

大阪大学工学研究科 学生員 ○真木久幸
大阪大学工学研究科 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・融雪システム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方法があるが、いずれも実用上問題があるため、新たな方法として蓄熱材を埋め込んだ合成鋼床版が提案された。凍結抑制型合成鋼床版と名付けられた本床版は、鋼床版のデッキプレート上に蓄熱材を封入した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。蓄熱材にはパラフィンを使用している。昼間の日射により蓄熱し、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有効活用し、全く管理なしに結露凍結や初期積雪を防止する効果がある。しかし、この合成構造の疲労耐久性については資料が無く、輪荷重走行試験機による疲労耐久性の検討をすることとなった。

2. 疲労試験

疲労耐久性、局部破壊を含めた疲労破壊に注目して、輪荷重走行試験機を用いて疲労試験を行った。供試体は鋼床版だけのもの(KO・図-1参照、デッキプレート厚 12mm)、凍結抑制型合成鋼床版(TO・図-2参照、デッキプレート厚 10mm)の計2体である。

載荷プログラムは15tで10万往復、18tで20万往復、21tで20万往復し、計50万往復にて終了とした。

3. 試験結果

KO・・・28万往復時にリブと横桁の交差点の溶接部が破断。その後、直上のデッキプレートにも疲労亀裂発生。(図-3参照)

TO・・・床版表面に細かなひび割れが生じた。蓄熱材封入管配置図と照らし合わせた図を示す(図-4)。パイプの直上にひび割れが進展していることが分かった。これはパイプの部分ではSFRCのかぶりが小さくパイプのせん断変形に伴って角パイプ上でひび割れたものと考えられる。

試験終了後、TO については4分割して、上面コンクリートを一部はつって内部を観察した。鋼繊維は平均して上面より2cm以下に沈降していた。このため上記のひび割れは鉛直方向に2cm以内にとどまっており、鋼繊維がひび割れの進展を抑制したと検証された。スタッド・締付金具ともに曲げ試験をしたが、溶接部は全く健全であった。また封入管の周りにはひび割れが無く、試験終了後においても健全であることが確認された。

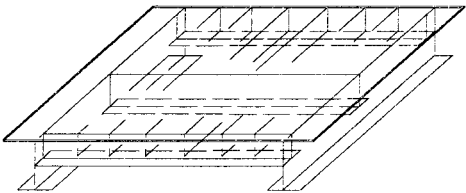


図-1. 鋼床版 (KO)

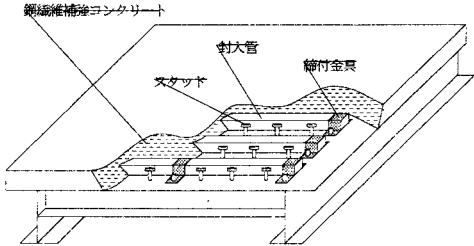


図-2. 凍結抑制型合成鋼床版 (TO)

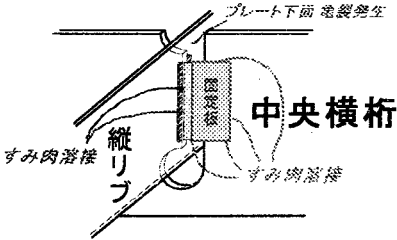


図-3. 破断位置 (KO)

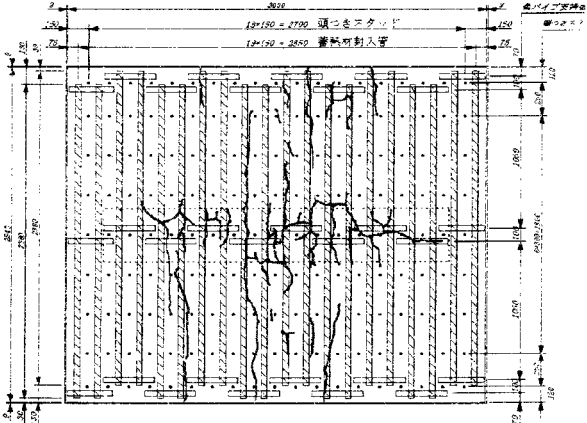


図-4 ひび割れ図

※ たわみ

床版の中央に載荷した場合の橋軸方向のたわみを図-5、図-6に示す。2床版ともたわみが比較的小さいのは、中央に横桁が入っているためと考えられる。KOのたわみは相対的にTOよりも大きい。KOは横桁近傍で局所変形を起こしW状の分布になっているが、上面が合成構造のTOは荷重が均等に分散され、滑らかな分布となっている。

