

III-538 地盤内の熱伝導に関する一考察(その2)

鹿児島大学工学部 学生員 名倉照彦
 鹿児島大学工学部 正員 北村良介

1 まえがき

地球の温暖化や廃棄物の地中への埋蔵は地盤内の熱的環境の変化をもたらすことが予想される。地盤内での温度の上昇・下降のくり返しは土の湿潤・乾燥のくり返し、地下水位の上昇・下降のくり返しを伴い、地盤の力学的挙動に影響を与える。このような現象を定量的に把握することは地盤力学の今後の重要な課題の1つと考え、この課題を解決するための試みを当研究室でも始めた¹⁾。本報告では、前報の一次元モデルを二次元に拡張し、地盤内の熱伝導に関する数値シミュレーションを行っている。

2 熱伝達のモデル化

図-1(a)は、側方、下端が断熱状態の飽和した土壌を想定し、それらを微小な n 個の層に分割したものである。層厚を Δh とし、各層を $L_1, L_2 \dots L_n$ と名づけ、それらの層の温度を $T_1, T_2 \dots T_n$ とする(T_0 は気温)。

図-1(b)は、(a)の中の隣接する3つの層を取り出したものである。 $T_0 < T_1 < \dots < T_n$ とすると、熱が下から上へと流れていく。微小時間 Δt の間に第 $(m+1)$ 層から第 m 層へ流れる単位時間当りの熱量を E_m とする。固相と液相の熱伝導が独立に行われるとすると次式が成立する。

$$E_m = k \cdot \frac{T_{m+1} - T_m}{\Delta h} \cdot \Delta t$$

$$= \frac{1}{1+e} \cdot (k_s + e \cdot k_w) \cdot \frac{T_{m+1} - T_m}{\Delta h} \cdot \Delta t \quad (1)$$

ここで、 k, k_s, k_w : 土壌、固相、液相の熱伝導率

T_m : 第 m 層の温度

e : 間隙比

Δt 秒間の第 m 層における熱量の増分を ΔE_m とすると、次式が成り立つ。

$$\Delta E_m = E_{m+1} - E_m \quad (2)$$

第 m 層の ΔE_m による温度変化 ΔT_m は次式によって求められる。

$$\Delta T_m = \frac{\Delta E_m}{\frac{1}{1+e} \cdot (C_s \cdot \rho_s + e \cdot C_w \cdot \rho_w) \cdot \Delta h} \quad (3)$$

ここで、 C_s, C_w : 固相、液相の比熱

ρ_s, ρ_w : 固相、液相の密度

図-2は、(1)~(3)式を用いた数値シミュレーションの手順を示したフローチャートである。

3 数値実験

図-3は、周囲が断熱状態である飽和した土塊を想定している。土塊は図のように9つのメッシュに区分され、それぞれのメッシュに番号が付けられている。メッシュ番号5の位置に熱源(温度 T_0)があり、他のメッシュの初期温度が T ($T_0 > T$)である場合の熱の伝導をここではシミュレートする。表-1は数値実験に用いた入力データおよび、実験条件である。図-4は数値実験結果を示している。図において縦軸は温度、横軸は時間を示しており、各層の経時的な温度変化が示されている。

4 あとがき

地盤内での熱伝達のメカニズムを解明するための二次元モデルを提案した。今後は対流の考慮、蒸発問題への発展、さらには熱による有効応力の変化を定量的に評価し、浸透、透水、圧密、圧縮、せん断問題と結びつけていきたいと考えている。

（参考文献）

1）名倉、北村：平成3年度土木学会西部支部研究発表会概要集，pp. 518-519, 1992

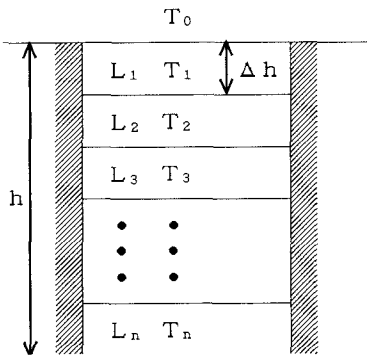


図-1 (a) : 地盤モデル

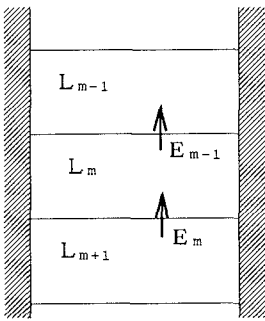


図-1 (b) : 熱伝達

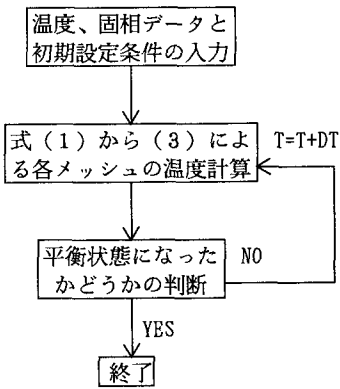


図-2 : フローチャート

断熱

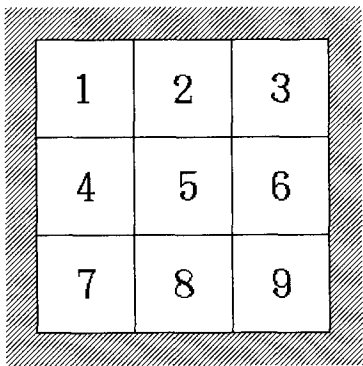


図-3 : 2次元地盤モデル

表-1 : 入力条件

○入力条件	
計算時間間隔	1秒
メッシュの寸法	1cm×1cm
固相の入力データ	
熱伝導係数	2.1 W m・℃
比熱	1.05 J g・℃
密度	1.65 g cm³
空隙比	0.8
熱源温度 T₀	80℃
他の部分の温度 T	20℃

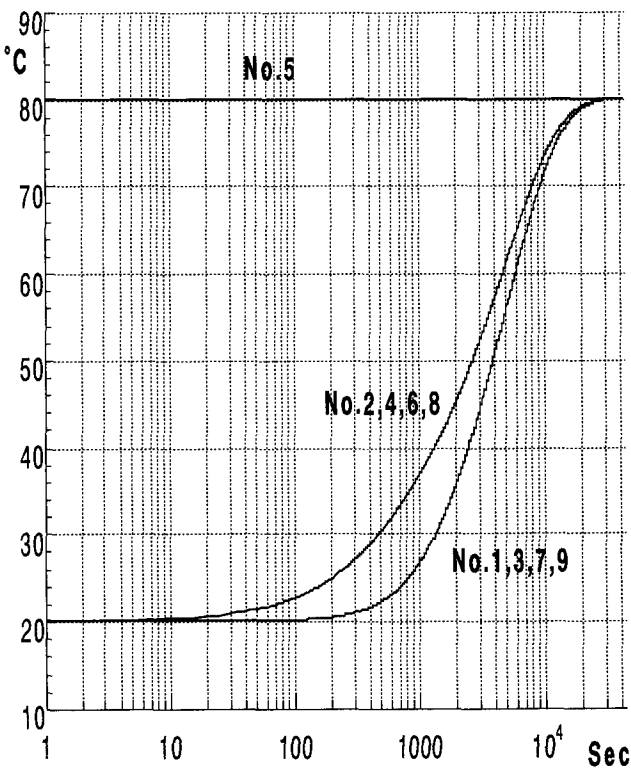


図-4 : シミュレーション結果