

狭隘な接合部にループ継手を用いたPCa床版の曲げ挙動に関する実験

宇都宮大学
宇都宮大学
ドーピー建設工業

学生員
正会員
正会員

○ 馬場翔太郎
Nguyen Minh Hai
立神久雄

正会員
フェロー会員
正会員

HRC 研究所
中島章典
村井弘恭

藤倉修一

1. はじめに

近年、供用開始から数十年が経過している鉄筋コンクリート床版（以下、RC 床版と呼ぶ）の取替え工事が盛んに行われている。損傷した RC 床版の更新工法の 1 つに、プレキャスト PC 床版（以下、PCaPC 床版と呼ぶ）を用いた床版取替え工法が挙げられ、その接合には、ループ継手が一般に用いられている。ループ継手は、既往の研究から、ループ鉄筋の直線部の付着力と曲線部の支圧力で定着する構造であることが分かっており¹⁾、直線部には一定の長さが必要である。しかし直線部が長いほど接合部幅が大きくなり、現場でのコンクリート打設量が増える。また、ループ鉄筋に対して直角方向の鉄筋（以下、直角方向鉄筋と呼ぶ）は、ループ鉄筋曲線部の支圧力をループ鉄筋内側のコンクリートに伝達するために必要である¹⁾が、PCaPC 床版を現場に設置した後に、直角方向鉄筋をループ鉄筋の内側に配筋する必要があるため、施工性が悪い等の課題もある。

以上より、本研究では上記課題を解決する新たな接合方法の実用化に向けて、狭隘な接合部の曲げ挙動を把握するために、曲げ試験を行った。さらに、直角方向鉄筋を省略するために、コンクリートの代わりに短繊維補強モルタルを試験体の接合部に用いて、従来のループ継手との比較を行った。

2. 試験体概要および試験方法

本研究で用いた試験体を図-1 および表-1 に、試験体に用いた後打ち部の材料特性を表-2 に示す。試験体は、プレキャスト床版（以下、PCa 床版と呼ぶ）およびループ継手による接合部から成る。左右の PCa 床版から 150mm 間隔で 4 本のループ鉄筋が接合部へ突出しているの、接合部ではループ鉄筋の間隔は 75mm となる。接合部には膨張コンクリートまたは短繊維補強モルタルを後打ちした。モルタルは、ビニロン短繊維を混入したポリマー系モルタルで、高いチクソトロピー性を有する。接合部のループ鉄筋には全てエポキシ樹脂塗装が施されている。4 種類の試験体を製作し、試験体全長 2200mm、床版幅 630mm、床版厚 220mm は同一とした。試験体の種類は、一般的に使用されているループ継手を有する Type-A、ループ鉄筋の重ね継手長が短く直角方向鉄筋を省略した Type-B、Type-C および Type-D の 4 体である。Type-B と Type-C には短繊維補強モルタルを用い、Type-D には Type-A と同じ膨張コンクリートを用いた。表-1 に、試験体の接合部諸元を示す。鉄筋には SD345 の鉄筋を使用し、ループ鉄筋には D19、PCa 床版内の直角方向鉄筋には D13 を用いた。また、Type-A には接合部のループ鉄筋内側に直角方向鉄筋 D19 を 6 本配筋した。

載荷試験では、図-1(a) に示すように、支間長 2000mm の中央部の接合部上面に幅 150mm、厚さ 19mm の鋼板を置き、その上に径 50mm の丸鋼を介し PCa 床版部材の幅方向に一樣な線荷重を載荷した。また、試験体を RC 床版の一体構造と仮定した時のひび割れ荷重 44kN および鉄筋降伏荷重まで載荷し、それぞれ除荷することで荷重載荷サ

