

炭素繊維シートで補強された RC 部材の付着割裂耐力
(逆対称繰返し载荷はり型試験体について)

豊橋技術科学大学大学院 学生員 ○田村 冬樹
豊橋技術科学大学 正会員 角 徹三
豊橋技術科学大学大学院 熱田巳記夫
豊橋技術科学大学 秋森 良一

1. はじめに

我が国の都市は高価な資産を大量かつ集中的に保有しており、神戸南部沖地震で壊滅的な被害を受ける事になった。これを教訓に都市を災害から守る為構造物の耐震補強が叫ばれ、現在数々の実験や施工が行われている。本研究はFRPシートによる耐震補強の付着割裂破壊抑止効果に着目し実験を行った。

2. 実験概要

本研究では、繰返し荷重による部材の付着割裂耐力(以下、付着耐力)減少についてFRPシートの補強効果を明らかにする事を目的としている。

2.1 試験体

表1に試験体詳細を示す。実験は4体で内2体は無補強のもの、残りはFRPシートを貼付した。本実験ではFRPシート補強量を実験パラメーターとし、中でもポピュラーである炭素繊維シート(以下シート)を用いた。試験体名で最初の記号Nの試験体はシート補強がなく、Cの試験体はシート補強されている事を表わしている。その次の数はシート補強量を表わし、16は0.16%, 08は0.08%である。主筋・横補強筋は普通強度鉄筋を使用している。降伏応力度は引張試験より求めた。試験体は破壊形式が付着割裂破壊になるように耐力を設計した。

図1に試験体の寸法、配筋及びシートの貼付位置を示す。断面は幅200mmの高さ300mmでせん断スパン(試験区間)は1200mmとした。シートはストライプ状に試験区間の6ヶ所に貼付した。貼付方法は試験区間の隅角部をR=20mmで面取りし、シートの継ぎ手長さを200mmとした。試験体NO.3はシートを1重巻きとしNO.2は2重巻きで継ぎ手部分が重ならない様に交互に巻きつけた。

2.2 実験方法

試験体の加力は地震荷重を想定し逆対称繰返し载荷とした。载荷のサイクルはNO.1~3とNO.4は異なる。又、全て同条件を正負2回サイクルさせた。ただし、2回目は1回目変位の変位制御としている。測定は①主筋・横補強筋及びシートの歪度をFSGで測定。②試験区間の部材変位。

表1 試験体詳細

試験体番号	No.1	No.2	No.3	No.4
試験体名	N-1	C-16	C-08	N-2
曲げ耐力計算値 $Q_{f,cal}$ (kN)	192			
せん断耐力計算値 $Q_{su,cal}$ (kN)	265	578	421	265
付着割裂耐力計算値 $Q_{bu,cal}$ (kN)	181	228	207	181
断面形状(幅×高さmm)	200×300			
主筋	本数-径			
	4-D19			
降伏応力度(N/mm ²)	436			
	2-D10			
横補強筋	本数-径			
	2-D10			
横補強筋	横補強筋比(%)			
	0.8			
降伏応力度(N/mm ²)	383			
	種類			
FRPシート	— 炭素繊維炭素繊維 —			
	補強比(%)			
コンクリート	0 0.16 0.08 0			
	圧縮強度(N/mm ²)			
引張強度(N/mm ²)	30.4			
	4.3			

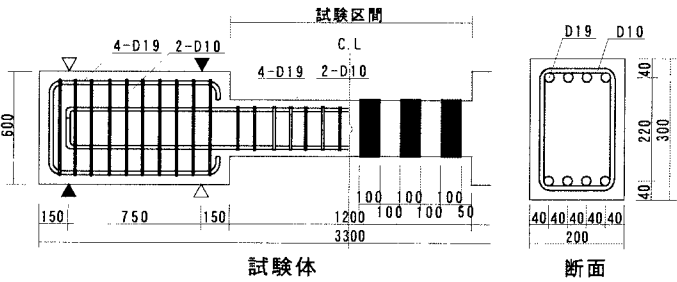


図1 試験体図

表2 実験結果一覧(単位: kN)

試験体名	実験値 $Q_{u,exp}$	曲げ耐力計算値 $Q_{f,cal}$	せん断耐力計算値 $Q_{su,cal}$	付着割裂耐力計算値 $Q_{bu,cal}$	* $Q_{bu,exp}$
N-1	138	192	265	181	111
N-2	143		421	207	112
C-08	186		578	228	164
C-16	198				156

*: 最大荷重時($Q_{u,exp}$)の主筋歪から求めた付着割裂耐力計算値

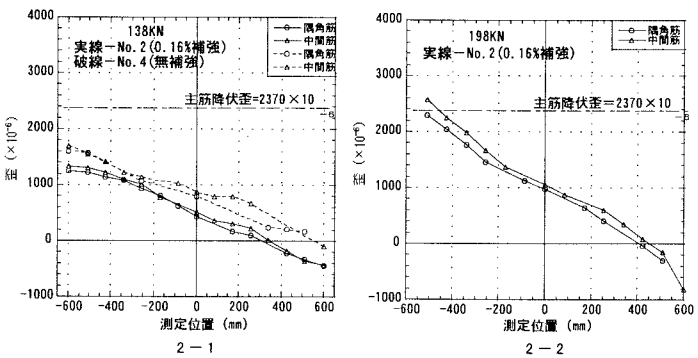


図2 主筋一歪分布

3. 実験結果

3.1 実験データ

表2に実験結果一覧を示す。実験値は試験体の最大せん断力である。付着耐力は計算値より実験値が低くなり耐力の減少が認められた。しかし、シート補強された試験体は付着耐力計算値より曲げ耐力計算値が低いので192KN付近で最大となった。

