

V-439 連続繊維補強したRC引張部材のひび割れ間隔に関する実験的研究

東燃(株) 吉沢弘之*
茨城大学 呉 智深**

1. はじめに

コンクリート構造部材の引張応力作用部に接着された連続繊維シートの補強効果としては、耐力の向上、剛性の向上、ひび割れの拘束及びその分散効果等が考えられる。RC部材のコンクリートに引張ひび割れが生じた際に、連続繊維シートは鉄筋とともにひび割れ部で荷重を負担し、その荷重を連続繊維シートとコンクリートの界面のせん断力としてコンクリートに伝達する。連続繊維シートに生じる荷重は、ひび割れの開口を拘束し、コンクリートに伝達された応力は、新たな引張ひび割れを生じさせひび割れを分散する。繊維シート補強されたRC部材のひび割れ間隔、ひび割れ幅等の挙動は、非常に基本的な性質であるが、定量的な実験的な検討はほとんど行われていない。そこで本研究では連続繊維シート（炭素繊維シート）を接着したRC供試体を用い、引張荷重を負荷した。この際に鉄筋量、被りコンクリート厚さ、炭素繊維シートの弾性率及び補強量をパラメータとしてコンクリートに生じるひび割れ間隔等に関して実験的な検討を行った。

2. 実験方法概要

図1に示すような正方形断面で長さ500mmのコンクリート中に鉄筋を埋め込んだ、RC供試体の向かい合う2面に炭素繊維シートを貼り付け補強した。供試体の幅 W は100及び67mmとした。供試体中央には予亀裂（幅1mm、深さ5mm）を設けて、ひび割れが供試体中央に発生するようにした。炭素繊維シートは高強度タイプ、高弾性タイプの2種類を用い、鉄筋にはSD295AのD13、D19、D22を使用した。表-1に使用した材料の機械的性質を示し、表-2に試験体の一覧を示す。

炭素繊維シートはディスクサンダーでコンクリート表面の下地ケレンを行った後、プライマーを塗布し、パテで段差等の処理を行った上にエポキシ樹脂で接着した。エポキシ樹脂の養生期間は1週間以上とした。

鉄筋の降伏荷重以上の荷重を供試体に負荷させるために、鉄筋の両端には鉄筋グリップを取り付け、鉄筋グリップ先端に鋼製引張ジグを取り付けた。鋼製ジグの外側のつかみ部は、鉄筋グリップの内側の鉄筋が降伏した後も降伏しないように、十分太いものを使用した。炭素繊維シートの端部は

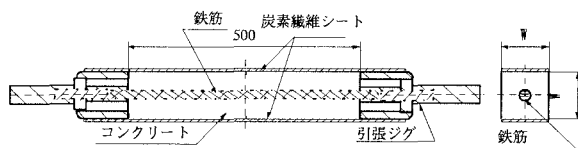


図-1 試験体寸法形状

表-1 使用材料の機械的性質

材料		性質	
炭素繊維シート	高強度タイプ	繊維目付	設計厚さ 0.111 mm
		200g/m ²	ヤング率 230 GPa
			引張強度 4200 MPa
	高弾性タイプ	繊維目付	設計厚さ 0.167 mm
		300g/m ²	ヤング率 230 GPa
			引張強度 4200 MPa
コンクリート	設計基準強度 22.5	セメント	普通*、ポルトランドセメント
		粗骨材	Gmax=20mm
		強度	圧縮強度 f_c' 22.4 MPa
鉄筋	D13, 19, 22	SD295	降伏強度 f_y 350 MPa
			引張強度 f_u 500 MPa

表-2 試験体仕様

	No.	鉄筋	試験片幅、高さ	コンクリート強度	鉄筋比	炭素繊維シート種類	炭素繊維シート目付 g/m^2	炭素繊維シート比 ρ_{cf} %	コメント
無補強	Nr19	D19	100	22.4	2.865	-	-	-	無補強リファレンス
	Nr13-W100	D13	100	22.4	1.267	-	-	-	鉄筋量の影響
	Nr13-W67	D13	66.5	22.4	2.865	-	-	-	かぶり高さの影響
	Nr22	D22	100	22.4	3.871	-	-	-	鉄筋量の影響
炭素繊維シート補強	R19	D19	100	22.4	2.865	高強度	300	0.334	補強リファレンス
	R19-HM	D19	100	22.4	2.865	高弾性	300	0.330	シートヤング率の影響
	R19-3P	D19	100	22.4	2.865	高強度	300×3	1.002	シート積層枚数の影響
	R13-W100	D13	100	22.4	1.267	高強度	300	0.334	鉄筋量の影響
	R13-W67	D13	66.5	22.4	2.865	高強度	200	0.334	かぶり高さの影響
	R22	D22	100	22.4	3.871	高強度	300	0.334	鉄筋量の影響

