

# Trunc-head を用いたプレキャスト PC 床版継手の開発

## Development of the Splice Joint of Precast PC Slab Using “Trunc-head”

技術研究所 三加 崇 SANGA TAKASHI  
 技術研究所 有川 直貴 ARIKAWA NAOKI  
 土木設計部 鈴鹿 良和 SUZUKA YOSHIKAZU  
 技術研究所 篠崎 裕生 SHINOZAKI HIROO

現在、老朽化した鋼橋上の RC 床版の取替えが進められており、耐久性を考慮してプレキャスト PC 床版が採用されている。プレキャスト PC 床版の継手には、ループ継手が一般的に用いられているが、ループ継手は、床版を薄くすることに対して制約があることやループ鉄筋内に鉄筋配置が必要などの難点を有する。著者らは、これらを改善する方法として Trunc-head による床版の継手構造を開発してきた。本継手構造の性能を確認するために、継手部を有する静的曲げ試験および輪荷重走行試験を実施した。その結果、Trunc-head を用いた継手構造は、ループ継手と同等の性能を有することを確認した。

**キーワード：**プレキャスト PC 床版，継手，静的曲げ試験，輪荷重走行試験

Many replacement projects of the deteriorated RC slab on steel girder bridges are ongoing, and precast PC slab structure is adopted for those projects due to its durability. Loop joints are generally used for joints of each precast PC slab, but there are some problems such as limit of slab thickness and reinforcing bar arrangement in the loop. The authors have developed a joint structure with Trunc-head re-bars for purpose of solving those problems. In order to confirm the performance of this joint structure, a static bending test and a wheel load running test were carried out. Those test results showed that the joint structure using the Trunc-head has the same performance as the loop joint.

**Key Words:** Precast PC Slab, Joint Structure, Bending Test, Wheel Load Running Test

### 1. はじめに

高度経済成長期に建設された鋼橋の RC 床版は、凍結防止剤の散布による塩害や車両荷重の増加によって老朽化が進んでおり、大規模更新事業において優先的に床版取替え工事が行われている。

過去の基準で設計された RC 床版は、現行の基準に置き換えると床版が厚くなり、鋼桁や橋脚の補強が必要となる場合があるため、床版取替え時は、床版厚を極力抑制することが望ましい。また、施工性や品質の向上、高耐久化が求められることから、取替え後の床版にはプレキャスト PC 床版を用いることが多い。

プレキャスト PC 床版への取り替え工事では、床版を分割して搬入・設置するため、継手部の施工が必要となる。継手部の構造は、一般的に重ね継手やループ継手などが用いられている。しかしながら、重ね継手は継手長が長くなり、ループ継手は、重ね継手と比較して継手長



写真-1 Trunc-head (端部拡径鉄筋)

は短くできるものの、鉄筋の加工形状によって最小の床版厚が決定されるなどの課題がある。これらの課題に対して、ループ鉄筋に代わり鉄筋に別部材を接合して定着性能を向上させた構造<sup>1)</sup>などが検討されてきた。

著者らは、継手長を短くでき、床版厚さの自由度も高い継手構造の開発を目的として端部拡径鉄筋（以下、Trunc-head）を用いた床版の継手構造を考案した。

Trunc-head は、写真-1に示すように異形鉄筋の端部を

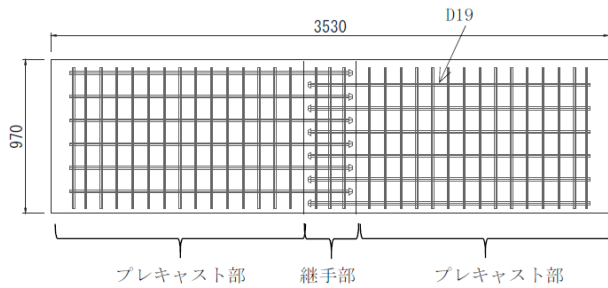


図-1 静的曲げ試験体

表-1 静的曲げ試験体種類

試験体	床版厚 (mm)	継手構造	拡張部外径 (mm)	コンクリート圧縮強度		鉄筋降伏強度
				プレキャスト部 (N/mm <sup>2</sup> )	継手部 (N/mm <sup>2</sup> )	軸方向鉄筋 (N/mm <sup>2</sup> )
R-240	240	ループ継手		75.6	77.0	378.7
T-240-43	240	Trunc-head継手	43	75.6	77.0	378.7
T-240-39	240	Trunc-head継手	39	79.4	91.2	376.0
T-200-39	200	Trunc-head継手	39	75.6	75.0	381.7

