

# 局部支圧を受ける補強コンクリートのひびわれおよび破壊安全率について

神戸大学工学部 正員 藤井 学  
大学院 学生員 鍋野 幹夫

## 1、まえがき

ポストテンション PC 定着部の設計は、一般に許容応力設計法によって行なわれている。この設計法により局部支圧を受けるコンクリートに必要な補強筋をそう入した場合では、果してひびわれが発生しないのか、発生するのかが。発生するとすれば最大ひびわれ幅はどの程度なのか。さらに破壊に対してどの程度の安全性が確保されているのか、などの問題点が明らかでない。本研究は局部支圧を受けるコンクリートの補強にラセン鉄筋を用いて、巻き径、支圧板径、巻き径と支圧板径との比、および補強方法の相違などがひびわれおよび破壊安全率に及ぼす影響について検討し、さらに設計許容ひびわれ幅を考慮するという考えにもとずいて、これに対する安全率についても検討した。

## 2、実験概要

表-1 に示すようなラセン鉄筋をそう入した円柱コンクリート ( $\phi 20 \times 40 \text{ cm}$ ) 供試体を用いて、厚さ  $20 \text{ mm}$ 、直径  $2r_1 = 5, 7.5, 10 \text{ cm}$  の 3 種類の支圧板を用い、同心円載荷を行なった。補強方法は、次の 2 種類 (A type, B type) とした (図-1 参照)。A type 補強; 建築学会 PC 規準によると許容支圧応力は  $\sigma_{ua} = 0.4 \sigma_{ck} \sqrt{A_c/A_1}$  ( $\sigma_{ck}$ : 設計基準強度,  $A_c, A_1$ : 支承面積, 支圧面積) で与えられている。ここで  $\sigma_{ck} = 300, 400 \text{ kg/cm}^2$  として所定の支圧面積に載荷しうる最大の荷重 (設計導入荷重)  $P_t$  を求め、この  $P_t$  に対して上述の規準を参考にしてラセン鉄筋量を算定した。なおラセン鉄筋は  $\phi 4.2 \text{ mm}$  のものを用い、許容引張応力を  $\sigma_{sa} = 1600 \text{ kg/cm}^2$  と仮定した。B type 補強; A type 補強に対して求められた

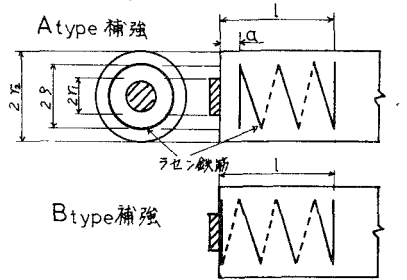


図-1 A type 補強と B type 補強

ラセン鉄筋の配置範囲と載荷端まで延長したものである。巻き径およびピッチは、A type 補強と同じである。コンクリート強度は、プレストレス導入時には  $\sigma_{ck} = 400 \text{ kg/cm}^2$  に対して  $\sigma_{ct} \geq 0.7 \sigma_{ck}$

表-1 ラセン鉄筋量一覧

|           | 補強方法   | 目標圧縮強度<br>$\sigma_c$<br>( $\text{kg/cm}^2$ ) | 支圧板寸法<br>$2r_1$<br>( $\text{cm}$ ) | 設計導入荷重<br>$P_t$<br>( $\text{ton}$ ) | 巻き数 | 配置範囲                   |                        | ピッチ<br>$t$<br>( $\text{cm}$ ) | 巻き径<br>$2\phi$<br>( $\text{cm}$ ) |
|-----------|--------|----------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----|------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
|           |        |                                              |                                    |                                     |     | $l$<br>( $\text{cm}$ ) | $a$<br>( $\text{cm}$ ) |                               |                                   |
| 設計荷重作用時   | A type | 300<br>(300)                                 | 5                                  | 9.4                                 | 5   | 16.5                   | 3.0                    | 3.4                           | 8.5, 11.5<br>14.0, 17.0           |
|           |        |                                              | 7.5                                | 14.1                                | 6   | 15.5                   | 3.5                    | 2.4                           |                                   |
|           |        |                                              | 10                                 | 18.8                                | 6   | 15.0                   | 4.0                    | 2.2                           |                                   |
|           | B type | 300<br>(300)                                 | 5                                  | 9.4                                 | 6   | 17.0                   |                        | 3.4                           |                                   |
|           |        |                                              | 7.5                                | 14.1                                | 8   | 17.5                   |                        | 2.4                           |                                   |
|           |        |                                              | 10                                 | 18.8                                | 8   | 15.5                   |                        | 2.2                           |                                   |
| プレストレス導入時 | A type | 400<br>(400)                                 | 5                                  | 12.6                                | 6   | 16.5                   | 3.0                    | 2.7                           | 8.5, 11.5<br>14.0, 17.0           |
|           |        |                                              | 7.5                                | 18.8                                | 7   | 15.5                   | 3.5                    | 2.0                           |                                   |
|           |        |                                              | 10                                 | 25.1                                | 8   | 15.0                   | 4.0                    | 1.6                           |                                   |
|           | B type | 400<br>(400)                                 | 5                                  | 12.6                                | 8   | 19.0                   |                        | 2.7                           |                                   |
|           |        |                                              | 7.5                                | 18.8                                | 9   | 16.0                   |                        | 2.0                           |                                   |
|           |        |                                              | 10                                 | 25.1                                | 10  | 14.0                   |                        | 1.6                           |                                   |

( ) : カッコ内の数値は設計基準強度 ( $\sigma_{ck}$ )

$=280 \text{ kg/cm}^2$  となるので 試験時目標圧縮強度を  $300 \text{ kg/cm}^2$  とし、設計荷重作用時では、 $\sigma_{ck}=300$ 、 $400 \text{ kg/cm}^2$  を試験時の目標圧縮強度とした。