キーワード：連続繊維シート、ひび割れ間隔、ひび割れ分散効果

* 〒150-0012 渋谷区広尾1-1-39 TEL03-5778-5186 FAX03-5778-5074

** 〒316-0031 日立市中成沢町4-12-1 TEL0294-38-5179 FAX0294-35-8146

鋼製引張ジグに接着し、はく離しないように鋼プレートとボルトで締め付けた。載荷は荷重制御で行い、荷重速度は2500 N/min一定とした。供試体の変形は供試体の両端に取り付けた鋼製ジグの間隔を変位計を用いて測定した。

3. 実験結果

図-2に平均ひび割れ幅と、変位量を供試体長さで除した平均ひずみの関係の例を示す。今回の試験では、炭素繊維シート補強していない無補強リファレンスNr19、及び試験片幅100mmのNr13-W100ではひび割れは載荷初期に中央部で生じただけで、その他のひび割れは平均ひずみが数%の範囲では生じなかった。炭素繊維シート補強した場合にもコンクリートの引張ひび割れの大部分は鉄筋降伏前に生じるが、炭素繊維シート補強したものは、補強していない場合より平均ひび割れ間隔が大幅に小さくなり、炭素繊維シートによるひび割れの分散効果が確認できる。鉄筋降伏前（平均ひずみ0.0015の時点。鉄筋降伏ひずみは約0.00175）の平均ひび割れ間隔を整理したものを図-3に示す。本実験の範囲で炭素繊維シート補強を行った供試体のひび割れ間隔は、平均ひずみが0.0015の時点で(a)鉄筋量を変化、(b)炭素繊維シートの補強量、炭素繊維シートのヤング率を変化、(c)鉄筋のかぶりを変化させたケースともほぼ同一の100mm程度となった。なお、試験は各種類2本ずつ実施したが、ひび割れが生じる平均ひずみには少々ばらつきがあったが、定常状態の平均ひび割れ間隔にほとんど差はなかった。

また、コンクリートのひび割れが分散されるため、コンクリートに生じるひび割れ開口幅も、炭素繊維シート補強した場合には大幅に小さくなることが観察された。

4. まとめ

連続繊維シートで補強したRC引張部材では、無補強のものに比較して、ひび割れ間隔が狭くなり、ひび割れ開口幅も小さくなることが実験的に確認された。

5. 謝辞 有意義なアドバイスをいただきました茨城大学材料研究室 福沢教授及び実験にご協力いただきました茨城大学構造工学研究室 田名部技術官に感謝いたします。

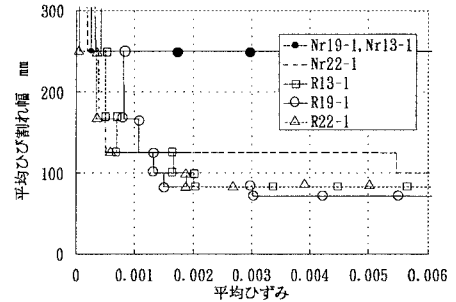
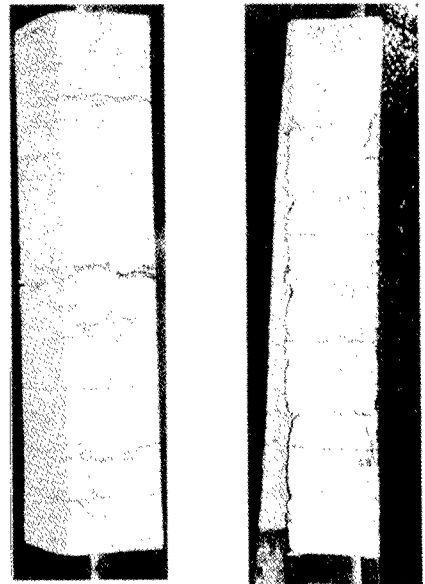


図-2 平均ひび割れ間隔と平均ひずみの関係例



(a)無補強 (b)高強度1層補強
写真-1 ひび割れ状況例 (D19)

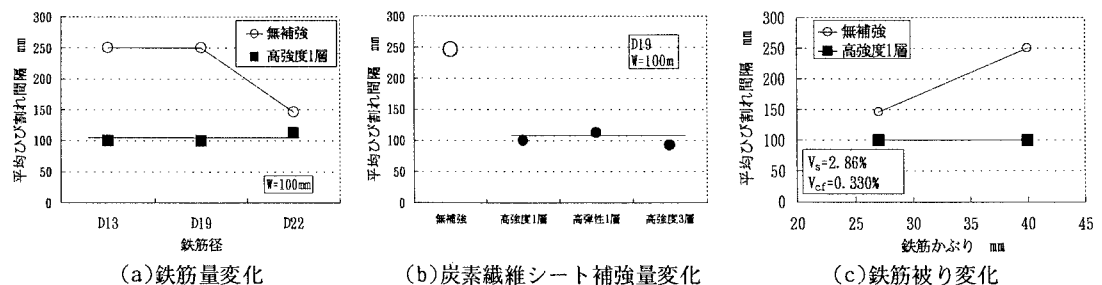


図-3 各種要因での平均ひび割れ間隔