# (58) 角形鋼管を用いた軽量 プレキャスト合成床版の開発

滝本 和志 1・田中 博一 2・朱 暁旭 3・大久保 宣人 4・山本 将士 5・東山 浩士 6

<sup>1</sup>正会員 清水建設株式会社 技術研究所(〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17) E-mail: k.takimoto@shimz.co.jp

<sup>2</sup>正会員 清水建設株式会社 技術研究所(〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17) E-mail: hirokazu.tanaka@shimz.co.jp

<sup>3</sup>正会員 清水建設株式会社 技術研究所(〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17) E-mail: xiaoxu.zhu@shimz.co.jp

<sup>4</sup>正会員 日本ファブテック株式会社 技術本部 技術研究所(〒302-0038 茨城県取手市下高井 1020) E-mail:nobuhito\_okubo@j-fab.co.jp

<sup>5</sup>正会員 日本ファブテック株式会社 橋梁設計部(〒550-0001 大阪府大阪市西区土佐堀 1-3-7) E-mail:masashi yamamoto@j-fab.co.jp

<sup>6</sup>正会員 近畿大学教授 理工学部 社会環境工学科(〒577-8502 大阪府東大阪市小若江 3-4-1) E-mail: h-hirosi@civileng.kindai.ac.jp

筆者らは、床版取替え工事における急速施工を目的に、軽量コンクリートと角形鋼管を用いたプレキャスト鋼コンクリート合成床版の開発を行っている.

本論文では、継手部を有する合成床版試験体の輪荷重走行試験を実施して、疲労耐久性に関する検討を行った. その結果、床版厚さの影響は変位の増加傾向と底鋼板のはく離状況に現れたが、所要の走行回数まで破壊することはなく、かつ、継手部を含む試験体内部に有害なひび割れが発生しなかったことから、高い疲労耐久性を有していることが明らかとなった.

また、連続合成桁化に関する検討として、プレキャスト合成床版に負曲げが発生する中間支点部近傍の部分モデルを用いて、RC 床版との比較を行った。その結果、終局耐力やひび割れ性状に関して、RC 床版と同等の性能を有していることを確認した。

**Key Words:** precast steel-concrete composite slab, lightweight concrete, square steel pipe, wheel load running test, negative bending test

#### 1. はじめに

近年、社会インフラの老朽化が顕在化してきているが、高速道路においても、経過年数の増加とともに床版の劣化が進展していることが報告 1),2) されている。東・中・西日本高速道路 3 会社の統計データ 3)によると、2013年度末に供用から 30 年以上経過した橋梁延長は全体の約4割に達し、大規模更新計画で床版取替が予定されている橋梁延長は約224kmとなっている。大規模更新工事の床版取替えにおいては、プレキャスト PC 床版を用いることが多くなっている。

一方,鋼コンクリート合成床版(以下,合成床版)は、 剛性が大きく高い耐荷力を有しており、底鋼板により型 枠・支保工を省略できることから、長支間床版としての 採用事例が増えてきている。また、プレキャスト合成床 版の開発 %により、床版取替工事にも適用され始めてい る。高速道路の床版取替工事は、施工時間や施工空間と いった制約条件の他に、下部構造の耐震性能確保や新旧 床版の段差解消の観点から、取替床版の厚さや重量にも 制約を受ける場合がある。

そこで、既設道路橋の床版取替工事に適用することを 目指して、軽量コンクリートと角形鋼管を用いることで、 軽量で薄肉化が可能なプレキャスト合成床版を開発する こととした.これまでに、床版の耐荷力やずれ止め性能、 継手性能を確認するための各種実験 5 を実施して、使用 材料や構造詳細を決定した. 本論文では、プレキャスト合成床版の疲労耐久性を検討するために実施した輪荷重走行試験と、連続合成桁化に関する検討として、プレキャスト合成床版に負曲げが発生する中間支点部近傍の部分モデルを用いて、RC床版との比較を行った検討結果を報告する.

