

第V部門 連続繊維棒材の付着疲労

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

近畿コンクリート工業(株)開発部

正会員 岩本 勲

京都府庁

正会員

○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もしくは緊張材として使用するためには、コンクリートとの付着性状が重要な問題となる。本研究では、プレテンションはりを想定し、プレストレスを導入したRILEMのはり型付着試験法を静的載荷試験と疲労載荷試験に適用して、連続繊維棒材の付着性状を試験材の種類、付着長、プレストレスの導入の有無、載荷方法(静的、疲労)を要因に比較検討を行った。

2. 実験概要

供試体の一覧を表-1に示す。

試験材の種類として組紐状アラミド繊維棒材とより線状炭素繊維棒材を使用した。試験材の機械的性質を表-2に示す。付着長は、10cm~40cmの4水準とした。初期緊張力は、棒材引張強度の0%、50%とした。プレストレスはプレテンション方式で導入した。コンクリートの示方配合を表-3に示す。載荷試験時のコンクリートの圧縮強度は約45N/mm²、アラミド繊維棒材の付着長15cmについては約68N/mm²であった。

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、中央圧縮部の鋼製ピンと引張部の金具、試験材から構成されている。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。せん断補強としてD10を7.5cm間隔で全長に配置し、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はダイヤルゲージにより測定し、棒材中央に生じる引張りずみは、ひずみゲージにより測定した。付着疲労試験に先立ち、静的付着試験を実施し、すべり出し荷重、最大荷重を確認した。載荷制御方法は、静的付着試験では変位制御、付着疲労試験では荷重制御とした。疲労試験における上限荷重は、静的試験におけるすべり出し荷重により設定した。下限荷重はいずれも1Nとし、載荷速度は0.5~1Hzとした。

3. 実験結果および考察

静的付着試験時の最大荷重と付着長の関係を図-2に示す。アラミド繊維棒材では、付着長がある程度長くなると、プレストレスの導入により供試体の破壊形式は棒材抜け出しから棒材破断に変化し、それに伴い最大荷重は増加した。しかし、炭素繊維棒材では、プレストレスの導入によるこのような効果は観察されなかった。これは、プレストレス導入時に棒材の表面形状と弾性係数が影響を及ぼしているものと考えられる。

Takayuki KOJIMA, Nobuaki TAKAGI, Kaoru IWAMOTO, Shinya INOUE

表-1 供試体の一覧

供試体名	試験材	付着長	緊張力
AF10-0B	組紐状アラミド繊維棒材	10cm	0
AF15-0A		15cm	
AF20-0B		20cm	
AF40-0B		40cm	
AF15-5A	より線状炭素繊維棒材	15cm	0.5Pu
AF20-5(A,B)		20cm	
AF40-5(A,B)		40cm	
CF10-0B		10cm	
CF15-0A	より線状炭素繊維棒材	15cm	0
CF20-0A		20cm	
CF40-0A		40cm	
CF15-5A		15cm	
CF20-5(A,B)	より線状炭素繊維棒材	20cm	0.5Pu
CF40-5(A,B)		40cm	

Pu: 棒材引張荷重

A, B: 打設日および疲労試験方法が異なる

表-2 試験材の機械的性質

	アラミド	炭素繊維
呼び径(mm)	7.2	7.5
断面積(mm ²)	40.9	30.4
引張耐力(N)	69200	69900
引張強度(N/mm ²)	1700	2300
弾性係数(N/mm ²)	7.25×10^4	13.9×10^4

引張耐力: 実験値を採用

表-3 コンクリートの示方配合

W/C	s/a	単位量(kg/m ³)				混和剤(kg/m ³)
		W	C	S	G	
40	45	165	413	788	1000	4.1 C×1.0%

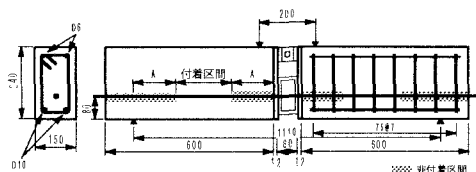
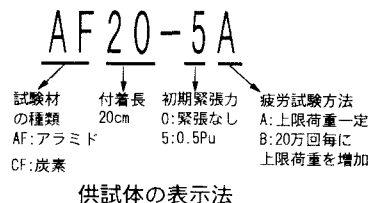


図-1 供試体の形状寸法および載荷条件 (単位:mm)

つまり、使用した棒材の表面形状はアラミド繊維棒材が組紐状であるのに対して炭素繊維棒材はより線状であること、およびアラミド繊維棒材の弾性係数が炭素繊維棒材より小さいために、プレテンション方式でプレストレスを導入するとき、アラミド繊維棒材が炭素繊維棒材より変形しやすくなる。その結果、供試体内での棒材の機械的抵抗が大きくなるためと考えられる。

