連続繊維シートによって補強されたRC柱のせん断力負担割合

四国能開大学校　正会員　○宮内克之　鳥取大学　正会員　井上正一
日鉄コンポジット（株）　正会員　小林 朗　鳥取大学　正会員　黒田 保

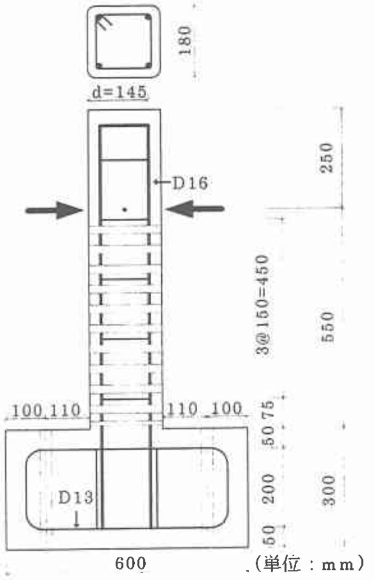
1．はじめに

本研究においては、高強度型炭素繊維シート，高弾性型炭素繊維シートおよびアラミド繊維シートを貼り付けたRC角柱に対して、正負交番繰返し載荷試験を行い、連続繊維シートによって補強されたRC角柱のせん断力負担割合について検討した。

2．実験概要

実験計画を表－1に示す。連続繊維シート（以後、単にシートと称す）の機械的性質を表－2に示す。軸方向鉄筋として、4－D16（SD345, f_{sy}=364N/mm², p=1.23%）を用いた。また、せん断補強筋としてD6－150mmの帯鉄筋（0.23%）を配置した。連続繊維シートの種類による影響を検討するために、シートの種類が異なってもせん断曲げ耐力比がほぼ同じ（Vu/Pu=2.8,2.1）になるように計画されている。表－1において、コンクリートのせん断耐力は二羽式[1)]を、帯鉄筋およびシートのせん断耐力は、圧縮斜材が部材軸となす角度θ=45°、各シートの有効率を1.0としたトラス理論によって計算した。

シートを貼り付ける場合、せん断スパンを50mm間隔に分割し、その中心位置に所要の幅のシートを貼り付けた。最下段のみ25mm間隔の中心位置に所要の幅の1/2の幅のシートを貼り付けた。シートは柱の載荷面で重ね合わせ、重ね部の長さは180mmとした（図－1参照）。



図－1　試験体の形状寸法

主鉄筋のひずみが降伏点ひずみ（降伏点強度を弾性係数で除した値）に達した時点の載荷点の変位δy を基準に、±δy, ±2δy, ±3δy, ･･･と順次変位を増加させながら、正負交番繰返し載荷を行った。同一変位での繰返し回数は3回とした。なお、軸力は載荷していない。

表－2　連続繊維シートの機械的性質

連続繊維シートの種類	目付け量（g/m²）	設計厚さ（mm）	引張強度（N/mm²）	弾性係数（kN/mm²）
高強度型炭素繊維	200	0.111	3,480	230
高弾性型炭素繊維	300	0.165	2,900	392
アラミド繊維	280	0.193	2,060	118

表－1　実験計画および実験結果

供試体記号	連続繊維シート	曲げ耐力 Pu (kN)	せん断耐力 Vu (kN)	Vu/Pu	降伏荷重 Py (kN)	降伏点変位 δy (mm)	最大荷重 Pmax (kN)	終局変位 δu (mm)	靱性率 μ	破壊様式
N	―	33.98	48.07	1.41	30.86	6.08	38.18	24.82	4.1	曲げせん断
CF-H	高強度型	33.98	96.77	2.85	29.75	4.43	41.95	40.74	9.2	曲げ
CF-L	高強度型	33.98	72.42	2.13	34.46	6.89	40.39	35.56	5.2	曲げせん断
HF-H	高弾性型	33.98	96.34	2.84	31.74	4.52	40.44	27.97	6.2	曲げせん断
HF-L	高弾性型	33.98	72.20	2.12	29.28	4.87	38.62	31.29	6.4	曲げせん断
AF-H	アラミド	33.98	96.80	2.85	35.91	6.58	41.80	45.49	6.9	曲げ
AF-L	アラミド	33.98	72.53	2.13	31.66	7.80	41.41	42.68	5.5	曲げせん断

3．実験結果および考察

表－1に実験結果を、図－2に荷重～変位関係を示す。なお終局変位は、3回の繰返しによって荷重が降伏荷重を下回らない最大変位とした。無補強の試験体は、6δyの載荷でせん断ひび割れが顕著となり、7δyのときせん断破壊した。Vu/Pu=2.8 の試験体では、CH-H および AF-H は、せん断破壊することなく良好な靭性を示した。HF-H は、8δyでせん断破壊した。Vu/Pu=2.1 の試験体は、補強に用いたシートの種類に関係なく、せん断破壊した。

