UFC パネルをかぶりに埋設補修した RC はりの曲げ補強効果

立命館大学大学院　学生員　○加藤　慎介, 前田　祐助
立命館大学　フェロー会員　岡本　享久
太平洋セメント（株）正会員　河野　克哉, 川口　哲生

1. はじめに

成長期に建設された既存コンクリート構造物の劣化が顕在化し, 維持・補修・補強に関する技術が重要になっている. このような背景の下, 本研究は, 飛来塩分などによって鋼材腐食やかぶりの剥離・剥落を生じた RC はりの補修法について検討したものである. 具体的には, 超高強度繊維補強コンクリート(以下, UFC)製のパネルを劣化した RC はりのかぶりに埋設する形で補修し, 載荷試験に供して曲げ補強効果を検討した. かぶりに埋設した UFC パネルは繊維補強された緻密な組織構造を有するため, 補修部分における有害物質の透過性が極めて小さく再劣化を防止できること, 引張力を一部分担して腐食鋼材の差替えを最小限化できることなどの利点があると考えて実験的検討を実施した.

2. 実験概要

本実験での供試体は, 図 1 に示すように断面寸法 250mm×250mm, かぶり 30mm, スパン 1800mm とし, 軸方向鉄筋に D22 を使用し, せん断補強鉄筋に D10 を 13 本(間隔 s=150mm)配筋した ST を基準とした. 損傷や劣化による補修を模擬するため, 等曲げスパンのコンクリートをはつり, UFC パネル(幅 250mm, 長さ 800mm)を埋設型枠として設置して無収縮グラウトを充填させた供試体 UFC15(パネル厚さ t=15mm), UFC25(t=25mm)を作製した. 使用したコンクリートとグラウト, 鉄筋および UFC の物性を表 1, 2 および 3 に示す. UFC パネルは付着性状を高めるために, グラウトとの付着面に複数の突起を設けた(パネル厚さに含む付着層凸部 5mm, 幅方向 30mm ピッチ, 長さ方向 40mm ピッチ配置). 計 3 体の供試体について, 曲げスパン 600mm, せん断スパン 600mm の 3 等分載荷試験(a/d=3)を行った. なお, 両端の支点位置とはり中央部に変位計を, UFC パネルの端部側面にひずみゲージを設置した.

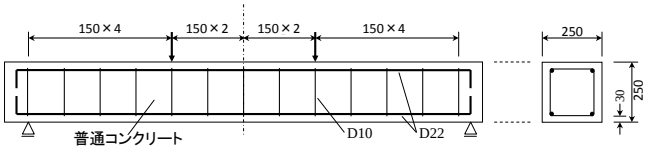

図 1. ST(健全供試体)

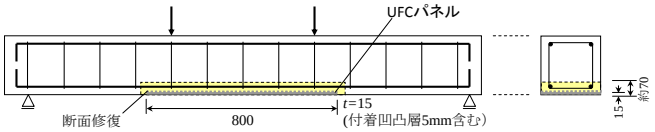

図 2. UFC15(補修供試体 パネル厚さ t=15mm)

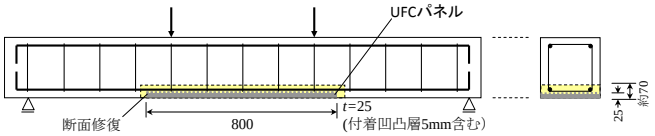

図 3. UFC25(補修供試体 パネル厚さ t=25mm)

表 1. 使用したコンクリートとグラウト

供試体名	コンクリート			グラウト
	圧縮強度	引張強度	静弾性係数	圧縮強度
	N/mm²		kN/mm²	N/mm²
ST	40.1	3.15	28.3	-
UFC15	34.6	3.13	27.2	40.5
UFC25	36.8	2.69	25.8	41.5

表 2. 使用した鉄筋

種別	降伏強度	引張強度	破断時伸び
	N/mm²	N/mm²	%
D10	371	506	26
D22	399	553	19

表 3. 使用した UFC パネル

圧縮強度	引張強度	弾性係数
N/mm²		kN/mm²
211.4	9.25	53.2

3. 実験結果

図 3 に ST と UFC15 および UFC25 をそれぞれ比較

キーワード　補修, UFC パネル, 埋設, 剛性
連絡先　〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1 丁目 1-1 イーストウィング 2F 環境材料研究室　077-561-2617

した作用曲げモーメント M とたわみの関係を示す．いずれの供試体も曲げ引張型の破壊であった． 図 3 より，UFC パネルを埋設した供試体においては健全供試体に比べパネル厚さが増すほど剛性が向上する傾向が見られた．終局耐力を比較すると，ST で M=58.5(kN･m)，UFC15 で M=60(kN･m)，UFC25 で M=57.8(kN･m)と UFC15 では若干耐力の増加が見られたが，パネルの補強効果による大きな耐力の向上は見られなかった．本実験では鉄筋が健全な状態で補修したため， UFC15，UFC25 の載荷時の曲げによる応力をほぼ軸方向鉄筋が負担できたため，パネルが応力分担しなかったことによるものと考える．

