

# V-78 プレキャストPC部材で補強したコンクリート合成ばりの曲げ性状

東京大学 正 員 岡村 南  
東京大学 高橋 正泰  
東京大学 学生員 ○松本 進

1. まえがき — プレキャストコンクリート部材の応用例として鋪装版や連続版などにPCロッドの利用が考えられているが、このように小型PC部材を補強材として現場打コンクリートに埋め込んで造った合成部材は鉄筋コンクリートとプレストレストコンクリートの利点を加えたものとなる可能性がある。この場合、プレキャスト部材に用いるコンクリートに高温、高压などの方法によって非常な高強度としたものを用いれば、軽量となり、運搬その他にとっても極めて有効と思われる。そこで、高強度のコンクリートを用いたプレキャストPC部材を補強材としてコンクリートに埋め込んで作製した合成ばりについて曲げ試験を行い、その力学的性状を検討したのである。

本研究を実施するに当って、国分正胤先生より終始、ご懇切なご指導、ご鞭撻を賜った。ここに謹んで厚くお礼申し上げる。

## 2. 実験概要

### 2-1. 補強材 — 補強材として用

いたプレキャストコンクリートには、オートクレーブ養生によって圧縮強度を約 $1100 \text{ kg/cm}^2$ とした高強度コンクリートを用

表-1. プレキャスト(I), 現場打(II) コンクリートの配合・諸強度

|    | C                 | w                 | S                 | G                 | 混和剤              | 骨材寸法             | 圧縮強度                              | 引張強度                              | 弾性係数               |
|----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| I  | 700 <sup>kg</sup> | 184 <sup>kg</sup> | 510 <sup>kg</sup> | 996 <sup>kg</sup> | NL-1400<br>C×0.6 | 10 <sup>mm</sup> | 1018 <sup>kg/cm<sup>2</sup></sup> | 51.6 <sup>kg/cm<sup>2</sup></sup> | $3.97 \times 10^5$ |
| II | 320               | 196               | 726               | 1096              | —                | 125              | 198                               | 16.0                              | $1.97 \times 10^5$ |

いた。(表-1参照)補強部材は断面で約 $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ 、長さ $169 \text{ cm}$ であって、直径 $22 \text{ mm}$ の4種PC鋼棒(引張耐力 $42.1 \text{ t}$ 、弾性係数 $2.02 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ )を用いて約 $310 \text{ kg/cm}^2$ のプレストレスを導入し、グラウトされたものである。PC鋼棒に貼りつけたゲージにより測定した有効プレストレスは $29.3 \sim 32.3 \text{ t}$ であった。コンクリート補強材のコンクリート表面には図-1に示すような高さ $5 \text{ mm}$ の四角錐の凹凸をもつものを用いた。その場合には有効断面積が $10 \text{ cm} \times 9 \text{ cm}$ に減少したことになる。補強材の引張カーブ曲線を求めるために、同部材の引張り試験を行った。試験結果は図-2に示すようであって、コンクリートにひびわれが生じるまでは弾性体と考えて良く、補強材としてのみかけの弾性係数( $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ の一樣断面をもつものとする)は $4.00 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ であった。なお、この試験におけるコンクリートの弾性係

