

展張筋を用いた接着剤塗布型PCM増厚補強法によるRCはりに補強効果

日本大学大学院 学生会員 ○中島博敬 日本大学 フェロー会員 阿部忠
JFE シビル(株) 正会員 塩田啓介 正会員 吉岡泰邦

1. はじめに

高度経済成長期に建設されたコンクリート橋は、建設後 50 年を超え、老朽化が進行している。また、地震動の影響によるコンクリート部材のせん断ひび割れなどの損傷が発生しており、その補修技術の開発が急務となっている。そこで本研究は、RC はりについてせん断スパン比 1.0 および 1.5 の位置に 2 点荷重による静荷重実験を行い、斜めひび割れ損傷を与えた後、浸透性接着剤を用いてひび割れ補修を施し、本提案する展張筋¹⁾を配置してポリマーセメントモルタル(PCM)で増厚補強した場合の補強効果を評価した。PCM 増厚補強法においては、既設 RC はりのコンクリートとの付着性を高める対策として補強界面にエポキシ系接着剤を塗布した。

2. RCはりの材料・寸法および静荷重実験方法・結果

2.1 材料および寸法

(1) RCはりの使用材料 RC はりのコンクリートには、普通ポルトランドセメントと 5mm ～ 20mm の砕石および 5mm 以下の砕砂を用いた。実験時の圧縮強度は 25.5N/mm^2 である。次に、軸方向主鉄筋には SD295A D16、圧縮鉄筋には D13、スターラップには D6 を用いた。

(2) RCはりの供試体寸法 本実験の供試体の寸法を図-1 に示す。供試体寸法は支間 1,300mm、張出部 200mm、全長 1,700mm である。また、断面寸法は、幅 250mm、高さ 300mm とする。引張鉄筋には D16 を 3 本配置し、有効高は 260mm である。また、圧縮側に D13 を 2 本配置し、鉄筋中心からコンクリート表面までを 40mm とした。スターラップには D6 を用い、150mm 間隔で配置した。

2.2 RCはりの静荷重実験

本実験の荷重位置はせん断スパン比 1.5 および 1.0 ($= a/d$, a : 支点上から荷重位置までの距離, d : 鉄

筋の有効高 (260mm)) とし、それぞれの荷重位置における補強前 RC はりの破壊時の耐力と補強後の耐力を評価する。せん断スパン比 1.5 の位置に 2 点荷重とする供試体記号を RC-N1 とする。次に、せん断スパン比 1.0 の位置に荷重する供試体記号を RC-N2 とする。

静荷重実験における荷重条件は 0kN から 5kN ずつ増加し、25kN に達した後、荷重 5kN ずつ 5kN まで除荷し、残留値を計測した。これを 1 サイクルとし、供試体が破壊するまで荷重を増減する。本実験におけるたわみ、鉄筋のひずみの計測位置は図-1 に併記した。

2.3 結果および考察

(1) RCはりの最大耐力 せん断スパン比 1.5 ($= 390/260$) の位置に 2 点荷重した供試体 RC-N1 の最大耐力は 295.1kN である。次に、せん断スパン比 1.0 ($= 260/260$) の位置に 2 点荷重した供試体 RC-N2 の最大耐力は 409.0kN である。

(2) 破壊状況 供試体 RC-N1、RC-N2 の破壊時のひび割れ状況は図-2 より、曲げ領域に発生したひび割れが上縁まで達している。また、左支点から荷重荷重位置にほぼ 45 度で斜めひび割れが伸展している。破壊は荷重はり中央付近で曲げ破壊となった。

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 展張筋には SS400 材の鋼板を用いる。展張筋の寸法は図-3 に示すように、厚さ 4.5mm で格

