応力履歴を与えたRCはりに鋼板格子筋を配置した断面増厚補強法における補強効果

JFE シビル(株)　正会員　○田中 佐愛　　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

近年，高度経済成長期に建設されたコンクリート構造物は，建設後 50 年が経過し，老朽化が進んでいる．また，1960 年代の設計基準で設計された RC 部材は現行の設計基準に比して，耐荷力性能や耐震性能に差異が生じ，その補強対策が課題となっている．一方，老朽化した RC 部材の引張補強材として，鉄筋に替わる縞鋼板や鋼板にレーザ光線でスリットを入れ，ジャッキで展張して格子状に加工した展張格子筋やレーザで直接格子状に加工した鋼板格子筋の 2 タイプが開発され，補強引張材として使用されている[1)]．

そこで本研究は，応力履歴を与えた RC はりに 2 タイプの鋼板格子筋を配置し，接着材塗布型ポリマーセメントモルタル（PCM）吹付け補強した供試体を用いて静荷重実験を行い，補強効果を検証する．

2. 材料特性値

2.1 RCはり　RC はりのコンクリートには，普通セメント，5mm ～ 20mm の砕石および 5mm 以下の砕砂を用いる．本供試体のコンクリートの設計基準強度を 24N/mm^2 とする．また，主鉄筋には SD295A，D13，スターラップには SD295A，D10 を用いる．ここで，材料特性値を表－1 に示す．

2.2 補強RCはり

(1) RCはり　補強する RC はり供試体の使用材料および材料特性値は無補強 RC はりと同様である．

(2) 鋼板格子筋　2 タイプの鋼板格子筋は，鋼板および縞鋼板いずれの鋼板を用いても製作が可能であるが，コンクリートとの付着性を考慮し，補強材には SS400，厚さ 4.5mm 厚の縞鋼板を用いる．

1) 展張格子筋　製作手順は，縞鋼板の軸方向にレーザ光線でスリットを挿入し，これを専用の加工台に設置し，軸直角方向（配力筋方向）にジャッキで均等に展張し，格子状に加工するものである．格子間は図－1(1)に示すように 75mm とする．

2) 格子鋼板筋　製作手順は縞鋼板を用いてレーザで直接格子上に切断加工するものである．格子間は図－1(2)に示すように 75mm とする．

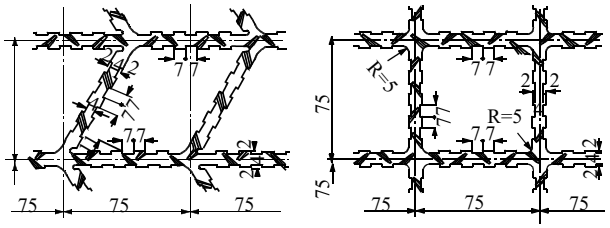
(3) ポリマーセメントモルタル　補強増厚材には，一般的に吹付け工法に用いられているポリマーセメントモルタル（PCM）を用いる．PCM は，一般的に市販されているプレミックス材であり，セメント系材料にビニロン繊維を配合された材料である．ここで，PCM の配合条件を表－ 2 に示す．なお，ビニロン繊維の配合条件は公表されていない．実験時の圧縮強度は 48.9N/mm^2 である．

表－1　コンクリートおよび鉄筋の材料特性値

コンクリート圧縮強度 (N/mm²)	鉄筋(SD295A)			
	使用鉄筋	降伏強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	弾性係数 (kN/mm^2)
23.8	主鉄筋(D13)	368	511	200
	帯鉄筋(D10)	370	511	200

表－2　PCMの示方配合

項目	単位量(kg/m^3)		水結合比 (%)
	プレミックス粉体	水	
PCM	1860	595	32



(1) 展張格子筋　　(2) 格子鋼板筋

図－1　鋼板格子筋

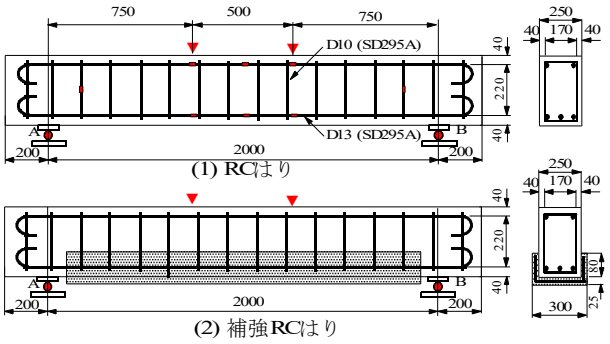
(4) 接着剤　応力履歴後のひび割れ補修には浸透性の接着剤を注入した．また，RC はりと PCM との界面には付着性を高めるために高耐久型エポキシ系樹脂接着剤（接着剤）を塗布する．この接着剤の付着強度の仕様は 1.6N/mm^2 とされている．

3. 供試体寸法

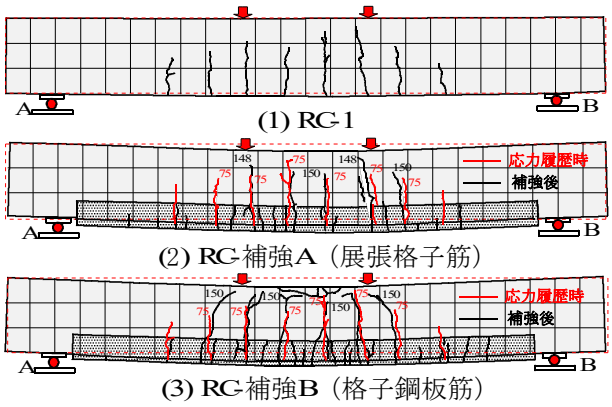
(1) RCはり　RC はり供試体の寸法は図－ 2(1)に示すように，支間 2,000mm，張出部 200mm，全長 2,400mm である．また，断面は高さ 300mm，幅 250mm とする．引張鉄筋は D13 を 3 本配置し，その有効高は 260mm である．圧縮側には D13 を 2 本配置し，かぶりを 40mm とする．スターラップには D10 を用い，150mm 間隔で配置する．ここで，無補強 RC はりの供試体名称を RC-1 とする．