#### 2. プレキャスト合成床版の概要

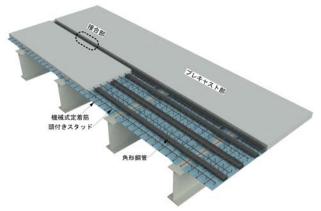
本論文で提案するプレキャスト合成床版のイメージ図を図-1(a)に示す. 橋軸直角方向に角形鋼管を配置し,底鋼板に断続溶接することで,床版断面に10%程度の中空部を設けることができる. 角形鋼管には,軽量化だけでなく,底鋼板の補剛とずれ止めとしての機能も期待している. 橋軸直角方向のずれ止め機能と底鋼板とコンクリートを上下に分離しようとする力に対しては,頭付きスタッドを配置する. プレキャスト部には,設計基準強度50N/mm²の軽量コンクリート1種を用いる.

接合部の詳細を図-1(b)に示す. 底鋼板は添接板を介してボルト接合する. 配力鉄筋は重ね継手とし, 両端を加熱成形によって拡径部を設けた機械式定着筋 (T ヘッド工法鉄筋) とすることで, 継手長さの短縮を図るものである. 脆性破壊を防止するために, 接合部の主鉄筋は配力鉄筋の上下に配置する. 接合部には, 物質透過抵抗性や付着強度が高く, 急速施工が期待できるラテックス改質速硬コンクリート (LMFC) のを用いる. 角形鋼管と軽量コンクリートを使用することにより, 同じ厚さのRC 床版と比較して約 10%, 従来の合成床版に対しては約 20%の軽量化となる.

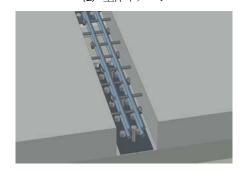
#### 3. 輪荷重走行試験

#### (1) 試験概要

試験体は 2 体で、試験パラメータは床版厚さ(180mm, 200mm)とした. 試験体名をそれぞれ WR-180, WR-200とする. 試験体形状・寸法を図-2 に示す. 試験体寸法は、4,500mm×2,800mmとし、中央から 287.5mmの位置に接合部を設けた. 底鋼板(SM400A)および添接板の厚さは 8mm、添接板の幅は 165mmとした. 底鋼板上に角形鋼管(STKR400150×75×3.2mm)を橋軸直角方向に575mmピッチで7本配置した. 角形鋼管の溶接による底鋼板の変形を押さえるために、250mmごとに150mm溶接して、100mm無溶接とする断続溶接とした. 橋軸直角方向のずれ止めとして、頭付きスタッド(φ16×100)を、橋軸直角方向に250mmピッチで、橋軸方向には、角形鋼管の間に3本(162.5mmピッチで、橋軸方向には、角形鋼管の間に3本(162.5mmピッチで、橋軸方向にた. 圧縮側の主鉄筋(SD345 D22)は125mmピッチで、配力鉄筋(SD345 D16)は250mmピッチで配置した.



(a) 全体イメージ



(b) 接合部詳細 図-1 プレキャスト合成床版の概要

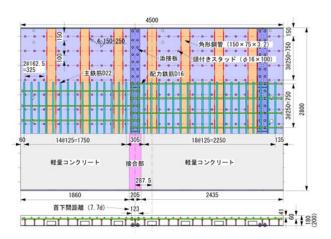


図-2 輪荷重試験体形状・寸法

配力鉄筋の継手は  $T \sim y$ ド工法鉄筋による重ね継手とした. ただし、相手側の鉄筋の中間に入るよう千鳥配置とした. 首下間の距離 123mm より、重ね継手長は 7.7d となる. 脆性破壊を防止するために、コアコンクリート側の首下部に主鉄筋 2本を追加した.

プレキャスト部のコンクリートは、軽量粗骨材を用いた軽量コンクリート 1種で、設計基準強度は 50N/mm² とした. 接合部のコンクリートは、ラテックス改質速硬コンクリート (LMFC) とした. プレキャスト部の長さは 2,435mm と 1,860mm、接合部は 205mm とした. プレキャスト部の脱型後、接合部界面を高水圧処理し、吸水調整剤を塗布した 2 日後に、LMFC を打設した.

