

1. はじめに

列車の安全走行を確保するうえで、鉄道レールの損傷を防止するための保守管理は極めて重要である。鉄道レールの損傷としては、腐食や電食等がある。特に塩分飛散が多い場所(トンネル内又は沿岸部)での腐食は著しく、それが原因となって最終的にレールが破断に至る場合もある。しかし腐食および電食に対するレールの検査周期(超音波を用いる)や処置方法についての明確な規定は無い[1]。本研究では、鉄道レールの余寿命推定に関する知見を得ることを目的として腐食に関する種々の測定法を検討した。

2. 実験方法

鉄道レールが入手困難であったため、その組成に近い炭素鋼 S55CN(10×20 mm)をサンプルとして用いた。炭素鋼プレートを腐食させる方法として、濃度 3%の食塩水(水 48.5 g 塩 1.5 g 合計 50 g)を含んだスポンジの上に、炭素鋼プレートを設置して 4 週間静置した。腐食の発生はランダムだと予想されることから、同じ材質、寸法の炭素鋼を 5 つ設置した。得られたサンプルについて (1) LCR メータによるインピーダンス測定 (2) XRD による腐食物の同定 (3) SEM による表面観察 (4) 画像処理による腐食部分の面積測定を行った。

3. 結果

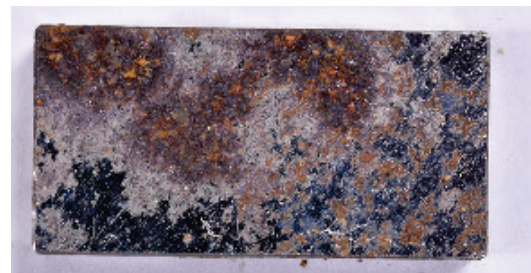
実験方法 (1)、(2)、(3)、(4)の測定を行ったが (1)、(2)、(3)では腐食の検出は困難であった。一方、(4)の画像処理では検出を行うことができた。結果の一例を図 1 に示す。上段にカメラで撮影した炭素鋼サンプルの写真を、下段に画像処理後の図を示す。画像処理では、光学顕微鏡の画像処理ソフトを用いて腐食の有無を肉眼で確認しつつ、光度、色彩、彩度のしきい値を変更していき、腐食のない部分を白色、腐食のある部分を黒色に二値化した。白色の領域の面積を A、黒色の領域の面積を B とすると $A=2.91$ 、 $B=6.37$ (いずれも任意単位) と算出された。したがって、腐食の面積の割合を①式により算出すると 69%となった。

$$B \text{ の割合} = \frac{B}{A+B} \times 100 = 69\% \dots \text{①}$$

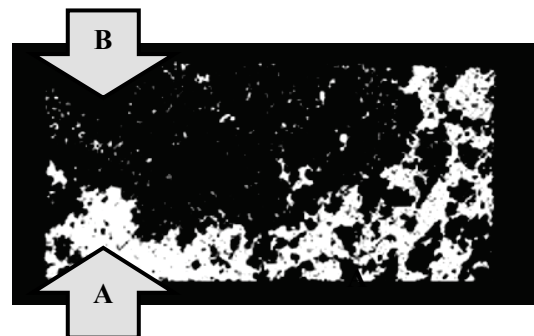
この結果から、実際の腐食の面積を次のように算出すると 138mm^2 であることがわかった。

$$\text{実際の腐食の面積} = \text{炭素鋼プレートの面積 } 200\text{mm}^2 \times B \text{ の割合} = 138\text{mm}^2 \dots \text{②}$$

4 週間静置した炭素鋼プレートを測定すると炭素鋼プレート表面の 7 割に錆が発生することが確認できた。ほかの 4 つのサンプルについて同様に測定すると腐食の割合は 65、61、54、53 であり、平均すると約 58%であった。



(a) カメラで撮影した写真



(b) 画像処理による写真

図 1 光学顕微鏡を用いた腐食部分の面積測定

4. まとめ

レールの余寿命推定に関する知見を得ることを目的として、炭素鋼サンプルの LCR メータによるインピーダンス測定、XRD による腐食物の同定、SEM による表面観察、画像処理による腐食部分の面積測定等の 4 つの測定法を検討した。その結果、画像処理による腐食部分の面積測定が腐食の検出に有効であることがわかった。この画像処理を高速化することにより、レールの腐食の測定法に応用できる可能性が示唆された。

文献

- [1] 細田充 他、腐食電食下におけるレールの余寿命評価鉄道総研報告、27(2013) p5.