

確認5 境界層と境膜

①境界層導入の意義と条件

攪拌流体中にある固体の（ア 表面），あるいは2液層の（イ 界面）における熱移動や物質移動に及ぼす（ウ 流動）の影響を定量化するために，（ア）や（イ）の近傍に温度分布や濃度分布が急激に（エ 変化）する領域を設定する，その領域を（オ 境界層）という。それ以外の領域は（カ バルク）と呼ばれ，（カ）の温度や濃度は（キ 均一）と仮定する。（オ）の領域内の分布（プロフィール）は予め設定し，その厚さ δ を求めることで，（オ）内の温度あるいは濃度分布が明らかとなる。そこでは（ウ）の影響を記述する式が得られることになる。

（オ）のプロフィールを設定する上で最も重要な条件は，本講義では（ア）や（イ）における（ク フラックス）が実際の（ク）と（ケ 一致）していることとする。これはすなわち，分布曲線の（ア）や（イ）における（コ 勾配）が実際のものと（ケ）することである。正確なプロフィールは系に依存し普遍性がないので，わずかに誤差が生じるものの教科書的なプロフィールを採用する。

②境膜導入の意義と条件

（オ）理論では積分プロフィール法という手間のかかる手法が必須である。そこで，その結果だけを利用して，熱移動や物質移動をさらに簡単に評価する方法論が（サ 境膜）の導入である。（サ）の厚さは非常に薄く，（ア）や（イ）がどのような形態であっても無限平板の一部として考えることができる。また，（サ）の内の熱や物質移動は（シ 定常）状態を仮定するので，（サ）内の温度分布や濃度分布は常に（ス 直線）的な分布となる。ここでも，（サ）の設定で最も重要な条件は（ア）や（イ）における（ク）が実際の（ク）と（ケ）していることである。

③境膜内の速度式（熱移動と物質移動だけでも使えるようになるう）

熱移動 熱流束 = 熱伝達係数 × 温度差 式で表現すると $q = h\Delta T$

物質移動 物質流束 = 物質移動速度定数 × 濃度差 式で表現すると $N = k_d\Delta C$

確認6 境膜導入の条件

① 問題5で明確になっていたように， $C = 0.175 - 0.110e^{-200x}$

表面におけるプロフィールの傾き(勾配)が 実際の温度分布の傾き(勾配)と一致する

実際の分布がわかっているのだから表面の勾配を計算する。 $C = 0.175 - 0.110e^{-200x} \rightarrow \frac{dC}{dx} = (-0.110)(-200)e^{-200x}$

表面(x=0)では $\left. \frac{dC}{dx} \right|_{x=0} = (0.110)(200)$

一方，境膜での勾配は $\frac{C_0 - C_s}{\delta} = \frac{(0.175 - 0.065)}{\delta} = \frac{0.110}{\delta}$

両者は一致する $(0.110)(200) = \frac{0.110}{\delta} \rightarrow \delta = \frac{1}{200} = 0.005 \text{ m} \quad \delta = 5 \text{ mm}$

