

損傷制御式に対応した高強度せん断補強筋リバーボン 785

High-Strength Shear Reinforcement Corresponding to Damage Control Formula: Riverbon 785

1. はじめに

日本建築学会の鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説¹⁾(RC規準)が2010年に改正され、損傷制御式による設計が提案されたが、材料強度が390 N/mm²で制限され、高強度せん断補強筋は対象外となっている。そこで、RC造の梁・柱部材に使用する785 N/mm²級高強度せん断補強筋として、JFEテクノワイヤが製造、販売している「リバーボン785」に損傷制御式を導入するため、高強度の優位性が発揮できる損傷制御式(1)式を開発した。

$$Q_{AS} = b \cdot j \cdot \left\{ (2/3) \alpha_s \cdot f_{s,S} + 0.5 \cdot w_{f,S} \cdot (p_w - 0.001) \right\} \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 $w_{f,S}$ はせん断補強筋(リバーボン785)のせん断補強用短期許容引張応力度で、 $w_{f,S} = 590 \text{ N/mm}^2$ とした。その他の記号は参考文献2)を参照されたい。

図1に示すように、「リバーボン785」に損傷制御式を導入することで、従来の安全設計よりもせん断補強筋量を10~20%低減することが可能となった。本稿では、損傷制御式に対応した高強度せん断補強筋「リバーボン785」について紹介する。

2. リバーボン785の特長

2.1 設計施工指針の主な特長

図2に梁、柱部材のせん断設計フローと耐力式を示す。設計施工指針²⁾の主な特長を以下に列挙する。

① 損傷制御式の導入

損傷制御のための梁、柱の短期設計用せん断力 Q_{DS} は(2)式による。損傷制御式の導入で設計用せん断力 Q_{DS} の割増係数を $n \geq 1.0$ とすることができる(ルート3)。

$$Q_{DS} = \min [Q_L + n \cdot Q_E, Q_0 + Q_y] \dots \dots \dots (2)$$

② 荒川 min 式の導入

梁、柱の荒川 min 式によるせん断耐力は(3)、(4)式による。荒川 min 式の導入により、軸力を考慮した終局せん断耐力(柱)の算定が可能となった。

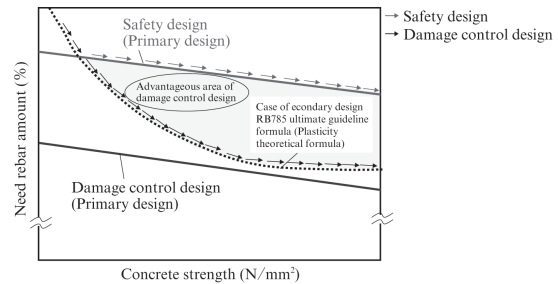


図1 安全設計と損傷制御設計での必要鉄筋量の比較(イメージ)
Fig. 1 Comparison of necessary rebar value of safety design and damage control design (image)

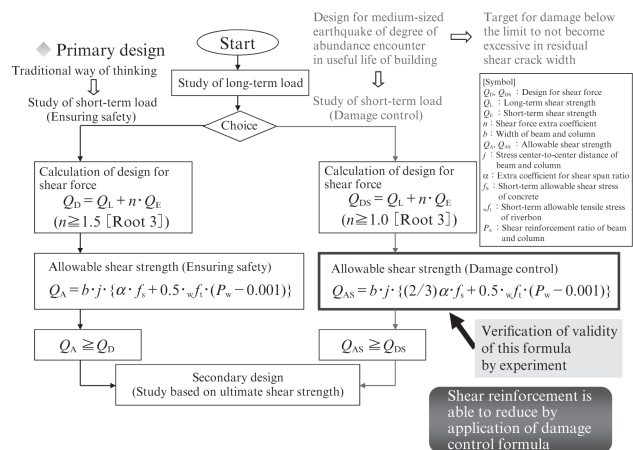


図2 梁、柱部材のせん断設計フローと耐力式

Fig. 2 Shear design flow and strength formula of beam, column element

$$\text{梁 } BQ_{U2} = \left\{ \frac{0.053 p_t^{0.23} (F_c + 18)}{M / (Q \cdot d) + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_w \cdot \sigma_{wy}} \right\} \cdot b \cdot j \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{柱 } CQ_{U2} = BQ_{U2} + 0.1 \sigma_0 \cdot b \cdot j \dots \dots \dots (4)$$

③ 所要せん断耐力について、告示の割増率を1.1で除して適用

保有水平耐力時のせん断破壊防止のための所要せん断耐力は、(5)、(6)式による。割増係数 n は、告示の割増し係数を1.1で除して適用可能となった。

表1 機械的性質

Table 1 Mechanical property

Test piece	Yield point (N/mm ²)	Tensile strength (N/mm ²)	Elongation (%)	Bendability	
				Bending angle	Inside measurement diameter
Base metal	785 and over	930 and over	8 and over	180°	3 times of nominal diameter
Weld zone			5 and over		

