

緊張接着によるAFRPシート曲げ補強RC/PC梁の耐荷性状に関する実験的研究

室蘭工業大学大学院 学生会員 ○池田 聡 室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光

三井住友建設（株） フェロー 三上 浩 三井住友建設（株） 正会員 藤田 学

1. はじめに

本研究では、曲げ補強シートを緊張接着することによるRC/PC梁の曲げ耐荷性能向上効果やシートの剥離性状を検討することを目的として、AFRPシートを緊張接着して曲げ補強したRC/PC梁の静載荷実験を実施した。

2. 試験体概要

表－1には、試験体の一覧を示している。試験体数は、下端筋を3種類とし、シート補強方法をそれぞれ無補強およびシート緊張率を0、25%の3種類とした全9体である。本実験では、曲げ補強シートに保証耐力1,200kN/mのアラミド繊維製FRP（AFRP）シート（目付量；830g/m²、厚さ；0.572mm、弾性係数；118GPa、引張強度；2.06GPa、破断ひずみ；1.75%）を用い、導入緊張率を変化させて検討を行った。表中、試験体名の第1項目は下端筋の種類（RC1：D13、RC2：D19、PC：PC鋼より線φ9.3）、第2項目はAFRPシート接着による曲げ補強の有無（N：無補強、T：補強）を示し、Tに付随する数値は導入緊張率を示している。表には、実測値を基にした各試験体の導入緊張率も併せて示している。なお、PC試験体では、PC鋼より線の有効緊張率が引張強度の60%となるように緊張力を導入している。表－2には、下端筋の力学的特性値を示している。図－1には、本実験に用いた試験体の概要を示している。試験体は、断面寸法（梁幅×梁高）が18×18cm、純スパン長1.9mの複鉄筋矩形RC梁である。上端筋にはいずれの試験体もD19を用いている。曲げ補強シートは、幅18cmで梁中央部から両支点の10cm手前までの範囲に接着している。なお、シートに緊張力を導入した試験体では、緊張力解放時におけるシートの引き剥がれを防止するため、シート端部から15cmの範囲にシートをU字形に接着している。

3. 実験結果および考察

3.1 荷重－変位関係

図－2には、実験および計算結果の荷重－変位曲線を各試験体ごとに示している。なお、計算結果は、前述の材料物性値、緊張力を用いて平面保持を仮定した断面分割法により算出している。図より、シートを接着したRC1-T0/T25試験体の場合には、緊張力導入の有無にかかわらず、無補強のRC1-N試験体よりも曲げひび割れ発生荷重、曲げひび割れ発生後の剛性勾配、降伏荷重および最大荷重が増加していることが分かる。また、シートを緊張接着したRC1-T25試験体の場合には、緊張力を導入していないRC1-T0試験体よりも曲げひび割れ発生荷重、降伏荷重および最大荷重が増加していることが分かる。また、RC2試験体においてもRC1試験体と同様の結果が得られている。ただし、無補強試験体に対する各荷重の増加割合は、RC1試験体よりも小さい。これは、AFRPシート補強による増分荷重が同程度

キーワード：RC/PC梁、曲げ補強、AFRPシート、緊張接着、耐荷性能、シートの剥離性状

連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 TEL 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227

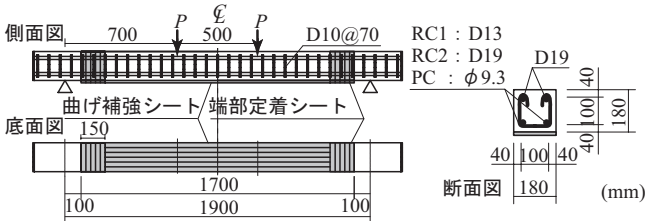
表－1 試験体一覧

試験体名	下端筋の種類	シートへの導入緊張率*	実測導入緊張率*
RC1-N	D13	-	-
RC1-T0		0%	0%
RC1-T25		25% (53.2)	26% (55.1)
RC2-N	D19	-	-
RC2-T0		0%	0%
RC2-T25		25% (53.2)	27% (58.2)
PC-N	φ 9.3 (247.2)	-	-
PC-T0		0%	0%
PC-T25		25% (53.2)	25% (53.2)