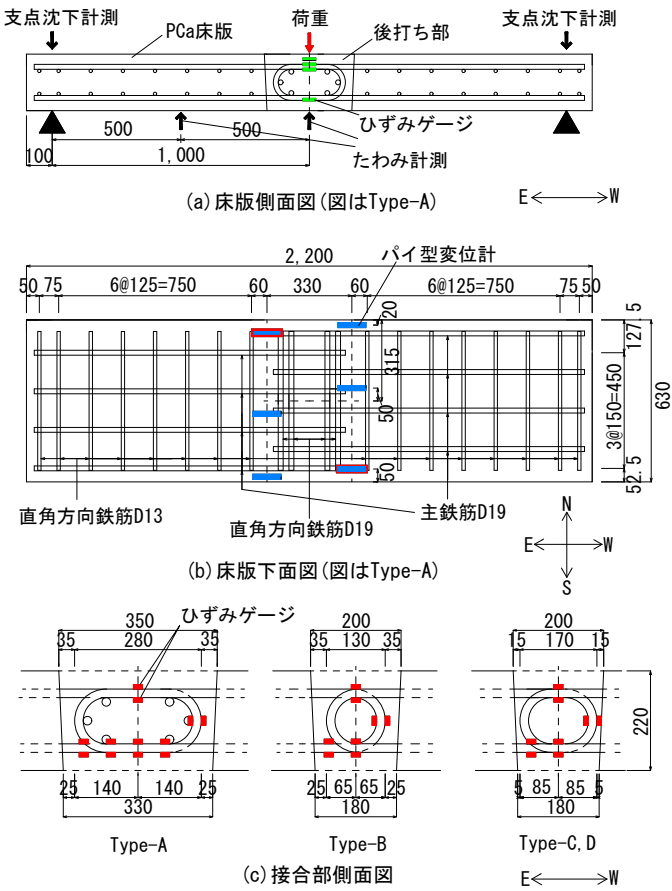


図-1 試験体概要図

表-1 試験体種類および接合部諸元

試験体種類	後打ち材料	接合部上縁幅 [mm]	ループ鉄筋重ね継手長 [mm]
Type-A	膨張コンクリート	350	280
Type-B	短繊維補強モルタル	200	130
Type-C	短繊維補強モルタル	200	170
Type-D	膨張コンクリート	200	170

表-2 後打ち部材料特性

後打ち材料	圧縮強度 [N/mm ²]	引張強度 [N/mm ²]	曲げ強度 [N/mm ²]	静弾性係数 [kN/mm]
膨張コンクリート	67.7	4.91	6.8	40.6
短繊維補強モルタル	64.9	7.37	17.1	33.2

イクルとした。鉄筋ひずみを各位置 2 枚 1 組で計測し、いずれかの位置のひずみの平均値が 1800μ に達した時点での荷重を鉄筋降伏荷重とした。計測項目は、支間中央および 1/4 点のたわみ、接合部下縁の開き変位、ループ鉄筋ひずみ、支点沈下量、後打ち部側面のひずみである。床版の幅方向に片側 3 か所でパイ型変位計により接合部下縁の開き変位を計測し、計測位置を図-1(b) に青長方形で示す。また、鉄筋ひずみの計測位置を図-1(c) に赤長方形で示し、後打ち部側面のひずみ計測位置を図-1(a) に緑長方形で示す。

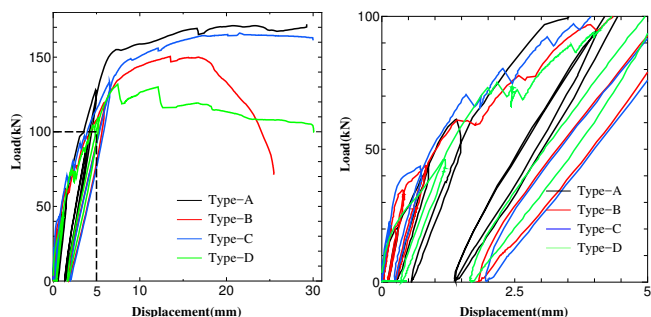


図-2-a 全体図

図-2-b 拡大図

図-2 荷重-たわみ関係

3. 実験結果

(1) 荷重-たわみ関係

載荷荷重とスパン中央のたわみの関係を図-2に示す。また、図-2-a内の点線で囲まれた範囲を拡大した図を図-2-bに示す。図-2-aより、Type-AとType-Cでは鉄筋降伏後に剛性が大幅に低下した後、変位とともに緩やかに荷重が増加して、たわみ30mmで載荷を終了した。Type-Bでは鉄筋降伏後、同様に剛性が低下し、たわみ17mm付近から荷重が大幅に低下し、終局と判断した。Type-Dではたわみ7mm付近で荷重が急激に減少した後、たわみの増加とともに荷重は徐々に減少し、たわみ30mmで載荷を終了した。

この結果から、ループ鉄筋の直線部を短くし、直角方向鉄筋を省略するために短繊維補強モルタルを用いたType-Cは、一般的なループ継手構造のType-Aと同程度の耐力および変形性能を有することが分かる。また、図-2-bより膨張コンクリートを用いたType-A、Type-Dを短繊維補強モルタルを用いたType-B、Type-Cと比較すると、初期剛性の変化点に差がある。短繊維補強モルタルの試験体では約40kNで剛性が変化しているが、コンクリートの試験体では約20kNで剛性が変化している。これは、後述する接合部下縁の開き変位の違いによるものである。さらに40kN以降、他の試験体よりも若干Type-Aの剛性が高い。これは、直角方向鉄筋を有することによる影響であると考えられる²⁾。

(2) 荷重-打ち継ぎ面の開き変位関係

載荷荷重と打ち継ぎ面下縁の開き変位（以下、開き変位と呼ぶ）の関係を図-3に示す。また、図-3-a内の点線で囲まれた範囲を拡大した図を図-3-bに示す。開き変位は、図-1(b)に示す青長方形のうち、赤い枠で囲まれた北東と南西の2か所の平均値であるが、これらは側面からループ鉄筋までの被りが大きく、開き変位の大きい2か所である。図-3-bより、Type-BとType-Cでは、初期の開き変位発生荷重が約40kNであり、Type-AとType-Dでは約20kNである。これは短繊維補強モルタルとコンクリートの付着が、コンクリート同士の付着よりも良く、開きに対する抵抗が高いためと考えられる。

