

(44) 高粘度液体中における液滴の落下速度

北海道大学工学部 工博 吉井岡雄 ○石井邦宜

1. 緒 言

著者らは以前に高炉における脱硫反応において、湯溜上部にある容滓層を容鉄が液滴となって落下する過程での反応が主要な割合を占める可能性について報告した。この過程を解析するには、容滓のような高粘度の液体中を降下する液滴の挙動を正確に把握することが必要である。特に静止流体中を液滴が落下するときの速度は反応時間の推定の基礎であり、また液滴の理想的液体からのずれ、界面張力の有無、液滴内部の運動などの目安ともなるため重要である。

そこで今回の実験では、静止高粘度液としてグリセリンを用いこの中に水銀、テトラクロルエチレン、硫酸を液滴として落下せしめその落下速度を測定した。さらに溶融硼砂中での溶融鉛滴の落下速度も若干測定したので併せて報告する。

2. 実験方法

高粘度連続相としてのグリセリンは特級試薬を200℃で2時間加熱して水を追い出し、これを断面が1辺5cmの正方形で高さ40cmのガラス製の容器に入れた。さらに容器の中で対流が生じないように、この容器を水銀温度計リレーと攪拌用回転翼を具えた水媒体の恒温槽にセットした。実験中温度は±0.05℃の範囲で一定に保たれた。

液滴の生成にはマイクロビュレットを使い、ノズルの先端をグリセリン中に浸漬してからコックを開き液滴を落下させた。液滴の大きさは至のことなるノズルと取り換えることによって変化させた。

落下速度の測定はガラス容器に付けた5cm毎の標線を通過するに要する時間を2個のストップウォッチで測定して求めた。ただし、硫酸滴の場合グリセリンと反応して滴の性質が初期のものと異なってくるので速度は最初の5cmを通過するに要した時間だけを使って計算した。なお水銀、テトラクロルエチレンは市販の特級試薬を蒸留精製したものを使い、硫酸は特級試薬を加熱したものを測定の都度規定NaOH溶液で滴定して硫酸分を決定したのち使用した。

3. 実験結果

グリセリン中における水銀の落下速度を水銀滴の直径に対してプロットしたのが図1である。落下速度はStokesの式(図のS曲線)に一致し、水銀滴は固体粒と同一の挙動を示すことが知れる。それに対しテトラクロルエチレンの場合(図2)連続相と液滴の間の界面張力がないとして考えたときのHadamard-Rybczynskiの式(図のH-R曲線)に近い値を示し、テトラクロルエチレン滴は理想的な液体に近い挙動をすることが思われる。一方硫酸の場合(図3)落下速度はS曲線とH-R曲線の中間の値を取るが、これはグリセリンと硫酸の反応の際に生じたH₂Oが界面活性剤として働き滴の表面粘度を変えるためと思われる。このときはBoussinesqの式の適用なども考慮される。

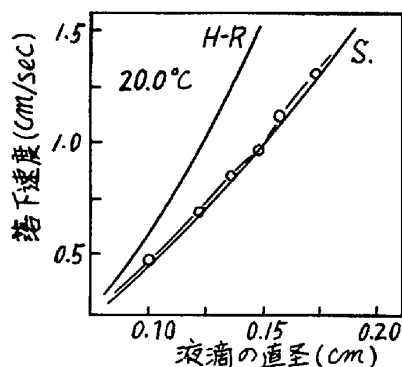


図1 水銀の落下速度

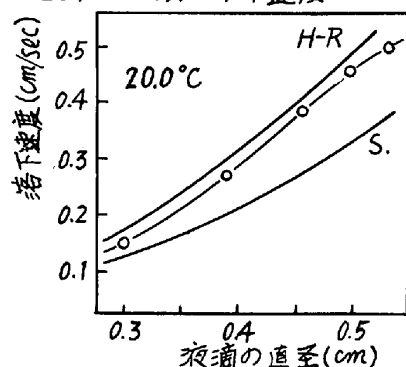


図2 テトラクロルエチレンの落下速度

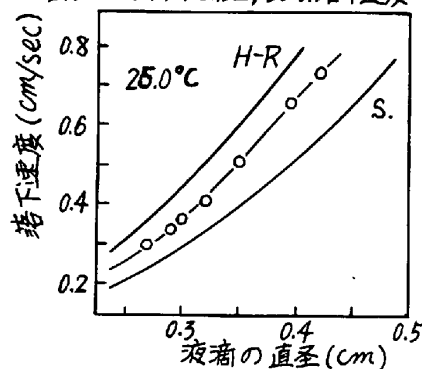


図3 硫酸の落下速度