

(128)

高周波誘導攪拌下の気-液系精錬反応速度の解析

(ガス噴流~熔融金属間の気相物質移動に関するモデル実験)

東北大学工学部 谷口尚司 ○菊池淳 前田四郎

1. 緒言 気-液系精錬反応(たとえば脱炭反応)に関する速度論的研究の多くは、高周波誘導攪拌されている熔融金属表面にノズルよりガスを吹きつける方法を用いている。しかしながら、気-液系精錬反応の純化学反応速度は極めて速いと考えられ、通常測定される反応抵抗は気相および液相の物質移動抵抗を含むものと考えられ、したがって反応速度を解析するためには装置の物質移動特性を明らかにすることが必要と考えられる。本報ではガス噴流~熔融金属間の気相物質移動機構を明らかにするために、それぞれ図1, 2 に示すような窒素~ナフタリン系およびNH₃~N₂系のモデル実験を行なった。

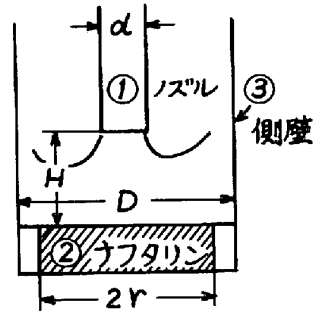


図1 ナフタリンの昇華実験

2. 実験方法

(1) ナフタリンの昇華実験 鋳造したナフタリン円板(2)にノズル(1)より窒素を吹きつけ、ナフタリン試料重量の経時変化(dW/dθ)より昇華速度Nを求め、次式より気相物質移動係数k_gを算出した。

$$N (\equiv -dW/d\theta) / \pi r^2 M = k_g p^* / RT \quad [\text{mol/cm}^2 \cdot \text{sec}] \quad (1)$$

ここにR, T, p*はそれぞれガス定数, 絶対温度, およびT°Kにおけるナフタリンの蒸気圧で、またr, Mはそれぞれナフタリン試料半径, ナフタリンの分子量である。

(2) アンモニアの水への吸収実験 NH₃-N₂混合ガスからのNH₃の吸収速度は反応器入口, 出口の液濃度差から求め、また混合ガス中のNH₃分圧は反応器入口, 出口のガス濃度の平均値を用いた。k_gは(2)式と(3)式とを等置することにより求めた。尚(3)式のk₂は純NH₃の吸収実験で得られた値を用いた。

$$N (\equiv U_{H_2O} (C_{out} - C_{in}) / \pi r^2) = k_g (P/RT) \ln(P - p_s) / (P - p_b) \quad (2)$$

$$N = k_2 (C_s - C_b) \quad (3), \quad p_s = f(T, C_s) \quad (4)$$

ここで、U_{H₂O}は水の流量, Pは全圧, p_s, p_bはそれぞれ気-液界面, ガス本体のNH₃分圧, C_s, C_bはそれぞれ気-液界面, 液本体のNH₃濃度である。

3. 実験結果

(1) ナフタリンの昇華実験 側壁のない場合のシャーウッド数Sh(≡k_gd/D_g)は、レイノルズ数Re(≡dU_g/ν_g), H/d(Hはノズル高さ), r/d(rは試料半径)によりつぎのようにあらわされた。

i) H/d < (H/d)_c の場合

$$Sh = 0.602 (Re)^{0.66} (r/d)^{-1} \quad (5)$$

ii) (H/d)_c < H/d の場合

$$Sh = 0.10 (Re) (r/d)^{-0.25} (H/d)^{-0.5} \quad (6)$$

ここに (H/d)_c = 0.0276 (Re)^{0.68} (r/d)^{1.50} (7)

側壁のある場合はここでは省略する。

(2) NH₃の吸収実験 結果の一例を図3に示した。図より本実験範囲内で実験結果は(5)式であらわされた。

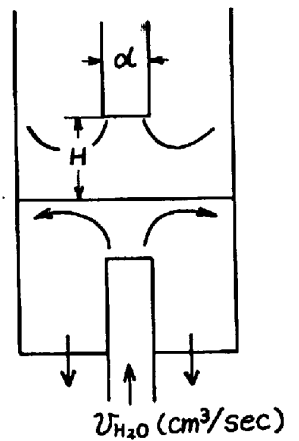


図2 アンモニアの水への吸収実験

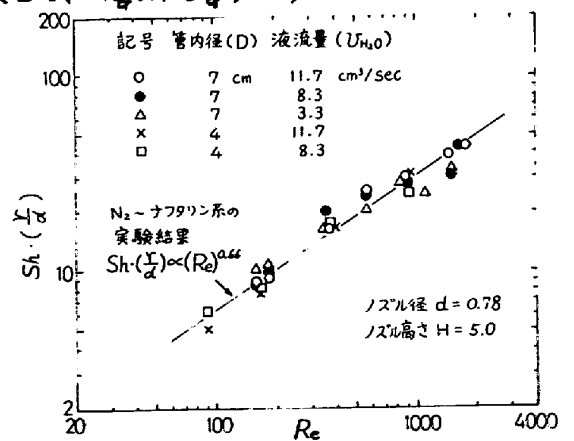


図3 NH₃ ~ H₂O系の実験結果