

高強度材料を用いたRC柱のせん断性状に関する研究

(その1. 実験概要と結果)

準会員○瀬尾 正幸*1) 正会員 野口 博*2)
正会員 井上 範夫*3) 同 北山 和弘*4)
同 丸田 誠*3) 同 二村 有則*5)

1. はじめに

超高強度材料を用いたRC柱についてのせん断性状を把握するため、載荷方法 (繰返しと単調)、せん断補強筋形状 (標準: 角型+丸型、角型、角型+中子筋)、せん断補強筋比 ($P_w=0.3, 0.6, 1.2, 1.6\%$)、軸力比 ($n=N/N_u=0, 0.15, 0.3, 0.6$) を主なパラメータとして実験を行った。(波線を標準タイプとした。)

2. 試験体

試験体一覧を表-1に、代表的な試験体配筋を図-1に示す。試験体は縮尺1/4程度で、 $M/QD=1.0$ のせん断破壊先行型の短柱10体である。コンクリート強度は試験時 $\sigma_B=600\text{kg/cm}^2$ を目標とした。鉄筋は主筋をSD685(D13)の8本タイプとしせん断補強筋をSD785(D6)とした。使用材料の機械的性質を表-2に示す。

表-1 実験結果一覧

No.	特徴	軸力比 n^{*1}	補強筋比 $P_w(\%)$	曲げひび割れ $Q(tf)$			せん断ひび割れ $Q(tf)$			最大耐力	
				実験値	計算値*2	実/計	実験値	計算値*2	実/計	Q (tf)	変位 (mm)
1	標準タイプ試験体	0.3	0.6(@106)	18.0	12.7	1.42	24.7	20.0	1.24	31.9	4.00
2	単調載荷		0.6(@106)	17.9	12.7	1.41	24.3	20.0	1.22	34.1	4.44
3	配筋形式 (角フープのみ)		0.6(@53)	17.2	12.7	1.35	25.4	20.0	1.27	33.4	4.00
4	配筋形式 (中子筋タイプ)		0.6(@106)	18.8	12.7	1.48	24.9	20.0	1.25	37.2	8.10
5	補強筋量 ($P_w=0.3\%$)		0.3(@212)	16.8	12.7	1.32	23.6	20.0	1.18	28.7	4.02
6	補強筋量 ($P_w=1.2\%$)		1.2(@53)	20.0	12.7	1.57	25.7	20.0	1.29	40.6	7.89
7	補強筋量 ($P_w=1.8\%$)		1.8(@36)	18.0	12.7	1.42	28.3	20.0	1.42	50.9	15.03
8	低軸力 ($n=0$)	0	0.6(@106)	4.9	2.2	2.23	7.9	6.4	1.23	27.4	7.73
9	低軸力 ($n=0.15$)	0.15		10.4	7.4	1.41	18.5	14.8	1.25	33.4	8.00
10	高軸力 ($n=0.6$)	0.6		25.3	23.2	1.13	29.1	27.5	1.07	35.3	3.63

*1 $n = N/N_u$, $N_u = (\text{主筋断面積}) \times \sigma_s + 0.85 \times (\text{コンクリート断面積}) \times \sigma_c$
*2 $Q_{..} = 1.8/\sigma_s \times \sigma_c$
*3 $Q_{..} = b \cdot D \sqrt{\sigma_s + \sigma_0 \sqrt{\sigma_0}} / K$

3. 実験概要

実験は軸力方向を一定として、連続梁形式で繰返し載荷を行った (No. 2は単調載荷)。載荷履歴は、部材角 $R=1/40$ 0で1サイクル、 $1/200, 1/100$ で各2サイクルずつ、 $1/50$ で1サイクル行った後、限界変形確認を目標に押し切った。計測は、軸力、せん断力、軸方向変形、相対変形、曲げ変形、主な主筋・せん断補強筋のひずみについて行った。

