

V-200

炭素繊維シート補強RCはりの曲げ性状に及ぼすシートの接着状態の影響

住友大阪セメント（株） 正員 水越睦視
 東燃（株） 正員 明星 徹
 （株）ケミカル工事 正員 真鍋 隆
 （株）ケミカル工事 小林哲也

1. はじめに

近年、損傷した構造物の補修・補強工法として軽量で引張強度が高く、耐食性に優れた炭素繊維シート（以下、CFSと記す）を補強材として接着する工法が注目されている。筆者らは、CFSによる曲げ補強効果をRCはりを用いた実験により確認し、CFSの付着性能が曲げ耐力向上の重要な要因の一つとなることを明らかにした¹⁾。本実験は、特にCFSの接着状態に着目し、母材の下地処理方法、接着不具合、CFS長さおよびプライマーの種類を要因にとり、これらがRCはりの曲げ性状に及ぼす影響について検討したものである。

2. 実験概要

実験状況を図-1に示す。供試体は高さ400mm、幅300mm、長さ3000mmのRCはりで、スターラップはφ9を100mm間隔で配置した。また、コンクリート、主鉄筋およびCFSの材料特性を表-1に示す。

供試体の種類は、無補強はり1体と接着条件を変えたCFS補強はり7体の計8種類とし、接着状態の違いが曲げ性状に及ぼす影響を実験的に検討した。実験ケースを表-2に示す。

載荷は図-1に示すような $a/d=3.14$ の曲げ卓越型の対称2点載荷とした。載荷手順は、主鉄筋ひずみが降伏ひずみの1.2、3倍まで3回繰返しその都度除荷し、4回目に最終破壊まで載荷を行った。ただし、実際は主鉄筋ひずみの測定値が鉄筋降伏後、コンクリートのひび割れ部で大きな動きを示すため、補強ケースではCFSのひずみで制御した。また、スパン中央たわみ、CFS下面ひずみを0.5t毎に測定した。

表-1 使用材料の特性

	降伏強度 kgf/cm ²	破断強度 kgf/cm ²	ヤング率 ×10 ⁵ kgf/cm ²
コンクリート 呼び強度240	—	$\sigma_c=292$ (試験時)	$E_c=0.276$ (試験時)
主鉄筋 SD295	$f_y=3,500$	$\sigma_s=5,300$	$E_s=2.1$
CFS	—	$\sigma_c=46,300$	$E_c=2.35$

CFS：目付 300g/cm²、設計厚さ：0.167mm

表-2 実験ケース

供試体No.	CFS接着面の母材下地処理方法	プライマー	施工
1	なし	なし	補強なし
2	サンダー	通常	CFS1層通常施工
3	ウォータージェット（軽度）	通常	CFS1層通常施工
4	ウォータージェット（重度）／パテ処理	通常	CFS1層通常施工
5	ウォータージェット（重度）／パテ処理	高浸透性	CFS1層通常施工
6	サンダー	通常	CFS1層浮き5%施工
7	サンダー	通常	CFS1層浮き10%施工
8	サンダー	通常	CFS長1150mm通常施工

ウォータージェットの水压：軽度=1000kgf/cm²、重度=2000kgf/cm²

表-3 実験結果一覧

No.	降伏荷重 (tf)	増加倍	最大荷重 (tf)	増加倍	破壊モード
1	8.6	1.00	12.75	1.00	曲げ破壊
2	11.8	1.37	16.00	1.25	シート剥離（コンクリート表層）
3	12.2	1.42	21.60	1.69	シート剥離（かぶり部分）
4	12.1	1.41	22.83	1.79	シート剥離（かぶり部分）
5	12.5	1.45	22.55	1.77	シート剥離（かぶり部分）
6	11.4	1.33	16.50	1.29	シート剥離（コンクリート表層）
7	12.2	1.42	18.23	1.43	シート剥離（コンクリート表層）
8	11.8	1.37	16.42	1.29	シート剥離（コンクリート表層） +せん断ひび割れの進展

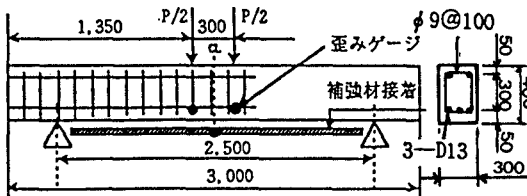


図-1 実験状況

3. 実験結果と考察

3.1 降伏荷重および最大荷重

実験結果一覧を表-3に示す。すべてのCFS補強はりの降伏荷重は無補強はりの降伏荷重よりも大きく、CFSの補強による曲げ剛性の向上が認められた。最大荷重については降伏荷重よりも顕著にCFSの接着状態の影響が現れており、通常のサンダー処理を施したはりの終局耐力は無補強の約1.25倍であるのに対し、ウォータージェットによる下地処理を施したはりでは約1.7倍まで終局耐力が向上した。なお、ウォータージェットの程度、接着不具合およびプライマーの違いによる差はほとんど認められなかった。