熱間処理により母材を加工して突起部を設けた形状であり、定着性能を向上させた構造である。これまでに、拡張部の引張試験において突起部が母材以上の強度を有すること、拡張部をコンクリートに埋め込んだ引抜き試験においてフック鉄筋と同等以上の定着性能を有することを確認した<sup>2)</sup>。

本報告では、Trunc-headをプレキャスト PC 床版の継手構造に適用することを目的として、Trunc-headを用いた床版の継手部を模擬した静的曲げ試験および輪荷重走行試験を実施し、継手性能について検証を行った。

## 2. 静的曲げ試験

### (1) 試験概要

Trunc-headによる床版継手の性能を確認するために、静的曲げ試験を実施した。試験体の形状を図-1に示す。試験体は、2枚のプレキャスト RC 床版を製作し、所定の大きさの継手部を設けた試験体である。継手部の構造は RC 構造である。

試験体の種類を表-1に、継手部の形状を図-2に示す。継手部は、ループ鉄筋を用いた場合と Trunc-headを用いた場合の2種類である。軸方向鉄筋は、ループ鉄筋および Trunc-head の D19を使用し、軸直角方向には、D19と D13の直鉄筋を使用した。床版厚は、D19の鉄筋を用いたループ継手の場合、曲げ半径によって最少厚となる240mmとし、Trunc-headを用いた試験体は、ループ継手と同等の240mm、さらに薄くした200mmとした。Trunc-headの拡張部は、鉄筋かぶりを確保した上で、極力外側に配置することを目的として、軸直角方向の鉄筋を Trunc-headの外側に配置した場合には、外径43mm、内側に配置した場合は39mmとした。

試験時の材料物性は、コンクリート圧縮強度がプレキ

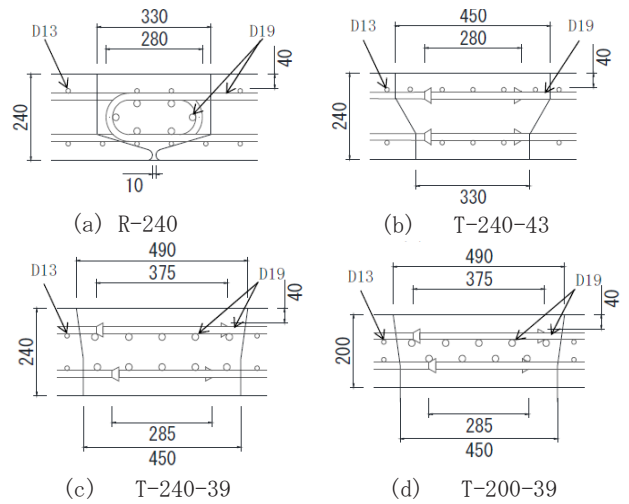


図-2 静的曲げ試験体 継手部形状

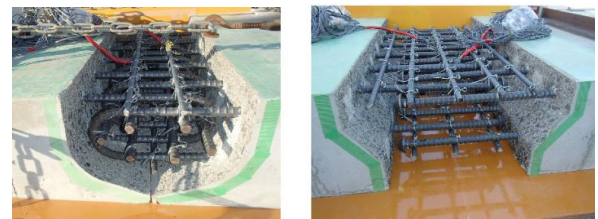


写真-2 静的曲げ試験体 継手部状況

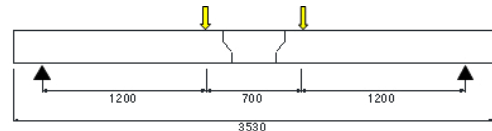


図-3 静的曲げ試験方法



写真-3 静的曲げ試験状況

ヤスト RC 床版および継手部で 75.6N/mm<sup>2</sup> ~ 79.4N/mm<sup>2</sup>であったが、T-240-39の試験体の継手部のみが高い強度であった。軸方向鉄筋は、降伏強度が 376.0N/mm<sup>2</sup> ~ 381.7N/mm<sup>2</sup>であった。

