

鋼・コンクリート合成床版の輪荷重走行試験と3次元FEM解析

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 田坂裕一
 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 著者らはロビンソン型の鋼・コンクリート合成床版（以下、合成床版と略す）を対象として写真－1に示す輪荷重走行試験（以下、走行試験と略す）を実施し、試験体のたわみ分布、コンクリートのひびわれ性状、鉄筋および下鋼板のひずみなどの測定を行った¹⁾。

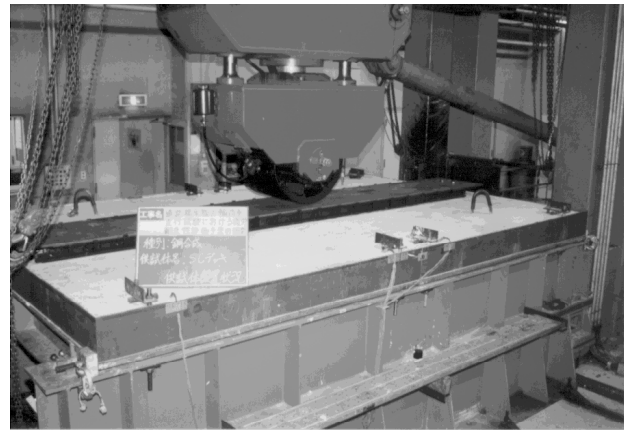
本報告は、試験体のコンクリート・鋼板・スタッド・鉄筋などに関して、細部まで忠実に表現した3次元モデルを用いたFEM解析を実施し、この結果と載荷試験における測定結果との比較を通して、輪荷重走行試験における合成床版の挙動について検討を加えるものである。

2. 走行試験の概要 試験体の形状寸法は図－1に示す通りであり、幅2.8m・長さ4.5m・床版支間2.5m、コンクリート版厚200mm・鋼板厚9mm、横リブ100mm×16mm・頭付きスタッドφ16mm×120mmである。なお、輪荷重の走行範囲に継手が位置するように、試験体の橋軸直角方向の中心線から橋軸方向に525mm離れた位置に下鋼板の継手部を設けている。また、走行試験における載荷荷重は、157kNから4万回ごとに19.6kNずつ増加させ、392kNまで合計52万回の載荷を行った。

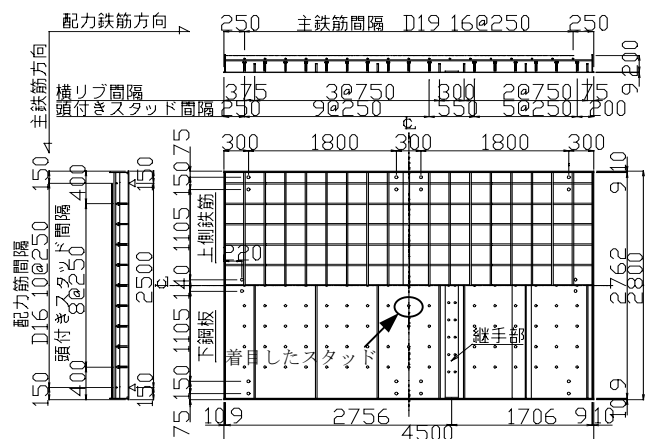
3. 3次元FEM解析の概要 図－2に3次元FEM解析の全体モデルを示す。解析モデルの拘束条件は、橋軸方向については支持架台の中心位置を鉛直方向に支持し、橋軸直角方向については端部の横ばりの剛性を考慮し弾性支持としている。一方、荷重条件は、試験体の中央において、橋軸方向200mm・橋軸直角方向500mmの範囲に分布荷重として98kNを載荷した。なお、解析モデルとして、床版のコンクリートを全断面有効としたモデル（以下、全断面有効モデルと略す）と、コンクリートの引張領域の断面を無視したモデル（以下、引張領域無視モデルと略す）を作成した。

