

住友金属 正会員 山川 純雄  
住友金属 正会員 白川 潔  
住友金属 正会員 ○松田 章

1 緒 言

太径異形鉄筋 D51 の付着およびひび割れ特性におよぼすふし形状の影響については、国分<sup>(1)</sup>および後藤等<sup>(2)</sup>の実験的研究がある。しかしねじ鉄筋に限定したものおよびふし形状と割裂付着強度との関係などについては殆んど解明されていない。

ここでは筆者らが既に実用化したねじ鉄筋 D32 を D51 に拡張する際に行なった二種類の付着試験により、付着強度および割裂付着破壊におよぼすふし形状の影響を実験的に明らかにしたので、その結果を報告する。

2 実 験

2.1. 供試体の種類および実験方法

供試鉄筋は図 1.表 1 に示すように丸棒から機械切削により加工し、ふし高さ  $a$ 、ふし間隔  $p$ 、ふしの欠損角  $\theta$ 、ふしの傾斜角  $\alpha$  を変数とした 9 種の試作鉄筋

と比較材のスミバー D51 (Hふじ圧延材) である。供試体は図 2 に示す一辺  $5d$  ( $d$ :鉄筋直径) のコンクリート立方体をラセン筋で補強した JCI 用と、一辺  $6d$  のコンクリート立方体で載荷端側鉄筋 (区間:  $2d$ ) の付着を切った RILEM 用の二種類で、同一条件でそれぞれ 3 体製作した。コンクリートの圧縮強度  $\sigma_c$  は JCI 用が  $28.7\text{MPa}$ 、RILEM 用が  $39.4\text{MPa}$  であるが、 $\alpha$  の影響を調べるための  $\sigma_c$  は打設日が異なったため、JCI 用、RILEM 用とも  $35.0\text{MPa}$  であった。

試験はいずれも 200 トン万能試験機を用いて供試鉄筋を静的に引抜き、各荷重段階における鉄筋自由端のすべり量  $\delta$  をダイヤルゲージで測定するとともに、コンクリートのひび割れ進展状況を追跡した。

2.2. 実験結果とその考察

(1) ふし高さ  $a$  の影響 ……図 3

$a$  が大きくなるにつれ、初期の付着強度 ( $\delta < 0.1\text{mm}$ )、最大付着強度  $\tau_{\max}$  が大きくなる傾向がある。RILEM 法では  $a < 3.5\text{mm}$  で著しく初期の付着強度が低下しているため、D51 の場合は  $a \geq 3.5\text{mm}$  が適当と考えられる。

