

## 炭素繊維プレートによるRCはりの曲げ補強

(株)ピー・エス 正会員 阪上徳行 立命館大学大学院 正会員 濱田 譲 学生員 大島正記  
立命館大学理工学部 正会員 児島孝之 正会員 高木宣章

## 1.はじめに

本研究は、プルトルージョン法により板状に加工された炭素繊維プレート（以下、プレートと記す）にプレストレスを導入し、鉄筋コンクリートはりの下面から曲げ補強して、その補強効果を実験検討した。

## 2. 実験概要

表 1 に供試体の名称および要因を示す。実験に用いた RC ははり供試体は、引張鉄筋が降伏するまで曲げ載荷して、ひび割れを導入した後にプレート補強した供試体と、健全はりをプレート補強した供試体の 2 種類である。表 2 にプレートの引張試験結果を示す[1]。プレート緊張力は保証耐力の 0%、25%、50% の 3 水準とし、せん断スパンに設置する中間定着具の有無を適宜組み合わせ、無補強供試体とあわせ計 8 体の供試体を作製した。

図 1 に供試体寸法および補強条件を示す。供試体寸法は 40x20x300cm、有効高さは 15.4cm である。支点近傍に定着具を設置するために 9x4x27cm の切欠きを設けた。鉄筋は、標準部で引張鉄筋比 1.29%、せん断補強筋比 0.63% とした。プレートの定着は定着用膨張材を用いた定着長 25cm の付着型定着具を使用し、中間定着具には鋼板を使用した。プレート定着具および中間定着具は、供試体に予め設置したフォームコネクターにアンカーボルトで固定した。プレストレスの導入は本実験用に開発した緊張装置で行い、プレートはエポキシ樹脂系接着剤でコンクリートに接着した。支点間距離 286cm、曲げスパン 30cm、せん断スパン有効高さ比 8.31 の対称 2 点集中載荷とした。

### 3.実験結果および考察

図 2 に載荷試験結果および計算耐力を示す。全ての補強供試体が無補強供試体の耐力を上回った。プレートは破断することなく最大荷重付近で剥離し、その直後に供試体の曲げスパン圧縮部が圧壊した。中間定着具を併用した供試体は、損傷の有無に関わらず、プレートの緊張力が大きいと、実験値はプレートとコンクリート間の付着が十分確保されていると仮定して求めた計算耐力( $P_{pl}$ )に近づいた。アンボンド P C 鋼材を用

Keywords : 曲げ補強、炭素繊維プレート、プレストレストコンクリート、曲げ耐力

連絡先：〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 立命館大学理工学部土木工学科 TEL/FAX 077-561-2805

**表 1 供試体の名称および要因**

| 供試体名  | ひび割れの導入 | 補強方法    |             |       |
|-------|---------|---------|-------------|-------|
|       |         | 補強の種類*1 | 目標緊張張力*(kN) | 中間定着具 |
| N     | ----    | なし      | ----        | ----  |
| N-00  | なし      | 接着      | 11.4 [ 5%]  | なし    |
| N-50  | なし      | 緊張・接着   | 116.8 [50%] | なし    |
| D-50  | 有り      | 緊張・接着   | 116.8 [50%] | なし    |
| N-25P | なし      | 緊張・接着   | 58.3 [25%]  | 有り    |
| N-50P | なし      | 緊張・接着   | 116.8 [50%] | 有り    |
| D-25P | 有り      | 緊張・接着   | 58.3 [25%]  | 有り    |
| D-50P | 有り      | 緊張・接着   | 116.8 [50%] | 有り    |

\*1：接着補強供試体には、炭素繊維プレートの設計長に対して数ミリ程度短めに製作し、少量のプレストレスを導入する。緊張・接着補強供試体は、プレートに所定のプレストレス導入後、接着補強した。

\*2: [ ]内にプレートの保障耐力に対する目標緊張量の比を百分率で示す。

表 2 炭素繊維プレートの引張試験結果

| 設計寸法 (幅 x 厚) | 保障耐力*    | 弾性係数                     | 終局ひずみ     |
|--------------|----------|--------------------------|-----------|
| 50 x 2 (mm)  | 234 (kN) | 150(kN/mm <sup>2</sup> ) | 15600 (μ) |