解析モデルの要素構成は、床版のコンクリートはソリッド要素、下鋼板および横リブはシェル要素、スタッドおよび鉄筋ははり要素としている。また、下鋼板および横リブとコンクリートとの界面については、両者の付着力を無視し、接触・非接触を考慮した。

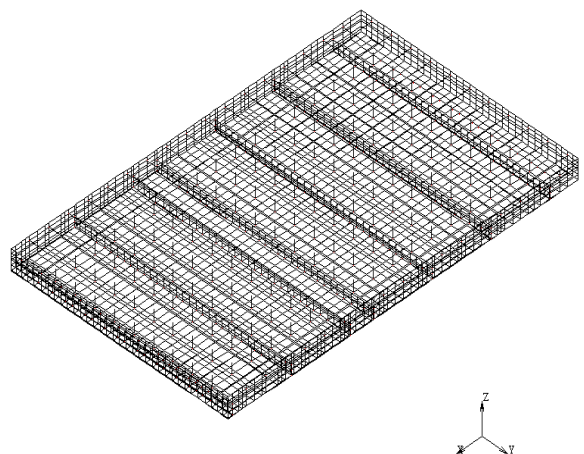
4. 測定値と解析値の比較 図－3に試験体中央の弾性



写真－1 試験装置および試験体



図－1 試験体詳細図



図－2 3次元FEM解析の全体モデル

キーワード：鋼・コンクリート合成床版、輪荷重走行試験、疲労耐久性、3次元FEM解析

〒550-0014 大阪市西区北堀江 1-22-19 TEL 06-6532-4897 FAX 06-6532-4890

たわみと走行回数の関係を示す．図中には，弾性たわみの測定値（98kNに換算），全断面有効モデルおよび引張領域無視モデルの解析値を併記している．たわみの測定値は，載荷初期において全断面有効モデルの解析値に等しく，載荷荷重が392kNである走行回数48～52万回において引張領域無視モデルの解析値の48％である．

図－4 に試験体中央の下鋼板の橋軸直角方向の弾性ひずみ（98kNに換算）と走行回数の関係を示す．ひずみの測定値は，載荷初期から減少しはじめ，走行回数が1万回程度で最小となり，その後増加し始める傾向を示す．測定値の初期値は全断面有効モデルの解析値に，最小値は引張領域無視モデルの解析値に近い値を示し，ひずみの測定値が減少する現象を評価できていることがわかる．

図－5 に試験体中央の配力鉄筋の弾性ひずみ（98kNに換算）と走行回数の関係を示す．ひずみの測定値は，載荷初期から引張領域無視モデルの解析値に近い値を示している．この原因は，試験準備中に過失により試験体に392kNの静的荷重を一度載荷した履歴があり，全断面有効モデルの解析ではこの荷重によるコンクリートの最大引張応力度は6.75N/mm²となる．一方，コンクリートの材料試験における引張強度は3.68N/mm²であることから，部分的にひびわれが発生していたものと考えられる．

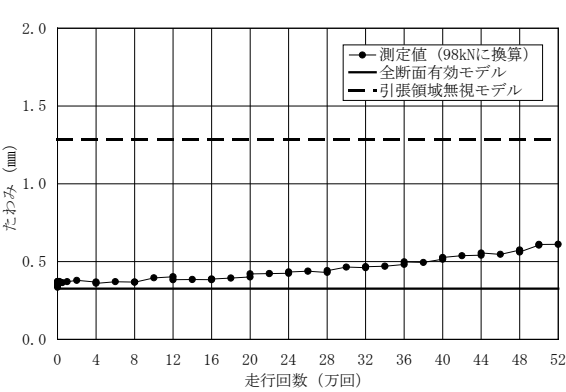
次に，引張領域無視モデルに関して輪荷重走行範囲の各位置に98kNの荷重を載荷して解析を行った結果のうち，表－1 にスタッドの基部に作用するせん断力を示す．なお，着目したスタッドは図－1 に示す通りであり，この位置において合成せん断力が最大となっている．

