

高強度せん断補強筋「リバーボンスパイラル」、 「リバーボンマルチスパイラル」、 「リバーボン 785」、 高強度開孔補強筋「リバーレン」*1

金杉 英輝*2 中澤 淳*3 宮腰 昌平*4

High-Strength Shear Reinforcement and High-Strength Opening Reinforcement

Hideki Kanasugi Atsushi Nakazawa Shohei Miyakoshi

1 はじめに

近年、鉄筋コンクリート造建築物の高層化に伴い、RC 部材のせん断補強筋、開孔補強筋に高強度鉄筋を採用するケースが増えている。高層 RC 造建築物の部材は、高圧縮力と高せん断力を受けるため、その耐力および靱性の確保に必要なせん断補強筋量が多くなる。降伏応力度が 295 N/mm² クラスの普通強度鉄筋を用いても、必要せん断補強筋量を満たすことが困難な場合、高強度鉄筋が有効となる。また、普通強度鉄筋を高強度鉄筋に置き換えることにより、せん断補強効果は維持したまま補強筋重量を軽減できる。そのため、普通強度鉄筋では施工が困難な過密配筋となる場合においても、高強度鉄筋の採用は極めて有効である。

これまで、川鉄テクノワイヤ(株)で製造販売してきた高強度せん断補強筋「リバーボンスパイラル」、
「リバーボンマルチスパイラル」および高強度開孔補強筋「リバーレン」の材料は、いずれも降伏応力度が 1275 N/mm² (13000 kgf/cm²) 級の PC 鋼棒であった。しかし、現状の 1275 N/mm² 級材料では、客先からの要望に十分に対応できないケースもでてきたため、新たに 785 N/mm² (8000 kgf/cm²) 級製品の開発に着手し、平成 9 年 4 月に「リバーボン 785」として日本建築センターの評定を取得し、同年 8 月に建設大臣認定を取得した。「リバーボン 785」は、フック付形状、スパイラル形状の加工に加え、溶接閉鎖加工も可能な製品である。

降伏強度の異なる 2 種類の高強度せん断補強筋をラインアップし、それぞれの特徴を活かすことにより、多種多様な設計施工に対応可能となった。本報ではこれらの高強度せん断補強筋、高強度開孔補強筋製品の性能および特徴について紹介する。

2 材料特性

2.1 降伏応力度 1275 N/mm² 級

降伏応力度 1275 N/mm² 級製品の材料には、JIS G 3137 に基づく

PC 鋼棒「リバーボン」を使用する。高周波焼入れ、焼戻しをした材料であるため、強度バラツキが極めて少ない。また、伸直性がよいため、曲げ加工性に優れ寸法精度が高い。線径は 7.1, 9.0, 10.7, 12.6 mm の 4 線径を持ち、表面形状にはスパイラル状のミゾ加工を施す。

1275 N/mm² 級材料を用いた製品として、「リバーボンスパイラル」、
「リバーボンマルチスパイラル」、
「リバーレン」を販売している。

2.2 降伏応力度 785 N/mm² 級

降伏応力度 785 N/mm² 級製品の材料には、成分調整したキルド鋼を熱間圧延したものを使用する。この材料は溶接性に優れ、また高周波焼入れ、焼戻し工程を必要としないため、生産コストを抑えられる。線径は、10, 13, 16 mm の 3 線径に対し形状も丸鋼、異形棒鋼がある。特に、川鉄テクノワイヤ(株)独自の異形棒鋼 4 条リブは、既存の異形棒鋼より加工時の回転性が良く、ねじれなどが発生しにくい。また、伸直性もよく非常に加工性に優れた形状である。フシ形状、単位質量などは、JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼に基づく。溶接部形状には、コブ式とコブのない形状の 2 種類がある。

785 N/mm² 級材料を用いた製品として、「リバーボン 785」を販売している。

降伏応力度 1275 N/mm² 級および 785 N/mm² 級の材料規格を **Table 1** に示し、1275 N/mm² 級の材料形状および 785 N/mm² 級の異形棒鋼 4 条リブの材料形状と溶接部形状を **Photo 1** に示す。