試験体は、床版支間 3.0m の連続版として設計したが、 輪荷重走行試験は単純支持で行うため、支間中央の曲げ モーメントが同様となるように、橋軸直角方向は支間 2.5m で回転可能な単純支持とした。橋軸方向は弾性支 持とし、H形鋼の横梁と試験体を固定する浮き上がり防 止を設置した。

載荷方法は、157kN から 1 ステップ 4 万回ごとに約 20kN ずつ増加させて 392kN まで 13 ステップ合計 52 万回載荷する階段状荷重漸増載荷 <sup>7</sup>とした. 試験状況を写真-1 に示す. 走行範囲は 3.0m で、幅 500mm の鉄輪が最高速度 15pm(4 万輪/日)で走行した.

計測項目は、載荷荷重、繰返し回数、鉛直変位、継手部の開きおよび底鋼板、角形鋼管、鉄筋、コンクリート上面の各ひずみと、底鋼板のはく離状況およびコンクリート上面のひび割れ状況とし、各荷重ステップの最初と最後の2回、静的な載荷を行い計測した。静的載荷における載荷位置は、試験体中央とその左右500mmの位置の3点とした。はく離状況とひび割れ状況は、各ステップ終了後に実施した。また、一部の鉛直変位とひずみについては、動的計測も行った。試験終了後に試験体を十字に切断して、試験体内部のひび割れの進展状況を確認した。

#### (2) 試験結果と考察

コンクリートの材料特性を表-1 に、鉄筋・鋼材の材料特性を表-2 に示す. コンクリートの材料特性は、試験開始から終了までに実施した3回の圧縮試験結果の平均値である. 鋼板の材料特性はミルシートの値である.

輪荷重走行試験では、2 体ともに 52 万回の試験終了まで破壊することはなかった。 図-3 に走行回数と試験体中央の載荷時および除荷時鉛直変位 (残留変位)の関係を示す。 WR-200 の変位は、試験終了まで荷重増加にともなう線形的な変化を示した。 WR-180 の変位も、36 万回付近までは WR-200 の 1.4 倍程度と線形的に推移していたが、40 万回付近で少し傾きが変化し、最終的には 1.7 倍を越えたものの、急激な変位増加は見られなかった。52 万回載荷終了後の載荷時変位は、WR-180 が 2.81mm、WR-200 が 1.62mm、残留変位は、WR-180 が 0.42mm、WR-200 が 0.16mmであった。

試験終了後に試験体を十文字に切断して観察した試験 体内部のひび割れ状況を**図4** に示す. 角形鋼管端部を 起点として, 圧縮鉄筋に伸びるひび割れが見られたが, 押抜きせん断破壊に結びつくひび割れは発生していなか った.

底鋼板のはく離状況は、各ステップ終了後に打音検査で確認した. 図-5 に試験終了時のはく離状況を示す. 図中の記号(S1等)は、はく離が確認されたステップを示す. S0は、載荷前からはく離していた部分である.

WR-180 では、ステップ 10 (333kN) 以降ではく離した 箇所が増加しているが、大部分は試験終了まで付着を保 ったままであった. WR-200 のはく離した箇所は非常に 少なく、最後まで良好な付着状態を保っていた.

本試験では、13 ステップ 52 万回の走行試験において、2体ともに破壊に至らなかったが、街道ら 8は、輪荷重走行試験で押抜きせん断破壊した合成床版試験体の試験結果より、合成床版のせん断強度の評価式を誘導している。街道らによると、合成床版の押抜きせん断強度は、底鋼板のせん断抵抗を無視し、コンクリートの圧縮領域のせん断抵抗のみを考慮した式(1)で評価できるとしている。



