

第Ⅴ部門 はり形付着試験法による連続繊維棒材の付着性状の検討

立命館大学理工学部 正会員 児島孝之 立命館大学理工学部 正会員 高木宣章
立命館大学大学院 正会員 岩本 勲 (株)熊谷組 正会員 ○波田匡司
立命館大学大学院 学生員 井上真也 (株)森本組 島田英山

1. はじめに

連続繊維棒材をコンクリート部材の補強材として、特にPC緊張材として実構造物に適用する例が増加している。本研究は、RILEMのはり形付着試験を実施し、プレテンション方式でプレストレスを導入して、連続繊維棒材の付着性状について検討を行った。

2. 実験概要

供試体の一覧を表-1に示す。試験材として、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(7本より)の2種類を使用した。試験材の機械的性質を表-2に示す。付着長は10cm、20cm、40cmの3水準とした。付着長10cmの供試体では、初期緊張力を0%、付着長20cm、40cmの供試体では、初期緊張力を棒材引張強度の50%とした。アラミド繊維棒材については、初期緊張力50%の比較用として、付着長20cm、40cmについて初期緊張力0%の供試体も作製した。供試体寸法および載荷方法を図-1に示す。試験供試体は、左右の15×24×60cmのはり、中央圧縮部の銅製ピンと引張部の金具、引張側の試験材から構成されている。プレストレスを導入するため、供試体中央の棒材位置に金具を配置した。載荷は支持スパン111cm、曲げスパン20cmの対称2点曲げ載荷とした。試験材は、供試体下端から8cm(棒材中心までの距離)の位置に配置した。せん断補強としてD10を5cm間隔で全長に配置した。また、供試体の非付着区間は、φ23mmのシースで付着をなくした。棒材両端部の自由端すべり量を測定するため、供試体両端部にダイヤルゲージを取り付けた。また、棒材の中央のひずみを測定するため、棒材中央にひずみゲージを2枚貼付した。

表-1 供試体の一覧

供試体名	試験材	付着長	緊張力
AF10-0	組紐状 アラミド 繊維棒材	10cm	0
AF20-0		20cm	
AF40-0		40cm	
AF20-5		20cm	
AF40-5	より線状 炭素 繊維棒材	40cm	0.5Pu
CF10-0		10cm	
CF20-5		20cm	
CF40-5		40cm	

Pu: 棒材引張荷重

表-2 試験材の機械的性質

	アラミド	炭素繊維
呼び径(mm)	8.0	7.5
引張耐力(tf)	7.06	7.13
引張強度(kgf/cm ²)	17300	23500
弾性係数(kgf/cm ²)	740000	1420000

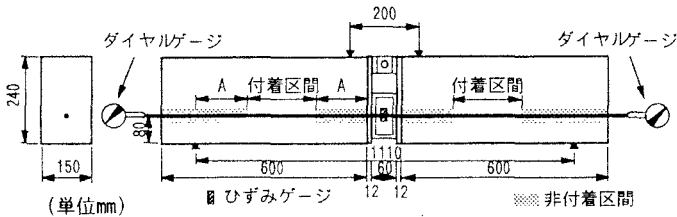


図-1 供試体寸法および載荷方法

3. 実験結果および考察

付着試験結果を表-3に示す。最大付着応力度は、供試体中央の棒材に貼付したひずみゲージの引張ひずみから、付着試験区間全体にわたる平均値として計算した。

付着長10cmのプレストレスを導入していない供試体の荷重とすべりの関係を図-2に示す。アラミド繊維棒材、炭素繊維棒材とも、棒材の抜け出しにより最大耐力に達した。アラミド繊維棒材は、小さい荷重段階から自由端すべりが発生し、荷重の増加にともないすべりが順次増加

表-3 静的付着試験結果

供試体名	すべり出し 荷重(tf)	最大荷重 (tf)	最大荷重時の すべり量(mm)	最大付着 応力度 (kgf/cm ²)	破壊形式	
AF10-0	0.06	1.44	3.01	1.77	56.1	棒材抜け出し
AF20-0	0.24	1.69	3.59	1.79	51.6	棒材抜け出し
AF40-0	1.47	2.52	0.76	2.58	45.1	棒材抜け出し
AF20-5	1.78	3.59	1.46	1.10	56.9*	棒材破断
AF40-5	—	3.76	—	—	67.5*	棒材破断
CF10-0	0.88	1.35	0.04	0.06	82.7	棒材抜け出し
CF20-5	2.34	2.47	0.13	0.06	77.9	棒材抜け出し
CF40-5	—	4.14	—	—	65.4*	棒材破断

