

低せん断スパン比を有する RC はりに対する UFC パネル接着および断面修復に関する検討

神戸大学大学院 学生会員 ○王 健
神戸大学大学院 正会員 森川 英典

神戸大学大学院 学生会員 河野 史弥
太平洋セメント（株） 正会員 川口 哲生

1.はじめに：設計荷重レベルが現行基準よりも低い場合や低強度のコンクリートを有する場合の既設 RC 部材においては、せん断破壊が先行する可能性が危惧される場合があり、適切なせん断補強方法についての検討を行う必要がある。本研究では、比較的低せん断スパン比 (1.5) を有する RC はり部材に対し、超高強度繊維補強コンクリート(UFC)パネル補強と断面修復を行い、それぞれがせん断耐荷機構に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要：コンクリートの示方配合を表-1 に示す．セメントは早強ポルトランドセメントを使用し，初期欠陥や経年による劣化を模擬するため，目標コンクリート強度を 15N/mm^2 と低強度のものに設定した．補強対象とした供試体の寸法は幅 150mm，高さ 240mm，有効高さ 200mm として，全長を 1500mm とし，スパンを 1200mm とした．引張鉄筋には $\phi 16$ を 3 本，圧縮鉄筋には D13 を 2 本配置した．端部での定着を確保するため支点の外側には密なせん断補強を行い，引張鉄筋は支点端部で 180 度フックにより定着した．なお，本試験では昭和 40 年代以前の既存 RC 橋を想定し，引張鉄筋に丸鋼を用いた．混和剤には流動性と空気量を調整するために AE 減水剤(ポゾリス No,70) と AE 剤(ポゾリス No,303A)を用いた．そして，コンクリート打設後 2 週間の湿布養生を行った．本実験における供試体一覧を表-2 に示す．

近年、超高強度繊維補強コンクリートに関する研究¹⁾が進められている。本研究では、過積載車両などにより RC はり部材端部に大きなせん断力が作用する場合や、低せん断スパン比の実構造部材に着目し、せん断スパン比を 1.5 とした、供試体概要および鉄筋のひずみゲージの貼付位置を図-1 に示す。

使用した UFC は、直径 0.2mm、長さ 15mm の短鋼繊維を 2vol.% 混入したものである。本研究では接着方法としてアンカー注入方式を採用した。接着方法は、母材コンクリートに穴をあけてアンカーを打ち込み、母材コンクリートとパネル間に座金を用いて 3mm の隙間をあけてボルトで固定した。その後接着剤を充填し、UFC と RC の一体化を図った。UFC パネルの厚さを 7mm とした。断面修復を考慮した供試体については引張鉄筋の裏まで確実に PCM が打設され、鉄筋位置で界面が形成されないように補修部分の厚さを約 70mm と設定し、供試体を上下逆の状態で所定の厚さまでコンクリートを打設した。その後、打継ぎ処理を行い、PCM を打設した。

表-1 コンクリート示方配合

W/C (%)	粗骨材の 最大寸法 (mm)	細骨材率 (s/a) (%)	単位量(kg/m ³)				AE 減水剤 (ml/m ³)	AE 剤 (ml/m ³)
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G		
100	20	55	175	175	1006	830	438	153

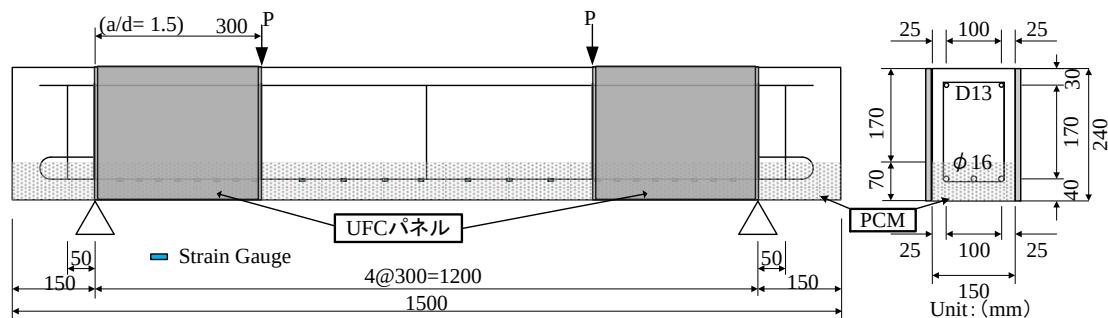


図-1 供試体寸法およびひずみゲージ位置

キーワード UFC（超高強度繊維補強コンクリート），せん断，補強，断面修復，低せん断スパン比

連絡先 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科 TEL 078-881-1212.