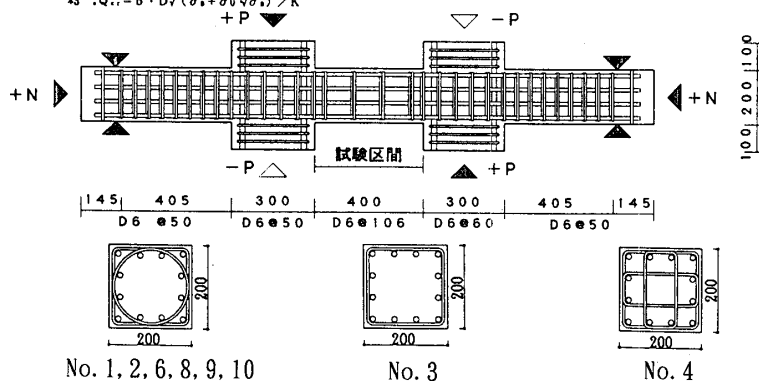


図-1 試験体配筋図

4. 実験結果

実験結果の一覧を表-1に示すが、試験体はすべてせん断破壊した。その最終破壊状況の一

例を写真-1に示す。各試験体とも軸力のないNo. 8を除き、曲げひび割れ、せん断ひび割れの順で発生し、その後、せん断力の増大と共にせん断ひび割れが増大して最終的には、すべてせん断圧縮破壊した。

4.1 ひび割れ強度式との対応

表-1に曲げ及びせん断ひび割れ発生荷重の実験値と計算値を示す。いずれの試験体でも実験値の方が計算値より大きめの結果となった。

4.2 荷重-変形関係

試験体に載荷されたせん断力と層間変位の関係を図-2~図-5に

表-2 材料特性

鉄筋				コンクリート			
種別	降伏応力度 (kgf/cm^2)	引張応力度 (kgf/cm^2)	弾性係数 (10^4kgf/cm^2)	材令 (日)	圧縮強度 σ_c (kgf/cm^2)	割裂強度 (kgf/cm^2)	弾性係数 (kgf/cm^2)
D6, SD785	8630	9410	2.18	30	567	33.7	3.6
D13, SD685	7350	8885	2.23	53	576	35.8	3.86
				76	603	40.6	4.02
				平均	582	36.7	3.83

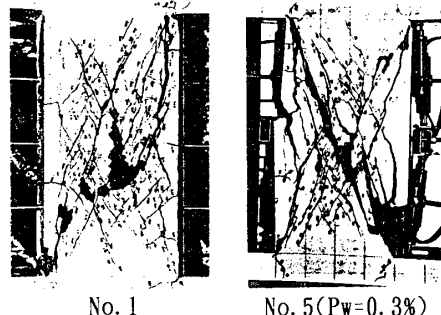


写真-1 最終破壊状況

Experimental Study on Shear Behavior of R/C columns

using High-strength Materials

(Part1: Outline of the Experiment)

示す。図-2には、載荷方法の相違を示した。単調載荷のNo. 2が繰り返し載荷のNo. 1より最大耐力が若干大きい結果となった。図-3には、配筋形式の差異を示した。標準のNo. 1と角フープのみのNo. 3では大きな差はみられず、角型+中子筋タイプの補強のNo. 4が層間変形角=1/100以後も耐力が上昇し、 $R=1/50$ 近傍で最大となり、その値は標準のNo. 1より16%大きかった。図-4には軸力比の差異を示した。最大耐力は軸力無しのNo. 8が標準のNo. 1に比べ16%程度小さな値となったが、軸力のあるNo. 1, 9, 10ではそれ程、最大耐力に差異は見られず、高軸力下でも最大耐力の低下はみられない。ただし、軸力比 $n=0.6$ の高軸力を受けるNo. 10では $R=1/100$ で最大耐力に達した後の繰り返し載荷時に急激にせん断破壊した。図-5にはせん断補強筋比の相違を示した。せん断補強筋比の増大に伴い最大耐力及び最大耐力以後の靱性の向上がみられた。また、せん断補強筋比の増大に対する耐力の頭打ちは見られなかった。なお最大補強筋比 $P_w=1.8\%$ のNo. 7ではせん断圧縮とほぼ同時に主筋の降伏も見られた。

