

凍結防止装置を含んだ合成鋼床版の疲労耐久性に関する研究

大阪大学大学院工学研究科 学生員 真木久幸 大阪大学大学院工学研究科 フェロー 松井繁之
 福井鐵鋼株式会社 正会員 奥村 茂 大阪大学工学部 田中邦裕

1. はじめに

冬期の路面凍結抑制・融雪の手法には散水による消雪, 凍結防止剤の散布, 電気式ヒーターなどがあるが, いずれも実用上問題があることが知られている. このため路面凍結を抑制する新たな方法として凍結抑制型合成鋼床版という蓄熱材を埋め込んだ合成鋼床版が提案された. 本床版は, 鋼床版のデッキプレート上に蓄熱材となるパラフィンを含んだ角パイプを帯板とスタッドボルトで配置・固定し, 上から鋼繊維補強コンクリート(以下SFRC)を舗装として打設したものである. 本床版では昼間の日射によってもたらされる熱をパラフィン内に蓄え, 夜間・朝方に4℃以下になると放熱するパラフィンの特性を利用して路面に熱を供給することで, 管理を実施しなくても, 結露凍結や初期積雪の時間を遅らせることが可能である. しかし, この合成鋼床版の疲労耐久性については資料が無いことから本研究では, 輪荷重走行試験機による疲労試験を行い, 凍結抑制型合成鋼床版の疲労耐久性について検討を行った.

2. 実験概要

供試体は実際と同様の構造詳細を有する凍結抑制型合成鋼床版(TO 図-2)と合成鋼床版とすることによる変化を確認するための比較用の鋼床版(KO 図-1)の2体である. 今回はこれらの床版に対して117.6kNで5万往復, 147kNで5万往復, 176.4kNで20万往復, 205.8kNで20万往復の計50万往復を目標として輪荷重走行機による疲労試験を実施した.

3. 試験結果

3.1 試験結果概要

1) 鋼床版タイプ(KO) : 合計走行回数28万往復を経過した時点でリブと横桁の交差部に位置する溶接部が破断した. その後, 溶接が破断した部位の直上の位置にあるデッキプレートに疲労亀裂の発生が認められた(図3).

2) 凍結抑制型合成鋼床版(TO) : この床版では試験開始後, 床版表面に細かなひび割れが生じた. 図4にひび割れ発生位置と蓄熱材封入管の位置の関係を示す.

この図よりパイプの直上にひび割れが進展していることが確認できた. このようなひび割れが発生した原因としては蓄

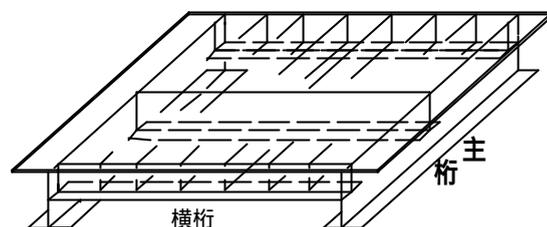


図-1. 鋼床版 (KO)

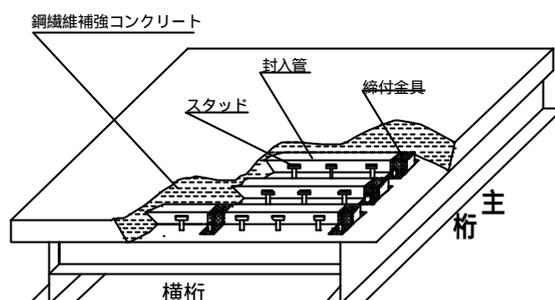


図-2. 凍結抑制型合成鋼床版 (TO)

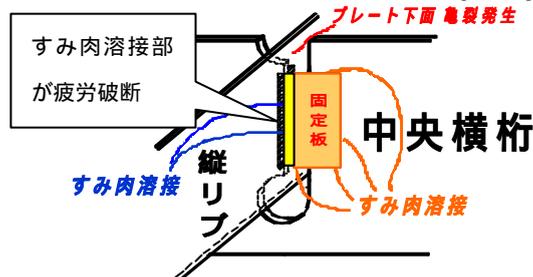


図-3. 破断位置 (KO)

