

凍結抑制型合成鋼床版内部の蓄熱材封入管の 輪荷重走行下における力学的挙動と温度現象

関西開発エンジニアリング 正員○檜垣 豊 大阪工業大学 正員 堀川都志雄
福井県雪対策・建設技術研究所 正員 宮本 重信 福井鐵工 正員 奥村 茂

1. はじめに 冬季の積雪地や寒冷地における道路橋床版，特に鋼床版では路面の融雪・結露凍結の対策に多大な労力と費用を費やすだけでなく、結露凍結や降雪時での圧雪によるスリップ事故が頻発している。これらの現象を防止するために道路管理者らはこの時期頭を悩ませている。このことは都市圏においても例外ではなく、多くのドライバーを困らせ、その地域での経済活動に支障をきたす社会問題とも言われている。主な対策として、(a)路面に凍結防止剤を散布する(b)散水装置を設ける(c)電気式ヒーターをアスファルト舗装下に埋設する等の工法が講じられている。しかしこれらの工法にはそれぞれ欠陥を有しており、鋼部材の劣化問題や、あるいは防止剤の流出による環境汚染への影響、さらに経済的な面での負担や、長期間に亘る維持管理の困難さと費用の増大化等の課題が指摘されている。

このような欠点を克服する方法として、物質自身が持つ固有の熱容量に差異があることに着目し、この差を効率よく利用して融雪機能を発揮するシステムが考案された⁽¹⁾。この工法の概略を示せば、蓄熱材として常温でゲル状態のパラフィン (C₁₄H₃₀) を用い、加熱して液状化した後に矩形断面の角パイプ中に封入する。角パイプを鋼床版の上面に任意の間隔に設置し、パイプを固定金具で鋼床版に固定する。最後に角パイプを埋設するように鋼床版の上面にスティールファイバー入りコンクリートを打設する。なお、コンクリート部と鋼床版はスタッドジベルによって互いに接合されている。

このような鋼床版を以下では凍結抑制型合成鋼床版と呼ぶことにする。本床版は蓄熱材内に日中の熱を貯め込み、夜間に放熱させて路面の融雪・結露凍結を防ぐシステムであり、他の融雪装置に比べかなりの経済性と環境保全がもたらされる。しかし、蓄熱材を封入した角パイプを鋼床版上に並べた後に、コンクリートを打設する本床版は複雑な断面形状を有しているため、構造上での力学的課題が懸念される。そこで、本合成鋼床版の輪荷重走行による繰返し作用がもたらす力学的挙動を調べることで、本合成鋼床版に生ずる疲労問題を探求する。また、冬期における橋面の温度変化を計測し、蓄熱材による凍結抑制の効果が発揮されているかもあわせて検証した。

2. 実験供試体の概要 供試体に用いる合成鋼床版は橋軸方向と平行な8本のバルブタイプのリブを持ち、一枚の床版寸法が橋軸直角方向 3.2m×橋軸方向 3m、デッキプレートの厚さを 10mm または 12mm とし、角パイプの配置を橋軸直角方向あるいは橋軸方向に設けた。基本タイプの床版を図-1に示す。また、今回採用した4タイプの床版の概要を表-1に示す。

表-1 床版の仕様

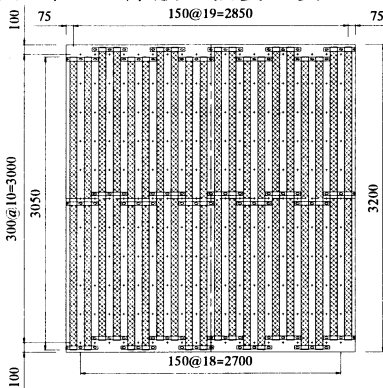


図-1 合成鋼床版の形状とパイプの配置

仕様一覧		単位	A パネル	B パネル	C パネル	D パネル
橋体	橋長	mm	3000	3000	3000	3000
	幅員	mm	3200	3200	3200	3200
	鋼床版厚	mm	12	12	10	12
	床版厚	mm	9.7	9.7	9.5	9.7
封入管	サイズ		□75*45*3.2	□75*45*3.2	□75*45*3.2	□75*45*3.2
	取付方向		橋軸直角方向	橋軸方向	橋軸直角方向	橋軸直角方向
	接着(#101)		無し	無し	無し	有り

キーワード：合成鋼床版，輪荷重走行試験，凍結・融雪

連絡先 〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学 TEL06-6954-4200 FAX06-6954-2131

3. 蓄熱材封入管のひずみ 床版中央部に輪荷重を載荷したときの各床版中央付近に埋設されている蓄熱材封入管上縁でのひずみの経時変化を図-2と図-3に示す。また図中の計算値は、鋼床版端部に設置されている横桁を弾性支持として考慮した直交異方性板の理論から誘導されている。なお紙面の都合上、パイプの長手方向を角パイプ方向とし、それに直角な方向を角パイプ直角方向としている。

