

(株)構造技術センター 正員 〇堀口 潔
佐賀大学 理工学部 正員 石川 達夫

1. まえがき

鉄筋コンクリート部材の代表的破壊形式であるせん断破壊には、多くのパラメーターが関与し、現在まで数多くの実験がなされ、またいろいろな理論が提案されている。本研究は、まずせん断補強しないRC模型はりについて、せん断スパン比 η とコンクリート強度を変化させた場合の破壊形式を調べた。次に斜引張鉄筋としてスターラップを使用し、その本数、位置を変化させた場合の破壊形状、破壊モーメントなどを調べ、スターラップのせん断破壊に対する補強効果の検討を行なったものである。

2. 試験方法

コンクリートには、海砂、碎石を使用し、はり載荷試験時(打設後28日)の強度は表-1の実験結果に示してある。引張鉄筋として、SD30、 $\phi 13^{\text{mm}}$ を2本使用し、引張試験の結果は、降伏点強度 $\sigma_{sy}=3100^{\text{kgf/cm}^2}$ 、破断強度 $\sigma_B=4300^{\text{kgf/cm}^2}$ であった。スターラップは、SR24、 $\phi 6^{\text{mm}}$ のフック付U型丸鋼を使用した。模型はりの形状、寸法を図-1に示す。スターラップを配置したはりの場合その間隔は $\phi/2$ とし、位置及び本数は図-3に示す。載荷は2点載荷を行ない、初クラック荷重と最終破壊荷重を測定した。

3. 試験結果および考察

本実験では、試験はりの破壊形式をその破壊形状より 1)、せん断破壊(斜引張破壊)

2)、せん断圧縮破壊、3) 曲げ破壊、に分類した。

すべてのはりの試験結果を、その破壊状況のスケッチとともに、表-1に示す。

1)、せん断補強しないはり

せん断補強しないはり(コンクリート強度の相違によりA、B、Cシリーズとする。)の η と破壊モーメント $M_u = \frac{P}{2} \cdot a$ との関係を図-2に、破壊形式を表-1に示す。図-2の破線は $M_{FL} = A_c \cdot \sigma_{sy} (d - \phi/2)$ 、 $\alpha = A_c \cdot \sigma_{sy} / 0.85 \cdot \sigma_c \cdot b$ より算出した、破壊モーメント M_{FL} を表わす。破壊形式は、 $\eta=3$ まではせん断ないしせん断圧縮破壊となり、 $\eta=4$ では曲げ破壊であった。コンクリート強度の相違が、破壊モーメントに及ぼす影響は、かならずしも比例関係にないことがわかる。破壊モーメント M_{FL} は、under-reinforcement として、鉄筋の降伏点を基にした値であり、すなわち曲げ破壊を仮定している。本実験からも、 M_{FL} より小さい値で破壊した場合は、せん断ないし、せん断圧縮破壊であった。

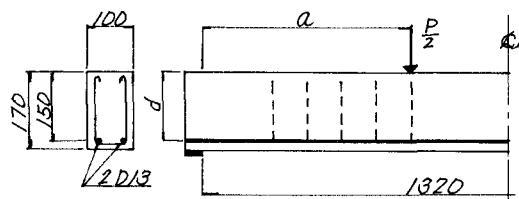


図-1. はりの形状、寸法 (Beam No. E-4)

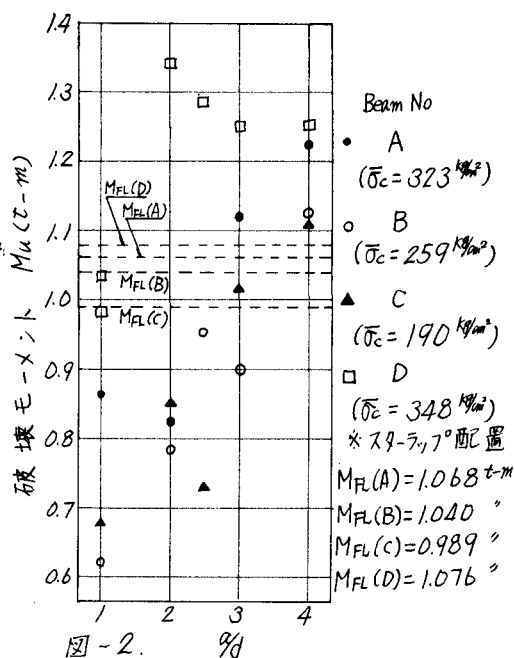


図-2. η

2). セン断補強したはり

斜引張鉄筋としてスターラップをセン断スパン長 l_n 内に $\%$ 向隔で配置したはり(Dシリーズ)の破壊モーメントを図-2に示す。スターラップを配置したことにより、 $\%$ =2までは、セン断またはセン断圧縮破壊であったが、 $\%$ =2.5からは曲げ破壊となった。スターラップは $\%$ =2.5以上のはりの破壊形式をセン断破壊から曲げ破壊に変え、 $\%$ =3以下のはりの破壊モーメントを増加させている。

