

# [144] 鉄筋コンクリート柱の強度とじん性に及ぼす横補強筋の効果

正会員 矢代 秀雄 (日本大学生産工学部)

正会員 〇花井 重孝 (日本大学生産工学部)

高橋 勝治 (日本大学生産工学部)

## 1. まえがき

正方形断面の鉄筋コンクリート柱において、横補強筋として帯筋に加えてもち網状に配筋した棒鋼をコア内に用いると、強度とじん性が高められることが著者らの研究で報告されている。<sup>1)</sup>

本研究においては、前述と同様に横補強筋として帯筋と棒鋼を用いた試験体(図-3、図-4)と、この他に棒鋼をもち網状に結束せず配筋した試験体(図-2)を計画し、これによってどの程度コアコンクリートを拘束できるか検討したものである。

## 2. 実験の概要

試験体の形状を図-1に、断面形状一覧を表-1に示す。試験体の断面を40cm×40cmとし、全長を2.4m、中央の1mを試験区間とした。横補強筋としては、全てD10(SD30)を使用し、軸方向鉄筋を有する試験体については、軸方向鉄筋として4-D22(SD30)を図-4のようにして用いた。

試験体は、No型、Ho型、He型の3タイプについて計13体を計画した。No型は図-2に示したようなもち網状に配筋した棒鋼だけを結束せずに用いて、付着によりコアコンクリートを拘束しようとするもので、横補強筋の軸方向間隔を5cm、7.5cm、10cm、15cmの4種類について、コア内の横補強筋間隔を5cm、7.5cm、10cmの3種類について表-1に示した7体を計画した。Ho型は図-3に示したような帯筋ともち網状に配筋した棒鋼を用いたもので、軸方向間隔を10cm、横補強筋間隔を5cm、7.5cm、10cmとした3体について計画した。He型については図-4に示したようにHo型に軸方向鉄筋を用いたもので、Ho型と同様に軸方向間隔を10cm、横補強筋間隔を5cm、7.5cm、10cmとした3体について計画した。なお、試験体詳細一覧を表-2に示す。

加力方法については、試験体を垂直にセットし500ton構造物試験機を用いて、軸方向鉄筋の無いNo型とHo型については中心圧縮加力を、軸方向鉄筋を有するHe型については偏心圧縮加力(e=10cm)を行なった。測定方法としては、図-5に示すように中央1mのひずみを、中心圧縮を行なったものには3方向に対して、偏心圧縮(e=10cm)を行なったものには圧縮面とその側面の2方向に対して、それぞれ電気式変位計(ダイヤルゲージ型、精度1/100mm、検長20mm)を用いて、目視及びデジタル表示式万能測

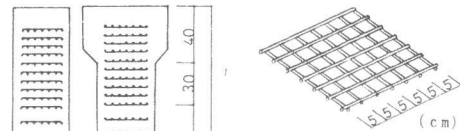


図-2 No型

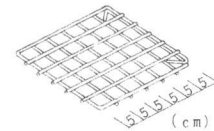


図-3 Ho型

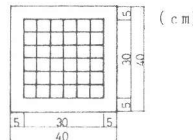


図-1 試験体形状

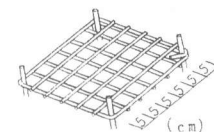


図-4 He型

表-1 断面形状一覧

軸方向 間隔	No型	Ho型	He型
5cm	0505N		
7.5cm			
10cm	1005N	1005H	10052
15cm	1505N		
5cm			
7.5cm			
10cm	1007N	1007H	10072
15cm			
5cm	0510N		
7.5cm	0710N		
10cm	1010N	1010H	10102
15cm			

