

## 鋼床版の凍結抑制に関する解析的検討

西日本高速道路（株） 正会員 ○福田 雅人, 植村 亮太  
 (株) IHI インフラシステム 中松 裕, Gankhuu Khurelbaatar

## 1. はじめに

道路管理者が抱える課題の一つに冬季の路面凍結がある。特に橋梁部は、床版種別（鋼またはコンクリート）や主桁形式（箱桁または鈹桁）によって凍結の度合いが異なる。本稿は、路面の凍結抑制に配慮した鋼床版の計画性を評価する一環として実施した、熱伝達解析の解析モデルや条件設定の妥当性を報告する。

## 2. 解析モデル

本検討では、床版種別や主桁形式及び舗装構成の違いが、外気温に応じて変化する路面温度に及ぼす影響を比較するため、桁・床版・舗装をそれぞれソリッド要素によりモデル化し解析ソフト ABAQUS を用いて解析した。解析ケース及び材料熱特性を表-1・表-2に、解析モデルを図-1に示す。また、解析で考慮する放射の項目を図-2に、正味の放射量である純放射  $R_n$  ( $W/m^2$ ) は放射収支として式(1)で表す。

$$R_n = (S_t - S_r) + (L_d - L_u) \dots (1)$$

表-1 解析ケース

No.	モデル化する部位		
①-1	鋼床版箱桁	HFRCCコンクリート	アスファルト舗装
①-2	鋼床版箱桁	-	アスファルト舗装
②	コンクリート床版を有する鈹桁	-	アスファルト舗装

表-2 材料熱特性

	熱伝導率( $W/m \cdot K$ )	比熱( $J/kg \cdot K$ )	密度( $kg/m^3$ )
アスファルト舗装	0.74	920	2,120
HFRCCコンクリート	1.50	1,050	2,300
コンクリート床版	2.70	1,155	2,500
鋼材	50.00	460	7,800
地盤	3.45	795	2,850

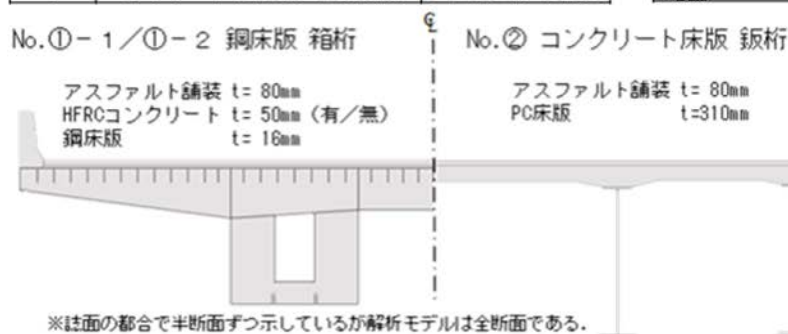


図-1 解析モデル

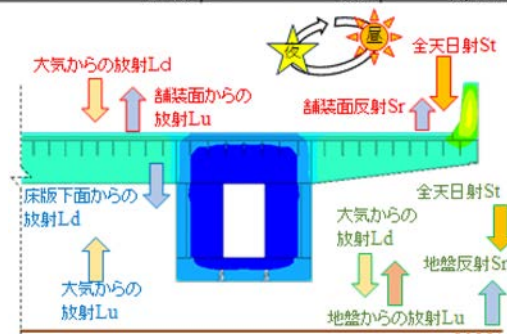


図-2 解析で考慮する放射

## 3. 解析条件

解析は、外気温・日射及び放射を考慮した48時間の非定常熱伝達解析とした。外気温は、架橋予定地点の実測値のうち冬季における平均的な2日間とした。日射は、気象庁より最寄り地点の観測値を抽出して設定した。放射は、式(1)により舗装面・床版下面および地盤の収支を、鋼床版並びにコンクリート床版に対し算出し、入力する熱量を設定した。鋼床版の熱収支算出用の気温等を図-3に、熱量の入力値を図-4に示す。

