電気インピーダンストモグラフィ法における空間分解能改善に向けた“狙い撃ち”法の開発

Development of a “shooting” method to improve spatial resolution in EIT

東理大先進工　○(B)中田 大輝，(M2)皆川 敬哉，(M1)金子 怜司，生野 孝

Tokyo Univ. of Sci., ○Taiki Nakada, Keiya Minakawa, Reiji Kaneko, Takashi Ikuno

E-mail: tikuno@rs.tus.ac.jp

電気インピーダンストモグラフィ（EIT）法は，測定試料に電流注入した際，試料外表面に生じる電位から内部の導電率分布を推定する非破壊検査技術である．試料内部の欠陥を可視化する場合，欠陥の位置・サイズ・形状などに応じ試料内部の電場が変調されるため，電場の線積分である表面電位から欠陥情報が推定できる [1]．一般的な EIT 法では，Fig. 1 のように隣接する電極間に電流を注入(例: 1→8, 2→1,⋯, 8→7)するため，欠陥が電流注入電極から離れている場合，試料内部の電場変化が小さくなり，その結果，欠陥の位置によっては可視化困難という課題があった．そこで本研究では，欠陥の位置に依らず巨大電場変調効果を実現する“狙い撃ち”法を開発した．

我々が提案する手法は 2 ステップで構成される．まず，ステップ 1 として，従来の EIT 法から得られた電位データを詳細に解析することにより，欠陥が存在する領域を推定する．次に，ステップ 2 として，その領域に最も強い電場が形成される電流注入パターン，言い換えると，欠陥を狙い撃ちする注入パターンで EIT 測定を行う．

本研究では，“狙い撃ち”法を実証するため，直径 100 mm，導電率 0.1 S/m の円形試料を母材とし，中央から 20 mm 右側に導電率 10^7 S/m の円形欠陥を挿入したものをモデルとしシミュレーションを行った．ステップ 1 で，各隣接電流注入電極も対する計測電位差をv_1, v_2, v_4, v_5とし(Figs. 2(a),(b))，$v_1 - v_5$を電極番号で累積した散布データと，同様に$v_2 - v_4$を電極番号で累積した散布データとを乗算することにより，散布データのピーク位置が欠陥が存在する領域に対応することを明らかにした(Fig. 3(a) 領域 3)．次に，ステップ 2 として，ステップ 1 にて判定された領域の欠陥を詳細に可視化するために，対象領域を通過する全ての電流注入方法を使用した(Fig. 3(b) 矢印)．そして，機械学習を用い，得られた電位データから導電率分布を可視化した．

その結果，直径 8 mm の欠陥を挿入した場合，従来法と比較して位置の誤差が 75%低減できた．本手法を用いることで欠陥の位置検出に関する空間分解能の向上を示した．当日は本手法の詳細な説明と実測定への適用性について議論する．

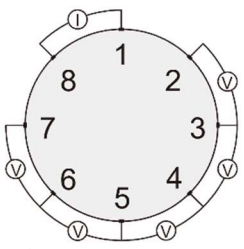

Figure 1. Schematic illustrations of measurement setups of Adjacent.

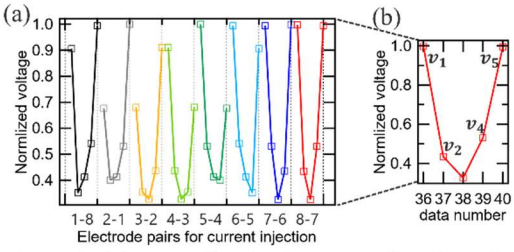

Figure 2. (a) Normalized voltage as a function of electrode pairs for current injection. (b) An example of normalized voltage as a function of electrodes when a current was injected between electrodes 8 and 7.

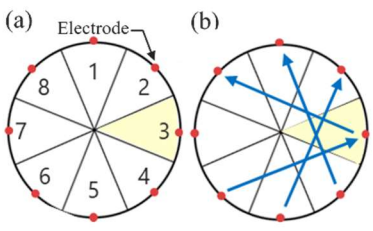

Figure 3. (a) Circular sample divided into 8 areas. (b) Example of the current injection method applied to area section number 3.

[1] K. Minakawa et al. AIP Advances, **14**, 015210 (2024).

© 2025年 応用物理学会