(3) 荷重-ループ鉄筋のひずみ関係

載荷荷重とスパン中央位置のループ鉄筋下側のひずみ関係を図-4に示す。また、図-4-a内の点線で囲まれた範囲を拡大した図を図-4-bに示す。ひずみには、ループ鉄筋2本分、各位置2枚1組の合計4個のひずみの平均値を採用し、いずれか1つのひずみが計測不能となった時点までを図に示している。図-3-aに示した荷重-開き変位関係と図-4-aの関係を比較すると、各試験体の曲線の傾向は類似しており、打ち継ぎ面の開きが進展したことにより、鉄筋ひずみが増加したと考えられる。図-4-aより、Type-A～Cでは

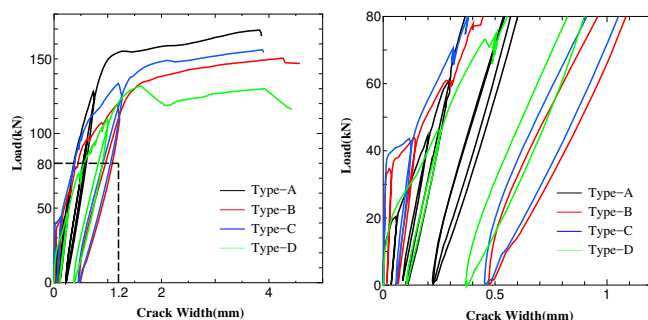


図-3-a 全体図

図-3-b 拡大図

図-3 荷重-打ち継ぎ面下縁の開き変位関係

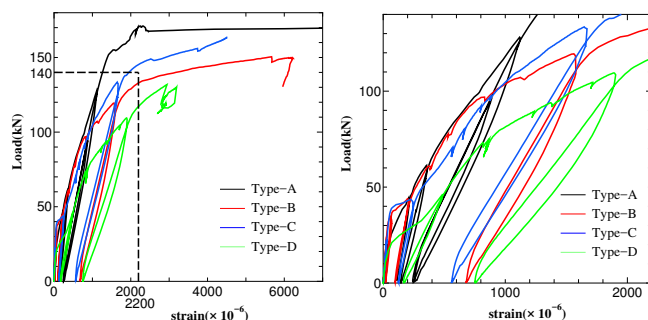


図-4-a 全体図

図-4-b 拡大図

図-4 荷重-スパン中央位置のループ鉄筋下側のひずみ関係

100kN付近までの挙動似ているが、これ以降Type-Aに比べて、同一荷重においてType-BとType-Cではひずみが増加する。また、100kN程度以上でType-BとType-Cを比較すると、同一荷重においてひずみはType-Bの方が大きい。これは前述の通り、ループ継手は直線部の付着力と曲線部の支圧力で荷重に抵抗するメカニズムを有するため、図-1(c)に示すようにType-Bでは、直線部が短く応力が集中してひずみが大きくなったと考えられる。また、Type-CとType-Dを比較すると、同一荷重においてType-Dのひずみの方が大きい。これは、既往の研究³⁾から繊維混入によって鉄筋との付着応力が増加し、割裂ひび割れの進展を抑制することで、ループ鉄筋の応力増加を抑制しているためと考えられる。

4. まとめ

本研究では、PCa床版の接合部を対象とし、接合幅、直角方向鉄筋の有無、後打ち材料が接合部の曲げ挙動に及ぼす影響を検討した。以下に本研究で得られた知見を示す。

1. 従来のループ継手と比較して幅が狭隘で、直角方向鉄筋を省略した接合部に適切な短繊維補強モルタルを用いることによって、ループ継手と同程度の曲げ耐力と変形性能を期待することができる。
2. 狭隘な接合部に適切な短繊維補強モルタルを用いた試験体は、同様の接合部に膨張コンクリートを用いた試験体と比較して、良好な曲げ性能を有する。

参考文献

- 1) 中村定明, 三浦尚: RCループ継手の力学的挙動に関する基礎的研究, 土木学会論文集, No.774/V-65, pp.17-26, 2004.11.
- 2) 相場充, 秋山洋, 高橋徹, 長谷川和正: 合理化少数主桁橋におけるループ継手プレキャストPC床版の開発, 三菱重工技報, Vol.36, No.5, pp.238-241, 1999.9.
- 3) 松林卓, 竹内秀聡, 原夏生, 三島徹也: 鋼繊維補強コンクリートによる鉄筋の付着性能向上に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.3, pp.607-612, 2007.