

## V-526

## せん断補強筋を配置しないP Cはりのせん断耐力に及ぼすプレストレスの効果

大阪工業大学大学院 学生員 浦野 剛      大阪工業大学大学院 学生員 三方 康弘  
 大阪工業大学工学部 正員 井上 晋      大阪工業大学工学部 フェロー会員 小林 和夫  
 大阪工業大学工学部 正員 仁枝 保

## 1. 本研究の目的

本研究では、棒部材のせん断耐力に及ぼす軸方向圧縮力の効果を定量化するための基礎資料を得ることを目的とし、せん断補強筋のないP Cはり部材を対象として、断面下縁プレストレス量とその分布がせん断耐力に及ぼす影響を実験的に検討した。

## 2. 実験計画

供試体として幅×高さ＝100×200mm の長方形断面(全長 1750mm)のP C単純はり部材を用いた。その断面を図1に示す。また実験要因として、①断面下縁のプレストレス量(0,2.0,3.0,4.0N/mm<sup>2</sup>)、②断面内のプレストレス分布(三角形、台形、長方形)、③コンクリート強度( $f_c=40,80\text{N/mm}^2$ )を選定した。これらの詳細を表1に示す。なお、供試体にはせん断補強筋を配置せず、またP C鋼材にはφ19mm のP C鋼棒を用いせん断破壊が先行するよう配慮した。荷重試験方法は、スパン長 1300mm で単純支持を行い、せん断スパン 450mm( $a/d=3.21$ )とした対称2点集中荷重方式により破壊に至るまで静的荷重を実施した。これらの詳細を図2に示す。

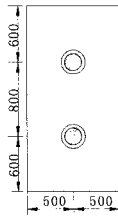


図1 供試体の断面図

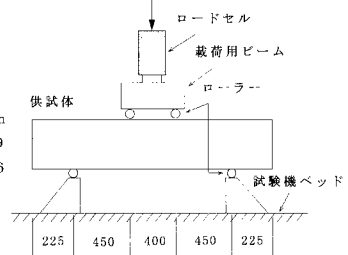


図2 荷重試験方法

## 3. 解析手法

Collins らが提唱した修正圧縮場理論<sup>1)</sup>による純せん断耐力はせん断補強筋のない場合式(1)で算出される。

$$V = V_c = f_t b_w j d \cot \theta \quad (f_t : \text{主引張応力}, \theta : \text{ひび割れ傾斜角}) \quad (1)$$

なお解析に用いるコンクリートの引張強度として、 $f_t = 0.33\lambda\sqrt{f_c}$  ( $\lambda=1.00 : \text{N/mm}^2$ ,  $f_c : \text{コンクリート圧縮強度}$ )を用いた。

## 4. 実験結果と考察

## (1)せん断ひび割れ発生荷重およびせん断耐力(表1参照)

せん断ひび割れ発生荷重の実測値と各種耐力式から算出したせん断破壊荷重を比較すると、コンクリート標準示方書が13%~23%、二羽らの式<sup>2)</sup>に軸力の影響を考慮したものが4%~18%、道路橋示方書が32%~38%、ACI CODE が18%~26%安全側の値を示すのに対し、修正圧縮場理論はその差が10%以内と実測値とほぼ等しい値を算出している。せん断ひび割れ発生荷重は計算値および実測値の両者とも断面下縁のプレストレス量が大きくなるほど増加するものの、各種耐力式による計算値はACI CODE を除きその増加率が小さく、プレストレスの増加とともに実測値との差が大きくなる傾向が見られる。また断面内のプレストレス分布の影響は各種耐力式による計算値には反映されないが、せん断ひび割れ発生荷重の実測値は長方形分布が最も大きく、以下台形分布、三角形分布の順となった。これに対し修正圧縮場理論は断面のプレストレス分布の影響を含めて、プレストレスの効果を適切に評価しており、せん断ひび割れ発生荷重の実測値を程良く推定している。

一方せん断耐力に関しては、プレストレス量やプレストレス分布の影響については上述と同様のことがいえるものの、計算値と実測値との差は修正圧縮場理論を用いた場合でもかなり大きくなり、安全側の値を算出する傾向がうかがえる。これは、せん断補強筋のないP Cはり部材では、せん断ひび割れ発生後タイドアーチプレストレス、せん断耐力、修正圧縮場理論、P Cはり