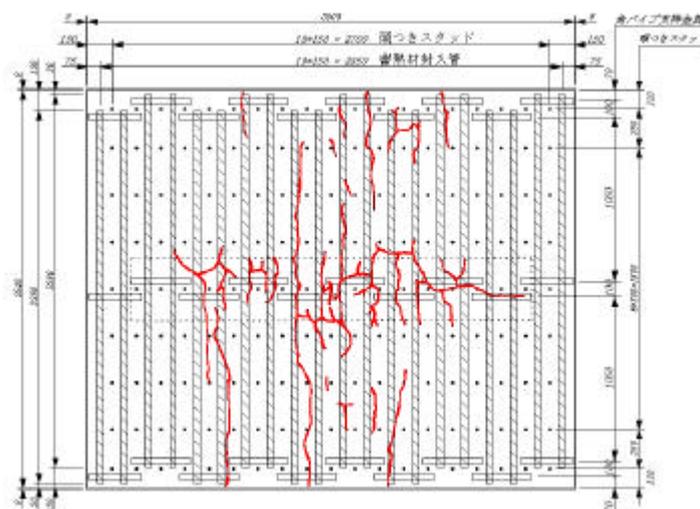


図-4 ひび割れ図

キーワード : 床版, 合成構造, 鋼床版, 凍結抑制

連絡先 : 〒5650871 大阪府吹田市山田丘 2-1

大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻 社会基盤設計学領域 TEL : 06-6879-7621 FAX:06-6879-7618

熱材封入管の部分では SFRC のかぶり厚が小さくなり封入管にせん断変形が発生することにより封入管の上でひび割れが生じたものと考えられる。試験終了後、コンクリート内部を確認する為この床版を4つに切断して、上面コンクリートを一部除去して内部の状況を観察した。この結果コンクリート内の鋼繊維は平均して上面より2cm以下に沈降し、コンクリート上面に発生したひび割れは2cm以内の深さであることが確認できた。このことから鋼繊維によりひび割れの進展を抑制できることがわかる。さらにデッキプレート上面のスタッド・締付金具に対して曲げ試験を行ったところ、溶接部は健全であること、また蓄熱材封入管の周囲にはひび割れが全く発生しておらず、試験終了後においても健全であることが確認された。

3.2 たわみの発生状況

床版の中央に荷重した場合（C 荷重）の橋軸方向のたわみを図 5、図 6 に示す。両床版ともたわみが比較的小さくなったのは、床版中央に横桁が入っているためと考えられる。K0 のたわみは相対的に T0 よりも大きく、横桁近傍で局所変形を起こし W 状の分布になっている。一方、上面が合成構造の T0 は荷重が均等に分散され、滑らかな分布となった。

3.3 ひずみの発生状況

10万走行後、147 kN 荷重中、輪荷重を 12.5cm ずつ移動させて影響線を調査した。なお、この影響線は荷重を 9.8kN に換算して表現する。この影響線の着目点は亀裂・破断の生じた箇所付近やひずみ振幅の大きな箇所とした。

まず、3.1 で述べた図 3 における固定版の水平方向ひずみについての影響線を調べる。溶接された固定板に生じる橋軸直角方向のひずみの影響線を図-7 に示す。これより輪荷重が往復する度に圧縮と引張を繰り返す交番ひずみが生じていることが確認でき、この交番作用が破断に至った大きな原因であったと考えられる。T0 における同様の位置のひずみでは、わずかな圧縮ひずみが生じているに過ぎず、合成構造とすることで K0 において発生していたひずみの交番作用は抑えられると言える。

