

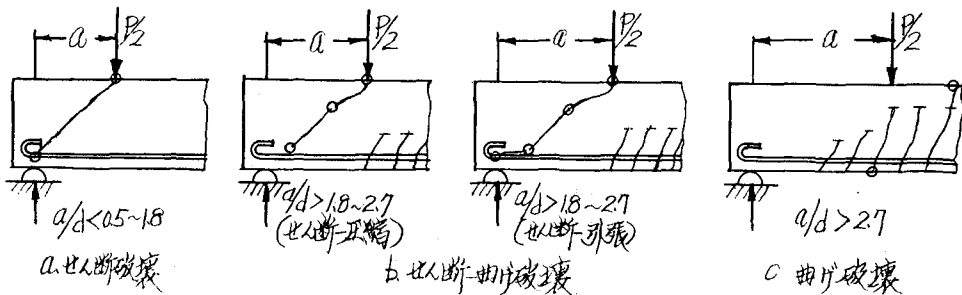
1. 鉄筋コンクリートばりの設計は弾性理論による設計および終局強設計の両場合とも、せん断破壊は合理的機構を使用して誘起しないようにし、荷重系統に基く曲げモーメントにより部材形状寸法と鉄筋量を定めることが要諦である。曲げモーメントに対する設計の終局強理論は、20世紀中葉の数多くの研究により一応の理論に達していると考えられるが、適用範囲に基く安全係数の問題は研究推進の段階にある現状であり、著者も既に疲荷に対する研究成果終局強と設計理論に就いて報告している。本文はせん断性状に関して、理論面と実験面とによりせん断破壊について述べ、機構の終局強とにもとづく設計法の提議をするものである。

せん断破壊の理論は、Kaniのアーチ理論、Morschのトラズ理論、Ruschのフレーム理論などに対し、Ferguson, Benichowsky, Moody, Morrowらの終局強と理論の二つの形式の解法ともいえるが、著者はせん断抵抗機構とコンクリートの圧縮強度、鉄筋の降伏点、主鉄筋と腹筋の配筋法などに基き、せん断スパン a とはり有効高さ d との比 a/d により考察し、 a/d の領域によりせん断破壊、せん断曲げ破壊(せん断圧縮、せん断引張)および曲げ破壊を定義し、関連実験により立証し、腹筋に対する設計上の論旨を述べるのである。

2. せん断破壊機構の動向 1941年より20年間は前世紀末のHenriciqueなどの研究に対して、再び鉄筋コンクリートばりのせん断力についての多くの研究がなされ報告されており、1960年ACIに発表された5編は、せん断応力の概略値とそれに影響する諸要素の関数に表され、次の型の式で記述されている。 $V = \alpha + \beta f(p, s, d, M)$, α, β = 定数, $V = bd(2.01\sqrt{f} + A_v/b s f_y) \sim$ ACIの式 この型の実験式による表現の実験的研究が乏しく、1962年VOL. 1. ACIの3編のACI-ASCE委員会の規定として、せん断力の限界値を示す式が提案されて現在に至っている。また、H. Loeberg Bが斜断面のせん断耐力は加算法則 Addition Principle によることを合理的であると、はり実験において公称せん断強度を求めて鉄筋並びにプレストレストコンクリート部材について論述しているが、加算法則は1960年のACIの研究など多くの研究の基礎をなすものであり新しい知見ではない。現在まで理論面よりの考察でなく実験的考察が主体といえ、腹筋設計の具体的提議は皆無といってよい現状である。

3. 鉄筋コンクリートばりの a/d とはり破壊の領域 本実験は a/d を基礎とするもので a/d とはり破壊領域は図-1のごとくで、はり断面のせん断耐力 V_{cu} は $V_{cu} = V(\alpha^{1/4} - \beta^{1/4}) / b\alpha^{1/4}(d - \lambda x)$, はり荷重時には $M = \mu \alpha \phi b(d - \lambda x)$, $V = \phi \alpha b(d - \lambda x)$ で表わされ、力学的には $M = Va$ の関係より $\alpha = \mu \phi x / \phi$ が求められ、 ϕ は中立軸およびそれ以下の部のせん断耐力で一般に $(\phi_c \text{ or } \phi_u) / 10$ 程度と考えてよく、以上より $a/d = 10\mu \phi$ がえられる。 $\mu = n/(n+1)$, $\lambda = n/(2n+1) \sim n$ は弾性時1.3, 塑性時5となる。

