

連続繊維シートで補強された RC 部材の付着割裂強度
(その 3. 逆対称載荷はり型試験体の場合)

豊橋技術科学大学大学院
豊橋技術科学大学
豊橋技術科学大学大学院
呉工業高等専門学校

○熱田 巳記夫
正会員 角 徹三
桶谷 秀人
松野 一成

1. はじめに

前報に引き続き、連続繊維シートの付着割裂破壊抑止効果について述べる。本研究では、実際の梁の大きさに近づけた試験体に、地震荷重である逆対称単調載荷をする実験を行い、研究成果を実際の構造物とリンクさせることを目的としている。

2. 実験概要

試験体の諸元を表 1 に、試験体の配筋例を図 1 に、使用した材料の特性を表 2 に示す。

2.1 試験体

試験体は 8 体で、連続繊維シート補強量をパラメーターとする。試験体断面は全て 20 × 30cm とした。連続繊維シートには炭素とアラミドを用いた。試験体名は、N がシート補強なし、C は炭素、A はアラミドで補強した試験体である。シート補強方法は、図 1 に示すようにストライプ状に貼付し、C-32* のみ試験体全体にシートを貼付した。また、試験体とシートを確実に接着させるため重ね継ぎ手を 100mm 設けた。次に最後の数字は補強したシートの割合を示すもので、08 は $P_{wf} = 0.08\%$ を意味する。

主筋には付着割裂破壊に先行して曲げ破壊が発生するのを防止するため、高強度異形鉄筋を使用し、上・下端に 6 本ずつ配置することで、付着割裂破壊先行断面となるようにした。横補強筋については、1 段目に D10 の普通強度異形鉄筋、2 段目にはせん断破壊を防止するため D10 の高強度異形鉄筋を配置した。スタブ部分には D19 の普通強度異形鉄筋を上下端に 4 本ずつ配し、横補強筋には D10 の普通強度異形鉄筋とした。

使用した連続繊維シートの力学特性、及びコンクリートの配合は、前報(その 1) と同じである。

2.2 実験方法

加力は逆対称単調載荷とした。
試験区間域の部材変形角を両端に取り付けた計測フレームの相対変位より求めた。
主筋、横補強筋及びシートの歪度を測定した。

表 1 試験体諸元

試験体名	シリーズ	断面形状	主筋			横補強筋 (外側)			FRPシート		目標コンクリート強度 (N/mm ²)
			本数・径	降伏応力度 (N/mm ²)		本数・径	横補強筋比 $P_{ws}(\%)$	降伏応力度 (N/mm ²)	巻き方	補強量 $P_{fr}(\%)$	
N	1	200 × 300	(外) 4-D19 (内) 2-D19 (二段配筋)	720	2-D10	0.2	368		なし	無	24.0
C-08									1重巻き	0.08	
C-16									2重巻き	0.16	
A-16	2								2重巻き	0.16	
N									なし	無	
C-32									4重巻き	0.32	
C-32*									全体2重巻き	0.32	
A-32									4重巻き	0.32	

表 2 材料特性

(a) 鉄筋

種類	最大強度 (N/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)
D 19 (主筋)	840	720	2.00×10^5
D 10 (横補強筋外側)	525	368	1.79×10^5
D 10 (横補強筋内側)	1420	1275	

(b) コンクリート

	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	割線弾性係数 (N/mm ²)
1 シリーズ	29.8	2.88	2.39×10^4
2 シリーズ	24.5	2.11	2.16×10^4

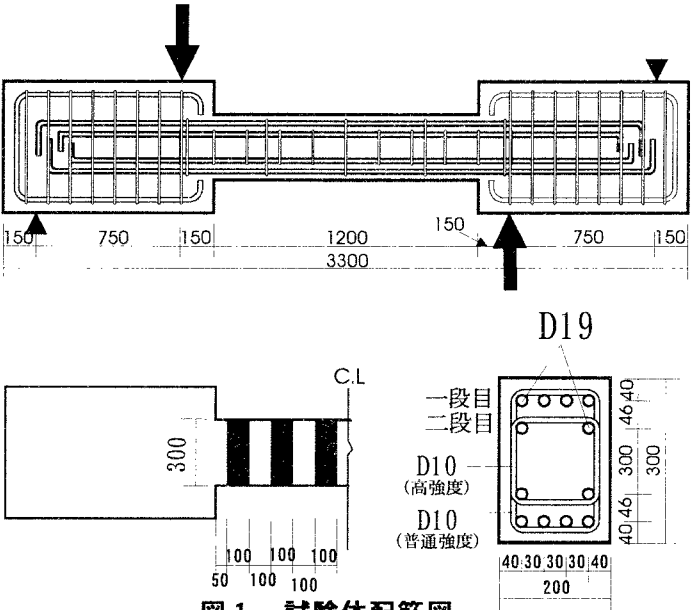


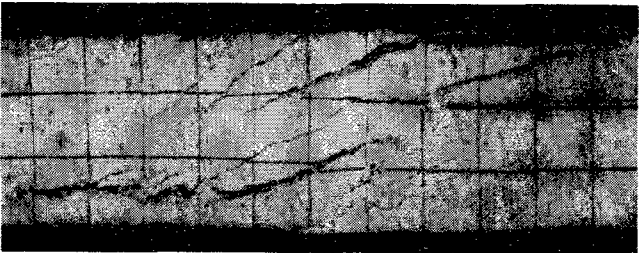
図 1 試験体配筋図

3. 実験結果

3.1 ひび割れ状況

破壊状況の例を写真1に示す。N試験体は、始めせん断ひび割れが生じ、それが付着割裂ひび割れとなる。最終的に主筋に沿ってひび割れが生じる付着割裂によって破壊に至った。C-08試験体は、破壊に至る流れはN試験体と同じであるがシートがコンクリートを拘束して破壊が遅れる。また破壊に至るときシートは破断する。

