

## 緊張力を導入した AFRP シートで曲げ補強した RC 梁の静載荷実験

室蘭工業大学

正会員 ○澤田 純之

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

北海道開発土木研究所

正会員 栗橋 祐介

## 1. はじめに

本研究では、曲げ補強シートに緊張力を導入して接着する場合（以後、緊張接着）の合理的な補強設計法の確立を目的に、緊張力を導入した AFRP シートにより曲げ補強した RC 梁の静的 4 点曲げ載荷実験を実施した。

## 2. 試験体概要

表-1 には、本実験に用いた試験体の一覧を示している。本実験に用いた試験体は、主鉄筋径を 2 種類、AFRP シート（弾性係数：118 GPa、引張強度：2.06 GPa、破断ひずみ：1.75 %）の導入緊張力を 3 種類とし、無補強試験体も含めた全 8 体の RC 梁である。表中、試験体名の第 1 項目は主鉄筋径（A：D13、B：D19）、第 2 項目は曲げ補強の有無と導入緊張率（N：無補強、T0：0%、T1：10%、T2：20%）を示している。なお、導入緊張率とはシートの引張耐力に対する緊張力の割合を示している。表中には緊張力解放時のシートひずみより得られる実測の導入緊張力も示している。

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）15×25 cm、純スパン長 2.6 m、上端鉄筋に D19、下端鉄筋には A 試験体の場合は D13、B 試験体の場合は D19 をそれぞれ 2 本ずつ用いた複鉄筋矩形 RC 梁である。曲げ補強シートには、目付量 415 g/m<sup>2</sup>、幅 130 mm の AFRP シートを 1 層用いている。また、その接着範囲は梁中央から両支点の 100 mm 手前までとした。なお、シートの端部には、曲げ補強シートの緊張力を解放した際のシート端部の引き剥がれ防止のため 30 cm 幅のシートを U 字形に巻付けている。写真-1 には、緊張接着後の養生状況を示している。

図-2 には、荷重-変位関係を示している。図には計算結果および実験結果を比較した図を A および B 梁について示している。なお、図中の計算結果は平面保持を仮定した断面分割法により算出しており、圧縮縁がコンクリートの圧壊ひずみ（0.35 %）に至るまで算出している。

## 3. 実験結果および考察

## 3.1 荷重-変位関係

図-2 には、荷重-変位関係を示している。図には計算結果および実験結果を比較した図を A および B 梁について示している。なお、図中の計算結果は平面保持を仮定した断面分割法により算出しており、圧縮縁がコンクリートの圧壊ひずみ（0.35 %）に至るまで算出している。

A 梁の計算結果の比較図より、A-N 試験体では主鉄筋が約 37 kN 程度で降伏し、その後顕著な荷重増加は見られない。一方、A-T0/T1/T2 試験体は、緊張力の増加とともに初期勾配、降伏荷重および第 2 勾配が増加し、緊張力導入による効果が見られる。なお、計算結果はいずれも上縁コンクリートの圧壊により終局に至っている。実験結果の比較図より、A-N 試験体は主鉄筋が約 33 kN 程度で降伏している。それに比較して A-T0/T1/T2 試験体では、初期勾配、降伏荷重が大きくなり、降伏後も荷重および変位がほぼ線形に増加している。降伏後の勾配は、A-T1/T2 試験体で A-T0 試験体よりも大きく示されている。また、A-T1/T2 試験体は同様の勾配を示した後、A-T2 試験体は変位約 58 mm で梁中央部付近のシート破断、A-T1 試験体では変位約 75 mm で端部定着シートの近傍でシート破断し終局に至っている。

B 梁の計算結果は A 梁と同様、無補強の B-N 試験体に比較して B-T0/T1/T2 試験体では初期勾配から終局まで大きく

キーワード：RC 梁、AFRP シート、緊張接着、導入緊張力

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	シート目付量 (g/m <sup>2</sup> )	軸方向鉄筋	導入緊張力*	
			設計値 (N/mm <sup>2</sup> )	実測値 (N/mm <sup>2</sup> )
A-N	—	—	—	—
A-T0	415	上：D19	0	0
A-T1		下：D13	207 (10%)	113 (6%)
A-T2		—	413 (20%)	258 (12%)
B-N	—	—	—	—
B-T0	415	上：D19	0	0
B-T1		下：D19	207 (10%)	112 (5%)
B-T2		—	413 (20%)	251 (12%)

\*：( ) 内は導入緊張率

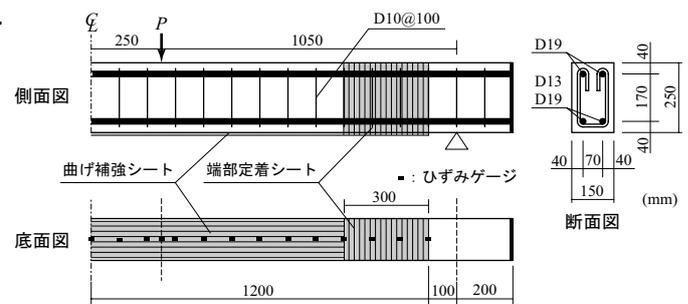


図-1 試験体の概要



写真-1 緊張接着後の養生状況

示されている。また、緊張力が大きい程補強効果が大きい。実験結果の比較図より、B-T0/T1/T2 試験体は計算結果と同様に初期勾配から終局まで B-N 試験体に比較して大きく示されている。また、降伏後の勾配は導入緊張力により若干のばらつきがあるものの、緊張力が大きい程補強効果が大きいことがわかる。しかしながら、緊張力の大きい B-T2 試験体では B-T0/T1 試験体に比較して小さい変位レベルでシート破断により終局に至っている。以上のことから、シートに緊張力を導入することにより補強効果が発揮されるものの、緊張力が大きい場合には小さい変位レベルでシート破断に至る傾向にあることが明らかになった。

