

立命館大学理工学部 正員 児島孝之 正員 高木宣章
立命館大学大学院 学生員 水田崇志 学生員○加藤博文
（協）ピーエス 正員 崎山義之

1. はじめに

プレテンションPC部材においては、コンクリートと緊張材の付着によってプレストレスが導入される。したがって、連続繊維棒材をコンクリートの補強材もしくは緊張材として使用する時には、コンクリートとの付着性能が重要な問題となる。本研究は、はり部材を想定して、水平打ち供試体の引抜き試験を行い、連続繊維棒材の種類が付着性状に及ぼす影響について検討を行ったものである。

2. 実験概要

実験計画を表-1に示す。試験棒材として、φ8mmの組紐状アラミド繊維棒材、φ7.5mmのより線状炭素繊維棒材および比較用としてφ7mmのPC鋼線(SWPD1)を使用した。これらの形状を写真-1に示す。配合は表-2に示す2種類を使用し、配合Ⅰでは早強ポルトランドセメントを、配合Ⅱでは超早強ポルトランドセメントを使用した。供試体は、型枠(15x15x30cm)の上下に一本ずつ試験棒材を水平に配置して(上試験棒材、下試験棒材と称す)作製した。供試体寸法は一辺15cmの無筋の立方体で、付着長は15cmとした。配合Ⅰのスランブは15cm程度であり、比較的ブリージング量は大きく、試験時における圧縮強度は約660kgf/cm²であった。配合Ⅱは硬化が早かったため、スランブは測定していないが、ブリージング量は非常に少なく、試験時における圧縮強度は約800kgf/cm²であった。

試験方法は、JIS原案「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(案)」に準じた。載荷方法を図-1に示す。すべり量の測定位置は自由端とし、引抜き試験は、すべり量が約5mmに達するまで行った。また、付着応力度の計算には次式を用いた。

$$\tau = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot D \cdot l}$$

ここに、 τ :付着応力度(kgf/cm²)
P:引張荷重(kgf)
D:試験棒材の公称直径(cm)

3. 実験結果および考察

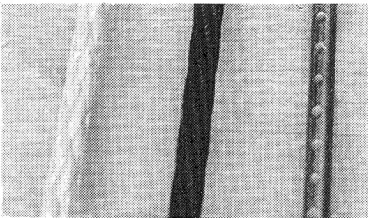
各試験棒材の引抜き試験結果を表-3および図-2に示す。また、代表的な付着応力度-すべり量の関係を図-3に示す。組紐状アラミド

表-1 実験計画

要因	概要
試験材の種類	組紐状アラミド繊維棒材φ8mm より線状炭素繊維棒材φ7.5mm PC鋼線φ7mm(SWPD1)
配合	ブリージング量の異なる2種類
試験材の位置	底面から7.5cm、22.5cmの2種類

表-2 コンクリートの示方配合

配合	W/C (%)	S/a (%)	単位量(kg/m ³)				
			W	C	S	G	混和剤
I	44	49	176	400	856	925	4.8 Cx1.2%
II	40	46	176	440	788	954	8.0 Cx2.0%



組紐状 アラミド より線状 炭素 PC鋼線 (SWPD1)
写真-1 試験棒材の形状

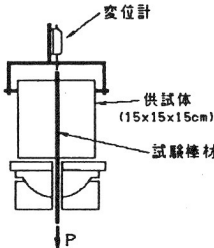


図-1 載荷方法

表-3 引抜き試験結果 (単位:kgf/cm²)

配合	試験材の位置	試験材の種類	下記すべり時の付着応力度			付着強度
			0.025mm	0.25mm	2.5mm	
Ⅰ	下	アラミド	29	78	139	140
		PC鋼線	32	59	91	96
		炭素	93	-	-	102
	上	アラミド	17	22	85	97
		PC鋼線	16	30	38	46
		炭素	49	-	-	55
Ⅱ	下	アラミド	31	92	153	154
		PC鋼線	28	66	82	88
	上	アラミド	30	88	143	144
		PC鋼線	34	70	94	98

Takayuki Kojima, Nobuaki Takagi, Yoshiyuki Sakiyama, Takashi Mizuta, Hirofumi Kato