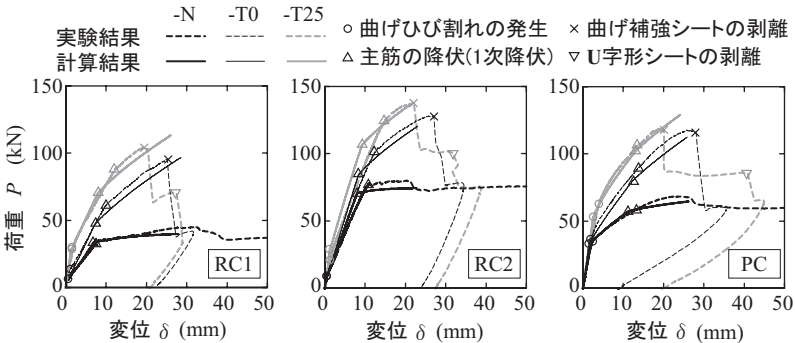
*() 内は導入緊張力 (kN)

表－2 下端筋の力学的特性値

鋼材名称	材質	降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
D13	SD345	373	565	206
D19	SD345	370	605	206
φ 9.3 PC 鋼より線		1,879	1,996	192.8



図－1 試験体概要



図－2 荷重－変位曲線の実験および計算結果

であることに対してシート補強前の RC2 試験体の耐力が RC1 試験体よりも大きいことによるものと推察される。PC 試験体は、PC-T0 試験体で、曲げひび割れ発生荷重が無補強試験体と同程度であるものの、曲げひび割れ発生後の剛性勾配は増大している。また、シートを緊張接着した PC-T25 試験体では、曲げひび割れ発生荷重が大きく増大していることが分かる。しかしながら、最大荷重に関しては、緊張力導入の有無にかかわらず、ほぼ同程度の値を示している。

3.2 曲げひび割れ発生荷重

図-3 には、各試験体の曲げひび割れ発生荷重に関する実験および計算結果を示している。図より、いずれの試験体においても、シートに緊張力を導入せずに接着した -T0 試験体の曲げひび割れ発生荷重は、無補強である -N 試験体と大差のないことが分かる。これに対して、シートを緊張接着した -T25 試験体では、いずれの試験体においても大きく向上していることが分かる。このことより、AFRP シートを緊張接着することによって RC 梁のみならず PC 梁の曲げひび割れ発生荷重も向上可能であることが明らかになった。

3.3 破壊形式の予測

表-3 には、RC1/RC2 試験体の予測される破壊形式および実際の破壊形式を一覧にして示している。表中、予測される破壊形式は、断面分割法により算出される降伏モーメント M_y および終局モーメント M_u を用いた予測法¹⁾である(曲げ圧壊型: $M_y/M_u > 0.70$, 剥離破壊型: $M_y/M_u < 0.70$)。また、実験による破壊形式は、実測最大荷重 P_{ue} が計算最大荷重 P_{uc} よりも大きく、かつ実測最大荷重時変位 δ_{ue} が計算最大荷重時変位 δ_{uc} よりも大きい場合を曲げ圧壊型、その他を剥離破壊型とした。表より、いずれの試験体も、予測される破壊形式と実験の破壊形式は対応していることが分かる。このことより、過去に提案されている FRP シート曲げ補強 RC 梁の破壊型式予測法は、AFRP シートを緊張接着する場合においても適用可能であることが明らかになった。

