

高架橋柱耐震補強－普通鉄筋スパイラル巻立工法－の実構造物適用事例

株式会社奥村組 正会員 ○山口 治 川崎 茂  
北総鉄道株式会社 佐藤 栄寿 南 博

1. はじめに

高架橋柱の耐震補強は、せん断耐力および変形性能の向上を目的とした工法が多数開発され実構造物に適用されている。そのうち、高張力鉄筋を使用したスパイラル筋巻立工法<sup>1)</sup>(以下、従来工法)は、これまでに3,000本を越える適用実績を有する。しかし近年では、従来工法における高張力鉄筋の巻立てが不可能な大断面や鋭角を有する柱への補強の必要性が増している。そこで、適用範囲の拡大とコスト削減を目的として、普通鉄筋を使用したスパイラル巻立工法(以下、新工法)を開発し、実物大供試体の正負交番載荷試験により耐震性能を確認した<sup>2)</sup>。本稿では、供用中の鉄道高架橋柱に対して普通鉄筋スパイラル巻立工法を適用した耐震補強を実施したので報告する。

2. 普通鉄筋スパイラル巻立工法の特長

コンクリート巻立てによるせん断補強のうち、鉄筋巻立て方法の異なる3工法(一般的な帯鉄筋、従来工法、新工法)の特長の比較を表-1に示す。

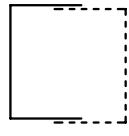
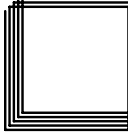
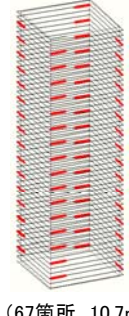
帯鉄筋によるせん断補強では、普通鉄筋を使用し1段ずつ閉合して組立てる。このとき、上下段との継手位置の干渉をなくす設計上の配慮や、1段あたり2箇所フレア接合が必要となる。

従来工法は、工場でスパイラル状に加工した高張力鉄筋(SBPD 1275/1420)を用いて既設柱に人力で巻立てる工法である。鉄筋の継手が重ね継手のため火気を使用しない利点がある。しかし、材料強度1275 kN/mm<sup>2</sup>に対して、400kN/mm<sup>2</sup>として設計する点や、継手を2重の重ね継手とするために鉄筋使用量の増加による施工費が向上していた。また、高張力鉄筋の鋭角な曲げ加工ができず柱の適用断面が限定されている点が難点であった。

新工法は、既設柱の3辺と溶接部分から成る形状に加工した普通鉄筋(SD 345,SD390等)をスパイラル状に配置し、継手部分をフレア溶接で接合する工法である(図-1)。これにより、鉄筋使用量が低減し(表-1)、コスト低減が可能となるうえ、鋭角曲げ加工が可能となり、適用可能な柱断面が増加した。また、帯鉄筋と比べて継手箇所が3分の1に減少し、施工の効率化、工期・工費の削減を実現した。

新工法の耐震性能は、実大供試体による正負交番載荷を実施し、従来工法と同等程度のせん断と変形性能を有することを確認した<sup>2)</sup>。

表-1 せん断補強鉄筋の特長

| 工法名称                 | 帯鉄筋(普通鉄筋)巻立工法                                                                                             | 従来工法<br>高張力鉄筋スパイラル巻立工法                                                                                  | 新工法<br>普通鉄筋スパイラル巻立工法                                                                                       |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 鉄筋種類                 | SD345,SD390                                                                                               | SBPD1275/1420                                                                                           | SD345,SD390                                                                                                |
| 鉄筋加工形状 <sup>*1</sup> | <br>1本:3辺+溶接しろ<br>1.8kg | <br>1束9巻きで加工<br>30kg | <br>1本:3辺+溶接しろ<br>4.4kg |
| 継手方法                 | フレア溶接 10D                                                                                                 | 2重の重ね継手                                                                                                 | フレア溶接 10D                                                                                                  |
| 継手長略図 <sup>*2</sup>  | <br>(102箇所、16.3m)     | <br>(6箇所、40.3m)    | <br>(67箇所、10.7m)      |
| 継手の割合 <sup>*3</sup>  | 10%                                                                                                       | 24%                                                                                                     | 6%                                                                                                         |

