

部材外周に補強用鋼材を複数配置したせん断スパン比が小さい梁のせん断耐力に関する実験的検討

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 ○阿部麻友子
JR 東日本 東京工事事務所 正会員 醍醐 宏治
JR 東日本 東京工事事務所 正会員 鈴木 裕隆

1. はじめに

柱部材の耐震性を向上させる工法の一つとして、鋼材を柱部材の周囲を取り囲むように複数配置しその端部を柱の隅角部で定着する工法がある（以下、RB 工法¹⁾という）。今回、門型橋脚の梁部材のようなせん断スパン比が小さい梁部材（せん断スパン比 0.85）に RB 工法を施工した場合のせん断補強効果について、実験的検討を行ったので報告する。

2. 試験概要

試験体の諸元を表-1に、試験体の概要を図-1に示す。断面寸法、軸方向鉄筋およびスターラップは同一とし、No.1～No.3試験体についてはRBの総断面積が概ね等しくなるように鋼材径を決定した。パラメータはRBの鋼材強度と配置本数とした。なお、軸方向鉄筋（引張側）にPC鋼棒を用いることで、RBによる補強後においてもせん断破壊が先行する破壊性状となるようにした。これらの試験体に対して図-1のように静的曲げ荷重試験を行った。RBは、試験体に取り付けた後 60N・mのトルクで締め付けを行った。

3. 実験結果

3-1 破壊状況

(1) No.1試験体（D13-SD345 3本）

No.1試験体は荷重Pが190kNで梁のスパン中央部に曲げひび割れ（図-2ひび割れA）が発生した。その後ひび割れA周辺の曲げひび割れが進展し、380kNでRB2のコーナー支持材下部から荷重点に向かって、斜めひび割れ（ひび割れB）が発生した。荷重が500kN程度に達すると、図-1に示すスターラップ4にひずみが生じ始めた。650kN付近で荷重点—支点を結ぶラインに新たな斜めひび割れ（ひび割れC）が発生した。800kN付近までは荷重点—支点を結ぶ斜めひび割れが荷重点下まで進展したが、その後はひび割れ本数はほとんど増えず、既存のひび割れの幅が拡大した。1365kNでスターラップ5が降伏ひずみに達し、1582kNで荷重点下が圧壊（D）することで最大荷重を迎えた。最大荷重時のひび割れの状況を図-2に示す。最大荷重時に、RBはすべて降伏しておらず、最大ひずみは1660μ（RB4）であった。

(2) No.2試験体（Φ13-PC鋼棒 3本）

No.2試験体は168kNで曲げひび割れ（図-3ひび割れA）が発生した。その後、曲げひび割れが進展し、382kNで

表-1 試験体の諸元

	No.1	No.2	No.3	No.4
幅 (mm)	300			
高さ (mm)	1100			
有効高さ (mm)	1000			
せん断スパン (mm)	850 (荷荷板端部～支点板端部)			
せん断スパン比	0.85			
コンクリート強度 (N/mm ²)	30.3	31.5	28.2	33.8
（軸圧縮側）鉄筋	SD345			
鉄筋径	D32			
降伏強度 (N/mm ²)	387	389		378
降伏ひずみ (μ)	1959	2150		2038
（引張側）鉄筋	異形PC鋼棒 SBPD930/1080			
鉄筋径	D32			
降伏強度 (N/mm ²)		996		1046
降伏ひずみ (μ)		6018		7200
スターラップ	SD345			
鉄筋径	D6@300			
降伏強度 (N/mm ²)	345			
降伏ひずみ (μ)	3363			
R B	材質	SD345	PC鋼棒 SBPD930/1080	SD345
	鉄筋径	D13@300	Φ13@300	D22
	本数	3	3	1
	降伏強度 (N/mm ²)	381	1074	397
B	降伏ひずみ (μ)	2019	5896	2035
				2073

