

岐阜大学 正員 大浜 文彦  
 “ “ 小林 和夫  
 愛知県庁 “ “ 小笠原 秀夫

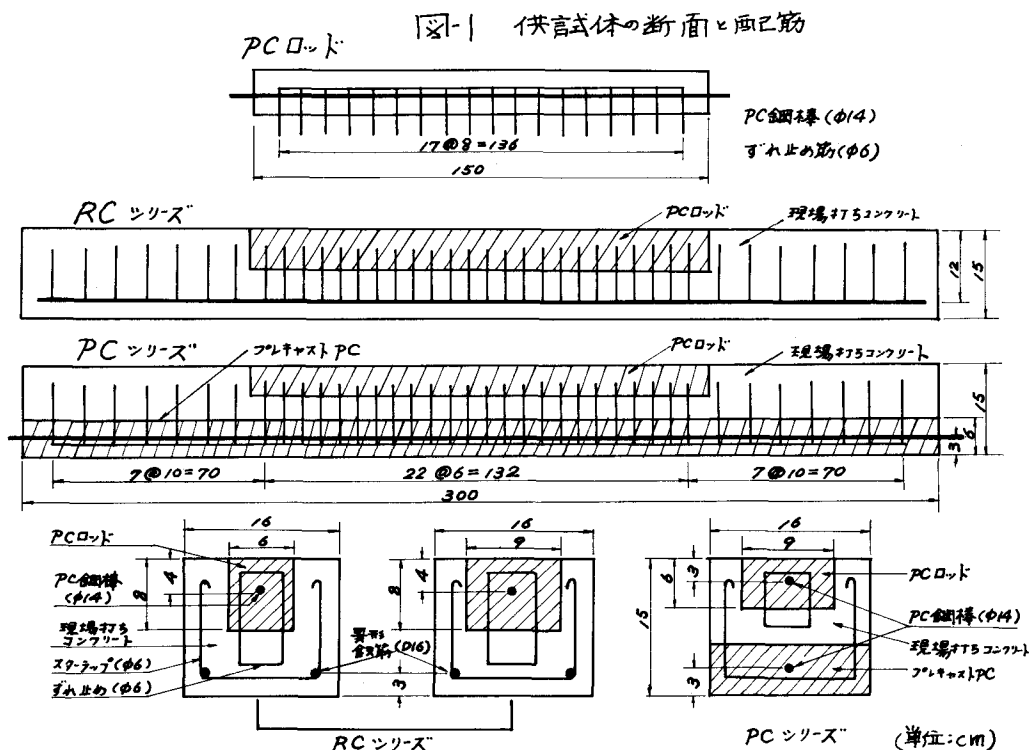
1 はえがき

PC 合成はりとは単純はりとしては有利な断面型式であると考えられる。しかし、負のモーメントも作用する連続はりでは、現場打ち部断面のみにプレストレスを与えることはむづかしいので、単純はりに較べてその特性を十分に発揮できない欠点がある。これに対する1つの方法として予めプレストレスを与えられた棒状のプレキャスト材(以下PC ロッドと呼ぶ)を現場打ち部に埋め込むことにより、その部に直接プレストレスを与えられた場合とある程度近い効果が期待できると報告されている<sup>1)</sup>。

本研究は、PC ロッドを用いた連続はりの力学的諸特性を考察することにより、PC ロッドのこの方面への利用に関する設計上の問題点を検討したものである。

## 2 試験の概要

(1) 供試体の種類 連続はりの負モーメント域に埋め込んだPC ロッドの作用を検討するため、ここでは正モーメントに抵抗させる構造をRC 断面としたもの(RC シリーズ)とPC 断面としたもの(PC シリーズ)の2種類の供試体を作製した。これらは図1に示すように、前者では2-D16で、後者では



断面の全幅をプレキャストとしたPC断面(PCロッドと同様にφ14鋼棒を用いて、60%の一本プレストレスを与えたもの)で正モーメントに抵抗させる。

検討した試験図3は、1)PCロッドのプレストレス量(φ14鋼棒一本プレストレスを与えた)、2)PCロッドの断面、3)現場打ちコンクリートの種類(目標強度400 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ の普通、軽量コンクリート)である。ただし、プレキャスト部は11割も目標強度400 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ の普通コンクリートとした。供試体の種類を図1、表1に示す。

