

1 研究背景

コンクリート構造物の設計においては、構造物が耐え得る荷重を考慮し、耐力を決定する。特に鉄筋コンクリート(以下、RC)を扱う場合には靱性、破壊形態に対しても十分な考慮が必要となる。RC 構造物が供用期間中に求められる性能とそのレベルは、一般に、新設時において規定される。しかしながら、環境条件の異変による過度の劣化の進行や予期せぬ被災等により、RC 構造物の保有性能のレベルが想定以上に低下することがある。また、基準類等の変更に伴い、荷重条件が変わったり、さらには使用目的が変更されること等により、性能のレベルをさらに向上させる必要が生じたり、新たな性能を付与する必要が生じる必要がある。そこで今回、曲げ破壊への補修・補強に着目した。この場合、軽量で引張強度が高く、腐食現象が無いという特徴を持つ炭素繊維シートを曲げ耐力補強材としての利用が有効である。本研究では、炭素繊維シートを用いた RC 梁の曲げ終局耐力およびひずみ量について検証を行った。

2 RC 梁の载荷実験

2.1 実験概要

試験体は部材長 1800mm、断面 150×200mm、支持スパン長 1600mmとした RC 梁を用いた。図 2.1 に試験体構造図を示す。本実験で製作した RC 梁の実験概要及び実験結果を記述する。本実験では、炭素繊維シートを用いて補強した梁が曲げ破壊するように設計した梁を製作し、無補強 RC 梁との終局耐力及びひずみ量を比較する。また、炭素繊維シートの積層数を増加する挙動についても比較検討を行う。载荷方法は、300kN アクチュエータを使用し、変位制御による 2 点对称集中载荷とした。载荷時には、荷重・中央点変位・支点沈下量・各部材におけるひずみを測定した。本実験での炭素繊維シートは、繊維目付量 303g/m²のものを使用する。

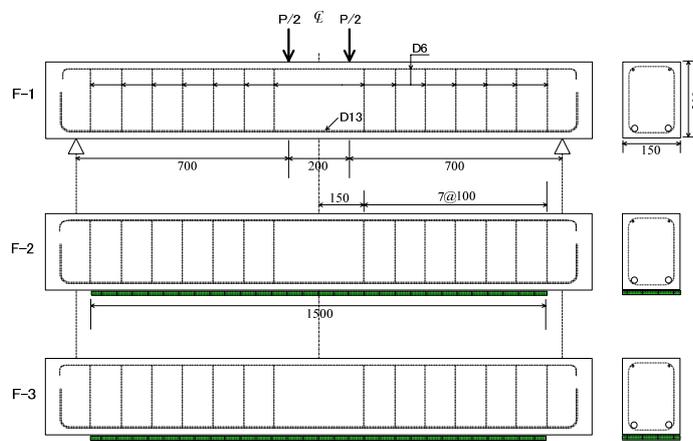


図 1 試験体構造図

表 1 実験結果一覧

試験体名	降伏荷重(kN)	増加比	最大荷重(kN)	計算値(kN)	耐力比	破壊モード
F-1	45.24	1.00	46.71	34.09	1.00	曲げ破壊
F-2	49.97	1.10	68.22	59.66	1.46	シート剥離(コンクリート表面)
F-3	57.72	1.28	83.69	70.66	1.79	シート剥離(かぶり部分)

2.2 実験結果

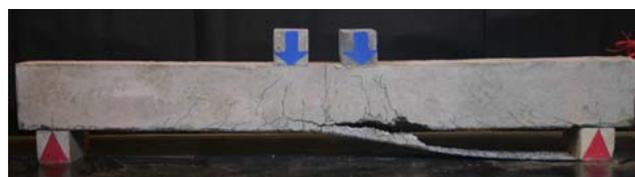
静的载荷後の破壊状況を写真 1 に示す。F-1は、主鉄筋降伏後の曲げ破壊、F-2、および F-3 は、主鉄筋降伏後の炭素繊維シート剥離における曲げ終局であった。また、F-2 及び F-3 は、大きな破断音と同時に炭素繊維シートの剥離が生じた。今回の実験結果一覧を表 1 に示す。降伏荷重、最大荷重とも補強時は増加しており、最大荷重を比較した場合、F-3 は F-1 の約 2 倍となった。



(a) F-1 (P_{max}=46.7kN)



(b) F-2 (P_{max}=68.2kN)



(c) F-3 (P_{max}=83.7kN)

写真 1 終局時の破壊状況

図 2 に荷重—変位関係のグラフを示す。これにより、シート積層数の増加による耐力向上が判別でき、その要因としてシートの剛性力により載荷点下のたわみが抑制されたためであると考えられる。炭素繊維シートを貼ることにより、靱性は上がるはずだが、今回の実験では靱性の上昇はみられなかった。これは各試験体における載荷速度が異なったことが要因の一つと考えられる。次に純曲げスパン内下縁部の荷重—ひずみ関係を図 3 に示す。無補強試験体である F-1 ではひずみ約 0.008mm でひずみゲージが破断したのに対し、炭素繊維シートで補強した F-2 及び F-3 においてはひずみゲージが破断することなく終局を迎えた。これは、炭素繊維シートにより引張力が抑制されたためであると考えられる。また、F-2 と F-3 は同じような挙動がみられるが、炭素繊維シートの層数を増やすと、下面部のひずみが抑制されている。また、F-1 では図 2 の荷重—変位関係のグラフに伴うことなくひずみは増加しているのに対し、F-2 および F-3 ではそれぞれ主鉄筋降伏強度、終局荷重に重なるようにしてひずみ量も増加している。