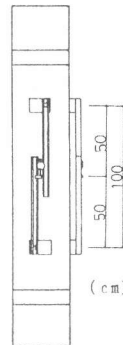


図-5 測定方法

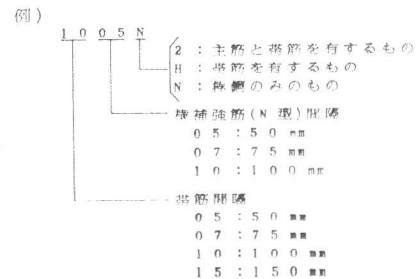


表-2 試験体詳細一覧

試験体名	試験体形状					横補強筋					軸方向鉄筋					
	高さ	幅	全せい	有効せい	試験区間	鉄筋径	間隔	※	コア内の	横補強	降伏	配筋	dc,dt	断面積	鉄筋比	降伏
	L	b	D	d	し				の間	筋比	心力度					
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	P <sub>w</sub>	O <sub>wy</sub>	kg/cm <sup>2</sup>	cm	cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	
0505N	240	40	40	—	100	D10	5.0	#	5.0	2.84	3992	—	—	—	—	—
0510N	240	40	40	—	100	D10	5.0	#	10.0	1.42	3992	—	—	—	—	—
0710N	240	40	40	—	100	D10	7.5	#	10.0	0.95	3992	—	—	—	—	—
1005N	240	40	40	—	100	D10	10.0	#	5.0	1.42	3992	—	—	—	—	—
1007N	240	40	40	—	100	D10	10.0	#	7.5	0.95	3992	—	—	—	—	—
1010N	240	40	40	—	100	D10	10.0	#	10.0	0.71	3992	—	—	—	—	—
1505N	240	40	40	—	100	D10	15.0	#	5.0	0.95	3992	—	—	—	—	—
1005H	240	40	40	—	100	D10	10.0	○	5.0	1.42	3992	4-D22	7.02	15.48	0.97	3620
1007H	240	40	40	—	100	D10	10.0	○	7.5	0.95	3992	4-D22	7.02	15.48	0.97	3620
1010H	240	40	40	—	100	D10	10.0	○	10.0	0.71	3992	4-D22	7.02	15.48	0.97	3620
10052	240	40	40	32.98	100	D10	10.0	○	5.0	1.42	3992	4-D22	7.02	15.48	0.97	3620
10072	240	40	40	32.98	100	D10	10.0	○	7.5	0.95	3992	4-D22	7.02	15.48	0.97	3620
10102	240	40	40	32.98	100	D10	10.0	○	10.0	0.71	3992	4-D22	7.02	15.48	0.97	3620

1) コア内の横補強筋比 ※~# : ぶつ切鉄筋のみ ○ : 帯筋とぶつ切鉄筋

定器により測定した。ひずみの測定については、電気抵抗線ひずみゲージ(鉄筋: 標点間距離 5mm、コンクリート: 標点間距離 68mm)を使用し、デジタル表示式万能測定器により測定した。

3. 実験結果

実験結果一覧を表-3に、No型の荷重ひずみ曲線を図-6に示した。図-6をみると、いずれの試験体においても0.2%から0.25%において最大耐力に達し、配筋方法による差異は0.4~0.5%付近でみられる。コア内の横補強筋比が2.84%の試験体(0505N)においては、0.25%付近で最大耐力に達し、その後少し耐力が低下するが0.5%付近から再び耐力が向上し始め、2.25%で0.25%付近の最大耐力を越えている。コア内の横補強筋比が1.42%の試験体(0510N、1005N)では、0.4%以後耐力を維持し始め、1.0%付近まで維持している。コア内の横補強筋比が0.95%の試験体(0710N、1007N、1505N)になると、0.4%以後緩やかな低下を示している。さらにコア内の横補強筋比が0.71%の試験体(1010N)では、最大耐力後の耐力低下が著しく、0.4%以後緩やかな低下を示している。また、図-6に示したNo型の1005Nと図-8に示したHo型の1005Hを比較すると、同程度の耐力を維持しているのに対して、図-6に示したNo型の1007Nと図-9に示したHo型の1007Hを比較すると、1007Nは0.4%以後において1007H

表-3 実験結果一覧

試験体名	シリンダー強度		ひび割れ発生荷重		最大荷重時			最大荷重時のひずみ
	Fc	Pc	Pmax	σ <sub>max</sub> <sup>1)</sup>	σ <sub>max</sub>	ε		
	kg/cm <sup>2</sup>	ton	ton	kg/cm <sup>2</sup>	Fc	%		
0505N	270	345.0	345.5	215.9	0.80	0.25		
0510N	267	322.0	322.0	201.3	0.75	0.24		
0710N	265	334.0	335.0	209.4	0.79	0.23		
1005N	276	332.5	332.5	207.8	0.75	0.22		
1007N	283	342.5	342.5	214.1	0.76	0.21		
1010N	290	339.0	341.0	213.1	0.73	0.20		
1505N	298	340.5	342.0	213.8	0.72	0.20		
1005H	281	336.0	336.5	210.3	0.75	0.25		
1007H	285	334.0	335.0	209.4	0.73	0.23		
1010H	292	349.0	351.5	219.7	0.75	0.22		
10052	292	242.0	277.5	—	—	0.22		
10072	295	264.5	274.0	—	—	0.26		
10102	275	262.5	262.5	—	—	0.23		