繊維棒材は、付着応力度が小さい段階から抜け出し、その後、すべりの増加と共に付着応力度が増加し、最大付着応力度（以下、付着強度と称す）に達した。このような付着応力度—すべり量の関係は、一般的な異形鉄筋のものと類似していることから、組紐の凹凸は異形鉄筋のふしと同様にすべりに対して有効に抵抗しているものと考えられる。付着強度は試験棒材の表面形状、コンクリート強度、ブリージングに依存し、付着強度の大きいものから順に棒材破断、コンクリート割裂、棒材抜け出しの3つの破壊形式に分けることができる。コンクリート強度が大きくなるにともない、付着強度は増大し、棒材破断により破壊する。この傾向は、付着性状が良好な組紐状アラミド繊維棒材で著しい。しかし、上試験棒材の付着強度はブリージングの影響を受け、配合Ⅰのコンクリートでは、下試験棒材より約30%程度小さかった。上試験棒材の破壊形式は、コンクリート割裂あるいは棒材抜け出しとなるものが多かった。

PC鋼線の付着応力度—すべり量の関係は、組紐状アラミド繊維棒材とほぼ同様の傾向を示すが、表面に凹凸が少ないために組紐状アラミド繊維棒材より付着強度は小さい。PC鋼線は、コンクリート強度が大きくなっても全て棒材抜け出しで破壊しており、組紐状アラミド繊維棒材に比較して、付着性状は劣る。

一方、より線状炭素繊維棒材は、すべての試験棒材がすべり量0.1~0.2mmで付着強度に達した後急激に抜け出し、他の試験棒材とは異なる付着性状を示した。実験に用いたより線状炭素繊維棒材は、各素線の表面に繊維の巻き付けが施しており、抜け出した試験棒材の表面を観察すると、これらの繊維は削られていた。このような付着性状は、粒子を棒材表面に接着させた場合に生ずることから[1]、各素線に巻き付けた繊維が粒子と同様のはたらきをしているものと考えられる。したがって、より線状炭素繊維棒材の付着強度は、各素線に巻き付けられた繊維の摩擦作用による効果の大きいものと考えられる。また、上試験棒材の付着強度は、下試験棒材のものに比べ約50%程度小さくなっており、組紐状アラミド繊維棒材と同様に試験棒材位置の影響が観察された。

4. 結論

- (1)組紐状アラミド繊維棒材の凹凸は、すべりに対して有効に抵抗する。
- (2)より線状炭素繊維棒材の付着性状は、粒子を棒材表面に接着させた場合と同様の挙動を示す。
- (3)水平に配置された棒材の引抜き試験では、ブリージング量が付着性状に大きな影響を及ぼす。

【参考文献】

- [1] 丸山, 伊藤, 西山: 異形加工したFRPロッドの付着特性, コンクリート工学年次論文報告集, 11-1, pp.777~782, 1989

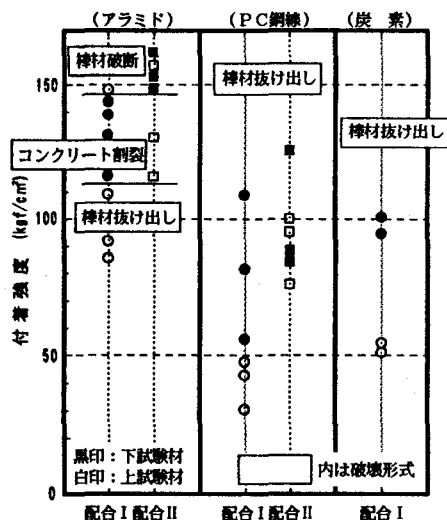


図-2 引抜き試験結果

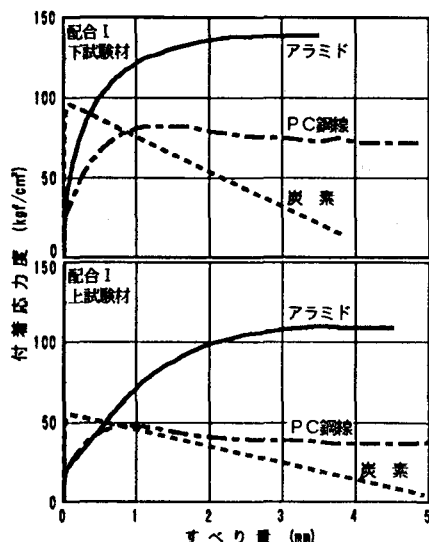


図-3 付着応力度—すべり量の関係