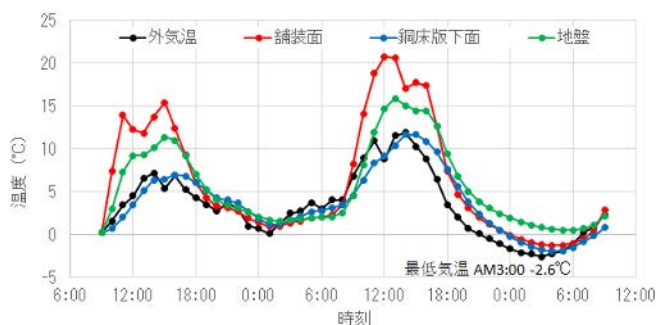


図-3 No. ①の熱収支算出用の気温等

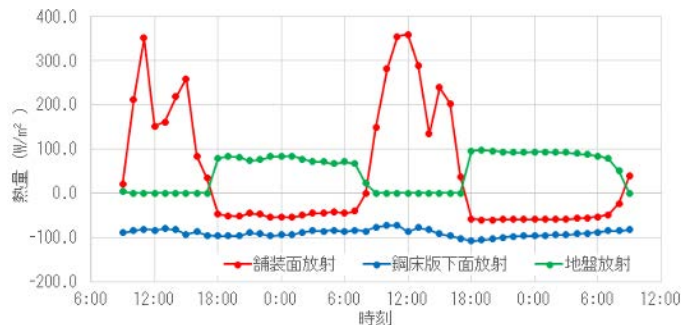


図-4 No. ①の熱量の入力値

キーワード 鋼床版, 凍結, 熱伝達解析, 放射, 射出率, 舗装

連絡先 〒567-0871 大阪府茨木市岩倉町1-13 Tel: 06-6344-9603

## 4. 解析結果

舗装面等の熱伝達解析結果について、No. ①-1の床版支間中央部を図-5に、No. ①-1の鋼箱桁直上部を図-6に、No. ①-2の床版支間中央部を図-7に、No. ②の床版支間中央部を図-8にそれぞれ示す。

### (1) 開断面部と閉断面部の比較

図-5より最低温度は-4.6℃、図-6より最低温度は-6.3℃と鋼箱桁直上は鋼床板中央より舗装面の温度が1.7℃低い結果となった。これより、大気や地盤からの上向き放射が鋼箱桁下フランジで遮られ閉断面部直上が低温となる状況が確認できた。

### (2) HFRC コンクリートの有/無の比較

図-5より最低温度は-4.6℃、図-7より最低温度は-4.8℃と厚さ50mmのHFRCコンクリートを設けた場合の舗装面の温度は約0.2℃高い結果となった。これより、わずかではあるがHFRCコンクリートにより舗装面の温度が高くなる状況が確認できた。

### (3) 鋼床版とコンクリート床版の比較

図-5より最低温度は-4.6℃、図-8より最低温度-2.8℃と鋼床版はコンクリート床版より舗装面の温度が約1.8℃低い結果となった。これより、鋼床版はコンクリート床版より放熱が早く蓄熱時間が短い状況が確認できた。

## 5. 今後の課題

放射冷却を考慮した熱伝達解析の結果、夜間に外気温より舗装面の温度が低下する解析結果を得た。

解析モデルは概ね妥当と考えるが、放射は式(2)に示すStefan-Boltzmanの法則で算出しており、“射出率 $\varepsilon$ ”の設定に応じ熱伝達解析結果は変化する。

$$L = \varepsilon \sigma T^4 \cdots (2)$$

この射出率 $\varepsilon$ は、物体の材質や表面の粗さなどで変化するが、塗装された鋼材の射出率は金属表面ではないと考え0.97とし、舗装面(アスファルト)は0.85と設定した。今後工事が進んだ際、鋼材及び舗装面の温度や放射を計測することにより、熱伝達解

