

# PVB 樹脂および珪砂を用いた被覆鉄筋の重ね継手に関する一考察

株式会社大林組 正会員 ○片野啓三郎, フェロー 竹田宣典

## 1. はじめに

厳しい塩害環境に曝される鉄筋コンクリート構造物では、耐久性向上のためにエポキシ樹脂塗装鉄筋（EP 鉄筋と称する）が使用されることがある。しかし、EP 鉄筋は塗装していない一般の鉄筋（普通鉄筋と称する）に比べてコンクリートとの付着強度が小さいため、「エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いる鉄筋コンクリートの設計施工指針」<sup>1)</sup>では重ね継手の重ね合わせ長さを 1.18 倍以上としなければならないとされている。そこで、PVB（ポリビニルブチラール）樹脂により被覆し、周囲に珪砂吹付処理を施すことでコンクリートとの付着強度を向上させた被覆鉄筋（PVB-S 鉄筋と称する）を作製し、重ね継手を設けた RC はりの曲げ載荷試験によってその性能を評価した。

## 2. PVB-S 鉄筋の概要

PVB-S 鉄筋は、付着性、伸び率および耐食性が高い等の特徴を有する PVB 樹脂によって被覆し、表面に珪砂吹付処理を施した鉄筋である。PVB 樹脂による被覆は EP 鉄筋と同等の防食性を担保することを目的とし、膜厚 220 ±40μm に相当する量の樹脂を使用している。PVB-S 鉄筋は、PVB 樹脂の特性により曲げ加工や施工時の衝撃による塗膜の損傷に対する抵抗性に優れている<sup>3)</sup>。また、珪砂吹付処理はコンクリートとの付着強度を向上させることを目的としている。なお、PVB-S 鉄筋およびこれに用いる PVB 樹脂は、耐食性、付着強度、塗膜の損傷に対する抵抗性等において EP 鉄筋の品質規格（土木学会規準 JSCE-E 102-2003）を満足している<sup>2),3)</sup>。

## 3. コンクリートとの付着強度

JSCE-E 516-2003「エポキシ樹脂塗装鉄筋の付着強度試験方法」に準拠して引抜き試験を実施し、鉄筋とコンクリートとの付着応力度を評価した結果を図-1 に示す。普通鉄筋の最大付着応力度が 12.0N/mm<sup>2</sup>であったのに対し、PVB-S 鉄筋の場合は 13.4N/mm<sup>2</sup>と約 1.1 倍に増加した。また、PVB-S 鉄筋は同一の付着応力度に対するすべり量が小さく、すべり量 0.002D（0.038mm）のときの付着応力度は普通鉄筋の約 2.8 倍となった。

## 4. 実験概要

試験体の形状および寸法を図-2 に示す。鉄筋の種類は普通鉄筋および PVB-S 鉄筋とし、引張側鉄筋の母材は SD345、D19 とした。圧縮側鉄筋およびせん断補強筋には試験体ごとに同種類の鉄筋（母材は SD345、D13）を使用した。コンクリートの配合および品質を表-1 に示す。セメントには早強ポルトランドセメントを用い、試験時（材齢 16 日および 17 日）の圧縮強度は 36~37N/mm<sup>2</sup>であった。

試験体の種類を表-2 に示す。断面内に引張側鉄筋を 2 本配し、スパン中央部に重ね継手を設けた。重ね合わせ長さは、基本定着長  $l_d$  に相当する 510mm（26.8D）および重ね継手部分で破壊することを想定して

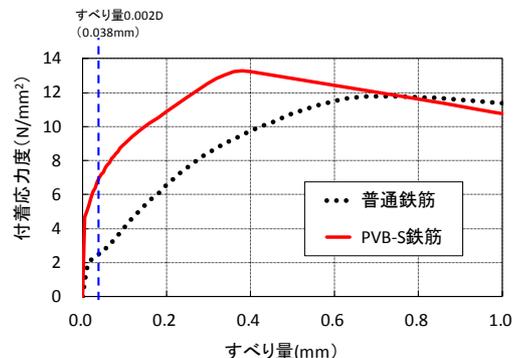
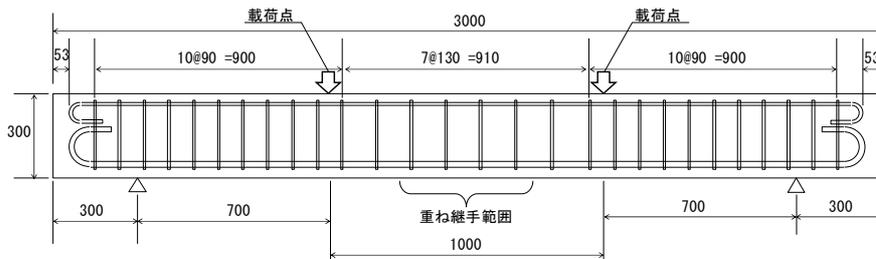
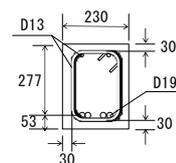


図-1 付着応力度とすべり量の関係<sup>3)</sup>



(a) 側面図



(b) 断面図（重ね継手部）

図-2 試験体の形状および寸法（単位：mm）

キーワード 被覆鉄筋, エポキシ樹脂塗装鉄筋, PVB 樹脂, 珪砂, 付着強度, 重ね継手

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 TEL042-495-1276

$l_d/1.7$ に相当する 300mm(15.8D)

とした。

試験は、載荷スパン 1000mm、せん断スパン 700mm の 2 点加力

による曲げ載荷によって行った。重ね継手を設けないと仮定した場合、引張側鉄筋の降伏後、上縁コンクリートが圧壊するように材料および寸法を設定した。測定項目は、載荷荷重、中央変位およびひび割れ幅とし、ひび割れ幅は目視および曲げスパンの下面に 11 個設置した  $\pi$  型ゲージの変位によって評価した。

