

1 序 論

飽和多孔質物体中における多成分混合溶液の拡散問題

(5)

(6)

と与えられる。ここで、記号 Grad は物質座標に関する

(24)

式 (18) と式 (23) から v を消去すると

(25)

を得る。ここで、 c_α は質量分率に基づく濃度であり、

(26)

と定義される。この c_α の v に関する物質時間微分を取ると

(27)

であり、式 (27) を式 (25) に代入することにより、最終的につぎの拡散方程式が得られる。

(28)

なお、式 (26) から判るように、濃度 c_α にはつぎの制約条件が課せられる。

(29)

2・2 固相における質量保存則

前述のように、固相においても液相と同様に各化学種が拡散や反応の現象を起こすものとする。

注 2.2: Fick 則について

古典的な拡散理論では、通常、固相部における拡散が無視できるという仮定の下で拡散流束 q_α に対して Fick 則

$$(45)$$

が導入される。ここで、 $D_{\alpha\beta}$ は拡散係数と呼ばれ、正定値性を有する(任意の η_α に対して $\eta_\alpha D_{\alpha\beta} \eta_\beta > 0$)。関係式 (45) は経験式に過ぎないことに注意を要する。なお、式 (41) から判るように、制約条件

$$(46)$$

が課される。

2.3 浸透方程式

拡散方程式、例えば式 (28) を解く場合、如何にして平均流速 v を求めるかが問題となる ($dc_\alpha/d = \partial c_\alpha/d + v \cdot \text{grad}c_\alpha$ であることに注意)。もちろん、液相に対して運動方程式を導入して直接 v を求めることも可能であるが、古典的な土質力学では式 (18) と式 (33) から浸透方程式を導いて v を求めることが一般的である。

混合体溶液並びに固体実質部は非圧縮であると仮定する ($\rho = \text{constant}$, $\rho^* = \text{constant}$) と、式 (18), (33) は、式 (37) を適用することにより

$$(47)$$

$$(48)$$

と書くことができる。ここで、関係式

$$(49)$$

を用い、これを式 (48) に代入すると

$$(50)$$

が得られる。これを式 (47) に代入することにより、固相部の体積変形 D^* を含んだ浸透方程式が最終的に

$$(51)$$

と得られる。これに Darcy 則

$$(52)$$

を適用して平均流速 v が求められる。ただし、 v^* を定めるために、固相部の運動方程式または平衡方程式が必要

であるのは言うまでもない。ここで、 k は透水係数テンソルであり、 γ は重力定数、 η は溶液の粘性係数、 θ は位