(2)供試体の作製 PCロッドおよびPCシリーズのプレキャスト部は打設後1日で脱型し、打設面にあたる表層はワイヤブランケットで目張りし、レイタンスを除去した。その後3週間所定のプレストレスを導入しグラウトを行ない、その1週間後に現場打ちコンクリートを打設した。載荷試験はその後4週間で行った。

(3)載荷試験 載荷試験は、図2に示すようにスパン132 $\text{cm} \times 2$ の連続はりに対して、両スパンの中央に加重した。各荷重階級ごとに、スパン中央のたわみとダイアルゲージで、3支点の支反力とロードセルで測定した。

表-1 供試体の種類

| 供試体の種類       |              | 現場打ち<br>コンクリート | PCロッド     |            |               |
|--------------|--------------|----------------|-----------|------------|---------------|
|              |              |                | 幅<br>(cm) | 高さ<br>(cm) | プレストレス<br>(%) |
| RC<br>シリーズ   | P0-6-8-I-RC  | 普通             | 6         | 8          | 0             |
|              | P4-6-8-I-RC  |                | "         | "          | 40            |
|              | P8-6-8-I-RC  |                | "         | "          | 80            |
|              | P0-9-8-I-RC  |                | 9         | 8          | 0             |
|              | P4-9-8-I-RC  |                | "         | "          | 40            |
|              | P8-9-8-I-RC  |                | "         | "          | 80            |
|              | P0-6-8-II-RC | 軽量             | 6         | 8          | 0             |
|              | P4-6-8-II-RC |                | "         | "          | 40            |
|              | P8-6-8-II-RC |                | "         | "          | 80            |
|              | P0-9-8-II-RC |                | 9         | 8          | 0             |
| P4-9-8-II-RC | "            |                | "         | 40         |               |
| P8-9-8-II-RC | "            |                | "         | 80         |               |
| PC<br>シリーズ   | P0-9-6-I-PC  | 普通             | 9         | 6          | 0             |
|              | P3-9-6-I-PC  |                | "         | "          | 30            |
|              | P6-9-6-I-PC  |                | "         | "          | 60            |
|              | P9-9-6-I-PC  |                | "         | "          | 90            |
|              | P0-9-6-II-PC | 軽量             | 9         | 6          | 0             |
|              | P3-9-6-II-PC |                | "         | "          | 30            |
|              | P6-9-6-II-PC |                | "         | "          | 60            |
|              | P9-9-6-II-PC |                | "         | "          | 90            |

