

## アラミドロッド補強したPCa床板ループ継手接合部に対する引張要素実験

宇都宮大学

学生員 ○尾崎光城

学生員 馬場翔太郎

正会員 藤倉修一

正会員 Thay Visal

ドーピー建設工業株式会社

正会員 立神久雄

## 1. はじめに

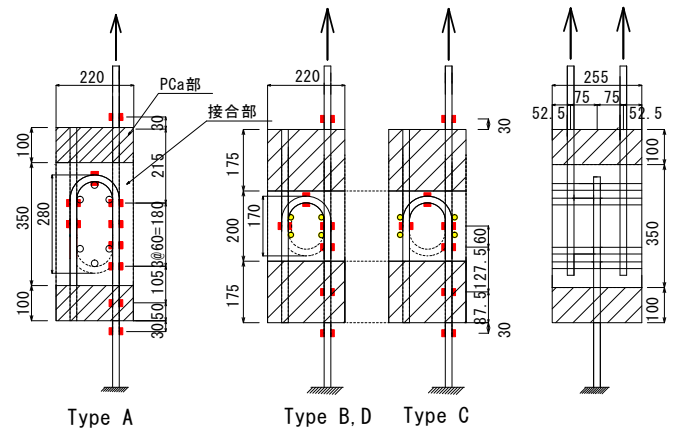
近年、車両の大型化や交通量の増加により高度成長期に建設された多くの道路床版の劣化が問題となっている。その補修、補強として、プレキャストコンクリート床版（以下、PCa床版）を用いた床版の取り換え工事が多く行われている。PCa床版同士の接合には、ループ継手が多く用いられ、これはループ鉄筋直線部の付着力と曲線部の支圧力で定着する構造である<sup>1)</sup>。従来のループ継手では、接合幅を一定長さ以上確保する必要があり、現場でのコンクリート打設量が増える。また、ループ鉄筋の曲線部に働く支圧力により、橋軸直角方向に割裂力が作用するが、この割裂力に抵抗するためにループ内側に鉄筋（以下、配力鉄筋）を配置する必要がある。しかし、配力鉄筋はPCa床版を設置してから配筋するため施工性が悪い。

以上より、著者らはこれまで、上記課題を解決する新たな接合方法を提案している<sup>2)</sup>。提案構造は、狭隘な接合部に短繊維補強モルタル（以下、VFRM）を用い、配力鉄筋を省略する構造である。要素試験体を用いた両引き試験を行い、提案構造は従来型と同程度の耐力を有したが、割裂力による接合部内の軸方向ひび割れ（以下、割裂ひび割れ）が課題となった。そこで本研究では、施工コストを考慮して接合部にビニロン短繊維補強コンクリート（以下、VFRC）を用い、配力鉄筋に代わって連続繊維補強材であるアラミドロッドを用いた構造とし、接合部を模擬した要素試験体の両引き試験を行った。試験結果から、損傷状況および接合部に働く付着力と支圧力を算出し、従来のループ継手と提案構造との比較や、アラミドロッドの配置位置の違いによる影響を検討した。

## 2. 試験体概要および試験方法

試験体の概要を図-1に示す。本研究で用いた試験体は、PCa床版およびPCa床版間のループ継手による接合部の一部を模擬したものである。以下、PCa床版の部材部分はPCa部、後打ちの接合部分を接合部と呼ぶ。なお、試験体の寸法は全長550mm、断面255mm×220mmである。試験体の種類を表-1に示す。Type Aは従来型のループ継手を模擬した試験体である。Type B, C, Dは接合幅を200mmに短縮し、配力鉄筋の代わりにアラミドロッドを用いた。Type BとType Cでは接合部にVFRCを用い、アラミドロッドの配置はそれぞれループ内側、ループ外側である。Type Dでは早強コンクリートを用い、アラミドロッドをループ内側に配置した。接合部およびPCa部の材料特性を表-2に示す。なお、VFRCにはビニロン短繊維を1.5Vol%混入した。本試験で使用した鉄筋およびアラミドロッドの材料特性を表-3に示す。鉄筋はSD345とし、ループ鉄筋の飛び出し部分を除いてエポキシ樹脂塗装が施されている。接合部のループ鉄筋間隔は75mmである。

荷重方法は、荷重フレームに設置した油圧ジャッキを用いて治具を介し、図-1に示すように試験体の下側鉄筋を固定して、上側鉄筋に引張力を与えた。荷重サイクルについて



(a) 試験体側面図

(b) 試験体底面図

(図はType A)

