

高温高压における作動流体の 表面張力測定装置の開発

SATテクノロジー・ショーケース2016

■ はじめに

現在、冷蔵庫やエアコンをはじめ、至る場所に熱交換器が使用されている。これらは冷却に用いる為、低温で利用するが、高温用ヒートポンプやオーガニックランキンサイクル等、高温高压で利用する需要が近年増えてきている。これらの効率を上げるには、エネルギーの損失を避ける必要があり、有効な手段の一つとして熱交換器の効率を上げる方法がある。気液相変化を伴う熱交換器の設計には表面張力の値を必要とするが、高温の表面張力を測定する装置が少なく、中でも高温高压に対応した表面張力測定装置がほぼ存在しない。そこで本研究では、高温高压で使用する熱交換器の設計に必要である高温高压の表面張力を測定できる装置の製作を目的とする。

■ 測定原理

本研究では、表面張力測定としては一般的な測定法であるリング法を採用した⁽¹⁾。リング法とは、白金の輪(以下、白金リング)を冷媒等の測定対象の液中に沈め、白金リングを液中から引き上げる際にかかる最大張力から表面張力を測定する方法である。通常の測定では、フォースゲージ等に白金リングを吊るし、測定対象を上下に移動させることで白金リングを液中から引き上げ、最大張力を測定する。しかし、本研究は高温高压下で測定をする為、白金リングとフォースゲージを圧力容器内に入れ、圧力容器内で最大張力を測定する必要があり、フォースゲージの耐熱性の問題から、高温での測定が困難であった⁽²⁾。そこで我々は、最大張力測定を圧力容器外で行う為に磁気浮上装置を用いることで、高温及び高压にも対応した測定装置を考案した。また、白金リングは磁気浮上装置に固定される為、測定対象の液面を上下させる必要がある。いくつかの方法があると思われるが、本研究では二つの圧力容器の上部と下部をフレキシブルホースで接続し、圧力容器を上下に動かした際の位置エネルギーを用いて測定対象の液面を上下させることにした。これにより、白金リングが収容されていない圧力容器を下げることで、白金リングが液中から引き上げられ、測定対象の最大張力を測定する事が可能となる。

■ 活動内容

1. 常温常圧の表面張力測定装置

製作する実験装置は、高温高压にすることで、実験装置内部に設置されている白金リング周辺が目視できず、

充填物の液面が正常に上下移動しているかが不明である。そこで、高温高压の実験装置を製作する前にアクリルで圧力容器を製作し、高温高压での実験方法と同等の方法で目視による動作確認を行う。

2. 高温高压の表面張力測定装置

常温常圧での動作確認が正常に終了した後高温高压用の実験装置製作に取り掛かる。圧力容器以外の部分に関しては、常温常圧の表面張力測定装置の物を用いる。これに、高温にするためのヒーター等を取り付け、恒温槽に圧力容器を沈める(図1)。

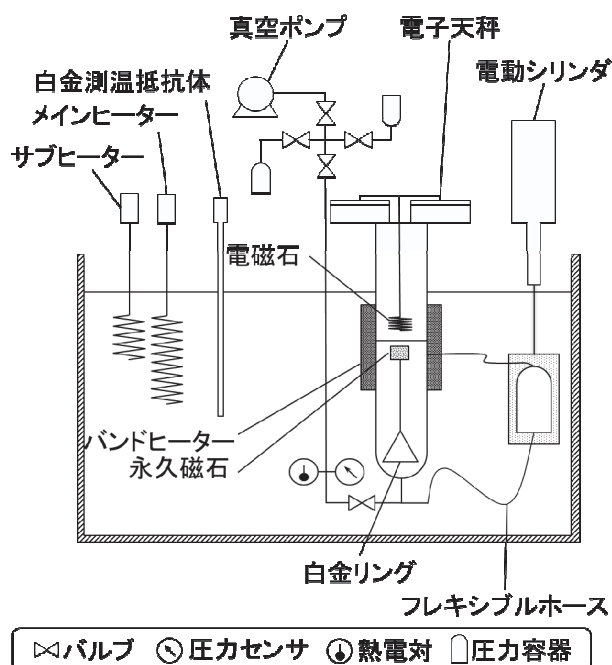


図1 実験装置全体図

■ 参考文献

- (1)Harkins, W.D. and Jordan, H.F: A Method for the Determination of Surface and Interfacial Tension from the Maximum Pull on a Ring, Journal of the American Chemical Society, 52(1930),
- (2)東之弘:高温流体の表面張力測定, 高圧力の科学と技術,15-3(2005)

■キーワード: (1)表面張力
(2)熱交換器
(3)冷媒

■共同研究者: 粥川 洋平
国立研究法人 計量標準総合センター
田中 勝之
日本大学理工学部
精密機械工学科 准教授

代表発表者 梅原 将人 (うめはら まさと)
所 属 日本大学大学院理工学研究科
精密機械工学専攻
問合せ先 〒274-8501
千葉県船橋市習志野台 7-24-11
TEL:047-469-8396