

(32)

石灰石球の熱分解における 熱及び物質の移動

九州工業大学
大学院
工学部

工博 沢村 企好
○村山 武昭
平田 耕一

I. 目的 石灰石の熱分解反応は、伝熱律速⁽¹⁾⁽²⁾、あるいは化学反応、生成CaO層内拡散、ガス境膜内拡散の三抵抗による混合律速⁽³⁾、あるいは伝熱及びガス拡散律速⁽⁴⁾として、古くから研究されている。そこで、著者らは、ガス境膜内拡散、生成CaO層内拡散、化学反応、及び粒子内熱伝導、ガス境膜内伝熱の五抵抗による混合律速として、モデル式を設定し、種々のガス温度、ガス(CO₂またはN₂)流速において、石灰石の熱分解実験を行ない、速度式と実測値から、速度パラメータを決定し、速度論的な考察を試みる。

II. 解析方法 分解はトポケミカルに進行するものとし、上記の五抵抗を考慮に入れると、速度式は物質移動について、

$$\dot{n} = 4\pi r_0^2 \left\{ \frac{[P_{CO_2}]_R}{RT_R} - \frac{[P_{CO_2}]_G}{RT_G} \right\} / \left\{ \frac{1}{K_f} + \frac{r_0(r_0-t)}{r \text{ Dep}} + \left(\frac{r_0}{r} \right)^2 \frac{1}{K_c} \right\} \quad (1)$$

上式で、 $T_R = \text{一定}$ 、 $\dot{n} = 4/3 \pi r_0^3 \rho_0 dx/dt$ において、①式を積分すると、

$$t = \frac{\rho_0 r_0}{[P_{CO_2}]_R/RT_R - [P_{CO_2}]_G/RT_G} \left\{ \frac{X}{3K_f} + \frac{r_0}{b \text{ Dep}} [3-2X-3(1-X)^3] + \frac{1-(1-X)^3}{K_c} \right\} \quad (2)$$

熱移動については、

$$\text{ガス境膜内伝熱} \quad \dot{q} = 4\pi r_0^2 h_T (T_S - T_G) \quad (3)$$

$$\text{粒子内熱伝導} \quad \dot{q} = 4\pi k (T_R - T_S) / (1/r - 1/r_0) \quad (4)$$

供給された熱は、試料の温度上昇及び、分解反応に使用されるものとする、

$$\dot{q} = -\Delta H \cdot \dot{n} - m c_p dT/dt \quad (5)$$

③,④式から T_S を消去して、

$$\dot{q} = 4\pi r_0^2 (T_R - T_G) / \left\{ r_0(r_0-t)/k_r + 1/h_T r_0 \right\} \quad (6)$$

②式において、ガス境膜内物質移動係数 K_f は、理論式から求まるので、実測値 ($r_0, \rho_0, t, X, T_R, T_G$) を用いて、直線の切片と勾配から、 K_c, Dep が求まる。また、実測値 (T_G, T_S, T_R, t) を用いて、①,⑤,③式から複合伝熱係数 h_T 、①,⑤,④式から有効伝熱係数 k_r が求まる。

III. 実験方法 石灰石球の中心および他の場所に熱電対を埋め込み、他に球の表面にも熱電対を配置し、分解による温度変化を自動温度記録計により記録した。また、分解による重量減は熱天秤法によって測定した。なお、試料は、あらかじめ、炉の上方で約850°C ($P_{CO_2} = 1 \text{ atm}$) に予熱しておき、目的の温度領域まで試料を降し、実験を開始した。900°C 以下の実験では、 $P_{CO_2} = 1 \text{ atm}$ で目的温度に試料を保ち、N₂ガスに切りかえることにより実験を開始した。

IV. 結果 分解による温度変化はHillo⁽⁴⁾や田川⁽⁵⁾らの結果と同様な変化を示した。解析の結果、粒子内ガス拡散及び伝熱抵抗が支配的であるが、他の抵抗も無視できないことがわかった。

V. 文献 1) 原; 鉄と鋼 NO.5 Vol.53 (1967) 16

2) 杉山ら; 化学工学 25 (1961) 115 3) 相良, 沢村; 鉄と鋼 NO.3 Vol.54 (1968) 36

4) A.W.D.Hillo; CES. 23 (1968) 297

5) 田川ら; 電気化学 26 (1958) 458