次に、リブの横桁間中央部の上縁から 2cm と下縁から 2cm の水平方向ひずみの影響線を図-8 に示す。K0 床版では荷重の最大値付近で上下とも引張となっている。下縁では交番応力が出ている。T0 では荷重位置によるひずみのばらつきも少なく、滑らかな分布となっている。剛性を高くすることで、荷重が均等に分散されるなどの効果が現れたと言える。

4.まとめ

以上の結果より、試験終了後でも封入管を含む凍結抑制型合成鋼床版は健全で、SFRC によって疲労耐久性が大きく向上したと言える。

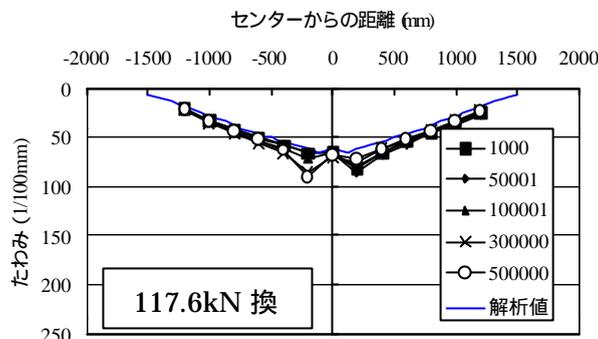


図-5 K0 橋軸方向たわみ分布(C 荷重)

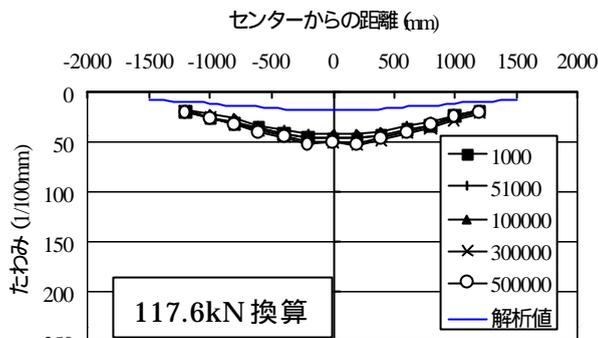


図-6 T0 橋軸方向たわみ分布(C 荷重)

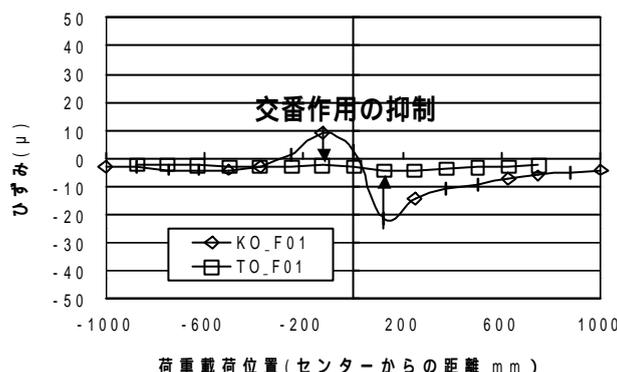


図-7 破断箇所の影響線

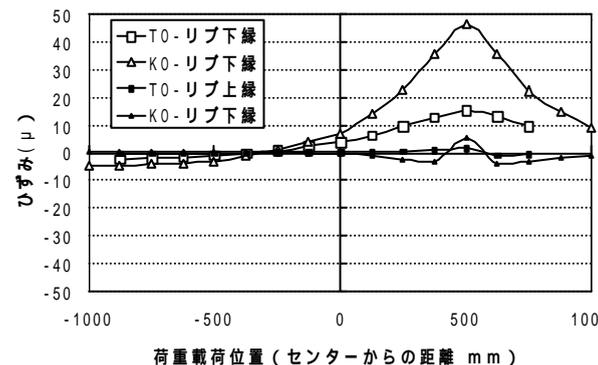


図-8 リブの影響線

謝辞：本研究は科学技術振興事業団 独創的研究成果育成事業の援助を受けたものであり、共同で研究を行った大阪工業大学、福井鐵工、福井県雪害対策研究所の関係各位に謝意を表す次第である。