1)  $\sigma_{max} = \frac{P_{max}}{40 \times 40}$

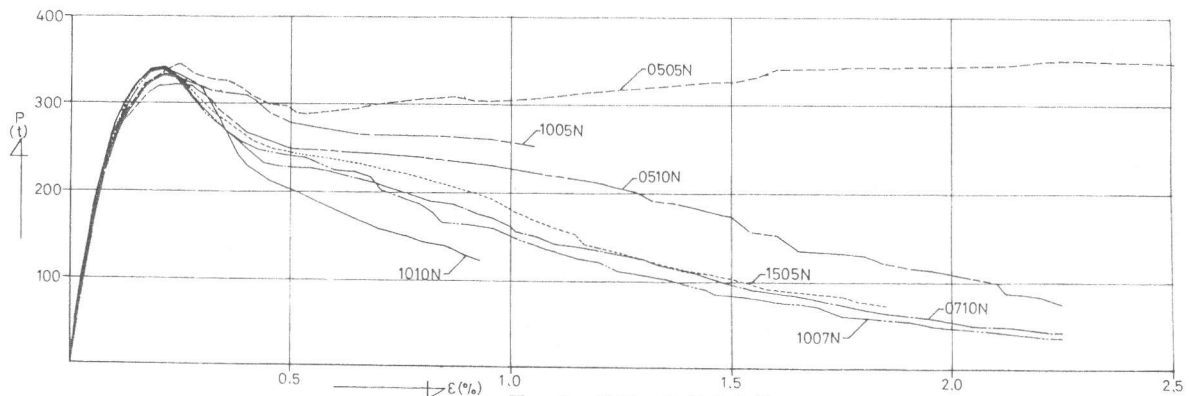


図-6 荷重-ひずみ曲線

ほど耐力を維持できていない。このように密に配筋された試験体においては、Ho型とNo型による差はみられず、比較的コア内の横補強筋間隔が広い試験体では差が著しく表われている。

破壊状態を写真-1に、またHo型でコア内の横補強筋間隔が7.5cmの1007Hと10cmの1010Hにおけるひずみ分布図を図-7に示した。図-7をみると、1007Hにおいては帯筋、コア内の横補強筋共ほぼ均等なひずみ状態を示しているのに対して、1010Hでは帯筋、コア内の横補強筋共中央のひずみが両側に比べて著しく進んでいるのが目につく。

コア内に横補強筋として用いた棒鋼の間隔が比較的密に配筋された1007Hにおいては、コアコンクリートがコア内の横補強筋の端部までしっかりとまはっている為に、帯筋が外へ押されることもなく、帯筋、コア内の横補強筋共均等なひずみを得ることができるものと思われる。これに対して、コア内に横補強筋として用いた棒鋼の間隔が比較的広い1010Hではコアコンクリートに対する横補強筋の効果が十分行なわれておらず、その為にコアコンクリートの一部が圧壊し外部へ広がりがこれによって横補強筋として用いた棒鋼の端部が付着を失なうので、中央のひずみに比べて両側のひずみが進んでおらず、帯筋の中央部が外へ押される為に、中央のひずみが両側のひずみに比べて進んでいるものと思われる。

