

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

新日鉄マテリアルズ(株) 正会員 ○荒添 正棋, 小林 朗
北海道大学 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（以下、繊維シートと略す。）が、近年盛んに用いられている。この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すことにより、コンクリートと繊維シートとの付着性能を向上させることより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⁾。また、筆者らは、連続繊維シートの一種であるストランド状の FRP シート（以下、S シート）²⁾ を、既設コンクリートに側面のみ貼付け、その外側に破断ひずみの大きい高強度ポリプロピレン繊維シート（以下、高強度 PP）を巻きつけることによりせん断補強する方法を考案し、補強効果を確認してきた³⁾。そこで本研究では、各種繊維シートとコンクリートとの間に変形層としてポリウレア樹脂を用い RC 梁をせん断補強し、載荷実験しその効果を確認した。

2. 供試体概要および実験概要

表-1 に補強材の材料特性、

表-2 に供試体一覧を、図-1 に代表的な供試体形状および配筋(No.5)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

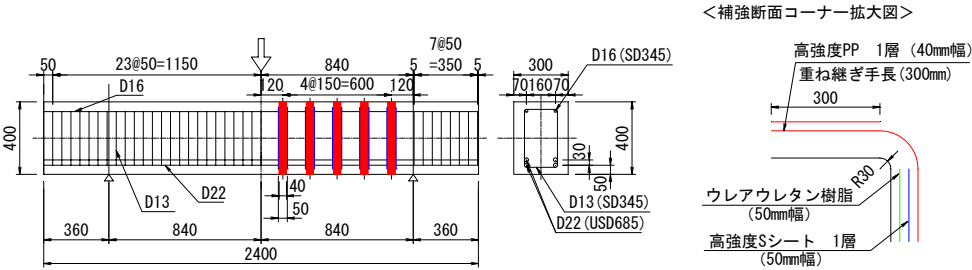


図-1 No. 5 供試体

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 7 ケース実施した。No.2 は 5cm 幅の高強度炭素繊維シートを 15cm ピッチで巻立て補強した。No.4 は梁側面に 5cm 幅の高強度 S シートを 15cm ピッチで配置し、4cm 幅の高強度 PP を 1 層巻立てた。No.3 および No.5 は、それぞれ No.2 および No.4 の繊維シートとコンクリートの間にポリウレア樹脂層を設けた。No.6 は、No.5 の高強度 S シートの代わりに高弾性 S シートで補強した。No.7 は、No.5 のように PP 繊維で巻立てをしないで S シートの側面貼りのみでの補強とした。なお、載荷実験は、支点間距離 1680mm の 3 点単調載荷とした。

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
高強度炭素繊維シート	0.333	4402	259	1.70	No.2
高強度炭素繊維シート	0.333	4792	255	1.88	No.3
高強度Sシート	0.333	4520	259	1.75	No.4
高強度Sシート	0.333	4310	270	1.60	No.5,7
高弾性Sシート	0.286	3020	714	0.42	No.6
PP繊維シート	0.824	515	17.5	14.77	No.4,5,6

表-2 供試体一覧

供試体	繊維シートの種類	配置	ポリウレア樹脂	補強仕様
No.1	無補強	なし	なし	なし
No.2	高強度炭素繊維シート	15cmピッチ	なし	5cm幅の高強度炭素繊維シートの巻立(1層)
No.3	高強度炭素繊維シート	15cmピッチ	あり	5cm幅の高強度炭素繊維シートの巻立(1層)
No.4	高強度Sシート+PP繊維シート	15cmピッチ	なし	5cm幅の高強度Sシート側面貼り(1層)+4cm幅の高強度PP外周巻立(1層)
No.5	高強度Sシート+PP繊維シート	15cmピッチ	あり	5cm幅の高強度Sシート側面貼り(1層)+4cm幅の高強度PP外周巻立(1層)
No.6	高弾性Sシート+PP繊維シート	15cmピッチ	あり	5cm幅の高弾性Sシート側面貼り(1層)+4cm幅の高強度PP外周巻立(1層)
No.7	高強度Sシート	15cmピッチ	あり	5cm幅の高強度Sシート側面貼り(1層)

キーワード：炭素繊維シート，CFRP ストランドシート，高強度 PP，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 新日鉄マテリアルズ株式会社 日鉄コンポジット社
TEL：03-5623-5558

