

被覆拘束コンクリート梁の曲げ挙動

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
 株式会社東立エンジニアリング 市東 弘
 株式会社アーキ 作山利之

1 はじめに

筆者らは素材が脆弱でも被覆することにより耐力や曲げ強度が向上する建設素材に着目し、補強主体（鉄筋）を、新素材（炭素繊維）に置き換えてコンクリートを被覆拘束する補強技術を CRRC^{*1)} として提案し、この補強技術が持つ特性を見出す目的で曲げ実験を繰り返してきた。^{*2)・3)・4)・5)・6)}

その結果この補強技術は、良好な補強効率・変位復元性能などの従来の補強技術に見られない特性を示したものの、「急激な曲げ破壊」が発生する大きな問題点があった。この問題点を解決する為に過去の実験で良好な結果をもたらした外力を圧壊によって消費させる手法と、新たに付着力を高めひび割れ後も両者が一体となって変形し、引張り力を炭素繊維全面で受け持たせる為にあらかじめ炭素繊維に砂付け加工を施して不陸面を形成させる手法を併用した型枠でコンクリートを被覆拘束し曲げ実験を行った。その結果、併用された手法により「急激な曲げ破壊」を防止することが可能となった。加えて最大荷重の増加と剛性の向上及び変位復元性能を併せ持つ挙動も確認された。^{*7)}

そこで、今回は昨年の実験で明らかとなった、「急激な曲げ破壊」防止手法を、昨年の供試体断面寸法を変更した新たな断面寸法の供試体を用いて寸法効果による曲げ挙動の比較を行ったものである。

2 実験

今回の実験は、従前から用いていた供試体断面 150×90、を 250×160 の断面に寸法変化させた時の曲げ挙動と昨年の実験で得られた曲げ挙動との比較が目的である。供試体は A・B・C の 3 体を作成し曲げ実験を実施した。

供試体の基本構成は、一層目の炭素繊維に昨年の実験でコンクリートとの付着が良好でかつ有効な「急激な曲げ破壊」の防止効果を示した砂付け加工を施した。砂付け加工に用いた細骨材の粒径は 5mm 以上 10mm 以下とした。外層は厚さ 5mm の FRP で被覆拘束し型枠材とした。圧壊を促進させる目的で供試体圧縮側中央部荷重点区間にコンクリート打設穴を設けた。

供試体の基本構成は全て同じとし、A 供試体は下縁側にこの砂付き加工を施した炭素繊維シートを 1 層、B は 2 層、C は 3 層貼付した。以上の供試体構成形状模式図を図-1 に示す。

荷重方法は、従前の実験結果を継承して 3 等分点荷重とした。

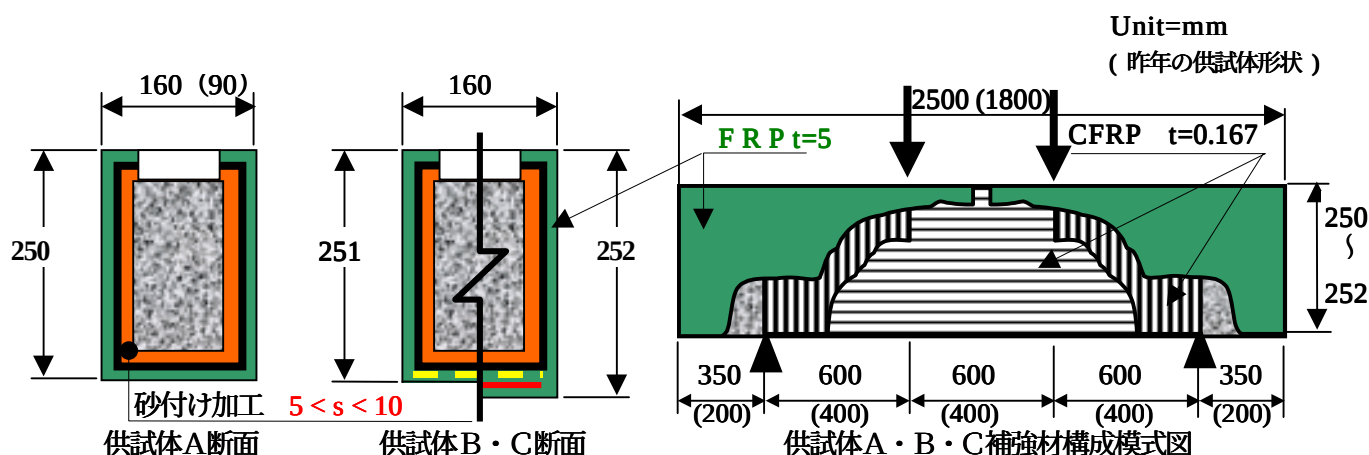


図-1 供試体構成形状模式図

凡例

■ : 砂付け加工 ▨ : CFRP 巻きつけ ▤ : CFRP 軸方向張り付け ■ : FRP ■ : コンクリート

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

3—結果

今回の実験結果を荷重—変位関係として図—2に示す。同図より、下縁側補強の炭素繊維シートの層数を1層、2層、3層と増加させることにより、その最大荷重と曲げ剛性が増加していることが読み取れる。しかし、シート層数の増加割合ほどのその最大荷重は増加していない。