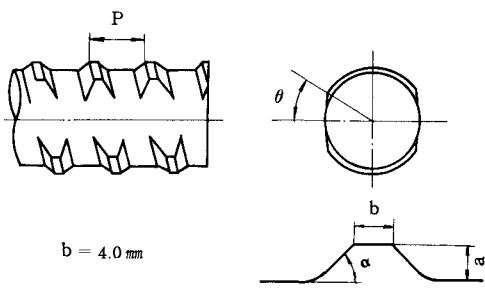


図 1. ねじ鉄筋のふし形状

表 1. 供試体の種類と実験結果

| No. | ふし高さ $a$<br>(mm) | ふし間隔 $p$<br>(mm) | ふしの欠損角 $\theta$<br>(度) | ふしの傾斜角 $\alpha$<br>(度) | 支圧面積係数 $B \cdot A$ | せん断面積係数 $S \cdot A$ | 実 験 結 果                        |                                |                                |                                |
|-----|------------------|------------------|------------------------|------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|     |                  |                  |                        |                        |                    |                     | J C I                          |                                | R I L E M                      |                                |
|     |                  |                  |                        |                        |                    |                     | $\frac{\tau_{0.05}}{\sigma_c}$ | $\frac{\tau_{\max}}{\sigma_c}$ | $\frac{\tau_{0.05}}{\sigma_c}$ | $\frac{\tau_{\max}}{\sigma_c}$ |
| 1   | 4.5              | 26               | 40                     | 45                     | 0.117              | 0.780               | 0.243                          | 0.346                          | 0.181                          | 0.274                          |
| 2   | "                | 20               | "                      | "                      | 0.154              | 0.753               | (0.170)<br>0.253               | (0.283)<br>0.334               | (0.235)<br>0.209               | (0.252)<br>0.243               |
| 3   | "                | 14               | "                      | "                      | 0.221              | 0.639               | 0.280                          | 0.318                          | 0.226                          | 0.257                          |
| 4   | 2.5              | 20               | "                      | "                      | 0.081              | 0.660               | 0.221                          | 0.293                          | 0.134                          | 0.221                          |
| 5   | 3.5              | "                | "                      | "                      | 0.110              | 0.660               | 0.211                          | 0.288                          | 0.205                          | 0.255                          |
| 6   | 4.5              | "                | 60                     | "                      | 0.103              | 0.574               | 0.208                          | 0.276                          | 0.143                          | 0.202                          |
| 7   | "                | "                | 0                      | "                      | 0.232              | 0.850               | 0.307                          | 0.422                          | 0.245                          | 0.265                          |
| 8*  | "                | 30               | —                      | —                      | 0.151              | 0.850               | 0.206                          | 0.382                          | 0.170                          | 0.249                          |
| 9   | "                | 20               | 40                     | 60                     | 0.154              | 0.753               | (0.182)                        | (0.303)                        | (0.242)                        | (0.264)                        |
| 10  | "                | "                | "                      | 75                     | "                  | "                   | (0.187)                        | (0.304)                        | (0.261)                        | (0.291)                        |

(注)  $\sigma_c$ : コンクリートの圧縮強度,  $\tau_{0.05}$ :  $\delta = 0.05\text{mm}$  時の付着強度

$\tau_{\max}$ : 最大付着強度 \* …… スミバー D51 (Hふし)

( ) 内の数値は用いたコンクリートの圧縮強度がそれ以外の

ものと異なっている。

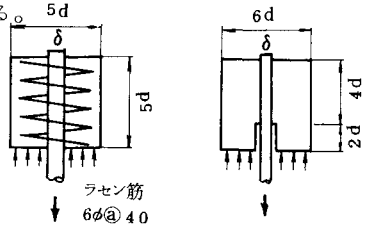
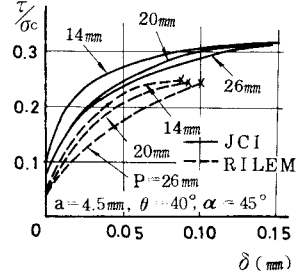
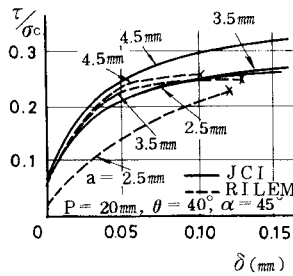


図 2. 供試体の形状と試験方法

(2) ふし間隔  $p$  の影響 …………… 図 4

初期の付着強度は  $p$  が小さい程大きいが  $\tau_{\max}$  におよぼす  $p$  の影響は比較的小さい。これは従来からいわれているようにすべり量の小さい領域ではコンクリートの支圧抵抗が、 $\tau_{\max}$  にはせん断抵抗がそれぞれ関与しているためと考えられる。



(3) ふしの欠損角  $\theta$  の影響 …………… 図 5

$\theta$  が小さい程、初期付着強度、最大付着強度は大きくなる。 $\theta$  の存在が付着強度に悪影響をおよぼすことは以前からいわれているが、欠損角を有するねじ鉄筋とスミバー D 5 1 とを比較してみると、むしろ  $\theta \leq 40^\circ$  の範囲では、JCI、RILEM の両試験ともねじ鉄筋の方が優れた付着性状を示している。これより、 $\theta \leq 40^\circ$  が適当と考えられる。

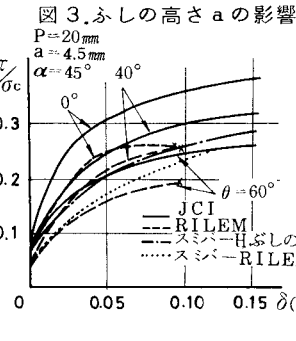
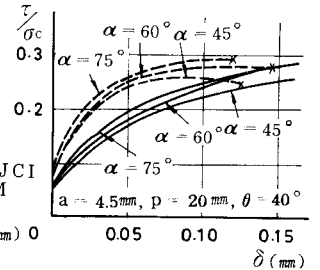


