

新素材により補強したレジンコンクリートはりの破壊性状

岐阜大学大学院 学生員○奥村 拓央
サンレック(株) 正会員 林 富士夫
岐阜大学工学部 正会員 小柳 治

1. 目的

結合材にセメントの代わりに合成樹脂を用いたレジンコンクリート (REC) は、高強度、耐食性、耐摩耗性に優れている。しかし REC を鉄筋で補強した場合、REC は中性であるためひびわれ後の鉄筋の防食作用はない。また硬化収縮が0.6%前後と大きいため、鉄筋を配置した場合には、拘束による内部引張応力によりかえってひびわれ耐力が低下する。一方、新素材として注目されている FRP ロッドは高強度、非腐食性、非磁性などの利点を有しており、これを REC の補強材に利用できれば高性能な REC 部材ができる。本研究では鉄筋および FRP ロッドにより補強した REC はりを作成し、REC の硬化収縮量が異なる場合、および補強材が異なる場合について、破壊性状、耐力などの部材特性、補強効果などを実験により検討する。

2. 実験概要

REC の強度試験結果を表-1に、補強材の機械的性質を表-2に示す。樹脂には収縮タイプと無収縮タイプの不飽和ポリエステル樹脂を用いた。補強材は、D6アラミドロッド、D5カーボンロッド、D10鉄筋の3種類である。はり供試体の寸法は $l \times b \times h$ が $150 \times 12 \times 10$ cm、有効高さは7cmとし、各補強材ともはり中央に1本配置した。補強材比は鉄筋が0.9、アラミドが

表-1 REC強度試験結果

	圧縮	曲げ	割裂
収縮タイプ	1193	238	120
無収縮タイプ	1084	216	112

(kgf/cm²)

表-2 補強材の機械的性質

	径 (mm)	弾性係数 (kgf/cm ²)	降伏荷重 (tonf)	最大荷重 (tonf)	降伏強度 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	伸び (%)
アラミド	6	5.4×10^5	-----	5.38	-----	1900	3.7
カーボン	5	1.3×10^6	-----	3.50	-----	1800	1.0
鉄筋	10	2.1×10^6	2.76	3.97	3869	5566	28.0

0.4、カーボンが0.3%である。REC との付着は両端の張り出し部を長く (25cm) とすることによりもた

せるという考えから、補強材の端部にフックは設けなかった。供試体は各々3体ずつ作成した。試験は、スパン100cm (40+20+40cm) で行い、荷重、載荷点のたわみ、および上下縁ひずみを測定、データロガにより記録した。

3. 結果と考察

はり試験結果を表-3に示す。以下、鉄筋はり、アラミドはり、カーボンはりとして記す。ひびわれ耐力は、収縮タイプが鉄筋、アラミド、カーボンはりでそれぞれ1.5、2.0、1.7tonfであり、無収縮タイプはそれぞれ1.9、1.7、1.7tonfである。収縮タイプの鉄筋はりは鉄筋の弾性係数が高いことにより REC の硬化収縮が拘束され、ひびわれ耐力が無収縮のものに比べ2割ほど低い。

表-3 はり試験結果 (平均)

樹脂	補強材	ひびわれ時		終局時*		破壊形態
		荷重 (tonf)	変位 (mm)	荷重 (tonf)	変位 (mm)	
収縮	鉄筋	1.51	0.99	1.40	34.7	圧壊
	アラミド	1.94	1.26	1.31	22.3	圧壊
	カーボン	1.75	1.10	1.00	6.59	破断
無収縮	鉄筋	1.91	1.26	1.41	31.5	圧壊
	アラミド	1.73	1.15	1.42	18.6	圧壊
	カーボン	1.77	1.21	0.93	5.94	破断

*破壊形態に示す破壊が生じた時

カーボンはりは樹脂タイプに拘らずひびわれ耐力が1.7tonf程度であり、アラミドはりでは無収縮タイプの方がひびわれ耐力は1割ほど低かった。はりの収縮による反りは、収縮タイプの鉄筋はりでは10mm、アラミドはりが3mm、カーボンはりが5mm程度であり、弾性係数の順に拘束の程度が異なっている。REC の標準供試体

($6 \times 6 \times 24$ cm)の曲げ強度より求めたひびわれ耐力の算定値は、収縮タイプで約2.4tonf、無収縮タイプで約2.2tonfであり、はり試験結果はいずれもこれを下回る。

