

RC 柱の耐荷機構に対する UFC 埋設型枠の補強効果

東京工業大学大学院 学生員 ○柴田 耕
 東京工業大学大学院 学生員 木村利秀
 東京工業大学大学院 正会員 渡辺 健
 東京工業大学大学院 フェロー 二羽淳一郎

1. はじめに

近年、沿岸部に建設された橋脚において、約 200N/mm^2 の圧縮強度を有し、耐塩害性および耐摩耗性に優れる、超高強度繊維補強コンクリート¹⁾(Ultra High Strength Fiber Reinforced Concrete; 以下UFC)のパネルが、埋設型枠として使用されている。これは、耐久性の向上が主な目的である一方、UFCが高強度であるが故に、耐力の向上も見込まれる。そこで本研究では、鉄筋コンクリート(以下、RC)柱の周囲に、UFCパネルを埋設型枠として配置した試験体の、曲げおよびせん断破壊性状について実験的検討を行った。そして、UFCパネルを埋設型枠として配置した試験体の破壊性状を明らかにするとともに、RC柱の曲げおよびせん断耐力に対するUFCパネルの補強効果について検討を行った。

2. 実験概要

表 - 1 に、柱に用いたコンクリートの示方配合を、表 - 2 に、UFC パネルに用いた UFC の示方配合を示す。

表 - 3 に試験体諸元を、表 - 4 に鉄筋の種類および降伏強度を示す。また、図 - 1 に試験体概要を示す。実験では、せん断破壊型(以下、SUCL)、および曲げ破壊型(以下、FUCL)の試験体を各 1 体作製した。SUCL では、せん断破壊が先行するように、軸方向鉄筋に異形 PC 鋼棒を用いた。FUCL の諸元は、軸方向鉄筋を異形鉄筋とした点を除いて、SUCL と同様とした。UFC パネルは、フーチングに 100mm 埋め込み、埋め込み部に孔空け加工を施し、フーチング部の鉄筋を貫通させることで、フーチングとの定着を強化した。

載荷試験には、油圧式 200kN 水平サーボアクチュエータを用い、変位制御による静的正負交番載荷試験を行った。SUCL の載荷は、振幅を 2mm ずつ漸増させ、同一振幅において正負 3 回繰り返した。FUCL の載荷は、まず、軸方向鉄筋が、降伏ひずみに至るまで変位($=1\delta_y$)を与えた。その後、振幅を $1\delta_y(=6.8\text{mm})$ の整数倍($\pm 1\delta_y, \pm 2\delta_y, \dots$)とし、同一振幅を正負 1 回ずつ行った。計測項目は、載荷点における荷重および変位と、柱基部における軸方向鉄筋のひ

ずみ、および柱内に配置した帯鉄筋のひずみとした。表 - 5 にコンクリートの材料特性を示す。SUCLおよびFUCLにおけるコンクリートの圧縮強度は、 36.2N/mm^2 、UFC の圧縮強度は、 190.8N/mm^2 であった。

3. 実験結果および考察

3.1 破壊性状

図 - 2 に SUCL および FUCL の荷重 - 水平変位関係の包絡線を示す。

表 - 1 柱に用いたコンクリートの示方配合

W/C (%)	単位量(kg/m^3)				
	水	セメント	細骨材	粗骨材	高性能 AE 減水剤
55	165	471	914	790	1.30

表 - 2 UFC の示方配合

フロー値 (mm)	単位量(kg/m^3)			高性能減水剤 (kg/m^3)
	水	プレミックス	鋼繊維	
260±20	180	2254	157	24

表 - 3 試験体諸元

項目	SUCL	FUCL
軸方向鉄筋断面積 A_s (mm^2)	1548.4	1146.0
引張鉄筋比 p_w (%)	4.55	3.37
一組の帯鉄筋断面積 A_w (mm^2)	63.3	63.3
帯鉄筋比 r_w (%)	0.23	0.23

表 - 4 鉄筋の種類および降伏強度

項目	種類	降伏強度(N/mm^2)
軸方向鉄筋(SUCL)	D22 SBPD1070	1198
軸方向鉄筋(FUCL)	D19 SD570	570
帯鉄筋	D6 SD345	364
組立筋(フーチング)	D16 SD295A	326

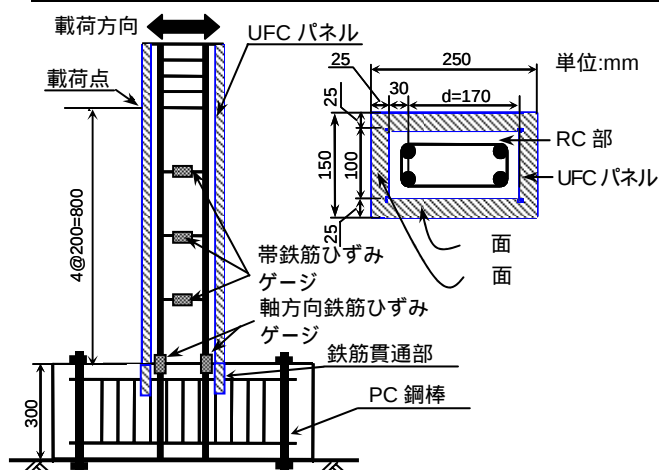


図 - 1 試験体概要

キーワード：せん断破壊、曲げ破壊、超高強度繊維補強コンクリート、RC 柱
 連絡先：〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 M1-17 TEL 03-5734-2584

表 - 5 コンクリートの材料特性

項目	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
コンクリート(SUCL)	36.2	3.2	-
コンクリート(FUCL)	36.2	2.8	27.7
UFC(SUCL および FUCL)	190.8	12.0	54.5