図-2 載荷試験

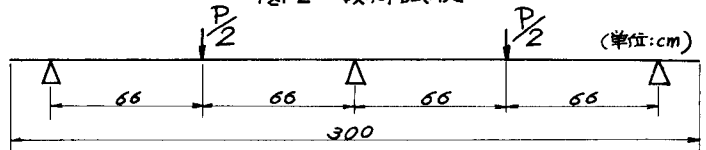


表-2 曲げひびわれ荷重と破壊荷重

| 供試体の種類     |              | 曲げひびわれ荷重            |                     |                           |                     |                     |                           | 破壊荷重            |                 |                   |
|------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
|            |              | 中間支点                |                     |                           | 載荷点                 |                     |                           | 実験値<br>$P_u(t)$ | 計算値<br>$P_u(t)$ | $\frac{P_u}{P_u}$ |
|            |              | 実験値<br>$P_{cr1}(t)$ | 計算値<br>$P_{cr1}(t)$ | $\frac{P_{cr1}}{P_{cr1}}$ | 実験値<br>$P_{cr2}(t)$ | 計算値<br>$P_{cr2}(t)$ | $\frac{P_{cr2}}{P_{cr2}}$ |                 |                 |                   |
| RC<br>シリーズ | P0-6-8-I-RC  | 2.8                 | 2.9                 | 0.97                      | 2.8                 | 4.3                 | 0.78                      | 15.9            | 15.2            | 1.05              |
|            | P4-6-8-I-RC  | 3.4                 | 3.7                 | 0.92                      | 3.6                 | 4.4                 | 0.82                      | 17.4            | 15.0            | 1.16              |
|            | P8-6-8-I-RC  | 4.0                 | 3.8                 | 1.05                      | 4.0                 | 4.4                 | 0.91                      | 17.1            | 15.0            | 1.14              |
|            | P0-9-8-I-RC  | 2.8                 | 3.0                 | 0.93                      | 3.0                 | 3.9                 | 0.77                      | 15.8            | 15.0            | 1.05              |
|            | P4-9-8-I-RC  | 4.0                 | 4.0                 | 1.00                      | 4.0                 | 4.5                 | 0.89                      | 16.7            | 15.0            | 1.11              |
|            | P8-9-8-I-RC  | 4.8                 | 4.2                 | 1.14                      | 4.6                 | 4.5                 | 1.02                      | 17.6            | 14.9            | 1.18              |
|            | P0-6-8-II-RC | 2.2                 | 2.6                 | 0.86                      | 2.2                 | 3.8                 | 0.58                      | 13.9            | 13.6            | 1.02              |
|            | P4-6-8-II-RC | 3.0                 | 3.4                 | 0.88                      | 3.2                 | 3.7                 | 0.86                      | 14.9            | 13.5            | 1.10              |
|            | P8-6-8-II-RC | 3.2                 | 3.6                 | 0.89                      | 3.6                 | 3.7                 | 0.97                      | 14.2            | 13.5            | 1.05              |
|            | P0-9-8-II-RC | 2.0                 | 2.1                 | 0.95                      | 2.2                 | 4.4                 | 0.50                      | 14.6            | 13.6            | 1.07              |
|            | P4-9-8-II-RC | 4.0                 | 4.4                 | 0.91                      | 3.2                 | 4.3                 | 0.74                      | 15.8            | 13.3            | 1.18              |
|            | P8-9-8-II-RC | 4.4                 | 4.9                 | 0.90                      | 4.0                 | 4.3                 | 0.93                      | 15.7            | 13.1            | 1.20              |
| PC<br>シリーズ | P0-9-6-I-PC  | 3.2                 | 2.9                 | 1.10                      | 7.5                 | 8.0                 | 0.94                      | 17.0            | 16.9            | 1.01              |
|            | P3-9-6-I-PC  | 4.0                 | 3.7                 | 1.08                      | 7.4                 | 8.0                 | 0.93                      | 17.6            | 17.0            | 1.04              |
|            | P6-9-6-I-PC  | 5.2                 | 4.7                 | 1.11                      | 7.8                 | 8.3                 | 0.94                      | 17.1            | 17.0            | 1.01              |
|            | P9-9-6-I-PC  | 6.0                 | 5.0                 | 1.20                      | 8.0                 | 8.1                 | 0.99                      | 16.6            | 17.0            | 0.98              |
|            | P0-9-6-II-PC | 2.8                 | 2.3                 | 1.22                      | 6.5                 | 7.4                 | 0.88                      | 13.8            | 15.4            | 0.90              |
|            | P3-9-6-II-PC | 4.0                 | 3.8                 | 1.05                      | 7.0                 | 7.9                 | 0.89                      | 15.1            | 15.4            | 0.98              |
|            | P6-9-6-II-PC | 4.4                 | 4.2                 | 1.05                      | 6.0                 | 7.5                 | 0.80                      | 12.5            | 15.0            | 0.83              |
|            | P9-9-6-II-PC | 4.6                 | 5.4                 | 0.85                      | 8.0                 | 8.4                 | 0.95                      | 14.3            | 14.7            | 0.97              |