表2 呼び名・寸法・単位質量

Table 2 Common name, size, unit mass

Symbol	Common name	Nominal diameter (mm)	Nominal circumference (cm)	Nominal cross sectional area (cm ²)	Unit mass (kg/m)	Mass tolerance (%)
KW785	K10	9.53	3.0	0.7133	0.560	±6
	K13	12.7	4.0	1.267	0.995	±6
	K16	15.9	5.0	1.986	1.56	±5

梁 $Q_B = Q_0 + n \cdot Q_M$ (5)
 梁の両端にヒンジが生ずる状態のとき $n \geq 1.0$
 上記以外の状態のとき $n \geq (1.2/1.1)$

柱 $Q_C = n \cdot Q_M$ (6)
 柱の両端にヒンジが生ずる状態のとき $n \geq 1.0$
 上記以外の状態のとき $n \geq (1.25/1.1)$

ここで、 n はせん断力の割増係数である。

④ 短期許容せん断力計算時の p_w 上限値アップ
 安全性確保のための梁、柱の短期許容せん断力 Q_A は(7)、(8)式による。(7)、(8)式計算時の p_w 上限値について、旧評価は0.8%であったが、新評価では1.0%にアップさせた。

梁 $Q_A = b \cdot j \cdot \{\alpha_s \cdot f_{s,s} + 0.5 \cdot w_{f,s} \cdot (p_w - 0.001)\}$... (7)

柱 $Q_A = b \cdot j \cdot \{f_{s,s} + 0.5 \cdot w_{f,s} \cdot (p_w - 0.001)\}$ (8)
 (2)~(8)式の記号は文献2)を参照されたい。

2.2 素材面での主な特長

「リバーボン 785」の素材は、国土交通大臣認定：国住指第356号、認定番号MSRB-9007を取得したものである。表1に「リバーボン 785」の機械的性質を示し、表2に「リバーボン 785」の呼び名・寸法・単位質量をそれぞれ示す。

素材面での主な特長を以下に列挙する。

① 高炉品(コイル材)で、損傷制御式の(一財)日本建築センター評定を取得。

図3に異形棒鋼4条リブを示し、図4にロールマークを

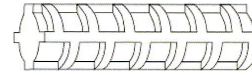


図3 異形棒鋼4条リブ

Fig. 3 Deformed steel bar forth rib



図4 ロールマーク (K13)

Fig. 4 Roll mark (K13)

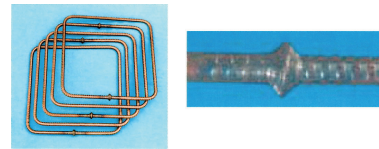


写真1 溶接閉鎖形

Photo 1 Welding closure type

それぞれ示す。「リバーボン 785」の材料の表面形状は、加工性に優れた異形棒鋼4条リブである。

② 定期的な監査をしている認定加工工場が北海道から九州まで全国に13事業所あり、同じ品質管理基準で製造された製品を各地区へ合理的に提供することが可能である。

写真1に溶接閉鎖形を示す。溶接部は安定した品質のアプリセット溶接を採用。

3. JFE テクノワイヤの高強度せん断補強筋製品および高強度開孔補強筋製品

3.1 リバーボン 1275

リバーボン 1275 は、国土交通大臣の材料認定を取得しており、降伏耐力は1275 N/mm²である。また、設計施工方法については(一財)日本建築センターの評定を取得しており、コンクリートの適用範囲は21~60 N/mm²までである。また加工形状も用途に応じてスパイラル形、フック付形、溶接閉鎖形と様々な形に対応可能となっている。特にマルチスパイラルは、一筆書きにより、1本の材料で外周筋と中子筋連続で精度よく作られており、フック部が少なく正確な配筋ができるとともに配筋作業を大幅に短縮、軽減できる画期的な商品である。この商品については、土木の鉄道高架橋等でも使用されている。

3.2 リバーレン®

「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。国土交通大臣認定を取得した、(一財)日本建築センター独自の設計施工指針をもち、また、無開孔梁と

同等の新しいせん断耐力設計式の提案により「リバーレン」の効果的かつ経済的な活用が可能となった。

4. おわりに

RC造の梁・柱部材に使用する785 N/mm²級高強度せん断補強筋として製造、販売しているリバーボン785に損傷制御式を導入し、従来よりせん断補強筋量を抑えることが可能となった。

JFEテクノワイヤでは、今後も高強度せん断補強筋の開発に取り組んでいく所存である。

参考文献

- 1) 日本建築学会. 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説. 第8版, 2010.
- 2) JFEテクノワイヤ. 日本建築センター評定. 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. コンクリート構造評定委員会, 2015, BCJ-RC0444-02.

〈問い合わせ先〉

JFEテクノワイヤ フープ筋営業部
TEL: 03-3865-9243 FAX: 03-3865-7960
ホームページ: <http://www.jfe-techno-wire.co.jp/>