

再生コンクリート円柱および応力履歴を与えた後に展張格子筋と 高強度無収縮モルタル増厚補強した円柱の耐荷力性能

日本大学大学院 正会員 ○殿廣 泰史 日本大学 フェロー会員 阿部 忠
日本大学 師橋 憲貴 日本大学 正会員 水口 和彦
浅野工学専門学校 正会員 加藤 直樹

1. はじめに

我が国は、2030年度に温室効果ガス排出量を2013年度比で46%削減する目標を示している。建築・土木の分野において、二酸化炭素の低減策の1つに、老朽化したコンクリート建造物の解体により大量発生するコンクリート塊を再生骨材として再資源化することが挙げられる。一方、コンクリート建造物の長寿命化対策では早期施工が可能な高強度コンクリートやモルタルを用いることで構造断面が縮小化されセメント使用量が低減される。さらに、補強法によっては既設コンクリート側面を補強することから建造物の解体や撤去することなく、元の耐荷力以上が確保され建造物の長寿命化が可能となり、これによってCO₂排出量の削減に大きく寄与することになる。

そこで本研究は、低品質再生骨材を用いたコンクリート（以下、再生コンクリートとする）で製作した2種類のRC柱を用いて、一軸圧縮試験による最大耐荷力を検証した。その後、2種類の接着剤を用いて展張タイプのメタルグリッド筋（以下、展張格子筋とする）を配置、高強度無収縮モルタルで増厚補強したコンクリート柱供試体の耐荷力性能を検証した。

2. 実験概要

2.1 試験体計画 再生コンクリートには、普通ポルトランドセメントと5mm以下の細骨材および5~20mmの粗骨材を用いた。一方、低品質再生骨材を用いる場合の混合割合の上限値は品質低下の度を制御するため、低品質再生粗骨材を30%、普通粗骨材は70%とし、低

品質再生細骨材は15%、普通細骨材を85%の混合割合とした。また、ポリビニルアルコールを原料としたビニロン繊維をコンクリート体積の1.0%を配合した。再生コンクリートを用いたRC柱の記号をRC.P-N、有機繊維を混入した供試体の記号をRC.P-Fとする。コンクリートの圧縮強度はRC.P-Nが21.6 N/mm²、RC.P-Fは21.8 N/mm²である。配合条件を表1に示す。

2.2 RC柱供試体寸法 RC柱供試体の寸法を図1(1)に示す。帯筋はフラッシュバット溶接を用いた閉鎖型で最外径(直径)は250mmである。主鉄筋にはSD345 D13を9本配筋し、帯筋にはSD295 D10を使用した。コンクリート全断面積に対する主筋の全断面積の割合は1.62%となっている。

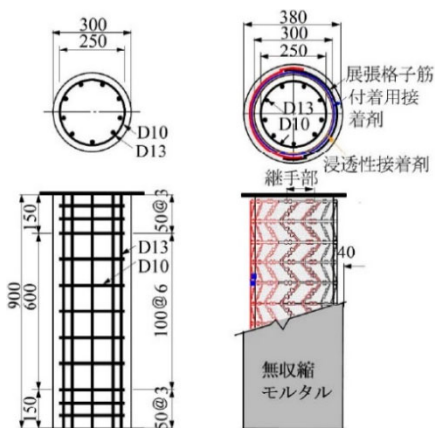
3. 実験方法

実験における荷重載荷方法は、構造物試験機自動計測制御システムを用いて、荷重100kNずつ増加し、荷重500kNごとに荷重100kNまで除荷し、残留値を計測した。最大荷重時まで載荷し、荷重増加において荷重抜けが生じる前の荷重を最大耐荷力とした。

4. 実験耐荷力・ひび割れ状況

4.1 応力履歴時の最大耐荷力 RC柱の一軸圧縮載荷試験による最大耐荷力は、供試体RC.P-Nが1,768kN、

有機繊維を混入した供試体RC.P-Fは1,838kNであり、有機繊維を配合することで1.04倍の耐荷力が向上した。



(1) RC柱寸法 (2) 補強寸法

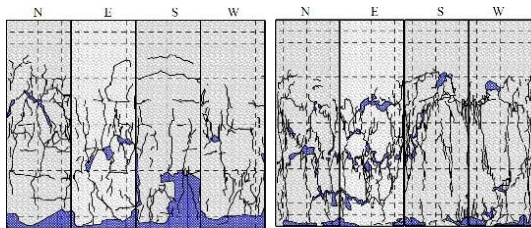
図1 供試体寸法

表1 再生コンクリートの配合条件

供試体	スランブ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	単位重量 (kg/m ³)						AE剤	
				水	セメント	再生粗骨材 (30%)	普通粗骨材 (70%)	再生細骨材 (15%)	普通細骨材 (85%)		ビニロン 繊維
RC.P-N	21.0	4.5	65	180	277	253	642	116	764	-	2.4
RC.P-F											

キーワード 再生コンクリート柱, 有機繊維, 増厚補強, 耐荷力性能

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 047-474-2468



(1) RC.P-N

(2) RC.P-F

図2 RC柱の破壊状況。

これらの2タイプのRC柱の最大耐荷力を基準に補強効果を検証する。

4.2 破壊状況 破壊状況を図2に示す。供試体RC.P-Nのひび割れ状況は図2(1)に示すように微細なひび割れが発生し、一部にコンクリートの剥落が見られる。一方、供試体RC.P-Fは図2(2)に示すように、供試体RC.P-Nに比して微細なひび割れが多く、RC柱の中央付近に多く発生している。これは繊維混入による架橋効果のためと考えられる。

