

# 磁気結合を利用した埋め込み型抵抗センサの遠隔測定における電流プローブの位相遅れに起因する測定誤差に関する考察

A Study of Error Caused by Phase Delay of a Current Probe on Wireless Measurement of Implanted Resistive Sensor

飯田 啓太<sup>†</sup> 藤田 誉大<sup>†</sup> 和田 和千<sup>††</sup>

Keita IIDA<sup>†</sup> Takahiro FUJITA<sup>†</sup> Kazuyuki WADA<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 明治大学大学院理工学研究科

<sup>†</sup> Graduate School of Science and Technology, Meiji Univ. <sup>††</sup> School of Science and Technology, Meiji Univ.

## 1. はじめに

先行研究[1]において、埋め込み型センサの抵抗値を遠隔で測定する手法が提案されている。回路の駆動周波数  $f_{ZR}$  と 1 次側の入力インピーダンス  $Z_{in}$  の測定値から、2 次側にある抵抗の値を間接的に測定できる。文献[1]では、測定された負荷の値が、最大で理論値から数十%程度と大きくずれてしまうことが報告されている。本稿ではその原因について検討を加えている。

## 2. 1 次側のパラメータのみを用いた抵抗 $R_L$ の測定

図 1 の測定系において、回路の駆動周波数が、入力リアクタンス  $I_m[Z_{in}] = 0$  となる周波数  $f_{ZR} = \omega_{ZR}/(2\pi)$  であるとき、負荷抵抗  $R_L$  は

$$R_L = \frac{\{Z_{in}(\omega_{ZR}) - r_1\}(\omega_{ZR}L_2)}{\omega_{ZR}L_1 - \frac{1}{\omega_{ZR}C_1}} - r_2 \quad (1)$$

と表される。  $I_m[Z_{in}] = 0$ 、すなわち  $v_{in}$  と  $i_{in}$  が同相となるよう FG の周波数を調整し、そのときの周波数と  $Z_{in}$  の値を測定すれば、式(1)から負荷の値を測定できる。

図 2 の○印は、  $R_L = 10\Omega$  において結合係数  $k$  を変えたときの  $Z_{in}$  の測定値と理論値の相対誤差を示している。  $v_{in}$ 、  $i_{in}$  の波形はそれぞれ電圧プローブと電流プローブを用いてオシロスコープで観測し、それらの位相差が零となるよう手動で FG の周波数を調整している。  $Z_{in}$  は最大で 30%程度ズレており、それに起因して、図 3 の○印に示す負荷の推定値も 50%程度のズレが生じてしまっている。

## 3. 電流プローブの位相遅れ

$Z_{in}$  の測定値に誤差が生じる要因は種々考え得る。ここでは、電流プローブの位相遅れに起因して周波数の調整がずれてしまい、その結果として  $Z_{in}$  の測定値もずれてしまうものと仮定して、その影響について考察する。

電流プローブの位相遅延を測定した結果、図 2, 3 の測定に用いた周波数(2.6~3.0MHz)において凡そ  $7^\circ$  であった。図 2, 3 の□印は、その遅延を考慮して周波数の調整を行った場合の測定結果を示している。  $Z_{in}$  の誤差率はすべての  $k$  に対して小さくなっている。一方で  $R_L$  の測定値の誤差率は  $k$  が最大のときは数%程度に改善されているものの、それ以外は依然として 10%以上のズレが生じている。

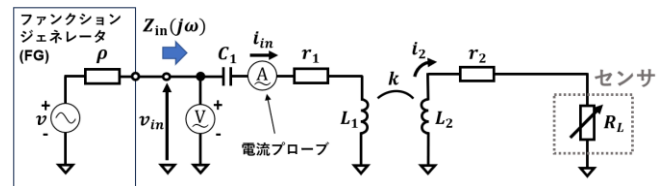


図 1 2 次側抵抗  $R_L$  の遠隔測定回路

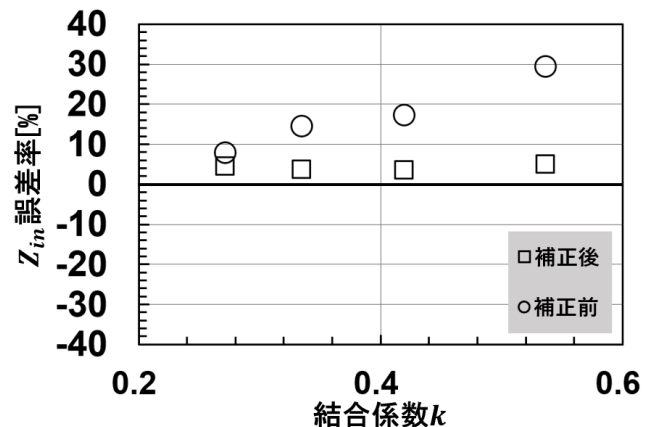


図 2  $Z_{in}$  の測定値と理論値の誤差率

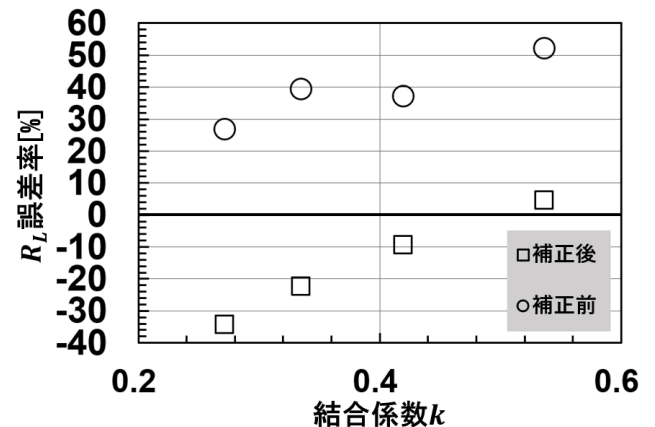


図 3  $R_L$  の測定値の誤差率

## 4. 今後の課題

電流プローブの位相遅れは先行研究の測定系の誤差要因の一つと考えられるが、誤差の全ては説明できず、他にも要因があることが示唆された。今後はその要因を検討する予定である。

参考文献

[1] 藤田ほか, 電気学会電子回路研究会, ECT-023-057(2023-11)