\*1: □800mmの柱に対しD16(高張力筋はφ12.6mm)で加工した1部材の重量  
\*2: □800mm,L=3.0mの柱、鉄筋間隔60mmで比較  
\*3: 補強鉄筋全体に占める継手部分の割合

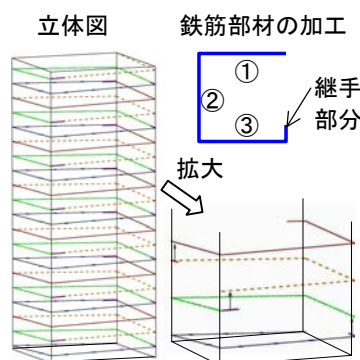


図-1 工法概略図



写真-1 鉄筋巻立完了

キーワード 耐震補強, 柱巻立, 普通鉄筋スパイラル,

連絡先 〒108-8381 東京都港区芝 5-6-1 (株) 奥村組 東日本支社 TEL 03-5427-2323

3. 適用箇所

新工法は、北総鉄道鎌ヶ谷高架橋（千葉県鎌ヶ谷市）の変電所敷地内 R27,R28 の 7 本（図-2）および一般部 R32,R34,R35 の 30 本（図-3）計 37 本に適用した。柱は 800mm～900mm の正方形断面で、1 層部で 6.9m～9.1m、中間梁のある 2 層部では 4.0m～6.0m の高さである。土被りがある箇所は土留め工として軽量鋼矢板(R27,R35)およびライナープレート(R28,R32,R35)を用いて掘削を行った。

表-2 適用箇所の寸法

| 場 所     | 本数 | 断面寸法<br>(mm) | 柱高さ<br>(m) | 土被り<br>(m) | 巻立鉄筋 |      |
|---------|----|--------------|------------|------------|------|------|
|         |    |              |            |            | 鉄筋径  | 間隔   |
| R27     | 6  | 800×800      | 7.47～7.50  | 2.2        | D13  | 70mm |
| R28     | 1  | 900×900      | 9.12       | 3.9        | D16  | 90mm |
| R32     | 6  | 800×800      | 6.93～6.98  | 3.29～3.38  | D13  | 70mm |
| R34(上段) | 4  | 900×900      | 4.46～4.57  | —          | D13  | 55mm |
| R34(下段) | 4  | 900×900      | 5.98       | 1.10～1.30  | D13  | 50mm |
| R35(上段) | 8  | 900×900      | 3.97～4.38  | —          | D13  | 65mm |
| R35(下段) | 8  | 900×900      | 4.98       | 0.40～4.70  | D16  | 70mm |