付着が完全と仮定した場合の終局曲げ耐力

: アラミド繊維棒材を用いた場合、4.29tf

: 炭素繊維棒材を用いた場合、4.39tf

*: 棒材破断時の値

している。炭素繊維棒材は、荷重が増加しても自由端すべりはほとんど発生せず、ある荷重に達すると急激にすべりが増加して破壊した。

アラミド繊維棒材を用いた供試体の荷重とすべりの関係への付着長とプレストレス導入の影響を図-3に示す。プレストレスの導入にかかわらず、付着長の増加にともないすべり出し荷重は増加し、すべり出し後も付着応力を伝達し荷重は増加する。プレストレスを導入していない供試体では、すべり出し後の荷重とすべりの関係はほぼ同様の傾向を示している。しかし、プレストレスを導入すると、例えば付着長20cmのAF20-5供試体のように、プレストレスを導入していないAF20-0供試体と比較すると、プレストレス導入の影響ですべり出し荷重はさらに増加し、またすべり出しから最大荷重までのすべり量も大きく減少し、棒材破断で供試体は破壊した。付着長が40cmと大きく、さらにプレストレスを導入したAF40-5供試体は、自由端すべりが発生せず、棒材破断で破壊した。

炭素繊維棒材を用いた供試体の荷重とすべりの関係への付着長とプレストレスの影響を図-4に示す。プレストレスの導入により、アラミド繊維棒材と同様に棒材のすべり出し荷重は増加する。しかし、付着長が20cmと比較的小さいCF20-5供試体では、一旦すべり始めると付着応力を伝達することが困難となり、棒材すべり出し荷重から最大荷重までの増加が非常に少なく、棒材抜け出しにより最大荷重に達し、アラミド繊維棒材とは異なる挙動を示した。これは、アラミド繊維棒材と炭素繊維棒材の付着応力の伝達機構が異なるためと考えられる。つまり、アラミド繊維棒材は棒材表面の凹凸が棒材のすべりに対して有効に抵抗して、棒材のかなり広範囲な部分で付着応力を伝達するのに対して、炭素繊維棒材は付着応力が最大に達する部分がすべり、順次付着応力を伝達する部分が少なくなるためと考えられる。CF40-5供試体のように付着長が40cmと長い場合、プレストレスを導入すると自由端すべりが発生せず、棒材破断で破壊した。連続繊維棒材の付着性状は、棒材の種類による付着応力の伝達機構ばかりでなく、付着長およびプレストレスの影響を大きく受けるものと考えられる。

4. 結論

- (1)連続繊維棒材の付着性状は、棒材の種類による付着機構ばかりでなく、付着長およびプレストレスの影響を大きく受けるものと考えられる。
- (2)RILEMのはり形付着試験法は、プレストレスを導入した状態においても、連続繊維棒材の付着性状を検討することができる有効な手段である。

【謝辞】

本実験の供試体作製にあたり、ピーシー橋梁(株)の竹内正喜氏に多大な御協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

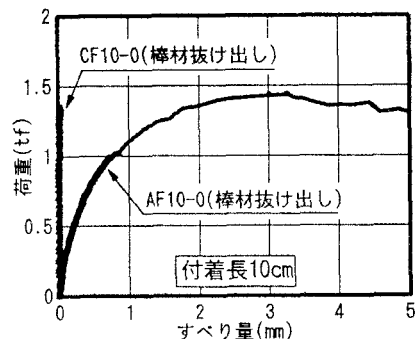


図-2 荷重とすべりの関係

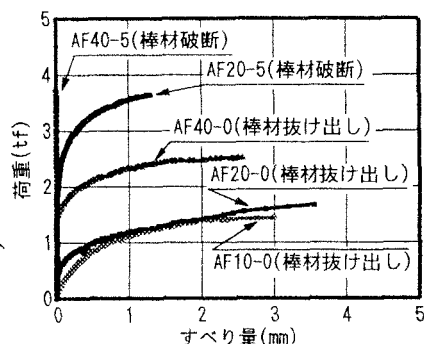


図-3 荷重とすべりの関係

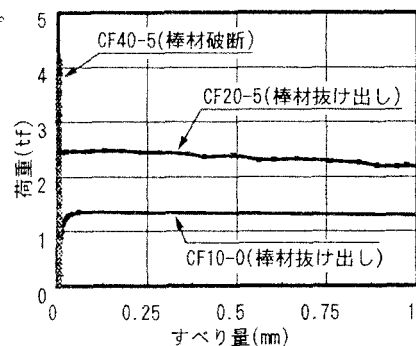


図-4 荷重とすべりの関係