

# 大変形を受けるPCはりの挙動について

鳥取大学 正員 矢村 潔  
鳥取県庁 正員 ○村上 朗  
鳥取大学 学員 山内 政己

## 1 まえがき

鉄筋コンクリート部材の塑性領域における変形、破壊過程を明らかにしていくことは、鉄筋コンクリート構造部材の耐震設計法、塑性設計法を確立していく上できわめて重要な基本的な問題である。

本研究はプレストレストコンクリート（以下 PCと呼ぶ）はりが、補強用鋼材が降伏する変形をはるかに越えるような大変形の繰返し作用を受けた場合の挙動を明らかにしていくことも目的としたものであり、主として破壊の進行状態、残留強度等について実験、検討したものである。

## 2. 実験概要

本実験での主たる要因は、補強鋼材比、導入プレストレス量、そして与える繰返し変位水準である。要因の組合せを表-1に示す。使用したコンクリートの圧縮強度の500 kgf/cm<sup>2</sup>程度のものである。緊張材にはφ13mm、φ11mmのPC鋼棒を使用し、導入プレストレス量はAシリーズで12tonf、B、Cシリーズ8tonfである。供試体の寸法、配筋、載荷方法は図-1に示す。載荷方法は与える変位水準を上限とし、下限を0.5tonfとする片振り繰返し載荷で100回まで行った。適当な繰返し回数ごとに、上限における荷重、下限における変位等の測定を行った。繰返し載荷終了後は静的載荷を行い、耐力が最大耐力の1/2程度に減退した場合、スパン中央にわみが30〜40mmに達した場合に載荷を打ち切った。

表-1 実験計画表

| シリーズ | PC鋼棒 | 鋼材比 (%) | PS導入量 (tonf) | 変位水準 δ (mm)    |
|------|------|---------|--------------|----------------|
| A    | φ13  | 0.74    | 12           | 7.10.13.16.19  |
| B    | φ13  | 0.74    | 8            | 10.13.16.19.22 |
| C    | φ11  | 0.53    | 8            | 13.16.19.22.25 |