図-1
鉄筋コン
クリート
ばりの
 a/d と
はり破壊
様相



a/d と ϕ との関係より破壊領域は図-2のごとくで、 a/d の略値はせん断破壊領域(せん断破壊, S-f) $\sim 5.65\phi$ 以下, せん断-曲げ破壊領域(せん断-曲げ破壊, S-B, B-S-f) $\sim 5.65\phi - 8.34\phi$, 曲げ破壊

領域(曲げ破壊, B~f), 一般に鉄筋コンクリートはりには鉄筋
 ばかりが使用されるもので, この場合の応力は $\sigma_s = p \sigma_y / \mu$, $\sigma_y =$
 $\sigma_{yd} / \sigma_{ud}$, $\mu = 0.834$ 。実験値とこの領域決定の計算の関係を
 示すと表-1となる。

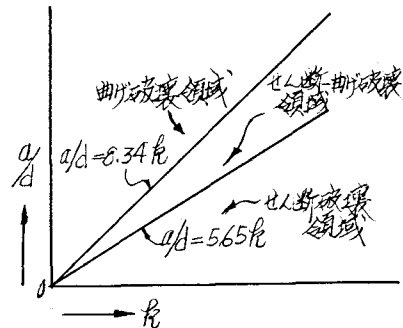


図-2 応力に対するa/dの関係と破壊領域の判別

4. 腹筋に対する設計上の留意 鉄筋コンクリートはりの設計は
 せん断力に対しては安全を意味し, 曲げモーメントに対しては部材
 主要断面による力学的安定を期することが設計の本旨である。故に
 負荷時のせん断力によるひびくは曲げモーメントによる破壊時のせん断
 力を越えないところを上限とし, 終局設計の算子にもとづき設計す
 ることである。

表-1 本実験の各供試体の要項値と破壊の判別

設計に当てる
 せん断力の上限値
 τ_{cu} は $\tau_{cu} =$
 $\mu \sigma_{ud} \rho_d \frac{V}{M}$
 となる。せん断
 力に対する設計
 の場合の条件は
 , 前述のはりの
 任意断面に発生
 するせん断応力
 を τ_0 , コンクリ
 ートの抵抗せん
 断応力を τ_0 とす
 ると

