

V-497 連続繊維シートによる鉄筋コンクリート梁の曲げ補強に関する実験的研究

東亜建設工業(株) 正会員 稲垣 正芳 正会員 守分 敦郎

1. はじめに

連続繊維シートをコンクリート梁の底面に貼付けて曲げ耐力を向上させる補強工法があるが、シートの剥離が先行し、補強量に見合った耐力が得られていないと考える。本研究は、炭素繊維およびアラミド繊維シートの定着方法を要因とした曲げ補強効果を把握するために鉄筋コンクリート梁の静的曲げ荷重試験を実施した。さらにシートの積層数を要因とした付着強度の増減を確認するために無筋コンクリートブロックの表面に繊維シートを重ねて貼付け、付着試験を実施した。

2. 実験の概要

2. 1 曲げ荷重試験の概要

荷重は2段階に分けて行い。第一段階で主筋を降伏させるまで荷重した後に補強を実施し、第二段階で補強後の鉄筋の降伏荷重および最大耐力、変形性能を確認した。供試体の形状、実験ケースおよび使用材料を図-1、表-1、表-2に示す。シートは供試体底面の軸方向に2層貼付けた。軸方向シートを定着させるために、一部供試体のコーナー部に半径3cmの面取りを設けて炭素繊維シートを供試体底面、側面の補強前中立軸の高さまで1層巻付けた。ただしアラミド繊維シートの補強では面取りのない供試体に巻付けた。荷重条件は中央一点集中の単調荷重とした。供試体のたわみ量、主筋およびシートのひずみ量は供試体の中央位置で計測した。

2. 2 付着試験の概要

供試体の形状、実験ケースを図-2、表-3に示す。使用材料は曲げ試験と同一である。ブロックの底面に幅3cm、長さ26cmの軸方向シートを1～4層に貼付けた。荷重条件は中央一点集中の単調荷重とし、シートのひずみ量は軸方向各位置で計測した。

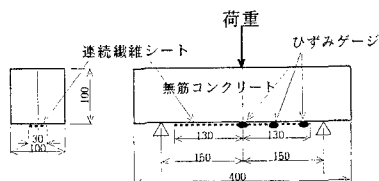


図-2 付着供試体の形状

表-1 曲げ実験ケース

No.	供試体名	繊維シート 種別	コーナー の面取り	軸直交方向 の定着シート	補強前 一次荷重
1	N	無	無	無	無
2	C-70	炭素	無	無	有(70%)
3	C-T8-70	炭素	有	有(8cm)	有(70%)
4	C-T16-70	炭素	有	有(16cm)	有(70%)
5	C-T16-85	炭素	有	有(16cm)	有(85%)
6	C	炭素	無	無	無
7	A-70	アラミド	無	無	有(70%)
8	A-T16-70	アラミド	無	有(16cm)	有(70%)

定着シートの()内は側面の定着高さ、16cmは補強前中立軸の位置
補強前一次荷重の()内は補強前耐力に対する比率

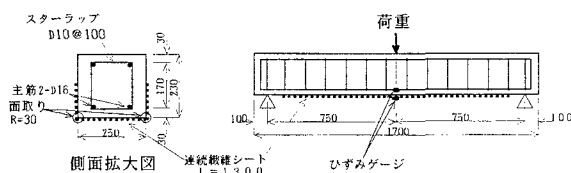


図-1 曲げ供試体の形状

表-2 使用材料

コンクリート (載荷時)	圧縮強度 44.9N/mm ² 、ヤング率 0.20×10 ⁴ N/mm ²
鉄筋	主鉄筋: SD295、D=16mm スタースラップ: SD295、D=10mm
炭素繊維	引張強度 4,500N/mm ² 、ヤング率 2.30×10 ⁴ N/mm ² 設計厚さ 0.167mm、目付量 300g/m ²
アラミド繊維	引張強度 2,050N/mm ² 、ヤング率 1.18×10 ⁴ N/mm ² 設計厚さ 0.286mm、目付量 415g/m ²
接着剤	エポキシ系樹脂 接着強度 2N/mm ² 以上

表-3 付着実験ケース

供試体 No.	繊維シート 種別	積層数	目付量 (g/m ²)
1	炭素	1	300
2	炭素	3	900
3	炭素	4	1200
4	アラミド	2	930

キーワード：連続繊維シート 曲げ補強 定着方法 付着強度

連絡先：〒230 横浜市鶴見区安善町1丁目3 TEL045-503-3741 FAX 045-502-1206)

3. 実験結果

曲げ実験結果を表-4に示す。各供試体の破壊形状はシートの剥離となった。供試体側面の定着高が8cmのケースでは付着切れの後に補強前の最大耐力に戻った。定着高が16cmのケースでは付着切れで最大耐力を喪失した後も残留耐力は補強前の最大耐力を大きく上回っていることがわかった。最大耐力直後に軸方向シートの剥離が発生した後、直交方向シートの拘束力によって、シートとコンクリートに摩擦が発生し、残留耐力が保持されるものと考えられる。図-3に炭素繊維補強の供試体の荷重とたわみの関係を示す。荷重110kN前後で変曲点をとった後に曲げ剛性は低減した。図-4にアラミド繊維補強分のケース8の最大耐力時の供試体の主鉄筋、シートの軸方向、直交方向ひずみの経時変化を示す。荷重99kNで主鉄筋が降伏すると同時に軸方向ひずみ量が大きくなった。主鉄筋降伏後の荷重増分はシートが負担すると考える。

