

プレキャスト部材の継手部に用いるコンクリートに関する基礎的研究

九州大学 学生会員 ○立花 栄大 九州大学大学院 正会員 畠山 繁忠
 (株) 富士ピー・エス 正会員 徳光 卓 (株) 富士ピー・エス 正会員 松下 拓樹
 (株) 富士ピー・エス 正会員 杉江 匡紀

1. はじめに

近年、損傷した床版を急速施工が可能なプレキャスト床版に取り換えるなど、コンクリート部材のプレキャスト（以下 PCa）化がすすめられている。プレキャスト化を進める中で課題として挙げられるのが PCa 部材の継手部の施工性および耐久性である。継手部は配筋が複雑、かつ高密度となりがちであり、鉄筋組立やコンクリートの締固めの施工性が低下するだけでなく、施工品質に課題が残る。また、PCa 部材の継手部は継目部の目開きが生じやすく、そこから侵入した水の作用等により耐久性の低下が懸念される。そこで本研究では上記課題を解決できる新たな継手構造の開発を目標とした。まずは、継手部の配筋量の減量、継手長の短縮および耐久性の向上が期待される鋼繊維補強高強度フライアッシュコンクリートを用いた場合の鉄筋の付着特性を調査した。

2. 試験概要および結果

鋼繊維補強高強度 FA コンクリートの基礎的物性を把握するため、圧縮試験、割裂引張試験、曲げ試験を行った。また、継手部の配筋量の減量の検討を目的として付着強度試験を実施した。

2.1 試験体要因

各試験体の使用材料を表-1 に、試験に用いたコンクリートおよびモルタルの配合表を表-2 に示す。表-2 中の con-30-0.5 とは繊維長 30mm、繊維混入率 0.5% の高強度フライアッシュコンクリートを示す。圧縮強度、割裂引張強度試験は $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の円柱試験体を、曲げ強度試験は $100 \times 100 \times 400\text{mm}$ の角柱試験体を使用した。付着強度試験は土木学会基準 JSCE-G503-2013¹⁾ を参考に $100 \times 100 \times 100\text{mm}$ の試験体を作製した。圧縮強度、割裂引張強度

表-1 使用材料

種類	記号	密度 (g/cm ³)	備考
水	W	1.00	地下水
セメント	H	3.14	早強ポルトランドセメント
混和材	FA	2.28	フライアッシュⅡ種
膨張剤	E	2.89	カルシウムサルフォアルミネート系
粗骨材	G	2.66	砕石2005 (吸水率: 0.73, 粗粒率: 6.70)
細骨材(1)	S1	2.61	除塩海砂 (吸水率: 1.12%, 粗粒率: 2.16)
細骨材(2)	S2	2.68	硬質砂岩 砕砂 (吸水率: 0.86%, 粗粒率: 2.73)
混和剤	SP	1.05	ポリカルボン酸系高性能減水剤
消泡剤	RE	1.07	空気量調整剤
鋼繊維	SF	7.85	汎用品、束状

表-2 配合表

配合名	W/B (%)	単位量 (kg/m ³)										付着強度試験体の補強方法
		W	H	FA	E	S1	S2	G	SP	RE	SF	
con-無	28	170	456	121	30	629	646	319	13.96	2.43	0	らせん鉄筋
con-60-0.5											39.25	鋼繊維(繊維長60mmを0.5%混入)
con-30-0.5											39.25	鋼繊維(繊維長30mmを0.5%混入)
con-30-1.0											78.50	鋼繊維(繊維長30mmを1.0%混入)
con-30-1.5											117.75	鋼繊維(繊維長30mmを1.5%混入)
mor-無	28	190	513	136	30	728	748	0	16.98	2.72	0	らせん鉄筋
mor-30-0.5											39.25	鋼繊維(繊維長30mmを0.5%混入)
mor-30-1.0											78.50	鋼繊維(繊維長30mmを1.0%混入)
mor-30-1.5											117.75	鋼繊維(繊維長30mmを1.5%混入)

