

# 気体熱伝導式水素センサにおける精度の向上に関する研究

機械情報システム課 中村陽文 北陸電気工業株式会社 吉井哲王、中野貴之

## 1. 緒言

水素センサの検知方式のひとつである気体熱伝導式は、水素濃度測定範囲が広く、低消費電力、高信頼性というメリットがあるが、感度については課題がある。

一方、今後普及が見込まれる水素ガス利用設備では、天然ガスに含まれているメタンを水と反応させる水素製造システムが用いられることが多く、水素とメタンを1つのセンサで検出することが求められ、現行の熱伝導式水素センサを水素製造システムに適用するためにはメタンが検出可能となるようにガス検出精度の向上が必要となる。

そこで本研究では、水素と同時にメタンを検出可能となるような検出精度の高い水素センサの開発を目指し、熱流体解析シミュレーションおよび実験的評価を行った。

## 2. 実験方法

コイルの形状を考慮したセンサのシミュレーションのために、金属コイルが半田で基板に実装されている3D-CADモデルを作成し、有限要素法を用いた流体解析と伝熱解析の連成解析を実施した(詳細は、令和3年度若い研究者を育てる会「研究論文集」pp.22-29を参照)。センサ感度向上につながると見込まれるセンサ素子条件(コイル巻径、コイルピッチおよび基板穴径)を因子とし、それぞれ2水準の条件で計算を行った。

実験によるセンサ感度の評価は、北陸電気工業株式会社において作製された実験装置を用い、窒素-水素混合気体中で行った。

## 3. 実験結果および考察

有限要素法によるシミュレーション結果から得られた各センサ素子条件を変更した場合の感度向上率を表1に示す。表1に示されるように、コイル巻径、コイルピッチおよび基板穴径のそれぞれの値を変更することで感度向上が見込まれることがわかる。各因子の交互作用がないものとする、センサ素子条件の改善で、合計2.6倍の感度向上を見込めることがわかった。

シミュレーション予測を参考にし、センサ素子の改善を行ったセンサで実験的評価を行ったところ、2.8倍の感度向上を確認した。さらに、センサ素子条件およびコイル駆動条件の7因子について実験計画法を用いた性能評価を行った。その結果、コイル駆動条件を含めた最適条

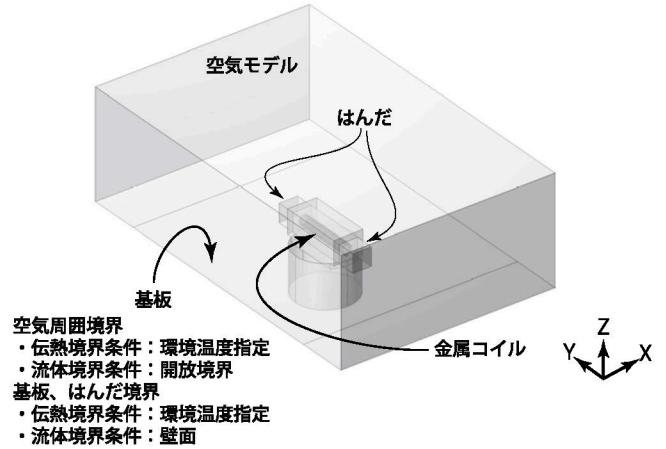


Fig. 1 Three-dimensional sensor model for the thermal fluid analysis

Table 1 Increase of the sensitivity of the sensor obtained from CAE

要因		感度向上 倍率
コイル 巻径	90 $\mu$ m $\Rightarrow$ 135 $\mu$ m	1.41
コイル ピッチ	19 $\mu$ m $\Rightarrow$ 14 $\mu$ m	1.62
基板 穴径	$\phi$ 0.55mm $\Rightarrow$ $\phi$ 1.20mm	1.16
トータル予想効果		2.64

件のセンサでは、現行のセンサに比べて3.5倍の感度向上となった。さらに、センサ駆動回路の出力信号を上げることで、最終的に5倍の感度向上となった。一方、検出精度については目標に対し47%の達成となった。これは、駆動する回路の仕様変更でノイズも増幅されたことに起因するものと考えられる。

## 4. 結言

センサの熱流体解析シミュレーションの結果、センサ素子の変更で2.6倍の感度向上を予測した。シミュレーション予測を参考にセンサ素子の改善を行ったところ、実験により2.8倍の感度向上を確認した。さらに、コイル駆動条件と回路設計を改良し、検出精度については目標に対し47%達成となったものの、感度は目標である現行センサ比5倍の向上となった。