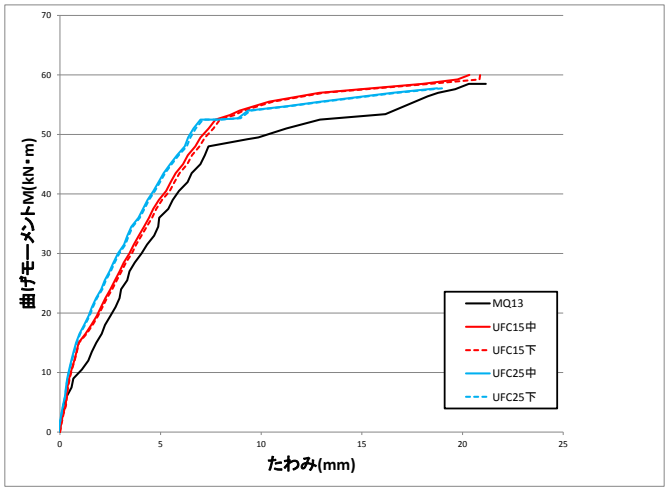

図 3. 作用曲げモーメントとたわみの関係

図 4 および図 5 に，UFC パネルに設置したひずみゲージで計測したひずみ ε とモーメント M の関係をそれぞれ示す．UFC15 においては終局耐力付近までひずみがほぼモーメントに比例して伸びていることからパネルがはりの変形に追従できていると考える．一方，UFC25 は UFC15 に比べてひずみが増大しておらず，34.5(kN･m)を境に圧縮側に移行した．また，載荷中に目視より 37.5(kN･m)でパネルの端部が剥がれたことを確認している．

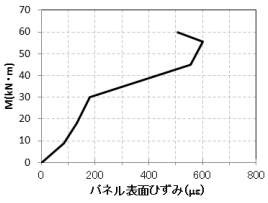

図 4. M-ε 関係(UFC15)

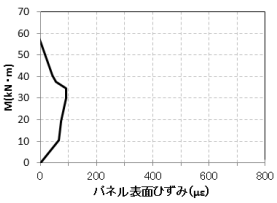

図 5. M-ε 関係(UFC25)

図 6 に ST, UFC15 および UFC25 のひび割れ図をそれぞれ示す．ST においては，等曲げスパンに生じたひび割れが進展し，鉄筋降伏後に終局に至った．UFC15 においては，等曲げスパン中央部の下面のパネルにひび割れが入った．一方，UFC25 においてはパネルにひび割れを生じていない．また，UFC15 は UFC25 と比較するとグラウト層へのひび割れの進展も少ない．

これらより，UFC25 の場合はパネルと既存はり部分が載荷中に一体化が損なわれたものと推察できる．

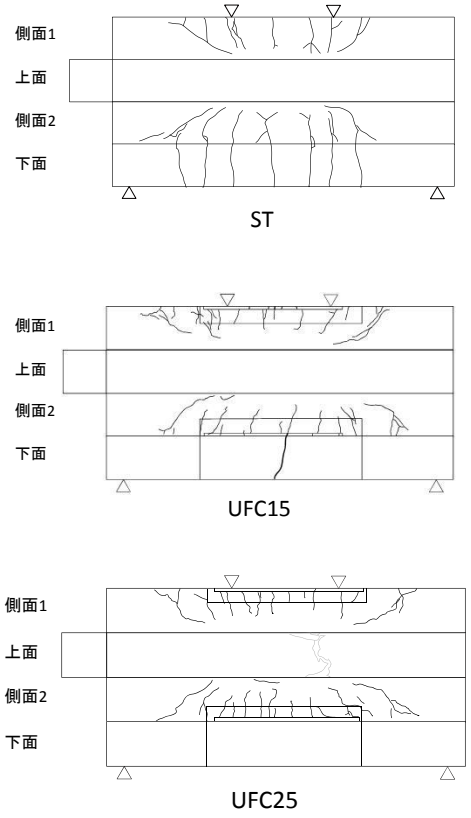

図 6. ひび割れ図

4. まとめ

UFC パネルを等曲げモーメント区間のかぶりに埋設補修した RC はりの曲げ耐力は補修していない RC はりとほとんど同等であったものの，パネル埋設補修した RC はりでは初期剛性の改善効果が確認できた．パネル厚さが 15mm の場合には載荷中に剥離することなく終局まで一体化を保っていたが，パネル厚さが 25mm ではパネル自体の剛性が高くなったことで，載荷中に剥離する挙動が観察された．

謝辞

本研究を進めるにあたり， 峰松知裕氏(九州地方整備局)には多大なるご支援を頂きました． ここに感謝の意を表します．