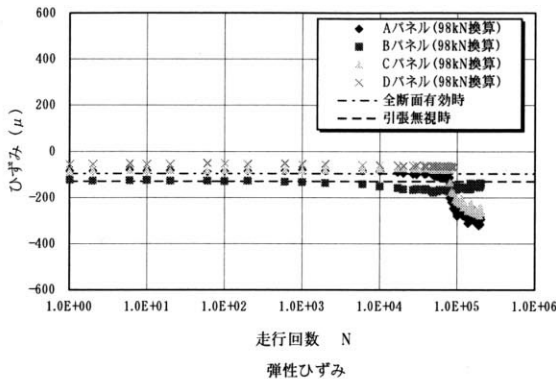


図-2 角パイプ方向のひずみ

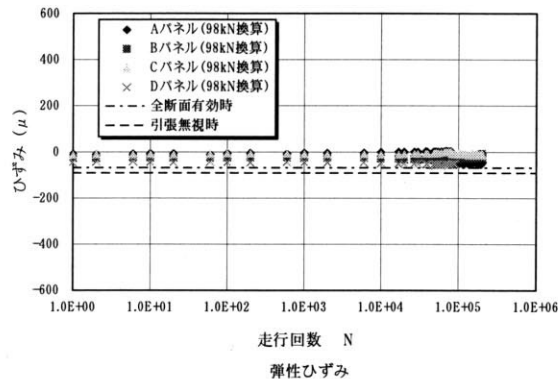


図-3 角パイプ直角方向のひずみ

図より封入管の角パイプ方向のひずみは床版のタイプの違いにより値が異なっている。封入管を橋軸直角方向に配置しているA, Cパネルのひずみが大きく、橋軸方向に配置しているBパネルに比べ走行回数が多くなればなるほど角パイプにかかる応力が次第に大きくなるのが判る。Dパネルのひずみが一番小さいことより、蓄熱材封入管と床版との合成は走行回数に伴うひずみの増大を低減する効果を示すと推測される。また、AパネルとCパネルにおいても疲労に対して懸念する値には至っていない。

4. 蓄熱材封入管の輪荷重走行時における挙動 輪荷重の移動による蓄熱材封入管の底鋼板との間のずれの挙動を図-4に示す。計測位置はA, C, Dパネルはいずれも床版中央から橋軸方向に22.5cm, 橋軸直角方向に27.2cmと同じ位置であり, Bパネルは床版中央から橋軸方向に27.2cm, 橋軸直角方向に37.5cmである。

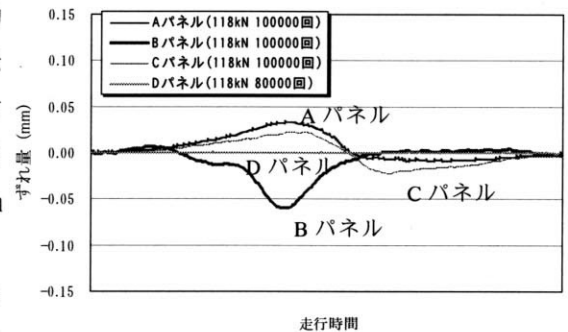


図-4 蓄熱材封入管と底鋼板とのずれ量

図より, A, Cパネルは底鋼板に対して正負の交番する動きをしているが, Bパネルは一方のみの挙動をしている。また, Dパネルはほとんど底鋼板に対して動いておらず, 接着剤の効果が発揮されている。このことより, 接着剤が, 蓄熱材封入管と底鋼板との合成を高めることに寄与していると推測できる。

5. 温度計測による蓄熱材の効果 図-5は八幡市(京都府南部)における1カ月間(12月~1月)の内の特に寒気が厳しい7日間における時間別の平均温度を示している。蓄熱材はパラフィンと水ポリマーを使用して実験を行った。図より, 蓄熱材無し

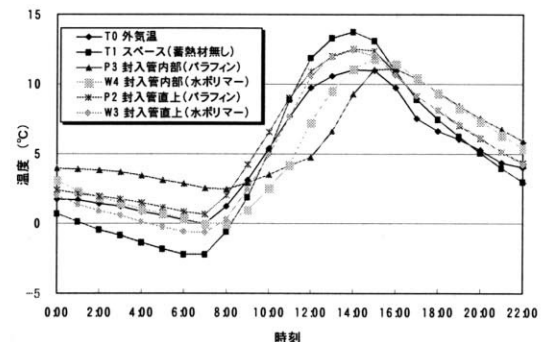


図-5 蓄熱材による橋面付近の平均温度

の床版上面温度(スペース)が零度を下回っているにもかかわらず, パラフィンに関しては完全に橋面が零度を上回っている。また, 水ポリマーに関しては一部零度を下回っている時間帯があるが, 蓄熱材無しは7時間程度零度を下回っているのに対して, 水ポリマーは3時間程度で凍結抑制効果が少し伺える。

6. まとめ 蓄熱材封入管と床版との合成を図れば, 本合成鋼床版の耐力の向上をもたらすため, 輪荷重に対する蓄熱材封入管の負担が低減できると推測される。また, 床版内部で封入管と底鋼板とのずれの挙動を小さくするため, コンクリートの局所的な破壊を抑制すると推測される。また蓄熱材であるパラフィン

参考文献 (1)宮本重信: 第一回鋼橋床版シンポジウム, pp.247-252, 1998年11月。