

鋼・コンクリート合成床版（SCデッキ）の疲労耐久性評価について

川田工業 正会員 街道 浩 川田工業 フェロー 渡辺 滉
 川田工業 正会員 橋 吉宏 川田工業 正会員 武田芳久
 大阪大学大学院 フェロー 松井繁之 大阪工業大学 正会員 堀川都志雄

1. はじめに 著者らは、鋼板とコンクリートとの結合に頭付きスタッドを用い、コンクリート打設時の鋼板のたわみ防止に横リブを用いる形式の鋼・コンクリート合成床版（SCデッキ）を開発し、その疲労耐久性を確認するために図-1に示す実物大の試験体を用いた階段状荷重漸増載荷による輪荷重走行疲労試験（以下、走行試験と略す）を建設省土木研究所において実施した¹⁾。本検討では、この走行試験結果の続報として、本合成床版の疲労耐久性を評価するための、走行試験・FEM解析・既存の設計指針²⁾を組み合わせた評価手法について述べるものである。なお、走行試験は、建設省土木研究所、(財)土木研究センター、民間企業19社17グループによる「道路橋床版の輪荷重走行試験機における疲労耐久性評価手法の開発に関する共同研究」の一環として実施した。

2. 疲労耐久性の評価手法 上記の走行試験において本合成床版は破壊に至らなかったが、過去に実施した走行試験結果³⁾から、本合成床版の破壊形態は「頭付きスタッドの破断 鋼板とコンクリート版の分離 コンクリート版の押し抜きせん断破壊」であることが明らかになっている。したがって、本合成床版の疲労耐久性を評価するためには、頭付きスタッドを破断させるせん断力を把握することが重要である。しかしながら、載荷試験において頭付きスタッドに作用するせん断力を正確に測定することは困難であることから、走行試験にFEM解析を組み合わせることでこれを評価する方法が有効である。

走行試験とFEM解析を組み合わせた疲労耐久性評価手法の流れ図を図-2に示す。ここで述べる手法は、床版のたわみおよび曲げモーメントの比較により走行試験に整合するFEM解析モデルを構成し、このモデルを用いて床版に作用する最大せん断力を算出する。次に、この最大せん断力からスタッドに作用する水平せん断応力を算出し、水平せん断応力をもとに疲労照査を行うものである。なお、最大せん断力の算出および疲労照査において、既存の設計指針との整合性の確認を行うものとする。

