

凍結抑制型合成鋼床版の疲労耐久性に関する研究

オリエンタル建設株式会社 正会員 ○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

1. はじめに

寒冷地で建設されている鋼床版を有する橋梁において、冬季に凍結抑制するという地域環境問題があったが、その上面に凍結防止剤の封入された特殊なパイプを設置し、それを包み込むように剛性の高いSFRCを舗装代わりに使用すれば解決するとの提案がなされた。この提案を国道上の橋梁に適用するには、疲労による安全性・耐久性を確保する必要がある。この疲労の確認のための疲労実験を輪荷重走行試験機によることが最も合理的であるとの観点から、本研究を実施した。

2. 実験概要

本試験では以下の3体を輪荷重走行試験にて疲労試験した。基本となる鋼床版(KO)、蓄熱材を有しないコンクリート合成鋼床版(GO)、そして実際に供用される場合と同様の構造詳細を有する凍結抑制型合成鋼床版(TO)である。以上の3体の供試体の概観を図2～図4に示す。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

鋼床版：床版中央より375mmずれた点に載荷したときの荷重直下のたわみ、すなわち縦リブ間のデッキプレート中央のたわみ走行回数曲線を解析値も合わせて図-5に示す。また、このときの縦リブ間の橋軸方向たわみ分布(50万往復時)を図-6に示す。10万往復まではほぼ理論値と同程度のたわみが出ているが、10万往復以降たわみが徐々に増加した。合計走行回数28万往復を経過した時点で図-7に示す縦リブと横桁の交差部に位置する溶接板が破断した。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。ただし、デッキプレートの亀裂は大きくは発生せず、たわみには影響はしていない。その後も、疲労試験を続行させ、50万往復にて試験終了した。

合成鋼床版：KOのたわみと比較すると約6割と大きく低減されている。これはSFRCと合成とすることによる顕著な効果である。初期の1000往復までにたわみが急増するが、その後の増加は非常に僅かで安定していると言える。0往復時のたわみ分布が鋼板・コンクリートが完全合成されていると仮定した解析値と一致しているため、1000往復時ではコンクリートとデッキプレートとの付着切れが原因でたわみが増加したと思われる。試験終了時でも鋼床版部・スタッドには疲労亀裂は認められなかった。

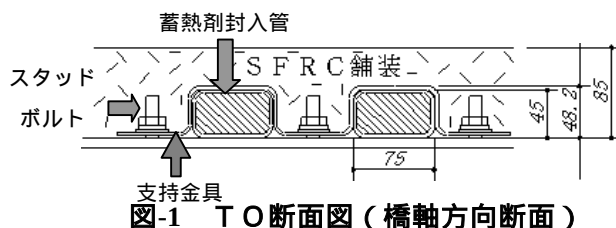


図-1 T O断面図（橋軸方向断面）

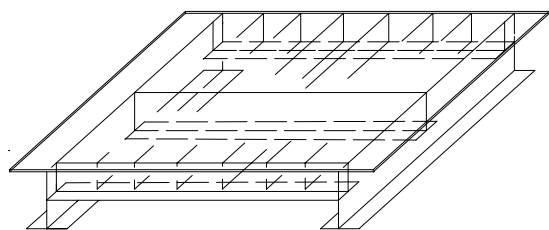


図-2 鋼床版（KO）

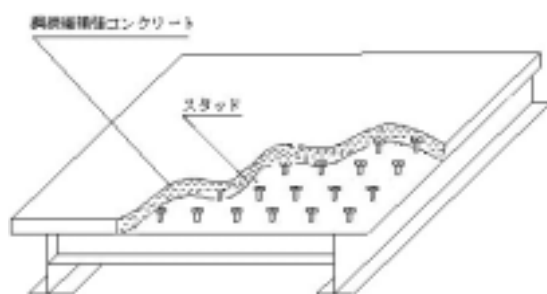


図-3 合成鋼床版（GO）

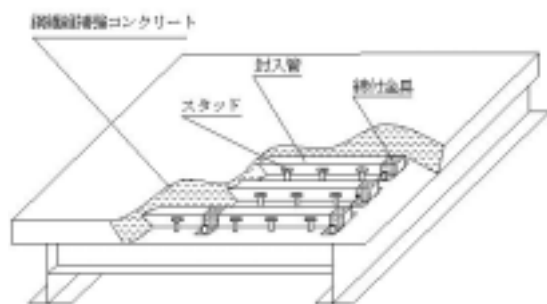


図-4 凍結抑制型合成鋼床版（TO）

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

凍結抑制型合成鋼床版：KO・GO と比較すると、
たわみ・ひずみともに大幅に軽減されており、また、
たわみ分布も滑らかとなり極端な局部変形はない。
わずか 85mm の SFRC ではあるが、鋼板との合成効果
は高いと推測される。凍結抑制型合成鋼床版(TO)
では試験開始後、床版表面にパイプの角部直上の線
に沿って細かな表面ひび割れが生じた。試験終了時
において供試体を切断し、種々の観察を行った結果、
スタッドの溶接部パイプ止めは健全であることが認め
られ、また、スタッド・蓄熱材封入管の周囲の
SFRC にはひび割れが全く発生しておらず、健全で
あった。

