

ねじふし鉄筋を用いた梁部材のせん断耐力に関する実験的研究

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○山下 洋平
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 松本 浩一

東日本旅客鉄道(株) 正会員 大郷 貴之
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 中村 真二

1. はじめに

都市部のターミナル駅等では、大規模開発やリニューアルに伴う既設構造物への荷重増加が予想され、既存の構造を活かした経済的かつ合理的な方法により新たな性能を付与する必要性が生じてきている。そこで、鋼板巻き補強や RC 巻き補強などといった、従来の一般的な補強方法では施工困難な空頭に制限がある狭隘箇所の梁部材に対して、人力により施工可能でラーメン高架橋の耐震補強工事に実績がある、ねじふし鉄筋とコーナー支持材から構成される補強鋼材(以降 RB と記載)を用いた補強方法に着目した(図 1)。本研究では、既設梁に対して、RB 部材により補強した効果について実験的に検討した。

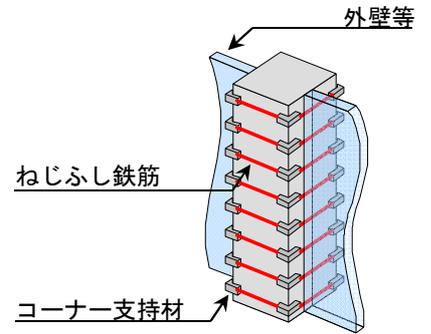


図 1 RB 耐震補強工法概要図

2. 試験概要

試験体諸元を表 1, 配筋状況・RB の配置・載荷状況を図 2, 3 に示す。試験体 No.1 を基準とし、RB のねじふし鉄筋の間隔(200mm, 300mm), 径(D10, D13, D16), ねじふし鉄筋を固定する際のトルク値(20N・m, 60N・m)をパラメータとした。

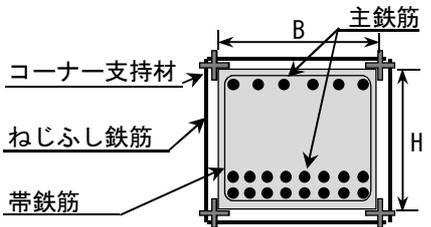


図 2 試験体断面

表 1 試験体諸元

	断面(mm)	せん断スパン a[mm]	せん断スパン比 a/d	軸方向鉄筋帯鉄筋	コンクリート強度 [N/mm ²]	RB	トルク値 [N・m]
No.1	B=540 H=480 d=427	900	2.11	SD345-D29 SD345-D6 @200	28.2	SD345 D13 @300	60
No.2					29.9	SD345 D13 @200	
No.3					19.6	SD345 D10 @300	20
No.4					17.6	SD345 D13 @300	
No.5					17.2	SD345 D16 @300	

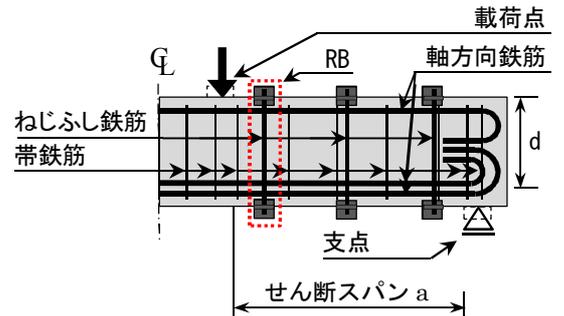


図 3 試験体配筋・載荷点

3. 試験結果

実験から得られた最大荷重 V_{max} とせん断耐力の計算値 V_{cal} を表 2 に示す。ここで、 V_{rb} は、トルクを導入した際のねじふし鉄筋の引張りひずみ分を降伏ひずみより差し引き計算している。帯鉄筋のひずみの実験結果より降伏が確認されたことから、計算値は棒部材のせん断耐力の算定方法が妥当であると考え、式(1)~(4)により算出した。なお、式(1)は、コンクリート・帯鉄筋・RB のせん断耐力を重ね合わせとして仮定している。また、せん断スパン比 a/d は 2.1 程度であることから、参考文献[1]によりコンクリートが持つせん断耐力は式(2)を適用した。表 2 に実験結果と計算結果を示す。本実験では、全てせん断破壊となっており、全て実験値が計算値よりも大きい結果となった。

$$P_{cal} = V_c + V_s + V_{rb} \quad \dots(1)$$

(V_c :コンクリートのせん断耐力, V_s :帯鉄筋のせん断耐力, V_{rb} :RB で補強することによるせん断耐力増加分)

$$V_c = 0.20(0.75 + 1.4d/a) \cdot \sqrt{f'_{cd}} \cdot \beta_d \cdot \beta_p \cdot b_w \cdot d^{[1]} \quad \dots(2)$$

