

高強度コンクリートを用いたRCはりのじん性改善に関する研究

岡山能開短大 正会員 ○宮内克之 鳥取大学工学部 正会員 井上正一
鳥取大学工学部 正会員 西林新蔵 東燃（株） 正会員 小林 朗

1. はじめに

炭素繊維シート（以下、CFS と略記）を用いた曲げ補強の一方法として、曲げスパン内の圧縮域コンクリートを横拘束することによる、はりの曲げじん性改善が考えられる。一方、高強度コンクリートの利用は、部材の軽量化、部材断面の縮小化などを可能にし、その結果資源の節約や利用空間の拡大が図れるなどの利点がある。しかし、高強度コンクリートは、普通強度のコンクリートに比べるとじん性が乏しい。そこで本研究においては、CFS を曲げスパンに貼り付け、曲げスパン内の圧縮域コンクリートを横拘束することによる、はりの曲げじん性改善の基礎的資料を得ることを目的に、高強度コンクリートを使用したはりをも含めた静的載荷試験を行い、CFS による圧縮域コンクリートの横拘束効果について検討した。

2. 実験概要

実験計画を一括して表-1 に、供試はりの形状寸法を図-1 に示す。はりは、幅 125mm、高さ 200mm（有効高さ $d=165\text{mm}$ ）の単鉄筋矩形はりである。主鉄筋および CFS の機械的性質を表-2、3 に示す。CFS 貼り付け供試体では、はりの曲げスパン（500mm）に対し、CFS の繊維方向がはりの軸方向に対して直角になるように 50mm 幅のストライプ状に貼り付けた。また、折曲げによる CFS の強度減少を小さくするために、はり横断面の隅角部には半径 10mm の面取りを施した。使用したコンクリートの材令 28 日における圧縮強度は、 $f'_c = 36, 105\text{N/mm}^2$ （試験時圧縮強度 40, 112N/mm^2 ）の 2 種類である。載荷点およびスパン中央のたわみを変位計により測定した。また、曲げスパン内におけるコンクリートおよび CFS のひずみを、図-1 に示す位置に貼付した電気抵抗線ひずみ計によって測定した。

表-1 実験計画および実験結果一覧表

供試体 記号	鉄筋指数 ρ	CFS 貼り付け	横拘束筋 量 (%)	曲げ耐力 (kN)		降伏変位 δ_y (mm)	終局変位 δ_u (mm)	変位 じん性率 μ
				計算値	実験値			
N40	0.31	—	0	127.7	128.5	7.67	8.33	1.09
C40-1/2Z	0.31	周囲 1/2 層	0.143	127.7	130.4	7.40	11.36	1.54
N100	0.11	—	0	144.3	155.2	6.51	29.09	4.47
C100-1/2Z	0.11	周囲 1/2 層	0.143	144.3	153.6	5.45	54.98	10.09

*鉄筋指数：鉄筋の降伏強度と材令 28 日におけるコンクリート強度を用いて算出

*変位じん性率：最大荷重後に荷重が降伏荷重を下回らないスパン中央のたわみの最大値（終局変位）を、主鉄筋の降伏時のスパン中央のたわみ（降伏変位）で除した値

表-2 鉄筋の機械的性質

	種類 (SD345)	降伏強度 (N/mm^2)	弾性係数 (kN/mm^2)
主鉄筋	D 19	407	200

表-3 炭素繊維シートの機械的性質

設計厚さ (mm)	繊維目付 (g/m^2)	引張強度 (N/mm^2)	弾性係数 (kN/mm^2)
0.110	200	3,480	230

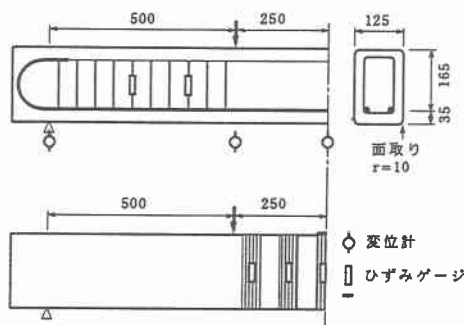


図-1 供試はりの形状寸法 (mm)

