

連続繊維シートで補強されたRC部材の付着割裂強度
(その2 簡易型付着試験体の場合)

豊橋技術科学大学大学院 学生員 ○川田 憲男
豊橋技術科学大学 正会員 角 徹三
豊橋技術科学大学大学院 鄺 磊

1. はじめに

RC部材の付着性状の評価には、従来、キャンティレバー型および梁試験体がいわれてきたが、最近ではSchmidt-Thröの考案した簡易型付着試験体が多用されている。著者等はこの簡易型付着試験体を用い、供試筋が一本のみの連続繊維の付着強度増大効果について定量化し、RC部材の付着割裂強度式を提案してきた。しかし、実際の設計では鉄筋は複数本配置され、鉄筋群としての付着性状の解明が必須であることから、鉄筋本数が2本の場合の簡易型付着試験を実施し、その適用性と連続繊維の付着強度増大効果について検討した。

2. 実験概要

図-1に、試験体図を示す。サイドスプリット型破壊が先行するように試験体の各寸法を決定した。2) 供試筋にはD25の高強度鉄筋を使用し、付着長さは各試験体とも300mmである。コンクリートは全て一体打ちとし、図-1の上側から打設した。試験体には、非付着領域を設けるために、鋼管を用いてコンクリートとの付着を完全に断ち切った。また、付着領域と非付着領域との境界面にはスリット(30mm)を設けた。供試筋を直接拘束する横補強筋としては2-φ6@150($p_{ws}=0.188\%$)を配した。

図-2に繊維シート貼付要領を示す。シートの種類は炭素およびアラミド繊維の2種類とした。FRPシート補強量は、炭素、アラミドともに $p_{wf}=0.168\%$ とした。補強比は横補強筋と同様の算出方法であり、割裂面におけるコンクリートの断面積とFRPシートの断面積の比で定義した。実験変数は、シート補強の有無、底面かぶり、および横補強筋の有無の3つである。表-1、2には、実験に使用した鉄筋およびコンクリートの力学的特性を示す。

荷重方法は一方向単調引張荷重とし、2本の供試筋に荷重を与えていく際、双方の供試筋の荷重誤差が5%以内に収まるようにナットの締め具合を調整した。

3. 実験結果

表-3に実験結果の一覧を示す。

図-3に試験体番号2と6、3と7を例にとり、その破壊状況を示す。シート無補強の試験体はひび割れ

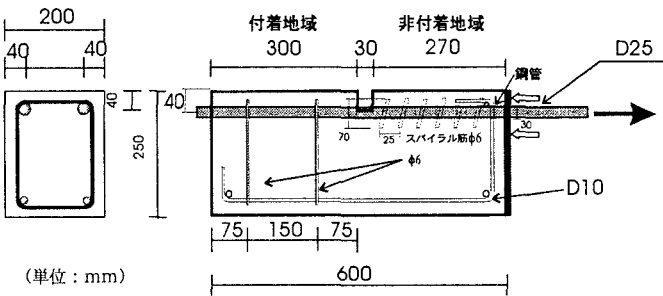


図-1 試験体図

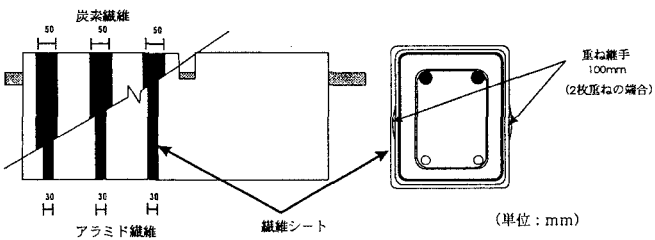


図-2 繊維シート貼付要領

表-1 使用鉄筋の力学特性

	引張強度 (N/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)
D25 (供試筋)	889	703	1.92×10^5
φ6 (横補強筋)	411	273	1.91×10^5

表-2 使用コンクリートの特性

圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	割裂弾性係数 (N/mm ²)
22.9	2.29	2.04×10^4

表-3 試験結果一覧

試験体番号	試験体名 ※1	付着強度 (N/mm ²)	破壊形式 ※2
1	N-40	2.65	C
2	N-40-Pws	2.98	C
3	N-57-Pws	3.38	C
4	C-40	4.55	C
5	C-40-Pws (1)	5.07	C
6	C-40-Pws (2)	4.64	C
7	C-57-Pws	4.88	CS
8	A-40-Pws	4.20	C

※1: C-40-Pws 繊維の種類: (N: 無補強, C: 炭素, A: アラミド)
40: 底面かぶり
 p_{ws} : 横補強筋の有無

※2: C…コーナースプリット破壊、CS…コーナーとサイドの複合破壊

が試験体上面に伸びていくのに対し、シート補強することで両供試筋を結ぶひび割れへと破壊パターンが変化していることが分かる。

図-4に既往の付着割裂強度式による計算値 $\tau_{u,cal}$ に対する各試験体の付着強度 $\tau_{u,exp}$ の比を示す。比較した結果、サイドスプリット型では約1.3～1.5、コーナー型では約1.2～1.4の範囲を示した。評価に若干の差が生じた理由としては今回の供試筋を上端筋と下端筋のどちらに分類するかという問題が挙げられる。