写真-1 試験状況

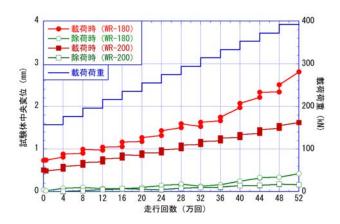


図-3 走行回数と中央変位

表-1 コンクリートの材料特性

種 類	圧縮強度 (N/mm²)	ヤング係数 (kN/mm²)	
軽量コンクリート	61.7	25.9	
LMFC	76.3	35.4	

表-2 鉄筋・鋼材の材料特性

種 類	降伏点	引張強度	ヤング係数	伸び
14 類	$(N/mm^2)$	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/mm <sup>2</sup> )	(%)
主鉄筋 D22	383.5	566.3	182.9	23
配力鉄筋 D16	384.7	567.0	185.7	25
角形鋼管 13.2	370.2	471.5	187.0	31
底鋼板 t8*	330	462		30
側鋼板 t6*	288	435		31

\*:ミルシート

$$P_{sx} = 2 \cdot \tau_{smax} \cdot x_m \cdot B \tag{1}$$

$$B = b \cdot d_d \tag{2}$$

ここに,

 $P_{sx}$ : 貫通ひび割れ発生後の押抜きせん断強度(N)  $au_{smax}$ : コンクリートの最大せん断応力度(N/mm²)

 $x_m$ : 主鉄筋に直角な断面のコンクリートの引張領域を 無視した場合の中立軸位置 (mm)

B:疲労に対する床版の有効幅 (mm)

b:配力鉄筋方向の載荷板の辺長 (mm)

 $d_d$ : 合成床版のBを求める場合、コンクリート版厚 (mm)

図-6 は、文献 8) の押抜きせん断強度の評価式と RC 床版の疲労寿命曲線の比較に、破壊には至っていないものの今回の試験結果を追加した図である。 ●が押抜きせん断により破壊した合成床版試験体で、実線が RC 床版の疲労寿命曲線である.

本試験体は軽量コンクリートを用いているため、東山らの方法 %により、 $\tau_{smax}$ は式 (3) で、 $P_{sx}$ は式 (4) で求めた.

$$\tau_{smax} = 0.528 \cdot f_c^{\prime 0.602} \tag{3}$$

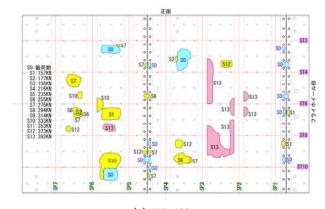
$$P_{sx} = 2 \cdot a_{cv} \cdot \tau_{smax} \cdot x_m \cdot B \tag{4}$$

ここに、

 $f_c'$ :軽量コンクリートの圧縮強度(N/mm²)  $a_{cv}$ :軽量コンクリートの低減係数(0.785)

中立軸は、底鋼板のヤング係数を 200kN/mm²とし、軽量コンクリートと鉄筋の材料試験結果より求めた. 2 体の試験体の押抜きせん断強度 $P_{sx}$ は、WR-180 が 491kN、WR-200 が 568kN で、最終の載荷荷重(P=392kN)を押

抜きせん断強度で除した無次元量 $P/P_{sx}$ は、それぞれ 0.80、0.69 となる。392kN に換算した等価繰返し回数は 80,306 回である。破壊には至っていない段階で、疲労寿命曲線の上に位置しており、破壊まで載荷した場合には、図中のプロットがさらに右に移動することから、本試験 に用いた試験体は十分な疲労耐久性を有していることが わかる。