※…Bは混和材を示し、HとFAとEの合計とする。

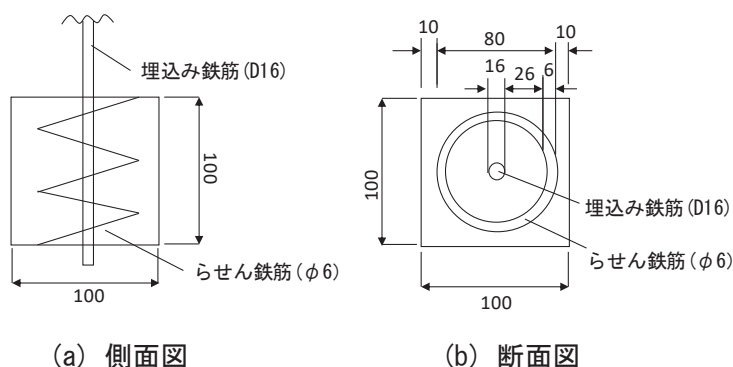


図-1 付着強度試験体概要図

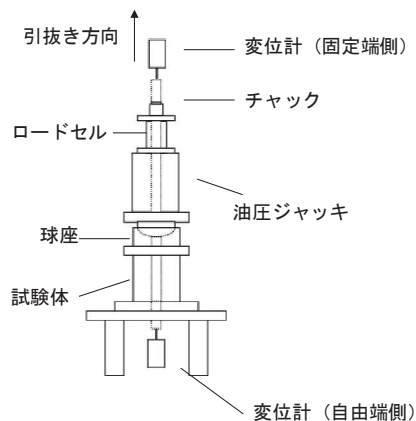


図-2 付着強度試験概要図

および曲げ強度試験体は各配合 3 体ずつ、付着強度試験体は各配合 4 体ずつ作製した。付着強度試験体概要図を図-1 に示す。要因は継試験体の補強方法、繊維長および繊維混入率の 3 つをパラメーターとした。鉄筋は D16 異形鉄筋 (SD345) を使用し、定着長は 64mm (4 ϕ) とした。また、予備試験の結果、付着強度試験時に試験体が割裂破壊を生じることを確認したため、鋼繊維を混入しない試験体はらせん鉄筋 (普通丸鋼: SR295, ϕ 6) による補強を行った。図-2 に付着強度試験概要図を示す。試験時には鉄筋の両端に変位計を設置し、各試験体の鉄筋の引抜き量を計測した。

2.2 試験結果

表-3 に各試験体の圧縮、割裂引張、曲げ強度試験の最大荷重一覧を示す。圧縮強度試験では con-無のみ 90N/mm² を下回ったが、各配合間において繊維の有無による明確な差異は見られなかった。一方で、割裂引張強度、曲げ強度試験では繊維の有無により強度に明確な差が生じた。割裂引張強度試験では繊維を混入した配合は繊維無しのものと比較して 1.6~2.3 倍、曲げ強度試験では 1.0~1.4 倍程度となり、コンクリート、モルタルともに繊維混入量が増加するにつれ割裂引張、曲げ強度が向上した。コンクリートとモルタルを比較すると、圧縮および割裂引張強度は同水準の繊維混入量では、いずれも同程度の強度となったが、曲げ強度ではモルタルの方がコンクリートよりも 10% 程度曲げ強度が向上した。これは粗骨材が存在しない分、曲げひび割れ発生位置において鋼繊維の架橋効果が有効に作用したと考えられる。

付着強度試験より得られた各配合の代表的な荷重-自由端側鉄筋変位関係を図-3 および図-4 に示す。図-3 よりコンクリートは鋼繊維の混入量が大きくなるにつれて鉄筋の引抜開始荷重が高くなり、鋼繊維の混入による鉄筋の引抜きに対する抵抗性の向上が確認できた。鋼繊維を混入したものとらせん鉄筋で補強したものと比較すると、con-30-0.5 以外の配合においては、鋼繊維を混入したものがらせん鉄筋で補強したものの以上の引抜き抵抗性を示した。図-4 より、モルタルにおいてはコンクリートに比べ各配合間での明確な差異は確認できなかったが、鋼繊維を混入することで、らせん鉄筋で補強したものと同等の引抜き抵抗性を示した。

