

ポリウレア変形層を介して炭素繊維シートを接着補強した RC 梁のせん断補強実験

新日鉄住金マテリアルズ(株) 正会員 ○荒添 正棋, 小林 朗
 北海学園大学 正会員 高橋 義裕
 北海道大学大学院 正会員 佐藤 靖彦

1. はじめに

既設コンクリート構造物の補強材として連続繊維シートが、近年多く用いられている。この連続繊維シートとコンクリート構造物との間に柔軟性のある樹脂を介し、コンクリートと連続繊維シートとの付着性能を向上させ、曲げ耐力等を向上させる研究も数多くみられ、筆者らもポリウレア樹脂を変形層に用い有効性を確認してきた¹⁾。昨年度は、各種連続繊維シートとコンクリートとの間にポリウレア樹脂を用い RC 梁をせん断補強し、載荷実験した結果の概略を報告した²⁾が、今年度は炭素繊維シートの補強に絞り、ひずみ測定値よりせん断分担力を求め、分担割合の比較を行ない、ポリウレア樹脂の有効性について検討したので報告する。

2. 試験体概要および実験概要

表-1 に補強材の材料特性、表-2 に試験体一覧を、図-1 に代表的な試験体形状および配筋(No.3)を示す。梁の一方のせん断スパンにはせん断補強鋼材を配置せずに表-1 に示した補強材にてせん断補強を施し、もう一方のせん断スパンにはせん断破壊させないように十分なせん断補強鋼材を配置した。補強方法として無補強の No.1 もあわせて3ケース実施した。No.2 は 5cm 幅の炭素繊維シートをエポキシ樹脂で含浸させ 15cm ピッチで巻立て補強した。No.3 は、コンクリート表面にポリウレア樹脂を塗布し変形層を形成した後、炭素繊維シートをエポキシ樹脂にて含浸させ、No.2 と同一補強量で補強した。なお、破壊するまで3点での単調載荷を実施した。

3. 実験結果と考察

図-2 と表-3 より、せん断補強した試験体は、せん断補強していない試験体と比べ耐力が向上していることがわかる。No.1 の無補強の試験体は、325kN で斜めひび割れが発生し、その後ひび割れ幅も大きくなり、337kN で大きく荷重が低下した。炭素繊維シートを用いた No.2 および No.3 は、斜めひび割れ進展後ひび割れ幅が大きくなり最終的に炭素繊維シートが破断した際に大きな破壊音とともに大きく荷重が低下した。ポリウレア樹脂を用いた No.3 の最大荷重は、ポリウレア樹脂を用いていない No.2 に比べ 22%程度向上した。

No.2 および No.3 の破壊形状を写真-1 および写真-2 に示す。ポリウレア樹脂を用いた No.3 の方がひび割れ分散されている。

No.2 および No.3 の梁中央から2本目の炭素繊維シートの側面中央部のひずみと荷重との関係を図-3 に示す。図中の A 面および B 面は、梁断面の両側面にひずみゲージを貼付けておりいずれかの

表-1 補強材の材料特性

材料	設計厚さ mm	引張強度 Mpa	弾性率 Gpa	破断ひずみ %	使用供試体
炭素繊維シート	0.333	4402	259	1.70	No.2
	0.333	4792	255	1.88	No.3

表-2 試験体一覧

供試体	補強仕様	ポリウレア樹脂
No.1	なし	なし
No.2	5cm幅の繊維シートの巻立(1層)×15cmピッチ	なし
No.3	5cm幅の繊維シートの巻立(1層)×15cmピッチ	あり

表-3 実験結果

試験体	コンクリート強度 fc (Mpa)	最大荷重 Pmax (kN)	実験終了後の状況
No.1	45.4	337.3	せん断破壊
No.2	41.5	595.8	シート破断
No.3	40.6	724.9	シート破断