(a) WR-180

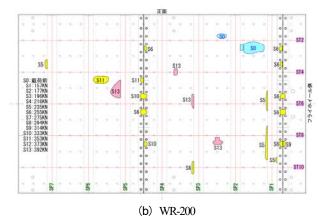


図-5 底鋼板のはく離状況

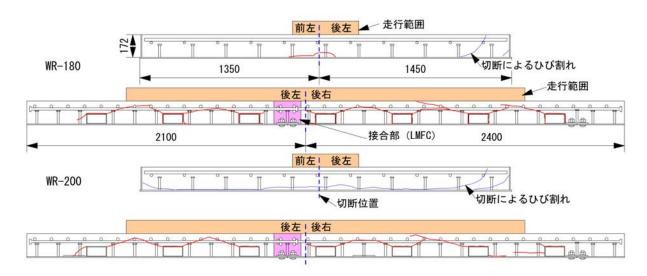


図4 内部ひび割れ状況

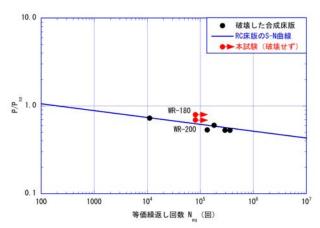


図-6 押抜きせん断強度の評価式と RC床版の疲労寿命曲線の比較

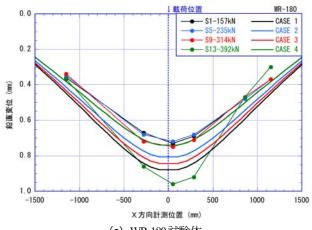
#### (3) FEM 解析値と実験値との比較

輪荷重走行試験とFEM解析による試験体中央変位の 比較を行った.輪荷重走行試験の各荷重段階における試 験体中央位置での静的載荷時の実測値を157kNに換算し たものとFEM解析により算出した値との比較である.

解析モデルは、床版をシェル要素で構成し、支持桁 (主桁および横桁)で単純支持された直交異方性版として、板曲げ解析を行った。解析の実施にあたっては、断面厚さを 200mm と 180mm、ヤング係数比を実験値相当の n=7 と設計相当である n=10、コンクリートを全断面有効とした場合、引張側を無視した場合の 8 ケースについて行った。CASE1 から CASE4 が WR-180、CASE5 から CASE8 が WR-200 について解析した結果である。載荷荷重は、載荷板(200mm×500mm)から等分布荷重が床版厚さの 1/2 の面まで 45 度の角度で分散するものとしてモデル化した。

主鉄筋方向および配力鉄筋方向の床版剛性を表-3に示す.主鉄筋方向のみ角形鋼管を考慮した. 図-7に配力鉄筋方向の分布の比較を示す.これらの図での実験値は、各荷重段階における活荷重変位量(載荷時変位一残留変位)を157kNに換算した値である.

図-7 (a) を見ると、WR-180 はステップ 9 の変位分布 が解析 CASE 4 (n=7,全断面有効)の結果とよく一致し



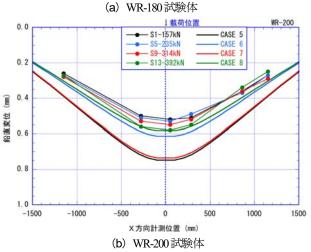


図-7 FEM解析値と実験値との比較

ているが、ステップ 13 は解析 CASE 1 (n=10、引張無視) よりも大きな変位が発生している. 図-7 (b) を見ると、WR-200 はステップ 13 の変位分布が解析 CASE 8 (n=7, 全断面有効) の結果とよく一致しており、52 万回走行終了時点においても、全断面有効に近い状態にあったものと考えられる.

#### 4. 合成桁の負曲げ試験

#### (1) 試験概要

連続合成桁化に関する検討として、合成床版に負曲げ

床版厚さ		ヤング係数比n	断面	床版剛性(mm <sup>4</sup> )		せん断弾性係数	
CASE (mm)	Ix配力鉄筋方向			I <sub>y</sub> 主鉄筋方向	$G_{xy}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
1	180		10	引張無視	$8.023 \times 10^{8}$	$8.927 \times 10^{8}$	14,209
2		100	全断面有効	$8.916 \times 10^{8}$	$9.258 \times 10^{8}$	15,579	
3		180	7	引張無視	$6.584 \times 10^{8}$	$7.115 \times 10^{8}$	14,918
4		/	全断面有効	$7.802 \times 10^{8}$	$7.673 \times 10^{8}$	17,247	
5	200		10	引張無視	$1.051 \times 10^9$	$1.181 \times 10^9$	12,690
6		10	全断面有効	$1.190 \times 10^9$	$1.229 \times 10^9$	15,112	
7		200	引張無視	$8.503 \times 10^{8}$	$8.968 \times 10^{8}$	13,053	
8		/	全断面有効	$1.034 \times 10^9$	$9.724 \times 10^{8}$	16,291	

表-3 FEM解析に用いた床版剛性

が発生する中間支点部近傍の部分モデルを用いて,静的 負曲げ試験を実施した.

