

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
京都府庁 正会員 井上 真也 立命館大学大学院 学生員○中越 貴宣

1. はじめに

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、特に付着性状が重要な問題となる。本研究は、両引き試験法を実施し、連続繊維棒材の付着性状に及ぼすプレストレスの導入の影響について検討を行った。

2. 実験概要

実験計画を表-1に示す。試験材として組紐状アラミド繊維棒材(φ7.2mm, φ11mm)、より線状炭素繊維棒材(φ7.5mm, φ12.5mm)、PC鋼より線(φ12.4mm)を使用した。試験材の機械的性質を表-2に示す。連続繊維棒材を用いた供試体は、プレストレス導入供試体と導入していない供試体を作製した。初期緊張力は棒材引張強度(Pu)の40%もしくは50%とした。供試体は、図-1に示すタイプA(50×50×600mm)、タイプB(75×75×900mm)の2

種類を作製した。供試体中央部には、初ひび割れを誘発するためにノッチを設けた。試験時のコンクリートの圧縮強度は、55～78N/mm²であった。

両引き試験は、アムスラー式万能試験機により行い、荷重、供試体の伸び、棒材のひずみ、供試体中央部のひび割れ幅を各々ロードセル、変位形、ひずみゲージ、パイ型変位形(標点距離50mm)により測定した。ひび割れ観測は、目視により行った。試験は、割裂ひび割れが発生し、その後、新たな横ひび割れが発生しなくなるまで行った。

3. 実験結果および考察

ひび割れ発生時の棒材応力および最大ひび割れ間隔を表-3に、代表的なひび割れ状況を図-2に示す。アラミド繊維棒材、炭素繊維棒材とも最大ひび割れ間隔へのプレストレス導入の影響はほとんどなく、ひび割れ分散性はプレストレスの導入に関わりなくほぼ等しい結果となった。アラミド繊維棒材とPC鋼より線を用いた供試体は、ひび割れの発生位置、ひび割れの進行に非常によく似た傾向を示し、棒材径が相違してもひび割れの発生状

表-1 実験計画

棒材径	タイプA	タイプB
組紐状アラミド繊維棒材	φ7.2 初期緊張力 0%, 50% (1.63%)	φ11 初期緊張力 0%, 40%, 50% (1.60%)
より線状炭素繊維棒材	φ7.5 初期緊張力 0%, 50% (1.22%)	φ12.5 初期緊張力 0%, 40%, 50% (1.35%)
PC鋼より線	φ12.4 初期緊張力 0% (1.65%)	

(): 棒張筋比(棒材断面面積/供試体断面面積)を示す

表-2 試験材の機械的性質

	アラミド φ11.0	炭素 φ12.5	PC鋼より線 φ12.4	アラミド φ7.2	炭素 φ7.5
呼び径(mm)	11.0	12.5	12.4	7.2	7.5
公称断面積(mm ²)	89.7	76.9	92.9	40.9	30.4
引張耐力(kN)	128.4	162.7	172.5	69.2	69.9
引張強度(N/mm ²)	1430	2140	1560	1700	2300
弾性係数(N/mm ²)	67800	139000	194000	72500	139000
伸び(%)	2.11	1.60	0.80	2.34	1.65

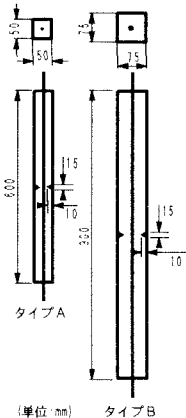


図-1 供試体寸法

表-3 ひび割れ発生時の棒材応力および最大ひび割れ間隔

供試体	初ひびわれ発生時の応力(N/mm ²)	最終ひびわれ発生時の応力(N/mm ²)	最大ひびわれ発生時の間隔(cm)	割裂ひびわれ発生時の応力(N/mm ²)
AF7.2A0-1	147 (8.5)	293 (17.3)	18.6	564 (32.6)
AF7.2A0-2	184 (10.6)	318 (18.7)	16.3	772 (44.6)
AF7.2A0-3	159 (9.2)	293 (17.3)	16.5	723 (41.8)
AF7.2B0-1	440 (25.4)	685 (40.4)	29.0	—
AF7.2B0-2	443 (25.6)	567 (33.4)	24.6	1030 (59.4)
AF7.2B0-3	367 (21.2)	587 (34.6)	24.8	946 (54.7)
AF11B0-1	162 (11.1)	245 (17.1)	25.4	384 (26.3)
AF11B0-2	190 (13.0)	234 (16.4)	25.6	379 (26.0)
AF11B0-3	173 (11.8)	301 (21.0)	23.7	302 (20.7)
AF11B4-1	710 (48.6)	845 (59.0)	23.8	—
CF7.5A0-1	263 (11.2)	543 (23.6)	11.2	543 (23.1)
CF7.5A0-2	230 (9.8)	411 (17.9)	12.6	523 (22.3)
CF7.5A0-3	214 (9.1)	444 (19.3)	12.5	444 (18.9)
CF7.5A5-1	1165 (49.6)	1579 (68.6)	12.3	1447 (61.6)
CF7.5B0-1	563 (23.9)	793 (34.4)	24.6	872 (37.1)
CF7.5B0-2	546 (23.2)	816 (35.4)	23.3	773 (32.9)
CF7.5B0-3	464 (19.7)	957 (41.6)	21.9	—
CF7.5B5-1	1546 (65.8)	1859 (80.7)	27.7	—
CF7.5B5-2	1422 (60.5)	1829 (80.7)	22.7	—
CF7.5B5-3	1553 (66.1)	1829 (80.7)	23.9	—
CF12.5B0-1	204 (9.4)	322 (15.1)	15.4	368 (16.9)
CF12.5B0-2	204 (9.4)	283 (13.2)	17.7	283 (13.0)
CF12.5B0-3	171 (7.8)	270 (12.6)	15.3	270 (12.4)
CF12.5B4-1	991 (45.4)	1109 (51.9)	17.2	1121 (51.4)
CF12.5B4-2	911 (41.8)	1092 (51.1)	19.9	1092 (50.1)
SW12.4B0-1	162 (10.2)	285 (18.3)	25.3	—
SW12.4B0-2	188 (11.8)	248 (15.9)	23.7	764 (48.1)
SW12.4B0-3	178 (11.2)	285 (18.3)	17.2	802 (50.4)