3 製品特徴

3.1 「リバーボンスパイラル」、 「リバーボンマルチスパイラル」

「リバーボンスパイラル」は、日本建築センター評定、建設大臣認定を取得した独自の設計施工指針^{*)}を持つ高強度せん断補強筋製品である。同指針において示される設計用材料強度は、短期許容応力度設計では普通鋼の 2 倍、終局強度設計では 4 倍の値となり、設計上非常に有利である。

また、終局せん断耐力評価式では、1275 N/mm² 級では初めて日

*1 平成 9 年 9 月 29 日原稿受付

*2 川鉄テクノワイヤ(株) 製品開発室

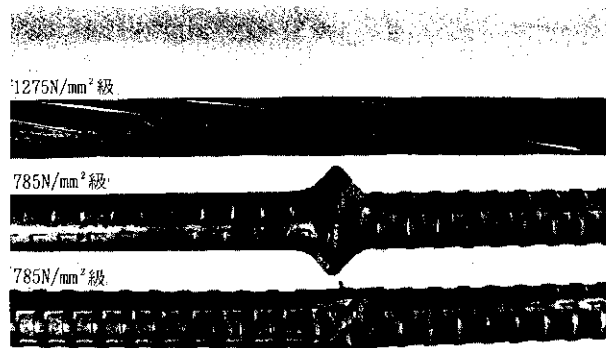
*3 川鉄テクノワイヤ(株) 製品開発室 主査(掛長)

*4 建材センター 建材事業企画部

Table 1 Material standard

Standard	YP (N/mm ²)	TS (N/mm ²)	EL (%)
Riverbon	1275 ≦	1420 ≦	7 ≦
Riverbon 785	785 ≦	930 ≦	8 ≦ (5 ≦)*

*After weld

Photo 1 1275 N/mm² grade material form, 785 N/mm² grade material form and weld form

本建築学会式に準拠した塑性理論式を追加し、破壊モードを考慮した設計に対応可能となった。これにより、コンクリート圧縮強度有効係数を $\nu = 0.7(1.0 - F_c/1400)$ とし、さらに付着強度 τ_{bu} の算定でも、柱の場合 1.22 を乗じることが認められた。これらの特徴によって高強度コンクリート使用時に 1275 N/mm² 級のリバーボンの特性を如何なく発揮する設計が可能となり、中高層から超高層の鉄筋コンクリート造建築物まで幅広く利用できる。

「リバーボンマルチスパイラル」は、外周筋と中子筋を一体化し、一筆書きに曲げ加工した製品である。外周筋のみの「リバーボンスパイラル」では、必要せん断補強筋量を満たすことが困難な場合、中子筋を設ける必要がある。その際、「リバーボンマルチスパイラル」の採用による効果を以下に列挙する。

- (1) 外周、中子筋一体化により配筋精度が向上する。
- (2) 施工現場での複雑な手間と熟練が軽減される。
- (3) 端部フックの減少により歩留まりが向上する。

また、部材試験により確認した「リバーボンスパイラル」と「リバーボンマルチスパイラル」の補強効果の違いを以下に示す。

- (1) 同一補強筋量であれば外周筋のみ密に配筋するよりも中子筋を併用することが、耐力および変形性能を向上させるのに有効である。
- (2) リバーボンマルチタイプは在来型フープと同等の耐力を与え、同時に、同等以上の変形性能を確保し得る。

製品を Photo 2 に示す。

3.2 「リバーレン」

一般的に建物の梁には、電気、ガス、水道などを通すために設備配管用の貫通孔を設けることが多い。貫通孔周辺部は、耐力的に弱くなるため、開孔補強筋と呼ばれる鉄筋により補強する。

「リバーレン」は一筆書き曲げ加工した一体型開孔補強筋製品である。日本建築センター評定、建設大臣認定を取得した独自の設計施工指針⁹⁾を持ち、また、無開孔梁と同等の安全率を確保する新しいせん断耐力設計式⁹⁾の提案により、「リバーレン」の効果的かつ経済的な活用が可能となった。「リバーレン」の採用による効果を以

