

普通強度コンクリートを用いた RC 部材への高強度せん断補強鉄筋の利用に関する検討

独立行政法人土木研究所 正会員 ○中村 英佑 渡辺 博志
 同上 正会員 森濱 和正 椎名 貴快

1. はじめに

コンクリート構造物の施工効率の向上とじん性の改善を目的として、高強度せん断補強鉄筋の利用が検討されている。土木学会コンクリート標準示方書¹⁾では、圧縮強度 60N/mm^2 以上のコンクリートを使用する場合に限り、降伏強度 800N/mm^2 までのせん断補強鉄筋の利用を認めている。既往研究では比較的強度の高いコンクリートを用いた RC 梁供試体の載荷試験が行われているものの²⁾、実構造物で一般に使用されている圧縮強度 30N/mm^2 程度のコンクリートを用いた RC 部材での高強度せん断補強鉄筋の利用に関する議論は少ない。中でも、せん断スパン比 3 未満の RC 部材への適用についての検討例は少なく、高強度鉄筋のせん断補強鉄筋への利用については未だ不明な点が残されている。本稿では、圧縮強度 30N/mm^2 程度のコンクリートを用いたせん断スパン比 2.5 の RC 供試体の載荷試験により、普通強度コンクリートを用いた RC 部材への高強度せん断補強鉄筋の利用について検討した。

2. 実験概要

図-1 に供試体寸法、表-1 に材料試験結果と実験パラメータを示す。No.1 と No.2 は梁供試体とし、一方向単調載荷を行った。また、No.1 と No.2 では同量のせん断補強鉄筋を配置し、この強度をパラメータとした。No.3 と No.4 では、主鉄筋の引張ひずみの測定値が降伏ひずみに達した時点での変位振幅を δ_y とし、 $\pm n \delta_y (n=1, 2, 3 \dots)$ と順次増加させ、各 3 回ずつの正負交番繰り返し載荷を行った。繰り返し載荷時のせん断強度を同程度とするために、No.3 では No.4 の 2 倍量の普通強度のせん断補強鉄筋を配置した。また、全ての供試体のコンクリート圧縮強度を 30N/mm^2 程度とし、普通強度コンクリートを用いた場合の高強度せん断補強鉄筋の利用可能性を検討することとした。

3. 結果および考察

表-2 にせん断強度の計算値と実験値、図-2 に荷重-変位関係を重ねて示す。No.1 と No.2 は、斜めひび割れが圧縮縁に貫通した後、荷重が急激に低下しせん断破壊した。同量のせん断補強鉄筋を配置した場合、普通強度鉄筋と高強度鉄筋とではせん断強度に大きな差が生じている。図-3 に、No.1 と No.2 のせん断補強鉄筋のひずみを荷重ごとに示す。両者でせん断補強鉄筋が降伏ひずみに達し、圧縮強度 30N/mm^2 程度のコンクリートを用いた場合でも高強度せん断補強鉄筋の効果が発揮されたと思われる。しかし、No.2 で降伏に達したのは一部のせん断補強鉄筋であり、部材設計

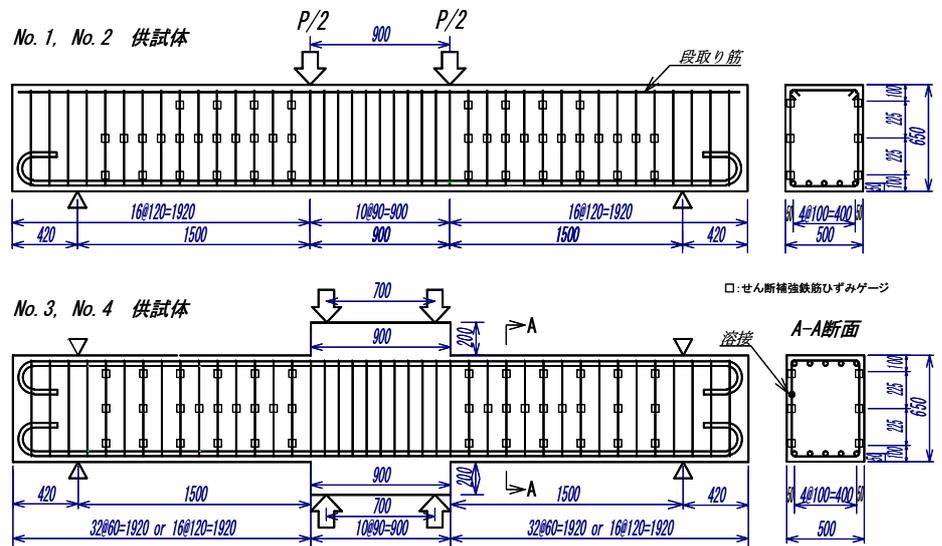


図-1 供試体寸法(単位:mm)