### 3. 実験結果およびその検討

表-2 は 4 種類の巻き径、3 種類の支圧板について各安全率の平均値を示している。図-2 は フレストレス導入時の各安全率と  $g/r_1$  の関係を示している。

#### フレストレス導入時の安全率

無筋供試体の ひびわれ安全率 ( $P_{cr}/P_e$ ) の平均値は 1.53 程度、補強供試体では、A type 補強で 1.52、B type 補強で 1.61 程度であり、ひびわれ安全率については、A type 補強は無筋の場合とほぼ等しくなっている。破壊安全率 ( $P_u/P_e$ ) の平均値は、補強供試体では約 2.0 以上確保されている。図-2 によると ひびわれ安全率の値は かなりばらついているが、 $g/r_1 \cong 1$  ( $2r_1=10 \text{ cm}$ ) では、 $P_{cr}/P_e$  の値が低く、特に A type 補強で  $P_{cr}/P_e \cong 1.15$  程度となっている。 $P_{o1}/P_e$ 、 $P_u/P_e$  については、A type 補強では  $g/r_1=1.5 \sim 2.0$  の範囲で補強するとこれらの安全率の増大に効果的である。一方 B type 補強では、 $g/r_1$  の増加とともにこれらの安全率 ( $P_{o1}/P_e$ 、 $P_u/P_e$ ) は上昇している。

#### 設計荷重作用時の安全率

ひびわれ安全率 ( $P_{cr}/P_e$ ) の平均値は 1.7 以上となっているが、 $g/r_1 \cong 1$  ( $2r_1=10 \text{ cm}$ ) では、 $P_{cr}/P_e$  の値が かなり低くなる傾向が認められた。破壊安全率 ( $P_u/P_e$ ) の平均値は、無筋供試体では約 2.4、補強供試体では 2.8 ~ 3.3 となっている。さらに、A type 補強と B type 補強とを比較すると B type 補強の方が ひびわれおよび破壊安全率が若干上昇しているのがわかる。

表-2 フレストレス導入時および設計荷重作用時の安全率

|           | 補強方法   | 目標圧縮強度 $\sigma_c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | 安全率                              |                                  |                            | 実測の圧縮強度 $\sigma_c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------|--------|-----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------------------|
|           |        |                                         | $P_{cr}/P_e$<br>( $P_{cr}/P_t$ ) | $P_{o1}/P_e$<br>( $P_{o1}/P_t$ ) | $P_u/P_e$<br>( $P_u/P_t$ ) |                                          |
| フレストレス導入時 | 無筋     | 300                                     | (1.53)                           |                                  | (1.76)                     | 305                                      |
|           | A type |                                         | (1.52)                           | (1.64)                           | (2.03)                     |                                          |
|           | B type |                                         | (1.61)                           | (1.69)                           | (2.12)                     |                                          |
| 設計荷重作用時   | 無筋     | 300                                     | 2.09                             | 2.27                             | 2.37                       | 319                                      |
|           | A type |                                         | 2.04                             | 2.27                             | 2.77                       |                                          |
|           | B type |                                         | 2.28                             | 2.74                             | 3.27                       |                                          |
|           | 無筋     | 400                                     | 2.01                             |                                  | 2.41                       | 399                                      |
|           | A type |                                         | 2.23                             | 2.57                             | 2.94                       |                                          |
|           | B type |                                         | 2.15                             | 2.50                             | 2.98                       |                                          |

$P_{cr}$ ,  $P_u$ : ひびわれ荷重, 破壊荷重。  
 $P_{o1}$ ,  $P_{o2}$ : 最大ひびわれ幅 0.1, 0.2 mm に対応した荷重。  
 $P_t = 0.4 \sigma_{ck} / A_c A_1$ , ( $\sigma_{ck} = 400 \text{ kg/cm}^2$ )  
 $P_e = 0.35 \sigma_c / A_c A_1$ , ( $\sigma_c$ : 実測の圧縮強度)

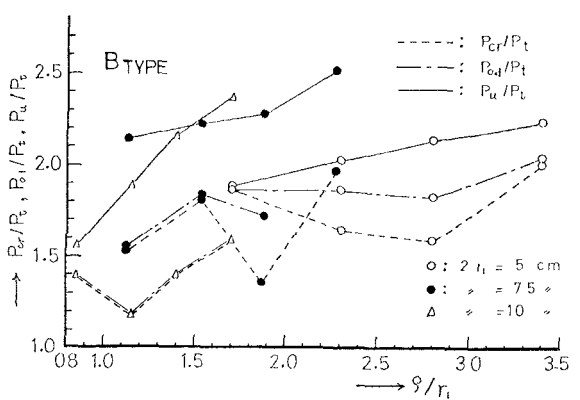
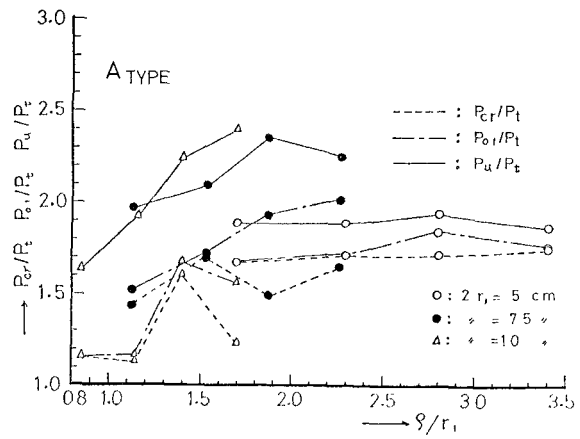


図-2 フレストレス導入時の安全率と  $g/r_1$  の関係