5. 補強RC柱供試体寸法および補強材料

5.1 補強RC柱供試体寸法 ひび割れ補修用および不着用の接着剤を用いて展張格子筋を配置し、高強度無収縮モルタルで補強したRC柱の供試体寸法を図1(2)に示す。図1(1)に示す供試体に、厚さ4.5mmの展張格子筋を配置し、40mmの増厚を行う。よって、補強後の寸法は直径380mmである。展張格子筋の配置は既設コンクリート表面から10mmの位置に設置し、半径中央で150mmの重ね継ぎ手構造とする。なお、RC柱RC.P-Nに増厚補強した供試体の記号をRC.P-N-R、RC.P-Fに増厚補強した供試体の記号をRC.P-F-Rとする。

5.2 補強材料

(1) 高強度無収縮モルタル(H-NM) 増厚補強には、ひび割れ低減型ナイロン繊維が混入した市販の高強度無収縮モルタルを用いた。この材料は、ひび割れ抵抗に優れており、強度物性および流動性は従来の無収縮モルタルと同等の性能を有している。本実験に用いたH-NMの配合および圧縮強度を表2に示す。

(2) 展張格子筋 一般鋼板SS400を用いてレーザー加工し、RC柱の縦筋方向に展張して製作した鋼製の格子筋である。本供試体には厚さ4.5mm、格子間寸法は75×75mmとし、展張角度は60度とした。付着性を高めるために高さ4mmの突起を設ける構造である。

6. 補強RC柱の実験方法

補強後の耐荷力性能の検証は3章に示した無補強の

表2 高強度無収縮モルタル(H-NM)

単位量(kg)		水結合比 (%)	圧縮強度(N/mm ²)	
プレミックス材料	水		材齢3日	材齢28日
1,875	338	18	25.0	45.0

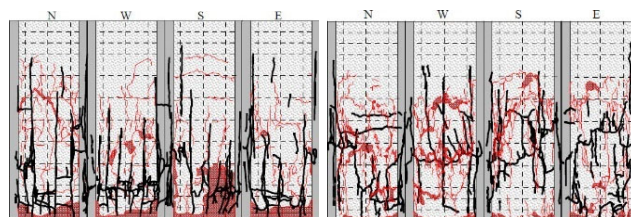
表3 実験耐荷力

供試体	RC柱の耐荷力 (kN)	補強部の耐荷力 (kN)	合計耐荷力 (kN)
RC.P-N-R	1,768	1,877	3,645
RC.P-F-R	1,838	2,476	4,314

RC柱と同様に1軸圧縮載荷実験を行った。

7. 結果および考察

7.1 実験耐荷力 補強後の実験耐荷力を表3に示す。供試体RC.P-N-Rの最大耐荷力は3,645kNであり、供試体RC.P-F-Rの最大耐荷力は4,314kNである。以上より、2種類の接着剤を用いて展張格子筋を配置し、40mmH-NM増厚補強することで補強前のRC柱の2倍以上の補強効果が得られた。よって、再生コンクリートを用いて製作したRC柱が急激な劣化を生じた場合に、本提案する補強法を適用することで機能回復すると同時に、撤去することなく増厚することで「循環型社会」の構築が可能になると考えられる。



(1) RC.P-N-R

(2) RC.P-F-R

図3 補強RC柱の破壊状況。

7.2 破壊時のひび割れ状況 ひび割れ状況を図3に示す。供試体RC.P-N-RおよびRC.P-F-Rともに、軸方向にひび割れが発生しているものの展張格子筋の効果により微細なひび割れはほとんど発生していない。

以上より、維持補強においては元の耐荷力を維持するための修繕および耐荷力に伴う補強が検討されているが、本補強においては耐荷力の向上を図る補強法として実用的であると考えられる。

参考文献

- 1) 内閣官房他：2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略，2021.6
- 2) 日本建築学会：再生骨材を用いるコンクリートの設計・製造・施工指針(案)，2014.10
- 3) 日本工業規格：JIS A 5022 再生骨材コンクリート M，2018
- 4) 経済産業省：砕石等動態統計調査，平成31年(令和元年) 砕石等統計年報，2020.4
- 5) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 III, IV，2017.11
- 6) 阿部忠，塩田啓介，吉岡泰邦，今野雄介：2タイプの鋼板格子筋を用いたRCはりのPCM増厚補強における補強効果の検証，セメント・コンクリート論文集，Vol.69, No.1, pp.634-641, 2016.3
- 7) 阿部忠，伊藤清志，中島博敬，小堺規行：低弾性PCM・PCCの性能および2種類の接着剤を塗布したRC床版の薄層補修における耐疲労性の検証，コンクリート工学年次論文集，Vol.41, No.2, pp.1478-1483, 2019.7
- 8) 山崎淳，池田甫：道路橋補修・補強事例集，2013.5
- 9) 土木学会：2017年制定コンクリート標準示方書[設計編]，2018.3