写真1 最終破壊状況



シリーズ1 N試験体



シリーズ1 C-08試験体

各試験体の破壊形態を表3に示す。

シリーズ1は全て付着割裂破壊となったがシリーズ2ではNの他はせん断破壊となった。

3.2 せん断力-部材変形角関係

図2に全試験体のせん断力-部材変形角関係を示す。C・A試験体はN試験体と比較して40%～80%の耐力の上昇が得られた。初期剛性は全試験体ともほぼ同等であった。シリーズ2のC-32試験体がストライプ状巻き試験体中最も大きい耐力を示した。アラミドで補強された試験体は最大耐力後の耐力低下が小さく、付着割裂破壊に対する靱性能が向上する。しかし、炭素繊維で補強されたものよりは最大せん断力は低下する。巻き方の違いが最大耐力に与える影響を見ると、全体に巻く方が強くなる。しかし、その差は極くわずかである。

表3 実験結果一覧表

試験体	シリーズ	最大せん断力		付着割裂強度				破壊形態
		実験値 (kN)	計算値	実験値		計算値		
			曲げ耐力時せん断力(kN)	隅角筋 (N/mm ²)	中間筋 (N/mm ²)	角・張式 (N/mm ²)	藤井・森田式(N/mm ²)	
N	1	167	353	1.02	1.17	1.56	1.92	付着割裂破壊
C-08		239	296	1.84	2.07	1.59	1.64	付着割裂破壊
C-16		296		2.08	2.63			付着割裂破壊
A-16		257		1.90	2.09			付着割裂破壊
N	2	152	333	0.98	0.83	1.59	1.64	付着割裂破壊
C-32		299	308	2.06	3.51	せん断破壊	試験区間外破壊	せん断破壊
*C-32		308		2.62	4.29			せん断破壊
A-32		267		1.97	2.54			せん断破壊

最大せん断力の実験値は補強量を増やすほど上昇している。しかし、その効果には限度がある。

3.3 付着強度

表3に実験結果の概要を示す。表中、付着割裂強度は最大せん断力時の試験領域の主筋歪分布を直線近似として求めた平均付着応力度である。Nと比較し、C・Aには付着割裂強度増大効果が認められる。またアラミドより炭素の方がその効果は若干優れている。Nでは隅角筋と中間筋の付着割裂強度の差は、ほとんどないがシートを巻くと中間筋の付着割裂強度が隅角筋より大きくなる。また補強量が増えるとそれも増加する。その差は炭素の方がアラミドより大きい。

4. 結果

- (1) 鉄筋コンクリート梁に連続繊維シートを貼付することによって付着割裂強度は増加する。しかし、その増大効果には $P_{wf}=0.16(\%)$ を超えると限界が見られる。
- (2) シートは、全体に巻いた方が補強効果は、若干高い傾向にある。
- (3) 炭素はアラミドより最大耐力上昇効果は優れているが、靱性能はアラミドの方が優れている。

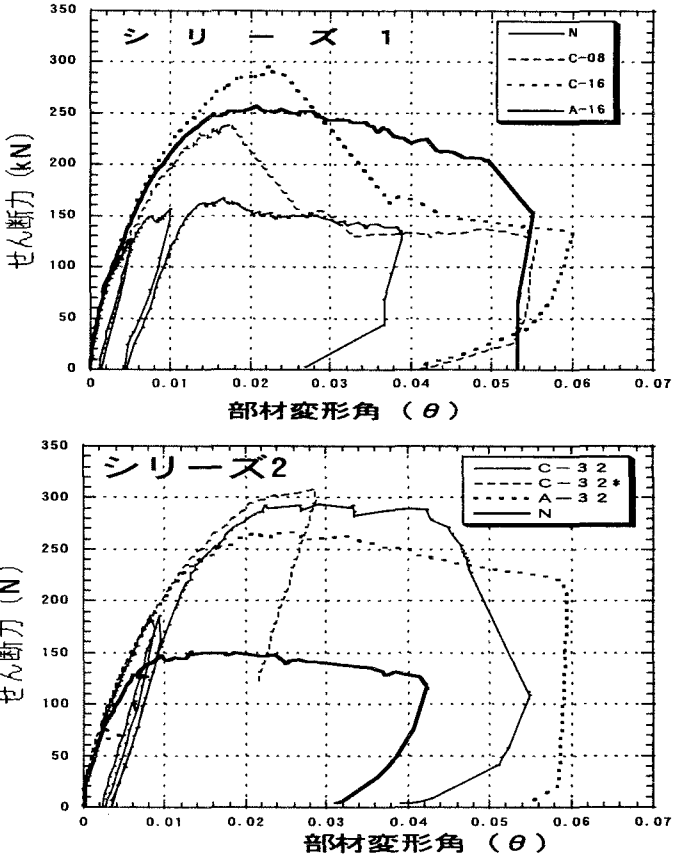


図2 せん断力-部材変形角