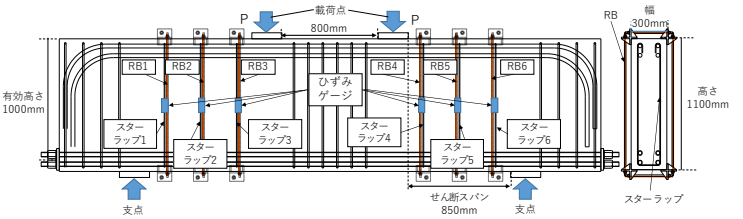


図-1 試験体の概要（No.1, No.2 試験体）

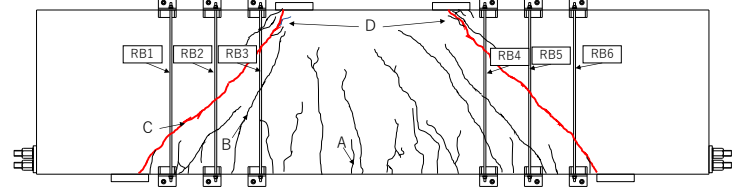


図-2 最大荷重時のひび割れ状況（No.1）

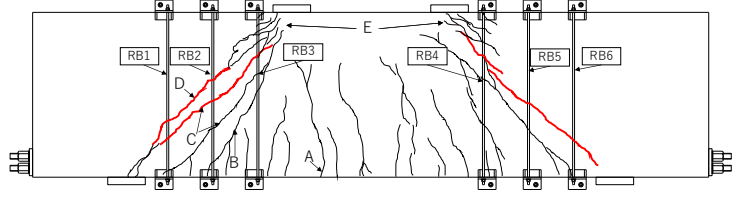


図-3 最大荷重時のひび割れ状況（No.2）

キーワード RB, せん断耐力, せん断スパン比が小さい梁

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

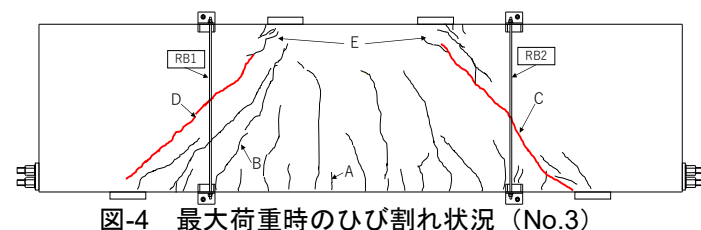


図-4 最大荷重時のひび割れ状況 (No.3)

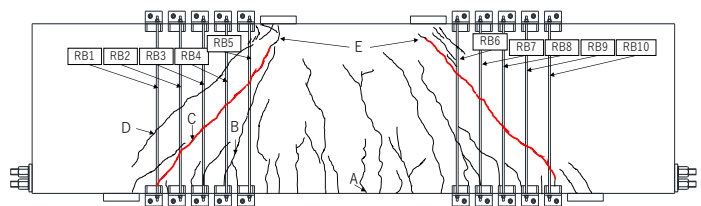
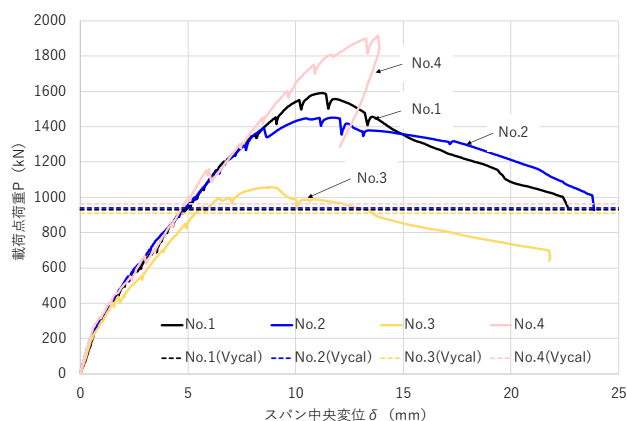


図-5 最大荷重時のひび割れ状況 (No.4)

