

連続繊維プレートで補強した RC はりの曲げ特性に及ぼすプレートの物性の影響

立命館大学大学院理工学研究科 学生員○大島正記 学生員 池端隼人 学生員 井上真澄
立命館大学理工学部 正会員 高木宣章 正会員 児島孝之

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した炭素繊維プレート（以下、プレートと示す）で接着補強した RC はりの静的曲げ載荷試験を行い、プレートの材料特性および補強方法が RC はりの補強効果に及ぼす影響について既報告[1]と比較検討した。

2. 実験概要

表 1 供試体名称および要因

実験	供試体名	補強方法	使用プレート	供試体寸法	引張鉄筋比 (%)
1	N1	無補強	高強度型	400×200×3000mm	1.29 (4-D16, d=154mm)
	N-00	接着・端部定着具			
	N-50	緊張・接着・端部定着具			
	N-50P	緊張・接着・端部・中間定着具			
2	N2	無補強	中弾性型	150×240×2000mm	1.27 (3-D13, d=200mm)
	S-P	接着補強			
	S-PCS	接着・端部シートU字補強			

注) N-50 および N-50P 供試体の緊張力は、プレートの保証耐力の 50%とした。
また、N-50P 供試体には中間定着具を設けた、d: 引張鉄筋の有効高さ

表 1 に供試体名称および要因を、表 2 にプレートの力学的特性を、図 1 に供試体の概要を示す。既報告の実験 1 は、プレートの緊張接着により RC はりの補強を行った。プレート端部は鋼管を用いて作製した定着具に定着用膨張材を用いてプレートと一体化し、RC はりにアンカーボルトを用いて固定した。また、N-50P 供試体においては、載荷点から 45° の位置に剥離を遅延することを目的として中間定着具を設けた。

実験 2 は、プレートの接着により RC はりを補強した。S-PCS 供試体は、プレートの剥離を遅延することを目的として、炭素繊維シートでプレート端部をU字補強した。使用したプレートは、実験 1 では高強度型、実験 2 では中弾性型とした。供試体は、実験 1 では、供試体寸法 400×200×3000mm、引張鉄筋比 1.29%とし、実験 2 では、供試体寸法 150×240×2000mm、引張鉄筋比 1.27%とした。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。実験 1 の N-50 と N-50P 供試体の目標プレート緊張力は、プレート保証耐力の 50%とした。

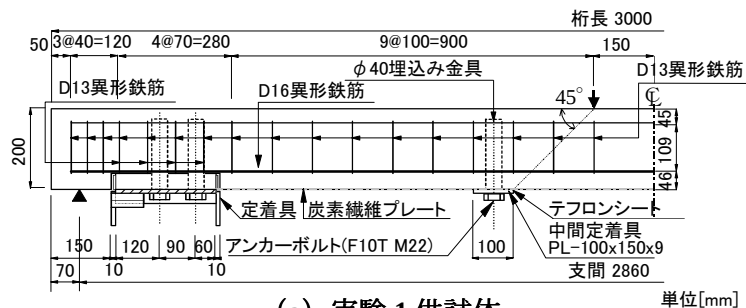
載荷条件は実験 1 では支点間距離 2860mm、曲げスパン 300mm、せん断スパン有効高さ比(a/d)8.31、実験 2 では支点間距離 1800mm、曲げスパン 360mm、せん断スパン有効高さ比(a/d)3.6 の対称 2 点集中載荷とした。

3. 実験結果および考察

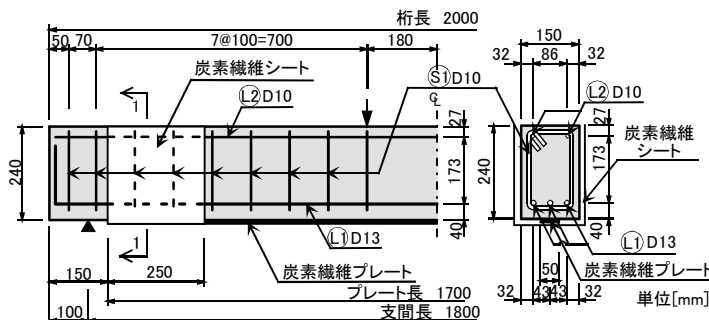
表 3 にプレートによる RC はりの補強効果を示す。ここで、補強効果は、各シリーズの実験における無補強供試体の終局荷重に対する各供試体の終局荷重の比率で示す。実験 1 および実

表 2 プレートの力学的特性

	実験 1	実験 2
設計幅 (mm)	50	50
設計厚 (mm)	2	1
引張強度 (kN/mm ²)	2.34	1.89
弾性係数 (kN/mm ²)	150	261
終局ひずみ (μ)	15600	6920



(a) 実験 1 供試体



(b) 実験 2 供試体

図 1 供試体概要図

キーワード 炭素繊維プレート、曲げ補強、プレストレス、剥離

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

験2とも、接着補強のみおよび接着・端部補強では無補強供試体の静的曲げ耐力の約1.3～1.4倍となった。これに対して、プレストレスを導入した場合では、最大で1.88倍の耐力増加が認められた。これらのことから、プレート緊張の有効性が確認された。

