

大阪大学大学院
大阪大学大学院

学生員 ○真木久幸
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

近年、冬季の鋼床版において路面が凍結しやすいという問題に対して新たな凍結抑制システムを有する鋼床版が提案された。それ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配置し、上からSFRCを打設したものである。蓄熱材にはパラフィンを使用して凍結抑制をしている。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。この合成構造の疲労耐久性については大阪大学の輪荷重走行試験機にて図-1～図-3に示す3体の床版供試体を疲労試験した結果、この凍結抑制型合成鋼床版は一般国道にも十分適用できるほどの疲労耐久性を有することが確認されている。¹⁾

本研究は合理的かつ耐久性の高い凍結抑制型合成鋼床版の設計方法の提案を最終目的とするが、上記の疲労実験で得られた本床版の変形や応力発生状況に対してどのような解析モデルが適用できるかを検討した。図-4に示すモデルで三次元有限要素解析を通じて種々の試みを行った。本解析では凍結抑制剤入り角パイプは固定度が低いいためその剛性は無視している。

2. 凍結抑制型合成鋼床版のモデル化

一般的に、合成床版を解析で再現するとき、鋼とコンクリートの節点は共有せず、スタッドをバネでモデル化し、そのバネでデッキプレート・コンクリート間のずれに抵抗させる不完全合成構造と考える。すなわち、鋼・コンクリート間のスタッドのある位置にせん断バネを設置することで、せん断力は伝えるが両者間のずれを許す構造とする。スタッドのバネ定数としては既往のスタッドの押しぬき試験によって求められたバネ定数が参考になる。スタッド直径が13～22mm程度で100～300kN/mm程度である。このバネ定数は押し抜きせん断試験によって求まるものであるが、本合成床版ではスタッドは薄いデッキプレートの上に溶接されているので、スタッドに作用するせん断力によりデッキプレートには集中せん断力と局部まげが

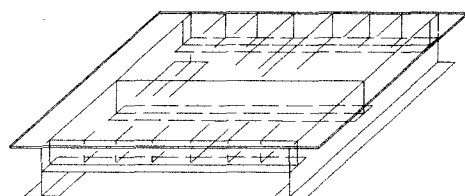


図-1 鋼床版 (KO)

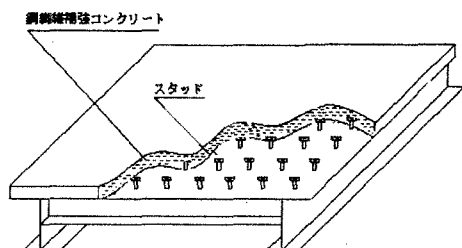


図-2 合成鋼床版 (GO)

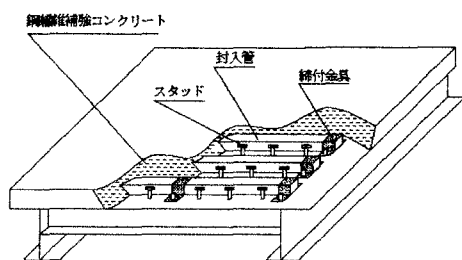


図-3 凍結抑制型合成鋼床版 (TO)

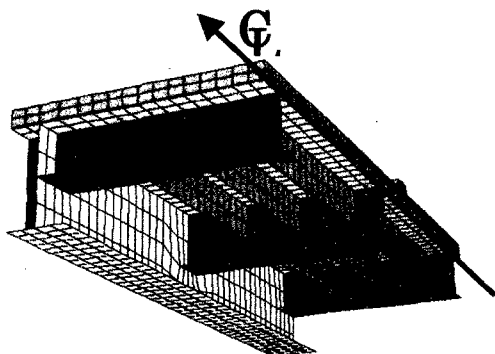


図-4 要素分割図 (TO)

生じ、スタッドは根元で部材回転角を生じる。これによって見かけのパネ定数は低下する。ただし、コンクリートからデッキプレートに直接伝わる鉛直力の伝達を具現するため、両者を接触する弾性体と定義して接触解析を行う。これにより、鋼とコンクリートの界面の節点は1対1に対応する必要が無く、両者の要素分割の自由度が増す(図-5 参照)。