中心圧縮加力を行なった試験体のB、C、D面について変位計を用いて測定したそれぞれ3本の荷重・ひずみ曲線を、Ho

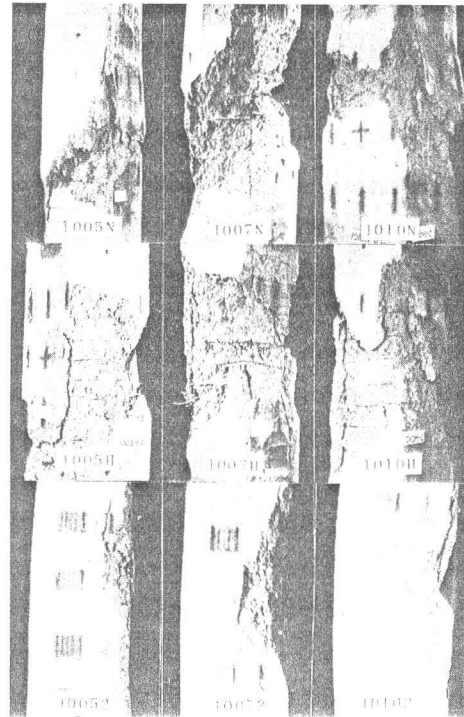


写真-1 破壊形状

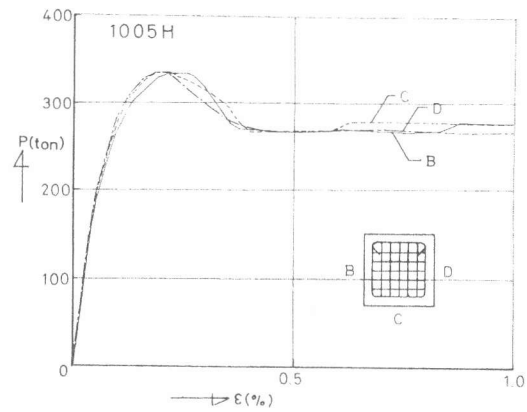


図-8 荷重-ひずみ曲線

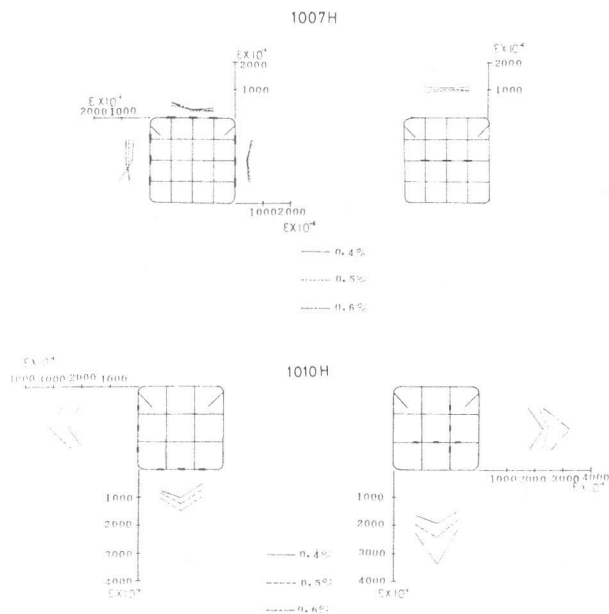


図-7 ひずみ分布図

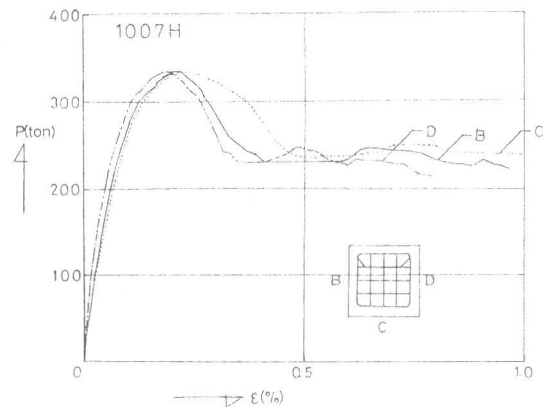


図-9 荷重-ひずみ曲線

型でコア内の横補強筋間隔が 5 cm の 1005H については図-8に、同様に Ho 型でコア内の横補強筋間隔が 7.5 cm の 1010H については図-9 に示した。

図-8, 9 に示した 1005H と 1007H のそれぞれ 3 本の荷重ひずみ曲線を、モデル化して図-10 に破線を用いて表わした。こうして求めた荷重ひずみ曲線から、ひずみが 0.2 % までを全断面有効とし、0.4 % 以後をコアコンクリートだけを有効とし、0.2 ~ 0.4 % までの断面積については比例配分により求めた。これらの断面積から、0.05% 単位に 1.0 % までその応力を求めて、1005H と 1007H の応力ひずみ曲線を図-10 に実線で表わした。この時、1007H ではひずみ 0.4 % において、その応力が 0.2 % 時の応力の 1.3 倍に達し、その後 1.0 % まで維持している。1005H においても同様にひずみ 0.4 % でその応力が 0.2 % 時の応力の 1.4 倍に達し、1.0 % まで維持している。