\* 普通・軽量コンクリートともに引張弾性率と $\mu=0.6$ にて計算した値

### 3 試験結果

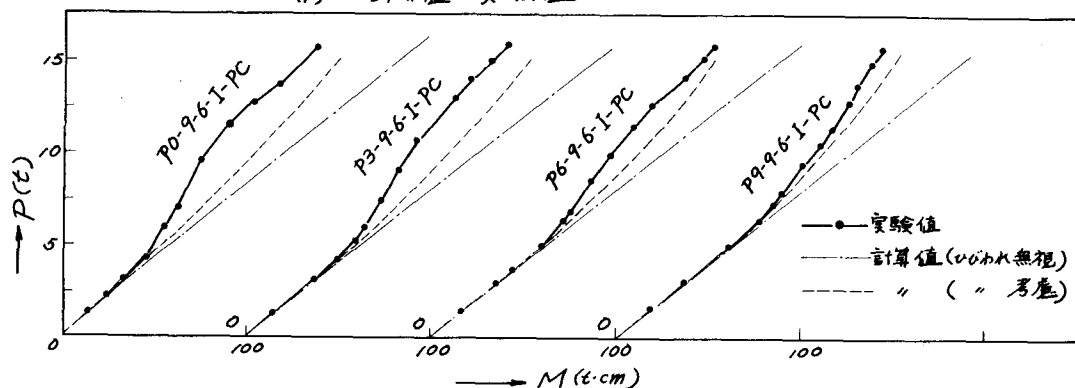
#### (1)曲げひびわれ荷重

中間支点部の現場打ちコンクリートおよび載荷点に対する曲げひびわれ荷重の実験値と計算値を表2に示す。

計算値は、圧縮応力 $\sigma_c$ と引張応力 $\sigma_t$ に対してコンクリートの応力 $\sigma_c$ とひずみ曲線と完全弾塑性に近似して(プレストレスの影響も考慮する)。それ以外の断面に対する曲げひびわれモーメント $M_{cr1}$ と $M_{cr2}$ を求めた。この方法の詳細は既報<sup>2)</sup>のとおりである。次に曲げひびわれ荷重は、実際

# 図-3 荷重～中間支点モーメント

## (1) 計算値と実験値



はいづれかの断面にひびわれが発生するとモーメントの再分配が起るが、ここではスパン全長に一樣断面を仮定した三連モーメント式から求める中間支点と戦荷点のモーメントがそれぞれ  $M_{cr1}$ ,  $M_{cr2}$  に達するとひびわれが発生すると仮定し、近似的に次式で求めた。

$$\text{中間支点: } \frac{3}{32}Pl = M_{cr1}$$

$$\text{戦荷点: } \frac{5}{24}Pl = M_{cr2}$$

こゝでは、 $l=132\text{cm}$

## (2) 破壊荷重

破壊荷重の実験値と計算値を表2に示す。計算値  $P_R$  は中間支点と戦荷点断面に塑性ヒンジを仮定した曲げ破壊に対するもので、次式で求めた。

$$P_R = (4Mu_1' + 8Mu_2')/l$$

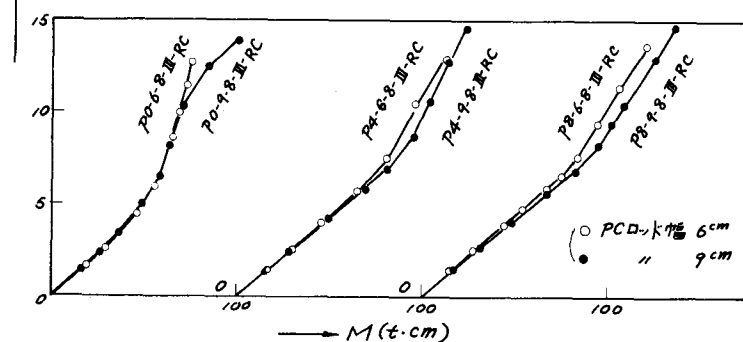
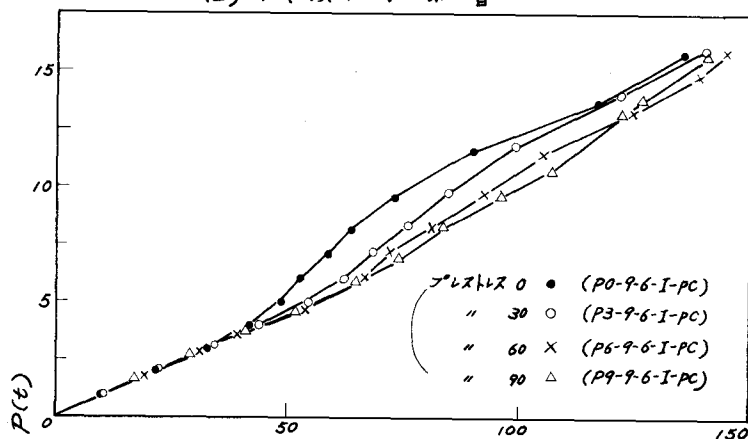
ただし、 $Mu_1'$  と  $Mu_2'$  はそれぞれ

