

立命館大学理工学部 正会員 児島 孝之 正会員 高木 宣章
立命館大学大学院 学生員 波田 匡司 学生員 ○井上 真也

1. はじめに

連続繊維棒材をコンクリートの補強材あるいは緊張材として用いる場合には、コンクリートとの付着性状の把握が重要な問題となる。本研究は、はり部材を想定して、横打ち供試体の引抜き試験を行い、連続繊維棒材の種類およびシリカフェームが棒材の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示す。試験材として、組紐状アラミド繊維棒材（径11mm）、より線状炭素繊維棒材（径12.5mm）、比較用としてPC鋼より線（SWPR7A:径12.4）および異形鉄筋D13（SD345:径13mm）を使用した。炭素繊維棒材とPC鋼より線は、7本より線である。試験材の機械的性質およびコンクリートの示方配合を各々表-2、表-3に示す。付着試験時のコンクリートの圧縮強度がほぼ同じ2種類の配合を使用した。配合Ⅱには、結合材質量に対して内割でシリカフェームを10%混入した。セメントには、早強ポルトランドセメントを使用した。供試体は、試験棒材を水平に配置して作製した。供試体は一辺15cmの立方体で、補強用フープ筋として

組紐状アラミド繊維棒材（径3mm）をピッチ3cmで配筋した。付着長は自由端側から7.5cmとし、荷重端側を鋼管により非付着部とした。目標スランプは、配合Ⅰで10±2cm、配合Ⅱで18±2cmである。試験時のコンクリートの圧縮強度は、配合Ⅰ・Ⅱで各々660kgf/cm²、650kgf/cm²、空気量は両配合とも2±1%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。

すべり量の測定位置は自由端とし、平均付着応力度の計算には次式を用いた。

$$\tau = \frac{P}{\pi \cdot D \cdot L}$$

ここに、 τ :平均付着応力度(kgf/cm²)
P:引張荷重(kgf)
D:試験棒材の公称直径(cm)
L:付着長(7.5cm)

3. 実験結果および考察

引抜き試験結果を表-4と図-1に、平均付着応力度-すべり量

Takayuki KOJIMA, Nobuaki TAKAGI, Masashi HADA, Shinya INOUE

表-1 実験計画

試験材の種類	組紐状アラミド繊維棒材		φ11.0
	より線状炭素繊維棒材		φ12.5
	PC鋼より線(SWPR7A)		φ12.4
コンクリートの配合	異形鉄筋D13(SD345)		φ13.0
	2水準	I	W/(C+SF)=44%, SF=0%
		II	W/(C+SF)=57%, SF=10%
試験材の位置	底面から7.5cm、22.5cmの2種類		

SF:シリカフェーム

表-2 試験材の機械的性質

	アラミド	炭素	PC	鉄筋
呼び径(mm)	11.0	12.5	12.4	13.0
引張耐力(tf)	13.1	16.6	17.6	4.4
引張強度(kgf/cm ²)	14600	21800	15900	3500
弾性係数(kgf/cm ²)	692000	1420000	1980000	2100000

表-3 コンクリートの示方配合

配合	W/(C+SF)(%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)						
			W	C	SF	S	G	AE減水剤	高性能減水剤
I	44	48.5	174	395	0	863	933	3.95	3.95 (1.0%)
II	57	51.0	174	275	30	931	929	3.95	7.63 (2.5%)

表-4 引抜き試験結果 ():結合材質量に対する百分率

配合	位置	試験材の種類	下記すべり時の付着応力度		最大付着応力度	破壊形式
			0.025mm	0.25mm		
I	下	アラミド	29.0	54.0	117.7	①
		炭素	84.9	119.2	120.3	①
		PC	56.5	66.8	70.2	①
	上	鉄筋	21.2	143.7	137.2	②
		アラミド	23.5	37.6	89.2	①
		炭素	—	—	—	—
II	下	PC	48.3	—	48.3	①
		鉄筋	1.3	26.5	140.5	②
		アラミド	27.8	62.5	121.6	①
	上	炭素	100.2	—	133.8	①
		PC	58.6	66.8	80.5	①
		鉄筋	61.1	—	121.2	②

