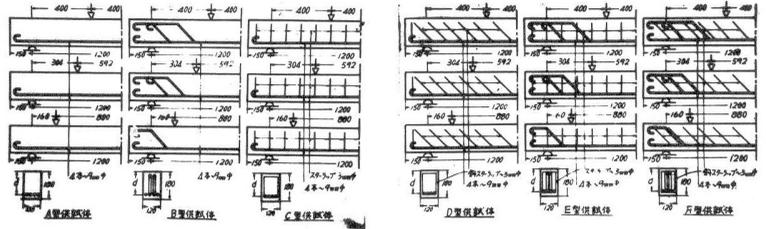


# IV-47 鉄筋コンクリート矩形ばりのせん断破壊についての考察

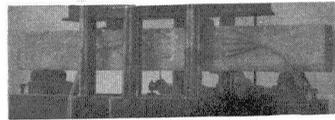
山口大学 会員 加賀美一三

1961年の講演会において、単鉄筋コンクリート矩形ばりの  $a/d$  とせん断破壊についての実験と考察について述べた。すなわち、この限界は  $a/d < 5.65$  以下 ~ せん断破壊、  
 $a/d = 5.65$  危 - 8.34 危 ~ せん断 - 曲げ破壊、  
 $a/d > 8.34$  危 ~ 曲げ破壊。さて ACI の 1962 年 1, 2, 3 月号に *Shear* と *Diagonal Tension* について ACI-ASCE Com. 362 として、有意義の総合研究報告がなされている。著者はこの 6 種のはり供試体各 1 種 3 本、計 18 本を制作し、

全長 1.2m、荷重は 2 点負荷とし、荷重位置は上記の  $a/d$  の限界位置とばり破壊機構の考察を目的として実験した。いま、A, D 型の供試体のみを破壊様相を示すと、写真 1, a, b, c, 写真 2, a, b, c のごとくである。



荷重に当ってのはり圧縮部コンクリートのひずみ様相を電気抵抗線ひずみ計により測定した結果は、これらの供試体についても何れも荷重の場合も直線分布でないことが示された。故に、この場合の  $a/d$  並びに既報告している塑性式による破壊荷重とそれらの関係値並びに摘要を示すと表-1 のごとくなる。



荷重状態

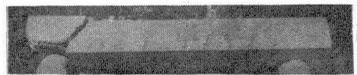
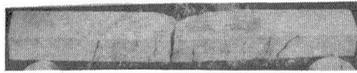


写真-1, a, b, c

写真-2, a, b, c

表-1

供試体 計算項目	A			B			C			D			E			F		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
$\sigma_{cy}, \text{kg/cm}^2$	283			281			264			279			264			291		
$P_u, t$	6.0	8.0	14.5	6.3	8.5	15.0	5.6	8.3	13.0	5.4	9.1	16.5	5.6	7.8	17.8	6.5	9.4	19.2
$a/d$	2.56	1.88	0.962	2.55	1.91	1.00	2.55	1.91	1.07	2.55	1.95	1.02	2.57	1.92	1.02	2.53	1.93	1.00
計算上の $a/d$	1.42	1.38	1.38	1.43	1.42	1.40	1.52	1.43	1.47	1.44	1.44	1.44	1.55	1.53	1.57	1.38	1.36	1.37
	0.96	0.932	0.938	0.971	0.965	0.95	1.03	0.971	0.994	0.977	0.977	0.977	1.05	1.03	1.06	0.933	0.921	0.933
破壊様相	F	F	S-F	F	F	S-F	F	F	S-F	F	F	S-F	F	F	S	F	F	S-F
塑性式による $P_u, t$	5.62	7.64	14.2	5.63	7.44	14.3	5.62	7.49	13.4	5.63	7.38	14.0	5.55	7.41	14.0	5.70	7.52	14.3

以上の結果より、次のような事がら実験的にわかった。

- (1) 3等分英負荷であるA, B, C, D, E, F供試体のI型は完全な曲げ破壊を示した。
- (2) 2等負荷であるII型供試体はせん断-曲げ破壊に近い曲げ破壊様相を示した。
- (3) 2等負荷であるIII型供試体は主としてせん断-曲げ破壊を示した。
- (4) 斜スタ-ラップ供試体は斜ひびわれ後内部応力再調整後強度上昇のよい効果を示した。