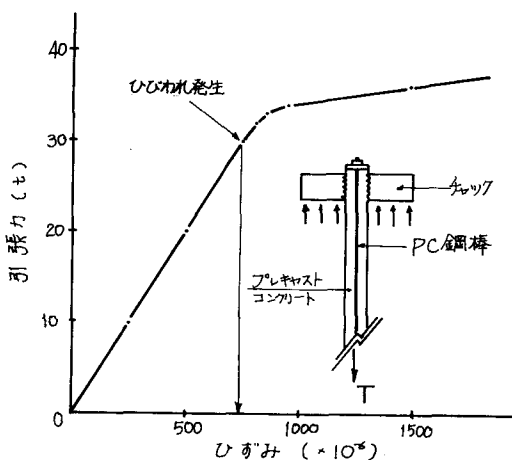


図-2 プレキャストPC部材の引張り試験

数は  $3.95 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$  であって、 $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$  の供試体による値  $3.97 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$  とほぼ一致した。また、ひびわれ発生までにこの部材に生じる歪は  $740 \times 10^{-6}$  であって、 $245 \text{ kg/cm}^2$  の有効プレストレスと  $51 \text{ kg/cm}^2$  の引張応力が効いていたことになる。コンクリートにひびわれが生じると引張力は鋼材のみで負担するので、急激なひずみ増加が示された。実験終了にはこの図に示された引張カーブひずみ曲線を用いたのである。

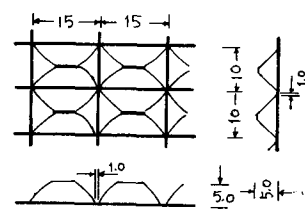


図-1 凹凸の詳細 (単位: mm)

2-2. 合成部材 - 実験に用いた合成ばりは図3に示すように補強材を1本用いた場合と2本用いた場合の2種類の矩形ばりである。それぞれの場合について、表面に凹凸を有する補強材を用いた場合と、凹凸を全くもたない補強材を用いた場合について曲げ試験を行った。補強材端部におけるPC鋼材の定着にプレキャストコンクリート断面よりも大きい端板(断面  $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ 、厚さ  $2.2 \text{ cm}$ )を用い、補強部材と現場打コンクリートとの間で、定着破壊が生じないように配慮した。

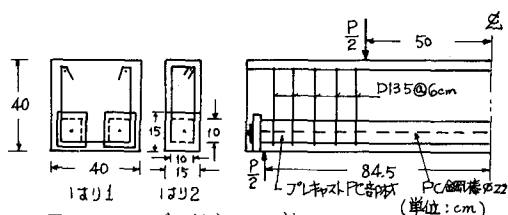


図-3 合成部材の諸元

いた場合について曲げ試験を行った。補強材端部におけるPC鋼材の定着にプレキャストコンクリート断面よりも大きい端板(断面  $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ 、厚さ  $2.2 \text{ cm}$ )を用い、補強部材と現場打コンクリートとの間で、定着破壊が生じないように配慮した。

2-3. 実験方法 - 図3に示る合成ばりに繰り返し載荷を三段階に分けて行った。1) 1) 最下縁から  $1 \text{ cm}$  上のコンクリート表面の曲げひびわれ巾を  $1/1000 \text{ mm}$  のコンタクトゲージ(ゲージ長  $6 \text{ cm}$ )で測定し、補強材コンクリート表面、補強材に用いたPC鋼棒(ゲージ長  $20 \text{ mm}$ )および現場打コンクリート表面(ゲージ長  $67 \text{ mm}$ )にワイヤーストレインゲージを貼布し、ひずみを測定した。曲げモーメント一定区間における相対たわみを  $1/100 \text{ mm}$  のダイヤルゲージを使用して、測定した。

### 3. 合成ばりの曲げ性状

3-1. 限界状態 - 図4はモーメントとプレキャスト補強材中のPC鋼棒のひずみとの関係を示した一例である。この図から、プレキャスト補強材のコンクリートにひびわれが生じると急激に変形が進むが、それ以下のモーメントに対してはこの部材が極めて弾性的挙動をしていることが明瞭に認められる。現場打コンクリート表面にひびわれが生じたのは  $0.83 \text{ t-m}$  のときであるが、ひびわれ発生によってこの合成部材の挙動はほとんど影響を受けていない。これは全断面有効の場合の剛性と現場打コンクリートにひびわれが生じた場合の剛性とが図4に示すように大差のないためである。また、現場打コンクリートにひびわれが生じてプレキャストPC部材にひびわれが生じなければ、PC鋼棒の腐食の恐れはない。従って、この種合成部材の第1の限界状態としては、補強材として用いたプレキャストPC部材にひびわれが生ずる状態が挙げられる。この種合成部材の設計に当っては設計荷重作用時に

