

展張格子筋を用いて増厚補強した RC 柱の補強効果

日本大学大学院 正会員 ○吉岡泰邦 日本大学 正会員（フェロー） 阿部忠
日本大学 正会員 水口和彦， 師橋憲貴

1. はじめに

展張格子筋(以下，展張筋)は，鋼板にレーザーによってスリットを入れ，ジャッキで展張することにより格子状に加工したものである．著者らは，これまでRCはり，RC床版，ボックスカルバート¹⁾に展張筋を用いた増厚補強工法を適用し，耐荷力や耐久性向上に有効であることを明らかにしてきた．

本研究では，普通コンクリートとコンクリートにビニロン繊維を添加した2種類のRC柱供試体について，軸圧縮力载荷により損傷を与えた後に，ひび割れ補修および展張筋を用いて増厚補強した補強RC柱供試体を製作し，再度圧縮力载荷試験を行い，補強効果の検証を行った．

2. RC 柱の材料・寸法および実験方法・結果

2.1 材料および寸法

補強前のRC柱の寸法を図-1(1)に示す．高さ900mm，断面の直径300mm，かぶり25mmである．主鉄筋にはD13を9本配筋し，フープ筋にはD10を使用し，柱中央部のフープ筋間隔は100mmとした．供試体名称は，ビニロン繊維添加無の供試体をCN，ビニロン繊維添加有の供試体をCNVとする．ビニロン繊維は長さ30mm($\phi 660\mu\text{m}$)をコンクリート体積の1.0%配合した．表-1にRC柱の材料の特性値を示す．

表-1 RC 柱の材料特性

供試体	コンクリート	主鉄筋(D13,SD345)		フープ筋(D10,SD295)	
	圧縮強度 (N/mm^2)	降伏強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	降伏強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)
CN	26.7	377	551	356	509
CNV	27.4				

表-2 補強材の材料特性

供試体	無収縮 モルタル	展張筋	
	圧縮強度 (N/mm^2)	降伏強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)
R-CN	42.3	328	467
R-CNV			

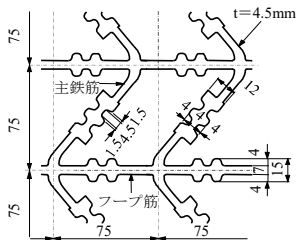


図-2 展張筋の寸法

2.2 RC 柱の実験

本実験の荷重载荷条件は，1軸圧縮単調载荷とし，荷重载荷方法は，荷重を50kNずつ増加させる段階载荷とし，荷重500kN増加ごとに荷重を0kNに除荷させる包絡荷重とする繰返し载荷とした．

2.3 結果および考察

(1)RC柱の最大耐荷力 供試体CN，CNVの最大耐荷力はそれぞれ2,115kN，2,200kNであった．ビニロン繊維を添加した場合，若干の耐荷力向上が認められた．

(2)ひび割れ状況 ひび割れ状況は，CN，CNVともに類似したものとなっているが，CNVの方がひび割れは分散する傾向が認められた．これはビニロン繊維による架橋効果によるものと推測される．(図-5赤線参照)

3. 補強供試体の使用材料および寸法

3.1 補強材および接着剤

(1)展張筋 展張筋はSS400材の鋼板を用い，展張筋の寸法を図-2に示す．厚さ4.5mmで格子間寸法は75×75mm，主鉄筋に相当する寸法は4.5×4mm(断面積18mm²)，フープ筋に相当する寸法は4.5×7mm(断面積31.5mm²)とした．また，付着性を高めるために高さ4mm

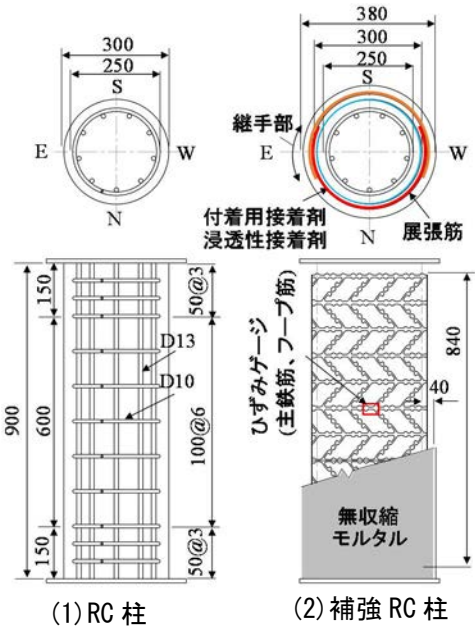


図-1 供試体形状

キーワード：RC柱，展張格子筋，ひび割れ補修，増厚補強，耐荷力，補強効果

連絡先：〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2459

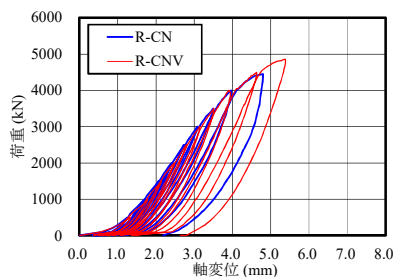


図-3 荷重と軸方向変位の関係

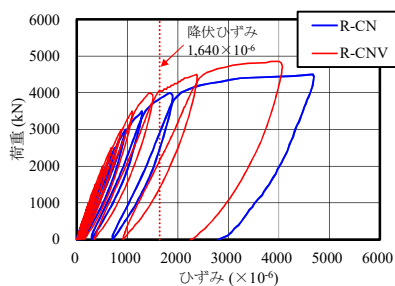


図-4 荷重と横拘束ひずみの関係

表-3 耐力値(実験値と理論値)

