

## 移動速度論 第2回確認テスト 問題

### 5. 境界層と境膜の導入の意義, 境膜の速度式(30)

固体の周りや2液層界面付近の熱移動や物質移動に攪拌や対流などが影響する場合、基礎方程式をまともに解くことは難しい。そこで、境界層に積分プロファイル法を適用して問題を簡単化する方法や、さらに境膜を導入することによって問題を簡単化することができる。

- ① 境界層を適用する場合の考え方を解答用紙の文章を完成させ、説明しなさい(下の語群の語句を使ってもよい)。
- ② 境膜を導入する場合の考え方を解答用紙の文章を完成させ、説明しなさい(下の語群の語句を使ってもよい)。
- ③ 境膜内の熱移動および物質移動を記述する式(速度式)をそれぞれ書き下しなさい(資料4参照)。

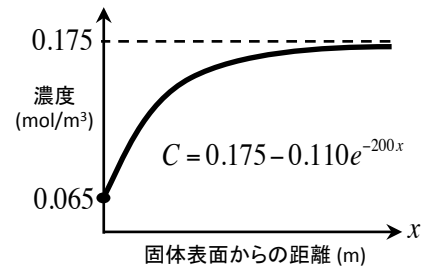
(語群: 内部, 外部, 一定, 変化, 表面, 界面, 静止, 流動, 保持, 運動, 境界層, 境膜, 定常, 非定常, バルク, 不均一, 均一, 定数, 傾き, 不一致, 一致, 直線, 曲線, フラックス)

### 6. 境膜の設定条件(20)

濃度  $0.175\text{mol/m}^3$  の攪拌流体中に固体があり、その表面濃度が  $0.065\text{mol/m}^3$  で一定に保たれている。表面近傍の濃度を詳細に測定したところ、次式のような分布であった。右にそのグラフを模式的に示す。

$$C = 0.175 - 0.110e^{-200x}$$

C: 液体の濃度(mol/m<sup>3</sup>), x: 表面からの距離(m)



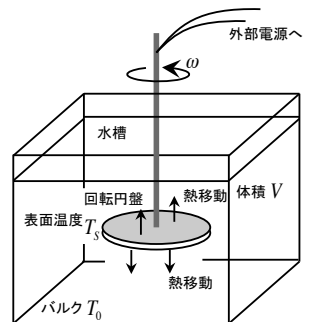
- ① ここで、あえて境膜を設定するとして、解答用紙の文章を完成させながら、その境膜厚さを計算しなさい。(下の語群参照、重複して選んでも良い)

(語群: 表面, 境界層, 直線, 放物線, 傾き, 均一, 一致)

- ② グラフ上に境膜を設定した場合の温度分布を実際の濃度分布とあわせて描きなさい。

### 7. 擬定常問題(25)

図のように水槽内に巻ニクロム線で構成された発熱回転円盤(直径d)を設置して、外部電源から電力を投入して水槽内の水を加熱した。回転円盤の回転角速度を $\omega$ として、円盤の表面温度は $T_s$ で一定であるとし、水(バルク)の温度をTとしてその温度変化を考える。円盤の両面近傍に境膜が設定でき、全体の熱移動は境膜内の熱伝達に律速されている。



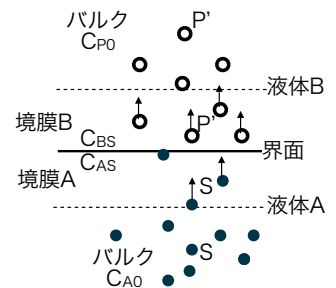
- ① 境膜内の熱伝達係数をhとしてdt時間での円盤からバルク(水)への熱移動に関する収支式を書きなさい。ただし、水の体積をV(m<sup>3</sup>), 比熱をC<sub>p</sub>(J/K kg), 密度をρ(kg/m<sup>3</sup>)とし、円盤表面温度は一定でT<sub>s</sub>とする。
- ② バルクの温度Tに対する微分方程式を導出し、初期条件(T=T<sub>i</sub>)を与えた上で、解を求めよ。
- ③ 最後に具体的な数値を入れて計算せよ

直径  $d=0.080\text{ m}$ ,  $\omega=9\text{ rad/s}$ ,  $\nu=1.2 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$ ,  $\lambda=0.60\text{ J/K m s}$ ,  $C_p=4200\text{ J/K kg}$ ,  
 $\rho=1000\text{ kg/m}^3$ ,  $T_s=80^\circ\text{C}$ ,  $T_i=15^\circ\text{C}$ ,  $V=2.5\text{ m}^3$

最初に熱伝達係数hを計算する式を資料から選び、必要な無次元数を計算し、初期温度 $T_i=15^\circ\text{C}$ として温度が $40^\circ\text{C}$ になるまでの時間を計算せよ。

### 8. 総括モデルと律速段階(25)

右に示すように2液に分離している液体間で、界面反応に伴う、物質移動現象が生じている。物質移動の全概要は、液体A中の成分Sが液体Bに多く含まれている受容体Pに取り込まれてP'となって液体Bに移動するというものであり、受容反応( $S + P = P'$ )は、界面でしか生じていない。両液体ともに攪拌されており、界面をはさんで2つの境膜が設定できるとする。(二重境膜説)



それぞれのバルクの濃度をC<sub>A0</sub>(A側のSの濃度), C<sub>B0</sub>(B側のP'の濃度)で均一であるとして総括モデルを構築し、解答用紙に従って律速段階について解説して下さい。

- k<sub>A</sub>: 境膜A内の物質移動速度定数 (m/s), k<sub>B</sub>: 境膜B内の物質移動速度定数 (m/s),  
 k<sub>r</sub>: 正反応の反応速度定数 (m/s), k<sub>r'</sub>: 逆反応の反応速度定数 (m/s)  
 C<sub>AS</sub>: 界面におけるSの濃度 (mol/m<sup>3</sup>), C<sub>BS</sub>: 界面におけるP'の濃度 (mol/m<sup>3</sup>)

界面での反応の平衡定数:  $K=C_{Be}/C_{Ae}$ , (今回は簡単のために $K=1$ とする)

C<sub>Ae</sub>: 界面におけるSの平衡濃度 (mol/m<sup>3</sup>), C<sub>Be</sub>: 界面におけるP'の平衡濃度 (mol/m<sup>3</sup>)