

V-424

連続繊維棒材の両引試験法による付着性状の検討

立命館大学大学院 学生員○井上真也 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 (株)熊谷組 正会員 波田匡司

1. はじめに

連続繊維棒材をコンクリートの補強材として適用するための研究が盛んに行われている。連続繊維棒材をプレテンションPC部材の緊張材として使用するときには、特に付着性状が重要な問題となる。本研究は、両引試験により連続繊維棒材のひびわれ分散性および付着性状について検討を行ったものである。

2. 実験概要

実験要因を表-1に示す。試験材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、比較用としてPC鋼より線を使用した。連続繊維棒材は、各々2種類の棒材径を使用した。試験材の機械的性質を表-2に示す。供試体寸法は、タイプAでは50×50×600mm、タイプBでは75×75×900mmである。

表-1 実験要因

棒材名	供試体寸法(mm)	
	タイプA: 50×50×600	タイプB: 75×75×900
組紐状アラミド繊維棒材	φ8 (1.63%)	φ11 (1.60%)
より線状炭素繊維棒材	φ7.5 (1.22%)	φ12.5 (1.35%)
PC鋼より線	—	φ12.4 (1.65%)

()内は、補強筋比(棒材断面積/供試体断面積)を表している。

表-2 棒材の機械的性質

	アラミド φ11.0	炭素 φ12.5	PC鋼より線 φ12.4	アラミド φ8.0	炭素 φ7.5
呼び径(mm)	11.0	12.5	12.4	8.0	7.5
公称断面積(mm ²)	89.7	76.0	92.9	40.8	30.4
引張耐力(tf)	13.1	16.6	17.6	7.06	7.13
引張強度(kgf/cm ²)	14600	21800	15900	17300	23500
弾性係数(kgf/cm ²)	692000	1420000	1980000	740000	1420000
伸び(%)	2.11	1.60	0.80	2.34	1.65

供試体の中央部には、初ひびわれを誘発するためにノッチを設けた。供試体は、全て横打ちとした。コンクリートの水結合材比は44%、単位水量は174kl/m³、セメントに

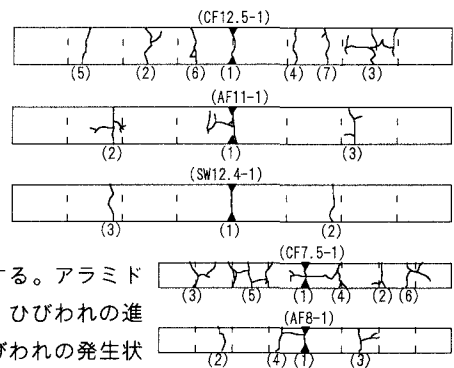
は早強ポルトランドセメントを使用した。打設翌日脱型し、その後は室内散水養生を行い、試験は材令14日に実施した。試験時の圧縮強度は約550kgf/cm²、引張強度は43kgf/cm²であった。

両引試験は、アムスラー式万能試験機により行い、荷重、供試体の伸び、棒材ひずみ、ひびわれ幅を各々ロードセル、変位計、ひずみゲージ、H型変位計(標点50mm)により測定した。試験は、割裂ひびわれが発生し、その後、新たな横ひびわれが発生しなくなるまで行った。PC鋼より線を用いた供試体は、定着部ですべりが生じたため、棒材応力8000kgf/cm²まで両引試験を行った。

3. 実験結果および考察

代表的なひびわれ状況を図-1に、最大ひびわれ間隔を表-3に示す。供試体長さとは棒材径に関わらず供試体中央のノッチ部に棒材に垂直なひびわれ(横ひびわれ)が最初に発生した。2番目あるいは3番目の横ひびわれは、例外はあるものの、供試体をほぼ4等分するあたりに発生した。アラミド繊維棒材とPC鋼より線を用いた供試体では、その後横ひびわれの発生は少ないが、炭素繊維棒材を用いた供試体では、相隣る2つのひびわれ間あるいはひびわれと供試体端部間のほぼ中央あたりに新たなひびわれが順次発生する。更に荷重を増加させていくと、棒材に沿う割裂ひびわれが発生する。アラミド繊維棒材とPC鋼より線を用いた供試体のひびわれの発生位置、ひびわれの進行は、非常によく似た傾向を示す。棒材径が異なっても、ひびわれの発生状況は、ほぼ同じであった。

PC鋼より線と同じ集束方法であるより線状炭素繊維棒材は、PC鋼より線よ



()内の数字は、ひびわれ発生順序

図-1 ひびわれ状況

りひびわれ分散性が優れている。これは、炭素繊維棒材の各素線に繊維が巻き付いてあるため、コンクリートとの付着がPC鋼より線よりも良好であったためと考えられる。

棒材応力と供試体中央部のひびわれ幅の関係を図-2に示す。組紐状アラミド繊維棒材は、棒材応力が1500~1900kgf/cm²の範囲でひびわれが発生し、その後、ひびわれ幅は線形的に増加する傾向が見られた。棒材応力と中央部ひびわれ幅の関係は、供試体間のばらつきがほとんどない。

この関係は、棒材径8mmの時もほぼ同じ傾向にある。より線状炭素繊維棒材(CF12.5)では棒材応力2000kgf/cm²前後でひびわれが発生した。その後の挙動は、組紐状アラミド繊維棒材とは異なり、供試体間のばらつきが大きい結果となった。PC鋼より線では、棒材応力1600~1900kgf/cm²の値でひびわれが発生し、その後の挙動は、より線状炭素繊維棒材と非常に良く似ている。炭素繊維棒材とPC鋼より線は、弾性係数が大きいのでひびわれ幅はアラミド繊維棒材より小さく約50%程度の値であった。