試験体は RC 床版と合成床版の 2 体とした. 図-8 に示すように、床版側を下側に反転させて 2 点 支持し、支間中央の鋼桁部を載荷した. ここでは、RC 床版の圧縮鉄筋を上面鉄筋、引張鉄筋を下面鉄筋と呼ぶが、実際は上面コンクリートが引張側の最外縁に、下フランジが圧縮側の最外縁となる.

試験体の種類を表-4 に示す. 試験体寸法は実大スケールとした. 試験体の幅は 1200mm, 長さは 6600mm, 床版厚さは 258mm, ハンチ高は 50mm で 2 体共通とした. 鋼桁部は鈑桁で,床版に取り付く上フランジは,幅 400mm,厚さ 22mm,載荷側となる下フランジは,幅 630mm,厚さ 40mm とした. ウェブは厚さ 16mm,高さ 1000mm とした. 鋼桁部の材質はすべて SM490B とした.

TYPE-A(RC 床版)試験体に用いるコンクリートは、設計基準強度 27N/mm²の普通コンクリートとした.
TYPE-B(合成床版)試験体は、支点側のパネルが実際のプレキャスト製品の配置となるように、支間中央から左右 862.5mmの位置に 2箇所継手を設けた.接合部の幅は 355mm とした.角形鋼管 (150×75×3.2) はハンチ部を越えて配置し、底鋼板 (8mm) とは連続溶接とした.
TYPE-B に用いるコンクリートは、輪荷重試験体と同様に、プレキャスト部には軽量 1種コンクリート、接合部には LMFC を用いた. 図-9 に床版部分の配筋図を示す.鉄筋はすべて SD345 を用いた.配筋は文献 10)を参考にして、TYPE-A の配筋は、上下面同じとし、主鉄筋(D13) および配力鉄筋 (D19) を、どちらも 100mm ピッチで配置した. TYPE-B は、主鉄筋、配力鉄筋どちらも D22を 125mm ピッチで配置した.

載荷方法は、2点を単純支持した試験体中央の鋼桁下フランジ部に載荷板(300mm×530mm)を取り付け、一方向漸増繰返し載荷とした。計測項目は、載荷荷重、試験体の鉛直変位、ひび割れ幅および主桁、鉄筋、コンクリートの各ひずみとした。

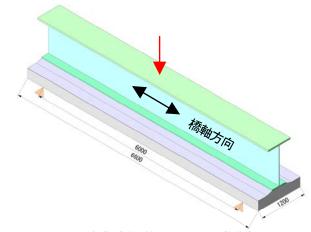


図-8 負曲げ試験体の形状寸法と載荷方法

表-4 負曲げ試験体の種類

試験体名	種 類	コンクリート強度	継手
TYPE-A	RC床版	普通 27N/mm²	なし
TYPE-B	合成床版	軽量1種50N/mm²	2箇所

表-5 荷重一覧

7, 7,2 7,2					
試験体名	ひび割れ 発生荷重 (kN)	鉄筋降伏 荷重 (kN)	上フラ ンジ降 伏荷重 (kN)	下フラ ンジ圧縮 降伏荷重 (kN)	最大荷 重 (kN)
TYPE-A	500	3923 <sup>1)</sup> / 4563 <sup>2)</sup>	5285	5845	5904
TYPE-B	800	4264 <sup>3)</sup> / 4962 <sup>4)</sup>	5341	-	5761

