

水素/メタン混合ガスの混合割合計測技術

機械工学科 小林洋平

1. 研究の概要

近年、地球温暖化やエネルギー問題に対する関心から燃やしても二酸化炭素を発生しない水素が注目されている。現在の都市ガスに変わり水素の供給が行われる水素社会へ完全に移行する前の段階では、水素とメタン（都市ガス）の混合ガス（ハイタン）が用いられる。このハイタンの水素濃度を徐々に高めることで最終的に100%の水素となり、水素社会への移行が完了する。理想的には水素の供給源として自然エネルギーがよいとされている。しかし、この自然エネルギーは、一般に不規則・不安定で希薄である。その為、水素の発生量は容易に変動し、それに応じてハイタンの状態も変化する。ハイタンの状態を安全に計測する技術の開発が必要な所以である。本研究ではガスの粘度が混合割合に応じて変化することを利用した安全な物理センサの開発を目標とし、その前段階としてフィードバック制御技術とロータリエンコーダによる液体の粘度計測法について実験を行った。

2. 実験方法

計測装置の原理は、モータに取り付けた軸棒を計測対象の流体に浸し、回転速度をロータリエンコーダ（オムロン社製、E6B2-CWZE3E）により検出する。測定対象の状態変化に対して、ロータリエンコーダの周波数が一定になるようにプログラムによりモータの電圧、電流を制御する。図2-1に制御のブロック図（左）と実験に使用した装置（右）を示す。モータは2枚の亚克力板の間にロータリエンコーダとともに配置され、出力は歯車を介して軸棒に伝えられる。全て分解可能であり軸棒の交換が容易に出来るように工夫した。速度勾配を定義するために、直径7.0[mm]の円筒の中でシャフトを回転させた。

モータは、コアレスモータ（シチズン千葉社製、FC-13250）を用いた。電源装置はTEXIO社製 PW8-3AQPであり、電流の分解能0.1[mA]である。ロータリエンコーダの出力は、周波数カウンター（岩通計測、SC-7205）を介してパソコンに送られ次の電流値の決定に利用される。

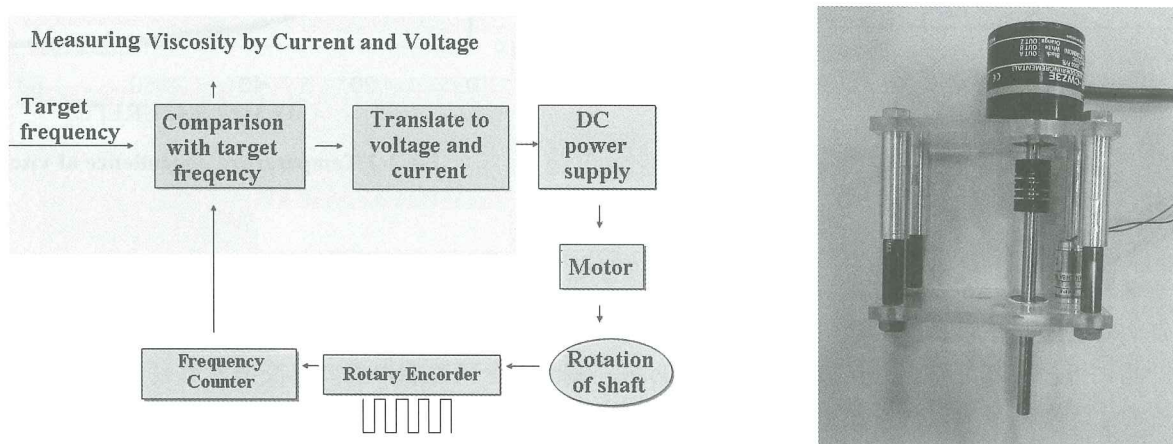


Fig.2-1 Block diagram and the measurement system

3. 実験結果

定常状態での周波数の安定性は、本計測装置の計測可能な最小の状態変化、つまり分解能を与える。図3-1（左）の図は、設定周波数を30000[Hz]に保った時の周波数の変動を示す。周波数の平均値は、29988[Hz]であり、標準偏差は227.1[Hz]である。図3-1（右）は、この場合の電流値の変動である。

