

ビニロン繊維を帯筋に用いた鉄筋コンクリート柱の耐震性能に関する実験

1070498 川竹 裕哉
(指導教員：島 弘)

1. はじめに

近年、阪神大震災の教訓から構造物の耐震性能を高めるために各種設計が改訂され、コンクリート構造物の高靱性が求められることによって、帯筋が多く必要とされるようになった。過密になった帯筋を所定の位置に正確かつ迅速に取付けるためには、熟練を必要とすることになり、施工期間も長くなっていく。

また、昨今の建設労働者の減少あるいは少子高齢化の傾向により熟練技術者の減少などで、省力化あるいは熟練を必要としない工法もしくは材料が望まれている。

一方、ビニロン繊維は柔らかくて強度が高い特徴がある。ビニロン繊維を格子状に加工し、ワンタッチで取り付けしたものが帯筋の代用として利用できるとすれば、主鉄筋に格子状のビニロン繊維を巻きつける手間だけで施工できるため、工期の短縮あるいは熟練技術者を必要としない省力化の効果が期待できる。

本研究では、ビニロン繊維を帯筋に用いた柱の耐震性を通常の鉄筋を帯筋に用いた柱のものと交番載荷試験によって比較する。試験体条件を表 - 1 に示す。

表 - 1 試験体の条件

試験体名	帯筋の条件
基準 R C	鉄筋 (D 6)
B 1	格子状ビニロン
B 2	紐状ビニロン 1 回巻き
B 3	紐状ビニロン 2 回巻き

2. 実験概要

2.1 試験体の設計

すべての試験体で、主筋は鉄筋とし、帯筋以外の条件は同じである。基準 R C 試験体は、終局時の層間変形角が約 3 % となるように設計した。B 1 と B 2 では、せん断強度に対する帯筋によるトラス機構の負担分 (V_t) である帯筋の引張強度 × 断面積が、基準 R C 試験体の降伏強度 × 断面積と同じになるように設計した。設計計算表を表 - 2 に示す。

2.2 試験体の作製

B 1 の帯筋では、格子状繊維の両端をループ状に加工して定着用に D10 鉄筋を挿入した。一方の D10 鉄筋を断面中央の主鉄筋に固定し、引張力を加えながら格子状繊維を主鉄筋の周りに巻きつけ、他方の D10 鉄筋を主鉄筋に固定した。

表 - 2 設計計算表

	基準 R C	B 1	B 2	B 3
断面高 (mm)	400	400	400	400
断面幅 (mm)	400	400	400	400
かぶり (mm)	30	30	30	30
主鉄筋径 (mm)	19.1	19.1	19.1	19.1
主鉄筋本数	16	16	16	16
帯筋径 (mm)	6.35			
素線径 (mm)		0.443	0.443	0.443
素線本数		55	55	55
帯筋強度 (N/mm ²)	342	1273	1347	1347
ヤング係数 (kN/mm ²)	200	26.4	26.4	26.4
帯筋間隔 (mm)	50	50	53	53
帯筋断面積 (mm ²)	63.3	16.9	16.9	33.8
帯筋比 (%)	0.32	0.08	0.08	0.16
トラス機構による V_t	135.7	135.2	135.0	270.4

2.3 載荷条件

軸力を 500kN の一定とし、水平載荷は、降伏時までの弾性域では、荷重制御で正負 100kN まで交互に繰り返し、降伏以降は変位制御で降伏変位 ($y = 8\text{mm}$) の整数倍の変位 ($\pm 2 y, \pm 3 y$) で各サイクルの繰返し回数は 3 回として、交番繰返し載荷を行った。試験体と加力方法を図 - 1 に示す。

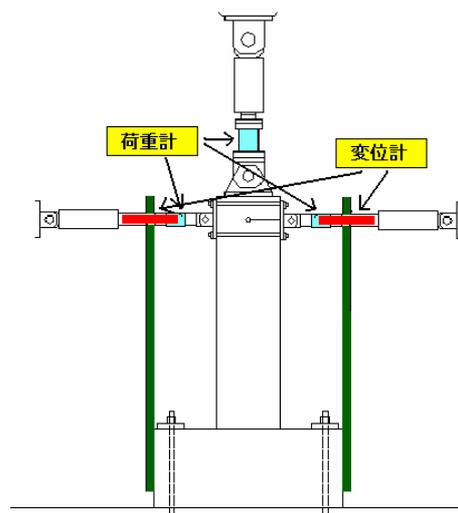


図 - 1 試験体と加圧方法

3. 試験結果および考察

基準 R C 試験体は、変位が降伏変位 y の 5 倍の 40mm (層間変形角 1/33) になった時に曲げ破壊した。この試験体の水平荷重 - 水平変位関係を図 - 2 に示す。

B 1 試験体は、主鉄筋が降伏した後に、変位が 14mm で荷重が 216kN の時にせん断ひびわれが大きく開き、18.9mm まで変位が進み、軸力が支えられなくなった。この試験体の水平荷重 - 水平変位関係を図 - 3 に示す。