1): 上面鉄筋、2): 下面鉄筋、3): 中央配力鉄筋、4)接続 部鉄筋

#### (2) 試験結果と考察

表-5 に各試験体のひび割れ発生荷重,鉄筋とフランジの降伏荷重および最大荷重を示す. ひび割れ発生までは,100kN ごとにひび割れ計測を行い,ひび割れ発生荷重を求めた. 図-10 に荷重-変位関係の比較を示す. 初期剛性として 3000kN における割線剛性を比較すると,

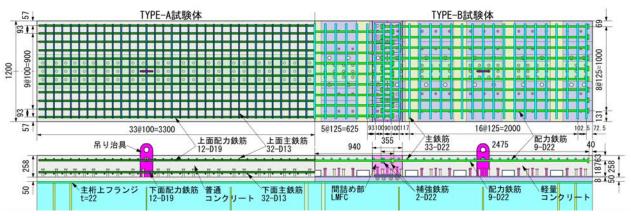
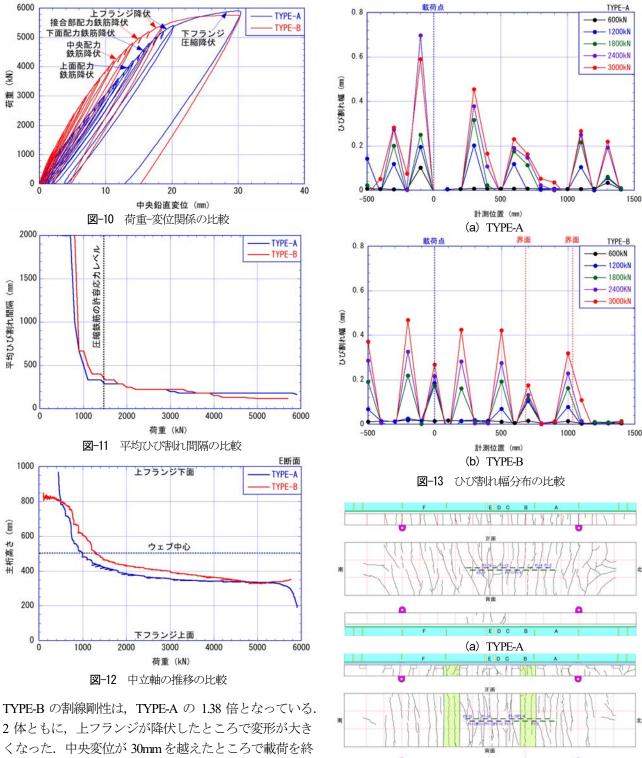


図-9 負曲げ試験体配筋図



TYPE-B の割線剛性は、TYPE-A の 1.38 倍となっている. 2 体ともに、上フランジが降伏したところで変形が大きくなった。中央変位が 30mm を越えたところで載荷を終了した。試験終了後に確認したところ、ウェブに座屈した跡が見られた。 TYPE-A は下フランジが圧縮降伏した. TYPE-B は接合部の底鋼板とボルトがボルト孔の隙間分ずれていた。

図-11 に荷重と平均ひび割れ間隔の関係を示す。これは、図-14 の図中に示すパイ型変位計を取り付けた 2m の範囲に発生したひび割れの本数から求めたものである。ほぼ同等のひび割れ分散性を示しており、上面鉄筋が許容応力(140N/mm²)に達した時(1500kN 計測時)の平均ひび割れ間隔は、286~333mmであった。

図-14 最終ひび割れ状況

(b) TYPE-B

図-12 に試験体中央断面における中立軸位置の推移の 比較を示す. 中立軸位置は、上下フランジのひずみより 求めた. RC床版に比べて、合成床版の方が主桁との一 体性が高い結果となった.

図-13 に 3000 kN 載荷時までのひび割れ幅の分布図を, 図-14 に最終のひび割れ状況を示す. TYPE-B の着色部 分が接合部で、右接合部の界面におけるひび割れ幅も計測した. 図-13 に示すように、界面のひび割れ幅が大きく開くことはなかった.

#### 5. まとめ

プレキャスト合成床版の開発において実施した輪荷重 走行試験と合成桁の負曲げ試験の結果,以下の知見が得 られた.

