

断面修復材の違いを考慮した RC 部材における CFRP シート補強効果の評価

神戸大学大学院 学生員 ○野中 秀一 神戸大学大学院 正会員 森川 英典
 神戸大学大学院 学生員 彭 豊 神戸大学大学院 正会員 小林 秀恵

1.はじめに：劣化したコンクリート構造物に炭素繊維シート（以下 CFRP シート）補強を施す場合、劣化したコンクリートをはつり取り、PCM 等による断面修復を施した後に CFRP シート補強を施すことが考えられる。しかし、既往の研究¹⁾により、断面修復を施した RC 部材において CFRP シート補強効果が低下するという知見が得られている。本研究では補強効果が低下した主要因を使用した PCM の弾性係数が低かったためであると考え、弾性係数を向上させた断面修復材を使用することで FRP シート補強効果の改善を目指した。

2.試験要因：本試験で使用した供試体の概略図を図-1 に示す。試験供試体は断面が 150×200mm、長さ 1800mm の RC は

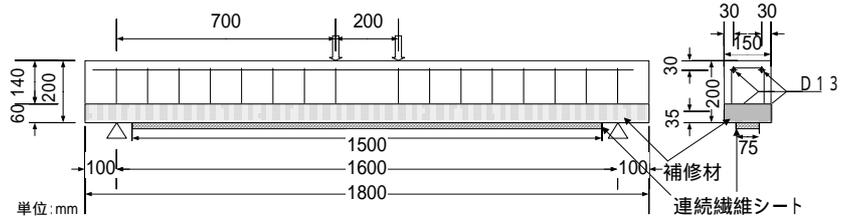


図-1 供試体概略図

り、スパン長は 1600mm、断面修復高さを 60mm とした。配筋は D13 鉄筋を圧縮側、引張側にそれぞれ 2 本配置し、D6 スターラップを 100mm 間隔で配置した。断面修復は、所定の高さまでコンクリートを打設後、遅延材により打ち継ぎ界面のセメントを除去した後に脱型し、湿潤養生した。2 週間の養生後、打ち継ぎ界面および主鉄筋にプライマーを塗布し、PCM を打設した。FRP シートは、幅 75mm 長さ 1500mm のものを使用し、コンクリート表面にプライマー、不陸修正材であるパテの順に施工した後、貼付けた。試験要因を表-1 に示す。試験要因は、断面修復の有無および断面修復材の違い (PCM, PCM (水))、打ち継ぎ界面および主鉄筋へのプライマーの塗布の有無、CFRP シート補強の有無とする。ただし、PCM(水)は PCM の硬化剤を水に置換した断面修復材である。使用した断面修復材の材料特性を表-2 に示す。表-2 より、本研究で使用した PCM は既往の研究で使用したものより弾性係数が高く、コンクリートに近い値をとっていることがわかる。また、図-2 に PCM の付着応力-すべり関係を示す。図-2 より、プライマーを塗布することで付着すべり開始応力は向上するが、付着すべり発生後の抵抗力が低下していることがわかる。さらに、PCM (水) を使用し、プライマーを塗布した場合、付着すべり発生後の抵抗力が著しく低下していることがわかる。

表-1 試験要因

供試体名	補修材	打継ぎ界面プライマー	CFRP シート補強
C-N	補修なし	△	△
C-C			
HN-N	PCM	△	△
HN-C			
HP-N			
HP-C			
WP-N	PCM(水)	△	△
WP-C			

表-2 材料特性

使用材料	弾性係数 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)
コンクリート	28454.0	32.2
PCM	17369.0	49.4
PCM(水)	23227.5	62.0
PCM(既往研究)	12390.0	35.9

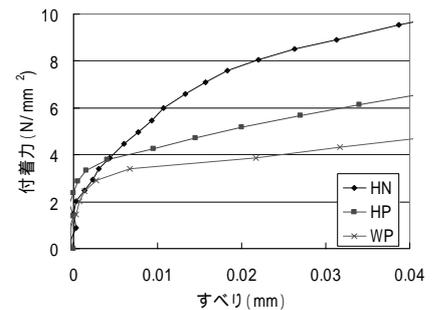


図-2 付着応力-すべり関係 (PCM)

3.試験結果および考察：試験結果 (表-3) において、部材降伏とは荷重-中央たわみ関係において急激に傾きが変わることと定義する。無補強供試体において、PCM による断面修復を施した供試体は無補修供試体と比較して、部材降伏荷重に差異は見られず、最大荷重において、若干の低下が見られるが、大きな差異がないことから、既往の研究¹⁾の傾向と合致していることがわかる。また、プライマーを塗布し、PCM (水) による断面修復を施した場合、最大荷重が大きく低下していることがわかる。一方、CFRP シート補強供試体において、部材降伏荷重および最

表-3 試験結果

供試体名	部材降伏荷重(kN)	最大荷重時	
		荷重(kN)	耐力比
C-N	41.83	48.00	△
HN-N	42.26	45.27	
HP-N	41.58	45.31	
WP-N	41.78	42.70	
C-C	49.08	57.22	1.19
HN-C	50.89	56.43	1.25
HP-C	49.43	56.09	1.24
WP-C	51.58	57.02	1.34

キーワード RC 部材 CFRP シート 断面修復 補強効果

連絡先 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学工学部 TEL078-881-1212

大荷重に大きな差異がみられないことがわかる。これは、PCMによる断面修復を施すとCFRPシート補強効果が低下するとして既往の研究¹⁾の結果と異なっている。

(a)無補強における各供試体の検討:無補強時における荷重-中央たわみ関係(図-3)より、PCMで断面修復を施した供試体では、部材降伏直後における荷重の低下が見られるものの、最大荷重に大きな差異が見られないことがわかる。

