

1275N/mm²の高強度せん断補強鉄筋を用いた RC 部材の載荷実験

(その1) 実験概要および実験結果

(株)ジェイアール総研エンジニアリング 正会員 ○木村 札夫 正会員 西村 昭彦
J F E テクノワイヤ(株) 佐久間 仁 正会員 菅 照夫
高周波熱錬(株) 正会員 溝口 茂 村田 義行

1. はじめに

降伏強度が 1275N/mm² 級の高強度せん断補強鉄筋を用いた既往の実験は、断面寸法およびせん断スパン比が比較的小さな試験体がほとんどである。そこで、本実験は、大断面でせん断スパン比が大きい場合のせん断耐力および破壊性状の確認を目的として行った。

2. 実験概要

試験体一覧を表 1 に示し、代表的な試験体形状を図 1 に示す。また、鉄筋およびコンクリートの材料試験結果一覧をそれぞれ表 2 および表 3 に示す。

試験体数は 5 体とし、実験因子は、せん断スパン比 a/d 、せん断補強鉄筋量 p_w および中間せん断補強鉄筋の有無とした。断面の大きさは 500mm×750mm と 500mm×600mm の 2 種類、 a/d は 2.0, 3.0 および 3.83 の 3 種類、コンクリート圧縮強度の目標値は 30N/mm² とした。想定した破壊モードはすべてせん断破壊型とし、主鉄筋はせん断破壊に先行して曲げ破壊しないように、0.2%耐力が 1080N/mm² の異形 PC 鋼棒を使用した。また、せん断補強鉄筋の端部は、135 度の鋭角フックを標準とし、曲げ内半径は鉄筋径の 2.5 倍、フック先端の余長は鉄筋径の 8 倍とした。

No. 1 および No. 2 は、 a/d を 3.0 とし、 p_w をそれぞれ 0.2% および 0.32% とした。No. 3 および No. 4 は、 a/d を 2.0 とし、 p_w は同一の 0.29% とした。両者のせん断補強鉄筋量および配筋間隔は同じであるが、No. 3 では 9.0mm のせん断補強鉄筋を 4 本に分散させ、No. 4 では 12.6mm のせん断補強鉄筋を外周のみに配置し、鉄筋径を変えることにより、中間せん断補強鉄筋の有無を実験変数とした。なお、No. 3 は最大耐力時にせん断補強鉄筋がほぼ降伏レベルまで達すると想定し、No. 4 ではせん断補強鉄筋が降伏する前に最大耐力に達すると想定している。また、No. 5 は a/d を 3.83 とし、さらにせん断スパン比が大きな場合でも高強度せん断補強鉄筋が強度を発揮することの確認を目的とした試験体である。

3. 加力方法および測定方法

加力は、2 点集中載荷(等曲げ区間：600mm)による単純梁加力形式の一方向載荷とし、支点には、試験体の変形を拘束しないように、回転とスライド機構を有する治具を用いた。また、せん断補強鉄筋のひずみの測定

キーワード 鉄筋コンクリート, 1275N/mm², 高強度せん断補強鉄筋, せん断破壊, 実大

連絡先 〒185-0034 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-501-2603

表 1 試験体一覧

No	bw mm	D mm	a mm	a/d	せん断補強鉄筋		
					配筋	s_s mm	p_w %
No. 1	500	750	2070	3.00	2-9.0mm	130	0.20
No. 2					2-9.0mm	80	0.32
No. 3			1380	2.00	4-9.0mm	175	0.29
No. 4					2-12.6mm	175	0.29
No. 5		600	2070	3.83	2-9.0mm	130	0.20

【共通事項】

- ・せん断補強鉄筋強度：1275N/mm²
- ・コンクリート圧縮強度の目標値：30N/mm²
- ・主鉄筋(異形 PC 鋼棒)：12-D36 (引張鉄筋比 $p_v=1.77\%$)

【記号】 b_w : 断面幅, D : 断面高さ, a : せん断スパン, a/d : せん断スパン比, s_s : 間隔, p_w : せん断補強鉄筋比

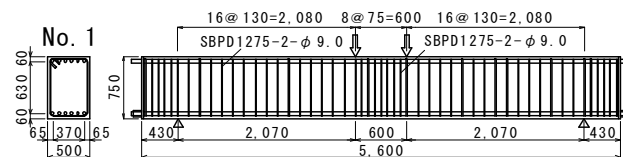


図 1 試験体形状 (No. 1 試験体)

表 2 鉄筋の材料試験結果一覧

部位	径	試験体	降伏強度 f_y^* N/mm ²	引張強度 f_{max} N/mm ²
主鉄筋	D36	共通	1154	1294
せん断補強鉄筋	9mm	No. 1, No. 2	1400	1475
	9mm	No. 3	1382	1453
	12.6mm	No. 4	1408	1488

*: 0.2% オフセット強度

表 3 コンクリートの材料試験結果

試験体	材令 日	圧縮強度 f_c' N/mm ²	弾性係数 E_c kN/mm ²	割裂強度 f_t N/mm ²
No. 1	25	42.6	32.7	3.43
No. 2	20	40.3	31.5	3.22
No. 3	21	35.9	29.1	3.18
No. 4	14	39.1	30.7	3.04
No. 5	18	38.2	30.5	3.07

位置は、断面高さの中央とし、ひずみの分布状況を把握するため、試験区間全域に渡ってひずみゲージを貼付した。

4. 実験結果

荷重と中央たわみの関係を図2に示し、No. 1 試験体の最終破壊状況を図3に示す。また、最大耐力時におけるせん断補強鉄筋のひずみ分布を図4に示す。

いずれの試験体も、最初に曲げひび割れが生じ、次いで700kN 前後でせん断ひび割れが生じた。その後、徐々に耐力は上昇し、ひび割れが顕著に生じた後に最大耐力に達した。せん断補強鉄筋は、いずれも最大耐力時にほぼ降伏レベル(降伏ひずみ $\approx 7000\mu$)まで達した。