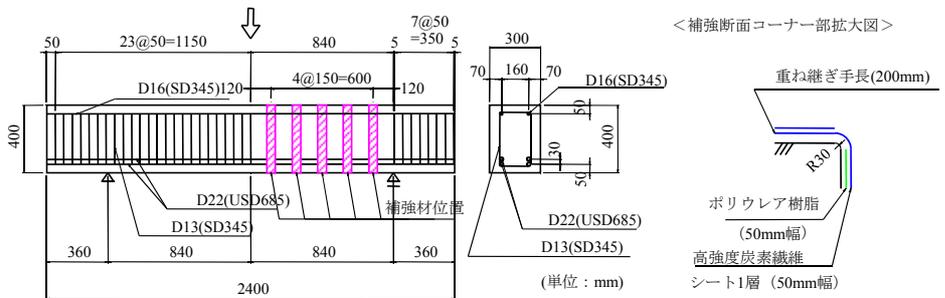


図-1 試験体 No. 3

キーワード：炭素繊維シート，変形層，ポリウレア樹脂，せん断補強

連絡先：〒103-0024 東京都中央区日本橋小舟町 3-8 新日鉄住金マテリアルズ株式会社 コンポジット社
 TEL：03-5623-5558

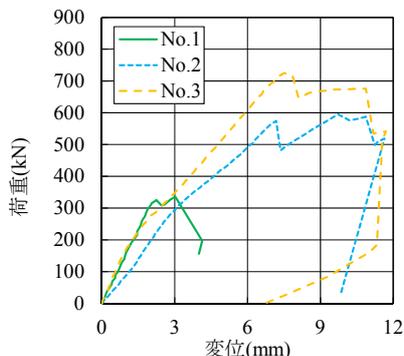


図-2 荷重変位曲線

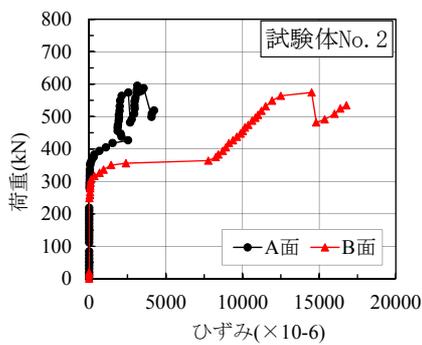
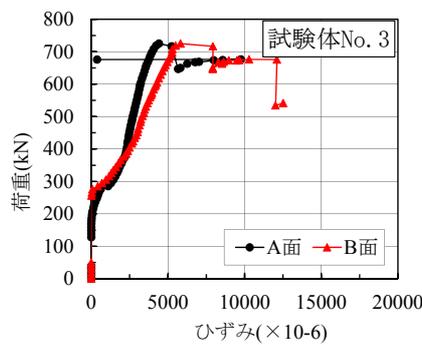


図-3 荷重ひずみ曲線 (梁中央から2本目の側面中央部の炭素繊維シートひずみ)



面を示している。ポリウレア樹脂なしの No.2 の場合、350kN 付近の B 面においてひび割れによる局所的と思われる急激なひずみの増加や、420kN 付近の A 面で剥離と思われるひずみの低下がみられる。それに対してポリウレア樹脂ありの No.3 においては、荷重の増加に伴い 200kN 程度からひずみは大きな変曲点なく徐々に増加し、最大耐力時まで剥離等を示す挙動は確認できなかった。

一般的にせん断耐力は、せん断補強鋼材(V_s)、炭素繊維シート(V_f)、そして、それら以外が受け持つせん断耐力(V_c)の和として表される。なお、ここでは、破壊に支配的であった斜めひび割れに近い位置の炭素繊維シートのひずみ測定値より V_f を求め、 V_c は、全せん断力 V から V_f を差し引くことで求め、各分担力の作用せん断力に対する変化を比較する。No.2 および No.3 の分担力の推移を図-4 に、最大荷重時の分担力を表-4 に示す。No.2 と No.3 を比較すると、最大荷重における V_f は、176kN と 154kN と No.2 の方がやや大きい値を示したが、 V_c は、No.2 では早い段階で低下し、最大荷重時では No.3 に比べかなり小さな値を示した。以上のことから、ポリウレア樹脂なしの No.2 は、局所的にひび割れが発生すると、その部分の炭素繊維シートとコンクリートが剥離し、ひび割れ幅が大きくなり骨材の噛み合わせ抵抗が下がり、早い段階で V_c が低下したと考えられる。それに対し、ポリウレア樹脂ありの No.3 は、ポリウレア樹脂によりコンクリートと炭素繊維シートの剥離を抑制することによりひび割れを分散させ、かつひび割れ幅の拡大を防ぐことで、骨材の噛み合わせ効果を保持し、 V_c が低下することなく V_f が安定して増加したと思われる。このことが、ポリウレア樹脂がある場合のせん断耐力の向上に寄与したものと考えられる。



写真-1 No. 2 破壊形態



写真-2 No. 3 破壊形態

4. まとめ

ポリウレア樹脂を変形層に用いて炭素繊維シートでせん断補強した試験体は、ポリウレア樹脂によりコンクリートと炭素繊維シート間の剥離を抑制することによりひび割れを分散させ、特定のひび割れの幅の拡大を防ぐことができる。その結果、骨材の噛み合わせ効果を保持でき、 V_c が低下することなく、かつ、 V_f が安定して増加することにより、ポリウレア樹脂を用いていない試験体に比べ最大荷重が向上したと考えられる。

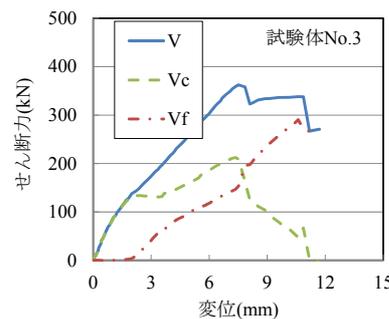
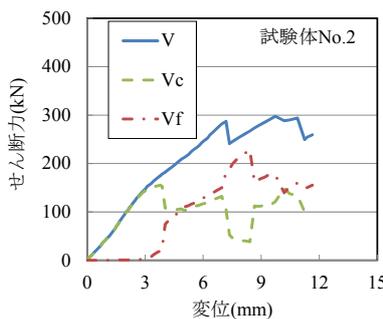


図-4 分担せん断力と変位の関係

表-4 最大荷重時の分担力

試験体	V (kN)	V_c (kN)	V_f (kN)
No.2	298	122	176
No.3	363	209	154

参考文献

- 1) 高橋, 佐藤, 小林: ウレタン樹脂を有するストランドシート補強 RC はりの曲げ挙動, 土木学会第 66 回年次学術講演会講演概要集, V, pp.351-352, 2011.9
- 2) 荒添, 小林, 高橋, 佐藤: ポリウレア変形層を介して連続繊維シートを接着補強した RC 梁のせん断補強実験, 土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集, CS3, pp.1-2, 2012.9