

# V-5 セン断力を受ける鉄筋コンクリート梁の極限強度設計表に関する基礎的研究

名古屋工業大学 正員 吉田 邦博

## 1. まえがき

鉄筋コンクリート材のせん断に関しては、その破壊機構の複雑さ、破壊形式の多様性、せん断強度に及ぼす要因が多い等のため、未だ十分解明されたいと云いがたい。本研究は、せん断力を受ける鉄筋コンクリート梁を合理的に設計する場合の基礎データを得るために、コンクリートの圧縮強度 $\sigma_c$ 、主鉄筋比 $p$ 、せん断スパンと有効高の比 $a/d$ 、ウェブ鉄筋比 $r$ 、を変化させて鉄筋コンクリート梁を普通コンクリート、軽量コンクリートで造り、せん断破壊をおこさせて、梁のせん断強度を実験的に解明しようとしたものである。

## 2. 実験の方法

表-1 (普通コンクリート)

梁はすべて矩形梁(15×30cm) 鉄筋仕様元、せん断ひびわれ荷重( $P_c$ )およびせん断破壊荷重( $P_u$ )

とし、 $\sigma_c$ 、 $p$ 、 $a/d$ 、 $r$ を変化させた。載荷は2点載荷とし、引張鉄筋、ウェブ鉄筋(スターラップ)およびコンクリート表面のひずみとワイヤーストレインゲージで測定した。梁の中央のたわみもダイヤルゲージで測定した。普通コンクリートを用いた梁の供試体諸元、せん断ひびわれ荷重 $P_c$ 、せん断破壊荷重 $P_u$ は、表-1に示す通りである。普通コンクリート梁と同様に、人工軽量コンクリート梁についても同様の試験を行なった。

## 3. ウェブ鉄筋のないコンクリート梁の解析について

ウェブ鉄筋を使用した梁の挙動を検討してみると、せん断領域に発生したクラックがせん断力の影響で徐々に方向をかえ、スターラップと交差するまでは、ほとんど有効な

| Beam NO. | 引張鉄筋      |    |                              | 腹鉄筋       |            |            | 幅    |      | せん断スパン<br>a cm | コンクリート<br>圧縮強度<br>$\sigma_c$ | $P_c$<br>(t) | $P_u$<br>(t) | $a/d$ |
|----------|-----------|----|------------------------------|-----------|------------|------------|------|------|----------------|------------------------------|--------------|--------------|-------|
|          | 径<br>(mm) | 本数 | $P = \frac{A_s}{A_g}$<br>(%) | 径<br>(mm) | 間隔<br>(cm) | $r$<br>(%) | b cm | d cm |                |                              |              |              |       |
| A-I      |           |    |                              |           | 10         | 1.05       |      |      |                | 331                          | 10.0         | 27.5         | 1.6   |
|          |           |    |                              |           | 13.3       | 0.79       |      |      |                | 340                          | 10.0         | 32.0         |       |
|          | D-19      | 2  | 1.26                         | D-10      | 20         | 0.52       | 15   | 25   | 40             | 345                          | 10.0         | 29.3         |       |
|          |           |    |                              |           | 40         | 0.26       |      |      |                | 327                          | 10.0         | 28.0         |       |
|          |           |    |                              |           |            | 0          |      |      |                | 328                          | 8.0          | 26.0         |       |
| B-I      |           |    |                              |           | 8          | 1.19       |      |      |                | 204                          | 9.0          | 34.0         | 1.6   |
|          |           |    |                              |           | 13.3       | 0.71       |      |      |                | 198                          | 9.0          | 37.3         |       |
|          | D-22      | 2  | 2.03                         | D-10      | 20         | 0.48       | 15   | 25   | 40             | 326                          | 11.0         | 39.0         |       |
|          |           |    |                              |           | 40         | 0          |      |      |                | 330                          | 11.0         | 34.7         |       |
| C-I      |           |    |                              |           | 8          | 1.19       |      |      |                | 317                          | 14.0         | 38.0         | 1.6   |
|          |           |    |                              |           | 10         | 0.95       |      |      |                | 263                          | 12.0         | 38.8         |       |
|          | D-19      | 4  | 3.02                         | D-10      | 13.3       | 0.71       | 15   | 25   | 40             | 280                          | 11.0         | 39.0         |       |
|          |           |    |                              |           | 20         | 0.48       |      |      |                | 331                          | 12.0         | 40.1         |       |
|          |           |    |                              |           | 40         | 0          |      |      |                | 340                          | 13.0         | 28.6         |       |
| D-I      |           |    |                              |           | 8          | 1.19       |      |      |                | 307                          | 11.0         | 38.0         | 1.6   |
|          |           |    |                              |           | 10         | 0.95       |      |      |                | 287                          | 12.0         | 37.0         |       |
|          | D-22      | 2  | 2.03                         | D-10      | 13.3       | 0.71       | 15   | 25   | 40             | 326                          | 12.0         | 37.0         |       |
|          |           |    |                              |           | 20         | 0.48       |      |      |                | 359                          | 12.0         | 37.1         |       |
| E-I      |           |    |                              |           | 10         | 0.95       |      |      |                | 330                          | 13.0         | 43.25        | 2.0   |
|          |           |    |                              |           | 12.5       | 0.76       |      |      |                | 272                          | 10.0         | 36.35        |       |
|          | D-19      | 4  | 3.02                         | D-10      | 16.7       | 0.57       | 15   | 25   | 50             | 272                          | 11.0         | 36.1         |       |
|          |           |    |                              |           | 25         | 0.38       |      |      |                | 316                          | 10.0         | 31.1         |       |
|          |           |    |                              |           | 50         | 0          |      |      |                | 351                          | 13.0         | 31.0         |       |
| F-I      |           |    |                              |           | 12.5       | 0.84       |      |      |                | 360                          | 8.0          | 23.4         | 2.0   |
|          |           |    |                              |           | 16.7       | 0.63       |      |      |                | 388                          | 8.0          | 23.8         |       |
|          | D-19      | 2  | 1.26                         | D-10      | 25         | 0.42       | 15   | 25   | 50             | 300                          | 10.0         | 21.2         |       |
|          |           |    |                              |           | 50         | 0.21       |      |      |                | 297                          | 10.0         | 21.8         |       |
|          |           |    |                              |           |            | 0          |      |      |                | 438                          | 8.0          | 18.0         |       |
| G-I      |           |    |                              |           | 25         | 0.42       |      |      |                | 401                          | 6.0          | 17.0         | 4.0   |
|          |           |    |                              |           | 33.3       | 0.31       |      |      |                | 446                          | 7.0          | 16.0         |       |
|          | D-25      | 2  | 2.18                         | D-10      | 50         | 0.21       | 15   | 25   | 100            | 379                          | 7.0          | 13.0         |       |
|          |           |    |                              |           | 100        | 0.10       |      |      |                | 416                          | 6.0          | 12.0         |       |
|          |           |    |                              |           |            | 0          |      |      |                | 447                          | 6.0          | 13.0         |       |