試験方法は支間長3,100mm、荷重スパン700mmの2点荷重による曲げ試験とし、継手部の挙動を単純化して着目するため、等曲げ区間に入るように荷重位置は継手部を跨ぐように設定した。

### (2) 実験結果

R-240 (ループ鉄筋) および T-240-43 (Trunc-head) の荷重とたわみの関係を図-4に示す。継手部の軸方向鉄筋が重なる範囲は、半分の鉄筋量としてモデル化を行い、材料強度を考慮したファイバー解析の結果を併せて示す。両試験体ともたわみの挙動、耐力ともほぼ同じで

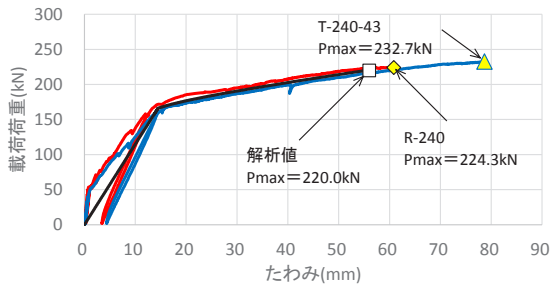


図-4 継手部形状の異なる試験体の荷重-たわみ関係

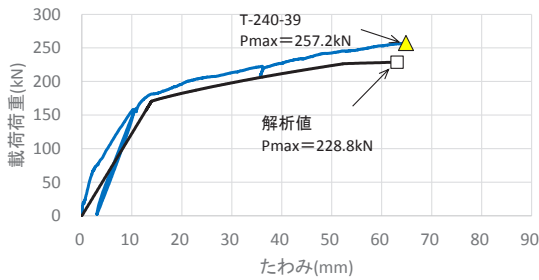


図-5 拡張部の小さい試験体の荷重-たわみ関係

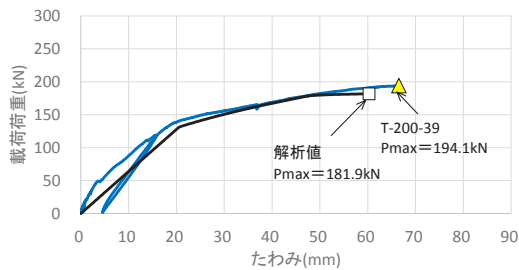


図-6 床版厚の薄い試験体の荷重-たわみ関係

あり、継手部の曲げ圧縮破壊であった。Trunc-headを継手構造に用いた場合、ループ鉄筋の継手構造と同等の性能を有していることを確認した。また、解析値と比較しても曲げ耐力を十分評価できる結果となった。

拡張部を小さくした T-240-39 の荷重とたわみの関係を図-5に示す。解析値よりも耐力が若干高い傾向であるが、拡張部の外径を 39mm としても、曲げ耐力が低下することはなかった。

床版厚を小さくした T-200-39 の荷重とたわみの関係を図-6に示す。曲げ耐力は解析値とほぼ同じ耐力であり、床版厚を 200mm とした場合においても、計算通りの耐力が得られた。

### 3. 輪荷重走行試験

#### (1) 試験概要

実物大の試験体を製作し、輪荷重走行試験によって疲労耐久性を確認した。試験体の概要を表-2に、試験体の形状を図-7に示す。試験体は、4枚のプレキャスト PC 床版を Trunc-head で接合した試験体である。試験体の形状は、全長 8.45m、幅 4.0m、床版厚は中央部 220mm、支

表-2 輪荷重走行試験体概要

試験体	床版厚 (mm)	継手構造	拡張部 外径 (mm)	コンクリート圧縮強度		鉄筋降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )
				プレキャスト部 (N/mm <sup>2</sup> )	継手部 (N/mm <sup>2</sup> )	
輪荷重走行試験体	220	Trunc-head継手	39	88.4, 90.0	52.2	376.0