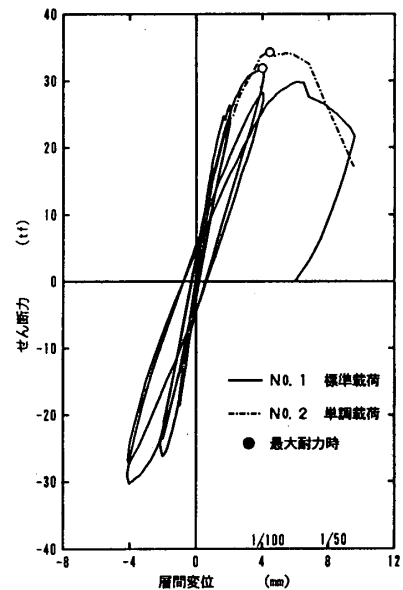


図-2 載荷方法による比較

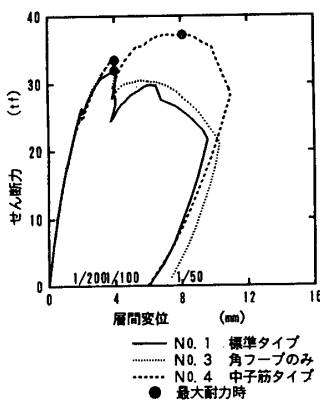


図-3 配筋形式による比較

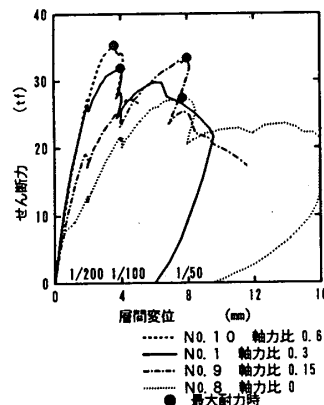


図-4 軸力比による比較

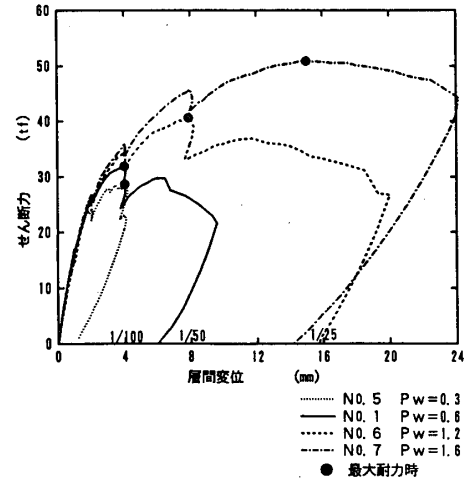


図-5 せん断補強筋比による比較

4.3 せん断補強筋のひずみ分布

最大耐力時の高強度せん断補強筋の効果を把握するため、最大耐力時のせん断補強筋のひずみ分布を P_w の異なる4体について図-6に示す。ここで、ひずみは丸フープと角フープの平均値で求めたが、殆どの試験体でせん断補強筋の降伏は見られなかった。また、せん断補強筋量の相異による最大耐力時のひずみ分布の違いは殆ど見られず、各試験体ではほぼ同様なひずみ分布となった。

5. まとめ

- I. せん断ひび割れ荷重に関しては既往の主応力式では実験より小さめの評価となった。
- II. 本実験では軸力比 $n=0.6$ までではあるがせん断耐力はほぼ上昇し、高軸力下 ($n=0.6$) においても、標準的な軸力下 ($n=0.3$) に比べ、せん断耐力の低下は見られなかった。
- III. せん断補強筋比 P_w の増加にともない、 $P_w=1.8\%$ までせん断耐力は増加し頭打ちの傾向は見られなかった。
- IV. せん断補強筋比 P_w の異なる試験体間では、最大耐力時の補強筋のひずみ分布に差異は見られなかった。

【謝辞】 【文献】は(その. 2)にまとめて示す。

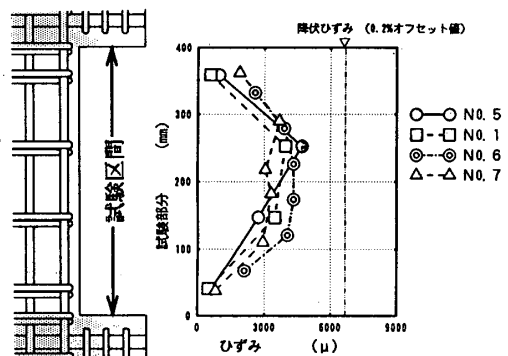


図-6 せん断補強筋の歪み分布

*1) 千葉大学学部長 *2) 千葉大学工学部教授・工博 *3) 東京都立大学講師・工博 *4) 鹿島技術研究所 *5) 千葉大学大学院生