**5. 実験結果および考察**

各試験過程において最大値を示した位置の  $\pi$  型ゲージの変位について、荷重と変位の関係を図-3 に示す。 $\pi$  型ゲージの変位をひび割れ幅とみなすと、載荷中のひび割れ幅の進展状況には試験体ごとに有意な差が認められなかった。また、ひび割れの発生が目視で確認できた位置の  $\pi$  型ゲージの変位がはじめに 0.02mm を示したときの荷重をひび割れ発生荷重とみなすと、ひび割れ発生荷重はすべての試験体で 21.2~22.5kN の範囲にあり、ほぼ同等であった。図-1 において PVB-S 鉄筋は同一の付着応力度に対するすべり量が小さいが、曲げによるひび割れ発生荷重や同一荷重におけるひび割れ幅は普通鉄筋と同等であった。

荷重と中央変位の関係を図-4 に示す。重ね合わせ長さが 510mm の場合、いずれの試験体でも引張側鉄筋の降伏後、重ね継手部分が破壊することなく上縁コンクリートの圧壊によって終局となった。このことから、鉄筋の降伏強度以上の継手性能を有することを確認した。また、鉄筋が降伏するまでの荷重と変位の関係および最大荷重は両者でほぼ同等であった。したがって、PVB-S 鉄筋を用いた重ね継手は、普通鉄筋の場合と同様の重ね合わせ長さで使用できると考えられる。なお、上縁コンクリートが圧壊した後に荷重が低下し始めたときの中央変位は、N510 の場合で約 23mm であったのに対し、P510 では約 71mm と著しく大きく、靱性が大きくなった。

重ね合わせ長さが 300mm の場合、いずれの試験体でも鉄筋が降伏する以前に重ね継手部分が付着切れを生じて終局となった。最大荷重は、N300 の場合で 109.3kN であったのに対し、P300 では 136.3kN となり、PVB-S 鉄筋を用いることで耐荷力が約 1.25 倍となった。

以上のような曲げ載荷に対する変位挙動および耐荷重の相違は、図-1 に示す PVB-S 鉄筋の付着強度の向上が主な原因であると考えられ、これにより、重ね継手の一体性を保持する性能が向上したものと考えられる。

**6. まとめ**

PVB-S 鉄筋を用い、重ね継手を設けた RC はり試験体の曲げ載荷試験を行った結果、普通鉄筋の場合と同様の重ね合わせ長さとしても同等の構造性能を確保することができた。また、重ね合わせ長さを一般より小さくした場合では、PVB-S 鉄筋を用いたときの耐荷力が普通鉄筋に比べて向上したことから、重ね合わせ長さをある程度小さくしても普通鉄筋の場合と同様の構造性能を発揮できる可能性があり、今後さらに検討していく予定である。

なお、本研究は、株式会社大林組、株式会社川熱、朝日工業株式会社による共同研究開発の成果の一部である。

**参考文献**

- 1) 土木学会：エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いる鉄筋コンクリートの設計施工指針[改訂版]，2002.10
- 2) 片野啓三郎，竹田宣典：高性能な樹脂被覆鉄筋に関する研究，大林組技術研究所報，No.79，2015.12
- 3) 沿岸技術研究センター：港湾関連民間技術の確認審査・評価報告書第 16001 号「PVB-S 被覆鉄筋」，2016.9

表-1 コンクリートの配合および品質

| 水セメント比 (%) | 細骨材率 (%) | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |        | スランプ (cm) | 空気量 (%) | ブリーディング率 (%) |
|------------|----------|-------------------------|-----|-----|-----|--------|-----------|---------|--------------|
|            |          | セメント                    | 水   | 細骨材 | 粗骨材 | AE 減水剤 |           |         |              |
| 47.0       | 45.9     | 379                     | 178 | 793 | 966 | 3.79   | 15.0      | 5.8     | 1.42         |

表-2 試験体の種類

| 記号   | 鉄筋種類     | 重ね合わせ長さ                  |
|------|----------|--------------------------|
| N510 | 普通鉄筋     | 510 mm<br>(基本定着長 $l_d$ ) |
| P510 | PVB-S 鉄筋 |                          |
| N300 | 普通鉄筋     | 300 mm ( $l_d/1.7$ )     |
| P300 | PVB-S 鉄筋 |                          |

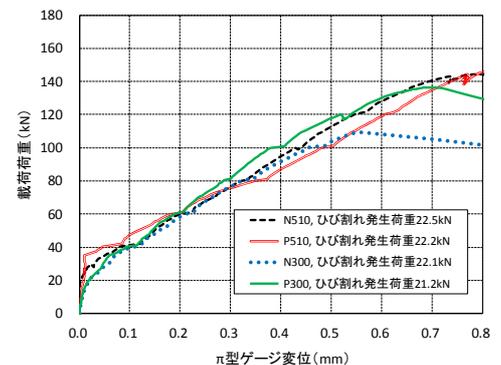


図-3 荷重と  $\pi$  ゲージ変位の関係

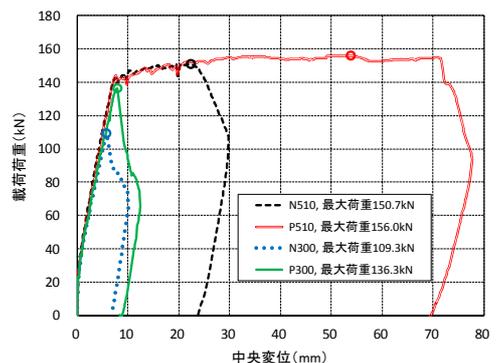


図-4 荷重と中央変位の関係