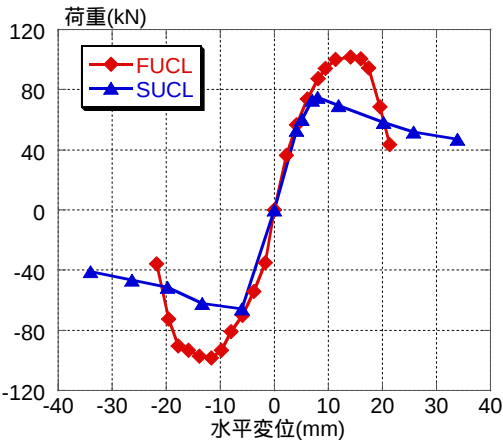


図 - 2 荷重 - 水平変位関係

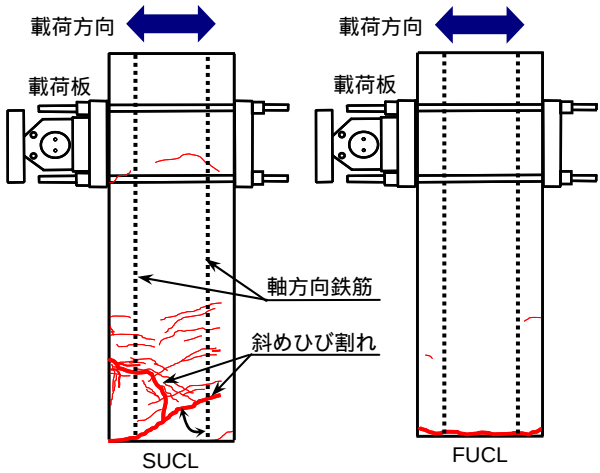


図 - 3 SUCL および FUCL の荷重終了時のひび割れ図

表 - 6 荷重試験結果および計算値

項目	SUCL	FUCL
実験値 (kN)	102.0	75.0
無補強 RC 柱のせん断耐力 (kN)	63.6	59.4
無補強 RC 柱の曲げ耐力 (kN)	108.0	65.9

SUCL では、水平変位 2mm において、図 - 1 の 面における UFC パネルの、柱基部から 200mm の位置に曲げひび割れが発生した。さらに、水平変位の増加に伴い、図 - 1 の 面における UFC パネルに、斜めひび割れが発生することにより、ピーク荷重を迎えた。そして、水平変位 18mm において、図 - 1 の 面における UFC パネルの曲げひび割れが拡幅することにより、急激にはらみ出し、荷重が低下した。その後、水平変位 22mm において荷重を終了した。

FUCL では、水平変位 1δ(=6.8mm)において、柱基部に曲げひび割れが発生することによりピーク荷重を迎えた。また、水平変位の増加に伴い、柱基部の曲げひび割れが進展、拡幅した後、UFC パネルがはらみ出し、荷重を終了した。荷重

終了後、UFC パネルを剥がし、パネル内部を観察したところ、柱基部において、内部コンクリートが圧縮破壊を示していた。

3.2 ひび割れ性状

図 - 3 に、SUCL および FUCL の 面(図 - 1)における荷重終了時のひび割れ図を示す。図 - 3 より、SUCL において、UFC パネル表面に発生した軸方向に対する斜めひび割れ角度が、45 度より大きくなった。これは、せん断補強筋比が大きい RC はり部材のひび割れ性状と同様の現象であることから、UFC パネルを RC 柱の周囲に配置することで、試験体がせん断補強され、斜めひび割れ角度が 45 度より大きくなったものと推測される。FUCL では、せん断スパン内の UFC パネルに曲げひび割れの発生を確認できなかった。これは、柱基部に曲げひび割れが発生し、拡幅した後、UFC パネルと、パネル内部のコンクリートとが剥離し、剥離に伴い、UFC パネルがはらみ出すことで、UFC パネルに対する作用荷重が低下したためであると考えられる。

3.3 せん断耐力および曲げ耐力の検討

表 - 6 に、荷重試験結果、および同じ断面寸法を有する、UFC パネルの無い RC 柱(以下、RC 柱)の曲げおよびせん断耐力の計算値を示す。SUCL および FUCL の実験値は、それぞれ 102.0kN、75.0kN となり、RC 柱のせん断および曲げ耐力の計算値は、それぞれ 63.6kN、65.9kN となった。すなわち、実験値は、RC 柱の計算値と比較して、せん断耐力については、1.6 倍向上し、曲げ終局耐力については、1.1 倍向上した。つまり、UFC パネルを、埋設型枠として RC 柱の周囲に配置することは、RC 柱の曲げおよびせん断耐力向上に効果的であることを確認した。特に、せん断耐力の向上が顕著である。

また、破壊性状の観点からすると、SUCL、FUCL とともに、比較的小さい変位量で、UFC パネルがはらみ出して終局を迎えた。従って、UFC パネルのはらみ出しを抑制することで、耐力および変形性能を向上させることが可能であると考えられる。

4. 結論

SUCL および FUCL の実験値は、RC 柱の曲げおよびせん断耐力の計算値と比較して、SUCL に関しては約 1.6 倍、FUCL では約 1.1 倍向上した。したがって、UFC パネルを埋設型枠として RC 柱の周囲に配置することで、RC 柱の曲げおよびせん断耐力を向上できることが示唆された。

謝辞 本研究を行うに当たり、UFC パネルを提供して頂きました、太平洋セメント株式会社に厚く御礼申し上げます。

参考文献: 1) 土木学会 : 超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案), 2004.9