- (1) 輪荷重 157kNから 392kNまでの 13 ステップ 52 万 回の走行試験において,2 体ともに破壊には至ら ず,十分な押抜きせん断強度を有しており,内 部にも押抜きせん断破壊に結びつくひび割れは 見られなかったことから,本床版が高い疲労耐 久性を有していることが確認できた.
- (2) 輪荷重走行試験における床版厚さの影響は、変位の増加傾向と底鋼板のはく離状況に現れた.床版厚さ 200mm の試験体は、52 万回走行終了時点においても、全断面有効と考えられる.
- (3) 負曲げ試験の結果,本床版の最大荷重およびひび 割れ分散性は,RC床版と同等であった.
- (4) 中立軸位置の推移より、本床版は RC 床版よりも 主桁との一体性が高く、接合部界面のひび割れ 幅が大きく開くことはなかった.

### 参考文献

- 1) 国土交通省,床版の損傷事例:http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobo3 1 4.pdf (閲覧日:2019年5月22日)
- 2) 国土交通省、コンクリート橋(上部構造)の損傷事例: http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobo3\_1\_2.pdf(閲覧 日:2019年5月22日)

- 3) 東・中・西日本高速道路の更新計画: http://www.e-nexco.co,jp/koushin/pdfs/150116.pdf(閲覧日: 2019年5月22日)
- 4) 水野浩,鳥山裕史,松井繁之,街道浩:プレキャスト 合成床版の合理化継手構造の継手挙動,土木学会第 65 回年次学術講演会論文集,I-308, pp.615-616, 2010.
- 5) 滝本和志,田中博一,朱暁旭,大久保宣人,山本将士, 東山浩士:角形鋼管を用いた軽量プレキャスト鋼コンク リート合成床版の開発,第 10 回道路橋床版シンポジウ ム論文報告集,pp.183-188, 2018.
- 6) 郭度連,森山守,李春鶴,山中俊幸:ラテックス改質 速硬コンクリート (LMFC) の基礎物性と耐久性,プレ ストレストコンクリート工学会第 24 回シンポジウム論 文集,2015.
- 7) 国土交通省土木研究所: 道路橋床版の輪荷重走行試験 による疲労耐久性評価手法の開発に関する共同研究報 告書(その5)-評価編-,2001.
- 8) 街道浩,松井繁之:鋼・コンクリート合成床版の支間 部および張出し部のせん断疲労強度評価,土木学会論 文集 A, Vol.64, pp.60-70, 2008.
- 9) 東山浩士,水越睦視,松井繁之,小田憲司:軽量コン クリートを用いた RC 床版の押抜きせん断耐荷力の評価 とその実用性に関する研究,コンクリート工学論文集, 第16巻第1号,2005.
- 10) 大久保宣人,中本啓介,田中正明,松井繁之:鋼管ジベルを用いた鋼・コンクリート合成床版に関する実験的研究,第3回道路橋床版シンポジウム講演論文集,pp.97-102,2003.

(Received August 30, 2019)

## DEVELOPMENT OF LIGHTWEIGHT PRECAST STEEL-CONCRETE COMPOSITE SLAB WITH SQUARE STEEL PIPE

Kazushi TAKIMOTO, Hirokazu TANAKA, Xiaoxu ZHU, Nobuhito OKUBO, Masashi YAMAMOTO and Hiroshi HIGASHIYAMA

We have developed precast steel-concrete composite slabs using lightweight concrete and square steel pipes for rapid construction in slab replacement works.

In this study, wheel load running tests were carried out to examine the fatigue resistance of composite slabs. As a result, the effect of slab thickness appeared in the increasing tendency of displacement and the peeling condition of the bottom steel plate, however, there were not failed until the end of the fatigue tests, and harmful cracks were not generated in the test specimens.

In addition, focusing on continuous composite beams, we compared with the precast composite slab and the RC slab which were subjected to negative bending. As a result, it was confirmed that the precast composite slab had the same performance with the RC slab in terms of the maximum strength and cracking characteristics.