応力が生じないことが実験によって確かめられた。(図-1) すなわち初期斜め引張りクラックが生ずるまでは、梁の挙動はスターラップの有無にかかわらず同一である。

ウェブ鉄筋のない梁のせん断強度は、斜めひびわれ荷重( $P_c$ )を基準とするのが合理的であると考えられる。そのため $P_c$ を決定しなければならぬが、本研究においては、スターラップと主鉄筋のひずみと荷重との曲線により、その曲線の変化の一番急激な点を $P_c$ として判定した。(図-1)

一般にせん断強度の算定には  $A = s/d\sqrt{f_c}$ ,  $B = \rho s d / M \sqrt{f_c}$  の2つの変数を含んでいる。前述の実験データに基づいて、これらの関係を求めた。その結果は、図-2、図-3に示すグラフになった。すなわち普通コンクリートに於ては、

$$\tau_c = s/d = 0.3\sqrt{f_c} + 400 \frac{\rho s d}{M} \leq 0.9\sqrt{f_c}$$

軽量コンクリートに於ては

$$\tau_c = s/d = 0.25\sqrt{f_c} + 325 \frac{\rho s d}{M} \leq 0.9\sqrt{f_c}$$

であった。本実験より求めた値と、A.C.I 318-63, Building Code との比較も行なった。

#### 4. ウェブ鉄筋の補強効果について

ウェブ鉄筋の効果は、斜め引張りひびわれが形成され、コンクリートに作用していた応力をウェブ鉄筋が分担し始める事によって現われる。

梁のせん断破壊時のせん断応力 $\tau_u$ を実験より求め、 $(\tau_u - \tau_c)$  と、 $\rho_s \sigma_y$  との間に密接な関係があることが認められた。これらの関係より、ウェブ鉄筋の配置について、現在解析中である。

#### 5. あとがき

本研究は、コンクリート部材のせん断強度に関する一連の研究の一部であり、昭和45年度の吉田研究奨励金の授与をうけ、名工大コンクリート研究室で研究を行ったものである。

図-1 スターラップのひずみ

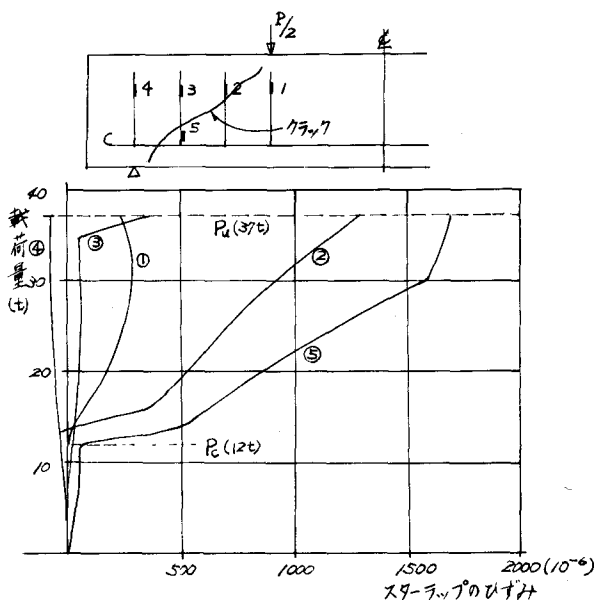


図-2 普通コンクリート  
 $\frac{\tau_c}{\sqrt{f_c}} = 0.3 + 400 \frac{\rho s d}{M \sqrt{f_c}} < 0.9$

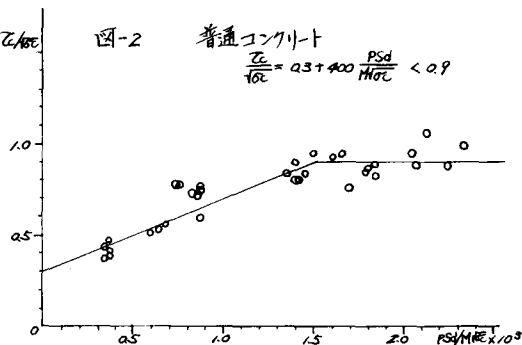


図-3 軽量コンクリート  
 $\frac{\tau_c}{\sqrt{f_c}} = 0.25 + 325 \frac{\rho s d}{M \sqrt{f_c}} < 0.9$