## 6. おわりに

路面の凍結抑制に配慮する一環として、熱伝達解析を実施し床版種別や主桁形式による舗装面の温度の違いを評価した。引き続き、冬季の路面温度予測など将来の維持管理負担の最小化を目指していく。

## 参考文献

- 1) 福田 雅人, 石村 昌也, 中村 隆志, 桂 稔: 路面の凍結抑制に配慮した鋼床版の計画, 土木学会第76回年次学術講演会、2021.9

析と実現象を調整する検討を行う予定である。

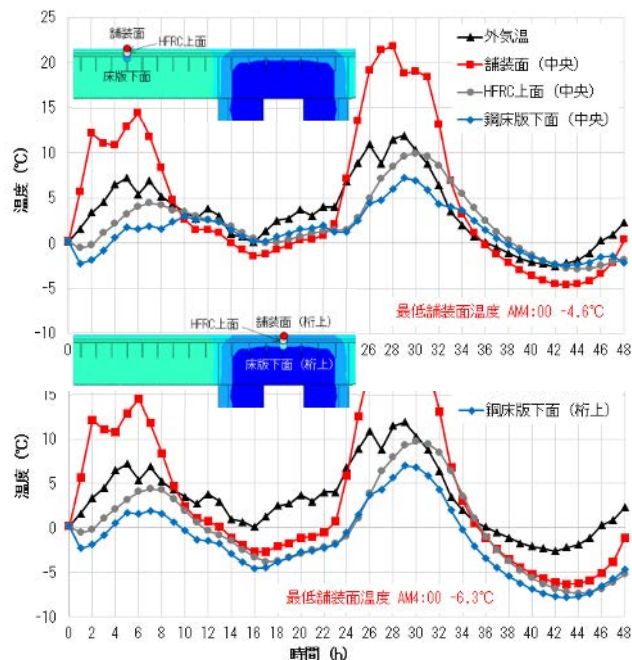


図-6 鋼床版+HFRC, 鋼箱桁直上部 舗装面

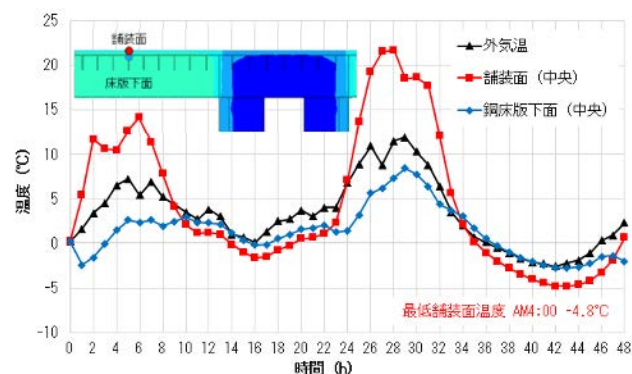


図-7 鋼床版, 床版支間中央部 舗装面

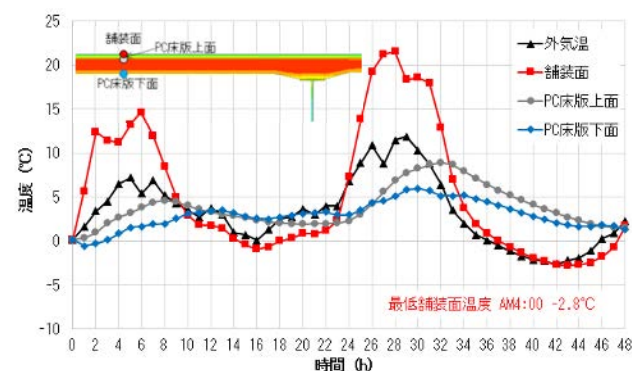


図-8 コンクリート床版, 床版支間中央部 舗装面