

## 圧縮部にらせん拘束鉄筋を有するT型はりの力学的特性

中部工業大学 正員 平澤征夫  
正員 岩知五男

1. まえがき 最近コンクリート構造物でも、鉛直強度を基準とした設計方法が、注目されるようになってきた。このような設計法においては、弹性領域を越えるような力が作用したとき、変形と耐えうる塑性を有していることが重要である。特にコンクリート圧縮部の脆性破壊を防ぎ、変形能力を増大させ、破壊時におけるコンクリートの剥離を最小限にすることが必要と考えられる。補強方法として各種考えらるが、本実験においては、鋼筋コンクリートT型はりのフランジ部に円形らせん鉄筋を用い、要因として、拘束鉄筋のピッタならびに主鉄筋量を変化し、はりの曲げ載荷試験により強度ならびに変形におよぼす効果を調べたものである。

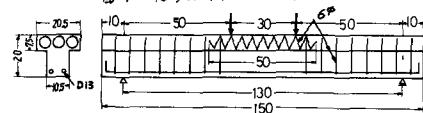
2. 実験概要 実験計画は、表1に示したように円形らせん拘束鉄筋（内径5.0cm）のピッタを4種（使用しない場合を含む）主鉄筋比を3種ともひびき山要因を変化させた。コンクリート強度は、4種で300%を目標にして試験体は

、室内放置後令4週で試験を行った。試験体寸法、載荷装置および測定方法を図1に示す。測定は、特に曲げを受けるはりの塑性領域におけるはり中央部での荷重～たわみ、モーメント～曲率の関係および破壊荷重における挙動を主眼とした。はりの下面部で、ダイ

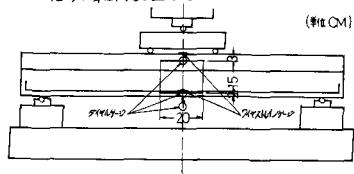
表1 はりの実験計画表

鉄筋比 (%)	拘束鉄筋 ピッタ(cm)	記号	引張鉄筋
0.74	—	A-0	
	6.0	A-6	
	4.0	A-4	2-D13
1.11	—	B-0	
	6.0	B-6	3-D13
	4.0	B-4	
1.48	—	C-0	
	6.0	C-6	4-D13
	4.0	C-4	
	2.0	C-2	

図1 はりの寸法および配筋図



はりの載荷装置および測定方法



マルゲージヒスケールでたわみを、曲率は、曲げモーメントスパン20cm間の平均曲率をダイヤルゲージで測定した。弾性領域では、はりの上端より引張鉄筋に貼付したワイヤストレインゲージにより測定した。

3. 実験結果と考察 本実験では、圧縮域をらせん鉄筋で拘束するこりによって、変形能力を向上させ、その程度を定量的に把握しようとした。試験結果を表2に示し、一定たわみ(5.0cm)時の荷重を表3、荷重～たわみ曲線を図2(a,b,c)に、さらに表2 はりの降伏時および最大時の荷重とたわみの実験結果

記号	降伏時		最大時		$\frac{P_f}{P_0}$	$\frac{\delta_f}{\delta_0}$
	荷重(ton)たわみ(mm)	荷重(ton)たわみ(mm)	荷重(ton)たわみ(mm)	荷重(ton)たわみ(mm)		
A-0	5.93	3.9	7.39	5.4	1.25	13.8
A-6	5.95	4.2	7.21	4.8	1.21	11.4
A-4	6.20	4.6	7.20	5.2	1.16	11.3
A-2	6.50	3.6	7.90	7.2	1.22	20.0
B-0	9.35	4.5	10.00	2.7	1.07	6.0
B-6	9.19	5.0	10.20	6.5	1.11	13.0
B-4	9.25	4.5	10.47	8.8	1.14	20.0
B-2	9.12	4.5	11.43	10.7	1.25	23.8
C-0	12.38	5.7	13.00	1.3	1.05	2.3
C-6	13.00	4.8	13.25	1.0	1.02	2.1
C-4	12.75	4.6	13.56	1.9	1.06	4.1
C-2	11.67	6.0	14.11	10.5	1.21	17.5

拘束鉄筋ピッタが最大荷重に及ぼす影響は、鉄筋比；  $A(\rho=0.24\%)$  では、ピッタ2cmで無拘束と比べ7%増加を見たが他のピッタでは少い。これは、圧縮域のコンクリートは、拘束鉄筋より高い圧縮力を維持し得るようになっているが、引張鉄筋がせん断荷重を受けて拘束することが出来なく、十分拘束鉄筋の効果が現われてい

存いため思われる。つぎに鉄筋比; B ( $\rho = \text{表3一定たわみ}(50\text{mm})$  時における荷重)

$1.11\%$  では、ピッタズ $cm$ で $14\%$ の増加があり、鉄筋比; C ( $\rho = 1.18\%$ ) では、ピッタズ $cm$ で $9\%$ 増加ありこの場合引張鉄筋が、ひずみ硬化化の段階に入ると前に圧縮側コンクリートが圧壊したものと考えられる。

つぎに最大荷重に達したときのたわみについて見れば、拘束鉄筋の効果が大きいほど、すなわちピッタの小さいほど、たわみが大きくなるほど最大荷重に達してなる。これは引張鉄筋が降伏附近か一部圧縮域のコンクリートが圧壊を始めた段階で、拘束エレメント圧縮部のコンクリートの強度および剛性の増加のために引張鉄筋がひずみ硬化を生じて引張られて、拘束曲げモーメントを増加させていけると考えられる。