3. 実験結果と考察

実験結果一覧を表-3 に示す。表-3 のせん断耐力の計算値は、参考文献 4)に基づき全ての安全係数を 1 として算出した値である。また、せん断耐力(実験値)からコンクリート負担分のせん断力(計算値)を差し引いた値を補強材により受け持たれるせん断耐力(実験値)とした。また、荷重変位曲線を図-2 に示す。ただし、No.4 は、載荷途中で変位が計測不能となった。ポリウレア樹脂を用いた No.3 および No.5 の最大荷重は、ポリウレア樹脂を用いていない No.2 および No.4 に比べそれぞれ 15%程度向上した。付着性能が向上することにより耐力が増加したものと考えられる。No.2 および No.3 の破壊形状を写真-1 および写真-2 示す。ポリウレア樹脂を用いた供試体の方がひび割れ分散されている。これは、変形層が存在することで、応力集中による付着破壊や破断を遅らせ、あたかも鉄筋が降伏するかのように、より均等に複数の補強材が引張力を分担できたものと考えられる。

補強材により受け持たれるせん断耐力の実験値と計算値の比は、ポリウレア樹脂を用いない No.2 および No.4 の 0.70 および 0.51 に対し、ポリウレア樹脂で補強した No.3 および No.5 は 0.96 および 0.65 と高い値となった。高強度 S シートで補強した No.5 の 0.65 に対し、高弾性 S シートで補強した No.6 は 0.77 となり高い補強効果を示した。また、側面のみ高強度 S シートを接着した No.7 は、シートが剥離したため 0.33 とほかの補強方法と比べ補強効果は小さかった。

表-3 実験結果

供試体	実験値				計算値			Vexp /Vcal	Vfexp /Vfcal	破壊形態
	コンクリート 強度 fc (N/mm ²)	最大荷重 Pmax (kN)	せん断耐力 Vexp (kN)	FRPの 負担せん断力 Vfexp (kN)	せん断耐力 Vcal (kN)	コンクリートの 負担せん断力 Vccal (kN)	FRPの 負担せん断力 Vfcal (kN)			
No.1	45.4	337.3	168.7	－	127	127	－	1.33	－	せん断ひび割れ
No.2	41.5	595.8	297.9	174.7	371	123	248	0.80	0.70	シート破断
No.3	40.6	724.9	362.5	240.2	372	122	250	0.97	0.96	シート破断
No.4	43.1	572.7	286.4	161.6	444	125	319	0.65	0.51	シートとコンクリートの付着切れ
No.5	40.5	648.4	324.2	202.0	435	122	313	0.75	0.65	シートとコンクリートの付着切れ
No.6	44.0	824.2	412.1	286.5	499	126	373	0.83	0.77	シートとコンクリートの付着切れ
No.7	42.9	415.5	207.8	83.2	378	125	253	0.55	0.33	シートとコンクリートの付着切れ

4. まとめ

以下に本実験により得られた知見を述べる。

- (1) ポリウレア樹脂を柔軟層に用いた供試体は、用いていない供試体に比べ 15%程度最大荷重が向上した。
- (2) 側面に高弾性 S シートを接着し高強度 PP で巻立てた補強のほうが、側面に高強度 S シートを接着し高強度 PP で巻立てた補強より大きな補強効果が得られた。
- (3) 側面に S シートを接着し高強度 PP で巻立てた補強は、側面に S シートのみでの補強より補強効果は大きい。

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) 小林, 佐藤, 高橋, 立石: FRP ストランドシートの材料特性と RC 梁の曲げ補強効果に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.3, pp.1561-1565, 2008.7
- 3) 荒添, 小林, 高橋, 佐藤: CFRP ストランドシートおよび高強度 PP による RC 梁のせん断補強に関する実験, 土木学会第 66 回年次学術講演会講演概要集, V, pp.353-354, 2011.9
- 4) 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, pp.23-24, 2000.3

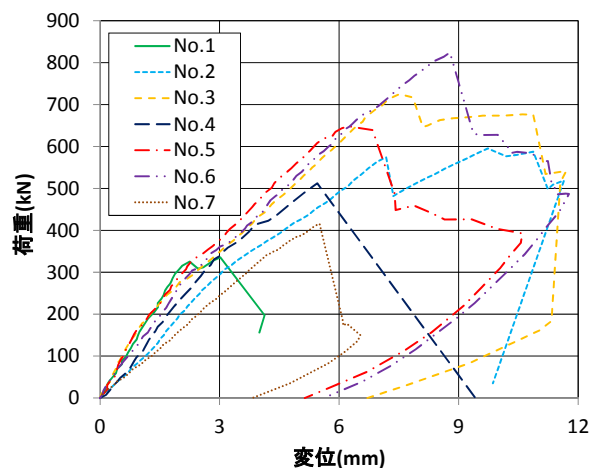


図-2 荷重変位曲線



写真-1 No. 2 破壊形態

写真-2 No. 3 破壊形態