鉄筋コンクリートはり設計の骨子は、S-片に支配(せん断力には安全を意味する)されず、F-片に対して力学的安定を期することが設計の本旨である。故にShearによる $\tau_0$ は曲げモーメントによる破壊時の $\tau$ を越えない上限を限定すること、下限はその値を安全率にて除した値でよいと考えられる。すなわち、 $M_u$ を破壊曲げモーメント、 $V$ をその場合のせん断力(反力にあたる)、 $a$ をShear Span(等分布荷重の場合は $a=X$ )とすると

$$M_u = Va, \quad \mu \sigma_{cy} b (d - \nu x) = \tau_0 b (d - \nu x) a, \quad \tau_0 = \mu \sigma_{cy} / a, \quad a = M_u / V$$

$$\text{この関係は } \tau_0 = (\mu \sigma_{cy} k d) V / M_u = (\mu \sigma_{cy} k e) d / a \text{ ----- (1)}$$

しかるに、腹筋のあるはりではF-片の時期近くなる、曲げひびわれが入った後であるから、ACIの多くの実験も示すようにせん断抵抗の役目をすると考えられる。故に、 $\tau_{ou}$ をF-片の場合の所謂上限値とすると

$$\text{Vert. Stirrup} \sim \tau_{ou} \approx (\mu \sigma_{cy} k d) V / M_u + \sigma_{sy} A_v / b l' \text{ ----- (2)}$$

$$\text{Bent Up or Inclined Stirrup} \sim \tau_{ou} \approx (\mu \sigma_{cy} k d) V / M_u + \sigma_{sy} A_b \text{ or } A_i / b l' \sin 45^\circ \text{ ----- (3)}$$

はりの設計に当たっては、Sを安全率とし安全側として次の限界を考えることができる。

$$(\mu \sigma_{cy} k d) V / M_u S < \tau_0 = V / b (d - \nu x) < (\mu \sigma_{cy} k d) V / M_u \text{ ----- (4)}$$

しかるに、 $V / b (d - \nu x) > (\mu \sigma_{cy} k d) V / M_u$  となったときには、 $d$ ,  $p$ ,  $\sigma_{sy}$ などの関連値を大にすればよい。しかるときは、安全側の近似式として

$$\text{Vert. Stirrup} \sim A_v = \{S V / b (d - \nu x)\} b l' / \sigma_{sy} \text{ ----- (5)}$$

$$\text{Bent Up or Inclined Stirrup} \sim A_b \text{ or } A_i = \{S V / b (d - \nu x)\} b l' \sin 45^\circ / \sigma_{sy} \text{ ----- (6)}$$

破壊実験の場合の $P_u$ によるShearを $T_u$ とし、 $\tau_u = T_u / b (d - \nu x)$ とすると、 $T_u / b (d - \nu x) > (\mu \sigma_{cy} k d) V / M_u$  となった場合は、B-片より先にS-片が誘起されたことを意味するもので、S-片になると $\sigma_t \approx \tau_u$ によるDiag. TensionによるDiag. Crackより左部分のFree Bodyに対する内部応力の再調整がなされ、荷重の上昇を招いて、主としてせん断破壊をなすにいたるものと考えられる。いま実験の結果より(1)式の値と $\tau_u$ を計算すると表-2となる。

表-2

供試体 計算項目	A			B			C			D			E			F		
	I	II	III															
(1)式の値, kg/cm <sup>2</sup>	15.1	20.7	42.0	15.8	20.3	39.6	15.8	19.9	36.5	15.8	20.6	39.4	15.9	20.9	40.7	15.8	20.5	40.2
$\tau_u$ , kg/cm <sup>2</sup>	15.8	21.6	41.1	17.1	20.9	41.2	15.8	21.9	35.3	16.0	25.4	46.1	16.1	22.1	46.5	18.1	25.7	53.7

(2), (3)式の右辺方2項の値を計算すると約5 kg/cm<sup>2</sup>程度以下であり、E-IIIは一般設計のせん断破壊の例であり、D, FのIIIは方2項値が斜スタ-ラップの有効さを示した場合のせん断破壊の例と考えられる。以上のごとくせん断応力の限界値は、ACIのゴトとき実験式によることなく(4)式のゴトときによることが望ましいと考える。