\*：3σ法により算定。

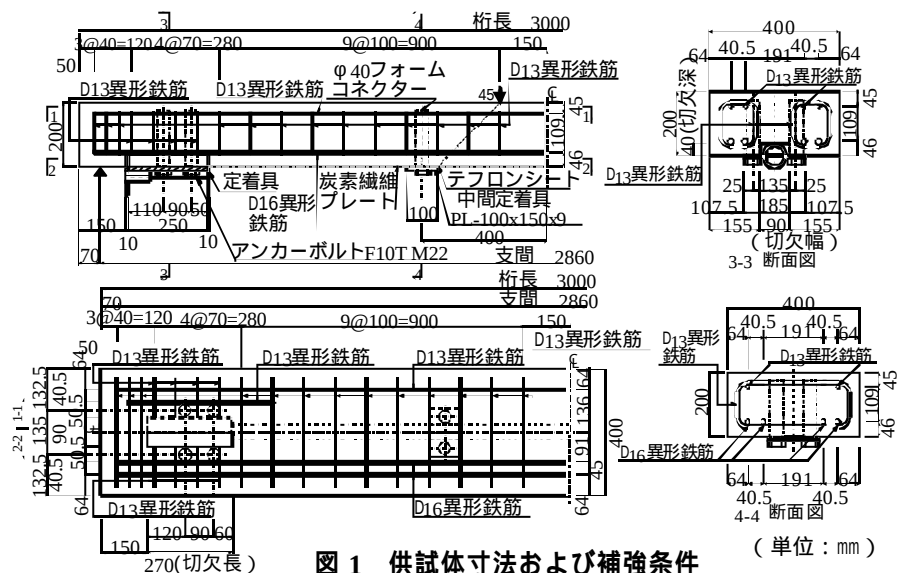


図 1 供試体寸法および補強条件

いた場合には、一般に付着のあるP C鋼材を用いた場合に比較して曲げ耐力が低下するので、曲げ耐力の簡易計算法として、付着のある場合の曲げ耐力の計算値の70%の値を採用してよい。中間定着具なしの供試体は、実験値が  $P_{u1}$  を下回った。しかし、 $P_{u1}$  の30%低減値( $P_{u2}$ )よりは大きく、緊張力が大きいほど  $P_{u1}$  に近づいた。

図3に荷重と引張鉄筋およびプレートの中央部ひずみの関係を示す。健全供試体は、曲げひび割れ発生まで弾性的な挙動を示し、ひび割れ発生後は補強材が外力に抵抗する。損傷供試体は、載荷初期から補強材が外力に抵抗し、新たに曲げひび割れが発生することはほとんどなく、既存ひび割れが進展するのみであった。中間定着具を設けた供試体は、鉄筋降伏後プレートの分担抵抗力が大きくなる。

図4にプレートひずみを示す。載荷試験時のプレートひずみの増分は、供試体により幾分の変動はあるものの、中間定着具の有無により大きく異なり、中間定着具使用時には約8500 $\mu$ 、未使用時には約

5900 $\mu$ であった。供試体の破壊がプレートの剥離直後に生じているので、プレートひずみの増分はプレートとコンクリート間の付着破壊時のプレートひずみと考えられる。供試体の曲げ耐力はプレートの剥離により決定されるので、プレートの緊張力が大きいほど、また、中間定着具を設けてプレートの剥離を遅延させることにより、

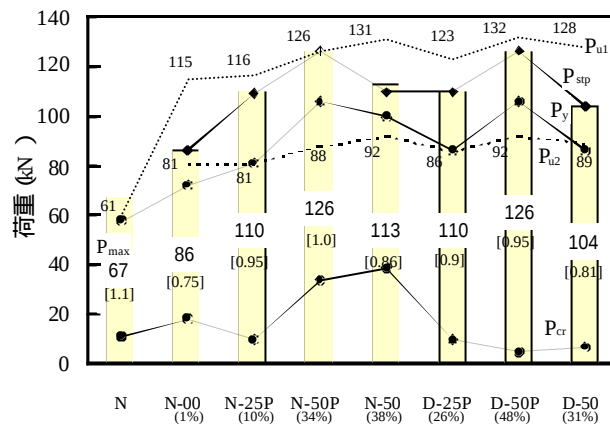
曲げ耐力を増大させることができる。

図5に荷重～たわみ曲線を示す。損傷供試体は再載荷時のたわみを示す。プレストレスの導入により、曲げひび割れ発生荷重、降伏荷重は増加し、変形性能は改善される。一方、損傷供試体においても、プレートを緊張し、中間定着具を設置することで、満足のいく変形性能を確保することができる。