シート補強による付着耐力への効果が確認できた。

全試験体で $Q_{b,EXP}$ 値は実験値より低い値になった。

3.2 主筋-歪分布図

図2の2-1に無補強試験体の最大荷重時とその時のシート補強試験体、2-2にシート補強試験体の最大荷重時を示す。2-1で歪分布の傾きが無補強試験体とシート補強試験体はほぼ同じである事が分かる。無補強の試験体はこの時に付着割裂破壊するがシート補強試験体はまだ荷重が上がり、2-2のように傾きが大きくなっている。シートが付着割裂破壊を抑止している様子が分かる。

3.3 せん断力-変位関係

図3に各試験体のせん断力-変位関係を示す。全試験体は初期剛性がほぼ同等で、変位20mmを境に荷重が上がらなくなり変位が増大した。そして、全試験体とも付着割裂ひび割れが発生していた。無補強試験体のNo.1,4で試験体は付着割裂破壊し平行四辺形のひび割れを形成していた。破壊直前で主筋に沿ってひび割れが伸びていくのが確認できた。又、破壊時のせん断力は138KNで同じであったがNo.4はNo.1に比べひび割れの少ない状態で破壊した。シート補強試験体では最大荷重198KN後の履歴で変位50mm突入時のせん断力を見るとNo.2がせん断力186KNであるのに対してNo.3は147KNとなっている。補強量が増加すると部材の靱性が良くなっている。又、No.3は変位120mmに達した時にシートが破断し付着割裂破壊を起こした、対してNo.2では付着破壊は起こらず変位が計測不能になり実験を終了した。試験体No.2を除き付着割裂破壊を確認できた。No.2は、試験体のダメージはあまり見られなかったのに対しNo.3ではダメージが大きくコンクリート片がぼろぼろと下に落ちていた。

3.4 横補強筋及びFRPシート

図4に4体の138KN時の横補強筋及びシートの歪分布図を示す。図を見て分かるように無補強試験体では横補強筋隅角部でほとんど降伏しているのにシート補強試験体は横補強筋の降伏が押さえられている。シート補強によって横補強筋の負担が軽減し、補強量を増加する事で更に減少する。又、シート量増加でシート歪量の減少も確認できた。

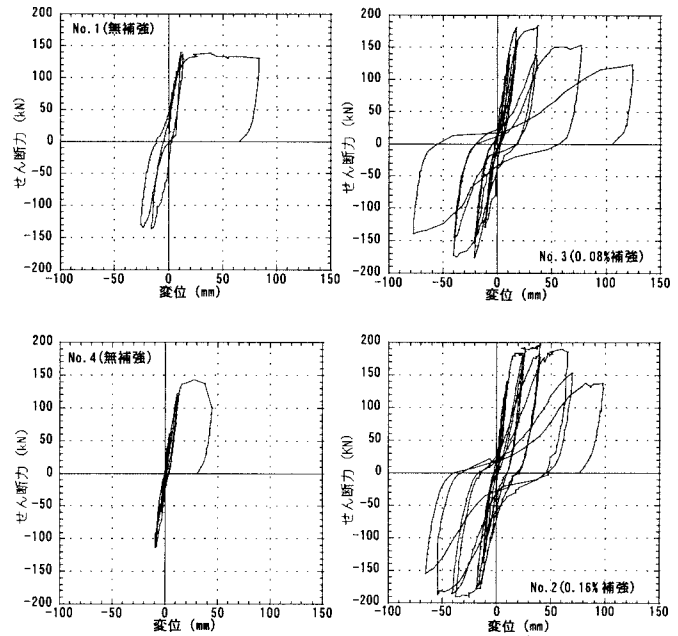


図3 せん断力-変位曲線図

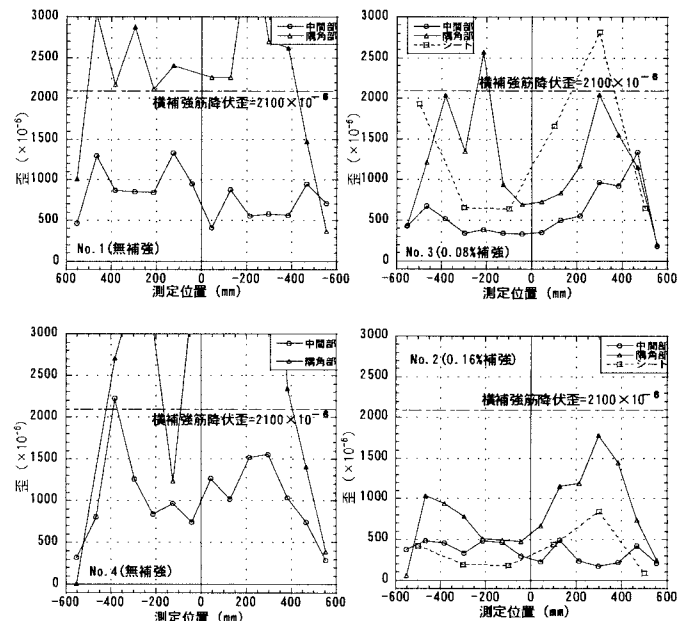


図4 横補強筋及びシート歪分布 (138KN時)

4 まとめ

- 1) 繰返し載荷ではシートの有無に関わらず付着耐力は減少する。
- 2) シート補強により付着耐力は増加する。
- 3) シート補強量の違いは最大耐力以降の靱性に大きく影響する。

参考文献：桶谷秀人：逆対称載荷 RC 梁の連続繊維シート補強による付着割裂破壊抑止効果について，豊橋技術科学大学大学院修士論文，平成12年3月