

## 積雪寒冷地におけるコンクリート舗装に関する一検討

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○上野 千草  
 同上 正会員 安倍 隆二  
 同上 正会員 木村 孝司

### 1. はじめに

近年、社会資本整備および維持管理に対するコスト縮減への社会的な要請が強まっている。道路舗装においても高耐久化・長寿命化によるライフサイクルコストの縮減が求められており、アスファルト舗装よりも耐久性が高く、長寿命化が期待できるコンクリート舗装への関心が高まっている。積雪寒冷地のコンクリート舗装では、凍上等によるひび割れが発生しており、長期利用を考える上で凍上に対する検討が必要である<sup>1)</sup>。本文は、FEM 解析を用い凍上がコンクリート舗装版の寿命に及ぼす影響について検討した結果を報告する。

### 2. 凍上によるひび割れの発生形態

凍上によるひび割れの発生形態の一例を図-1 に示す。路床が凍上性の材料で、外気温の低下に伴い路床以深まで0℃以下となり、路床中の水分が凍結しアイスレンズが発生・発達し、舗装版が持ち上げられる。このとき、舗装版と路盤の間に空間が生じ、車輻荷重が繰り返しかかることでひび割れが発生すると考えられる。

### 3. 凍上および融解期における路床の支持力低下の再現

FEM 解析に用いる凍上現象を考慮した舗装モデルを作成するため、当研究所所有の苫小牧寒地試験道路において、冬期間、アスファルト舗装の標高をメッシュ状に計測し、秋期に計測した初期値との標高差より凍上量を算出した。結果を図-2 に示す。凍上量は一様ではなく不陸が生じている。凍上が起こった場合、アスファルト舗装では不陸にある程度追従することができるが、コンクリート舗装は不陸に追従できないため、路盤表面に図-2 のような不陸が生じる。そこで、図-2 の不陸の一部を用い、凍上による不陸を路盤表面に再現した検討モデル（以下、凍上モデル）を図-3 のように作成した。

### 4. 解析条件

FEM 解析には西澤ら（石川工業高等専門学校）の開発した Pave3D を用い、モデルのサイズは、コンクリート舗装版 1 枚分を想定した幅 3.5m×長さ 10.0m×深さ 3.5m とした。解析モデルの地盤条件を表-1 に示す。コンクリート舗装、粒状材料の弾性係数およびポアソン比は舗装設計便覧に示されている代表的な値を用いた<sup>2)</sup>。荷重条件は実測より得られた図-4 の条件<sup>2)</sup>を用い、載荷位置は図-5 の赤着色の位置とした。

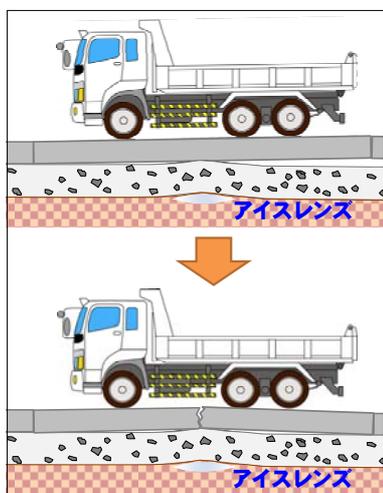


図-1 凍上によるひび割れ

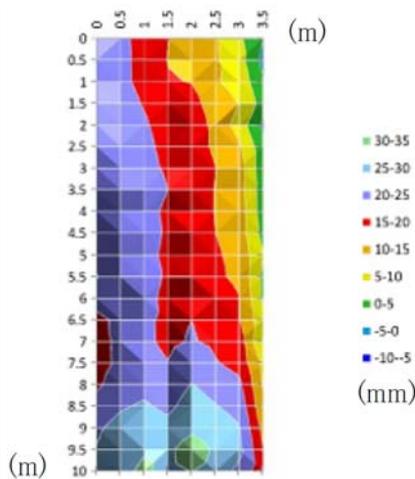


図-2 凍上による不陸

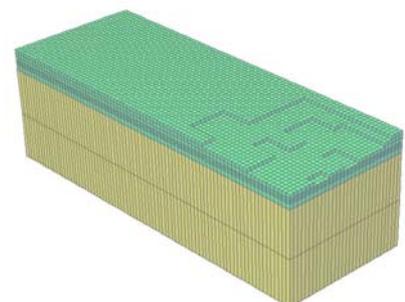


図-3 凍上モデル

表-1 解析モデルの地盤条件

	層厚 (mm)	弾性係数 (Mpa)	ポアソン比 (%)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )
コンクリート舗装	250	28,000	0.2	2,500
上層路盤	300	200	0.35	2,040
下層路盤	300	200	0.35	2,040
路床	-	100	0.4	-