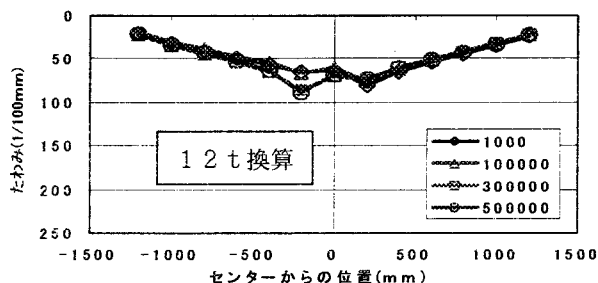


図-5. KO 橋軸方向たわみ分布(載荷点C)

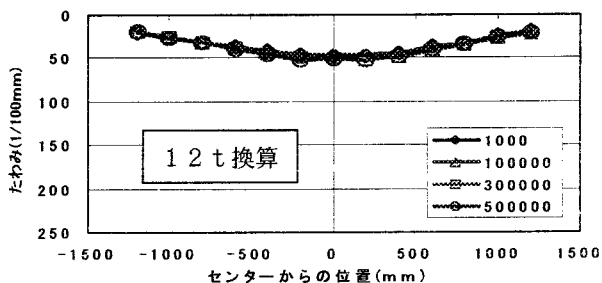


図-6. TO 橋軸方向たわみ分布(載荷点C)

※ ひずみ

10万走行後、117.7 kN 載荷したまま、輪荷重を1ブロックずつ移動させて影響線を測定した。亀裂・破断の生じた箇所付近やひずみ振幅の大きな箇所に注目した。なお、この影響線は荷重を1tで表現する。

まず、前述の破断箇所の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橋軸直角方向に貼ったゲージの影響線を図-7に示す。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分かった。破断が生じたのは固定板と縦リブの溶接部であったから、この交番作用が破断に至った大きな原因だと考えられる。TO床版の同じ箇所では、わずかな圧縮ひずみが生じているにすぎないことから、合成構造とすることで交番作用を抑えられるといえる。

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。KO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。TO床版では載荷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。

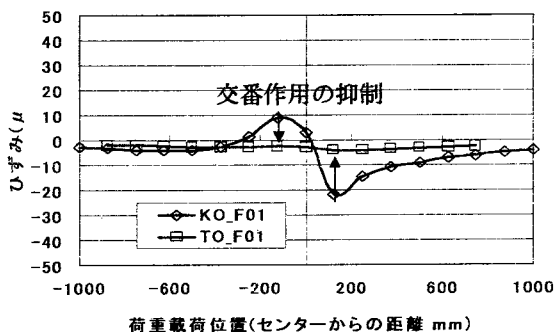


図-7 破断箇所の影響線

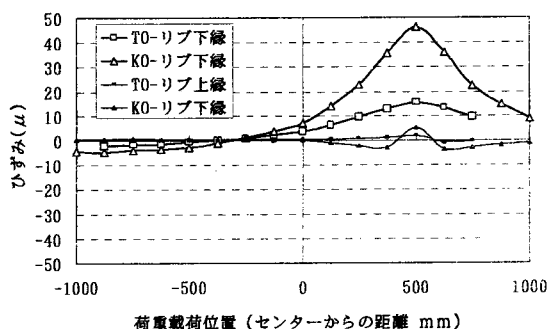


図-8 リブの影響線

5. まとめ

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いえる。

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る次第である。