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	接合幅 [mm]	重ね継手長 [mm]	配力鉄筋
Type A	350	280	鉄筋 6本内
Type B	200	170	アラミドロッド 4本内
Type C	200	170	アラミドロッド 4本外
Type D	200	170	アラミドロッド 4本内

表-2 接合部およびPCa部の材料特性

試験体	接合部	接合部材料			PCa材料	
		$f'_{ek}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f'_{ik}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E_c$ [kN/mm <sup>2</sup> ]	$f'_{ek}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$E_c$ [kN/mm <sup>2</sup> ]
Type A	Concrete	59.8	4.01	36.6	65.1	41.9
Type B	VFRC	68.8	4.16	37.2	69.6	42.3
Type C	VFRC					
Type D	Concrete	66.8	4.17	40.5		

表-3 鉄筋、アラミドロッドの材料特性

呼び名	降伏強度 [N/mm <sup>2</sup> ]	引張強度 [N/mm <sup>2</sup> ]	ヤング係数 [kN/mm <sup>2</sup> ]
SD345(D19)	397	601	205
アラミドロッド ( $\phi 7.8$ )	-	1283	62.4

は、ひび割れ発生および鉄筋降伏まで荷重し、それぞれ除荷した。その後は、試験体が破壊または荷重荷重が150kNに達した時点で試験終了とした。降伏荷重は、貼付した2枚1組のひずみゲージの値の平均値が2000 $\mu$ 程度に達した時とした。なお、ループに貼付したひずみゲージの計測位置を図-1に赤長方形で示す。

## 3. 実験結果

## (1) 損傷状況

各試験体の損傷状況を図-2に示す。また、各試験体の最大荷重を表-4に示す。なお表-4には、後述する荷重100kN時の付着力と支圧力を同時に示す。Type Aでは、最大荷重までに接合部内の損傷は軽微であり、割裂ひび割れの大き

Key Words: プレキャストコンクリート、ループ継手、短繊維補強コンクリート、アラミドロッド

〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学地域デザイン科学部社会基盤デザイン学科 Tel.028-689-6227

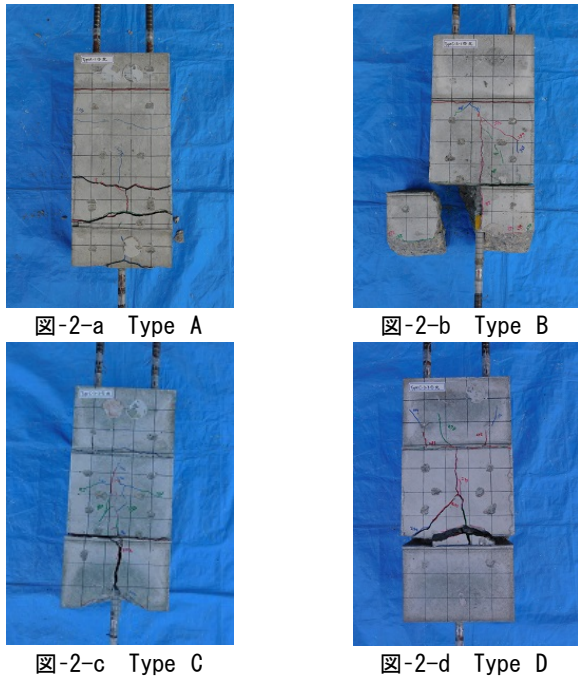


図-2 損傷状況

さは0.5mm以下であった。Type BとType Cでは、荷重に伴って上下の界面の開き変位が5mm以上となるが、接合部内のひび割れは分散され、割裂ひび割れの大きさも1.5mm程度であった。Type Dでは、鉄筋降伏後に下側界面および接合部の割裂ひび割れが増大し、最大荷重後に荷重が急落しぜい性に破壊した。この結果から、Type Aにおいては、配力鉄筋の拘束効果により割裂ひび割れが抑制されたと考えられる。また、アラミドロッドの配置位置が異なるType BとType Cを比較すると、外側配置のType Cの方がひび割れ本数が若干多いものの、最大荷重にほとんど差はない。よって、アラミドロッドの配置位置の違いによる影響は小さいと考えられる。接合部材料の異なるType BとType Dの比較から、ビニロン短繊維を混入することで割裂力への抵抗力およびじん性が向上すると考えられる。

(2) ループ鉄筋の付着力と支圧力

図-3に各試験体の荷重100kN時のループ鉄筋のひずみ分布を示す。ここで、横軸はループ鉄筋を軸方向に展開したものであり、縦軸は軸ひずみを示す。なお、ゲージ番号は図-3上部に示すひずみゲージ位置に対応しており、ひずみの大きさは2枚1組のひずみゲージ計測値の平均を用いた。