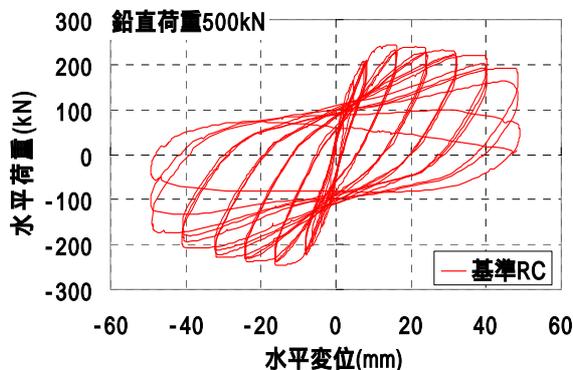


図 - 2 基準 R C 試験体の荷重 - 変位関係

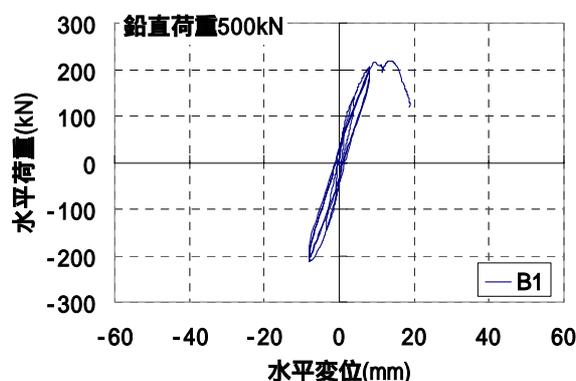


図 - 3 B 1 試験体の荷重 - 変位関係

B 1 試験体がせん断破壊した原因として、以下の3点が考えられる。

- 1) ビニロン繊維の剛性が小さいために、帯筋が破断はしないが、ひび割れが大きく開き、トラス機構以外で負担されるせん断強度(V_a)が小さくなった。鉄筋のヤング率が 200kN/mm^2 に対してビニロン繊維は 26.4kN/mm^2 である。なお、トラス機構による負担分では、せん断補強筋比として帯筋のヤング係数を考慮することになっている^{1,2)}。
- 2) ビニロン繊維と被覆材 (EVA) とのすべり。帯筋端部で繊維の中への滑り込みが確認された。
- 3) 定着用の鉄筋 (D10) の移動。巻きはじめ部分の D10 鉄筋が荷重によって動いた形跡がみられた。

そこで、B 1 試験体の原因 2) と 3) を以下のように改善して、B 2 試験体を製作した。

- 1) 格子状ではなく一本の紐状ビニロンをフーチング底部から主鉄筋に螺旋状に巻きつけた。
- 2) 紐状ビニロンの端部は被覆を除けてビニロンの素線を出し、接着剤で滑り込まないように固定した。

さらに、原因 1) の影響を検討するために、B 3 試験体として、紐状ビニロンを 2 回巻きつけて繊維量を倍にし

て、帯筋の剛性を 2 倍とした。

B 2 試験体は、2_y1 回目の変位が 10.1mm で荷重が 163kN の時にせん断ひび割れの開きを確認した。そして、変位が 10.6mm で荷重が 175kN の時にせん断ひび割れが大きく開き、軸力を支持しながら水平荷重が急激に低下した。この試験体の水平荷重 - 水平変位関係を図 - 4 に示す。

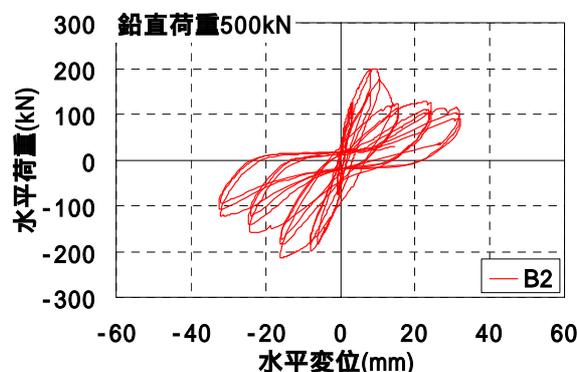


図 - 4 B 2 試験体の荷重 - 変位関係

B 3 試験体は、2_y1 回目の変位が 10.1mm で荷重が 163kN の時にせん断ひび割れの開きを確認した。そして、変位が 10.6mm で荷重が 175kN でせん断ひび割れが大きく開き、軸力を支持しながら水平荷重が徐々に低下した。この試験体の水平荷重 - 水平変位関係を図 - 5 に示す。

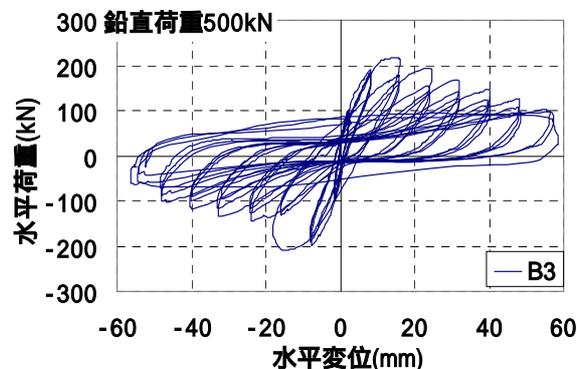


図 - 5 B 3 試験体の荷重 - 変位関係

4. まとめ

- 1) 格子状ビニロン繊維を用いることにより、簡単に施工できる。
- 2) ビニロン繊維を帯筋に使用した試験体は、主鉄筋が降伏した後にせん断ひび割れが開いて抵抗力が低下した。

参考文献

- 1) 連続繊維補強コンクリート【諸性質と設計法】、技報堂出版、1995. 7、pp.18-31
- 2) 連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物の設計・施工指針(案)、土木学会コンクリートライブラリー 88:pp18 - 24、1996.9