

コンクリートと炭素繊維シートの付着が曲げ挙動に与える影響

北海道建設工学専門学校 正員 鈴木久夫
 北海学園大学 正員 高橋義裕
 株式会社アーキ 作山利之

1-はじめに

筆者らの被覆拘束補強コンクリート("CRRC*")は従来の補強手法と比較し補強効率が良好であるものの、急激な曲げ破壊を防止できないことがこの補強方法の最大の問題点であった。

一方、筆者らは過去にいくつかの実験供試体を作成し実験を行い以下のような結果を得た。¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾

- ① 多層被覆補強を行うことにより炭素繊維シートとコンクリートの剥離防止が可能となった。
- ② 四面巻きつけ補強により供試体に拘束力が作用し曲げ耐力が増加した。
- ③ コンクリートの圧壊は急激な曲げ破壊を防止する働きがある。
- ④ 炭素繊維シートの剥離面を見ると、非接触面が形成されていることが認められた。
- ⑤ 非接触面の形成は、付着有効面積を少なくさせ、曲げ耐力減少の要因を形成する。
- ⑥ 炭素繊維シート表面に付着するコンクリートの不陸面を観察した結果、不陸面の高さ(以下"不陸高さ"と呼ぶ)の平均が 1mm程度であった。不陸高さについては、図-1 に模式的に示す。

以上より、被覆拘束補強の問題点である急激な曲げ破壊防止と曲げ耐力向上が可能になるとと思われる因子を組み込んだ供試体を作成し、2点载荷により曲げ実験を行った。上記問題の解決への手がかりが得られると思われる結果を見出したのでここに報告するものである。

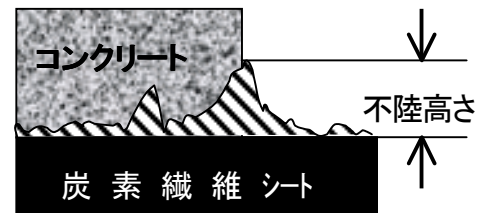


図-1 不陸高さに関する模式図

2-実験 馬券

今回の実験に用いた実験供試体は、3本で付着力向上と接着有効面積の確保を目的として、事前に細骨材を炭素繊維シート片面の全面に接着貼り付け加工（以下"砂付け加工"と呼ぶ）した。また、砂付け加工に用いた細骨材は、不陸高さによる曲げ耐力の変化を確認する目的で、細骨材の粒径を 1.8mm 以上2mm以下、2mm以上2.5mm以下、2.5mm以上5mm以下の3段階に変化させ、それぞれA供試体・B供試体・C供試体とした。

従来の曲げ実験において、弾性領域の材料である炭素繊維シートで補強された供試体は、コンクリートの圧壊によって、急激な曲げ破壊を発生させずに、降伏点を持つ鉄筋で補強された供試体に類似した曲げ挙動を示した。この圧壊の効果をより有効に発揮させるために4面巻きつけ補強を荷重作用点と支点区間に用いた。また、外層は従来の実験と同様な5mm厚のFRPで被覆し型枠材とした。この条件で構成された供試体の模式図を図-2に示す。

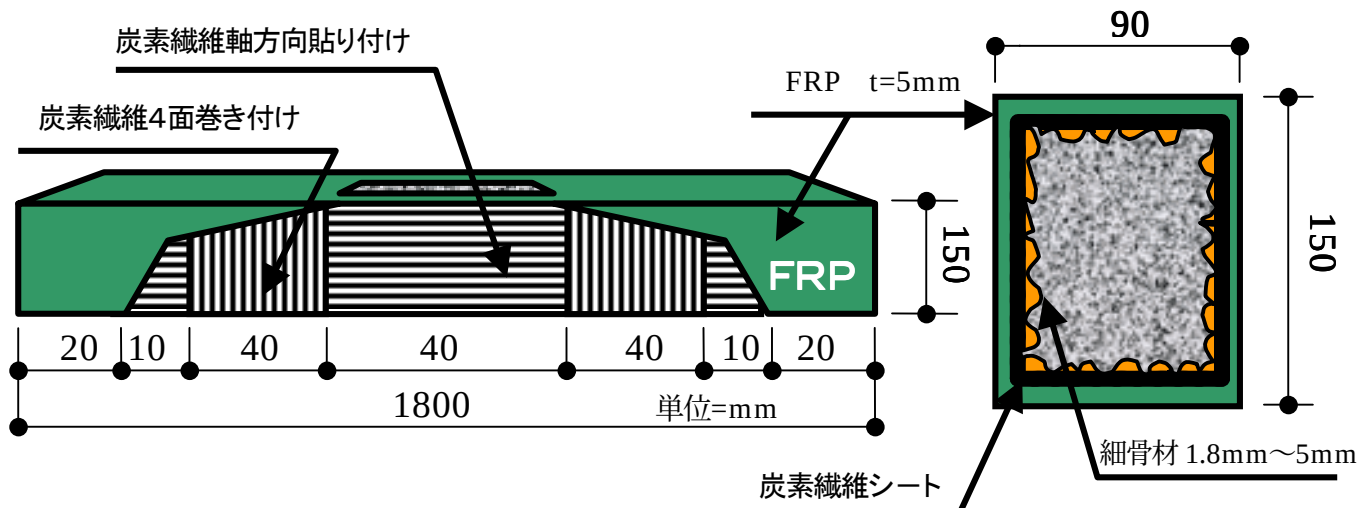


図-2 供試体 A・B・C の構成模式図

3-結果

この実験において、最大荷重が140kN近傍を示した。従来の実験では最大荷重が80kN 近傍であったことと比較すると飛躍的な改善を見せた事になる。また、従来の実験では、コンクリートから炭素繊維シートの剥離が確認され、最大荷重に到達