#### 4. 結論

プレート補強した部材の曲げ破壊は、プレートの剥離直後に生じる。プレートの剥離は、中間定着具の有無により大きな影響を受ける。また、緊張したプレートで部材を曲げ補強し、中間定着具を設けることにより、部材の変形性能と曲げ耐力を効果的に改善することができる。

【参考文献】[1]児島,高木,濱田,阪上,今道:連続繊維プレートの引張強度および定着特性,土木学会関西支部年次学術講演会概要集, -1-1~2,1999.5



注)():プレートの保障耐力に対する導入プレストレス量(実験値)の比、[ ]: $P_{max}/P_{u1}$

$P_{cr}$ :曲げひび割れ発生荷重、 $P_y$ :降伏荷重、 $P_{max}$ :最大荷重、

$P_{st}$ :プレートの剥離発生荷重、

$P_{u1}$ :完全付着と仮定した計算耐力、

$P_{u2}$ : $P_{u1}$  計算耐力の30%低減値、 単位:kN

\*:N-50(34%)P および D-50(48%)P 供試体は、プレート剥離直後の曲げ破壊の後に載荷を中断した。

図2 載荷試験結果および計算耐力

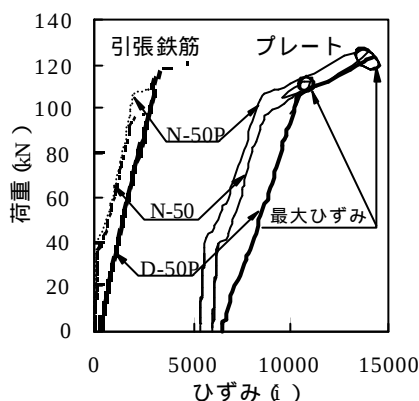


図3 荷重と引張鉄筋およびプレート中央部ひずみ

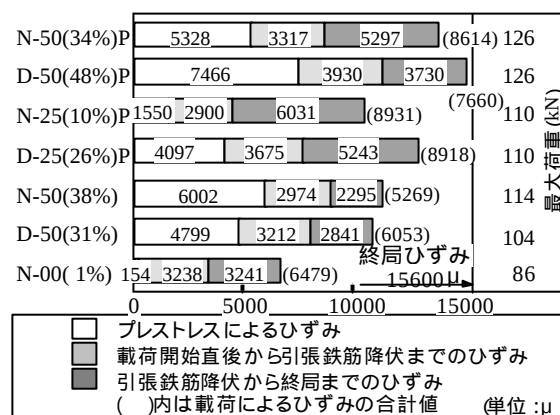


図4 プレートひずみ

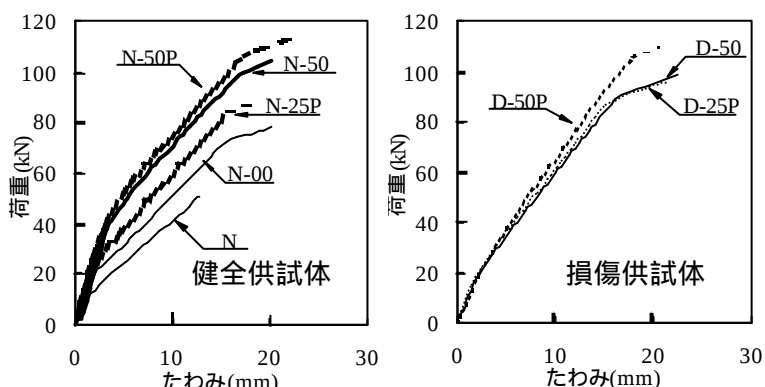


図5 荷重～たわみ曲線