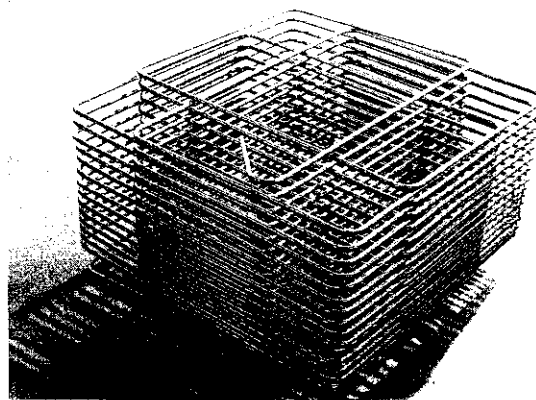


Photo 2 Riverbon Multi Spiral Hoop

下に列挙する。

- (1) 高強度材の採用により、普通鉄筋使用に比べ、重量が 1/2～1/3 となり（細線径化）、取扱が容易で、コンクリートの充填性も良い。
- (2) 一定管理下での工場生産により、加工精度が高く、加工時にスポット溶接、アーク溶接などがないため、材料強度が安定する。
- (3) 1本の材料の連続加工により、配筋作業が大幅に省力化され、また孔周辺部の均一な補強が可能となる。
- (4) 高強度せん断補強筋、リバーボンとの組み合わせはもちろん、普通鉄筋によるせん断補強筋を用いた梁にも採用可能である。製品を Fig. 1 に示す。

3.3 「リバーボン 785」

「リバーボン 785」は低コストな 785 N/mm² 級材料を用いた高強度せん断補強筋製品である。溶接性に優れた材料を用いるため、突き合わせ溶接閉鎖加工が可能となり、端部フックを省略できる。

部材実験結果⁹⁾に基づいた設計施工指針⁹⁾において示される設計用材料強度は、短期許容応力度設計では普通鋼の 2 倍、終局強度設計では 2.5 倍の値となる。同設計施工指針は、日本建築センター評定、建設大臣認定も取得済みである。「リバーボン 785」の採用による効果を以下に列挙する。

- (1) 突き合わせ溶接閉鎖加工形状では、フックがないため鉄筋量が軽減され、コンクリートの充填性も良い。
- (2) フック付閉鎖形状でも、従来の材料より余長を 2d 相当短く、かつ内法直径も 1d 相当少なくできるため施工が容易である。
- (3) 材料形状に丸鋼、異形棒鋼があり、いずれも溶接閉鎖加工が

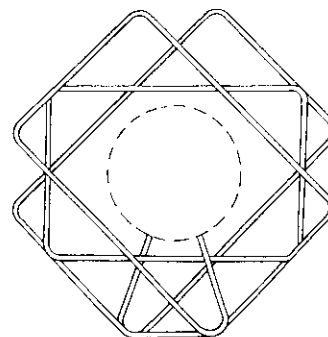


Fig. 1 Riverren

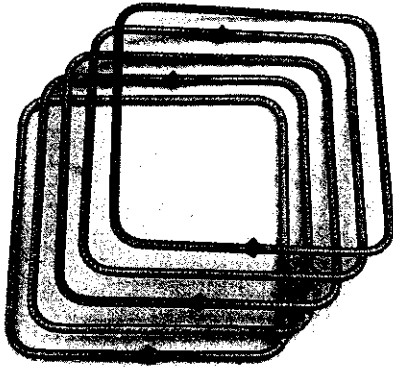


Photo 3 Riverbon 785

可能なので、多様な設計施工に対応できる。

- (4) コブのない溶接形状でも製作可能であり、主筋、中子筋との干渉防止およびコンクリートかぶり厚確保に有利である。
- (5) 異形棒鋼には、加工性に優れた4条リブ形状もある。製品を Photo 3 に示す。