図－3は、せん断力負担割合の推移の一例を示したものである。帯鉄筋およびシートの負担せん断力は、それぞれの平均ひずみ（帯鉄筋：基礎から 75,225mm の位置における 4 枚のひずみゲージの値の平均値、シート：基礎から 50～200mm の位置における 8 枚のひずみゲージの値の平均値）から求めた。CF-L の場合、2δy2 回目の載荷のとき帯鉄筋の負担割合が急に増加しており、目視によりせん断ひび割れの発達が確認された時期と一致していた。更に繰返し変位が大きくなると、シートの負担割合が増大し、コンクリートの負担割合が徐々に減少することがわかる。

図－4に、シートのせん断力負担割合の推移を示す。CF-H を除いて、3δyの繰返し載荷によりせん断ひび割れの発達に伴ってシートのせん断力負担割合が増大していることがわかる。せん断破壊した試験体（CF-L, HF-L, HF-H, AF-L）における終局時のシートのせん断力負担割合は約 0.3～0.4 程度であった。

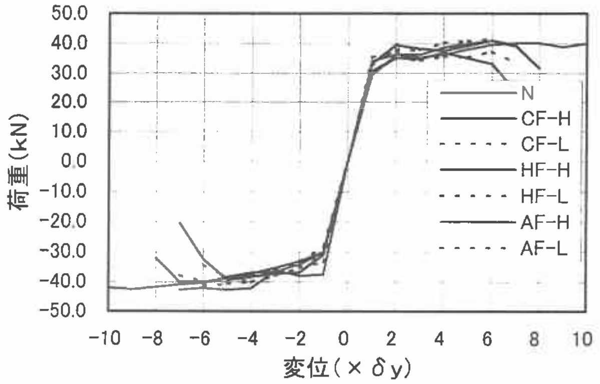
図－5は、全試験体のコンクリートのせん断力負担割合を示したものである。繰返し載荷により 2δy～3δyあたりからせん断ひび割れの発達に伴って負担割合が急に低下することがわかる。また、終局時におけるコンクリートのせん断力負担割合は、無補強試験体（N）で約 0.5、せん断破壊した補強試験体（CF-L, HF-L, HF-H, AF-L）で約 0.2～0.4 程度であった。

4．まとめ

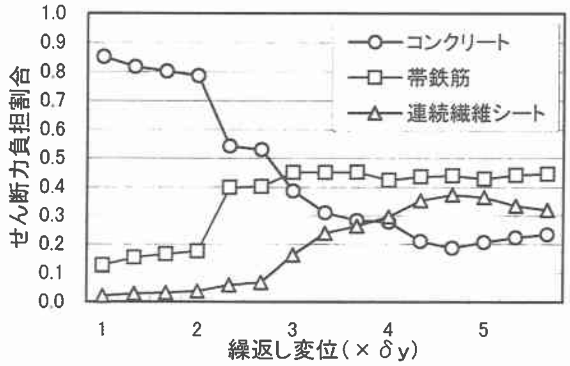
(1) 終局時のシートのせん断力負担割合は約 0.3～0.4 程度である。

(2) 終局時におけるコンクリートのせん断力負担割合は、約 0.2～0.4 程度である。

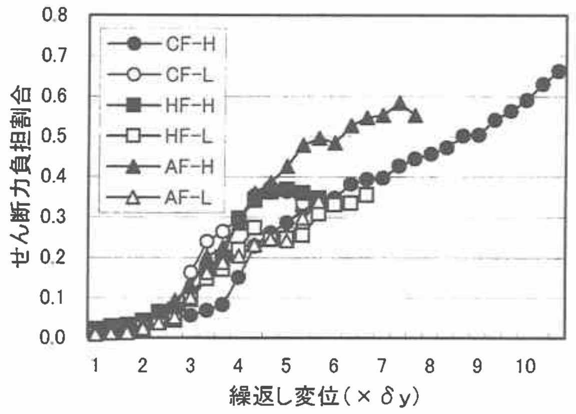
参考文献：1)二羽淳一郎ほか，せん断補強筋を用いない RC はりのせん断強度式の再評価，土木学会論文集，第 520 号／V-5, pp.167-176, 1986.8



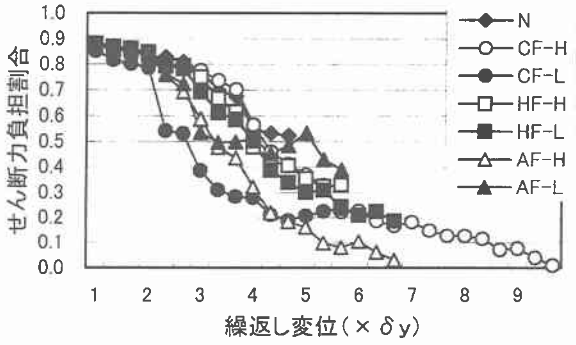
図－2 荷重～変位関係



図－3 せん断力負担割合の推移（CF-L）



図－4 シートのせん断力負担割合



図－5 コンクリートのせん断力負担割合