表-2 実験結果

| 供試体<br>番号 | 変位<br>水準<br>δ<br>(mm) | ひび割れ<br>荷重<br>P <sub>cr</sub><br>(tonf) | 降伏<br>荷重<br>P <sub>y</sub><br>(tonf) | 終局<br>荷重<br>P <sub>u</sub><br>(tonf) | たわみ<br>(mm)           |                       | たわみ<br>による<br>じん性<br>率 |
|-----------|-----------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
|           |                       |                                         |                                      |                                      | 降伏時<br>δ <sub>y</sub> | 終局時<br>δ <sub>u</sub> |                        |
| A-S-1     | -                     | 5.50                                    | 7.03                                 | 10.85                                | 2.60                  | -                     | -                      |
| A-S-2     | -                     | 5.40                                    | 7.42                                 | 11.50                                | 2.80                  | -                     | -                      |
| A-D-1     | 7                     | 5.51                                    | 7.00                                 | 10.97*                               | 2.80                  | 14.01                 | 5.00                   |
| A-D-2     | 7                     | 5.49                                    | 7.60                                 | 11.43*                               | 2.95                  | 15.55                 | 5.27                   |
| A-D-3     | 10                    | 5.74                                    | 7.15                                 | 10.87                                | 2.40                  | 10.07                 | 4.20                   |
| A-D-4     | 10                    | 6.00                                    | 7.36                                 | 10.72*                               | 3.30                  | 15.53                 | 4.71                   |
| A-D-5     | 13                    | 5.62                                    | 6.88                                 | 10.40f                               | 2.40                  | 11.01                 | 4.59                   |
| A-D-6     | 13                    | 5.58                                    | 7.50                                 | 11.16f                               | 2.95                  | 12.07                 | 4.09                   |
| A-D-7     | 16                    | 5.76                                    | 6.84                                 | 10.35f                               | 2.70                  | 13.05                 | 4.83                   |
| A-D-8     | 16                    | 5.78                                    | 7.57                                 | 11.34f                               | 2.80                  | 12.03                 | 4.30                   |
| A-D-9     | 19                    | 5.61                                    | 7.09                                 | 11.10f                               | 2.80                  | 13.05                 | 4.66                   |
| A-D-10    | 19                    | 5.72                                    | 7.60                                 | 11.16f                               | 2.80                  | 13.62                 | 4.86                   |
| B-S-1     | -                     | 4.40                                    | 5.91                                 | 9.85                                 | 2.80                  | 16.09                 | 5.75                   |
| B-S-2     | -                     | 3.98                                    | 5.79                                 | 10.69                                | 3.40                  | 16.04                 | 4.72                   |
| B-D-1     | 10                    | 4.19                                    | 5.88                                 | 11.04*                               | 3.00                  | 17.17                 | 5.72                   |
| B-D-2     | 10                    | 3.70                                    | 5.23                                 | 10.83*                               | 3.00                  | 19.03                 | 6.34                   |
| B-D-3     | 13                    | 3.98                                    | 5.77                                 | 10.99*                               | 3.00                  | 19.02                 | 6.34                   |
| B-D-4     | 13                    | 3.85                                    | 5.60                                 | 10.74*                               | 3.45                  | 18.99                 | 5.50                   |
| B-D-5     | 16                    | 3.83                                    | 5.67                                 | 10.53f                               | 2.65                  | 15.14                 | 5.71                   |
| B-D-6     | 16                    | 3.70                                    | 5.61                                 | 10.75*                               | 2.80                  | 18.91                 | 6.75                   |
| B-D-7     | 19                    | 3.51                                    | 5.68                                 | 10.71f                               | 2.70                  | 17.03                 | 6.31                   |
| B-D-8     | 19                    | 3.50                                    | 5.98                                 | 10.46u                               | 4.00                  | 19.07                 | 4.77                   |
| B-D-9     | 19                    | 3.49                                    | 5.85                                 | 10.56u                               | 3.45                  | 18.89                 | 5.48                   |
| B-D-10    | 22                    | 3.30                                    | 5.29                                 | 10.98f                               | 2.85                  | 19.69                 | 6.91                   |
| C-S-1     | -                     | 3.83                                    | 5.28                                 | 8.38                                 | 2.45                  | 16.07                 | 6.56                   |
| C-S-2     | -                     | 3.80                                    | 5.27                                 | 8.95                                 | 2.80                  | 15.09                 | 5.39                   |
| C-D-1     | 13                    | 3.50                                    | 5.09                                 | 8.93u                                | 2.40                  | 13.04                 | 5.43                   |
| C-D-2     | 13                    | 3.20                                    | 5.17                                 | 8.74*                                | 2.60                  | 19.09                 | 7.65                   |
| C-D-3     | 16                    | 3.50                                    | 5.19                                 | 8.74*                                | 2.60                  | 24.08                 | 9.26                   |
| C-D-4     | 16                    | 3.58                                    | 5.18                                 | 9.19*                                | 2.50                  | 25.79                 | 10.32                  |
| C-D-5     | 19                    | 3.21                                    | 5.08                                 | 9.14f                                | 2.65                  | 15.04                 | 5.68                   |
| C-D-6     | 19                    | 3.53                                    | 5.29                                 | 8.79*                                | 2.90                  | 25.55                 | 8.81                   |
| C-D-7     | 22                    | 3.50                                    | 5.37                                 | 9.09u                                | 2.60                  | 20.66                 | 7.95                   |
| C-D-8     | 22                    | 3.30                                    | 5.18                                 | 9.00f                                | 2.55                  | 16.32                 | 6.40                   |
| C-D-9     | 25                    | 3.48                                    | 4.58                                 | 8.88f                                | 2.45                  | 23.02                 | 9.40                   |
| C-D-10    | 25                    | 3.69                                    | 5.13                                 | 8.49f                                | 2.45                  | 18.06                 | 7.37                   |