(f'_{cd} :コンクリート強度, b_w :ウェブ幅, d :断面有効高さ, $\beta_d: \sqrt[4]{1000/d}$, $\beta_p: \sqrt[3]{100p_c}$, p_c :せん断引張鉄筋比)

$$V_s = A_w \cdot f_{wy} \cdot z/ss \quad (A_w:帯鉄筋断面積, f_{wy}:帯鉄筋の降伏強度, ss:帯鉄筋間隔, z:1.15d) \quad \dots(3)$$

$$V_{rb} = A_{wrb} \cdot f_{rb} \cdot z/ss_{rb} \quad (A_{wrb}:補強鋼材の断面積, f_{rb}:補強鋼材に作用する引張力, ss_{rb}:RB 間隔, z:1.15d) \quad \dots(4)$$

キーワード: RB, せん断耐力

連絡先: 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 JR 新宿ビル 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 TEL:(03)3379-4353

表2 実験結果および計算結果

	実験結果	計算結果			
	Vmax[kN]	Vcal[kN]	Vc[kN]	Vs[kN]	Vrb[kN]
No.1	939	506	368	47	91
No.2	785	564	375	47	142
No.3	620	419	326	47	46
No.4	529	469	314	47	108
No.5	624	546	312	47	187

※本試験体は、せん断破壊先行として設計されている
 ※トルクによるねじふし鉄筋のひずみ分は降伏ひずみより差し引き、計算している

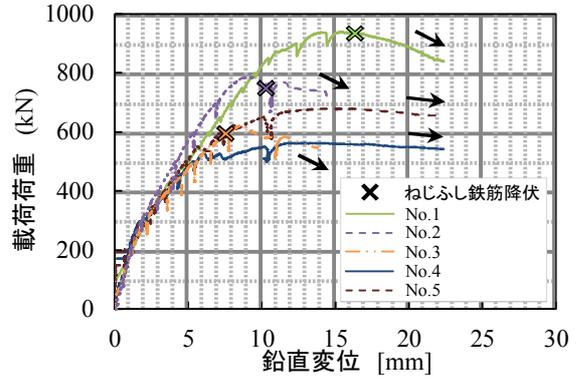
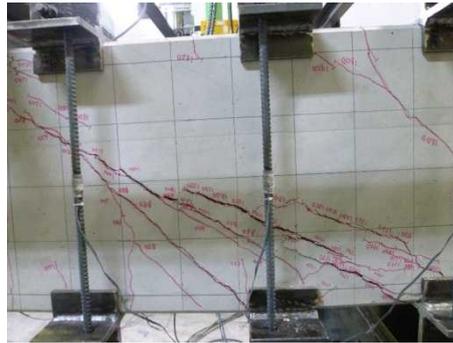
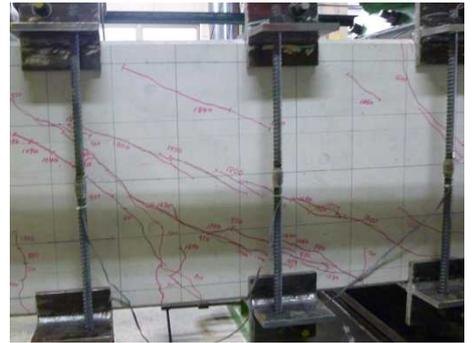


図5 荷重変位曲線

図5より、No.1, No.2, No.3 試験体では、最大荷重後すぐに荷重変位曲線の低下する割合が大きくなる一方で、No.4, No.5 試験体では、最大荷重後、緩やかに荷重が低下する傾向であった。なお、No.1, No.2, No.3 の試験体では最大荷重後にねじふし鉄筋の一部が降伏したことを確認した。