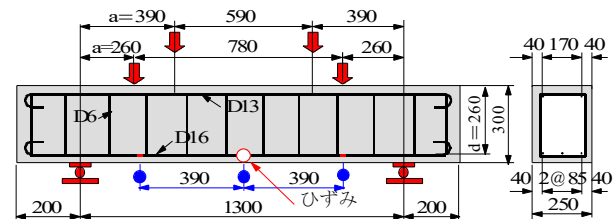


図-1 供試体寸法および荷重荷重位置

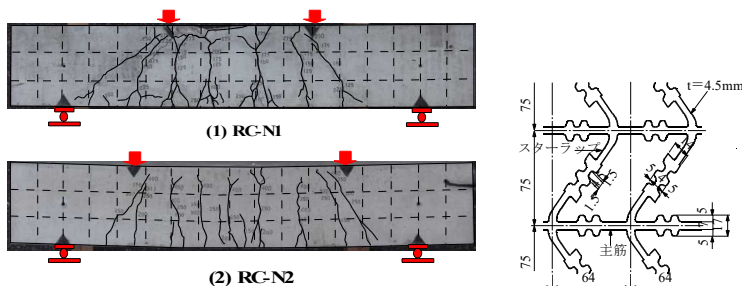


図-2 破壊状況

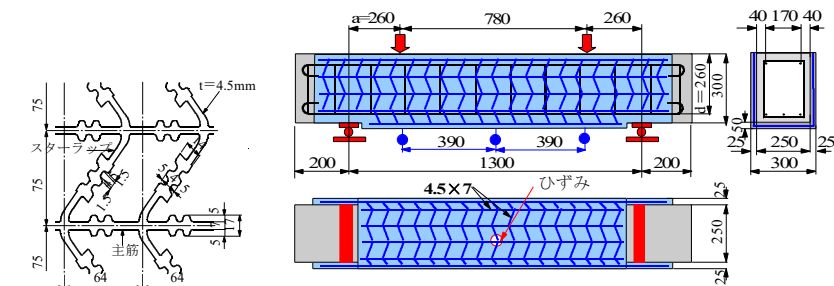


図-3 展張筋の寸法

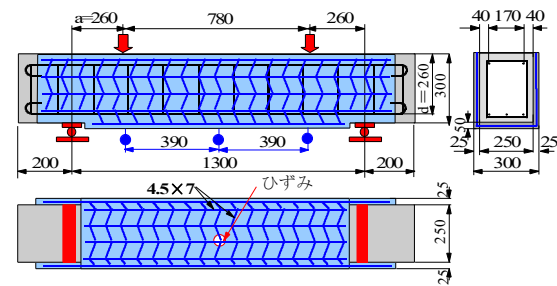


図-4 補強供試体の寸法

キーワード: RC はり, 展張格子筋, 接着剤, ポリマーセメントモルタル, せん断補強

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

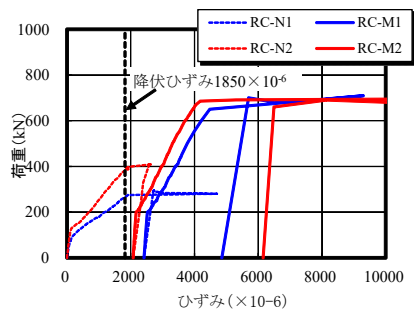


図-5 鉄筋荷重とのひずみの関係

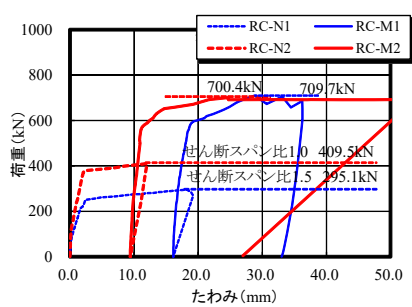


図-6 荷重とたわみの関係

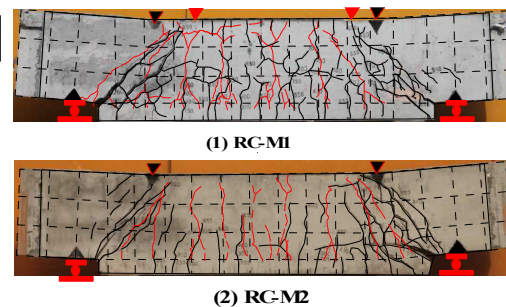


図-7 破壊状況

子間寸法は $75 \times 64 \text{ mm}$ である。主筋に相当する寸法は $4.5 \times 7 \text{ mm}$ (断面積 31.5 mm^2)、スターラップに相当する寸法は $4.5 \times 4 \text{ mm}$ (断面積 18 mm^2) である。また、付着性を高めるために高さ 5 mm の突起を設けた。