ループ継手に働く付着力と支圧力をそれぞれ式(1)、式(2)で示す<sup>1,2)</sup>。

$$F_b = (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)E_s A_s \quad (1)$$

$$P_b = (\varepsilon_3 + \varepsilon_4)E_s A_s \quad (2)$$

ここで、 $F_b$ は付着力であり、 $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ はループ鉄筋直線部のひずみを表しており、 $E_s$ は鉄筋の弾性係数、 $A_s$ は鉄筋の断面積である。また、 $P_b$ は支圧力であり、 $\varepsilon_3, \varepsilon_4$ はそれぞれループ鉄筋の上側と下側における直線部と曲線部の境界位置でのひずみである。

荷重100kN時の付着力と支圧力を算出した結果を表-4に示す。ここで付着力は、接合部におけるループ鉄筋直線部の付着力を算出した。また、括弧内の数字は付着力と支圧力の合計に対するそれぞれの割合を示している。Type Aでは荷重に対する付着力の割合が大きい。これは、接合幅が長いことで鉄筋の直線部が長く付着力の割合が大きい

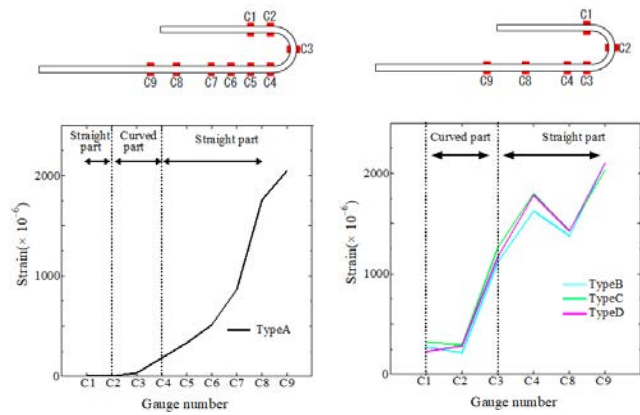


図-3 荷重100kN時のひずみ分布

表-4 最大荷重と付着力、支圧力

試験体	最大荷重 [kN]	100kN時		
		付着力 [kN](%)	支圧力 [kN](%)	合計 [kN]
Type A	151.7	92.4 (89)	11.0 (11)	103.4
Type B	151.4	28.4 (32)	61.0 (68)	89.4
Type C	151.7	33.0 (33)	67.7 (67)	100.7
Type D	130.9	36.1 (31)	82.0 (69)	118.1

めであると考えられる。また、支圧力が小さいために割裂力も小さく、図-2-aに示すように割裂ひび割れが小さい。一方でType A以外の3つの試験体では、継手長が短いことから付着力の割合が小さく、支圧力の割合が大きい、これは接合幅が短いためであると考えられる。また、支圧力が大きいために割裂力も大きいと考えられるが、Type BとType Cでは図-2-bと図-2-cに示すように割裂ひび割れの幅が1.5mm程度と小さい。これは、前述のように接合部材料にビニロン短繊維を混入するとともに、アラミドロッドを配置したことによって割裂力に抵抗したためであると考えられる。以上から、提案構造の耐荷機構は従来のループ継手の付着力と支圧力の荷重負担率とは異なるものの、ビニロン短繊維とアラミドロッドが割裂力に抵抗することによって従来型と同程度の耐力やひび割れ抵抗を期待できる。

4. まとめ

本研究では、PCa床版の接合部を対象とし、ループ継手の接合幅、アラミドロッドの配置位置や接合部材料が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. PCa床版の接合部にVFRCを用い、配力鉄筋に代えてアラミドロッドを配置することで、ループ鉄筋から生じる割裂力に抵抗し割裂ひび割れを抑制できた。
2. 今回検討したアラミドロッドの配置位置の違いによる最大荷重、損傷状況、付着力、支圧力への影響はほとんどない。
3. 提案構造の抵抗機構は、従来のループ継手とは付着力と支圧力の割合が異なるが、割裂力に抵抗することで、従来型と同程度の耐力やひび割れ抵抗を期待できる。

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) 馬場翔太郎, 藤倉修一, 植木星吾, 村井弘恭: ループ継手によるPCa床版の狭い接合部に着目した引張要素実験, プレストレストコンクリート工学会 第30回シンポジウム論文集, pp.453-456, 2021.10.