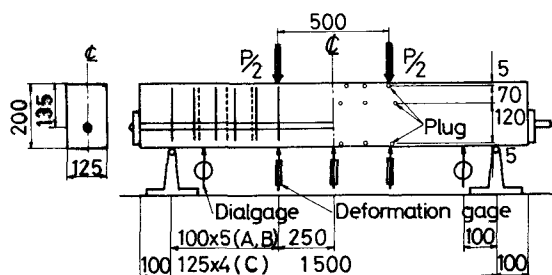


図-1 供試体の寸法・配筋および載荷方法

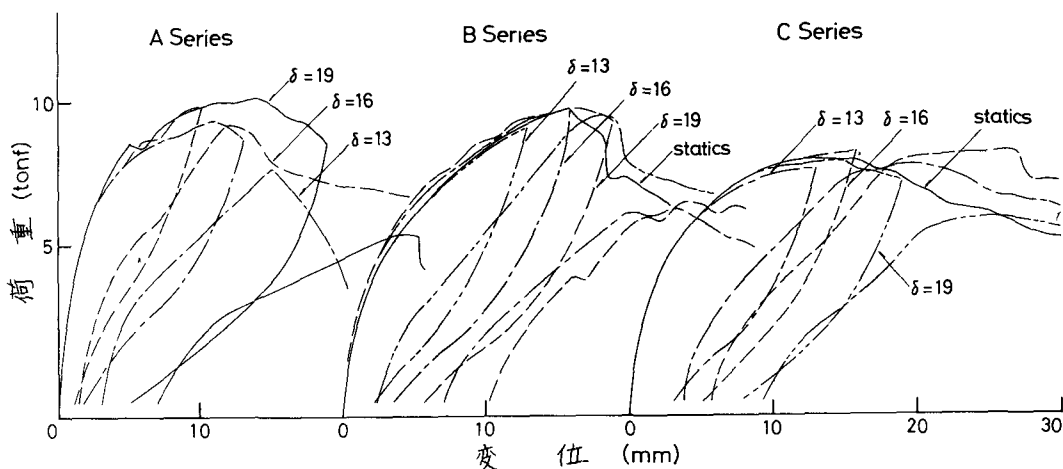


図-2 荷重～スパン中央たわみの関係

### 3. 実験結果と考察

実験結果をまとめて表-2に示す。終局荷重値に付記している記号は☆：100回目に最大耐力に達したもの、u：1回目に最大耐力に達したもの、f：1回目に最大耐力に達し、さらにフォーリングブランク領域に達したものを示す。1回目の載荷で最大耐力に達した場合の変位はAシリーズで $\delta = 13\text{ mm}$ 、Bシリーズで $\delta = 16 \sim 19\text{ mm}$ 、Cシリーズで $\delta = 16 \sim 20\text{ mm}$ 程度である。図-2は代表的な供試体の1回目の所定の変位水準までの載荷および除荷、100回目の載荷についての荷重～スパン中央たわみ関係を示す。除荷時の曲線は繰返し変位水準が小さい場合、ひびわれ耐力付近に変曲点をもつ曲線形状を示し、繰返し変位水準が大きくなるにしたがって下に凸の形状を示している。さらに繰返し載荷後の曲線の包絡線は、繰返し変位水準がそれほど大きくない領域では静的載荷の曲線とほぼ同様であると考えられる。図-3は繰返しにおける各上限の荷重の減退の程度と繰返し回数関係を示したものである。繰返し載荷の変位水準が大きくなるにしたがい荷重減退の程度は大きく、最大耐力を与える変位水準以上の変位で繰返す場合は100回目程度の繰返しでは荷重の減退は安定せず、徐々にあるが進行する傾向にある。図-4はn回目の繰返し上限での荷重と与える繰返しの変位水準の関係を示したものである。各シリーズとも1回目の載荷で最大耐力に達する変位水準以下での繰返し載荷では荷重減退の程度はほぼ等しいと言える。しかし、この変位水準以上では荷重減退の程度は大きくなる傾向にあり、プレストレス量の大きいもの、変位水準の大きいものほどこのことは顕著である。以上のことより、繰返し載荷において、最大耐力を与える変位水準を選抜点としてPC部材の劣化の進行形態が異なってくるということに留意しなければならない。

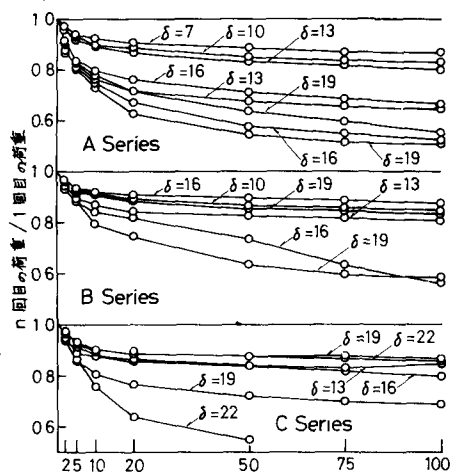


図-3 上限荷重の減退の程度 繰返し回数と繰返し回数の関係

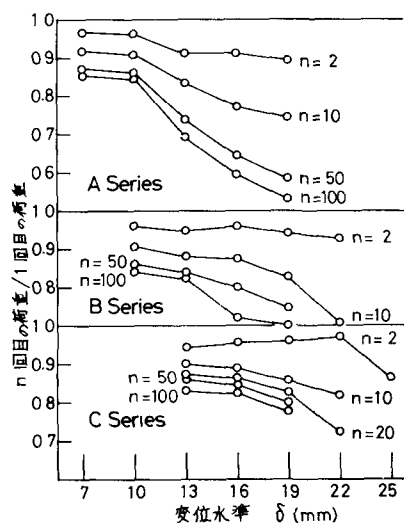


図-4 n 回目の繰返し上限荷重と変位水準の関係