

長大橋設計センター 正員 〇東原 紘道
同 正員 大月 哲

1. 研究の目的と概要

盛土構造の道路などが山麓に作られると、周辺の微気象に変化を与え、その結果農作物その他に大きな被害をもたらすことがある。これらの中で重要なものに通常“凍害”もしくは“霜害”と呼ばれている夜間の接地気層の温度低下現象がある。これを理論的に見ると、地表面の放射冷却によって励起される、大気境界層内の熱拡散問題に他ならず、したがって上記した構造物の影響の予測は、構造物によって境界の形状が変化した場合の大気拡散場の解析に帰着する。本報告では、この現象を2次元数値解析した結果を紹介する。

2. 現象の概要

現象の基本的枠組を与える熱収支の関係を図-1で模式的に示す。地表面の放射冷却と大気拡散によって大気中に温度差が生じると、それに応じて空気密度差が生じる。この密度差が種々の大気運動を惹き起す。特に地表面が傾斜を有している場合には斜面に沿った下降流が生じ、更にこれを generator とする循環流が形成されて、熱交換が有効に行なわれる。これは気象学における“山風”に他ならない。構造物の影響はこの循環流の攪乱による熱交換機能の阻害——冷気の停留として現われる。

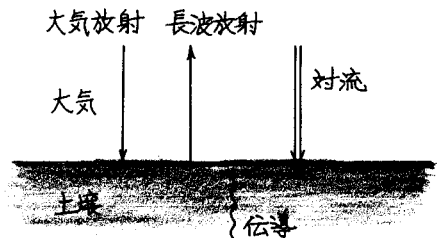


図-1 熱収支の関係

3. 基礎理論

この現象は、熱拡散方程式、Navier-Stokes の方程式、連続の方程式および放射条件式を連立させて解かれる。ただし数値解析を実行する場合には、方程式を次の形で用いるのが適当である。

- (1) 熱拡散方程式
$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + (\mathbf{v} \cdot \nabla) \theta = K \nabla^2 \theta$$
- (2) 渦度方程式
$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + (\mathbf{v} \cdot \nabla) \omega = K \nabla^2 \omega + \frac{g}{\theta} \frac{\partial \theta}{\partial x}$$
- (3) 流線方程式
$$\nabla^2 \psi = \omega$$
- (4) 放射条件式
$$c_p \cdot \rho \cdot K \frac{\partial \theta}{\partial n} - c_v \cdot k \cdot \frac{\partial T}{\partial n} = \delta \sigma (1 - \alpha) T^4$$

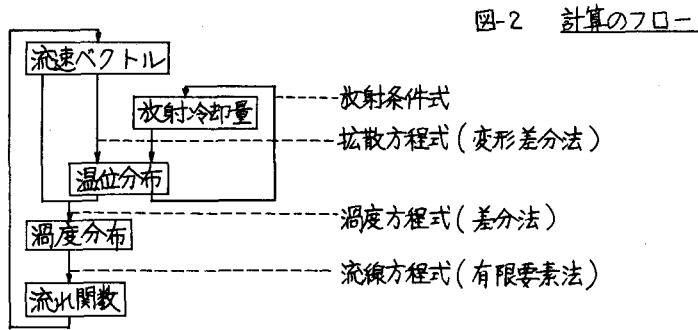
ここに θ : 温度, ω : 渦度, ψ : 流れ関数, T : 地表面温度, K : 大気拡散係数, k : 土壌の熱伝導率,
 c_p : 空気の有効比熱, c_v : 土壌の定積熱容量, ρ : 空気密度, δ, σ, α : 大気放射の定数

上記の定式化の意味は当日述べる。なお従来の気象学の研究では、放射条件式を用いなくて、そのかわりに地表面温度を境界条件としてアフリオリに与える理論構成をとっているが、この方法では肝心の地表面温度を求め

ることができないので、本研究の目的には適していない。そこで本研究では放射条件式を連立させるアルゴリズムを採用した。これは解析学的には Dirichlet 型境界条件から Neumann 型への移行を意味し、その結果、解は微妙な不安定性をはらむものとなった。この不安定性は解析学的に十分予期されるものであるのみならず、物理的にも興味ぶかいものである。

4. 計算の方法

計算のフローを図-2 に示す。
現象が非定常的であるので、計算も非定常解析として、図のループを多数回くり返し、約12時間にわたって現象を追跡する。

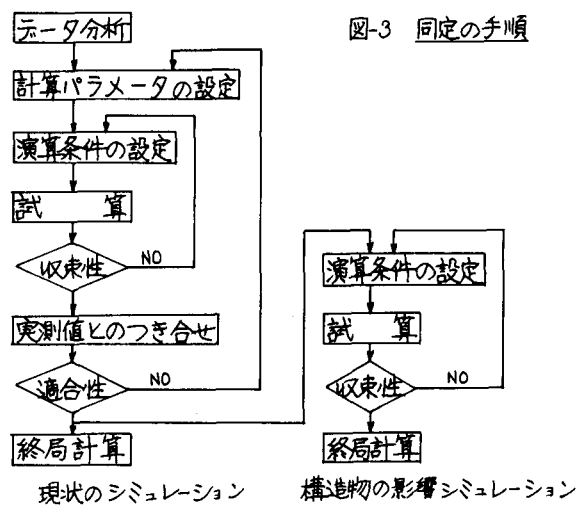


5. パラメータ同定の方法

モデル地域の実測データとつぎ合わせることでパラメータを決定する。その手順は図-3、表-1に示すとおりである。

普遍定数	重力の加速度 Stefan-Boltzmann定数
対象地域に応じて与えるもの	射出率 大気放射係数 大気拡散係数
シミュレーションによって試行錯誤的に定めるもの	土壌の熱伝導率 土壌の定積熱容量 貯留比
実測データから直接定めるもの	初期温度 冷却継続時間

表-1



6. 数値解析

対象地域を右図のようにモデル化して数値解析する。
計算結果は当日説明する。

図-4
モデル断面