4. 有限要素解析

本研究ではこれら 3 体の床版を図-8 のように 3 次元で
モデル化した。このモデルは床版支間中央で対称の 1/2
モデルである。GO・TO については鋼とコンクリートの界面
において両者の相対ずれを考慮し、節点を共有せず、
非合成としてモデル化する。スタッドの配置されている
個所はでバネで両者を繋ぎ、これによりせん断力の伝達
を行う。このバネのバネ定数を変化させることによって
合成の程度も自由に变化させることができる。さらに、
本解析はこれらバネによって繋がれている 2 つの弾性体
の接触解析とする。

3 体の供試体で定量的な評価は不十分であるが、このモデル
で種々の試みをし、実験値と解析値とを比較検討すること
で定性的な成果は得られた。

5. まとめ

- ・ 3 体の疲労試験により GO・TO については十分な疲労耐久
性を有していることが判った。SFRC と鋼床版を合成させ
て合成鋼床版とすると、たわみ・応力変動が大きく低減され、
荷重分散性が向上することが分かった。
- ・ スタッドは 2 体とも全く異常はなく健全であった。試験
終了後の観察によると GO・TO ではスタッド周りに若干のひ
び割れが生じていた。また、TO は蓄熱材封入管のパイプに
沿ってコンクリート上面に微細なひび割れが生じる恐れがある。
- ・ KO では固定板に大きな交番応力が発生しており、これ
が固定板の破断の原因であった。一方、SFRC との合成効果
によって剛性が向上している GO・TO ではこの交番応力は
抑えられ、固定板の破断の恐れはない。この固定板を設ける
ことで横桁の荷重分配作用の向上・横桁のせん断に対する抵
抗力の向上等が期待できる。これにより横桁のリブ孔のコー
ナ一部における応力集中が緩和される。

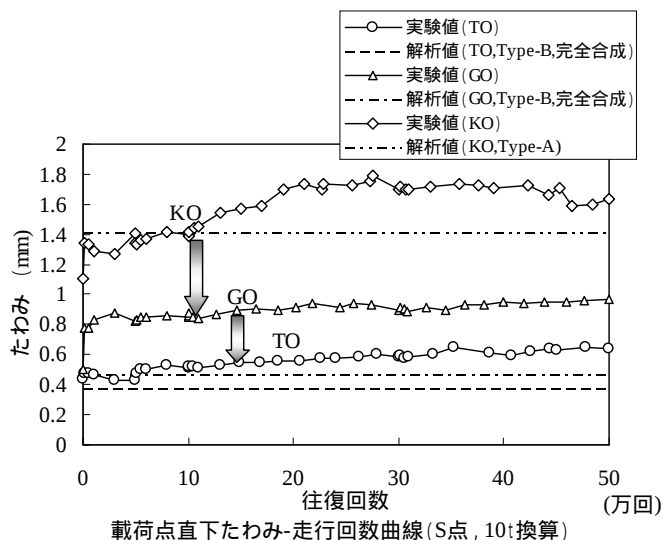
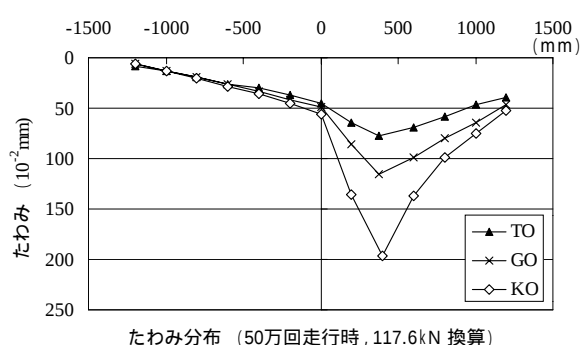


図-5 たわみ-走行回数曲線



たわみ分布 (50万回走行時, 117.6kN 換算)

図-6 橋軸方向たわみ分布 (試験終了時)

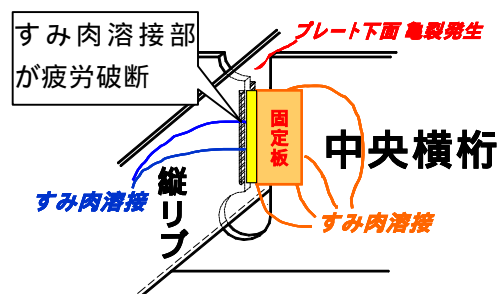


図-7 破断位置 (KO)

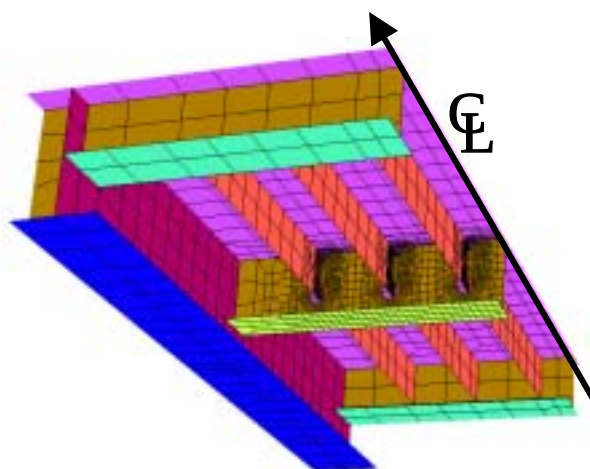


図-8 要素分割図 (KO)

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。