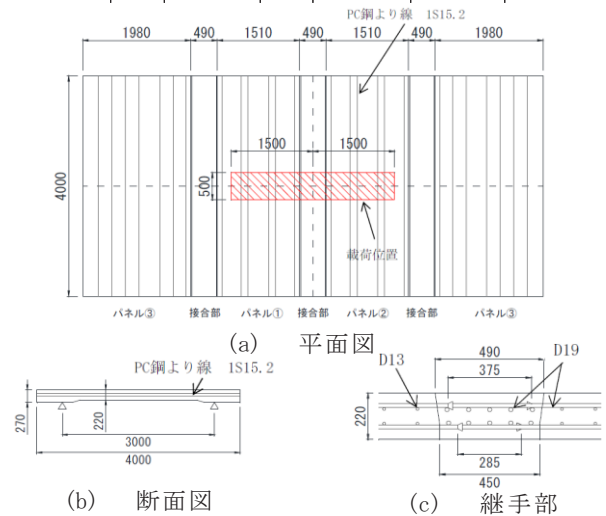


図-7 輪荷重走行試験体形状

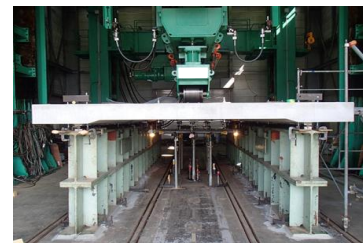


写真-4 輪荷重走行試験体状況

点部 270mm である。プレキャスト PC 床版の橋軸直角方向は、PC 鋼より線 1S15.2 を 2 段配置してプレストレスを導入した PC 構造とし、橋軸方向は RC 構造である。継手部の形状は、長さが上縁側で 490mm、下縁側で 450mm とし、最外縁となる端部拡張鉄筋の突起部で純かぶりを 40mm とした。継手長は上段側で 375mm、下段側で 285mm である。試験時のコンクリート圧縮強度は、プレキャスト PC 版のパネルが 88.4N/mm<sup>2</sup>、90.0N/mm<sup>2</sup>、継手部が 52.5N/mm<sup>2</sup> であった。鉄筋は、橋軸方向および継手部の橋軸直角方向に D19、プレキャスト PC 版の橋軸直角方向に D13 を使用した。橋軸方向の鉄筋の降伏強度は、376N/mm<sup>2</sup> であった。

輪荷重走行試験は、株式会社高速道路総合技術研究所所有の移動載荷疲労試験機により実施した。移動載荷は、単軸の鉄輪を用いて載荷を行った。載荷位置は図-7に示すように、橋軸方向の走行範囲を供試体中央から橋軸方向に ±1.5m の範囲とし、橋軸直角方向は、床版支持間隔を 3.0m とし、その中央に載荷した。

載荷ステップを図-8に示す。載荷ステップは、文献3)を参考にし、STEP1として予備走行を 180kN で 0.1 万回実施した。STEP2として 180kN を 5.4 万回、STEP3とし