ひびわれ発生時の応力: 各々のひびわれ発生時の棒材応力(荷重/棒材断面面積)
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
(): 内の数値は(棒材応力/棒材の引張強度)×100(%)

況は、ほぼ同じであった。しかし、炭素繊維棒材は、P C鋼より線と同じ集束方法であるにもかかわらず、ひび割れ分散性がP C鋼より線より優れていた。これは、炭素繊維棒材の各素線に繊維が巻き付けてあるため、コンクリートとの付着がP C鋼より線よりも良好であったためと考えられる。

荷重と供試体中央部のひび割れ幅の関係を図-3に示す。供試体断面寸法が同じ初期緊張力0%供試体の初ひび割れ発生荷重は、棒材の種類、棒材径に関わらずほぼ等しい値となった。つまり、初ひび割れの発生は、かぶりコンクリートもしくはコンクリート断面積の影響が大きい。また、プレストレスの導入により、ひび割れ発生荷重が増加し、ひび割れ幅が抑制された。

最大ひび割れ間隔と ϕ /補強筋比の関係を図-4に示す。アラミド繊維棒材を用いた供試体の最大ひび割れ間隔は、供試体断面寸法が同じであれば、棒材径が異なってもほぼ同程度となる傾向にあった。しかし、

一般的には、最大ひび割れ間隔は ϕ /補強筋比にほぼ比例して増加している。アラミド繊維棒材は、棒材径に関わらず、炭素繊維棒材より最大ひび割れ間隔が大きくなる。

初ひび割れ発生時から割裂ひび割れ発生時までの棒材応力の増分を用いた平均付着応力度(τ_s)と最大ひび割れ間隔の関係を図-5に示す。アラミド繊維棒材を用いた供試体の方が大きい τ_s の値を示す。これは、アラミド繊維棒材がもつ機械的な性質によるものと考えられる。

初ひび割れ発生時から最終横ひび割れ発生時までの棒材応力の増分を用いた平均付着応力度(τ_m)と最大ひび割れ間隔の関係を図-6に示す。最終横ひび割れ発生時は、これ以上棒材に垂直な横ひび割れが発生しない定常状態になった段階である。アラミド繊維棒材、炭素繊維棒材ともに最大ひび割れ間隔同様に平均付着応力度へのプレストレスの影響はほとんどない。炭素繊維棒材の平均付着応力度がアラミド繊維棒材より幾分か大きい傾向にあるものの、棒材の種類の著しい影響は観察されなかった。そのため、最大ひび割れ間隔が小さい炭素繊維棒材の方が、アラミド繊維棒材より付着性状が良好と考えられる。

4. まとめ

- (1)ひび割れ分散性および平均付着応力度へのプレストレスの影響は、観察されない。
- (2)炭素繊維棒材は、アラミド繊維棒材に比較して、最大ひび割れ間隔が小さく、付着性状は一般に良好である。

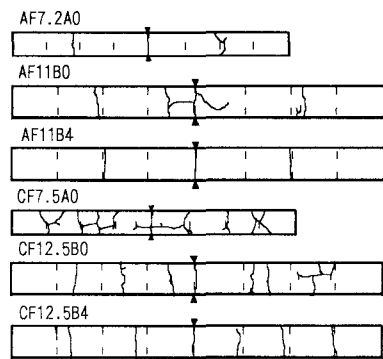


図-2 代表的なひび割れ状況図

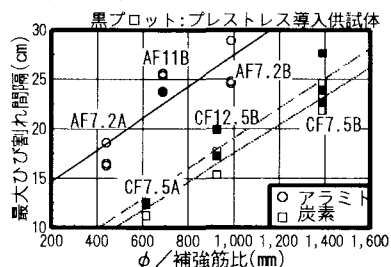


図-4 最大ひび割れ間隔と ϕ /補強筋比の関係

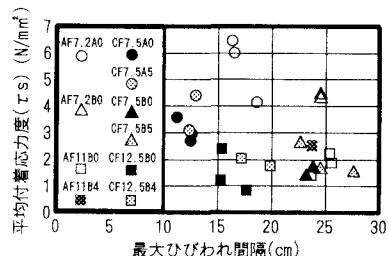


図-5 平均付着応力度(τ_s)と最大ひび割れ間隔の関係

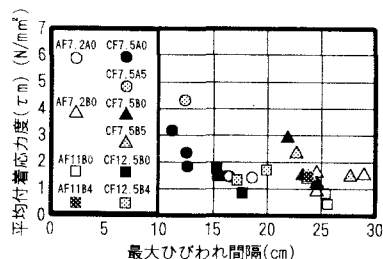


図-6 平均付着応力度(τ_m)と最大ひび割れ間隔の関係