表-1 材料試験結果と実験パラメータ

供試体 No.	コンクリート 圧縮強度 f_c (N/mm ²)	軸方向鉄筋			せん断補強鉄筋			
		規格	降伏強度 f_{sv} (N/mm ²)	鉄筋比 p_s (%)	規格	間隔 (mm)	降伏強度 f_{vw} (N/mm ²)	鉄筋比 p_w (%)
No.1	33.4	SD490-D29	533	1.07	SD345-D6	120	348	0.11
No.2	34.8	SD490-D29	533	1.07	SD785-D6	120	932	
No.3	35.8	SD390-D22	376	0.65	SD345-D10	60	350	0.48
No.4	35.7	SD390-D22	376		SD785-D10	120	960	

キーワード 高強度鉄筋, せん断補強鉄筋, コンクリート圧縮強度, せん断

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 (独)土木研究所構造物マネジメント技術チーム TEL029-879-6761

時の高強度鉄筋の強度の扱いには注意が必要である。

一方、No.3 と No.4 ではほぼ同様の荷重-変位関係が示されており、ともに $7\delta_y$ の 1 回目の載荷で大幅な荷重の低下がみられた。No.4 は No.3 の半分のせん断補強鉄筋を配置していたにも関わらず、同程度のじん性を確保できており、高強度鉄筋の利用によりせん断補強鉄筋の減量が可能と言える。図-4 に、No.3 と No.4 の受け持つせん断力をコンクリート負担分とせん断補強鉄筋負担分に分けて示す。ここでは、No.4 のせん断補強鉄筋負担分のせん断力が若干大きいことが読み取れる。また、No.3 では $2\delta_y$ 以降で大部分のせん断補強鉄筋が降伏したが、No.4 は $6\delta_y$ でごく一部のせん断補強鉄筋が降伏した後に荷重が低下した。これは、No.4 では $6\delta_y$ までの載荷でコンクリートの損傷が激しくなり、高強度せん断補強鉄筋の効果を十分に発揮できなかったためとみられる。

以上を踏まえると、土木学会標準示方書では高強度せん断補強鉄筋を用いる際のコンクリート強度を 60N/mm^2 以上に限定しているが、本稿の載荷試験の範囲では、圧縮強度 30N/mm^2 程度のコンクリートを用いた場合にも高強度せん断補強鉄筋の効果を期待できるものと思われる。ただし、交番載荷を行った場合には、コンクリートの損傷が甚大となり高強度せん断補強鉄筋の効果を十分に発揮できない可能性があるため、何らかの制限を設けることが必要であろう。

4. 結論

本稿では、普通強度コンクリートを用いたせん断スパン比 2.5 の供試体の載荷実験により、高強度せん断補強鉄筋の利用について検討した。得られた知見を以下にまとめる。

- 1) 単調載荷を行った結果、高強度せん断補強鉄筋は降伏ひずみに達しており、高強度鉄筋の効果を発揮することができたとみられる。
- 2) 正負交番載荷の結果、高強度鉄筋を用いた場合にはせん断補強鉄筋量を減量しても十分なじん性を確保できた。ところが、コンクリートの損傷が激しく、ごく一部の高強度せん断補強鉄筋の降伏後に荷重が低下した。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書 構造性能照査編(2002 年制定), 2002
- 2) 例えば, 下野一行他: 高強度材料を用いた RC 梁部材のせん断耐力に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.21, No.3, pp.175-180, 1999
- 3) 二羽淳一郎他: せん断補強鉄筋を用いない RC はりのせん断強度式の再評価, 土木学会論文集, No.372/V-5, pp.167-175, 1986
- 4) 渡辺博志他, 正負交番荷重が作用する RC 部材のせん断強度低下機構の検討, 土木学会論文集, No.613/V-42, pp.85-102, 1999