図-6 載荷荷重と変位の関係及び V_{ycal}

RB2のコーナー支持材付近から載荷点に向かって斜めひび割れ（ひび割れB）が発生し、500kN程度で図-1のスターラップ3に引張ひずみが生じ始めた。850kN付近までは、斜めひび割れ（ひび割れC）が進展し、試験体No.1と同様に、試験体の下部に斜めひび割れが生じた後、上部の載荷点に向かってひび割れが進展していった。最大荷重直前、試験体左側に斜めひび割れ（ひび割れD）がさらに一本発生し、スターラップ2が降伏した。また、載荷点下が圧壊（E）することで1451kNで最大荷重に達した。最大荷重時のひび割れの状況を図-3に示す。最大荷重時にRBはすべて降伏しておらず、最大ひずみは1759 μ (RB5)であった。

(3) No.3試験体 (D22-SD345 1本)

No.3試験体は110kNで曲げひび割れ（図-4ひび割れA）が発生し、370kNでRB2のコーナー支持材下部から載荷点に向かって斜めひび割れ（ひび割れB）が発生した。413kN付近で試験体右側の載荷点—支点結ぶラインに新たな斜めひび割れ（ひび割れC）が発生し、425kN付近でスターラップ3、スターラップ5に引張ひずみが生じ始めた。その後、載荷点に向かって斜めひび割れが進展していき、923kNでスターラップ2が降伏した。1000kN付近で載荷点—支点を結ぶラインに新たな斜めひび割れ（ひび割れD）が左側に発生し、その後、載荷点下が圧壊（E）したことで、1059kNで最大荷重に達した。最大荷重時のひび割れの状況を図-4に示す。最大荷重時に、RBはすべて降伏しておらず、最大ひずみは991 μ (RB2)であった。

(4) No.4試験体 (D22-SD345 5本)

No.4試験体は110kNで曲げひび割れ（図-5ひび割れA）が発生し、310kNでRB4のコーナー支持材下部から載荷点に向かって斜めひび割れ（ひび割れB）が発生した。468kNでRB1—支点結ぶラインに新たな斜めひび割れ（ひび割れC）が発生し、その後、載荷点に向かって斜めひび割れが進展した。最大荷重直前に載荷点—支点間に斜めひび割れ（ひび割れD）が発生し、載荷点下が圧壊（E）したことで、1917kNで最大荷重に達した。最大荷重時のひび割れの状況を図-5に示す。最大荷重時に、RBはすべて降伏しておらず、最大ひずみは1185 μ (RB3)であった。

3-2 荷重と変位の関係

図-6に荷重と変位の関係を示す。同図には、RBの補強効果を無いものとした鉄筋コンクリート部材のせん断耐力の計算値 V_{ycal} ²⁾を併せて示している。RBを1本としたNo.3では最大荷重と計算値 V_{ycal} には差はなかったが、RBを3本配置したNo.1とNo.2およびRBを5本配置したNo.4では最大荷重が計算値 V_{ycal} を大きく上回った。また、RBの降伏強度が異なるNo.1とNo.2の最大荷重は同程度であり、RBの鋼材径と鋼材本数を増加させたNo.4試験体は最大荷重が最も大きかった。

4. まとめ

部材外周に補強用鋼材を複数配置したせん断スパン比が小さい梁部材について、RBの鋼材強度と配置本数をパラメータとして実験的検討を行った結果、いずれの試験体においてもRBは全て降伏せず、今回の条件において以下の結果を得た。

- RBを分散配置させることによりせん断耐力は増加する。
- RBの鋼材径と本数を増加させることによりせん断耐力は増加する。
- せん断耐力の増加量はRBの降伏強度に依存しない。

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道株式会社：維持管理マニュアルⅡ 補修・補強編 耐震補強設計施工マニュアル，2015年7月
- 2) 石橋忠良，松本浩一，菅野貴浩，築嶋大輔，小林將志：鉄筋コンクリート壁式橋脚のせん断耐力に関する実験的研究，土木学会論文集，Vol.65 No.3，pp.300-310，2009。