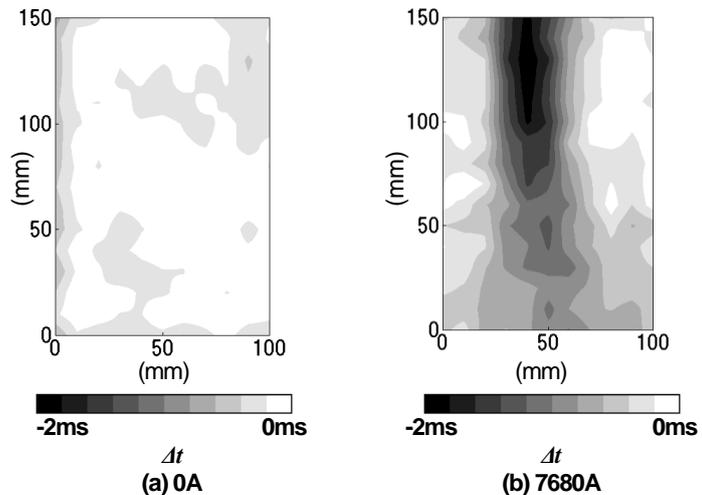


Fig. 4 C scan results by pulsed ECT with DC magnetization

3. 測定結果

磁化器の起磁力を 0A または 7680A とし、パルス ECT センサで C scan の結果を Fig. 4 に示す。凡例で表している Δt は、健全部相当の検出波形が基準電圧（今回は 4V）に達する時間を基準として、各位置での検出波形が基準電圧に達する時間との差を表している。したがって、色の濃い部分は検出波形が早く減衰している。Fig. 4(a) に示す直流磁化を併用していない時の結果では、走査領域において顕著な検出波形の変化は見られなかった。Fig. 4(b) は直流磁化を併用した時の結果であるが、長さ 60mm、幅 30mm の減肉形状より広い範囲で、健全部と比較して早く検出波形が減衰していることを示している。これは、直流磁化によって試験体内に存在する磁束が、減肉を迂回することで試験体内の磁束密度を変化させ、これによる減肉部周辺の透磁率の変化をパルス ECT で検出していることによると考えられる。

4. 結言

直流磁化を併用したパルス渦電流法により、厚板鋼板

の裏面減肉の検出を試みた。その結果、厚さ 40mm の圧延鋼材の裏面に設けた長さ 60mm 幅 30mm 最大深さ 5mm の楕円形の模擬減肉を検出できることを確認した。

今後、数値解析を用いて起磁力や試験体の磁気特性が検出結果に与える影響を定量化することで、減肉検出性能を評価する方法について検討していく。

参考文献

- [1] Magnetic Flux and SLOFEC Inspection of Thick Walled Components, 15th World Conference on Non-Destructive Testing, 2000
- [2] 橋本 光男, 小坂 大吾, “鋼材厚さ測定用パルス渦電流センサの誤差要因と再現性”, 第 21 回 MAGDA コンファレンス, 2012
- [3] M. Morozov, G. Y. Tian and D. Edgar, “Comparison of PEC and SFEC NDE techniques”, Nondestructive Testing and Evaluation, 24(1), 2009, pp. 153-164

(平成 25 年 6 月 21 日)