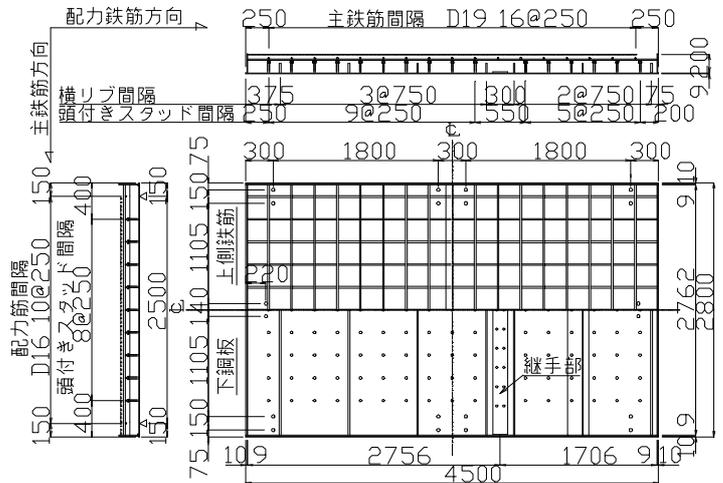


図-1 試験体詳細図

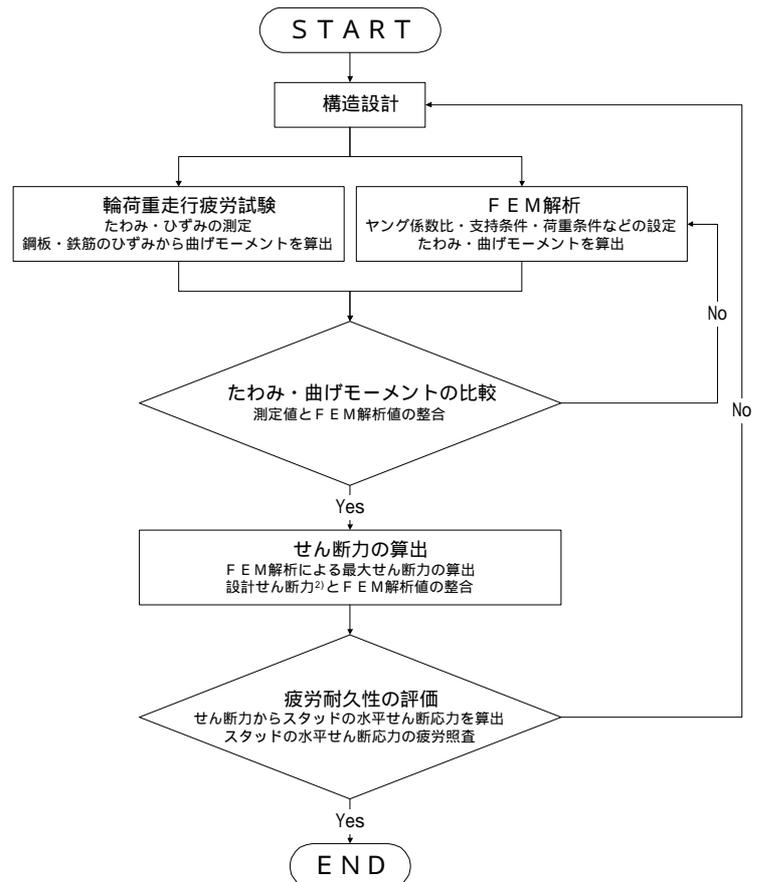


図-2 疲労耐久性評価手法の流れ図

キーワード：鋼・コンクリート合成床版，頭付きスタッド，輪荷重走行疲労試験，疲労耐久性評価

3. 測定値とFEM解析値の整合

測定値との比較を行うFEM解析モデルを図-3に示す。このモデルは、本合成床版の換算剛性を有する等方性の薄板要素で構成し、周囲の支持条件を主鉄筋方向は横ばりの剛性を考慮し、配力鉄筋方向は単純支持とした。荷重条件は、床版厚を考慮した荷重範囲に98kN(10tf)の荷重を載荷した。測定値とFEM解析値との比較のうち、たわみの分布を図-4に、配力鉄筋方向曲げモーメントの分布を図-5に示す。計測値は輪荷重の大きさが現実的である157kN(16tf)および196kN(20tf)を静的載荷した結果を98kN(10tf)に換算した値である。両図とも測定値と解析値はおおむね一致しており、換算剛性の算出においてヤング係数比を $n=10$ とした解析値が測定値により近い分布を示す。なお、曲げモーメントは、上側鉄筋と鋼板のひずみから床版の主鉄筋方向および配力鉄筋方向の曲率半径を求め、版の曲率半径と曲げモーメントの関係から算出した。以上の結果から、図-3に示す解析モデルにおいてヤング係数比を $n=10$ とすることで、測定値と整合するFEM解析が可能であると判断できる。

4. せん断力の算出と疲労耐久性の評価

上記のFEM解析モデルを用いて求めた、せん断力が最大となる偏心載荷の主鉄筋方向せん断力の分布を図-6に示す。この分布から単位長さ当たりのせん断力を算出すると72kN/m(7.3tf/m)となり、曲げモーメントが最大となる図-3の載荷位置のせん断力59kN/m(6.0tf/m)の約1.2倍の値となる。一方、既存の設計指針による設計せん断力は76kN/m(7.7tf/m)であり、FEM解析による最大せん断力とおおむね一致する。最大せん断力から頭付きスタッドに作用する水平せん断応力を算出し、疲労照査を行った結果を表-1に示す。今後、この結果をもとに、本合成床版の累積損傷度に関する検討を行う予定である。

5. おわりに

本検討で得られた結論は以下の通りである。
 1) 本合成床版に関する疲労耐久性の評価を実施した。
 2) 実橋への適用については、流れ図の項目の照査により疲労耐久性の評価が可能である。
 3) 換算剛性の算出におけるヤング係数比は $n=10$ が妥当である。

【参考文献】1) 街道，渡辺，橋，武田：鋼・コンクリート合成床版の輪荷重走行，土木学会第54回年次学術講演会，CS-166，1999-9。 2) 土木学会：鋼構造物設計指針 PART B 合成構造物 平成9年版，丸善，1997-9。 3) 松井，佐々木，福本，渡辺：走行荷重下における合成床版の疲労特性，土木学会第42回年次学術講演会概要集，I-164，1987-9。