表-4 曲げ実験結果

No.	供試体名	降伏耐力 (kN)	最大耐力 (kN)	残留耐力 (kN)	最大耐力増加倍率		破壊形状
					補強効果	定着効果	
1	N	64	98		1.00		圧縮破壊
2	C-70	108	162		1.65	1.00	付着切れ
3	C-T8-70	113	177	90	1.80	1.09	付着切れ
4	C-T16-70	108	189	157	1.93	1.17	付着切れ
5	C-T16-85	118	191	141	1.95	1.18	付着切れ
6	C	103	157		1.60	0.97	付着切れ
7	A-70	104	157		1.60	1.00	付着切れ
8	A-T16-70	99	180	138	1.83	1.15	付着切れ

補強効果：無補強時の最大耐力に対する増加比率

定着効果：炭素繊維補強分は供試体C-70に対する増加比率

アラミド繊維補強分は供試体A-70に対する増加比率

図-3に炭素繊維補強の供試体の荷重とたわみの関係を示す。荷重110kN前後で変曲点をとった後に曲げ剛性は低減した。図-4にアラミド繊維補強分のケース8の最大耐力時の供試体の主鉄筋、シートの軸方向、直交方向ひずみの経時変化を示す。荷重99kNで主鉄筋が降伏すると同時に軸方向ひずみ量が大きくなった。主鉄筋降伏後の荷重増分はシートが負担すると考える。

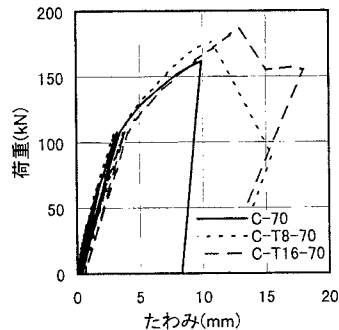


図-3 荷重とたわみの関係
(炭素繊維補強分)

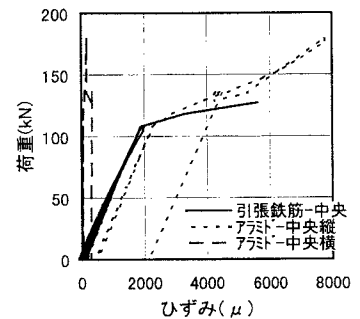


図-4 主鉄筋、シートひずみの経時変化(ケース8：A-T16-70)

付着試験結果の長さ26cmの繊維シートの計測ひずみ量から算定した平均付着強度を図-5に示す。積層数1～4の範囲では炭素繊維の積層数と付着強度の関係は図中の直線のようになった。各供試体の最大耐力時の各計測位置でのひずみの分布を図-6に示す。3, 4層は1, 2層と比較して計測範囲全般で均等に付着応力を分担したことがわかる。

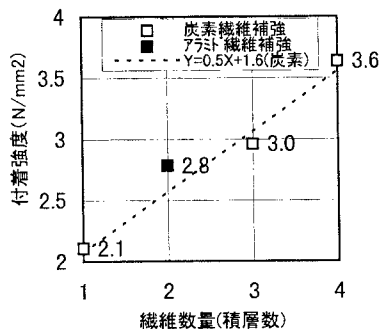


図-5 積層数と付着強度の関係

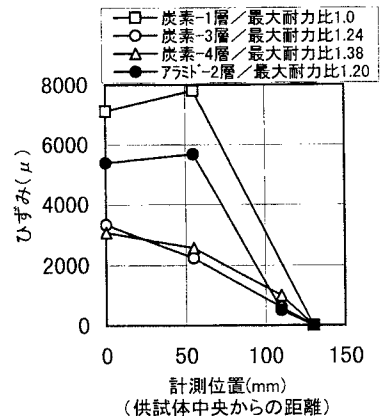


図-6 最大耐力時のひずみ分布
(供試体中央からの距離)

4. まとめ

- (1) 炭素繊維シートをコーナーに面取りを設けた梁の底面および側面の中立軸の高さまで巻付けて、軸方向シートを定着させると軸方向シートのみの貼付けに比較して、曲げの最大耐力が向上した。アラミド繊維シートでは面取りを設けずに巻付けたが炭素繊維シートの場合と同程度の最大耐力の増加が確認された。
- (2) 梁の曲げ剛性は主鉄筋の降伏後に低減するが、その後はシートの付着切れまでほぼ一定に保持される。
- (3) 長さ26cmのシートで計測された積層数1～4の平均付着強度は2.1～3.6N/mm²程度確認できた。曲げ載荷試験の結果から別途算出すると長さ130cmのシートでは積層数2層で平均付着強度は0.7～1.0N/mm²程度である。シートの長さによる付着強度の低減はシートの付着破壊が進行性であることによると考えられる。