したがって拘束効果の大きさのほど、鉄筋のひずみ硬化に及ぼす影響が大きくたわみの大きさで最大荷重に達すると言える。

荷重～たわみ曲線について見れば、鉄筋比 A の場合たわみが $5.5\text{cm}$  ( $B: 3.3\text{cm} C: 3.0\text{cm}$ ) 以内では、拘束鉄筋ピッタのいかんによらず大差はないが、それよりたわみを越えるとピッタによつてかなり異なり、たわみを示している。まず無拘束では、圧縮域コンクリートが圧壊を生じる段階で耐荷能力が急激に低下していく。

ピッタ $6, 4, 2\text{cm}$ で拘束量が増すにつれ剛性が大きくなるが、一方鉄筋比の大きさに影響され、ピッタ $6\text{cm}$ では鉄筋比が大きい方が剛性は低下し、ピッタ $4, 2\text{cm}$ では、本実験範囲程度の鉄筋比ではほとんどたわみで大きな剛性を示す。

表4に段階ならびに破壊モーメントの実験値と計算値を示した。表の記号 $f_c$ は、圧縮部をらせん鉄筋で拘束補強したコンクリート強度を定量的に表わすため K.T Sundra Raja Iyanger らの提案による式である。  

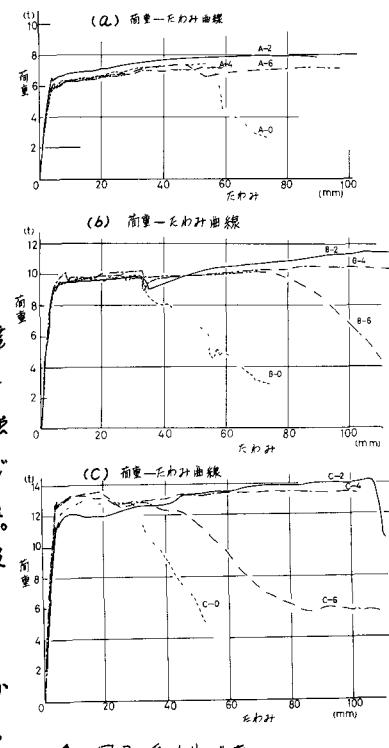
$$f_c = (1 + 2.30 C_i) f'_c \quad \text{係数: } C_i = (\rho_b - \rho_s) \frac{f'_c}{f_c}$$

ここに  
 $f_g$ : 拘束鉄筋の降伏点強度  
 $f'_c$ : 無拘束のコンクリート強度  
 $\rho_b$ : 拘束鉄筋量の拘束されたコンクリート埋込に対する割合  
 $\rho_s$ : 拘束鉄筋の拘束が横拘束の延長等の場合の $\rho_b$ の値

この結果実験値と計算値は、降伏モーメントで平均 $25\%$ 、破壊モーメントで $6\%$ 増加で比較的よく適合するものと考えられる。本実験は、昭和49年度卒業研究生 平井東式君、経信誠二君の協力を得て行なわれたもので、感謝意を表します。

参考文献: K.T Sundra Raja Iyanger "Stress-strain characteristics of concrete confined in steel binders" Magazine of Concrete Research, Vol. 22, No. 72, Sep 1970

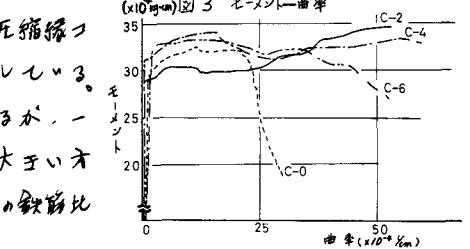
図 2



(a) 荷重-たわみ曲線

(b) 荷重-たわみ曲線

(c) 荷重-たわみ曲線



(b) モーメント-曲率

表4 階段モーメントおよび最大モーメントの実験値と計算値の比較

記号	( $\text{kg/cm}^2$ )	$M_{ss}$ ( $\times 10^4 \text{kg cm}$ )	$M_{uc}$ ( $\times 10^4 \text{kg cm}$ )	$M_{us}$ ( $\times 10^4 \text{kg cm}$ )	$M_{us(1)}$ $M_{uc(1)}$	$M_{us(2)}$ $M_{uc(2)}$
A-6	368	12.57	30.33	18.42	1.18	0.98
A-4	466	12.57	38.41	18.42	1.23	0.98
A-2	853	12.57	70.31	18.42	1.29	1.07
B-6	379	18.86	31.24	27.63	1.22	0.92
B-4	462	18.86	38.08	27.63	1.23	0.95
B-2	838	18.86	69.07	27.63	1.21	1.03
C-6	271	25.14	22.34	36.85	1.46	1.48
C-4	354	25.14	29.18	36.85	1.27	1.16
C-2	804	25.14	66.27	36.85	1.16	0.96

$$M_{ss} = j d A_s f_y, \quad M_{uc} = j d A_s f'_c, \quad M_{us} = j d A_s f_u$$

(1)<sup>a</sup>  $M_{uc}$  は  $M_{ss}$  と  $M_{uc}$  の小さい方の値

(2)<sup>b</sup>  $M_{uc(1)}$  は  $M_{uc}$  と  $M_{us}$  の小さい方の値

(1)(2)  $M_{us(1)}$  および  $M_{us(2)}$  はそれぞれ表 2 の値より求めた