3.2 変形性状

荷重とスパン中央たわみの関係(除荷重を省略)を図-2に示す。すべてのCFS補強はりにおいて、無補強はりとは異なり、変形は主鉄筋降伏後も荷重の増加を伴いながら進んでいる。しかしながら、CFSの接着状態により変形性状も異なり、CFS長さがNo. 2, 5はりの半分であるNo. 8はりでは、CFSの外側のせん断ひび割れの進展がNo. 2, 5はりに比べ著しく、主鉄筋降伏から比較的早い時期に荷重の増加がみられなくなり、無補強はりに近い変形曲線を示した。これに対し、ウォータージェットによる下地処理を施したNo. 5はりでは、通常処理のNo. 2はりとはほぼ同様の変形曲線を示したが、No. 2はりが破壊した荷重以降も荷重の増加を伴いながら変形が進み破壊に至った。このことは、ウォータージェットを用いCFSの接着力を高めることにより、無補強や従来のCFS補強ケースに比べ、より変形性能の大きい靱性に富んだ部材となることを示唆している。

3.3 破壊性状

荷重とCFSひずみ(スパン中央下面)の関係を図-3に、破壊状況を図-4に示す。図-3より、無補強はりに比べ、CFSの最終ひずみは通常処理のNo. 5, 8では7500 μ 程度であるのに対し、ウォータージェット処理のNo. 5では、主鉄筋降伏後からCFSのみで引張応力に抵抗する区間が長く、ひずみは10000 μ 以上を示した。また、図-4に示すように、破壊性状もシート剥離ではなく、かぶりコンクリートの破壊によるものであった。これは、設計値以上の大きいせん断力が作用したことによる引張側主鉄筋とコンクリートの付着切れおよび主鉄筋のダウエル作用によるものと考えられる。CFS長さの違うNo. 2はりとはNo. 8はりを比べると、No. 8はりのせん断ひび割れの発達が顕著であり、No. 2はりの破壊がシート剥離のみに起因するのに対し、No. 8はりの破壊はCFSのすぐ外側のせん断ひび割れによるせん断ずれとシート剥離の両方によるものであった。このことより、さらにせん断卓越型の載荷状態やせん断補強の少ない場合、両ケースの破壊形態や耐力に差があらわれるものと考えられる。

4. まとめ

ウォータージェットによる下地処理を施すことにより炭素繊維シート補強部材の曲げ性状は耐力、変形性能ともに向上することが確認された。また、曲げ補強範囲が短い場合よりも長い場合の方が、せん断ひび割れの発達をある程度抑制できることがわかった。接着不具合の程度、プライマーの種類による影響は、本実験の範囲内では認められなかった。今後、さらに接着状態の検討を実施する必要がある。

〔参考文献〕 1)小松、井上、明星：炭素繊維シート補強RC梁の曲げ強度研究，土木学会第49回年次学術講演会講演概要集，pp. 654～655，1994

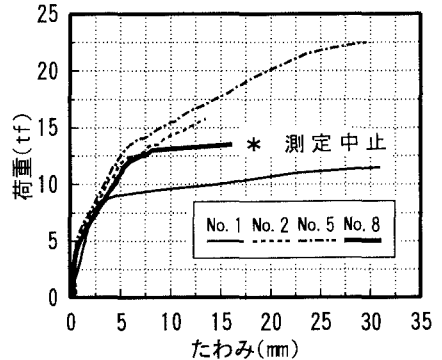


図-2 荷重とスパン中央たわみの関係

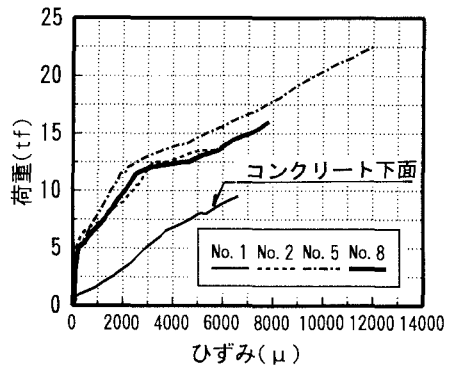


図-3 荷重とCFSひずみの関係

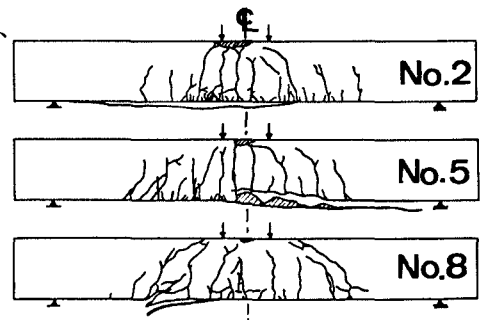


図-4 破壊状況