

名古屋工業大学 正員 吉田 弘智

同 大学院 〃 園山 哲夫

1 まえがき

本研究は人工軽量骨材による鉄筋コンクリートばりのせん断強度算定式を実験的に見出そうとしたものである。そこで、はりのせん断強度に影響を与える要因と考えられるコンクリート強度 σ_c 、引張鉄筋比 P 、腹鉄筋比 ν 、せん断スパンと有効高さの比 a/d をいろいろ変化させて実験を行い、次の荷重の算定式をみちびいた。

- 初期斜め引張りひ割れ荷重
- 危険斜め引張りひ割れ荷重
- 極限荷重

2 実験材料および実験方法

供試体の寸法は15×30×150cm、有効高さ25cmで、セメントは浅野ベロセメント、骨材は三井金属鉱業のメウライト、鉄筋はSD-35を使用した。養生は7日間の水中養生を行なった。供試体諸元は表-1のとおりである。

載荷は2点の対称荷重とし、各荷重に於いて引張鉄筋、スターラップ、コンクリート表面のひずみを測定し、クラックパターンをチェックし、さらにはりのたわみを測定した。なお同一試験のはり供試体に対して、各2本の圧縮強度用供試体、及び引張強度用供試体を作製した。

3 実験結果とその考察

最大曲げモーメント領域の曲げクラックの進行が停滞すると、せん断領域の曲げクラックが伸び、載荷点の方へ傾き始め、初期斜め引張りひ割れが生ずる。この時、主鉄筋のひずみが急激に増大する。この初期斜め引張りひ割れで破壊したはり1本もみられなかった。さらに荷重が増すと、支点と載荷点を結ぶようにクラックがはいる。これを危険斜め引張りひ割れと呼ぶ。せん断破壊の場合、スターラップが無い時にはこの危険ひ割れ形成直後に破壊に至ったが、せん断圧縮破壊の場合は、さらに応力の再配分が行なわれ、最終的には、圧縮部コンクリートの圧潰により、はりは破壊した。本実験では%

表-1 供試体諸元

		コンクリート 強度 σ_c	引張鉄筋 比 P	腹鉄筋 比 ν	せん断 スパン a/d	%
P シリーズ	I II III IV	350	D-22 0041	D-10 0.163 0.930 0.698 0.465	45	1.8
R シリーズ	I II III IV	350	D-19 0030	D-10 0.163 0.930 0.698 0.465	45	1.8
S シリーズ	I II III IV	350	D-19 0023	D-10 1.300 1.046 0.786 0.524	40	1.6
T シリーズ	I II III IV	250	D-22 0020	D-10 1.300 1.046 0.786 0.524	40	1.6
F シリーズ	I II III IV	350	D-19 0015	D-10 1.498 1.196 0.897 0.598	35	1.4
G シリーズ	I II III IV	250	D-16 0011	D-10 1.498 1.196 0.897 0.598	35	1.4

表-2 実験結果

		σ_c (kg/cm ²)	σ_s (kg/cm ²)	R_s (t)	R_c (t)	P_u (t)	破壊形式
P シリーズ	I II III IV	267 256 300	215 206 262	14.0 12.0 12.0	17.0 20.0 20.0	32.1 27.9 34.8	SC SC S
R シリーズ	I II III IV	203 256 269	207 199 —	9.0 10.0 10.0	17.0 17.0 8.0	29.0 28.2 27.8	SC SC S
S シリーズ	I II III IV	254 255 317 351	20.2 21.9 266 24.0	10.0 12.0 11.0 12.0	18.0 20.0 20.0 18.0	35.2 36.0 36.3 34.3	S S SC SC
T シリーズ	I II III IV	229 263 272 241	— 17.7 15.6 22.8	11.0 13.0 12.0 11.0	14.0 16.0 16.0 16.0	30.0 31.9 33.0 29.0	SC SC SC SC
F シリーズ	I II III IV	305 245 300 320	270 209 260 226	11.0 10.0 12.0 10.0	22.0 19.0 20.0 14.0	35.5 29.0 30.0 20.0	F SC S S
G シリーズ	I II III IV	279 296 238 186	17.7 18.3 17.4 15.0	11.0 11.0 11.0 10.0	— — — —	27.2 27.3 26.2 26.9	F F F F

S: せん断破壊, SC: せん断圧縮破壊, F: 引張破壊

が比較的小さくしてあるので、大部分のはりはせん断圧縮破壊した。とくに軽量骨材使用によるはりの挙動、及び破壊形式の差異は見られなかった。表-2は実験結果をまとめたものである。