付着疲労試験結果を表-4に示す。静的付着試験結果および付着疲労試験結果の P/P_u を図-3に、上限荷重比と繰り返し回数の関係を図-4に示す。 P_u は、付着が十分と考えられる付着長40cm供試体の静的最大耐力の実験値である。 P は、静的付着試験時には供試体の最大荷重、付着疲労試験時には上限荷重を示す。アラミド繊維棒材では、付着長40cm供試体の200万回付着疲労強度は65%であり、プレテンション P_C はりの200万回曲げ疲労強度(70%)[1]を少し下回る程度で、破壊形式は共に棒材破断であった。一方、炭素繊維棒材では、200万回付着疲労強度は、プレテンション P_C はりの200万回曲げ疲労強度(85%)[1]よりおおきく低下し、70%であった。しかも、付着長40cm供試体の静的試験あるいはプレテンション P_C はりの曲げ疲労試験時の破壊形式が棒材破断であるのに対して、付着疲労試験時には棒材の抜け出しであった。プレストレスを導入し、静的付着試験で棒材破断により破壊するような付着長を有する供試体であっても、200万回付着疲労強度および破壊形式は、棒材の表面形状、付着長の大きな影響を受ける。

本試験で使用した棒材の呼び径は、アラミド繊維棒材がφ7.2mm、炭素繊維棒材がφ7.5mmである。棒材径の約55倍の付着長(40cm)は、静的付着試験、付着疲労試験、 P_C はりの曲げ疲労試験の破壊形式および200万回疲労試験強度から判断して、アラミド繊維棒材ではほぼ十分な付着を確保できる長さと考えられるが、炭素繊維棒材では不十分である。

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、プレストレス、載荷方法(静的試験法、疲労試験法)の影響を大きく受ける。
- (2)プレテンション方式によるプレストレスの導入は、棒材の表面形状により付着性状に大きな影響を及ぼす。組紐状アラミド繊維棒材は、プレストレスの導入により、すべり出し荷重、最大荷重は増加し、付着長によって破壊形式が変化する。

【参考文献】[1]水田崇志他:連続繊維棒材を緊張材とした P_C はりの水中疲労性状、コンクリート工学年次論文報告集, Vol.17, No. 2, pp.983~pp.988, 1995

【謝辞】本実験の供試体作成にあたり、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。

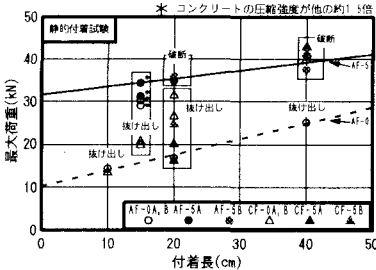


図-2 最大荷重と付着長の関係

表-4 付着疲労試験結果

供試体名	P_u (kN)	P (kN)	上限荷重比 P/P_u (%)	繰り返し回数(回)	破壊形式
AF40-5A	42.6	25.8	60	200万回	S(H)
		27.7	65	200万回	S(H)
		29.8	70	100万回	F(H)
AF40-5B	39.2	23.5	60	0~20万回	F(H)
		27.4	70	~40万回	F(H)
		31.4	80	~45万回	F(H)
AF20-5A	42.6	18.9	44.3	100万回	F(N)
		20.1	47.1	5万回	F(N)
AF20-5B	39.2	13.3	34	0~20万回	F(N)
		14.9	38	~40万回	F(N)
		16.9	43	~52万回	F(N)
AF20-5B	39.2	13.3	34	0~20万回	F(N)
		14.9	38	~40万回	F(N)
		16.9	43	~60万回	F(N)
CF40-5A	44.7	35.8	80	5万回	F(N)
		33.5	75	1.8万回	F(N)
		31.3	70	200万回	S(H)
CF40-5B	43.1	30.2	70	0~20万回	F(N)
		34.5	80	~40万回	F(N)
		38.8	90	~49万回	F(N)
CF20-5B	43.1	17.2	40	0~20万回	F(N)
		19.8	46	~20万回	F(N)
CF20-5B	43.1	17.2	40	0~18万回	F(N)

F:疲労破壊 H:棒材破断 S:200万回後の静的破壊 N:棒材抜け出し

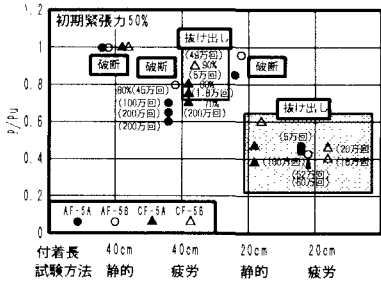


図-3 静的試験および疲労試験の P/P_u

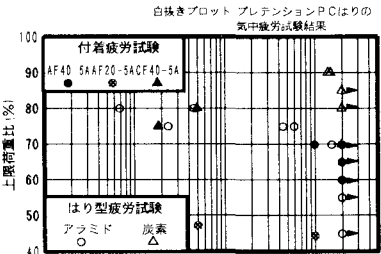


図-4 上限荷重比と繰り返し回数の関係(気中)