

AFRP シートを下面接着して曲げ補強した PC 梁の静載荷実験

近畿地方整備局
三井住友建設(株)
室蘭工業大学

正会員 ○
フェロー
アブデル アジズ モハメド アリ

富田 祐輔
三上 浩

室蘭工業大学
室蘭工業大学

フェロー 岸 徳光
正会員 澤田 純之

1. はじめに

本研究では、AFRP シートで曲げ補強した PC 梁の曲げ耐力性状や既提案¹⁾の破壊形式予測式の妥当性検討を目的に、せん断スパン比が大きく比較的曲げ剛性の小さい PC 梁を対象に静的 4 点曲げ載荷実験を実施した。

2. 試験体概要

図-1 に、本実験に用いた試験体の形状寸法、配筋状況および補強概要を示す。試験体の形状寸法は、A/B 試験体でそれぞれ梁幅×梁高が 300×180 / 150×230 mm、純スパン長が 2,000 / 3,000 mm である。また、いずれの試験体も載荷点間隔は 300 mm であり、せん断スパン比は 6.1 / 7.1 となる。主鋼材には $\phi 9.3$ の PC 鋼より線を用い、その有効緊張力は引張強度 f_u の 60 % となるようにプレテンション方式で緊張力を導入した。曲げ補強シートは、シート幅を各試験体の梁幅と同一とし、梁中央部から両支点の 100 mm 手前までの範囲に接着している。

表-1 に、本実験に用いた試験体の一覧を示す。試験体数は、2 種類の断面形状を有する試験体に対してシート補強量が無補強を含め 5 種類に変化させた全 10 体である。曲げ補強シートには目付量が 280 g/m² と 415 g/m² の 2 種類のアラミド繊維製 FRP (AFRP) シートを用い、シートの組み合わせを変えることにより補強量を変化させた。

表-2、3 に、AFRP シートおよび鋼材の力学的特性を一覧にして示した。なお、実験時のコンクリートの材齢は 35 日、圧縮強度は $f'_c = 69.1$ MPa であった。

3. 実験結果および考察

3.1 荷重-変位関係

図-2 に、いずれの試験体も同様の性状を示したため、例として A 試験体の荷重-変位関係のみを示した。また、表-4 に、実験結果と計算結果を一覧にして示した。なお、計算結果は断面分割法を用いて算出し、計算の終局はコンクリート標準示方書に準拠して上縁コンクリートひずみが圧壊ひずみ (2,863 μ) に達した時とした。また、示方書における PC 鋼より線の応力-ひずみ関係はトリリニア型で仮定されており、本研究では最初の勾配変化点に達した時点を 1 次降伏点と呼ぶ。なお、破壊形式は既往の研究に基づき、実験結果が計算の終局耐力およ

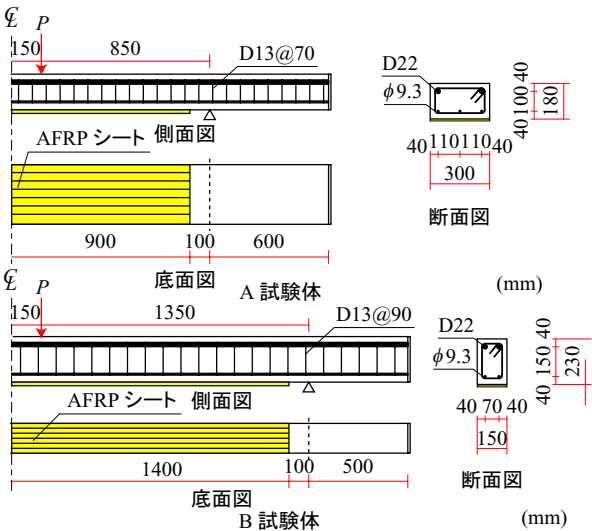


図-1 試験体概要

表-1 試験体一覧

試験体名	断面寸法 (mm)	純スパン長 (mm)	せん断スパン比	引張剛性 (MN/m)	シート目付量 (g/m ²)
A0	梁幅: 300 梁高: 180	2,000	6.1	-	-
A280				22.8	280
A415				33.7	415
A830				67.5	830 (415×2)
A1245				101.2	1245 (415×3)
B0	梁幅: 150 梁高: 230	3,000	7.1	-	-
B280				22.8	280
B415				33.7	415
B830				67.5	830 (415×2)
B1245				101.2	1245 (415×3)

表-2 鋼材の力学的特性

鋼材名称	材質	降伏応力 (MPa)	引張応力 (MPa)	弾性係数 (GPa)
D22	SD345	393	548	206
$\phi 9.3$	SWPR7AL	1,705 *	1,938	192

* 0.2 % 永久伸びに対する応力

表-3 AFRP シートの力学的特性 (公称値)

繊維目付量 (g/m ²)	保証耐力 (kN/m)	厚さ (mm)	引張強度 (GPa)	弾性係数 (GPa)	破断ひずみ (%)
280	392	0.193	2.06	118	1.75
415	588	0.286			