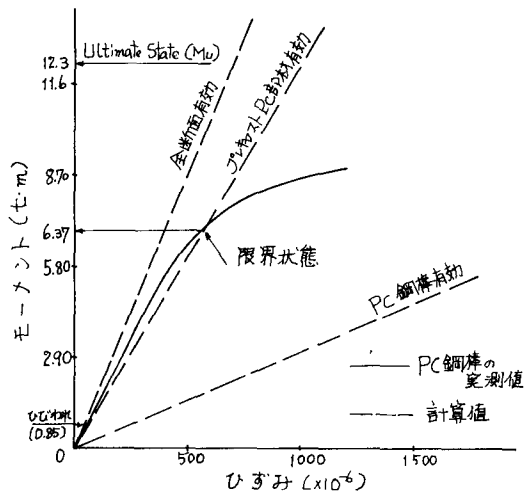


図-4 限界状態

ひびわれが生じた場合の剛性とが図4に示すように大差のないためである。また、現場打コンクリートにひびわれが生じてプレキャストPC部材にひびわれが生じなければ、PC鋼棒の腐食の恐れはない。従って、この種合成部材の第1の限界状態としては、補強材として用いたプレキャストPC部材にひびわれが生ずる状態が挙げられる。この種合成部材の設計に当っては設計荷重作用時に

この限界状態とならないように断面を算定することになろう。この限界状態に達するまではPC鋼材の恐れがなく、合成部材の挙動も極めて弾性的であって、その変形性状ならびにこの限界状態と与えるモーメントは補強材を図-2に示すような力学的性状をもつ鉄筋と考えれば、通常の鉄筋コンクリートの場合と同様に計算した計算値と実験値とが比較的良く一致することも示されたのである。(図-4 参照) 第2の限界状態である終局限界状態はPC鋼棒だけが引張力を負担するとして、通常のPC部材と同様の方法を算出できるものと思われる。

3-2. コンクリート表面のひびわれ — 図-5は曲げモーメント一定区間におけるコンクリート表面に発生した5~6本のひびわれの平均巾と補強材に与える引張応力度との関係を示した一例である。この図から、第1の限界状態に達したときの主なひびわれ6本の平均ひびわれ巾は  $0.095\text{ mm}$  であって通常の鉄筋コンクリート部材に設計荷重が作用する際のひびわれ巾に比して相当に小さいことが認められる。これは平均ひびわれ間隔が  $14.3\sim 16.7\text{ cm}$  であって、通常の鉄筋コンクリートの場合と大差ないにもかかわらず、補強材のみかけの引張応力度が  $330\text{ kg/cm}^2$  程度であるので、その応力度に対応するひびきも鉄筋コンクリートにおける鉄筋のひびきよりも小さいことによるものと思われる。また、残留ひびわれ巾は  $0.01\sim 0.02\text{ mm}$  の範囲であって、通常の鉄筋コンクリートの場合の  $1/2$  以下であって、補強材にPC部材を用いたことの効果が現われている。