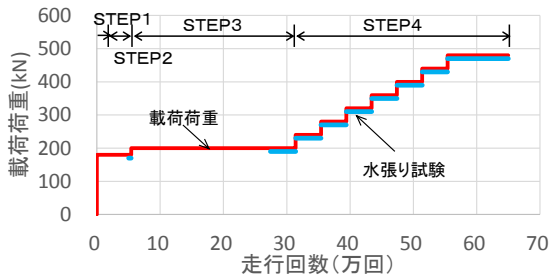


図-8 輪荷重走行試験 載荷ステップ

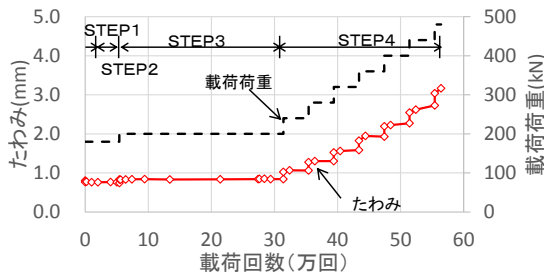


図-9 載荷回数によるたわみ

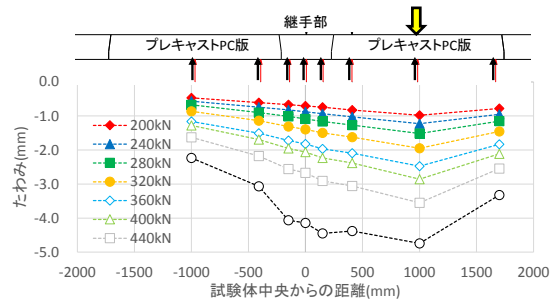


図-10 橋軸方向のたわみ分布

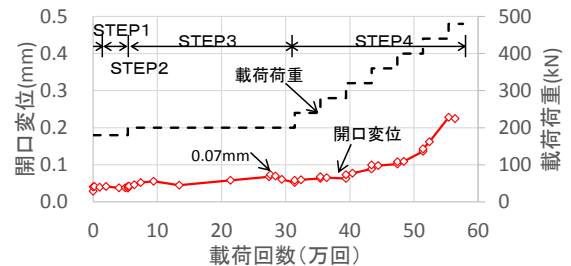


図-11 載荷回数による継手部開口変位

て200kNを26万回実施した。STEP4は、破壊性状を確認するため、4万回ごとに荷重を増加させて480kNまで載荷した。各ステップで静的載荷を実施した。また、STEP2の180kNで最後の0.4万回、STEP3の200kNで最後の4万回、STEP4では、床版上面に水を張った状態で載荷し、床版からの漏水の有無を確認した。

(2) 試験結果

輪荷重走行試験における載荷回数と試験体中央の載荷によるたわみの関係を図-9に示す。載荷荷重が200kNのSTEP3までは、載荷回数によるたわみの増加は、ほとんど確認できなかった。STEP4では、400kNからたわみが増加する傾向となり、480kNの2.2万回でプレキャストPC床版が押し抜きせん断破壊した。

橋軸方向のたわみ分布を図-10に示す。載荷荷重が200kNのSTEP3までは、継手部のたわみが連続的な挙動を示しており、プレキャストPC床版と継手部が一体となって挙動していることがわかる。STEP4の320kNから継手部を跨いだ変位差が大きくなり、連続性が保持できない結果となった。

プレキャストPC床版と試験体中央の継手部との打ち継目の開口変位を図-11に示す。STEP3までの開口変位は、最大でも0.07mmであり、許容ひび割れ幅0.2mmに対して小さい開口変位であった。

プレキャストPC床版および継手部のひび割れは、STEP3の200kNで発生しているが、水張り試験による漏水は確認できなかった。STEP4の360kNの4万回終了時に継手部の界面で漏水が確認され、400kNではPC床版のひび割れからも確認された。

Trunc-headによる継手構造は、STEP3までは、プレキャストPC床版と継手部が連続性を有しており、漏水も確認できなかったことから、ループ継手構造<sup>3)</sup>と同等な疲労耐久性を有していることが確認された。

4. まとめ

端部拡張鉄筋の要素試験、床版継手構造における静的曲げ試験および輪荷重走行試験により、以下のことが明らかになった。

- ① 静的曲げ試験により、本継手構造は、ループ継手と同等程度の継手性能を有しており、突起部の形状および床版厚を小さくした場合でも、本試験内の寸法であれば、想定される耐力を有している。
- ② 輪荷重走行試験により、本継手構造は、ループ継手と同等の疲労耐久性を有している。

参考文献

- 1) 例えば 原, 福永, 今村, 三浦: エンドバンド継手を有するプレキャストPC床版の輪荷重走行試験, 第19回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.61-64, 2010.10
- 2) 三加, 有川, 竹山, 篠崎: 端部拡張鉄筋の基本性能試験, 三井住友建設技術研究所報告, 第14号, pp.61-64, 2016.10
- 3) 松井, 角, 向井, 北山: RCループ継手を有するプレキャストPC床版の移動載荷試験, 第6回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, 1999.10, pp.149-154