表-2 供試体一覧

供試体	コンクリート 強度 (N/mm ²)	PCM 圧縮強度 (N/mm ²)	UFC	a/d
N1.5	18	-	-	1.5
N1.5UFC			O	
P1.5		20	-	
P1.5UFC			O	

表-3 載荷試験結果

供試体	最大荷重 P _{max} (kN)	補強 効果	初期剛性(50kN 載荷時) (kN/mm)	補強 効果	破壊形式
N1.5	196.1	-	108.5	-	せん断圧縮破壊 (アーチ)
N1.5UFC	206.4	5.3%	110.2	1.6%	定着部付着破壊
P1.5	169.2	-14%	177.0	63%	せん断圧縮破壊
P1.5UFC	273.6	46%	173.0	59%	曲げ破壊

3. 実験結果および考察: 表-3 に載荷試験より得られた各供試体の最大荷重, 初期剛性と破壊形式を示す. 供試体 P1.5 が基準供試体 N1.5 と比べ, 断面修復することにより初期剛性が 63%増加したが, 最大荷重が 14%程度低下した. それに対して, PCM と UFC パネルの併用補強供試体 P1.5UFC は, 最大荷重, 初期剛性において, 非常に大きな補強効果が得られた. また, 断面修復した供試体が補修なし供試体と比べ, 初期剛性が大幅に増加した結果となった.

図-2 に各供試体の荷重とたわみの関係を示す. UFC パネル補強のみ施した供試体 N1.5UFC において, せん断ひび割れやせん断領域の付着ひび割れを抑制することを考え, せん断領域補強を行ったが, コンクリート強度が低いいため, 定着部付着部破壊により終局し, パネルの補強効果を十分に得られなかった. 供試体 P1.5 が N1.5 と比べ, 最初に非常に高い剛性が見られるが, ひび割れが発生する際に剛性が急激に低下することが載荷中に確認された. また, 供試体 P1.5 においては, アーチ機構が形成できず, 最後に脆性的な破壊に至った. 基準供試体 N1.5 と比べて P1.5UFC は, 高い付着強度を有する PCM 断面修復を行ったため, 斜めひび割れ, 付着ひび割れおよび定着部付着破壊を抑制して高い剛性を確保した上で, 曲げ破壊で終局した.

図-3 にひび割れ図を示す. 太線で示したひび割れは破壊において支配的となったひび割れである. 基準供試体 N1.5 の場合, せん断領域のスターラップ付近で緩やかな曲げせん断ひび割れが生じた後, 引張鉄筋に沿う付着ひび割れが発生した. その後, 載荷点と定着部と繋ぐようなせん断ひび割れが発生し, アーチ機構が形成した. パネル接着供試体 P1.5UFC の場合, 定着部を補強する上で, 急激なせん断ひび割れを抑え, 曲げ破壊に至った.

4. まとめ: 低せん断スパン比(1.5)の RC はり部材に対して PCM 断面修復を行う場合, 曲げせん断ひび割れと引張鉄筋沿いの付着ひび割れを抑制することにより, アーチ機構に移行せず, 脆性的な破壊に至り, せん断耐力の低下が確認された. PCM 断面修復と UFC パネル接着補強を併用する場合は, 最大荷重, 初期剛性ともに大幅に増加する結果となり, 急激なせん断ひび割れの発生を抑え, 破壊に支配的なひび割れを UFC パネル間に抑制させ, 曲げ破壊で終局した.

【参考文献】 王健, 森川英典, 川口哲生: 低強度 RC 部材に対する UFC パネル接着せん断補強の性能評価解析, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, Vol.12, pp.1-8, 2012.11

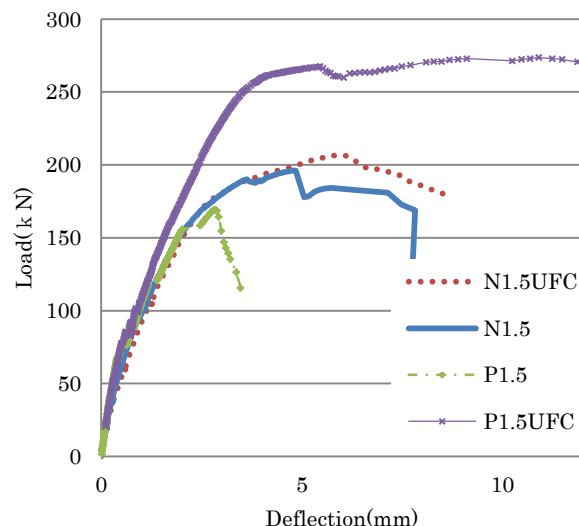


図-2 荷重-たわみ関係

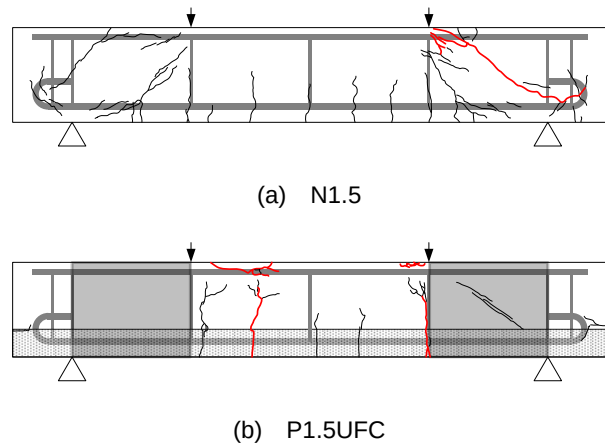


図-3 ひび割れ性状