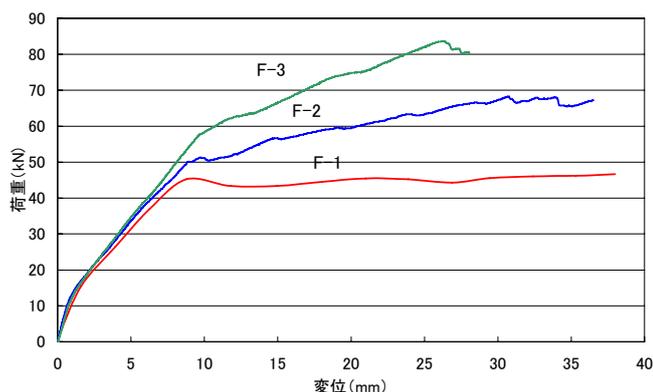


図 2 荷重—変位関係

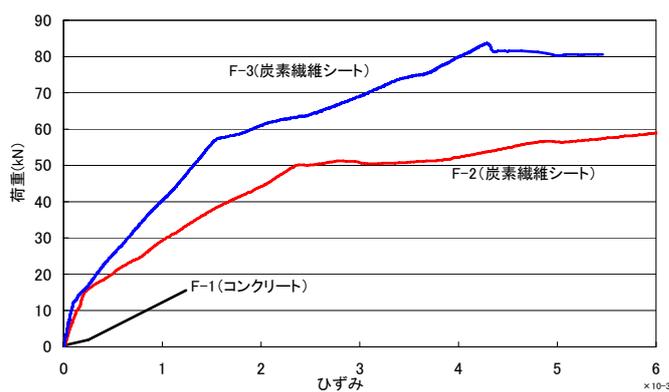


図 3 荷重—ひずみ関係

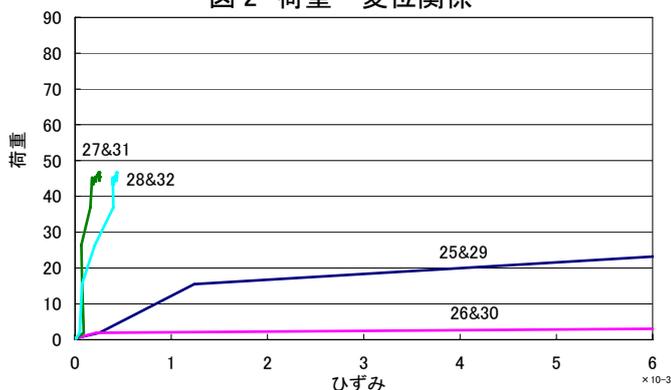


図 4 荷重—ひずみ関係(F-1 下面)

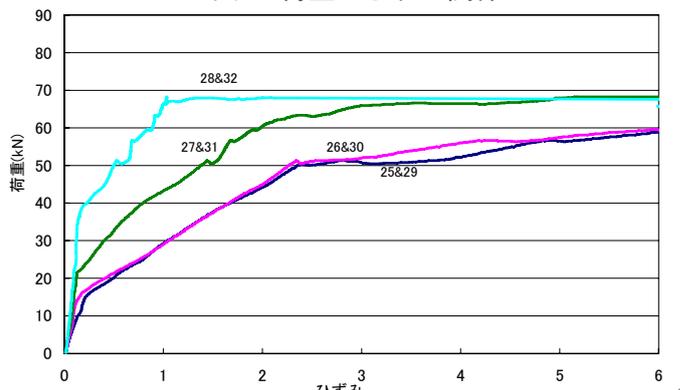


図 5 荷重—ひずみ関係(F-2 下面)

図 4、図 5 及び図 6 より炭素繊維シート補強を施すことにより、梁の全体のひずみ量が均一化されている。また、F-2 と F-3 を比較して、炭素繊維シートの積層数を増やすと梁全体の剛性が増加する。また、全ての梁に共通して、支点側のひずみ量よりも載下点付近のひずみ量の方が上回っている。

3 結論

- ・炭素繊維シートの層数を増加することにより鉄筋降荷重および終局耐力は向上する。
- ・炭素繊維シート補強には、ひずみ抑制効果があり、このことから RC 全体の剛性が増加する。

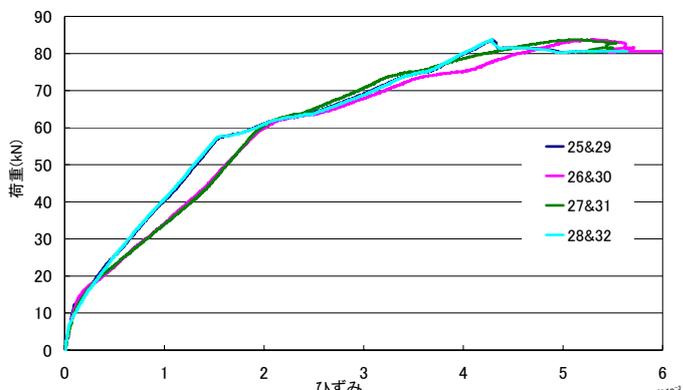


図 6 荷重—ひずみ関係(F-3 下面)

【参考文献】

- (1)吉川 弘道:鉄筋コンクリートの設計, 限界状態設計法と許容応力度設計法
- (2)コンクリートライブラリー:連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針, 土木学会
- (3)日鉄コンポジット株式会社:トッシート工法技術資料, 関連論文集, 炭素繊維シートによる床版下面補強効果に関する研究