(2) PCM RC はりの増厚補強に用いる PCM には、長さ 12 mm のビニロン繊維を配合した市販のセメント材料を用いた。なお、実験時における圧縮強度は 48.0 N/mm^2 である。

(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た。付着強度は 2.6 N/mm^2 である。次に、PCM 増厚補強法においては、展張筋を配置した後に、高耐久型エポキシ系樹脂接着剤（以下、付着用接着剤とする）を用いる。付着強度は 3.7 N/mm^2 確保されている。

3.2 補強供試体寸法

破壊時のひび割れ補修を施した RC はりのせん断領域を含めたはり全体に展張筋を配置するものとする。補強範囲および展張筋配置位置を図-4に示す。展張筋を配置した補強法における増厚の寸法は、残留たわみを考慮して底面は 50 mm 、側面は 25 mm で増厚補強した。なお、供試体 RC-N1, RC-N2 を補強した供試体をそれぞれ RC-M1, RC-M2 とする。補強後の供試体の載荷実験におけるせん断スパン比は RC-M1, RC-M2 とともに 1.0 とした。

4. 結果および考察

4.1 耐力および破壊モード

展張筋を配置し、接着剤塗布型 PCM 増厚補強した供試体 RC-M1 にせん断スパン比 1.0 の位置に2点載荷した場合の最大耐力は 709.7 kN である。次に、供試体に展張筋を配置し、接着剤塗布型 PCM 増厚補強した供試体 RC-M2 の耐力は 700.4 kN である。展張筋を配置した補強法による分担耐力は 290.9 kN であり、補強効果は 1.7 倍となった。なお、供試体 RC-M1 と比較すると、ほぼ近似した耐力が得られた。

4.2 鉄筋の荷重とひずみの関係

補強前および補強後の荷重ひずみの関係を図-5に示す。補強前の破壊時の残留値は、RC-N1, N2 でそれぞれ 2410×10^{-6} , 2076×10^{-6} であり、補強後はこれを初期とした。供試体 RC-M1 および RC-M2 とともに荷重 200 kN 付近まではひずみの増加は見られない。その後

の荷重増加においては供試体 RC-M1 が 650 kN まで線形的に増加している。その後、急激にひずみが増加し、破壊に至っている。供試体 RC-M2 も、残留値は異なるもののほぼ同様な増加傾向を示している。したがって、両供試体の補強後のひずみ増加から付着用接着剤の効果により破壊荷重付近まで既設 RC はりと PCM が一体化していることが確認された。

4.3 荷重とたわみの関係

補強前および補強後の荷重とたわみの関係を図-6に示す。補強前の破壊時の残留値は、RC-N1, N2 でそれぞれ 16.1 mm , 9.4 mm であり、補強後はこれを初期とした。供試体 RC-M1, M2 とともに荷重 570 kN 付近まで線形的に増加している。その後の荷重増加において、両供試体とともに荷重 700 kN 付近まで直線的に増加している。その後、荷重増加によりたわみが急激に増加し、破壊に至っている。破壊時のたわみは、補強前供試体の残留たわみを基準として供試体 RC-M1 が 21.7 mm 、供試体 RC-M2 が 44.0 mm である。

4.4 破壊状況

補強後の静荷重実験における破壊状況を図-7に示す。なお、赤線は補強前 RC はりにおけるひび割れ状況、黒線は補強後の静荷重実験におけるひび割れ状況である。補強後の供試体 RC-M1, M2 とともに、載荷位置がせん断スパン比 1.0 の位置に荷重を載荷した結果、破壊は載荷位置と支点から 60 mm と載荷位置を結ぶせん断破壊となった。また、補強前のひび割れと異なる位置にひび割れが発生していることから、ひび割れ補修用接着剤が適切に浸透し、一体化されていることが確認された。

5. まとめ

曲げ破壊した RC はりの斜めひび割れに対してひび割れ補修を施した後、展張筋を配置し、接着剤と塗布した PCM 増厚補強法は、耐力性能が 1.7 倍向上することから地震動によるひび割れ損傷を受けた RC はり部材の補強法として実用的であると言える。

参考文献

- 1) 阿部忠ほか：補強材として新たに開発された2タイプの鋼板格子筋を用いた RC はりの増厚補強効果、日本コンクリート工学会年次論文集, Vol.37, No.2, pp.1387-1392, 2015.7