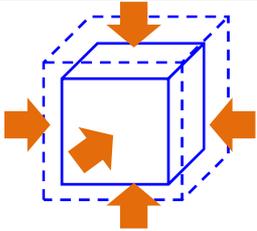


液体の体積弾性率測定 — 高圧用振動式密度計 —

液体の体積弾性率は力学的性質を表す基礎物性の1つであり、液体を扱う機械の設計・シミュレーションにおける重要なパラメータである。体積弾性率測定には、比容積(密度の逆数)の圧力依存性の高精度測定が必須であるが、高圧用振動式密度計を用いることで取得可能である。

体積弾性率について



一定温度 T の下、物体に作用する周囲の圧力 p の変化によって、物体の体積 v がどの程度変化するかを表す状態量を(等温)圧縮率といい、その逆数を**体積弾性率**という。

$$\text{等温圧縮率: } \kappa_T = -\frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial p} \right)_T$$

$$\text{体積弾性率: } K = 1 / \kappa_T$$

高圧用振動式密度計の原理と特長

原理

試料液体を入れた金属製U字管を発振コイルで振動させ、U字管の固有振動の振動周期より密度を求める。

対応可能条件

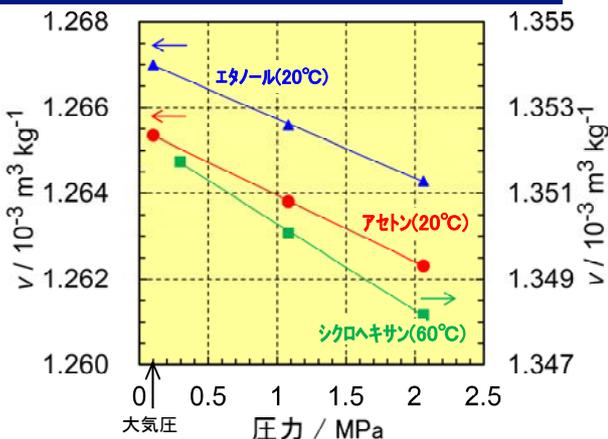
温度: $-10 \sim 150^\circ\text{C}$, 圧力: 大気圧 \sim 約 20 MPa

特長

- ・他の密度測定手法(ピクノメータ法など)より高精度(標準精度 $\pm 0.00005 \text{ g cm}^{-3}$)。
- ・加圧状態(液化ガスなど)の密度測定が可能。

体積弾性率	等温圧縮率	液体の圧縮性
大	小	圧縮しにくい
小	大	圧縮しやすい

評価例①: 有機溶媒(大気圧 \sim 2 MPa)



比容積の
圧力依存性を
直線近似

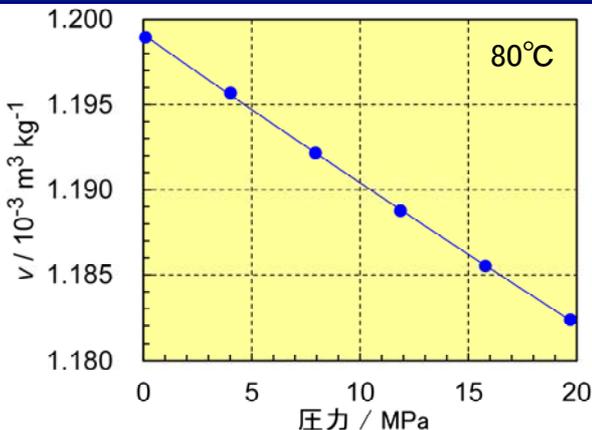
体積弾性率解析結果

試料	温度 T / $^\circ\text{C}$	体積弾性率 K / GPa	
		実測値	文献値 ^{*1}
アセトン	20	0.82	0.79
エタノール	20	0.91	0.89
シクロヘキサン	60	0.67	0.66

*1: CRC Handbook of Chemistry and Physics 82nd ed. 記載の等温圧縮率の値より算出。

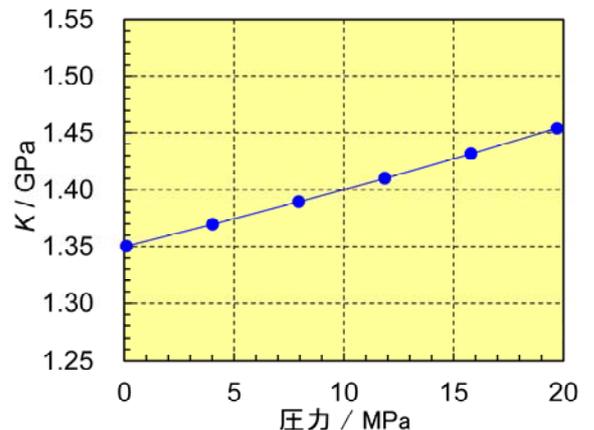
体積弾性率の実測値と文献値とが精度($\pm 5\%$ 程度)内で一致しており、測定の妥当性を示している。

評価例②: エンジンオイル(大気圧 \sim 20 MPa)



比容積の
圧力依存性を
2次曲線で近似

体積弾性率解析結果



広い圧力範囲では、比容積-圧力曲線はわずかに下に凸の曲線を描く。

高圧力をかけると体積弾性率は上昇し、圧縮しにくくなっていくことが分かる。