3. 実験結果および考察

3.1 破壊様式および荷重～たわみ関係

図-2にスパン中央における荷重～たわみ関係を示す。図-3には、CFSにより補強したはりの試験終了後におけるひびわれ状況を示す。コンクリート強度が 40N/mm^2 の供試はりでは、主鉄筋の降伏の直後に最大耐力に達し、曲げ補強していないはり(N40)は圧縮側コンクリートの圧潰により急激に耐力を失った。CFSにより補強したはり(C40-1/2Z)は、耐力を維持したまま変形のみが増大し、最終的には圧縮側コンクリートの圧潰に伴いCFSが破断し破壊に至った。コンクリート強度が 100N/mm^2 で無補強のはり(N100)は、主鉄筋降伏後徐々に荷重が増加し、最大耐力に達し、圧縮側コンクリートの急激な圧潰により破壊した。CFSにより補強したはり(C100-1/2Z)は、最大耐力以後緩やかな荷重の減少と共に変形が増大し、最終的には圧縮側コンクリートの圧潰に伴い下部隅角部でCFSが破断して破壊に至った。

3.2 CFSによる横拘束効果

図-4は、荷重と曲げスパン中央における上縁コンクリートの圧縮ひずみとの関係を示したものである。コンクリート強度が 40N/mm^2 の補強はり(C40-1/2Z)では、最大耐力時の上縁コンクリートのひずみは、約 2800×10^{-6} であるが、圧潰直前のひずみは 5200×10^{-6} 程度であり、CFSで拘束することにより、終局ひずみが増大していることがわかる。コンクリート強度が 100N/mm^2 のはりでは、最大耐力時の上縁コンクリートのひずみは、無補強のはり(N100)で約 3200×10^{-6} 、補強はり(C100-1/2Z)で約 3300×10^{-6} であり、ほとんど差がなかった。しかしC100-1/2Zでは、上縁コンクリートのひずみが約 3600×10^{-6} になるまで最大耐力を維持しており、CFSの拘束効果が伺われる。

図-5は、変位じん性率と横拘束筋量との関係を鉄筋指数をパラメータとして示したものである。これより、CFSで補強したはりでは、鉄筋指数の多少にかかわらず、変位じん性率が大きく増大しており、CFSによる曲げスパンの横拘束が、じん性の向上に非常に効果的であることがわかる。

4. まとめ

- (1) 曲げスパンをCFSにより横拘束することによって、圧縮側コンクリートの終局ひずみを増大させることができ、はりのじん性を大きく改善できる。
- (2) 高強度コンクリートを用いたRCはりにおいても、CFSにより曲げスパンを横拘束することによって、コンクリートの早期圧潰を遅らせ、はりのじん性を大きく改善できる。

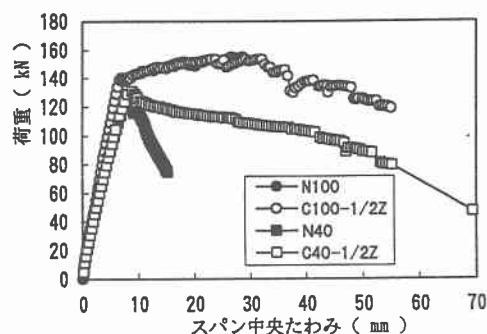


図-2 荷重～たわみ関係

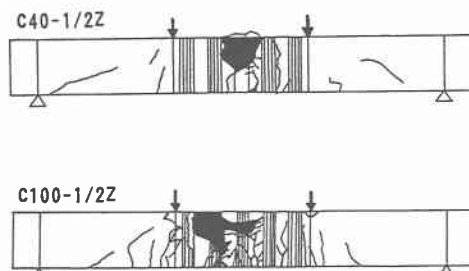


図-3 ひびわれ状況（試験終了後）

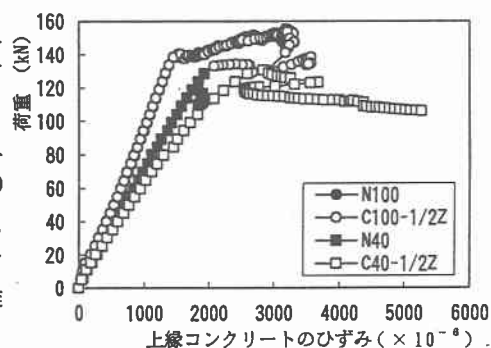


図-4 荷重と上縁コンクリートひずみとの関係

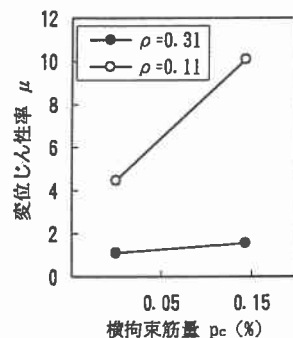


図-5 $\mu \sim \rho_c$ 関係