

5.6 計算対象および条件（液水移動領域）

図 1 に示す問題について、表 12 の条件を考える。

表 12 計算条件

初期条件	温度：20℃，含水率：RH90～100%に平衡する値， 材料内一様
境界条件	室空気温度：20℃・室空気絶対湿度 0.00728(kg/kg(DA))（RH50%）（試料上側・下側）
試料空気側 伝達率	対流熱伝達率 $\alpha_c = 9.3(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$ ，放射熱伝達率 $\alpha_r = 0(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$ ， 湿気伝達率 $\alpha'_x = 0.0093(\text{kg}/\text{m}^2\text{s}(\text{kg}/\text{kg}(\text{DA})))$
試料底面側 伝達率	$\alpha_c = 10000(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$ ， $\alpha_r = 0(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$ ， $\alpha'_x = 10^{-10}(\text{kg}/\text{m}^2\text{s}(\text{kg}/\text{kg}(\text{DA})))$ (見かけ上第三種境界条件とするが，実質的には温度指定・断湿条件に非常に近い。)

水分および熱の収支式は，それぞれ，

$$\rho_w \left(\frac{\partial \psi}{\partial \mu} \right) \frac{\partial \mu}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda'_\mu \left(\frac{\partial \mu}{\partial x} - g \right) + \lambda'_T \frac{\partial T}{\partial x} \right] \quad [16]$$

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[(\lambda + r\lambda'_{Tg}) \frac{\partial T}{\partial x} + r\lambda'_{\mu g} \frac{\partial \mu}{\partial x} \right] \quad [17]$$

空気側の境界条件は，水分および熱についてそれぞれ，

$$-\lambda'_\mu \left(\frac{\partial \mu}{\partial x} - g \right) - \lambda'_T \frac{\partial T}{\partial x} = \alpha'_\mu (\mu_a - \mu) + \alpha'_T (T_a - T) \quad [18]$$

$$-(\lambda + r\lambda'_{Tg}) \frac{\partial T}{\partial x} - r\lambda'_{\mu g} \frac{\partial \mu}{\partial x} = (\alpha + r\alpha'_T)(T_a - T) + r\alpha'_\mu (\mu_a - \mu) \quad [19]$$

底面側の境界条件は，水分および熱についてそれぞれ，

$$-\lambda'_\mu \left(\frac{\partial \mu}{\partial x} - g \right) - \lambda'_T \frac{\partial T}{\partial x} = 0 \quad [20]$$

$$T = T_b \quad [21]$$

ただし，

ψ : 体積含水率 [$\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$]

μ : 水分の化学ポテンシャル [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$]

T : 温度 [K]

t : 時間 [s]

x : 空間座標 [m] （鉛直下向きを正とする。）

λ : 熱伝導率 [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

λ'_T : 温度勾配に関する水分伝導率 [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

λ'_μ : 水分化学ポテンシャル勾配に関する水分伝導率 [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot (\text{J}/\text{kg})^{-1}$]

λ'_{Tg} : 温度勾配に関する気相水分伝導率 [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

$\lambda'_{\mu g}$: 水分化学ポテンシャル勾配に関する気相水分伝導率 [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot (\text{J}/\text{kg})^{-1}$]

g : 重力加速度 [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]

r : 相変化熱 [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$]

c : 比熱 [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

ρ : 密度 [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

α'_T : 温度勾配に関する水分伝達率 [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

α'_μ : 水分化学ポテンシャル勾配に関する水分伝達率 [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot (\text{J}/\text{kg})^{-1}$]

α_c : 対流熱伝達率 [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]

α_r : 放射熱伝達率 [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]

$\alpha = \alpha_c + \alpha_r$

添え字

a : 室空気

b : 底面

w : 水