項目	種別	コンクリートの項				鋼材の項			理論耐力力の合計 (kN)	実験耐力力 (kN)	耐力力比 (実験/理論)
		コンクリート 圧縮強度 f'_{cd} (N/mm ²)	K1	A_c (mm ²)	理論 耐力力 (kN)	$f'_y d$ (N/mm ²)	A_{st} (mm ²)	理論 耐力力 (kN)			
補強前(A)	CN	26.7	0.85	70,686	1,604	377	1140.3	430	2,034	2,115	1.04
	CNV	27.4	0.85	70,686	1,646	377	1140.3	430	2,076	2,200	1.06
増厚部(B)	CN	42.3	0.85	42,726	1,536	315	288	91	1,627	2,335	1.44
	CNV	42.3	0.85	42,726	1,536	315	288	91	1,627	2,650	1.63
合計 【(A)+(B)】	R-CN				3,140			521	3,661	4,450	1.22
	R-CNV				3,182			521	3,703	4,850	1.31

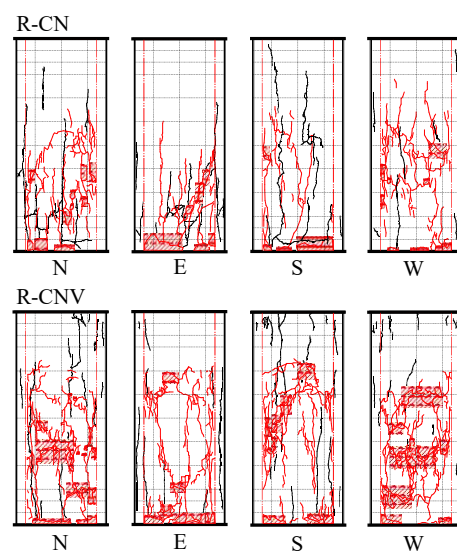


図-5 ひび割れ状況(補強 RC 柱)

の突起を設けた。

(2) 無収縮モルタル 増厚補強には、ひび割れ低減型繊維入り無収縮の流動性モルタルを使用した。表-2 に展張筋とモルタルの材料特性値を示す。

(3) ひび割れ補修用接着剤および付着用接着剤 実験後のひび割れ補修には市販の浸透性接着剤を用い、付着強度は 2.6N/mm^2 である。次に、増厚補強に関しては、展張筋を配置した後に、無収縮モルタルとの付着性を高めるために補強界面に高耐久型エポキシ樹脂接着剤(以下、付着用接着剤)を用いた。付着強度は 3.7N/mm^2 以上有することを確認している。

3.2 補強供試体寸法

ひび割れ補修を施した RC 柱全体に展張筋を配置して増厚補強を行った。補強 RC 柱の寸法および展張筋の配置状況を図-1(2)に示す。増厚の寸法は、RC 柱から 10mm の隙間をあけて展張筋を配置し、増厚は片側 40mm とし、断面の直径は 380mm とした。ここで、供試体 CN に増厚補強した供試体名称を R-CN、供試体 CNV に増厚補強した供試体名称を R-CNV とする。

4. 結果および考察

(1) 最大耐力 実験耐力力の結果を表-3に示す。補強後の RC 柱供試体 R-CN の最大耐力力は 4,450kN であり、未補強 RC 柱 (CN) に比して 2.1 倍、R-CNV の最大耐力力は 4,850kN であり、未補強 RC 柱 (CNV) に比して 2.2 倍の補強効果が得られた。表中の理論値は、コンクリート標準示方書に規定されている式で求めた値である。増厚部で差異が見られるが、これはフープ筋の効果が考慮されていないためと考えられる。

(2) 荷重と軸方向変位の関係 各供試体の荷重と軸

方向変位との関係を図-3に示す。R-CN、R-CNV 供試体ともに同様の増加傾向を示しており、最終的な変位量は、R-CN 供試体が最大荷重 4,450kN で 4.79mm、R-CNV 供試体が最大荷重 4,850kN で 5.55mm であった。

(3) 荷重と横拘束方向のひずみの関係 荷重と展張筋の横拘束方向のひずみとの関係を図-4に示す。R-CN 供試体では 2,500kN、R-CNV 供試体では 3,000kN までは比較的直線的にひずみが増加しており、展張筋の降伏ひずみを超えた付近からひずみの増加が著しくなり、最大ひずみは R-CN 供試体で $5,154 \times 10^{-6}$ 、R-CNV 供試体で $4,067 \times 10^{-6}$ であった。

(4) ひび割れ状況 補強 RC 柱のひび割れ状況を図-5に示す。図中の赤線は補強前のひび割れであり、黒線は補強後のひび割れ状況である。両供試体とも補強前のひび割れ(赤線)とは異なる位置に新たにひび割れが発生していることから、浸透性接着剤が適切に浸透し、かつ付着用接着剤により RC 柱部と増厚部の付着状況が良好で一体性が保たれていると推測される。

5. まとめ

- (1) 2 種類の損傷した RC 柱は展張筋を用いて補強することにより、耐力力がそれぞれ 2.1 倍、2.2 倍に増加した。
- (2) 補強前と補強後の RC 柱のひび割れ発生箇所が異なるため、浸透性接着剤によるひび割れ補修が適切になされたと判断できる。

参考文献 1)吉岡他：展張格子鋼板筋を用いた RC ボックスカルバートの増厚補強効果に関する実大載荷実験による検証，コンクリート工学年次論文集，Vol.39，No.2，2017