

複合荷重を受ける RC 柱部材の炭素繊維補強効果に関する実験的研究

九州大学工学部 学生会員 田村 康行 九州大学工学部 学生会員 茂島 隆司
九州大学工学研究院 フェロー 大塚 久哲

1. はじめに

コンクリート構造物の補修・補強方法として、強靱かつ軽量であり、優れた施工性を有する炭素繊維シート（以下、CFRP と記す）工法が着目されている。CFRP で補強されたコンクリート部材の曲げやせん断に関する補強は数多く報告されているが、ねじりに関する実験的研究は非常に少ない。本研究では、複合荷重を受ける RC 柱部材の CFRP 補強効果について考察する。

2. 実験概要

実験に用いた供試体の概略図を図-1 に示す。断面は $400 \times 400\text{mm}$ の正方形断面であり、主鉄筋および帯鉄筋は SD295A、径はそれぞれ D13、D6 用いた。また表 - 1 に検討ケースを示す。供試体 No.1～5 は無補強 ctc30、供試体 No.6～10 は無補強 ctc60、No.11～15 は ctc60 に CFRP 補強を施した。載荷比率は複合載荷時の降伏ねじりモーメント、降伏曲げモーメント (M_{ty} , M_{by}) を純荷重時の降伏ねじりモーメント、降伏曲げモーメント (M_{ty0} , M_{by0}) で除した値を横軸曲げ、縦軸ねじりで表し、ねじりと曲げの比率を表す。

3. 実験結果

(1) ねじり包絡線

図 - 2 上段にねじり包絡線を示す。帯鉄筋比は初期剛性には影響を与えず、また降伏耐力は僅かに変化させていることがわかる。特に最大耐力は帯鉄筋比に大きく影響される。包絡線の形自体も ctc30 では降伏後、一旦耐力は下がるもののその後再び耐力が大幅に上がるのに対し、ctc60 では、降伏耐力が最大耐力となりすぐに耐力低下し始める。これは明らかにねじりに対する帯鉄筋効果であり、すべての複合載荷型に当てはまる。次に CFRP 補強供試体では、純ねじりとねじり卓越型では降伏耐力と最大耐力が上昇するが、中間型や曲げ卓越型では、CFRP の効果は見られなくなる。これはねじりによる斜めひび割れに対して CFRP が効いており、曲げが卓越し始めると斜めひび割れが少なくなることで CFRP の補強効果が薄れたと考えられる。また、CFRP 補強すると最大耐力後の耐力低下が急となることがわかる。また、CFRP 補強は初期剛性に影響を与えない。

(2) 曲げ包絡線

図 - 2 下段に曲げ包絡線を示す。ねじりと同様に帯鉄筋、CFRP 補強ともに初期剛性に影響を与えない。また帯鉄筋比が曲げに及ぼす影響はほとんどない。CFRP 補強を行うと純曲げから中間型までの範囲で最大耐力が上昇し、最大耐力後の耐力低下も緩やかになる。これは CFRP を巻きつけることでコンクリートを拘束しかぶり剥落を抑制するので、有効断面を保持できるためであろう。

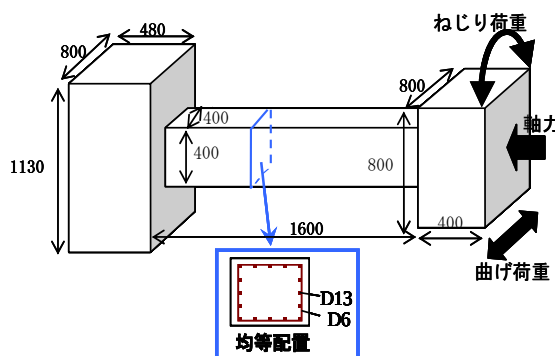


図 - 1 供試体概略図(単位: mm)

表 - 1 検討ケース

供試体No.	帯鉄筋		載荷比率	
	ctc (mm)	ρ_s (%)	ϕ (°) ※1	載荷タイプ
1	30	1.16	90	純ねじり
2			78	ねじり卓越型
3			60	中間型
4			44	曲げ卓越型
5			0	純曲げ
6	60	0.58	90	純ねじり
7			73	ねじり卓越型
8			63	中間型
9			37	曲げ卓越型
10			0	純曲げ
11	60 +CFRP ≒20	1.74	90	純ねじり
12			73	ねじり卓越型
13			61	中間型
14			40	曲げ卓越型
15			0	純曲げ