表-1 頭付きスタッドの疲労照査

最大せん断力	S	76.0	kN/m
荷重作用の分担率	k	0.5	
鋼板の断面一次モーメント	Q	542,300	mm ³
床版の断面二次モーメント	I	114,500,000	mm ⁴
スタッドに作用するせん断応力度		47.4	N/mm ²
スタッドの疲労強度	f	67.0	"

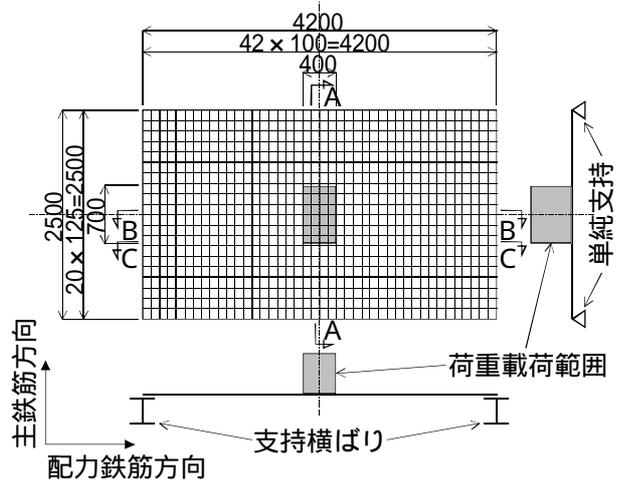


図-3 FEM解析モデル

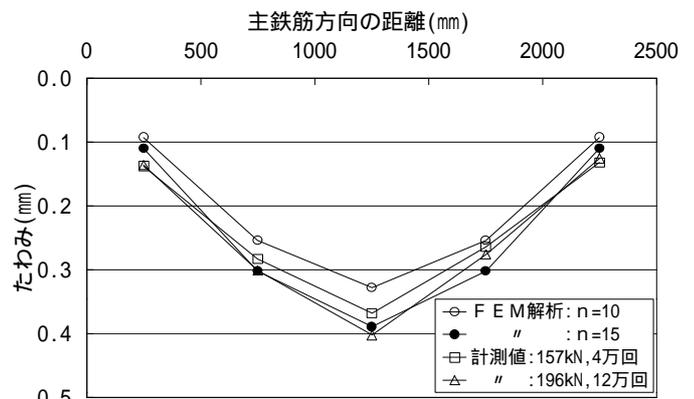


図-4 たわみの分布(A-A断面)

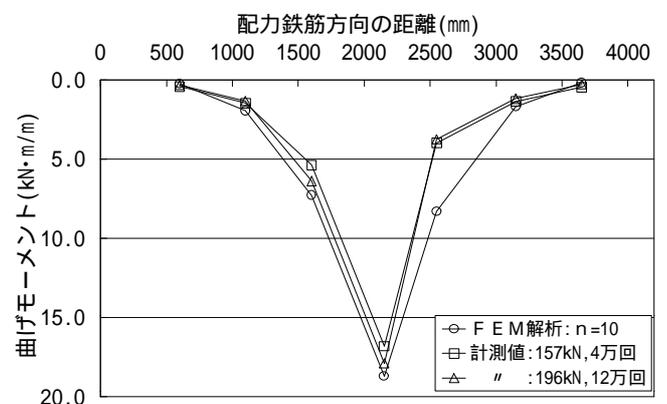


図-5 配力鉄筋方向曲げモーメントの分布(B-B断面)

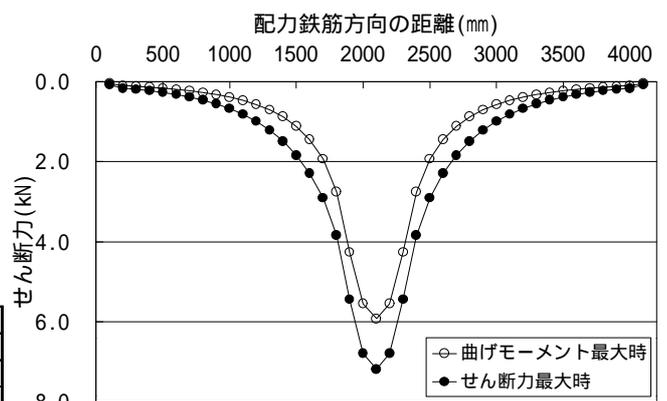


図-6 主鉄筋方向せん断力の分布(C-C断面)