それぞれ中間支点、戦荷点断面の極限モーメントで、コンクリートの最大圧縮ひずみと0.25%として求めた。

## (3) 中間支点モーメント

図-3に荷重～中間支点モーメントの関係を示す。実験値は各支点に設置したロードセルによる支点反力の測定値から求めたものである。一方、計算値として曲げひびわれの発生に伴う曲げ剛性の低下( $M \sim K$ )を考えたもの<sup>3)</sup>と考えたもの(三連モーメント式)を示す。 $M \sim K$ 関係としては、曲げひびわれ

## (2) 試験因子の影響



-メント(上記の $M_{cr1}$ ,  $M_{cr2}$ )までは全断面を有効として新旧コンクリートの弾性係数の相異を考えた換算断面の曲げ剛性を使い, それ以後破壊( $M_{d1}$ ,  $M_{d2}$ )に致るまで2次放物線状に低下すると仮定した。このM~K関係を用いてこの種合成断面(単純はり)のたわみを求めた例は既報<sup>4)</sup>のとおりである。

#### (4) たわみ

図-4に荷重～たわみ曲線の実験値と計算値の一例を示す。

実験値は左右スパンの中央の値を平均したものである。一方, 計算値は曲げひびわれを考慮<sup>3)</sup>, (3)と同一のM~K関係を用いて求めたものである。

なお, 結果の詳細は当日述べる。実験を行なうにあたって多大の助力を頂いた林富士夫(現岐阜大学), 森川英憲(現大日本エム・K)の両君に厚く感謝致します。

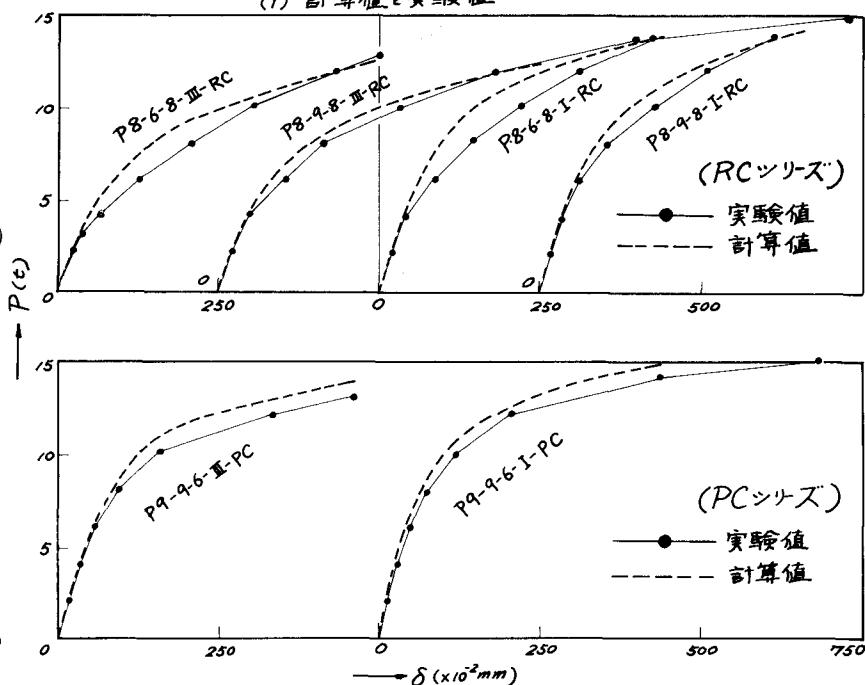
1) N. H. Burns, "Development of Continuity Between Prestressed Concrete Beam", PCI Journal, June, 1966

2) 大塚, 小林, 小笠原; "プレキャストPCボックス断面の補強効果について" エメント技術年報, XXV, 85和46

3) 小柳, 矢野, 滝; "RC連続はりの変形ひびわれについて" エメント技術年報, XXIII, 85和44

4) 大塚, 小林, 小笠原; "PCボックスを用いた合成断面の挙動について" エメント技術年報, 第26回年次学術講演会要集, 第5部, 1971

図-4 荷重～たわみ  
(1) 計算値と実験値



(2) 試験因子の影響

