

IV-187 道路建設に伴う冷気湖の形成について

長大橋設計センター 正員 佐藤五郎
同 正員 東原敏道

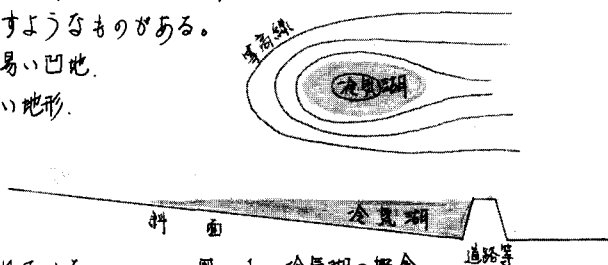
1. 研究の目的と概要

道路建設に伴う冷気の滞留現象—冷気湖の形成について、その数値解析を行い、冷害のアセスメントのための基礎データ、及び対策上の設計資料とする。

冬期の夜間の冷気滞留現象は、晴天無風時に発生し、大きな温度降下をもたらす。夜間、日射がなくなると、まず地表面の温度が低下し、それに伴って接地気層が冷却される。冷却された空気は密度が高く重いので、ゆっくりと低地に移動する。この現象は非常に局地的であり、また対象とする地域の小さな地形の変化によって、温度分布は大きく変化する。冷気が多量に滞留する場所は、それだけ温度降下が大きくなる。

この冷気の滞留しやすい条件としては以下に示すようなものがある。

- 高い山の裾で、すり鉢状に冷気が入り込み易い凹地。
- 山の斜面の面積が広い割に凹地の面積が狭い地形。
- 気流の流出口が狭い所。
- 樹木や地形によって仕切られた所。



右図のような冷気の滞留現象は、冷気湖と呼ばれている。

図-1 冷気湖の概念

道路建設により、冷気の移流が妨げられる時も、やはり冷気湖が形成されるので、周辺の農作物等に重大な被害を与えることがある。

以上の冷気の移動と滞留のメカニズムを、流体力学の理論を用いて明らかにし、結果として、どの程度の温度降下があるのかを、数値的に決定する。

2. 解析の理論

i) 伝熱方程式
$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + u \frac{\partial \theta}{\partial x} + v \frac{\partial \theta}{\partial y} + w \frac{\partial \theta}{\partial z} = K \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right)$$

ii) 連続の方程式
$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

iii) 運動方程式
$$\frac{\partial u}{\partial t} = K \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) - C_p \theta \frac{\partial \pi}{\partial x}$$
$$\frac{\partial v}{\partial t} = K \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) - C_p \theta \frac{\partial \pi}{\partial y}$$

iv) 圧力方程式
$$C_p \theta \frac{\partial \pi}{\partial z} + g = 0$$

v) 放射条件式
$$n_x \frac{\partial \theta}{\partial x} + n_y \frac{\partial \theta}{\partial y} + n_z \frac{\partial \theta}{\partial z} = \delta \sigma (1 - \alpha) T^+ \frac{S}{C_v \sqrt{K_n}}$$

ここに C_p : 空気の定圧比熱 π : 無次元圧力 $\pi = \frac{P}{\rho}$ δ : 射出率
 T : 絶対温度 θ : 温度 g : 重力加速度 K : 土壌の熱伝導率
 α : 大気放射係数 σ : Stefan-Boltzman の定数 C_v : 土壌の定積熱容量
 (n_x, n_y, n_z) : 地表面への単位法線ベクトル S : 貯留比

3. 解析の方法

左記の基本方程式を差分法によって解く。四つのようなループを繰り返して計算し、その解を求める。

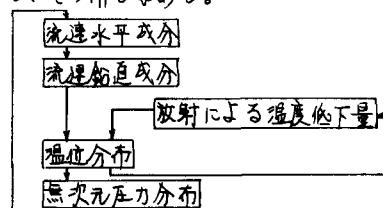


図-2 計算のフロー

4. 数値計算例

i) 道路のない場合 (現状) --- 実測データとつぎ合わせパラメータを決定する。

ii) 盛土構造の道路がある場合 --- 温度分布を計算する。

iii) 道路に防雪工を施した場合 --- 温度分布を計算し、その効果を見る。