キーワード: PC 梁, AFRP シート, 曲げ補強, 耐力性状, 破壊形式予測

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

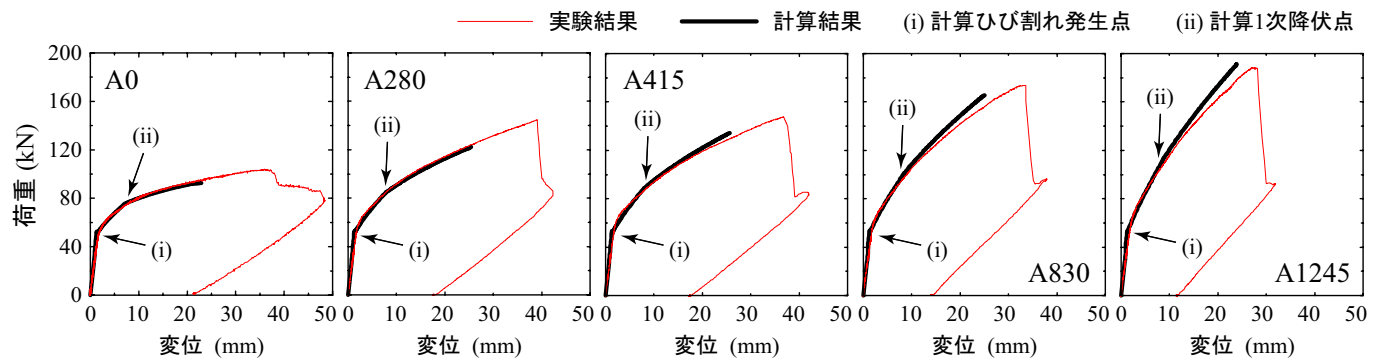


図-2 荷重-変位関係 (A 試験体)

び終局変位ともに上回っている場合を曲げ圧壊型、その他の場合を剥離破壊型とした。

図-2より、いずれの試験体においても载荷初期から1次降伏点まで、計算結果は実験結果と概ね一致していることが分かる。また、終局時に着目すると、計算結果はシート補強量の増加とともに変位が同程度で耐力が増大する傾向にある。一方、実験結果はシート補強量の増加に伴い終局耐力が増大するものの、終局変位は小さくなる傾向にある。すなわち、シート補強量が増加すると、剥離破壊型の傾向を示すことが分かる。

3.2 破壊形式の予測に関する検討

ここでは、破壊形式を予測するための評価式について、既往の研究¹⁾で提案しているAFRPシート曲げ補強PC梁の破壊形式予測式の適用性について検討を行う。予測式は次式のように示される。

曲げ圧壊型の場合： $M_{y1}/M_u \geq 0.61$

剥離破壊型の場合： $M_{y1}/M_u < 0.61$

ここで、 M_{y1} 、 M_u は、それぞれ断面分割法によって算出された主鋼材の1次降伏時における曲げモーメント、終局時における曲げモーメントである。

図-3は、実験結果をもとに1次降伏時における曲げモーメントを終局曲げモーメントで無次元化した値を縦軸に取り、シート目付量を横軸に取って整理した。また、図中の記号は白抜きが曲げ圧壊型、黒塗りが剥離破壊型で終局に至った試験体を示している。なお、B415試験体は計算終局時よりも早期にシート破断により終局に至ったため本検討より除外した。図より、予測式は剥離破壊に対して破壊形式を安全側で評価していることが分かる。これより、既提案の予測式を用いることにより、AFRPシート曲げ補強PC梁の破壊形式を安全側で評価可能であることが明らかになった。

4. まとめ

- 1) AFRPシート曲げ補強PC梁のシート補強効果は、主として曲げひび割れ発生後に発揮される。また補強量がいほど補強効果は増大するものの、小さい変位で終局に至る剥離破壊型を示す傾向にある。
- 2) 本研究の範囲内では、AFRPシート曲げ補強PC梁の破壊形式は、1次降伏モーメント M_{y1} と終局曲げモーメント M_u との比を用いる既提案式によって安全側に評価可能である。

参考文献

- 1) 鈴木 健太郎, 岸 徳光, 三上 浩, 澤田 純之: AFRPシートで曲げ補強したPC梁の静載荷実験, コンクリート工学年次論文集, vol.29, No.3, 2007.6

表-4 実験および計算結果の一覧

試験体名	P_{ue}/P_{uc}	δ_{ue}/δ_{uc}	破壊形式	M_{y1}/M_u
A0	-	-	-	-
A280	1.19	1.56	曲げ圧壊型	0.69
A415	1.10	1.45	曲げ圧壊型	0.66
A830	1.05	1.36	曲げ圧壊型	0.61
A1245	0.98	1.16	剥離破壊型	0.60
B0	-	-	-	-
B280	1.05	1.27	曲げ圧壊型	0.71
B415	0.92	0.99	(シート破断)	(0.67)
B830	1.01	1.20	曲げ圧壊型	0.60
B1245	0.83	0.99	剥離破壊型	0.56

* (): 参考値

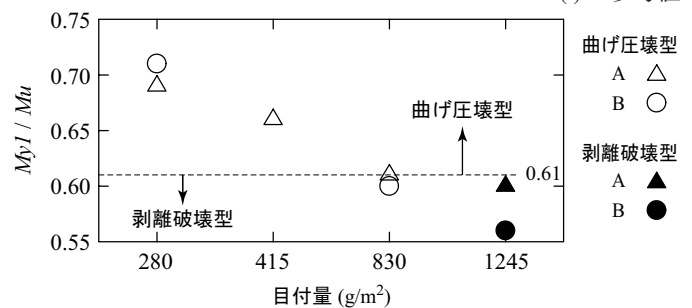


図-3 破壊形式予測式と実験結果との比較