

引抜き試験による鉄筋と鋼繊維補強コンクリートとの付着性状評価

福島工業高等専門学校 学生会員 ○大和田 莉子
 福島工業高等専門学校 正会員 緑川 猛彦
 (株) 富士ピー・エス 正会員 徳光 卓
 (株) 富士ピー・エス 正会員 杉江 匡紀

1. はじめに

プレキャスト部材の RC 重ね継手部は、鉄筋のラップ長の確保のため隣接する部材の双方から伸びた鉄筋が重なる構造となる。さらに、割裂防止やせん断抵抗性の確保のための配力筋が配置されることから、鉄筋配置が過密になりコンクリートの打設や締め固めが困難になることがある。本研究では、打継部の中詰めコンクリートに鋼繊維補強コンクリートを適用することで、コンクリート材料面から鉄筋の抜出しの防止と継手部鉄筋の定着長の短縮を図ることを目的としている。特に本範囲内では、鉄筋と鋼繊維補強コンクリートとの付着性状について、コンクリート強度や鋼繊維混入率をパラメータとして実験的に検討した。

2. 実験概要

使用材料は、早強ポルトランドセメント ($\rho_c=3.14\text{g/cm}^3$)、細骨材 (山砂, $\rho_s=2.56\text{g/cm}^3$, F.M.=2.88), 粗骨材 (陸砂利, $\rho_g=2.68\text{g/cm}^3$, $G_{\max}=20\text{mm}$), 鋼繊維 (長さ 30mm, 直径 0.55mm, アスペクト比 55), 鉄筋 (SD295A, D16) を用いた。実験の組合せは、コンクリートの設計基準強度を 3 水準 (24, 30, 50N/mm²), 鋼繊維混入率を 4 水準 (0, 0.5, 1.0, 1.5%) の全部で 12 パターンとした。

供試体作製後、圧縮強度試験および割裂引張強度試験を実施すると共に、JSCE G503「引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法」¹⁾に準拠し試験を行った。鉄筋のすべり量はダイヤルゲージにより測定し、試験開始後から 1 秒毎に自動計測した。

3. 結果および考察

3.1 鋼繊維混入率と割裂引張強度

図-1 に鋼繊維混入率と強度比との関係を示す。強度比とは、測定された割裂引張強度を圧縮強度で除し単位圧縮強度に対する割裂引張強度の割合を示したものである。コンクリートの割裂引張強度は設計基準強度が大きくなるほど増加することから、鋼繊維自体が割裂引張強度に及ぼす効果を検討するために計算したものである。

図-1 より、鋼繊維混入率を増加すると全てのケースにおいて割裂強度は増加するものの、その効果は設計基準強度が低いコンクリートほど高くなる、言い換えれば、鋼繊維の混入は低強度のコンクリートほど効果が高いことが明らかになった。

3.2 付着応力-自由端変位曲線

鉄筋の引抜き試験から得られた付着応力-自由端変位曲線を図-2(a)から図-2(c)に示す。設計基準強度が低い(a)では鋼繊維混入率 0%において供試体の割裂破壊が生じているものの、それ以外の混入率では引き抜け破壊となり全体的に引き抜け破壊が卓越する結果と

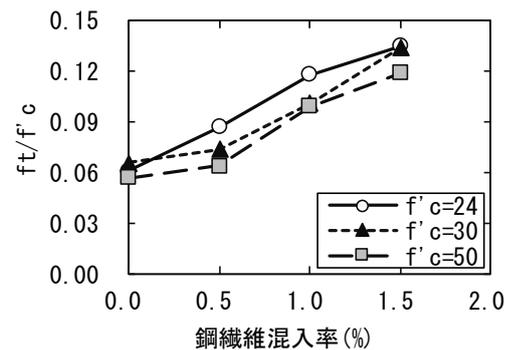


図-1 鋼繊維混入率と強度比との関係

表-1 コンクリートの配合

f'ck	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						Slump (cm)	Air (%)	f'c
			W	C	S	G	SP	AE			
24	60	46.4	160.0	274.0	818.0	989.0	2.7	2.2	14.3	5.4	34.3
30	50	44.4	159.0	329.0	763.0	1001.0	3.3	2.6	8.5	4.9	44.3
50	35	41.4	156.0	470.0	664.0	984.0	4.7	3.8	15.0	3.6	52.4

キーワード 定着長, 鋼繊維補強コンクリート, 設計基準強度, 繊維混入率, 最大付着強度
 連絡先 〒970-8034 いわき市平上荒川字長尾 30 福島工業高等専門学校 TEL0246-46-0835