(2) 鋼板格子筋で補強したRCはり　応力履歴を与える RC はりは無補強 RC はりの寸法と同様である．補強範囲は図－ 2(2)に示すように RC はり側面に C 型折

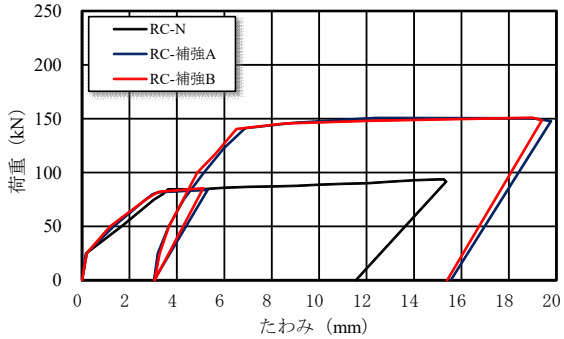
キーワード：RC はり，応力履歴，展張格子筋，格子鋼板筋，補強効果
連絡先　〒 275-8575　千葉県習志野市泉町 1-2-1　日本大学生産工学部土木工学科　　TEL　047-474-2459



図－2　供試体寸法および荷重載荷位置



図－3　ひび割れ状況



図－4　荷重とたわみの関係

り曲げ加工した鋼板格子筋を RC はり下面から 80mm を PCM 増厚補強する．展張格子筋を用いた供試体を RC-補強 A，格子鋼板筋を用いた供試体を RC-補強 B とする．

4. 実験方法および補強法

荷重載荷は，図－2 に示すように RC はりの中央から左右 250mm の位置に 2 点載荷とし，荷重載荷間隔を 500mm 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，最大荷重に達した後は変位制御で実験を行う．たわみの計測位置は支間中央，荷重載荷直下の 3 点から計測するが本論文では支間中央のみを考察する．また，鉄筋，鋼板格子筋のひずみは支間中央の主鉄筋とする．

応力履歴の作用は，はり中央たわみが支間 L の 1/400 に達するまで荷重を作用させる．たわみが支間 L の 1/400 に達した後荷重を除荷し，補強を施す．補強法はひび割れ箇所を浸透性接着剤で補修し，養生終了後，展張格子筋を配置し，接着剤を 1.0mm 厚で塗布し，直ちに PCM を 25mm 増厚補強する．

5. 実験結果および考察

(1) 最大耐荷力および補強効果

1) 供試体RC-1　RC-1 の最大耐荷力は 93.8kN であり，この最大耐荷力を基準に補強はりの補強効果を評価する．破壊は，支間中央で曲げ破壊に至った．

2) 供試体RC-補強A，B　供試体を RC-補強 A のたわみが支間 L の 1/400 に達した時点の荷重は 84.1kN，補強後の最大耐荷力は 148.7kN であり，RC はりの 1.59 倍の補強効果が得られた．次に，格子鋼板筋を用いた RC-補強 B のたわみが支間 L の 1/400 に達した時点の荷重は 85.5kN，補強後の最大耐荷力は 151.0kN であり，RC はりの 1.61 倍の補強効果である．

(2) ひび割れ状況

RC はりの破壊時のひび割れ状況は図－3(1)より，ほぼ等間隔に配置している．次に，供試体 RC-補強 A，B の応力履歴後のひび割れは RC はりと同様に等間隔で発生している．補強後は，ひび割れ補修効果により補強後は新たなひび割れが発生している．破壊は両供試体ともに曲げ破壊に至った．

(3) 荷重とたわみの関係

RC はりの荷重とたわみの関係は図－4 に示すように荷重 84.9kN から急激に増加し，破壊時のたわみが 15.4mm である．一方，RC-補強 A，B は荷重 84kN 付近まで線形的に増加し，その後，たわみの増加が著しくなり，たわみが支間 L の 1/400，時点で荷重を除荷し，残留たわみは 2.5mm である．補強後の最大たわみは RC-補強 A が荷重 150kN で 19.8mm，RC-補強 B が 125kN まで線形的に増加し，その後，たわみの増加が著しくなり，破壊に至った．

6. まとめ

(1) 応力履歴を受けた RC はりを本提案する 2 タイプの鋼板格子筋を用いて，接着剤塗布型 PCM 増厚補強することで既設 RC はりの最大耐荷力の 1.59 倍の補強効果が得られ，老朽化した RC はりの補強法として有効であると考えられる．

(2) ひび割れ補修した後に鋼板格子筋を配置し，接着剤塗布型 PCM 増厚補強することで，ひび割れ補修効果や接着剤の効果により，破壊時まで一体性が確保され，たわみの増加も抑制され，耐荷力が向上した．

参考文献

1)髙木智子，阿部忠，師橋憲貴，塩田啓介：展張格子鋼板筋を用いた RC はりの PCM 増厚補強における耐荷力性能，セメント・コンクリート論文集，Vol.69，No.1，pp.626-633，2016.3