付着強度試験では、con-30-0.5 および mor-30-0.5 はそれぞれ一体ずつ割裂破壊が生じたが、ほとんどの試験体が鉄筋の降伏荷重に達したため、試験の安全性を考慮して途中除荷した。コンクリート試験体は繊維混入率が 1.0% を超えたものは 4 つの試験体全てにおいて、ひび割れを生じず鉄筋の降伏を迎えた。一方、モルタル試験体は繊維混入率が増加しても各配合につき 1 つは側面までひび割れが達するものがあつた。これはモルタルと鉄筋の付着がより密であったため、コンクリートに比べ節からの支圧力の影響をより受けたものによると考えられる。

3. 結論

高強度 FA コンクリートおよびモルタルにおいても割裂引張強度および曲げ強度については、既往の知見²⁾同様に鋼繊維による補強効果が確認できた。また、付着強度試験より 30-0.5 を除く配合ではコンクリートはらせん鉄筋以上の引抜き抵抗性が確認され、モルタルにおいてもらせん鉄筋と同等の引き抜き抵抗性が確認できた。このことから、PCa 部材の打継部へ繊維を混入した高強度コンクリートまたはモルタルを適用することで、打継部の配筋量を減量できる可能性が示された。今後は打継目を設けた RC 梁の曲げ試験を行い、詳細な検討を行う予定である。

参考文献

- 1) コンクリート標準示方書, 2013 年制定, 基準編, 土木学会基準および関連基準
- 2) 繊維補強コンクリートの構造利用研究小委員会成果報告書, 土木学会コンクリート技術シリーズ 106, 2015

表-3 最大荷重一覧

配合名	スランプ フロー (cm)	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)
con-無	76×71	85.9	3.8	8.9
con-60-0.5	72×73	92.3	6.5	13.9
con-30-0.5	75×76	90.9	5.8	10.4
con-30-1.0	76×75	92.8	6.8	12.1
con-30-1.5	68×65.5	92.9	8.4	13.9
mor-無	55×54	91.8	3.7	12
mor-30-0.5	56×55	93.9	5.9	12.1
mor-30-1.0	59×56	90.3	6.9	15.6
mor-30-1.5	67×65	91.8	8.5	16.5

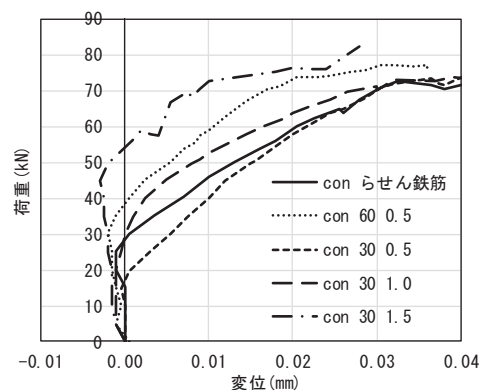


図-3 各配合の代表的な荷重-変位
(コンクリート)

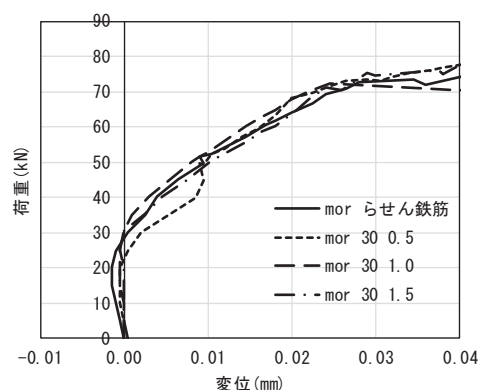


図-4 各配合の代表的な荷重-変位
(モルタル)