

鋼材裏面のスリット状亀裂の検出に向けた 低周波渦電流探傷法の周波数依存性の検討

吉村航、笹山瑛由、圓福敬二
(九州大学)

Frequency dependence of low-frequency eddy-current testing
for detecting cracks on the backside of steel plate

W. Yoshimura, T. Sasayama, K. Enpuku
(Kyushu University)

はじめに

渦電流探傷法は、一般的に表皮効果の影響から検査対象表面の探傷に用いられることが多い。特に、強磁性体は表皮効果が顕著に現れるため、鋼材を検査する場合は、表皮効果の影響を避けるため低周波での検査が必要になる。しかし、周波数を低くすればするほど渦電流による信号が小さくなってしまいうため、周波数を適切に選択する必要がある。そこで本研究では、より裏面亀裂の検出に適した周波数の検討を行った。

実験方法

自動ステージを用いて、縦 300 mm、横 300 mm、板厚 10 mm の鋼板 (SM490A) 上で、励磁コイル (巻数 50 turn) と検出コイル (巻数 300 turn) の位置関係を固定したまま動かして測定し、裏面亀裂の検出を試みた。裏面亀裂の寸法は横が 50 mm、縦が 1 mm、高さが 6 mm とした。励磁、検出部の仕様を Fig.1 に示す。鉄板上に 2 つの励磁コイルを配置し、それらの中央に検出コイルを配置した。励磁コイルには振幅 2 A の正弦波電流を印加し、このときに正弦波電流の周波数を 2 ~ 20 Hz の範囲で変化させ測定を行った。検出コイルでは、励磁電流と位相が同相および直交の電圧を取得し、それぞれ磁束密度 B に変換して画像化した。計測範囲は鋼材の中心の 150 mm × 150 mm の範囲で x 軸、 y 軸方向共に 5 mm 間隔の各地点で値を取得した。

実験結果

Fig.2 は、周波数 8 Hz で測定をした場合の B の虚部の値を図に示したものである。図中の黒線は裏面亀裂の位置を示す。図より、亀裂の位置において B の値が変化しており、本システムを用いた亀裂位置の特定が可能であると確認できた。

Fig.3 に亀裂上 ($x = 75$ mm、 $y = 75$ mm) の位置における、亀裂により生じた磁束密度変化の周波数依存性を示す。また、実験と同様の条件での電磁界シミュレーションを、有限要素解析ソフト (JMAG) を用いて行い、実験結果との比較検討を行った。図より、計測値における磁束密度変化は周波数 10 Hz の場合に最大値をとり、それ以上の周波数においては、表皮効果の影響により周波数が大きくなるにつれ、亀裂からの信号が小さくなっていることが確認できた。そのため、本稿での条件下での亀裂検出を行う際は 10 Hz 程度の周波数での測定が望ましいと確認できた。また、シミュレーションで得られた結果においても、ピーク値が 8 Hz であり、実験結果ともほぼ一致することが確認できた。

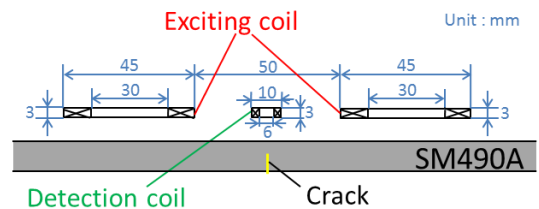


Fig.1. Specification of detection system

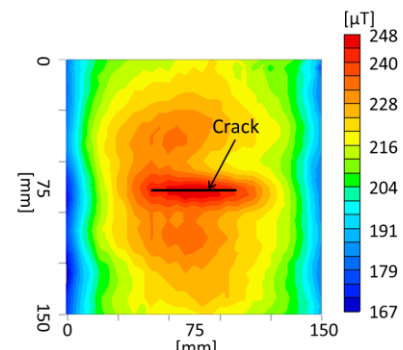


Fig.2. Magnetic flux density
(imaginary part)

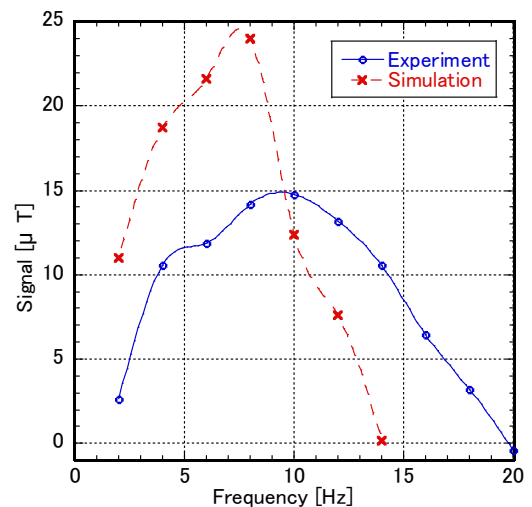


Fig.3. Frequency dependence
of signal from crack