キーワード: 新素材・補強・連続繊維

連絡先 : 札幌市清田区平岡2条2丁目1-35 TEL・FAX 011-881-1514

直後、急激な曲げ破壊に至ったが、今回の実験では、コンクリートからの炭素繊維シートの剥離は認められず、最大荷重到達後作用点区間にコンクリートの圧壊が発生した。圧壊発生後は、耐力の増加は見られずたわみが40mm近傍まで増加しつづけた。また、今回の実験で特に注目すべき点は、載荷除荷後に供試体が変形の復元挙動を示した点にある。即ち最終的な、残留たわみは8mmであった。炭素繊維シートとコンクリートの付着の差異による曲げ耐力の変化については、粒径が大きくなるにつれて最大荷重も増加した。このことは、コンクリートと炭素繊維シートとの付着性能の良否が補強効果を左右することを示している。この、実験の結果を供試体中央での「荷重—たわみ関係」として図-3に示す。同図には、砂付き加工を施さなかった供試体の実験結果も示されている。

4-考察とまとめ

今回は、炭素繊維シートとコンクリートの付着が曲げ耐力に与える影響と、急激な曲げ破壊防止の手法を見出すための実験を試みた。

今回行った実験の第一目的である、コンクリートと炭素繊維シートとの付着が曲げ耐力に与える影響に関し、最大曲げ耐力は、従来の実験が示した曲げ耐力の値をはるかに凌駕する結果であった。このことは、炭素繊維シートに貼り付けた細骨材がコンクリートとの付着を確保し、2次的に炭素繊維シートが確実にコンクリートと付着する。よって炭素繊維シートの持つ物性能力が有効に作用したためと考えられる。また、付着性能が向上したことにより剛性も向上していることが図-3より読み取れる。この結果より、コンクリートに炭素繊維シートを付着させる手段において、コンクリートと親和性の高い細骨材を用いたことは、良好な判断であったと思われる。

実験の、第二目的であった急激な曲げ破壊防止に関しては、図-3が示すように最大荷重到達以降圧壊発生とともに供試体はたわみ量の増加挙動へ変化し、載荷除荷後ごく少量の残留たわみを示すのみであった。このことは、圧壊およびコンクリートと炭素繊維シートとの付着が有効に作用したことに相関を持つと考えられる。

載荷開始直後、供試体底面に引張力が作用しコンクリートと炭素繊維シートには共に同量のひずみが発生する。荷重が増すにつれて、圧縮側コンクリートの塑性化が進行しその分布が曲線形に変化する。同時に炭素繊維シートにも大きな引張力が作用する。このとき炭素繊維シートとコンクリートとの付着性能の良否によって、圧縮側に示される応力ブロックの面積の増加が発生する。やがて不陸高さの関係で付着がきれる引張力に到達した段階で、炭素繊維シートとコンクリートとの付着面にすべりが発生する。このとき圧縮側コンクリートの応力ブロックの面積増加が停止する。この時点で、圧縮側に作用する力はコンクリートの最大負荷能力に達する。このとき、コンクリートは、圧壊に至り、圧壊によって外力は消化される。よってこのときの荷重が最大荷重となる。これ以降、載荷を継続しても耐力は上がらないがたわみは増加することとなる。このとき炭素繊維シートに働く引張力が炭素繊維シートの弾性限界以内であれば、外力は、炭素繊維シートのひずみとして蓄積され、荷重除荷後炭素繊維シートは変形を復元するため供試体全体を復元させる挙動をとると考えられる。よって、炭素繊維シートを用いてコンクリートを補強する場合、炭素繊維シートとコンクリートとの付着が最も重要な要素と考えられる。加えて圧壊は、急激な曲げ破壊を防止する有効な要因となると考えられる。

今回の実験で被覆拘束補強の最大の問題だった曲げ耐力の向上と、急激な曲げ破壊防止の二点における解決策が明らかになった。今後は、蓄積されたデータを元に、数式モデルの作成と、汎用モデルでの実験を試みる所存である。

参考文献

- 1)「被覆拘束補強されたコンクリートの基礎的曲げ実験」 1993年第48回土木学会全国大会 講演概要集第6部門 高橋義裕・鈴木久夫
- 2)「被覆拘束補強されたコンクリートの曲げ実験」 1996年第51回土木学会全国大会 講演概要集第5部門 高橋義裕・鈴木久夫
- 3)「持続する社会資本を構築する新しいコンクリートの補強技術」 1997年建築学会第14回 PLEA 国際会議録路学術講演集「材料及び部材編」 高橋義裕・鈴木久夫
- 4)「多層被覆はりの曲げ挙動に関する実験的研究」 1998年第52回土木学会全国大会 講演概要集第6部門 高橋義裕・鈴木久夫
- 5)「被覆拘束補強されたコンクリートの曲げに関する実験的研究」 1999年第53回土木学会全国大会 講演概要集第5部門 高橋義裕・鈴木久夫
- 6)「軸方向張り付け補強に4面巻き付け補強を併用したコンクリートはりの曲げ挙動に関する実験的研究」 2000年第54回土木学会全国大会 講演概要集第5部門 高橋義裕・鈴木久夫

