

横波型弾性表面波センサを用いた液体の物性値推定法の改善

Improvement of estimation method for physical properties of liquid using shear horizontal surface acoustic wave sensor response

高柳 和也¹, [○]近藤 淳^{1,2} (1 静岡大院総合科学研究科, 2 静岡大創造院)Kazuya Takayanagi and [○]Jun Kondoh (Shizuoka Univ.)

E-mail: kondoh.jun@shizuoka.ac.jp

1. はじめに

液体の物性値のオンライン測定は、品質管理や生産性の向上に繋がるため幅広い分野で求められている。従来の方法は課題が多く、新たな手法として弾性波センサを用いた方法が注目されている[1]。

本稿では、横波型弾性表面波(SH-SAW)センサの利用を検討する。先行研究では体積弾性率を一定した[1]。しかし、体積弾性率は試料の種類や濃度によって異なる。そこで、密度と粘度に加えて体積弾性率も未知量とし、3つの物性値を同時に推定する手法について検討した。

2. 物性値推定法

SH-SAW センサの測定値である $\Delta V/V$ と $\Delta\alpha/k$ から液体の物性値を求める。2つの式から3つの値を求めることは困難であるため、密度 ρ や粘度 η が大きいほど体積弾性率 K が大きいことを利用する。提案手法を以下に述べる。

体積弾性率を一定として従来法[1]で ρ と η を推定する。例として、試料の ρ と K が基準液体よりも大きい場合を考える。推定した ρ は水よりも大きくなるので、密度の平均値 ρ' は推定値より小さくなる。実測値(速度変化 $\Delta V/V$ と減衰変な $\Delta\alpha/k$)は一定であるため、 (ρ', η) から K を求めることで正しい方向(増加)に物性値を更新することができる。 (ρ', η) 、 (ρ, η) をから求めた K を K_1 , K_2 とする。そして、 K_1 と K_2 の平均を新たな K として次のループで用いる。特に初めのループで求めた K_1 を K_{11} とする。

3. 測定結果と考察

グリセリン水溶液とエタノール水溶液(5, 10, 30, 50 wt%)の物性値推定を行った。シミュレーションもしくは実測値から得られた $\Delta V/V$ と $\Delta\alpha/k$ を用いて物性値推定を行い、文献値と比較した。ここでは、グリセリン水溶液のシミュ

レーション結果を表1に示す。

改善法では体積弾性率が実際の値に近づいており、推定の精度が向上している。また、最終的な K よりも K_{11} を用いた時の方が推定の精度は高い。その理由として、水と試料の粘度の大きさの違いが大きく、平均を取るべきではないと考えており、今後改善が必要である。

参考文献

[1] K. Ueda and J. Kondoh, Jpn. J. Appl. Phys., vol.56, 07JD08, 2017.

表1 推定結果と文献値の比較

密度 (kg/m³)

	5 wt%	10 wt%	30 wt%	50 wt%
Literature	1.010×10 ³	1.022×10 ³	1.072×10 ³	1.125×10 ³
Previous	1.066×10 ³	1.138×10 ³	1.467×10 ³	1.861×10 ³
Difference	5.57 %	11.44 %	36.93 %	65.40 %
Estimated (K)	1.015×10 ³	1.033×10 ³	1.085×10 ³	1.053×10 ³
Difference	0.56 %	1.10 %	1.21 %	-6.46 %
Estimated(K_{11})	1.011×10 ³	1.026×10 ³	1.075×10 ³	1.070×10 ³
Difference	0.14 %	0.39 %	0.31 %	-4.93 %

粘度 (mPas)

	5 wt%	10 wt%	30 wt%	50 wt%
Literature	1.127	1.291	2.458	6.040
Previous	1.066	1.157	1.786	3.630
Difference	-5.40 %	-10.41 %	-27.35 %	-39.90 %
Estimated (K)	1.120	1.276	2.439	6.470
Difference	-0.63 %	-1.13 %	-0.75 %	7.13 %
Estimated(K_{11})	1.125	1.286	2.462	6.364
Difference	-0.20 %	-0.42 %	0.17 %	5.38 %

体積弾性率 (GPa)

	5 wt%	10 wt%	30 wt%	50 wt%
Literature	2.286	2.380	2.791	3.258
Previous	2.196	2.196	2.196	2.196
Difference	-3.92 %	-7.73 %	-21.33 %	-32.59 %
Estimated (K)	2.276	2.361	2.768	3.397
Difference	-0.42 %	-0.80 %	-0.84 %	4.26 %
Estimated(K_{11})	2.283	2.373	2.785	3.363
Difference	-0.12 %	-0.30 %	-0.23 %	3.24 %