図3-2は、この装置で計測可能なひまし油の温度に対する粘度変化の計測結果である。実線は、従来からの知られているひまし油の粘度を表しており、淡い色の線は計測結果を示す。表3-1は校正結果を表したものである。校正には以下に示す式を用いた。T₀は、計測器の粘度に関係しない駆動力である初期トルク、つまり歯車やモータの内部で発生する摩擦により消費される駆動力であり、K_Tはトルク係数である。これらの未知数をよく物性の知られた液体に対する実験から明らかにしておく（校正すると）、電流値から粘度を算出できる。

$$\eta = \frac{K_T I (r_2^2 - r_1^2)}{4\pi h \omega r_2^2 r_1^2} + T_0 \dots \textcircled{1}$$

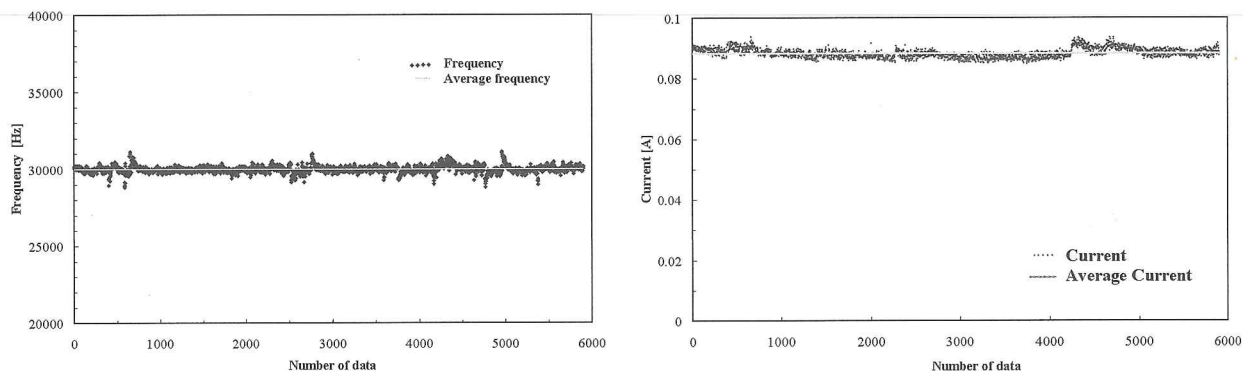


Fig.3-1 Resolution of the system

Table.3-1 Calibration results

Temperature [°C]	Calibrated value [Pa·s]	True value [Pa·s]	Accuracy [%]
20	0.996	0.986	99
25	0.643	0.651	101.18
30	0.447	0.451	100.91
35	0.614	0.616	100.33
40	0.237	0.231	97.51

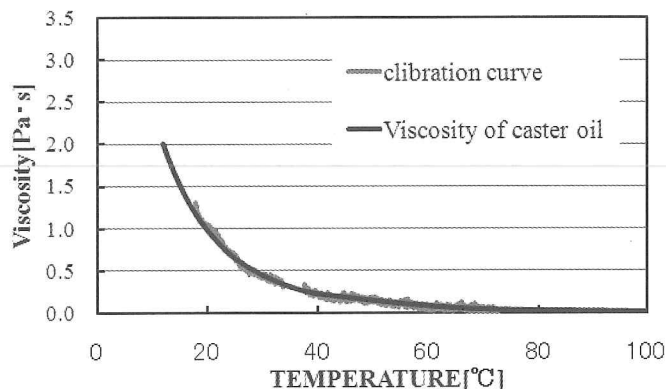


Fig.3-2 Temperature dependence of viscosity

5. 結 言

ロータリエンコーダという比較的簡単なセンサを用いて高精度に粘度を測定し、ハイタンの混合割合を測定することを試みた。現状では、気体の粘度が測定可能なところまで感度を高められていない。気体の計測には、約1000倍の精度向上が必要である。電源等を高性能なものに交換すれば可能だと思われるがそのような高価な電源を使ってよいのか疑問が残る。原理の部分に立ち返り、全体を見直す予定である。