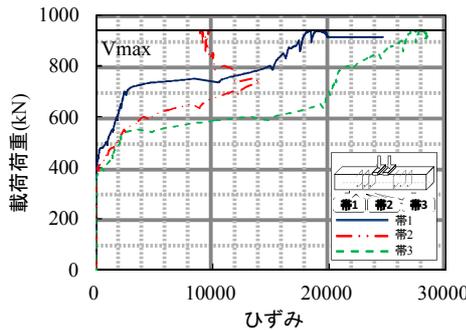
(a)No.1 試験体



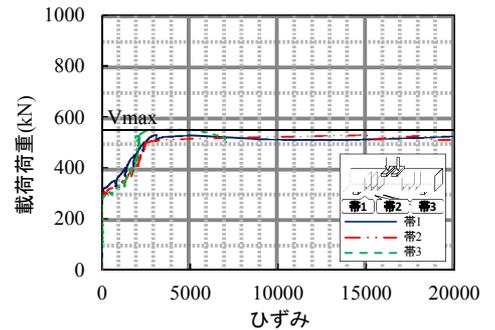
(b)No.4 試験体

写真1 最大荷重時の破壊状況

写真1は最大荷重時、同一範囲におけるひび割れ発生状況である。これは、荷重変位曲線の低下が大きくなっているNo.1と、緩やかに低下しているNo.4を比較したもので、No.1の方が、せん断スパン内におけるひび割れ幅が大きい。



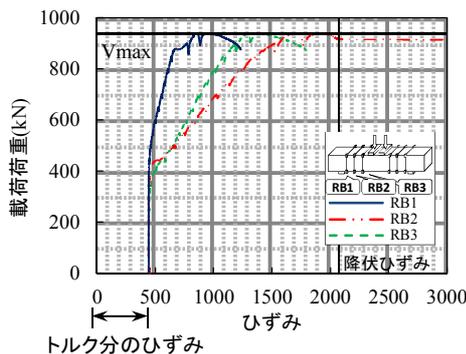
(a)No.1 試験体



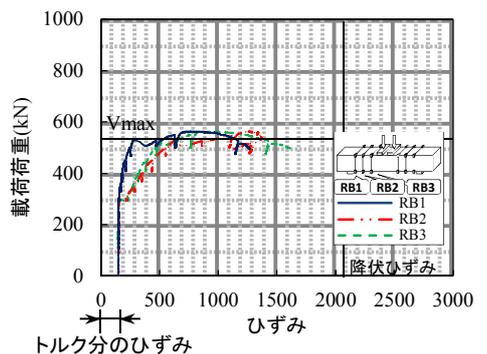
(b)No.4 試験体

図6 帯鉄筋の載荷荷重-ひずみの関係

また、帯鉄筋とねじふし鉄筋のひずみと載荷荷重の関係を図6, 7に示す。試験体は左右対称であり、片側のスパンのみ示す。両試験体とも最大荷重時には帯鉄筋が降伏している。一方で、荷重低下の割合が大きいNo.1の試験体は、ねじふし鉄筋の一部が最大荷重付近で降伏していたが、No.4の試験体はねじふし鉄筋が降伏していないことが分かった。



(a)No.1 試験体



(b)No.4 試験体

図7 ねじふし鉄筋の載荷荷重-ひずみの関係

4. まとめ

- 全ての試験体において、実験結果は計算結果より、大きい結果となった。
- 今回の実験では、ねじふし鉄筋が一部降伏すると、コンクリートのひび割れ幅が大きくなるとともに、荷重低下の割合が大きい結果となった。

参考文献

[1]鉄道総合技術研究所:鉄道構造物等設計標準・同解説-コンクリート構造物, p.84-92, 1999
 [2]半司淳弥, 大郷貴之, 松本浩一, 伊東佑香:RB 部材を用いた既設橋脚横梁の補強方法に関する実験的研究, 土木学会第68回年次講演会, 2013.09
 [3]山下洋平, 大郷貴之, 松本浩一, 中村真二:ねじふし鉄筋を用いた既設橋脚横梁の補強方法に関する実験的研究, 土木学会第41回関東支部技術研究発表会, 2014.03