供試体 各項目	A			B			C			D			E			F		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
P, t	50.0	50.0	50.0	49.7	49.7	49.7	46.6	46.6	46.6	49.3	49.3	49.3	46.7	46.7	46.7	51.4	51.4	51.4
σ_{ud} , kg/cm ²	283	283	283	281	281	281	264	264	264	279	279	279	264	264	264	291	291	291
ρ_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
b, cm	12.4	12.7	12.2	12.3	12.7	12.3	12.3	12.9	13.3	12.9	12.4	12.4	12.2	12.2	12.0	12.3	12.5	12.2
h, cm	18.3	18.3	18.3	18.2	18.4	18.2	18.2	18.4	18.4	18.3	18.4	18.2	18.3	18.3	18.2	18.3	18.2	18.3
d', cm	2.7	2.6	2.7	2.5	3.1	2.2	2.5	2.5	3.4	2.6	2.8	2.6	2.7	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4
d, cm	15.6	15.7	15.6	15.7	15.3	16.0	15.7	15.9	15.0	15.7	15.6	15.6	15.8	15.7	15.8	15.7	15.7	15.9
a, cm	40	29.5	15	40	30.2	16.0	40	30.4	16.0	40	30.4	16.0	40	30.4	16.0	40	30.4	16.0
a/d	2.56	1.88	0.96	2.55	1.97	1.00	2.55	1.91	1.07	2.55	1.95	1.02	2.57	1.92	1.02	2.55	1.93	1.00
A_s , cm ²	2.436			2.436			2.436			2.436			2.436			2.436		
bd, cm ²	19.4	20.0	19.1	19.3	19.4	19.7	19.3	20.5	20.0	19.3	19.4	19.4	19.0	19.3	18.8	19.4	19.6	19.4
ρ , %	12.6	12.2	12.8	12.6	12.5	12.4	12.6	1.19	1.22	1.26	1.26	1.26	1.28	1.26	1.30	1.25	1.24	1.26
σ_{yd} , kg/cm ²	3190			3190			3190			3190			3190			3190		
σ_y	11.3			11.4			12.1			11.5			12.1			11.0		
$\rho \sigma_y$	0.141	0.137	0.138	0.143	0.142	0.140	0.153	0.143	0.147	0.144	0.144	0.144	0.155	0.152	0.156	0.137	0.136	0.138
σ	0.170	0.165	0.166	0.172	0.171	0.168	0.183	0.172	0.176	0.173	0.173	0.173	0.186	0.183	0.188	0.165	0.163	0.165
a/d (計算上)	1.43	1.38	1.38	1.43	1.42	1.40	0.83	0.172	0.176	1.44	1.44	1.44	1.55	1.53	1.57	1.38	1.36	1.37
σ	0.46	0.432	0.438	0.471	0.465	0.450	1.52	1.43	1.47	0.977	0.977	0.977	1.05	1.03	1.06	0.733	0.721	0.733
破壊の判別	B-f	B-f	B-f	B-f	B-f	B-f	B-f	B-f	B-f	B-f	B-f	B-f	B-f	B-f	B-f	B-f	B-f	B-f

$\tau < \tau_0 = \frac{V}{b(d-vx)} < \mu \sigma_{ud} \frac{V}{M_u}$, また $\frac{V}{b(d-vx)} > \mu \sigma_{ud} \rho_d \frac{V}{M_u}$ のときは d, σ_{ud}, ρ などの関係
 値を大にすればよいことになる。
 。腹筋の設計式に はりの任意断面に発生するせん断応力 τ_0 が, 上記の範囲内であるときは腹筋の断面積などの
 関係は次式にて求めればよい。

スターラップの場合: $A_{sr} = \tau_{ms} V_r S / \sigma_{yd} (d-vx)$

曲げ上げ筋または斜スターラップ筋の場合: $A_b \text{ or } A_i = \tau_{ms} V_b S \sin 45^\circ / \sigma_{yd} (d-vx) \text{ or } \tau_{ms} V_i S \sin 45^\circ / \sigma_{yd} (d-vx)$

上式中の記号 ~ A_r, A_b, A_i = スターラップ, 曲げ上げ筋, 斜スターラップ筋の断面積, cm², V_r, V_b, V_i
 = 荷重条件によるはりの任意断面の計算上のスターラップ, 曲げ上げ筋, 斜スターラップ筋の受けもつせん断力,
 kg, τ_{ms} = 安全係数 (1.5程度), d = はりの有効高さ, cm, $v = n / (2n+1)$, $n = 5$, $x = \rho d$, ρ = 中央
 軸位置係数 (規格の式値), S = スターラップ, 曲げ上げ筋, 斜スターラップの間隔, cm, $V_r = \tau_0 b (d-vx)$,
 $\tau_0 = \sigma_r \sigma_{yd} / b S$, $V_b = A_r \sigma_{yd} (d-vx) / S$, $V_b \text{ or } V_i = V - V_r$, V = 計算上のある断面のせん断力, kg。

5. 結論 鉄筋コンクリートはりのせん断力の性状の考察は, 計算法則に基づく数多くの実験による結果が報告
 されているが, その実験/計算(研究発表)の比が余りに大きい値を示している。著者ははりの特性を a/d に
 より表わし, 実験により立証した破壊領域の考察であり, その場合のせん断応力の限界を考へ腹筋の設計式を提
 案するものである。