※1: ねじり降伏時

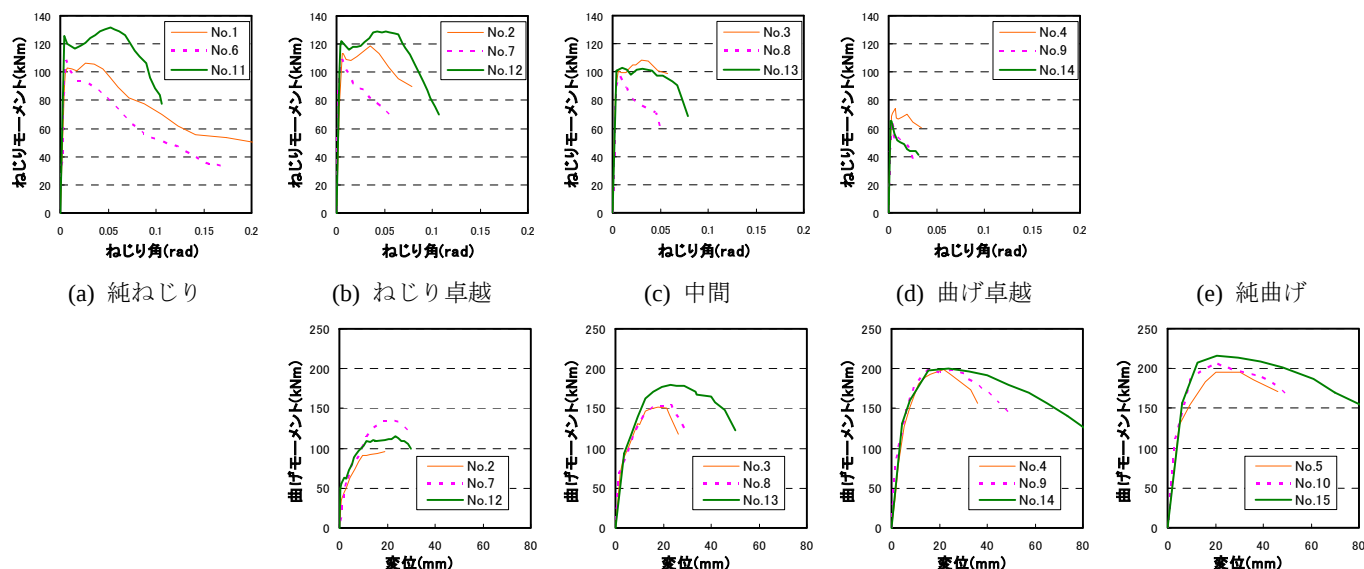


図 - 2 ねじり(上段)と曲げ(下段)の包絡線

(3) 相関曲線

図 - 3 に降伏時の相関曲線を示す。降伏点はそれぞれの包絡線の勾配変化点としている。ねじりと曲げが同時に降伏することはほとんどないので2つの曲線で表した。また、ねじりと曲げそれぞれが卓越していると卓越していない側が与える影響は小さい。しかし、中間型では互いが強く影響を与えるようになり、純荷重時に比べ大幅に耐力が減少する。

4. まとめ

以上を総括して、各载荷状態における帯鉄筋と CFRP の効果をねじりと曲げそれぞれに着目してまとめると表 - 2 を得る。表 - 2 から、帯鉄筋比は全ての载荷状態に対するねじりに対して効果があるが、曲げに対しては効果が見られない。

一方の CFRP 補強は、純ねじりとねじり卓越時にはねじりに対する効果があり、中間型から純曲げの载荷状態に対しては曲げに対して効果がある。

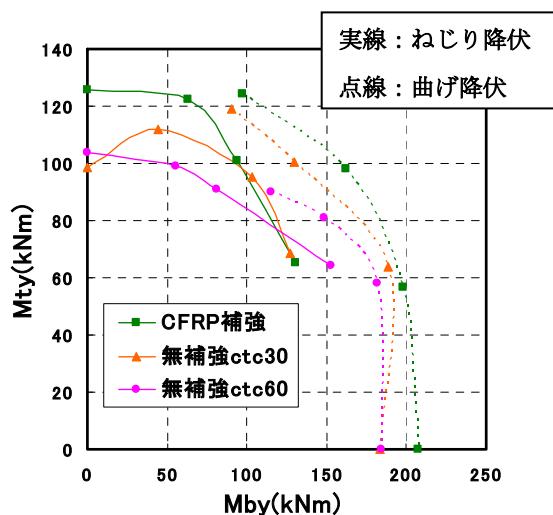


図 - 3 相関曲線

表 - 2 各载荷状態に対する帯鉄筋と CFRP のねじりと曲げに対する効果

		純ねじり	ねじり卓越型	中間型	曲げ卓越型	純曲げ
帯鉄筋効果	ねじり	○	○	○	○	—
	曲げ	—	×	×	×	×
CFRP効果	ねじり	○	○	×	×	—
	曲げ	—	×	○	○	○

5. 参考文献

大塚 久哲, 浦川 洋介: ねじり・曲げ・軸力の複合荷重を受ける RC 部材の非線形挙動および相関特性に関する実験的研究 p19~62