表-2 せん断強度の計算値と実験値

供試体 No.	計算値(kN)				実験値(kN)
	VcCAL	VsCAL	VyCAL	0.4VcCAL + 0.8VsCAL	VyEXP
No.1	294	96	390	-	535
No.2	298	257	555	-	692
No.3	254	434	689	449	325
No.4	254	595	850	578	332

注) VcCAL : コンクリート負担のせん断力. 二羽ら³⁾による. VsCAL : せん断補強鉄筋負担のせん断力. 土木学会式¹⁾による. ただし, せん断補強鉄筋の降伏強度の上限値は適用せず, 材料試験結果を用いた. 0.4VcCAL+0.8VsCAL : 正負交番荷重作用時のせん断強度. 渡辺ら⁴⁾による. VyEXP : 最大荷重作用時の作用せん断力(最大荷重÷2)

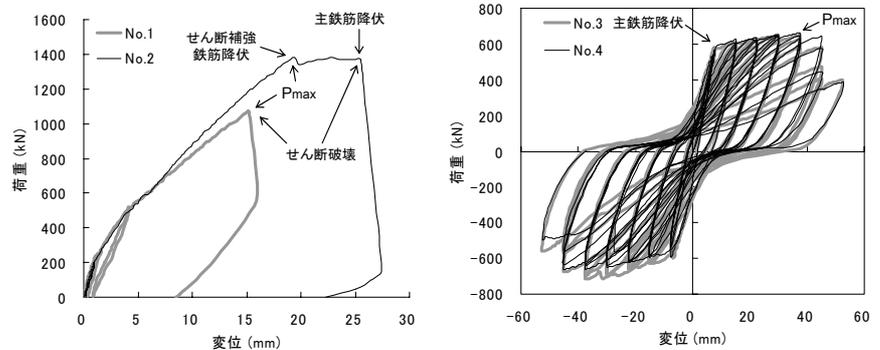


図-2 荷重-変位関係の比較

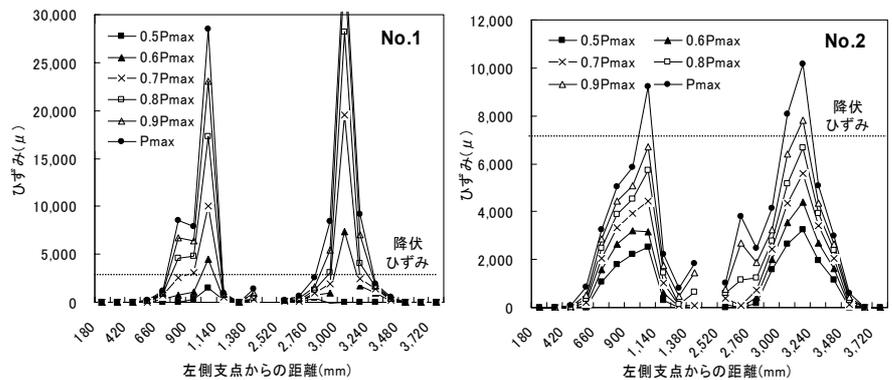


図-3 せん断補強鉄筋のひずみ(No.1, No.2)

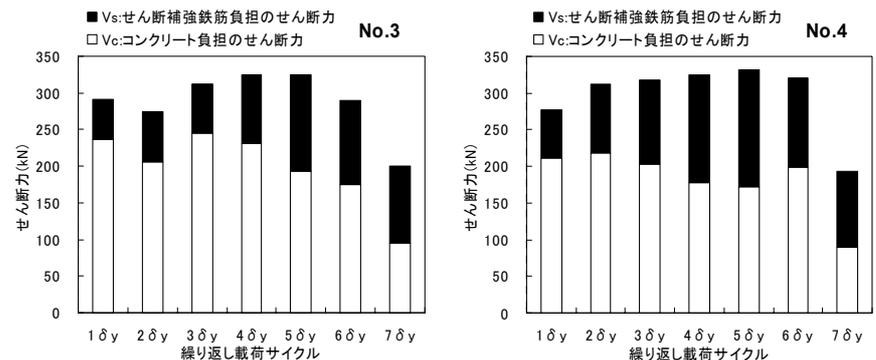


図-4 コンクリートとせん断補強鉄筋の負担するせん断力(No.3, No.4)