スタッドに作用する合成せん断力の最大値は，荷重の中心を試験体の中央から0.4mの位置とした場合に発生しており，その値は1.6kN程度である．また，図－6 に示す合成せん断力の作用方向は，輪荷重の位置により2～173°まで約170°変化している．

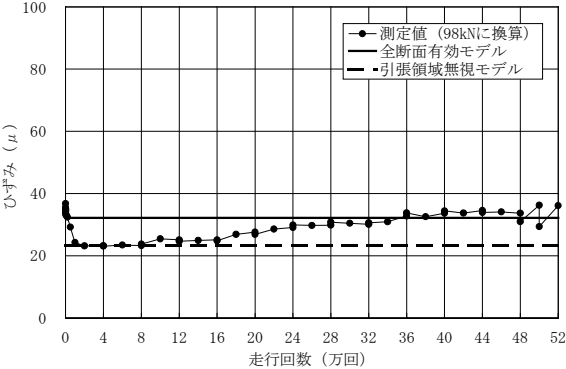
さらに，橋軸方向のせん断力の最大振幅を求め，走行試験における最大荷重が392kNであるため解析値を4倍すると，スタッドに作用する橋軸方向のせん断応力度は49N/mm²となり，文献2)に示される合成床版に適用したスタッドの設計に用いる疲労強度にほぼ等しい．

5. まとめ 本報告では，合成床版の輪荷重走行試験における挙動について，3次元FEM解析との比較により検討を行った．今後は，本報告で得られた結果をもとに，疲労耐久性の評価に関して検討を行う予定である．

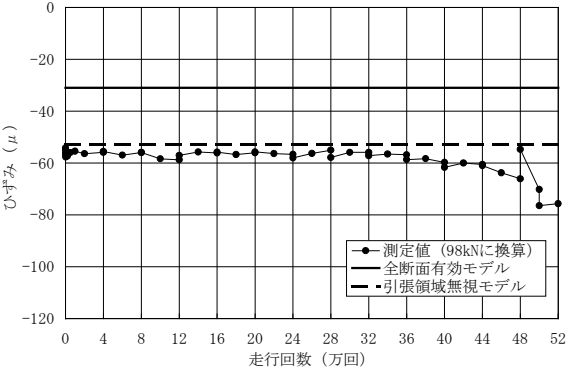
<参考文献>1)街道，渡辺，橋，武田：鋼・コンクリート合成床版の輪荷重走行，土木学会第54回年次学術講演会，CS-166，pp. 332-333，1999． 2)土木学会：鋼構造物設計指針 PART B 合成構造物 平成9年版，丸善，1997．



図－3 試験体中央のたわみ



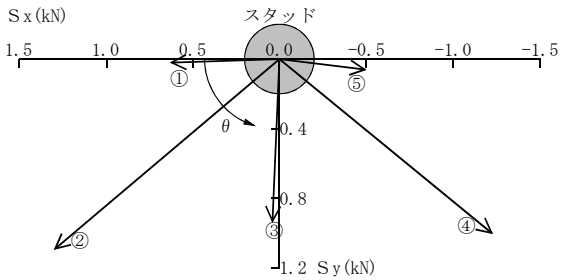
図－4 試験体中央の下鋼板ひずみ：橋軸直角方向



図－5 試験体中央の配力鉄筋ひずみ：橋軸方向

表－1 スタッドの基部に作用するせん断力

荷重中心の試験体中央からの距離	m	①	②	③	④	⑤
		-1.5	-0.4	0.0	0.4	1.5
橋 軸 方 向 の せん 断 力 S_x	kN	0.618	1.265	0.039	-1.197	-0.491
橋 軸 直 角 方 向 の せん 断 力 S_y	"	0.020	1.069	0.932	0.981	0.059
合 成 せん 断 力	"	0.618	1.657	0.933	1.547	0.494
合成せん断力の作用方向 θ	deg	1.8	40.2	87.6	140.7	173.2
合 成 せん 断 応 力 度	N/mm ²	3.1	8.2	4.6	7.7	2.5



図－6 スタッドの合成せん断力の作用方向