表 1 供試体の詳細および実験結果

| 供試体<br>記号 | コンクリート<br>強度<br>$f'_c$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 導入プレストレス<br>$\sigma_{ct}$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |      | せん断破壊荷重（実材料計算値）<br>$P_{us2}$<br>(KN) |      |            |             |             | せん断<br>ひび割れ<br>発生荷重<br>(実測値)<br>$P_{cs}$<br>(KN) | 最大<br>荷重<br>(実測値)<br>$P_u$<br>(KN) | 破壊形式  |
|-----------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------|--------------------------------------|------|------------|-------------|-------------|--------------------------------------------------|------------------------------------|-------|
|           |                                                | 上縁                                                | 下縁   | コンクリート<br>標準示方書                      | 二羽式  | 道路橋<br>示方書 | ACI<br>CODE | 修正圧縮場<br>理論 |                                                  |                                    |       |
| P-0-0     | 40                                             | 0                                                 | 0    | 35.3                                 | 43.8 | 15.1       | 24.7        | 52.0        | 52.0                                             | 87.4                               | 曲げせん断 |
| P-0-20    |                                                | 0                                                 | 1.96 | 38.9                                 | 48.2 | 16.6       | 31.1        | 61.0        | 55.4                                             | 98.3                               | 曲げせん断 |
| P-0-30    |                                                | 0                                                 | 2.94 | 40.8                                 | 50.5 | 17.3       | 35.6        | 65.4        | 54.8                                             | 105.2                              | 曲げせん断 |
| P-0-40    |                                                | 0                                                 | 3.92 | 42.4                                 | 52.5 | 18.0       | 38.7        | 68.8        | 64.1                                             | 96.3                               | 曲げせん断 |
| P-20-40   |                                                | 1.96                                              | 3.92 | 42.5                                 | 52.7 | 18.0       | 38.7        | 77.8        | 73.7                                             | 103.0                              | 曲げせん断 |
| P-40-40   |                                                | 3.92                                              | 3.92 | 42.7                                 | 52.9 | 18.1       | 38.7        | 84.6        | 81.7                                             | 96.4                               | 曲げせん断 |
| HP-0-0    | 80                                             | 0                                                 | 0    | 44.3                                 | 54.9 | 19.2       | 37.6        | 73.8        | 65.8                                             | 150.1                              | 曲げせん断 |
| HP-0-20   |                                                | 0                                                 | 1.96 | 47.5                                 | 58.8 | 20.6       | 43.9        | 83.6        | 80.0                                             | 148.8                              | 曲げ    |
| HP-0-30   |                                                | 0                                                 | 2.94 | 48.4                                 | 59.9 | 21.2       | 47.4        | 87.2        | 82.9                                             | 148.2                              | 曲げせん断 |
| HP-0-40   |                                                | 0                                                 | 3.92 | 49.8                                 | 61.7 | 21.9       | 50.4        | 91.4        | 88.9                                             | 159.9                              | 曲げせん断 |
| HP-20-40  |                                                | 1.96                                              | 3.92 | 49.8                                 | 61.7 | 21.9       | 50.4        | 101.6       | 92.2                                             | 168.5                              | 曲げせん断 |
| HP-40-40  |                                                | 3.92                                              | 3.92 | 49.8                                 | 61.7 | 21.9       | 50.4        | 109.2       | 109.9                                            | 181.5                              | 曲げせん断 |

的耐荷機構が形成され、最終的に斜め引張破壊でなく曲げせん断破壊したことによるものと思われる。

## (2)せん断力ーコンクリート主引張・主圧縮ひずみ関係(図3参照)

主引張ひずみに関しては、断面下縁のプレストレス量が大いほどひずみの増加量が減り、最大ひずみも小さくなる傾向を示した。また断面内のプレストレス分布によるひずみの差は認められなかった。一方、主圧縮ひずみに関しては、断面下縁のプレストレス量が大いほど同一荷重時のひずみが減少する傾向を示した。また断面内のプレストレス分布によるひずみの差は認められなかった。

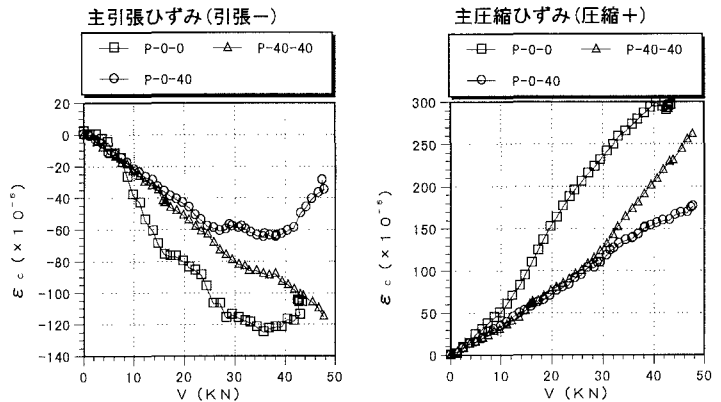


図3 せん断力ーコンクリートひずみ曲線

## (3)せん断ひび割れの傾斜角(表2参照)

断面下縁のプレストレス量が大いほど、斜めひび割れ傾斜角が小さくなる傾向を示し、また断面のプレストレス分布では、長方形分布の場合の傾斜角が最も小さく、以下台形分布、三角形分布の順になった。修正圧縮場理論による解析値は断面下縁のプレストレス量と断面のプレストレス分布を変化させた場合においても最終的な斜めひび割れ傾斜角の実測値を程良く推定している。

## 5. 結論

せん断ひび割れ発生荷重およびせん断破壊荷重はプレストレスの増加とともに増加する。また断面下縁のプレストレス量が等しい場合、プレストレス分布が長方形分布の場合が最も大きく、以下台形分布、三角形分布の順となる。断面のプレストレス分布の影響は各種耐力式による計算値には反映されないが、修正圧縮場理論はひび割れ傾斜角の変化を含めその影響を精度よく評価できる。

参考文献 1)M.P.Collins and D.Mitchell : Prestressed Concrete Structures,PRENTICE HALL,1991

2)二羽・山田・横沢・岡村：せん断補強筋を用いないRCはりのせん断強度式の再評価

土木学会論文報告集第372号 V-5, 1986.8.

表2 斜めひび割れの傾斜角

| 供試体      | 斜めひび割れの傾斜角 $\theta$ |     |
|----------|---------------------|-----|
|          | 解析値                 | 実測値 |
| P-0-0    | 45°                 | 37° |
| P-0-20   | 40°                 | 38° |
| P-0-30   | 39°                 | 34° |
| P-0-40   | 37°                 | 35° |
| P-20-40  | 34°                 | 35° |
| P-40-40  | 32°                 | 30° |
| HP-0-0   | 45°                 | 40° |
| HP-0-20  | 41°                 | 38° |
| HP-0-30  | 40°                 | 40° |
| HP-0-40  | 39°                 | 35° |
| HP-20-40 | 36°                 | 34° |
| HP-40-40 | 34°                 | 30° |