また、A・B供試体は、最大荷重到達後外層材として使用したFRPに亀裂が入ったものの炭素繊維には亀裂は認められなかった。また、「急激な曲げ破壊」も発生しなかった。外層部の亀裂はFRPと炭素繊維の物性値の違いによって発生したものと考えられる。

今回の実験で注目すべき点は、前回の結果と供試体B、Cの相関性であった。供試体B、Cは、最大荷重到達後、圧壊が発生し変位が増加した。この挙動は昨年報告した供試体と類似するものであった。

一方、供試体Cの外観を目視観察した結果、内層・外層共に亀裂などの発生は確認されなかった。

4—考察とまとめ

今回の実験は、より確実な「急激な曲げ破壊」防止手法を確立するために、断面寸法を変えた実験供試体を用いて昨年の行った曲げ実験の結果と比較することを目的とした。今回の実験によって興味深い結果が多く得られた。

断面寸法を変化させた供試体を用いての曲げ実験の結果、供試体の曲げ挙動について下縁側の補強量の違いが最大荷重と剛性に強く影響を与えていることが明確になった。加えて昨年の実験で供試体が示した曲げ挙動と、今回の実験で供試体B、Cが示した曲げ挙動が強い相関性を見せたことで断面寸法に対する適切な補強量が存在することが見出せたように思われる。

また、昨年の実験で有効な付着効果を示した「砂付け加工」については、不陸工面を形成する細骨材の粒形を昨年用いた粒形より上方変化させたことで、より確実な付着効果が見られたことは、付着力を与える手法として有効であることが明確となった。供試体A・Bの外装材FRPの亀裂発生については、補強量を上げた供試体Cでは発生していないことから判断すると、補強量を上げたことによる剛性効果が有効に作用して亀裂発生を防止しているように考えられる。また、剛性効果は最大荷重にも影響を与えていることがグラフより読み取れる。

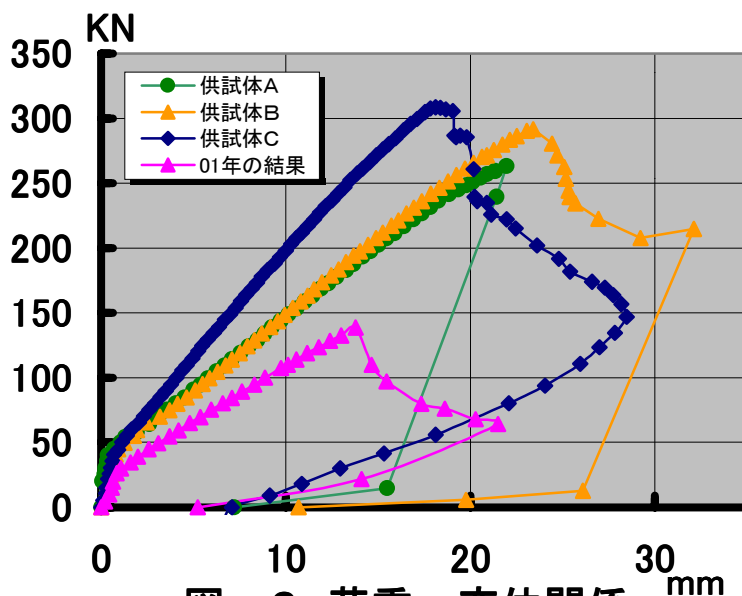
荷重増加は圧壊発生時まで継続しているものの、圧壊発生時に荷重増加は停止しこの時の荷重が最大荷重となる。すなわち、剛性が高まることにより供試体の変位量が抑制されて、上縁側圧縮領域のコンクリートがコンクリートの圧縮強度に達した時点が最大荷重となる。供試体を軸方向に切断して、内部破壊状況を観察した結果、荷重増荷区間で円柱供試体の圧縮試験で見られる破壊に類似した鼓形状のひび割れが確認されたことも新たな発見であった。

以上より、CRRC補強技術は、補強主体の炭素繊維が持つ物性範囲でかつコンクリートの圧縮強度とのバランスの中でその効果が発揮されるものと思われる。今後は、これらの実験結果を元に数式モデルの作成と内部破壊の発生に対する検討をしていく計画でいる。

今回の実験に用いた、困難なFRP型枠製作に技術協力を賜った(有)ドーセンの皆様はこの場をかりて謝辞を申し述べたい。

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」 | 講演概要集第6部門 | *Coated Restriction Reinforced Concrete |
| 1993年第48回土木学会全国大会 | | 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」 | 講演概要集第5部門 | |
| 1996年第51回土木学会全国大会 | | 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」 | 国際会議録学術講演集「材料及び部材編」 | 高橋義裕・鈴木久夫 |
| 1997年建築学会第14回 PLEA | | |
| 4) 「多層被覆はりの曲げ挙動に関する実験的研究」 | 講演概要集第6部門 | 高橋義裕・鈴木久夫 |
| 1998年第52回土木学会全国大会 | | |
| 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」 | 講演概要集第5部門 | 高橋義裕・鈴木久夫 |
| 1999年第53回土木学会全国大会 | | |
| 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」 | 講演概要集第5部門 | 高橋義裕・鈴木久夫 |
| 2000年第54回土木学会全国大会 | | |
| 7) 「コンクリートと炭素繊維の付着が曲げ挙動に与える影響」 | 講演概要集第5部門 | 高橋義裕・鈴木久夫・作山利之 |
| 2001年第55回土木学会全国大会 | | |



図—2 荷重—変位関係