図2に各実験における支間中央プレートひずみ量と終局ひずみの比率を示す。これは静的曲げ載荷試験におけるプレートの終局時までの全ひずみ量を示している。この比率は、使用したプレートの能力をどれだけ有効利用できたかを示している。高強度型プレートを接着補強したN-00供試体ではプレートの能力を50%以下しか利用することができない。しかし、保証耐力に対して50%の緊張力を導入し、端部定着具および中間定着具を設置することでプレートの能力の90%程度利用することができた。一方、中弾性型プレートを接着した場合は、プレートの能力を74%～90%程度利用することができた。このことから、高強度型のプレートを利用する場合は緊張接着補強工法を、高弾性型プレートを利用する場合は損傷はりのひび割れ幅やたわみなどの使用性能を改善することはできないものの、接着補強方法を適用することでプレートの能力を比較的有効に利用できるものと考えられる。また、接着・端部補強供試体(N-00とS-PCS)での載荷によるひずみの増加量(剥離ひずみ)は、プレートの材料特性による影響はほとんど見られず6300 μ 程度となった。幅50mm、厚さ0.96mmのプレートを載荷点から800mm接着補強したRCはりの曲げ載荷試験を行った既報告[2]では、剥離ひずみは4000～5000 μ 程度であった。一般に、プレートの剥離ひずみは、プレートの厚さ、接着するコンクリート強度、接着剤の種類などの諸要因に影響を受けると考えられる。本研究および既報告[2]の範囲においては、プレートの剥離ひずみは6000 μ 程度であると考えられる。

表4にRCはりの終局曲げ耐力と計算耐力を示す。計算耐力は、プレート剥離時にコンクリートが圧壊していないことを考慮に入れ、プレート位置でのひずみをプレートの剥離ひずみと仮定して、断面分割法により曲げ破壊耐力を算定した。剥離ひずみを6000 μ と仮定すればプレート補強したRCはりの曲げ耐力を概ね評価できると考えられる。

4. 結論

- (1) 緊張接着補強には高強度型プレート、接着補強には中弾性型プレートを用いることで、プレートの能力を有効に利用した補強をすることができる。
- (2) プレート補強したRCはりの曲げ耐力は、断面分割法とプレートの剥離ひずみを用いて評価できる。

謝辞 本実験において材料を提供して下さった東レ(株)の鈴木研二氏に厚く御礼申し上げ、ここに感謝の意を記す。

【参考文献】[1] 濱田譲, 阪上徳行, 高木宣章, 児島孝之: 緊張した連続繊維プレートで補強したRCはりの曲げ特性に関する研究, セメント・コンクリート論文集, No.54, セメント協会, pp.446-453, 2001.2

[2] 木村耕三, 小島克朗, 平田 亮, 土屋好男: CFRP板による既存RCはりの曲げ補強, 第40回日本学術会議材料連合講演会講演前刷集, pp216-217, 1996.

表3 プレートによるRCはりの補強効果

実験	供試体名称	終局荷重(kN)	補強効果 ^{*1}
1	N1	67	1.00
	N-00	86	1.28
	N-50	113	1.69
	N-50P	126	1.88
2	N2	87	1.00
	S-P	115	1.33
	S-PCS	121	1.40

*1: 各実験における無補強供試体の終局荷重に対する終局荷重の比

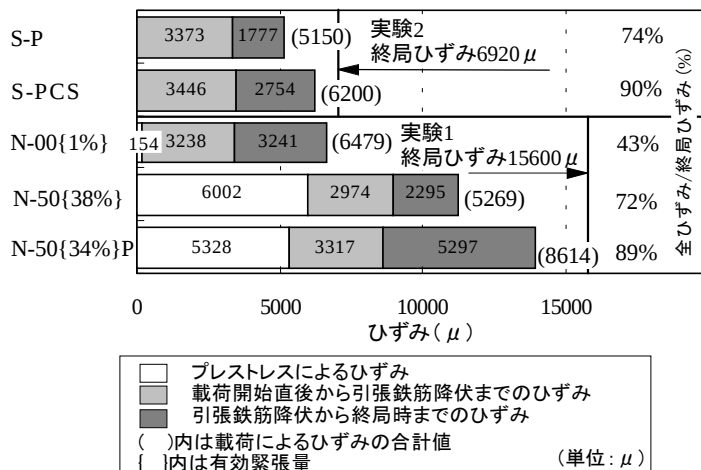


図2 支間中央プレートひずみ量と終局ひずみの比率

表4 RCはりの終局曲げ耐力と計算耐力

供試体名	端部定着の有無	剥離ひずみ(μ)	終局荷重(kN)	計算耐力(kN)	
				仮定剥離ひずみ(μ)	
				5000	6000
N-50	○	5270	113.0	106.0(1.07)	110.4(1.02)
N-00	○	6479	86.0	82.6(1.04)	87.1(0.99)
S-PCS	○	6200	121.4	108.5(1.12)	116.0(1.05)
S-P	×	5150	115.1	108.5(1.06)	116.0(0.99)

注) ()内は、終局荷重/計算耐力