図-3に示すように、データ数は少ないものの、組紐状アラミド繊維棒材、より線状炭素繊維棒材ともに最大ひびわれ間隔は ϕ /補強比に比例して増加している。組紐状アラミド繊維棒材は、棒材径あるいは補強量に関わらず、より線状炭素繊維棒材より最大ひびわれ間隔が大きくなる傾向にある。

図-4に割裂ひびわれ発生時における棒材の平均付着応力度と最大ひびわれ間隔の関係を示す。平均付着応力度は、最大ひびわれ間隔を付着長として求めた。データにばらつきはあるものの、棒材径が大きくなると最大ひびわれ間隔は大きくなり、平均付着応力度は小さくなる。アラミド繊維棒材の最大ひびわれ間隔は、炭素繊維棒材より大きい。しかし、棒材径が小さいときには、アラミド繊維棒材の平均付着応力度は、炭素繊維棒材より大きくなる傾向にあるものの、割裂ひびわれ発生時における平均付着応力度は、棒材径がほぼ同じであれば、両者に大きな差異はない。

4. 結論

1)より線状炭素繊維棒材を用いた供試体のひびわれ分散性は、組紐状アラミド繊維棒材あるいはPC鋼より線を用いた供試体に比較して良好である。

2)組紐状アラミド繊維棒材は、棒材径あるいは補強量に関わらずより線状炭素繊維棒材に比較して最大ひびわれ間隔が大きくなる傾向にある。

表-3 ひびわれ発生時の棒材応力および最大ひびわれ間隔

供試体	初ひびわれ発生時の棒材応力	横ひびわれ発生時の棒材応力	最大ひびわれ間隔(cm) 実測値 平均値	割裂ひびわれ発生時の棒材応力
AF8-1	1471 (8.5)	2819 (16.3)	18.60	5637 (32.6)
AF8-2	1838 (10.6)	3064 (17.7)	18.30	7721 (44.6)
AF8-3	1593 (9.2)	2598 (15.0)	16.50	7230 (41.8)
AF11-1	1616 (11.1)	2174 (14.9)	25.40	3835 (26.3)
AF11-2	1895 (13.0)	2118 (14.5)	25.60	3790 (26.0)
AF11-3	1727 (11.8)	2285 (15.7)	23.70	3021 (20.7)
CF7.5-1	2632 (11.2)	3618 (15.4)	11.20	5428 (23.1)
CF7.5-2	2303 (9.8)	3750 (16.0)	12.60	5230 (22.3)
CF7.5-3	2138 (9.1)	2961 (12.6)	12.50	4441 (18.9)
CF12.5-1	2039 (9.4)	2171 (10.0)	15.40	3684 (16.9)
CF12.5-2	2039 (9.4)	2631 (12.1)	17.70	2829 (13.0)
CF12.5-3	1711 (7.8)	2236 (10.3)	15.30	2697 (12.4)
SW12.4-1	1615 (10.2)	2357 (14.8)	25.25	7643 (48.1)
SW12.4-2	1884 (11.8)	2207 (13.9)	23.70	8019 (50.4)
SW12.4-3	1776 (11.2)	2153 (13.5)	17.15	

初ひびわれ:供試体中央部のノッチ部に最初に発生する横ひびわれ
横ひびわれ:ノッチ部の次に発生する横ひびわれ
()内の数値:(棒材応力/棒材の引張強度) $\times 100(\%)$

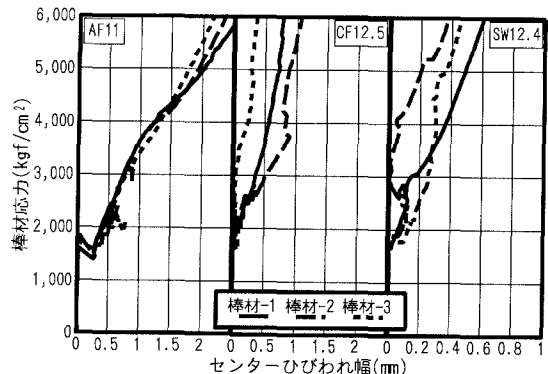


図-2 棒材応力とセンターひびわれ幅の関係

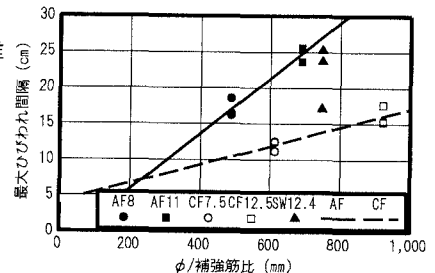


図-3 最大ひびわれ間隔と ϕ /補強比の関係

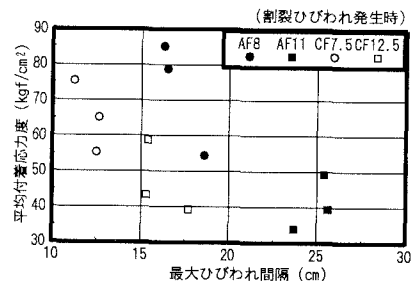


図-4 平均付着応力度と最大ひびわれ間隔の関係