4 せん断強度の算定式

A 初期斜め引張りひ割れ強度 (初期斜め引

張りひ割れ形成時の見かけのせん断強度)

曲げ引張応力とせん断応力による主応力度がコンクリートの引張強度より大なる時、斜め引張りひ割れが生ずると考えられるので、図-1より次の式を得る。

$$\frac{\sigma_c}{\sqrt{\sigma_c^2 + 3\tau_c^2}} = 0.13 + 770 \frac{pSd}{M\sqrt{\sigma_c}} \leq 0.9$$

$$\text{但し、} \frac{M}{S} = \left(-\frac{M_{max}}{S} - d \right) \geq \left(\frac{M_{max}}{S} - \frac{a}{2} \right)$$

B 危険モーメント (危険斜め引張りひ割れ形成時のモーメント)

危険斜め引張りひ割れが生ずるまでは、スターラップのひずみは小さいので、腹鉄筋の影響は無視出来る。この事はスターラップの多少にかかわらず、同一シリーズでは、危険荷重がほぼ一定であるという実験結果からも言える。故に、危険モーメント算定式は、腹鉄筋を有しないはりの極限モーメント算定式とも考える事が出来る。

$$M_b = \frac{P_0}{2} = p_0 s b d^2 \left(1 - K_2 \frac{p_0 s}{K_1 K_3 \sigma_c} \right)$$

$$\text{但し、} K_1 K_3 = 1.024 - 0.0111 \sigma_c'$$

$$K_2 = 0.425$$

$$\sigma_s = 7 \times 10^{-4} E_s \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{1224 K_1 K_3 \sigma_c'}{p E_s}} \right)$$

C 極限モーメント

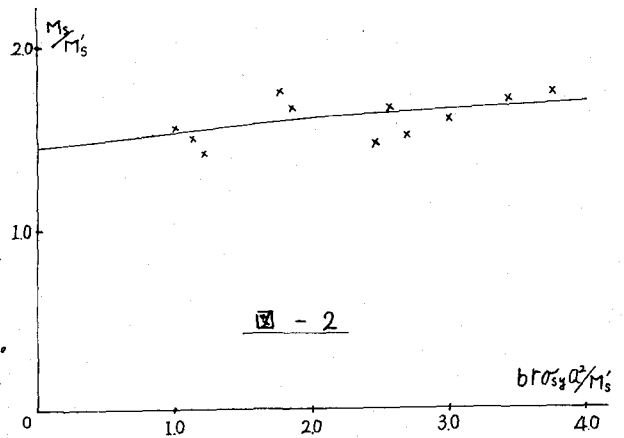
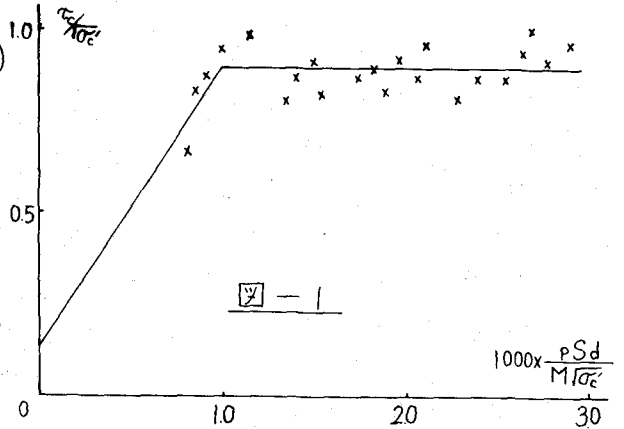
はり腹鉄筋の影響により、危険荷重よりさらに荷重の増加を許すことが出来る。この時、極限モーメントは危険モーメントと腹鉄筋の効果の和と考えられる。

図-2のように縦座標に M_b/M_s 、横座標に $br\sigma_s a^2/M_s$ を取り、実験結果をプロットすると次のような結果が得られた。

$$M_b = 1.45 M_s + 0.07 br\sigma_s a^2 \quad \frac{br\sigma_s a^2}{M_s} < 2.0$$

$$M_b = 1.52 M_s + 0.035 br\sigma_s a^2 \quad \frac{br\sigma_s a^2}{M_s} > 2.0$$

但し、 σ_s : スターラップの降伏応力



5 まとめ

本実験より得られた、せん断強度算定式はデータ不足により、最終的な算定式とは言えないが、今後さらに実験を行い、データを増やすと同時に、本算定式はかなり複雑な形をなしているため、もっと簡略化できるような研究を進めたい。