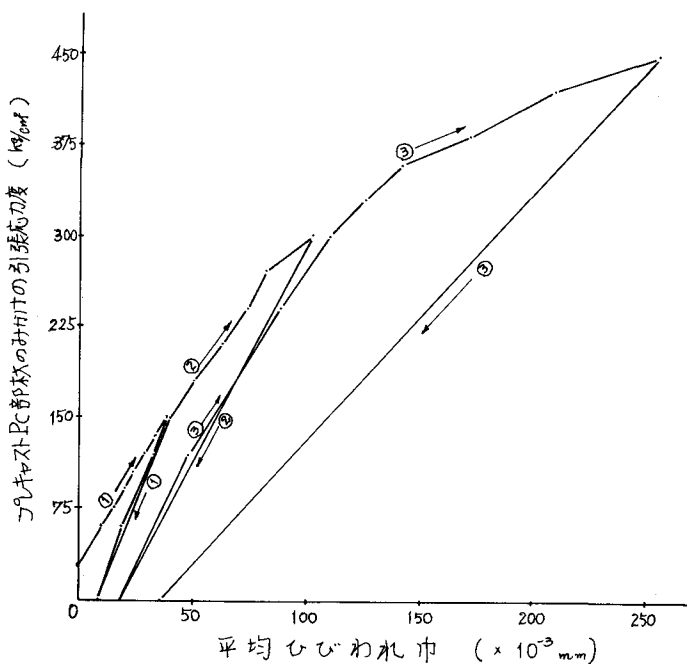


図-5

### 3-3. 復元性

図-6は曲げモーメント一定区間における合成ばりの相対たわみとモーメントとの関係を示す。この図から、残留たわみも残留ひびわれと同様、極めて少く、この合成部材がプレストレストコンクリートのような良好な復元性を持つことが明瞭に認められる。

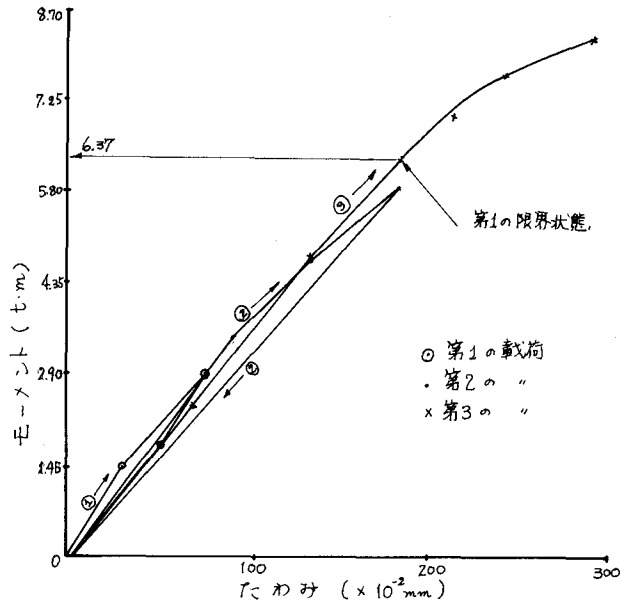


図-6 合成部材の相対たわみ

#### 4. 今後の問題点

本実験では、補強部材と現場打コンクリートとの付着破壊を起さないように端板で定着しているが、この種補強材をプレテンション方式で作製した場合には現場打コンクリートとの間に良く付着によって補強材を定着するのが便利である。また、プレキャストPC部材は座屈および運搬などのためにその長さを制限されるので、重ね継ぎとする必要がある。したがって、プレキャストPC部材と現場打コンクリートとの付着に関して更に検討する必要がある。なお、補強材として用いるプレキャストPC部材を型枠部材としても利用すれば、この種合成部材の利用範囲は更に広がるものと思われるが、その場合には合成部材の余り引張応力に対する補強方法について十分に検討しておく必要がある。

今後、引き続き、これらの問題を解明するための研究を行う予定である。

#### 参考文献

- 国分 正胤 : 新旧コンクリートの打継目に関する研究, 土木学会論文集 第8号
- 丸山 武彦 : 軽量コンクリートを打継いだ合成部材に関する基礎的研究  
東京大学工学部土木工学科論文集録 第6輯
- 松本, 中村他 : 各種の高張力異形鉄筋を用いた大型ばりの曲げ性状に関する研究  
コンクリートライブラリー, 第14号, 第2回異形鉄筋シンポジウム
- 田辺 忠顕 : コンクリート合成ばりにあける剪断補強に関する基礎研究  
東京大学工学部土木工学科論文集録 第3輯