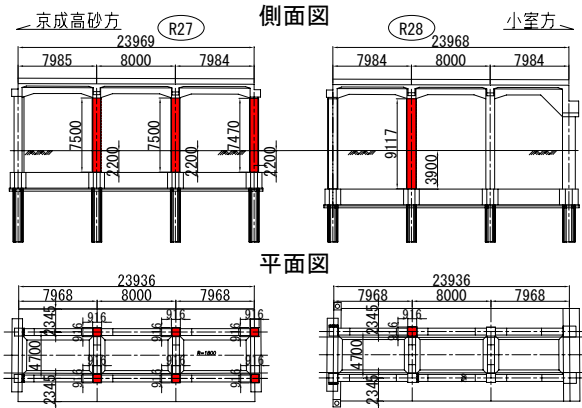


図-2 鎌ヶ谷高架橋 (R27, R28) 施工箇所

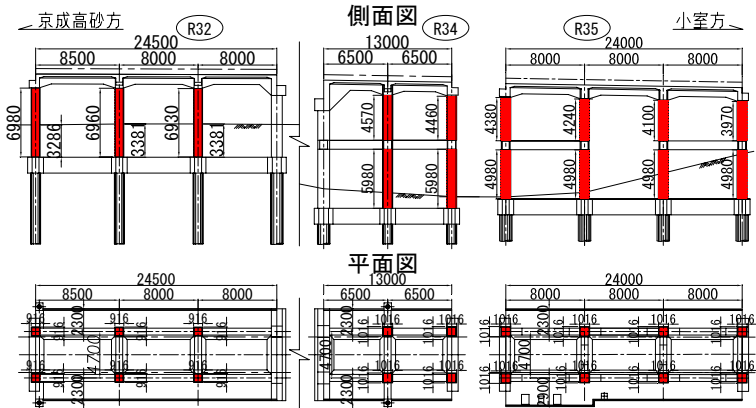


図-3 鎌ヶ谷高架橋 (R32, R34, R35) 施工箇所

4. 従来工法との比較

新工法を適用した今回の施工性について従来工法との比較を表-3 に示す。

表-3 新工法における施工の優位性

|       |        | 従来工法<br>高張力筋スパイラル                     | 新工法<br>普通鉄筋スパイラル                      | 差                       |
|-------|--------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
|       |        | 9.62m <sup>2</sup> /本<br>3.5mライナープレート | 7.07m <sup>2</sup> /本<br>3.0mライナープレート |                         |
| ①仮設備  | 掘削面積   | 9.62m <sup>2</sup> /本                 | 7.07m <sup>2</sup> /本                 | 2.55m <sup>2</sup> /本低減 |
|       | 足場設置面積 | 6.33m <sup>2</sup> /本<br>仕上げ面から0.75m  | 4.06m <sup>2</sup> /本<br>仕上げ面から0.5m   | 2.27m <sup>2</sup> /本低減 |
| ②鉄筋材料 | 使用重量   | 13.9t                                 | 12.5t                                 | 1.4t増加                  |
|       | 材料単価   | 100(基準)                               | 30                                    | 70%低減                   |
| ③鉄筋組立 | 加工期間   | 14日                                   | 2日                                    | 12日低減                   |
|       | 施工日数   | 28日                                   | 28日                                   | なし                      |
| ④鉄筋継手 | 継手方法   | 重ね継手                                  | フレア溶接                                 | —                       |
|       | 施工日数   | なし(組立に含む)                             | 2日                                    | 2日増加                    |
| ⑤施工費  | 鉄筋組立工  | 100(基準)                               | 70                                    | 30%低減                   |
|       | 耐震補強工  | 100(基準)                               | 95                                    | 5%低減                    |

①仮設備：スパイラル鉄筋の巻立に要する施工スペースが減少するため、土留め部における掘削面積の減少や、足場設置面積の低減が可能となった。

②鉄筋材料：同様の補強性能で比較した場合、強度差で鉄筋径の増と使用重量の増加となるが、鉄筋材料単価差により材料費の低減が可能となった。また、材料の加工が容易なため、加工期間が2日間となり12日間短縮した。

③鉄筋巻立：使用した鉄筋径がD13,D16の場合、溶接長が10Dと短いため巻立てに支障はなかった。鉄筋径が大きくなるに伴い溶接長が大きくなり巻立てに影響があると予想される。また、鉄筋総重量は増加するが、組立部材の重量減による施工日数の増減はなかった。

④継手：有資格者によるフレア溶接が必要となり、施工費の増や工期の延伸となる。

⑤施工費：鉄筋継手の施工費が増加するが、鉄筋材料の減少と材料加工と組立の工期短縮に伴い、材料を含めた鉄筋組立工で約30%、耐震補強工事全体で約5%のコスト縮減が可能となった。

5. 今後の課題

新工法を供用中の実構造物に適用し、狭隘な場所での施工性を確認するとともにコスト縮減を実現した。今後は太径のスパイラル鉄筋巻立ての課題解決および効率化により、他の実構造物への適用を進めていく。

参考文献

1)高橋一成他：スパイラル筋巻立による高架橋脚の耐震補強工法の開発，耐震補強・補修技術，耐震診断技術に関するシンポジウム講演論文集,pp.79-86,1998.3  
2)山口治他：高架橋柱における普通鉄筋スパイラル巻立工法の耐震性能評価,土木学会第67回年次学術講演会,I-063,2012.9