上下縁のひずみはひびわれ発生までは完全弾性体の挙動を示した。ひびわれ性状はかなり急激で大きな発生音をともない、発生と同時にひびわれがはり高さ6~7cmまで進展した。ひびわれの数は収縮タイプの鉄筋はり1体を除き全て1本であり、いったんひびわれが生ずるとそこに変形が集中した。これは今回の供試体が補強材比が小さいタイプⅠの部材¹⁾で補強材の耐力がR E C強度に比べ相対的に低いためであり、変形が増大すると圧縮縁のコンクリート圧壊、または補強材の破断により破壊した。最大荷重はひびわれ荷重を下回った。

図-1~3に荷重-変位曲線を示す。鉄筋はりはひびわれ後、鉄筋が降伏して変位が増大し、最大荷重を過ぎた後にR E Cが圧壊する。載荷を続けると荷重は圧壊前の荷重程度まで回復した。アラミドはりはひびわれ後、弾性的に荷重が増加し最大荷重となってR E Cが圧壊する。圧壊による荷重の低下は鉄筋はりに比べ大きく、その後部分的な圧潰を繰り返しながら変形が増大しロッドの破断に至り、破断面はささくれ状であった。カーボンはりもひびわれ後、最大荷重に達するとR E Cの圧壊は生じずロッドが一気に破断し、破断面は平坦であった。ロッドの破断性状に違いが生じたのは、繊維の性質に加え、ロッドの集束方法やマトリックスなどの影響も考えられる。鉄筋とF R Pロッド補強はりとの部材性状の違いは、ひびわれ後の荷重の低下および降伏による変位の増大である。カーボンはりではR E Cの圧壊が生じなかったのはロッドの耐力が低いこと、破断までの伸び能力の小さいことが考えられる。

4. まとめ

(1) ひびわれ耐力は、鉄筋はりは収縮タイプの方が無収縮タイプのものより低かったが、アラミド、カーボンのF R P補強はりでは同等、または無収縮の方が若干低い値となった。

(2) 鉄筋はりでは最大荷重を過ぎてから変位の増大によりR E Cが圧壊したが、アラミドはりでは最大荷重で圧壊、カーボンはりでは圧壊前にロッドが破断した。

<参考文献>

(1) コンクリート工事用樹脂委員会：レジンコンクリート構造設計計算指針について、材料、第34巻、第384号、pp.1110~1114、1985

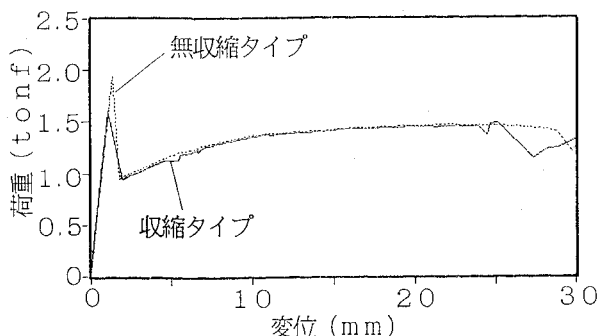


図-1 荷重-変位曲線(鉄筋補強)

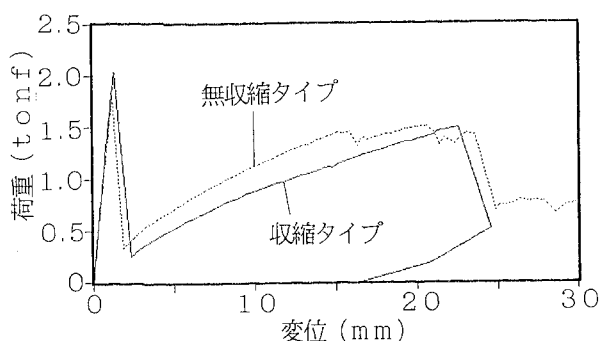


図-2 荷重-変位曲線(アラミドロッド補強)

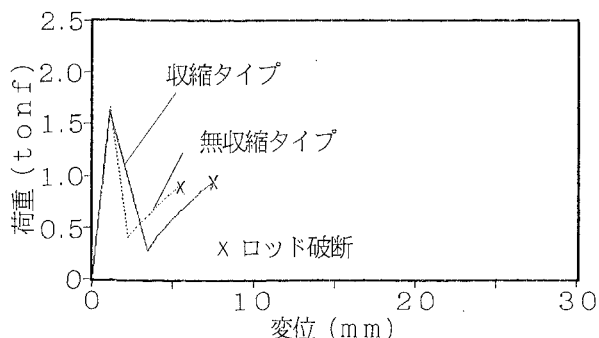


図-3 荷重-変位曲線(カーボンロッド補強)