偏心圧縮加力 ( $e = 10\text{cm}$ ) を行なった試験体における検長 1 m で測定した圧縮面の縦ひずみが、1.0 % 時の応力ひずみ分布図を、10052 については図-11 に、10072 については図-12 に示した。これらの応力ひずみ分布図は、試験体中央の表面に貼ったコンクリートゲージの値よりひずみ状態を探り、図-10 に示した横補強筋の配筋状態の等しい試験体の応力ひずみ曲線を、そのひずみ状態に合わせて当てはめて求めたものである。この時、かぶりコンクリートは 0.2 % までを有効とし、0.2 ~ 0.4 % については徐々に剥落しているものとし、0.4 % 以後は全て剥落しているものとした。

このようにして求めた応力ひずみ分布図をみると、図-11 に示した 10052 においては、荷重 189ton に対して合力 178.2ton、偏心量 10cm に対して合力の位置が 9.19cm、同様に図-12 に示した 10072 においても荷重 191ton に対して合力 172.5ton、偏心量 10cm に対して合力の位置が 8.52 cm といずれもかなり近い値となっている。

#### 4. まとめ

軸方向鉄筋を持たず中心圧縮を受ける鉄筋コンクリート柱において、横補強筋としてもち網状に配筋した棒鋼を結束せずに用いた試験体 (No 型) においても、横補強筋を密に配筋すれば維持できる耐力は、帯筋を併用したものの (Ho 型) と同等に得られる。また、横補強筋の配筋状態が等しければ、図-11, 12 のようにして中心圧縮加力を行なった試験体から偏心圧縮を行なった試験体の応用状態を推定できることがわかった。

#### 参考文献

- 1) 矢代・花井・榎本「鉄筋コンクリート柱圧縮側の強度とじん性に及ぼす横補強筋の効果」第 5 回コンクリート工学会年次講演会論文集

P 313 ~ P 316 1983年6月

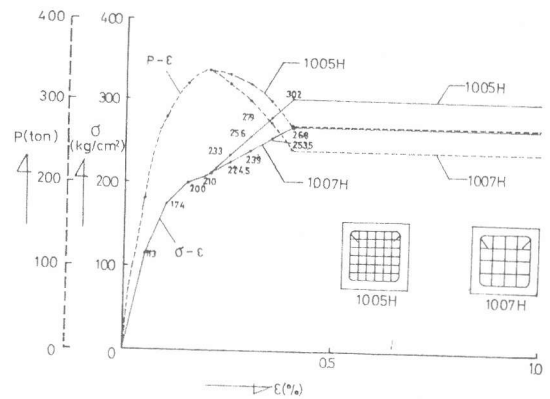


図-10 荷重-ひずみ曲線と応力-ひずみ曲線

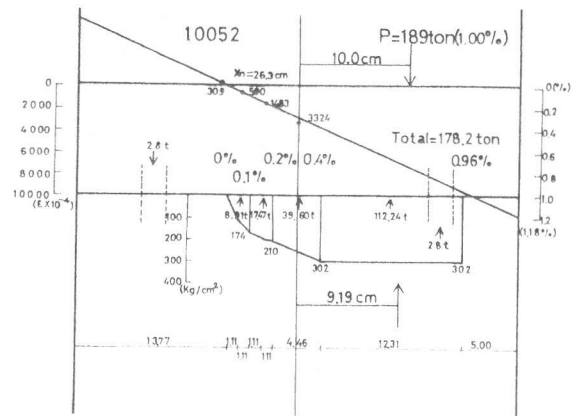


図-12 応力-ひずみ分布図

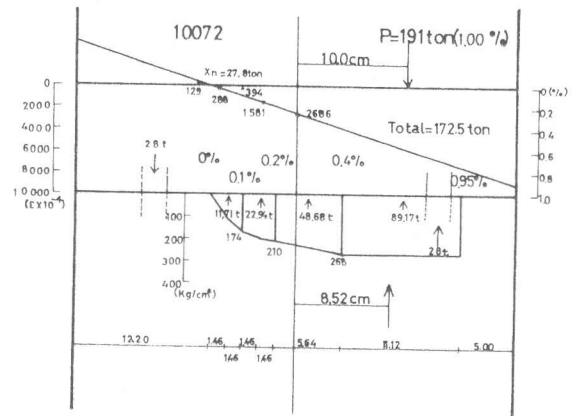


図-11 応力-ひずみ分布図