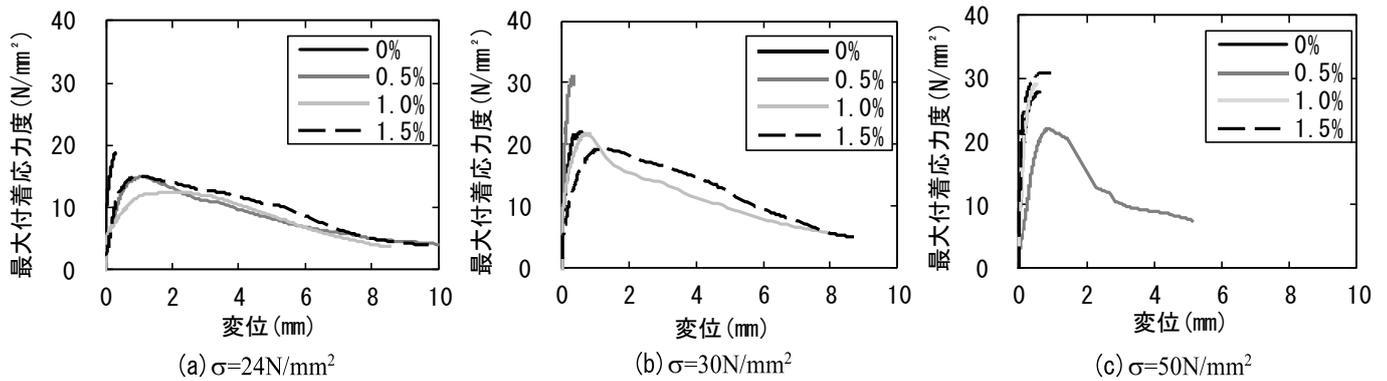


図-2 付着応力-自由端変位曲線

なった。一方、設計基準強度が高い(c)では、鋼繊維混入率 0.5%で引抜け破壊が生じているものの、それ以外の混入率では割裂破壊となり全体的に割裂破壊が卓越する結果となった。これらの破壊性状の違いは、コンクリートのせん断強度と割裂引張強度とのバランスで決定されると考えられ、相対的にコンクリートのせん断強度が低いと鉄筋の節間にあるコンクリートのせん断すべりにより引き抜け破壊が生じ、反対に割裂強度が低いとリングテンションに耐えきれず供試体は割裂破壊を生じることになる。

3.3 鋼繊維混入率と最大付着強度

図-3 に鋼繊維混入率と最大付着強度との関係を示す。設計基準強度が低い $\sigma=24\text{N/mm}^2$ および $\sigma=30\text{N/mm}^2$ のケースでは、鋼繊維混入により割裂引張強度が増加しているにもかかわらず最大付着強度は改善しない結果となった。一方、設計基準強度の高い $\sigma=50\text{N/mm}^2$ のケースでは、鋼繊維混入量を増加することにより最大付着強度が大幅に増加している。これは、圧縮強度が低い供試体では鋼繊維の混入により割裂引張強度が改善するものの、これにより相対的にコンクリートのせん断強度が低くなることで引き抜け破壊が生じるためである。一方、圧縮強度が高い供試体ではもともとせん断強度が高く、相対的に割裂引張強度が低いことから、鋼繊維の混入により割裂引張強度が改善され付着強度が増加したことによる。以上のことから、鋼繊維混入による鉄筋とコンクリートの付着強度を増加させるためには、コンクリートがせん断すべりを生じない程度の強度を有することが第一義であり、その上で鋼繊維の混入により割裂引張強度を増加させれば良いものと考えられる。一方、設計基準強度が低いコンクリートへの鋼繊維混入は、割裂引張強度の改善効果が高い(図-1)ことから相対的にせん断強度が低くなることに注意が必要である。

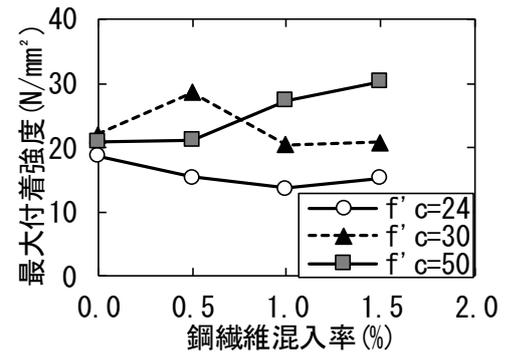


図-3 鋼繊維混入率と最大付着強度

4. おわりに

本研究では、打継部の中詰めコンクリートに鋼繊維補強コンクリートを適用することで、コンクリート材料面から鉄筋の抜出しの防止と継手部鉄筋の定着長の短縮を図ることを目的とし、コンクリート強度や鋼繊維混入率をパラメータとして鉄筋と鋼繊維補強コンクリートとの付着性状について実験的に検討した。本研究範囲内で以下の知見が明らかになった。

- (1)コンクリートへの鋼繊維混入率が高くなるほど割裂引張強度は高くなるが、その効果は強度の低いコンクリートほど高い。
- (2)付着応力-自由端変位曲線には引き抜け破壊と割裂破壊の2パターンがあり、破壊パターンはコンクリートのせん断強度と割裂引張強度のバランスで決定される。
- (3)鋼繊維混入により鉄筋とコンクリートとの付着強度を増加させるためには、コンクリートがせん断すべりを生じない程度の強度を有することが第一義であり、その上で鋼繊維の混入により割裂引張強度を増加させれば良いものと考えられる。

【参考文献】

- 1) 土木学会：引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法 (JSCE-G503-2013), 2018年制定コンクリート標準示方書【規準編】