次に $\%$ を3に固定し、セン断スパン長内のスターラップの本数を変化させ、セン断耐力に対し、最も補強効果

のある位置を検討したのが、E、F、Gシリーズである。E、Fシリーズでは、スターラップを載荷点から支桌へ向かって $\%$ 向隔で1本ずつ増加させその補強効果を調べた。載荷点より3本の配置まではセン断、セン断圧縮破壊となり、それ以上の配置ではすべて曲げ破壊を起こした。破壊モーメントについてはスターラップの本数を増やしてもその効果は認められなかった。(図-3)。Gシリーズも同様の結果であった。本実験よりセン断補強しないはりでは、 $\%$ が3までは、セン断ないしセン断圧縮破壊となり、またコンクリート強度と M_u とはかならずしも比例関係にないと思われる。斜引張鉄筋としてスターラップを使用した場合、 $\%$ =2.5までは M_u を増加させ、 $\%$ =2.5~3のはりを曲げ破壊に変える。 $\%$ =3として本数を変化させた場合、支桌に向かって配置本数を増やすと曲げ破壊となるが、破壊モーメントの増加は期待できないと思われる。

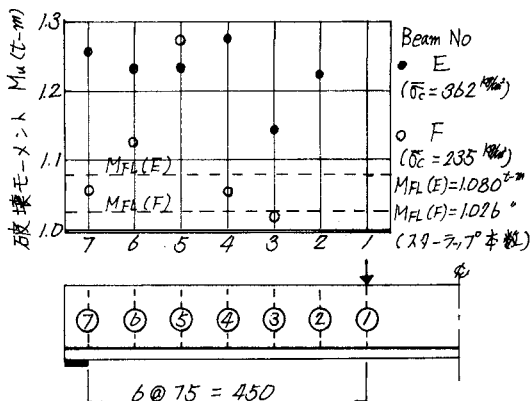


図-3

Beam No.	$\%$	σ_c (kg/cm ²)	P_c (kg)	P_u (kg)	M_u (t-m)	破壊状況スケッチ	破壊形式
A-1	1	—	11.5	0.863			S-F
2	2	323	2.0	5.5	0.825		S-F
3	3	1.5	5.0	1.125			S-C-F
4	4	1.0	4.1	1.230			B-F
B-1	1	—	8.2	0.615			S-F
2	2	2.0	5.2	0.780			S-F
3	2.5	259	1.0	5.0	0.938		S-F
4	3	0.7	4.0	0.900			S-C-F
5	4	0.7	3.8	1.140			B-F
C-1	1	—	6.3	0.675			S-F
2	2	—	5.7	0.855			S-F
3	2.5	190	2.5	3.9	0.731		S-F
4	3	2.6	4.5	1.012			S-F
5	4	2.0	3.7	1.100			S-C-F
D-1	1	—	13.0	0.975			S-F
2	2	2.5	8.9	1.335			S-C-F
D-3	2.5	348	5	6.9	1.294		B-F
4	3	2.0	5.6	1.260			B-F
5	4	2.5	4.2	1.260			B-F
E-1	3	—	3.0	5.4	1.215		S-F
2	4	—	2.8	5.1	1.148		S-C-F
3	4	363	2.3	5.7	1.283		B-F
4	4	2.0	5.5	1.238			B-F
5	4	2.4	5.5	1.238			B-F
F-1	3	—	2.5	4.5	1.013		S-F
2	4	—	2.3	4.7	1.058		B-F
3	4	235	2.4	5.7	1.283		B-F
4	4	2.4	5.0	1.125			B-F
5	4	2.2	4.7	1.058			B-F
G-1	3	—	1.9	5.0	1.125		B-F
2	4	318	2.2	5.3	1.193		B-F
3	4	2.3	4.8	1.080			B-F

表-1 実験結果

注) S-F—セン断破壊, S-C-F—セン断圧縮破壊
B-F—曲げ破壊