

バイオ菌を用いた鋼床版表面部の結露凍結防止について

熊本大学 学生員 古賀淳 熊本大学 正会員 山尾敏孝、山田文彦
熊本大学 正会員 友田祐一 日本環境整備(株) 元田馨

1. はじめに

冬季における鋼床版橋の路面はコンクリート床版橋に比べて結露が発生しやすく凍結が起こりやすい。また、路面凍結時の凍結散布剤による腐食問題も報告されている。従来の蓄熱剤とは全く異なるバイオ菌により発熱するリブを導入し、凍結を未然に防ぐことを目的とする。このバイオ菌は環境負荷が小さく、空気攪拌による発酵で発熱するもので、橋梁との組み合わせは前例がなく、実橋梁に適応するための基礎的な研究として行うものである。まず、箱型リブ付きの鋼床版桁を製作し、内部にバイオ菌を挿入して冬季の温度変化が著しい条件の下におく暴露試験を試みたものである。並行して FEM による温度分布解析を行い、熱源による熱移動のメカニズムを調べた。

2. 実験概要と結果

基礎的な実験として図 1 に示すような鋼板 400mm×500mm×12mm に断面 100mm×100mm、厚さ 6mm の正方断面の箱型を取り付けた模型を製作した。使用するバイオ菌は、腐葉土に好気性微生物であるホウセンキンを含んだもので、発酵することにより 70℃ 近くまで上昇した例があることが分かっている。これをプラスチックケースに入れ図 1 のような形で挿入する。

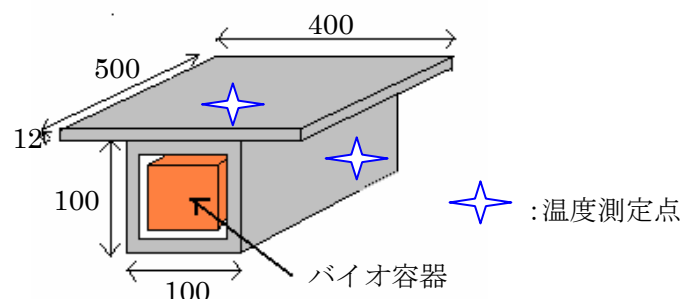


図 1 鋼板付き箱型模型

測定は温度センサーを用いて、図 1 に示すような鋼板の上面、側面および内部で測定を行った。模型は大学の実験棟横に置き、丸一昼夜の温度の変化状況について測定した。

図 2 は鋼版模型を用いて、一昼夜での鋼版、箱の側面および内部の温度変化を示したものである。日中の温度は鋼板上面が一番高いが、これは直射日光によるものと推測される。しかしながら、夜から朝方にかけては箱内のバイオ菌の温度が外気温に追従しており、まだ十分な保温効果できていないと思われる。

図 3 はバイオ菌を土中に入れて二週間ほど観測したものである。やはり日中の温度に左右されるが、一定以上の温度を保っている。箱型模型との違いとしては、バイオ菌が空気に触れる表面積が大きいことから、空気攪拌による発熱量の向上が課題と言える。

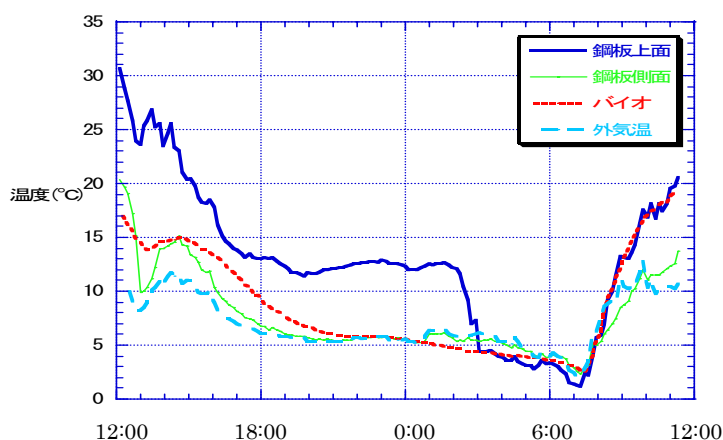


図 2 箱型模型の温度変化



写真 1 鋼板付き箱型模型

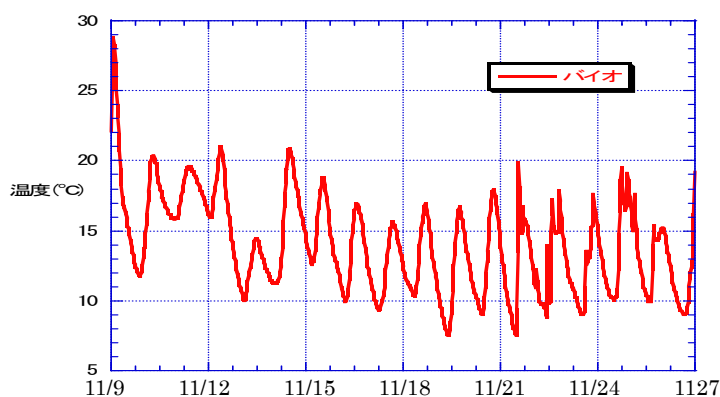


図 3 土中のバイオ菌の温度変化

3. 解析概要と結果

次に、FEM による温度解析手法を示す。式(1)はフーリエの熱伝導微分方程式で、2次元の定常状態における断面内の任意における温度の時間的・空間的变化の関係を調べるものである。伝熱係数 λ は参考文献1)によるものとし、表1に示す。図4は鋼管の断面のモデル化を示したもので、外側の青い部分を鋼管、黄色い部分を空間、内側の茶色の部分を熱源とする。メッシュは16×16マス、1マス6×6mmとしており実験で使用した鋼管と同じ大きさに設定してある。