2. 解析結果—スタッドのパネ定数の推定

ここでは、床版中央に9.8kNの輪荷重を載荷したときの横桁のたわみ量に着目し、疲労実験で得られた図-6のたわみ変化に対して、その増加原因がコンクリートのひび割れの影響を含めて、スタッドのパネ定数の変化として捉えた解析で追跡をすることにした。図-6にその結果を示す。グラフ中のパネ定数 $=\infty$ とはパネ定数にグラフ中最大値の1000 kN/mmの100倍である 1.0×10^5 kN/mmを用いた時の値である。この状態はコンクリートと鋼板の付着が切れてはいるが、ずれは点存在するスタッドで受け持たれている状態といえる。結果は疲労が進行するとパネ定数は徐々に減少していき、最終段階ではパネ定数50 kN/mm程度で実験値と一致する。

次に中央から375mmずらした点に載荷した場合の各部材の変位・応力についても検証したところ、この場合においてもパネ定数50 kN/mmとすることで解析値と実験値(50万往復時)が最も良く一致することが確認された。(図-7・図-8 参照)以上から、凍結抑制型合成鋼床版の設計式試案の作成に当たって、床版が疲労したときの状態を考慮してパネ定数を50 kN/mmとして計算することを提案する。

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。

参考文献

1) 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 第56回年次学術講演会 2001.10

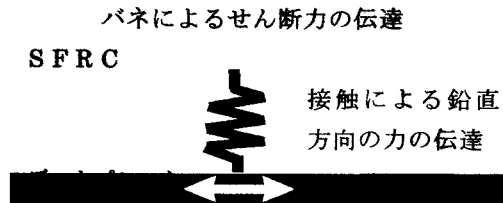


図-5 スタッドのモデル化

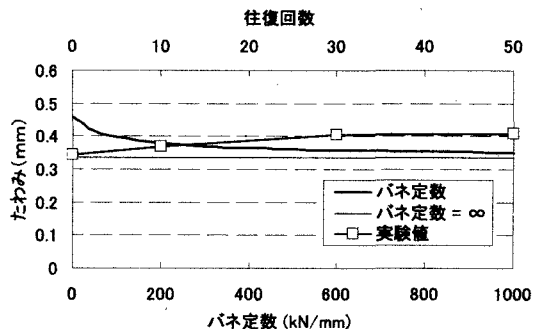


図-6 パネ定数と横桁中央たわみの関係 (TO)

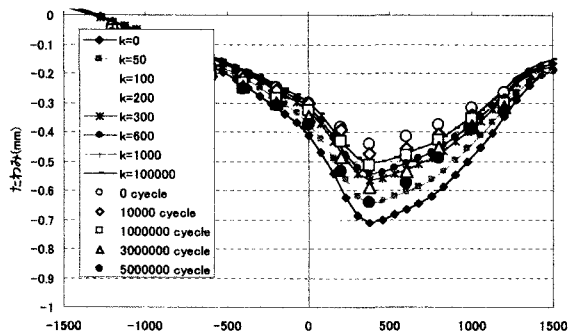


図-7 橋軸方向たわみ分布 (床版支間中央)

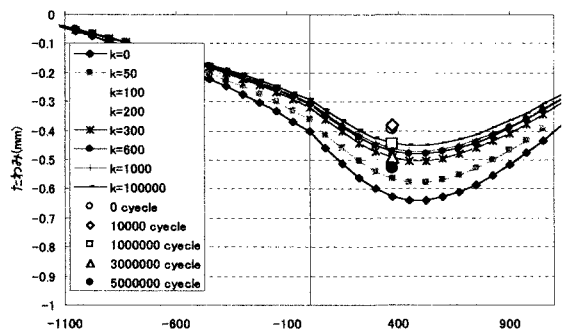


図-8 縦リブ下端たわみの分布