図 4. ふし間隔  $p$  の影響



(4) ふしの傾斜角  $\alpha$  の影響 …………… 図 6

$\alpha$  が大きくなるにつれて初期付着強度、最大付着強度は高くなるが、その上昇程度はわずかである。

(5) 支圧面積係数  $B \cdot A$  とせん断面積係数  $S \cdot A$  の影響

国分らの提案になる  $B \cdot A$ 、 $S \cdot A$  と初期付着強度  $\tau_{0.05}$ 、最大付着強度  $\tau_{\max}$  との関係を図 7～10 に示す。

図 7. 図 9 より  $\tau_{0.05}$  は  $S \cdot A$  よりも  $B \cdot A$  と相関が強いこと、また図 8. 図 10 より  $\tau_{\max}$  は  $B \cdot A$  よりも  $S \cdot A$  との相関が強いことがわかる。これより、異形鉄筋の付着機構は荷重レベルに応じて支圧からせん断へ移行してゆくものと考えられる。この現象は JCI の場合に認められるが、RILEM の場合  $\tau_{0.05}$  の  $\tau_{\max}$  はほとんど同一で、 $\tau_{\max}$  と  $B \cdot A$  または  $S \cdot A$  との相関はあまりない。すなわち、らせん筋補強がなくかぶり厚さが比較的薄い場合の  $\tau_{\max}$  はコンクリートの割裂で決まり、この割裂付着破壊は  $B \cdot A$  が 0.1 以上、 $S \cdot A$  が 0.6 以上になると  $B \cdot A$ 、 $S \cdot A$  にほとんど影響されないためと考えられる。

図 5. ふしの欠損角  $\theta$  の影響

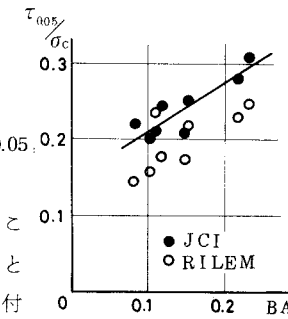


図 6. ふしの傾斜角  $\alpha$  の影響

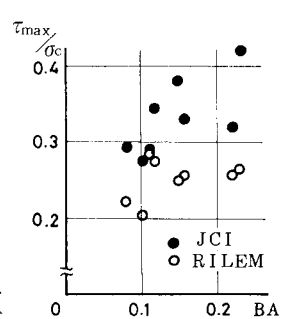


図 7.  $\tau_{0.05}$ — $B \cdot A$  関係

図 8.  $\tau_{\max}$ — $B \cdot A$  関係

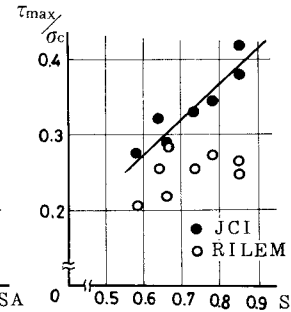
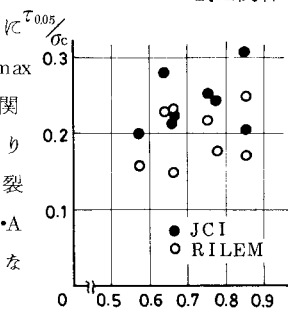


図 9.  $\tau_{0.05}$ — $S \cdot A$  関係

図 10.  $\tau_{\max}$ — $S \cdot A$  関係

3. 結 言

以上の結果にもとづき、ねじ鉄筋 D 5 1 のふし形状 ( $a=4.5\text{mm}$ ,  $p=20\text{mm}$ ,  $\theta \leq 40^\circ$ ,  $\alpha=45^\circ$ ) および他サイズ D 25, D 29, D 35, D 38 のねじ鉄筋のふし形状を決定し、これらの付着性能は在来の異形鉄筋のそれと同等であることを確認した。なお、本研究を実施するに当たり国分正胤博士より種々御指導を賜ったことを付記し謝意を表する。

○参考文献：(1)国分、岡村“太径鉄筋の使用法に関する研究”土木学会論文報告集第 202 号、1972 年 6 月

(2)後藤他“太径異形鉄筋のひび割れ特性について”土木学会第 29 回年次学術講演会 昭和 49 年 10 月