各試験体の破壊状況についてみると、No. 1 は、250kN で曲げひび割れ、700kN でせん断ひび割れが生じ、1950kN で最大耐力に達した。せん断補強鉄筋は、最大耐力時に 5790μ まで達したが、最終まで降伏しなかった。No. 2 は、180kN で曲げひび割れ、650kN でせん断ひび割れが生じ、2810kN で最大耐力に達した。せん断補強鉄筋のひずみは、最大耐力時に 6010μ まで達したが、最終まで降伏しなかった。No. 3 は、400kN で曲げひび割れ、770kN でせん断ひび割れが生じた。その後、3790kN でひび割れが顕著になり剛性低下が認められたが、耐力は上昇し 4010kN で最大耐力に達した。せん断補強鉄筋は、最大耐力時に降伏まで達し、最大耐力後の耐力低下は、他の試験体と比較して顕著であった。なお、外周部と中間部のせん断補強鉄筋のひずみ状況は、ほぼ同じであり、均等にせん断力を負担していたといえる。No. 4 は、355kN で曲げひび割れ、750kN でせん断ひび割れが生じた。その後、3250kN でひび割れが顕著になり剛性低下が認められたが、耐力は上昇し 4130kN で最大耐力に達した。最大耐力時のせん断補強鉄筋にひずみは、 5450μ であり、降伏ひずみの 78% 程度であった。No. 4 は、せん断補強鉄筋が降伏しないで最大耐力に達すると想定した試験体であり、他の試験体と比較すると最大耐力時におけるせん断補強鉄筋のひずみは、小さめの値となった。せん断スパン比が 3.83 の No. 5 は、135kN で曲げひび割れ、750kN でせん断ひび割れが生じ、1530kN で最大耐力に達した。せん断補強鉄筋のひずみは、最大耐力時に 5970μ まで達し、最大耐力以降に降伏した。

5. まとめ

降伏強度が 1275N/mm^2 の高強度せん断補強鉄筋は、大断面でせん断スパン比が大きい場合でも、最大耐力時に降伏レベルまで達し、条件によっては最大耐力時に降伏することが確認できた。

なお、本実験は、土木学会に設置した「靱性の向上を目的とした高強度鉄筋による柱および杭の設計・施工法」技術評価委員会(委員長: 早稲田大学・濱田教授)の一環として行った。ここに、ご指導いただいた委員の方々に深く感謝の意を表します。

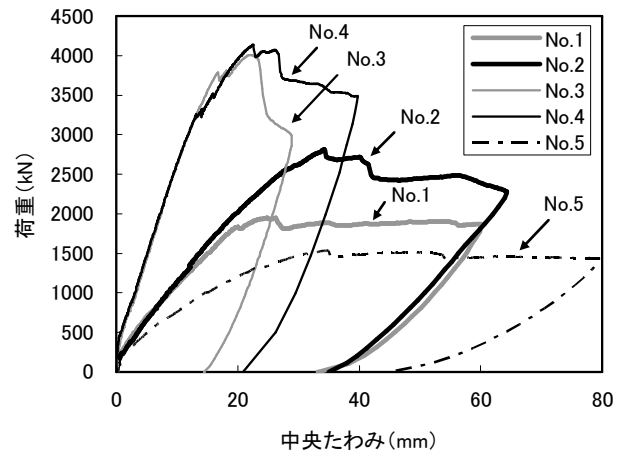


図2 荷重—中央たわみ関係

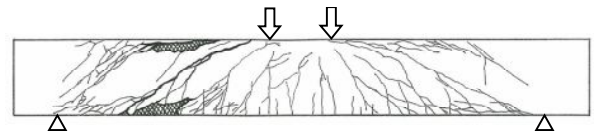


図3 最終破壊状況 (No. 1 試験体)

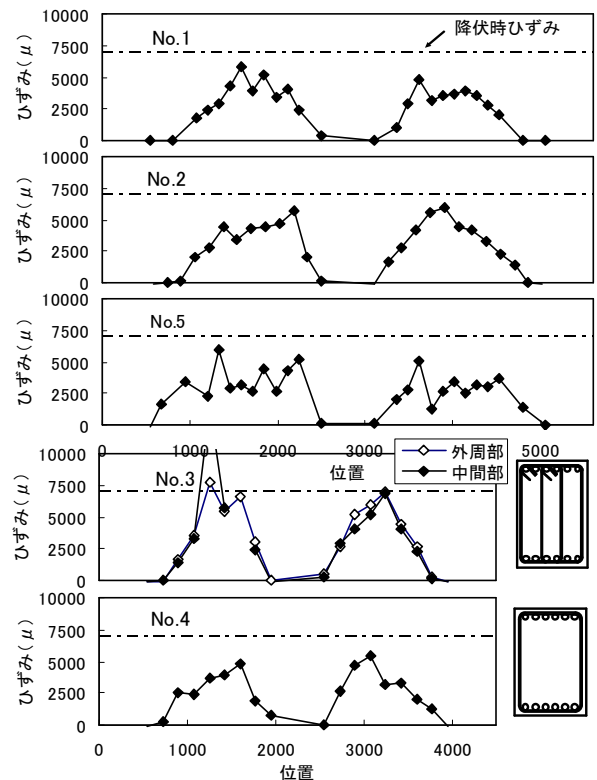


図4 せん断補強鉄筋のひずみ分布