

立命館大学理工学部 正会員 児島孝之 正会員 高木宣章
立命館大学大学院理工学研究科 正会員 濱田 譲 学生員 阪上徳行
立命館大学理工学部 学生員○大島正記

1.はじめに

本研究は、ブ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、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はり供試体は、引張鉄筋が降伏するまで曲げ载荷してひび割れを導入した後にプレートで補強した供試体と、健全はりをプレートで補強した供試体の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40×20×300cm、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9×4×27cmの切り欠きを設けた。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、中間定着具は鋼板を使用した。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にアンカーボルトで固定した。プレストレス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。载荷条件は、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点集中载荷とした。

3.実験結果および考察

表3に载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

Takayuki KOJIMA, Nobuaki TAKAGI, Yuzuru HAMADA, Noriyuki SAKAGAMI, Masaki OHSHIMA

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⁾	目標緊張量 ²⁾ (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、接着補強したもの。
*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×厚)	保障耐力 ¹⁾	弾性係数	終局ひずみ
50×2(mm)	234(kN)	150000(N/mm ²)	15600(μ)

*：3σ法により算定した。

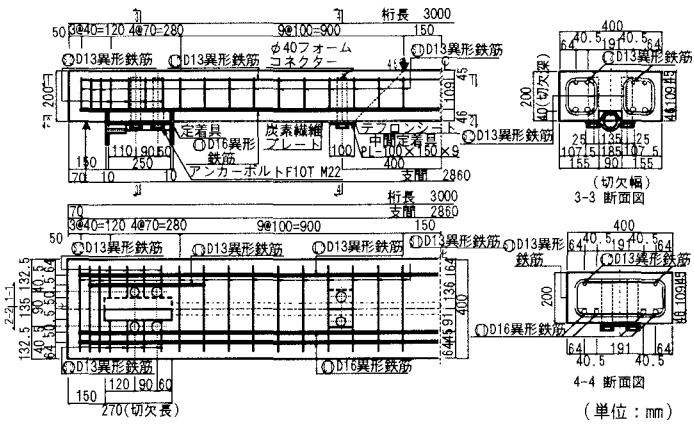


図1 供試体寸法および補強条件

表3 荷重試験結果および計算耐力

供試体名	P_{cr}	P_f	P_{slip}	P_{max}	P_{u1}	P_{u2}	P_{max}/P_{u1}	破壊形式
N	11	58	---	67	61	---	1.10	曲げ
N-00(1%)	18	72	86	86	115	81	0.75	曲げ
N-50(38%)	39	100	110	113	131	92	0.86	曲げ
D-50(31%)	{ 7 }	89[54]	104	104	128	89	0.81	曲げ
N-25(10%)P	10	81	109	110	116	81	0.95	曲げ
N-50(34%)P	34	106	126	126	126	88	1.00	曲げ
D-25(26%)P	{10}	86[58]	110	110	123	86	0.90	曲げ
D-50(48%)P	{ 5 }	106[60]	126	126	132	92	0.95	曲げ

()内: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_{cr} :曲げひび割れ発生荷重、 P_f :降伏荷重、 P_{slip} :プレートの剥離発生荷重、
 P_{max} :最大荷重、 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、
{ }内:ひび割れ導入時の曲げひび割れ発生荷重、
[]内:ひび割れ導入時に載荷した最大荷重、単位:kN
*:N-50(34%)PおよびD-50(48%)P供試体は、プレートの剥離発生時に載荷を中断した。

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_{u1})に近づいた。アンボンドPC鋼材を用いた場合には、一般に付着のあるPC鋼材を用いた場合と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2に荷重と引張鉄筋およびプレート中央部ひずみを、図3にプレートひずみを示す。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。損傷供試体では、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。荷重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 μ 、未使用時には約5900 μ 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ることができる。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。

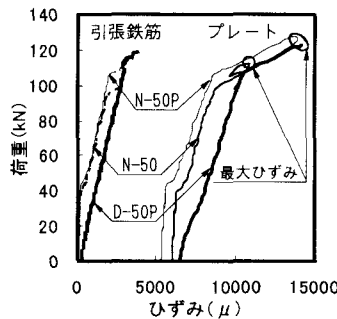


図2 荷重と引張鉄筋およびプレート中央部ひずみ

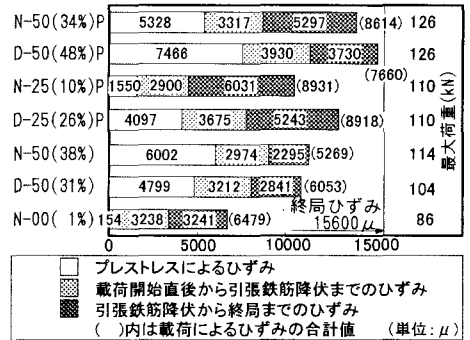


図3 プレートひずみ

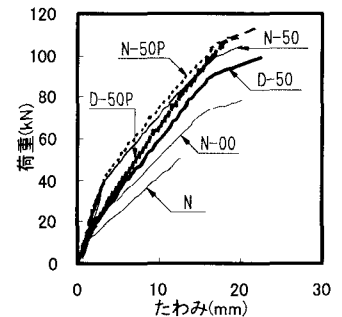


図4 荷重～たわみ曲線

図4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

- (1) 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。
- (2) 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] 見島, 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, V-1-1~2, 1999.5