3.3.1 溶接方法

溶接は電極板に線をクランプし、突き合わせ面を密着させ、その後、突き合わせ面に電流を流し、その面の接触抵抗による抵抗発熱によって溶接するアプセット溶接である。コブのある形状は、線をクランプした後、電極間隔の間で通電かつ加圧しながらコブを形成する。一方、コブのない形状は、電極間隔の部分を通電かつ高加圧し、その部分を外に押し出す溶接方法である。

3.3.2 A級継手

溶接接合部を有する場合には、原則として「特殊鉄筋継手の取扱いについて」(平成3年1月31日付け建設省住指発第31号)によるA級継手と同等の性能が要求される。そこで2種類の溶接形状について各線径ごとに、以下の2種類の試験を行い、上記性能を満足することを確認した。

(1) 一方向繰返し引張試験

引張時歪み3%近傍で20回繰返して試験したところ、溶接部破断はなく、強度、剛性などに問題のないことを確認した。

(2) 溶接部曲げ試験

大地震時主筋が膨らみ、せん断補強筋溶接部にも曲げが加わることを想定し、溶接部に内法直径5dで90°曲げを与えた。その結果、折損、裂け傷などはなく十分な曲げ性能を確認した。

4 施工実施例

「リバーボンマルチスパイラル」の施工状況を Photo 4 に、「リ



Photo 4 Riverbon Multi Spiral Hoop during bar arrangement



Photo 5 Riverren during bar arrangement

バーレン」の施工状況を Photo 5 に示す。

5 おわりに

高強度せん断補強筋および高強度開孔補強筋について、お客様からのさまざまな要求に対応できる品揃えと技術を確認した。今後は、特に高強度コンクリート使用時の技術を充実させる予定である。

本報で紹介した製品の開発活動全般に渡って貴重なご助言およびご指導をいただいた福山大学南宏一教授に、心より謝意を表します。

参考文献

- 1) 川鉄テクノワイヤ(株)：「高強度せん断補強筋リバーボンをを用いた鉄筋コンクリート部材の設計施工指針・同解説」, 建設省東住指発第411号, (1995)
- 2) 中澤 淳, 三原重郎, 益尾 潔, 南 宏一：「高強度マルチフープを用いた鉄筋コンクリート柱のせん断破壊性状」, コンクリート工学年次論文報告集, (1991), 445-450
- 3) 中澤 淳, 三原重郎, 益尾 潔, 南 宏一：「高強度マルチフープを用いた鉄筋コンクリート柱の曲げ性能」, コンクリート工学年次論文報告集, (1992), 301-306
- 4) 川鉄テクノワイヤ(株)：「PC鋼棒リバーボンを開孔補強筋として用いた鉄筋コンクリート有効梁の設計施工指針・同解説」, 建設省東住指発第465号, (1995)

- 5) 中澤 淳, 三原重郎, 益尾 潔, 南 宏一: 「高強度開孔補強筋を用いた RC 有孔梁のせん断破壊性状」, コンクリート工学年次論文報告集, (1993), 293-298
- 6) 金杉英輝, 中澤 淳, 宮腰昌平, 山下祐司, 桑田裕次, 南 宏一: 「8000 kgf/cm² 級の高強度せん断補強筋を用いた鉄筋コンクリート柱のせん断破壊性状に関する実験的研究」(その 1)~(その 5), 日本建築学会大会学術講演梗概集, (1997), 1-10
- 7) 川鉄テクノワイヤ(株): 「高強度せん断補強筋リバーボン 785 を用いた鉄筋コンクリート部材の設計施工指針・同解説」, 建設省東住指発第 485 号, (1997)

〈問い合わせ先〉

川鉄テクノワイヤ(株) 本社 第一営業部
〒101 東京都千代田区神田和泉町1番地7
TEL 03(3865)9243 FAX 03(3865)7960
千葉工場 製品開発室
〒260 千葉市中央区新浜町1番地
TEL 043(262)2551 FAX 043(262)4267