

パルス渦電流試験における磁気ノイズの抑制について

日大生産工（院）
日大生産工

○藤井 雄太
小井戸 純司

1. はじめに

化学プラント等の熱交換器で使用される伝熱管の約 70%以上は強磁性体の鋼管が用いられている。これに対して内挿コイルを用いた渦電流探傷試験を適用すると、強磁性材料特有の磁気ノイズによって SN 比が低下するため探傷が困難である。そこで、瞬間的に強い電流を流すことができるパルス渦電流試験を用いることによって、鋼管を磁気飽和させることにより磁気ノイズが低減し、鋼管を探傷することが可能となる。しかし、現状では磁気ノイズを完全に抑制できていないため、パルス励磁電流の大きさや幅を調整して磁気ノイズの低減に適した条件を検討する必要がある¹⁾。そこで、本研究では、パルス駆動回路によりパルス幅を調整し、パルス幅と信号の SN 比の関係を検討した

2. パルス渦電流試験の原理

(1)パルス渦電流試験

Fig.1 にパルス渦電流試験のシステムを示す。通常の渦電流探傷試験では、励磁コイルに供給

される励磁電流は単一周波数の正弦波である。これに対し、パルス渦電流探傷試験では、励磁コイルに供給される励磁電流はパルス電流を用いる。励磁電流発生装置から供給されるパルス状の短い電流により、パルス状の磁束が発生し、その磁束によって試験体は磁気飽和し、また同時に渦電流が誘導される。試験体に生じる渦電流は、試験体のきずの存在によってその分布が変化し、検出コイルの起電力が変化する。それに対し増幅や同期検波などの信号処理を施し、探傷信号として出力される。

(2)パルス発生回路

パルス発生回路において、試験コイルと IGBT の直列回路に直流電圧を供給し、IGBT にトリガパルスを与えて ON させ、任意の時間経過後にトリガパルスをカットすると、任意のパルス幅を持つ励磁電流を発生させることができる。

(3)信号処理回路

試験コイルを走査して、コイルがきずを通過

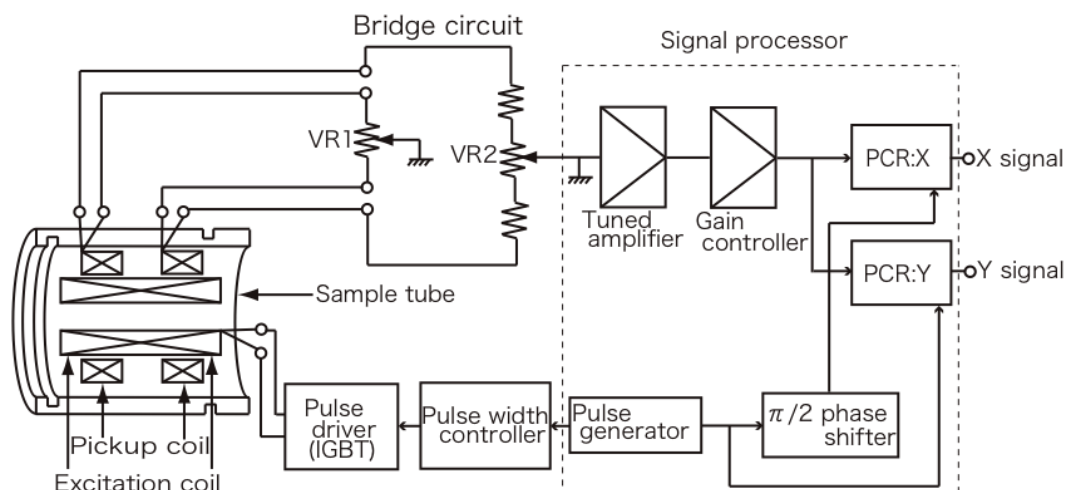


Fig.1 Diagram of pulsed ECT system

Suppression of Magnetic Noise in Pulsed Eddy Current Test

Yuta FUJII and Junji KOIDO

したときにブリッジバランスが崩れ、きず信号が出力される。その信号は歪み波なので、低次から高次までの多くの高調波を持っている。この高調波成分の中で、きずの検出に適した周波数成分が存在すると考えられる。そこで、同調増幅器を用いて特定の周波数成分を取り出し、さらに同期検波回路によって、複素電圧の実数部と虚数部に分解したものが信号として出力される。

3. 実験方法

(1) 試験体

Fig. 2 に試験体を示す。試験体には、外径 19[mm]、肉厚 2[mm]、材質が STB340 の鋼管に全周減肉の人工きずを加工したものを用いる。きずは、減肉率 10%の内面きず、減肉率 10%から 70%までの外面きず、直径 2[mm]の貫通ドリル孔による合計 9 個を加工してある。なお、全周減肉きずの幅は、内外面ともに 1.5[mm]である。