図-5に付着強度増大率（ β ）とFRPシート補強量との関係について示す。まず付着強度増大率（ β ）について以下に定義しておく。

$$\text{強度増大率}(\beta) = \frac{\text{シート補強試験体Aの付着強度}}{\left[\begin{array}{l} \text{シート補強無し、他はAと} \\ \text{同一条件の試験体の付着強度} \end{array} \right]} - (1)$$

図からシート補強により各試験体とも付着強度が約40%～80%の範囲で増大していることが分かる。

図-6に付着強度負担係数（ α ）と各試験体との関係について示す。まず付着強度負担係数（ α ）について以下に定義する。

$$\tau_{vf} = \alpha \cdot \tau_{ws} = \alpha \cdot \frac{7.80 \cdot p_{ws} \cdot b}{db \cdot N} \times \sqrt{\sigma_b} - (2)$$

まず τ_{vf} はシートが負担する付着応力、 τ_{ws} は藤井・森田式で定義した横補強筋の付着分担量を示す。 α は横補強筋の何倍だけシートが付着応力を負担するかを表す。また b は部材幅、 db は主筋径、 N は主筋本数である。図から各試験体において、シートは横補強筋の約5～9倍の付着応力を負担していることが分かる。またアラミドより炭素繊維の方が付着強度負担係数が大きい傾向にある。

4. まとめ

今回実施した簡易型付着試験から以下のような結論を得た。

- (1) シート補強により付着割裂破壊時の破壊パターンに変化が見られる。
- (2) FRPシート補強量が $p_{vf}=0.168\%$ のもとでシート補強による付着強度増大率は約40%～80%になり、また藤井・森田式の横補強筋の付着負担量と比較すると約5倍～9倍にも達する。
- (3) アラミド繊維シートより炭素繊維シートの方が付着強度負担係数が大きい。

参考文献:

- 1) 角徹三・河野進・松田啓・伊藤太平:炭素繊維で補強された鉄筋コンクリート部材の付着割裂強度、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 20, No. 3, pp, 1189 - 1194, 1998
- 2) 藤井栄・森田司郎:異形鉄筋の付着割裂強度に関する研究、日本建築学会論文報告集、Vol. 319, pp47 - 55, 1982. 11
- 3) 松野一成・河野進・小幡由香・角徹三:連続繊維シートで補強されたRC部材の付着割裂強度、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 21, No. 3, pp1483 - 1488, 1999

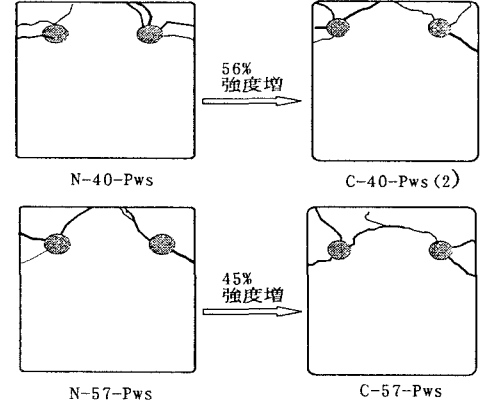


図-3 破壊状況の一例

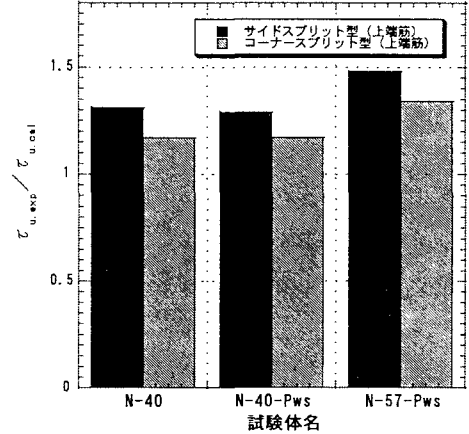


図-4 付着割裂強度の実験値と既往の提案式に基づく計算値との比較

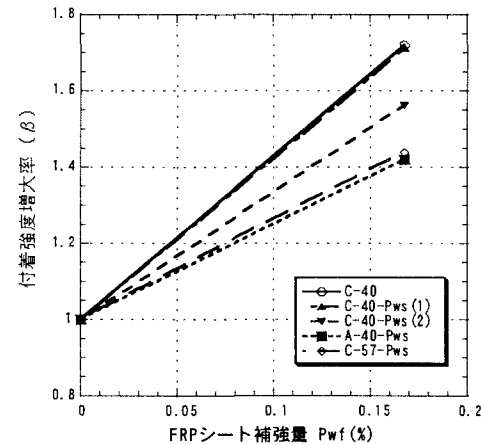


図-5 連続繊維シートによる付着強度増大率

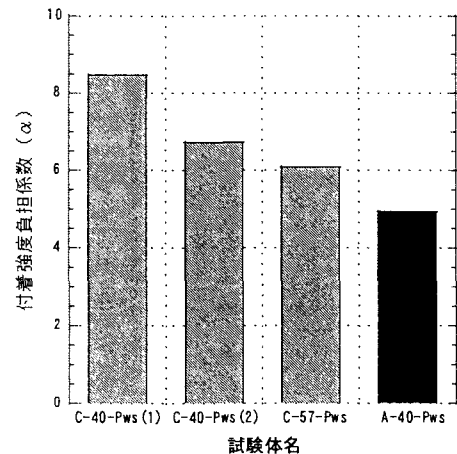


図-6 連続繊維シートによる付着強度負担係数