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda_x \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda_y \cdot \frac{\partial T}{\partial y} \right) + Q \quad - (1)$$

T : 温度(℃)

t : 時間

λ : 伝熱係数(W/m・K)

Q : 発熱量(J)

表1 伝熱係数 (W/m・K)

	λ (W/m・K)
鋼管(青)	49
空間(黄色)	0.0237
熱源(茶色)	0.52

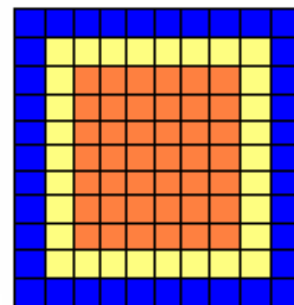


図4 解析モデル

図5は解析で得られた、断面内の10秒間の温度変化の様子を示したものである。熱源の初期温度を20℃に設定し、図(a)は1秒後、図(b)は2秒後、図(c)は5秒後、図(d)は10秒後の断面の状態である。始めは中央の熱源が高温で外側に行くほど低温であるが、2秒後には空間に熱が逃げ、それ以降は空間、次いで鋼管の順に温度が高い。今後は、実際のバイオ菌を用いた模型実験と照らし合わせて温度変化のモデル化を行い、熱源として必要とする発熱量を求めることが課題となる。また、今後は寒冷地に設置してある2m×3m鋼床版2主桁模型にバイオ容器を取り付けた温度測定実験を行う予定である。

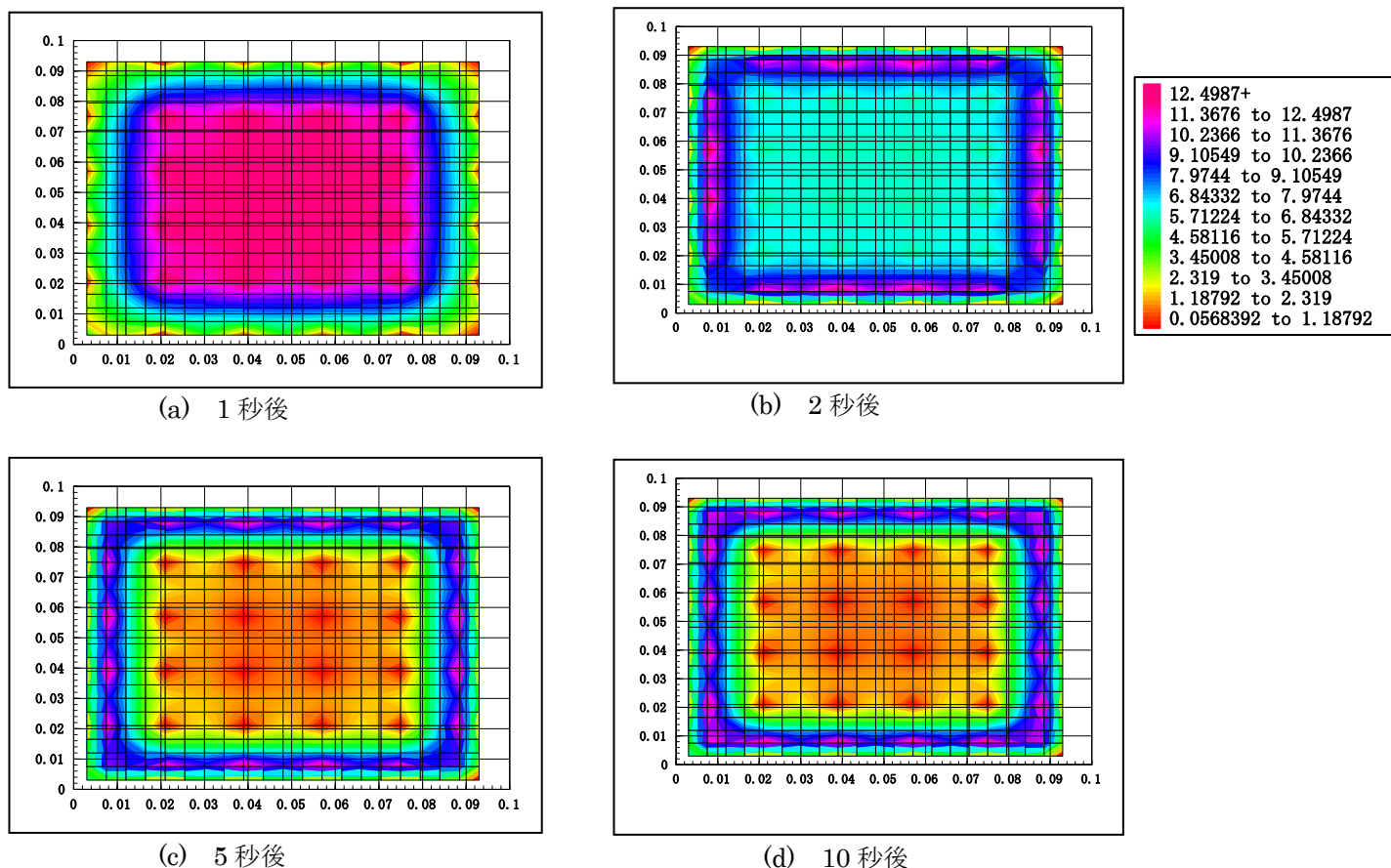


図5 断面内の温度変化状況

- 参考文献 1)北山直方：伝熱工学の学び方，オーム社，pp13～51，1982.1
2)S.V.パタンカー：熱伝導とダクト流れの熱伝達の数値計算，森北出版，pp97～135，1996.11