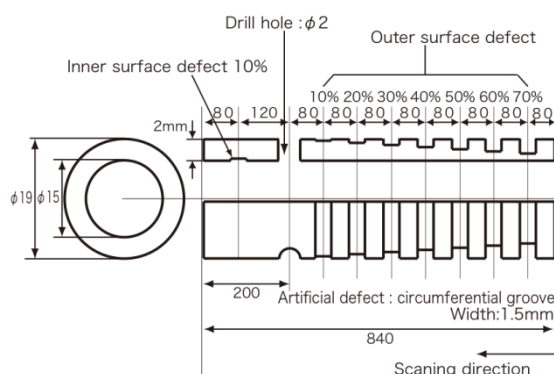


Fig. 2 Test specimen (STB340)

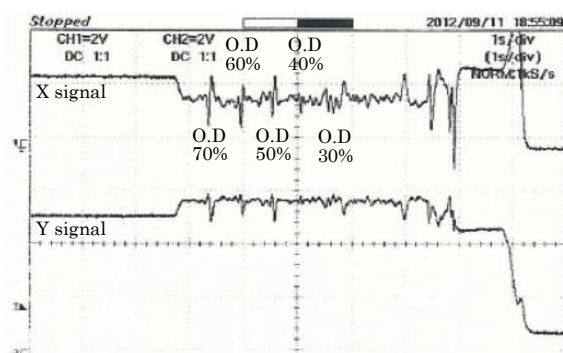
(2) 試験コイルおよび実験方法

Fig. 1 に示したように、パルス渦電流探傷試験の試験コイルには相互誘導形差動方式を採用した。励磁コイルは導線直径 0.6[mm]、巻数 87 回とし、検出コイルは導線直径 0.15[mm]、巻数 44 回のものを 2 個用いた。

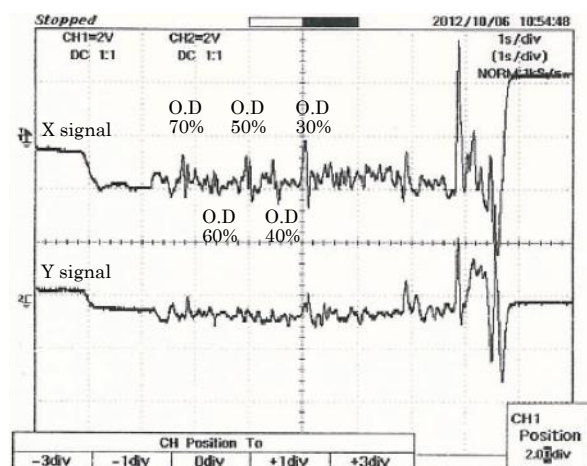
試験コイルを走査するには、初めに鋼管の中に試験コイルを導入する。その後、一定の速度で試験コイルを引き抜き、その際に発生するきず信号をデジタルオシロスコープで記録する。なお、試験条件は、励磁電流 10[A]、パルス間隔 1[ms]、同調周波数 8[kHz]、探傷器の感度 66[dB]とし、パルス幅 480[μs]と 100[μs]について実験を行った。

4. 実験結果

Fig. 3 に探傷波形を示す。Fig. 3(a)はパルス幅が 480[μs]の場合である。同図を見てみると、減肉率 70%から 30%の外面きずが検出され、また磁気ノイズも抑制されており、SN 比が 4.0 と高い数値が得られている。一方、Fig. 3(b)はパルス幅が 100[μs]の場合である。Fig. 3(a)と同様に減肉率 70%から 30%の外面きずを検出できているが、磁気ノイズは低減できておらず、SN 比は 1.7 と低い数値になっている。このことから、パルス幅が広いと磁気ノイズが低減し、探傷信号の SN 比が向上するものと考えられる。



(a) $I_p=p=10A, T=1ms, \tau_p=480\mu s, \text{Gain}=66dB, S/N=4.0$



(b) $I_p=p=10A, T=1ms, \tau_p=100\mu s, \text{Gain}=66dB, S/N=1.7$

Fig. 3 Flaw signal of pulsed ECT

5. おわりに

今回の実験において、パルス幅が広いと磁気ノイズが低減していることが分かった。今後の課題としては、パルス渦電流の大きさと SN 比の関係を検討する予定である。

参考文献

- 1) 小井戸純司, 加藤修一, 内挿コイルを用いたパルス渦電流試験による強磁性伝熱管の探傷, 非破壊検査, 61 巻, 7 号, 2012, pp. 331~340