したがって、PCMによる断面修復による耐力への影響は小さいと考えられる。また、プライマーを塗布した供試体(HP-N)とプライマーを塗布していない供試体(HN-N)に大きな差異が見られないことから、PCMを使用した場合、プライマーを塗布することによる影響も小さいと考えられる。一方、PCM(水)による断面修復を施した供試体では、ひび割れ性状(図-4)から、他の供試体と比較して、終局時における支配的なひび割れ(図-4の太線)の分散性が低いことがわかる。また、PCM(水)を使用し、プライマーを塗布した場合の付着すべり発生後の抵抗力が小さいことから、主鉄筋の付着すべりが進展し、ひび割れの開口が局所化したために、最大荷重が低下したと考えられる。

(b)補強時における各供試体の検討:CFRPシート補強時における荷重-中央たわみ関係(図-3)より、無補修供試体(C-C)と断面修復を施した供試体(HN-C, HP-C, WP-C)に大きな差異は見られず、断面修復によるCFRP補強効果への影響は小さいと考えられる。これは、既往の研究¹⁾で用いられたPCMと比較して、本研究で使用したPCMの弾性係数が高かったために、断面修復部の変形が抑制され、ひび割れが生じにくくなったため、最大荷重が無補強供試体と同等になったと考えられる。次に、PCM(水)による断面修復を施した場合、無補強では最大荷重が大きく低下したにも関わらず、CFRP補強を施すと無補強供試体とほぼ等しい最大荷重をとった原因を考察する。WP-C供試体の部材降伏時鉄筋ひずみ分布に勾配が見られないことが確認されており、無補強の場合と同様に付着すべりが生じていると考えられる。しかし、ひび割れ性状(図-5)よりWP-Cのひび割れ本数が多いことから、CFRP補強を施していることにより、シートが荷重を分担し、新たなひび割れが生じたと考えられる。これにより、ひび割れの局所的な開口が抑制され、ピーリングが生じにくくなったことで、シートがはく離しにくくなり、最大荷重が無補強供試体と同等になったと考えられる。

4.まとめ:以下に本研究で得られた知見についてまとめる。

- ・弾性係数がコンクリートに近いPCMを使用した断面修復がCFRPシート補強効果へ与える影響は小さい。
- ・PCM(水)を使用し、プライマーを塗布した断面修復を施したCFRP補強供試体において、主鉄筋の付着すべりを生じることでひび割れの分散性が向上し、シートはく離が生じにくくなった。

謝辞:実験に際してご協力いただきましたコニシ(株)、日鉄コンポジット(株)に深く感謝いたします。

[参考文献] 1) 彭丰, 森川英典, 梶田宏行, 小林秀恵: 断面修復を施したRCはりの炭素繊維シート補強に関する実験, 土木学会関西支部年次学術講演集, V-50, 2005.5.

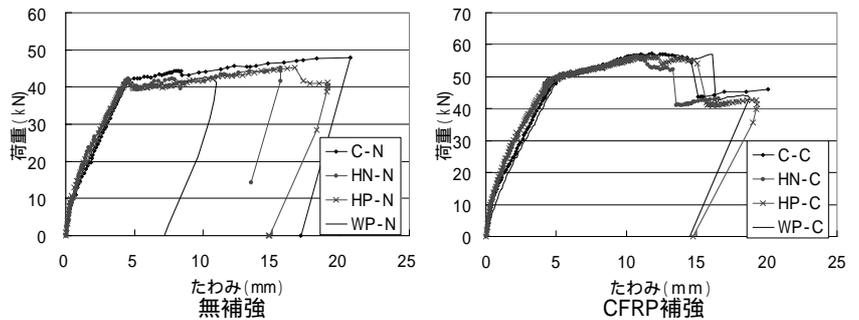


図-3 荷重-中央たわみ関係

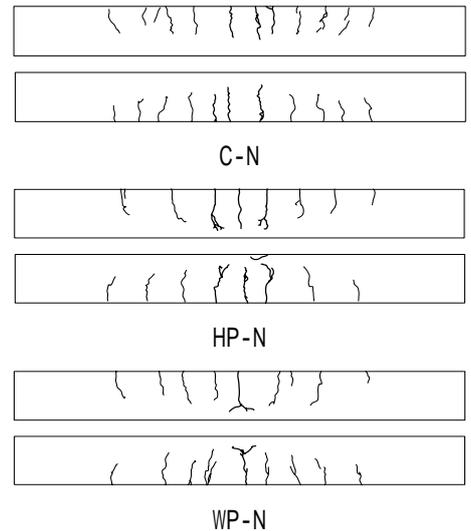


図-4 ひび割れ性状 (無補強)

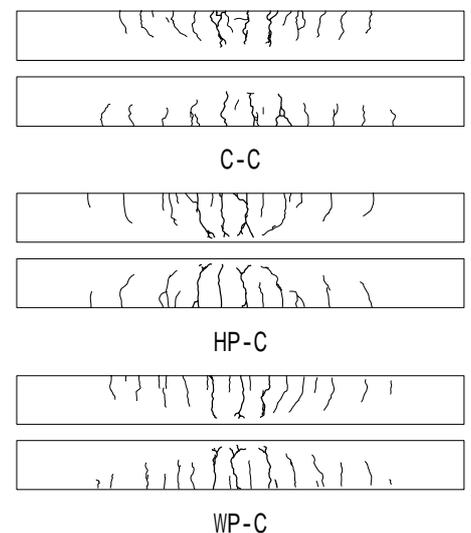


図-5 ひび割れ性状 (CFRP補強)