3.4 シートの剥離性状

図-4 には、RC2/PC 試験体の最大荷重時近傍における AFRP シートの軸方向ひずみ分布を計算結果と比較して示している。また、写真-1 には、シート剥離直前の荷重点近傍のひび割れ状況を示している。図より、いずれの試験体も等せん断力区間において計算結果を大きく上回るひずみが生じていることから、シートが部分剥離していることが推察される。また、写真からも等せん断力区間の荷重点近傍下縁かぶりコンクリートに斜めひび割れが発生し、その先端部からシート剥離が進行する傾向を示していることが分かる。このことから、RC/PC 梁、緊張力導入の有無に関わらず、梁の引張力作用面に接着した曲げ補強シートの剥離は、斜めひび割れが起因となるピーリング作用によって発生することが明らかになった。

4. まとめ

- 1) RC/PC 梁の引張力作用面に FRP シートを緊張接着することにより、梁の曲げひび割れ発生荷重は増大する。
- 2) FRP シート曲げ補強 RC 梁の破壊形式予測法は、FRP シートを緊張接着した場合にも適用可能である。
- 3) RC/PC 梁のシート剥離は、緊張力導入の有無に関わらずピーリング作用によって発生・進行する。

参考文献

- 1) 岸 徳光, 三上 浩, 栗橋祐介: AFRP シートで曲げ補強した RC 梁の曲げ耐力性状に関する実験的研究, 土木学会論文集, No.683/V-52, pp.47-64, 2001.8

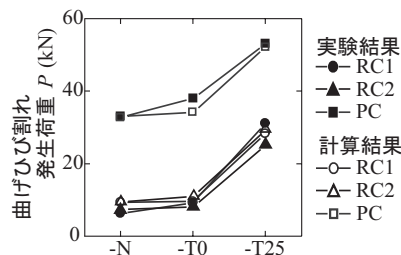


図-3 曲げひび割れ発生荷重に関する実験および計算結果

表-3 RC1/RC2 試験体の破壊形式一覧

試験体名	M_y / M_u	予測される破壊形式	P_{ue} / P_{uc}	$\delta_{ue} / \delta_{uc}$	実験による破壊形式
RC1-N	0.85	-	1.13	1.14	-
RC1-T0	0.49	剥離破壊型	0.99	0.88	剥離破壊型
RC1-T25	0.62	剥離破壊型	0.92	0.73	剥離破壊型
RC2-N	0.95	-	1.07	0.87	-
RC2-T0	0.70	曲げ圧壊型	1.06	1.12	曲げ圧壊型
RC2-T25	0.78	曲げ圧壊型	1.01	1.03	曲げ圧壊型

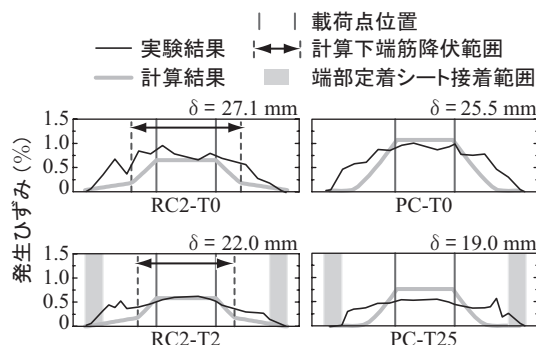


図-4 最大荷重時近傍のシートひずみ分布

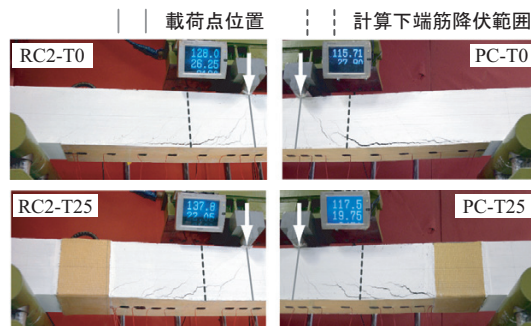


写真-1 シート剥離直前のひび割れ状況