キーワード 積雪寒冷地、コンクリート舗装、凍上、FEM

連絡先 〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 Tel011-841-1747

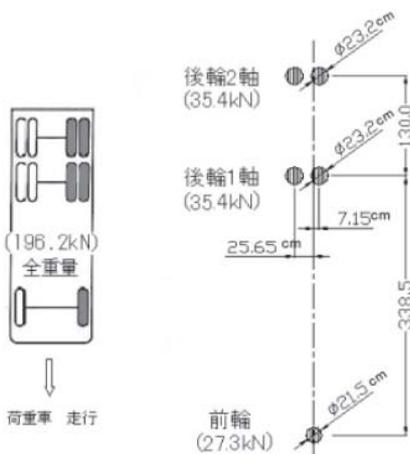


図-4 荷重条件

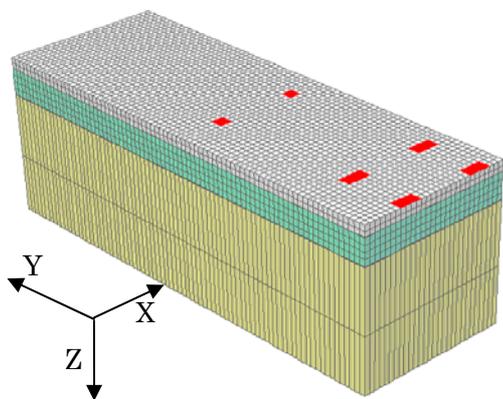


図-5 荷重載荷位置

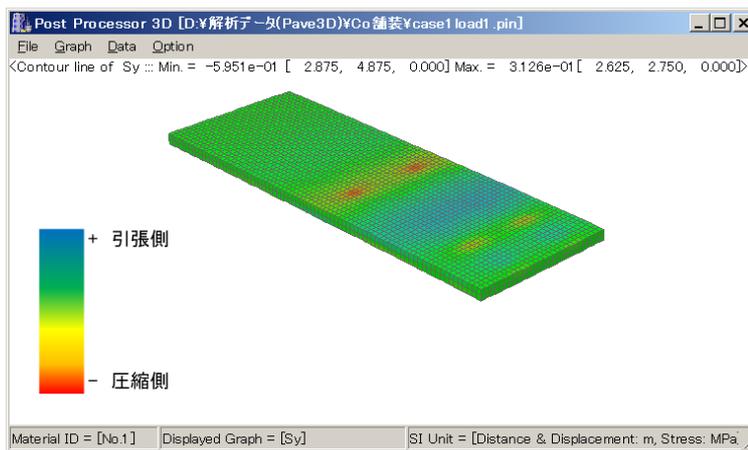


図-6 Y軸方向の応力度コンター図(通常モデル)

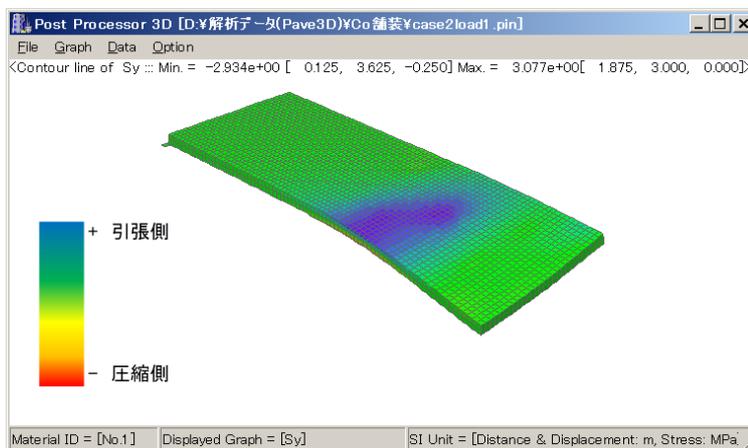


図-7 Y軸方向の応力度コンター図(凍上モデル)

### 5. 解析結果

路盤上面に不陸の発生していない用い標準モデルと、図-3 で示したように路盤上面に不陸を設けた凍上モデルに対して、荷重を行い Y 軸方向の応力度コンター図で表したものをそれぞれ図-6, 7 に示す。なお、解析に用いたグリッドピッチは X、Y 軸方向ともに 12.5cm、Z 軸方向は 0.5cm である。

図-6 の標準モデルでは Y 方向の最大引張応力は、0.31MPa であり設計曲げ強度 4.4MPa の約 7% であるが、図-7 の凍上モデルでは 3.08MPa と設計曲げ強度の 70% と大幅に増加する。

この結果より、凍上により 15mm 程度の不陸が生じてても、全重量 196.2kN(20t)の 1 回の交通荷重ではコンクリート舗装版にひび割れは発生しないことが分かる。ただし、凍上による不陸がない標準モデルと比較して約 10 倍の引張応力がコンクリート版表面に発生しており、舗装版の寿命に与える影響は大きいと考えられる。

さらに、舗装設計に記載されている疲労度の計算式を準用し、FEM 解析に用いた後輪の荷重(軸荷重 70.8kN)の繰り返し荷重に対するひび割れ度  $10\text{cm/m}^2$  に至る輪数を算出した。その結果、非凍上の場合 10,500 万輪であるのに対し、凍上が発生した場合は 98 万輪と大きく疲労に対するひび割れが低下することを確認した。

### 6. おわりに

本検討によって凍上がコンクリート舗装の寿命に影響を及ぼすことが確認された。積雪寒冷地におけるコンクリート舗装の長期的利用に向け、凍上による影響を考慮した設計法の確立や対策法の検討が望まれる。

### 参考文献

- 1)上野千草、安倍隆二、木村孝司：北海道における既設コンクリート舗装の現状、土木学会北海道支部論文報告集第 71 号、2015.1、E-23
- 2)安倍隆二、丸山記美雄、熊谷政行：動的荷重におけるアスファルト舗装の引張ひずみに関する一検討、寒地土木研究所月報 No.653、p12、2007.10