破壊形式:①棒材抜け出し②降伏

の関係を図-2に示す。異形鉄筋は、本実験での付着長では引抜き試験中に降伏したので、降伏時の付着応力度を最大付着応力度とし、図-2中には降伏時までのすべり量を示した。降伏した異形鉄筋を除外すれば、上試験材の最大付着応力度は下試験材より小さかった。配合ⅠとⅡのコンクリートの圧縮強度はほぼ等しい。コンクリートの圧縮強度が等しくても、シリカフュームの混入により、最大付着応力度は、上・下試験材とも増加した。シリカフュームの混入によりブリージングが著しく減少するので、シリカフュームが最大付着応力度に及ぼす効果は、上試験材の方が顕著である。特に、最大付着応力度の小さいP C鋼より線の場合、シリカフュームの混入により最大付着応力度は約1.6倍に増加した。下試験材の最大付着応力度へのシリカフュームの効果は上試験材に比較して小さく、シリカフュームの混入による増加は3～15%であった。

組紐状アラミド繊維棒材は、異形鉄筋と同様に、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、最大付着応力度に達した[1]。

より線状炭素繊維棒材とP C鋼より線は、組紐状アラミド繊維棒材および異形鉄筋と比較すると、非常に小さいすべり量で最大付着応力度に達した。棒材の集束方法が同じであるために、平均付着応力度—すべり量の関係が同様の傾向になったものと考えられる。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あるために、最大付着応力度は、P C鋼より線よりかなり大きくなった。

シリカフュームの混入効果は平均付着応力度—すべりの関係にも観察された。炭素繊維棒材とP C鋼より線はすべり量が少ないため、シリカフュームの混入より最大付着応力度は増加するが、平均付着応力度—すべり曲線への影響は少なかった。しかし、アラミド繊維棒材と異形鉄筋等のようにすべり量が大きい棒材では、最大付着応力度の増加ばかりでなく、すべり量も小さくなり、付着性能がシリカフュームの混入により大きく改善された。

4. 結論

- (1) コンクリートの圧縮強度がほぼ等しい場合にも、シリカフュームの混入により、棒材の付着性能は大きく改善される。
- (2) シリカフュームの混入による棒材の付着性能の改善効果は、ブリージングの影響を受けやすい箇所にある棒材ほど大きい。

【参考文献】

- [1] 児島他、"連続繊維棒材の付着性状について"、土木学会関西支部年次学術講演会講演概要、V-3-1～2、1994

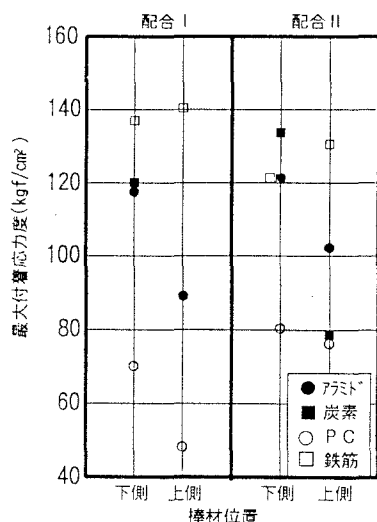


図-1 最大付着応力度

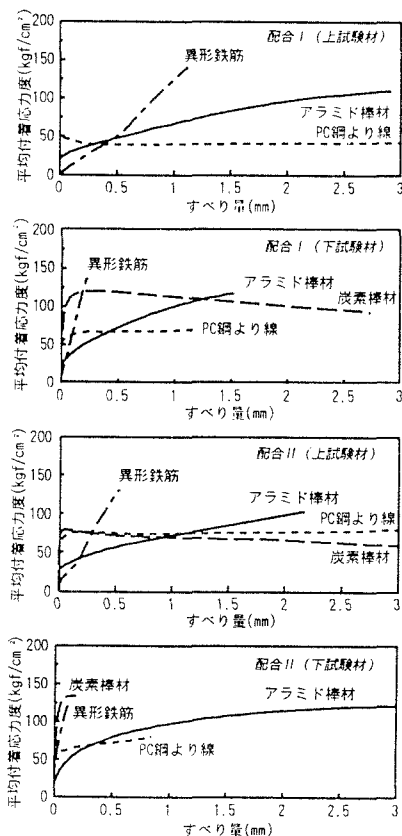


図-2 平均付着応力度—すべり量の関係