表-2には、実験および計算結果の降伏荷重、最大荷重およびそれぞれの実験値を計算値で除した両者の比を示している。表より、降伏荷重は実験値、計算値ともに、緊張力が大きい程増大している。一方、最大荷重は、計算値では緊張力が大きい程増大しているものの、実験値では A/B-T1 試験体で最も大きい値を示している。これは、A/B-T2 試験体で緊張力導入時の初期ひずみが大いため、他の試験体よりも早期に破断ひずみに達したためと考えられる。

実験値と計算値の比を見ると、A-N 試験体の降伏荷重は 0.90 であるものの、その他は 1.0 ~ 1.15 程度と比較的良く対応している。これより、シート緊張接着時の耐力評価は断面分割法により概ね可能であることが明らかとなった。

3.2 シートのひずみ分布性状

図-3には、各変位時における曲げ補強シートのひずみ分布を A/B 試験体毎に示している。図には、A/B-T2 試験体の最大荷重時の変位時（以後、最大荷重時変位時）および A/B-T2 試験体の最大荷重時と降伏時の中間変位時（以後、中間変位時）の結果を示している。中間変位時のひずみ分布は、A/B 試験体ともに導入緊張力の大きさにかかわらず同様の性状を示していることから、シートの効果は同程度に発揮されていると考えられる。最大荷重時変位時（A/B-T2 試験体のシート破断直前）においても、シートの最大ひずみは 1.6% 程度であり、破断ひずみには到達していない。しかしながら、緊張力導入時の発生ひずみは A/B-T2 試験体で 0.2% 程度であったことを考慮すると、実ひずみは試験体中央部で 1.8% となり、破断ひずみに到達してシート破断に至ったものと考えられる。

4. まとめ

- 1) 緊張力を導入した FRP シート曲げ補強 RC 梁は、緊張力を導入しない場合に比較して降伏、終局耐力が向上する。
- 2) シートに緊張力を導入した FRP シート曲げ補強 RC 梁の耐力評価は概ね断面分割法で可能である。
- 3) 緊張力を導入した場合にも同一変位時のシートのひずみ分布性状は同様である。しかしながら、緊張力の導入による初期ひずみが加算されるため早期にシート破断する可能性がある。

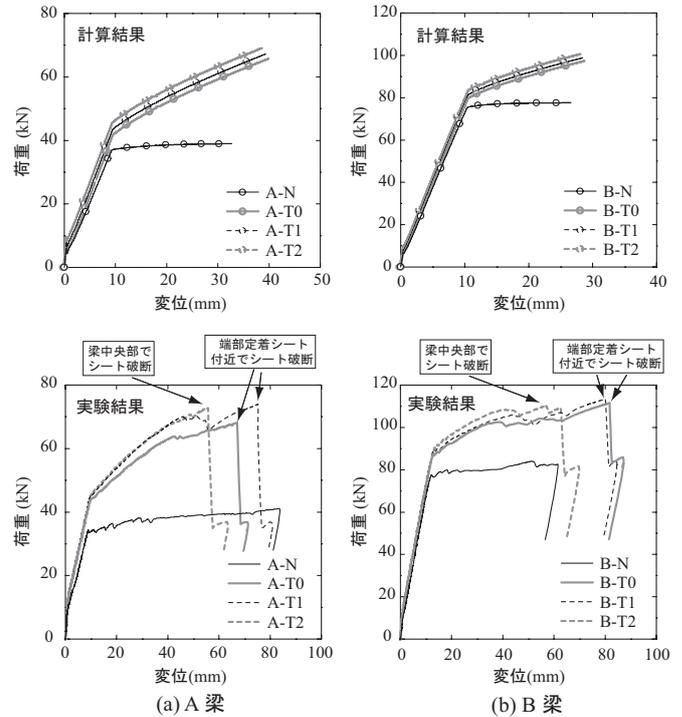


図-2 荷重-変位関係

表-2 実験および計算結果一覧

試験体名	降伏荷重 (kN)		(1)/(2)	最大荷重 (kN)		(3)/(4)
	実験値 (1)	計算値 (2)		実験値 (3)	計算値 (4)	
A-N	33.3	37.1	0.90	39.2	39.0	1.01
A-T0	43.1	41.9	1.03	68.3	65.7	1.04
A-T1	44.6	43.7	1.02	74.0	67.2	1.10
A-T2	45.2	46.0	0.98	72.9	69.1	1.05
B-N	76.1	75.6	1.01	84.2	77.6	1.08
B-T0	86.3	80.2	1.08	111.6	97.4	1.15
B-T1	87.5	81.9	1.07	113.3	98.8	1.15
B-T2	89.2	83.9	1.06	110.2	100.6	1.10

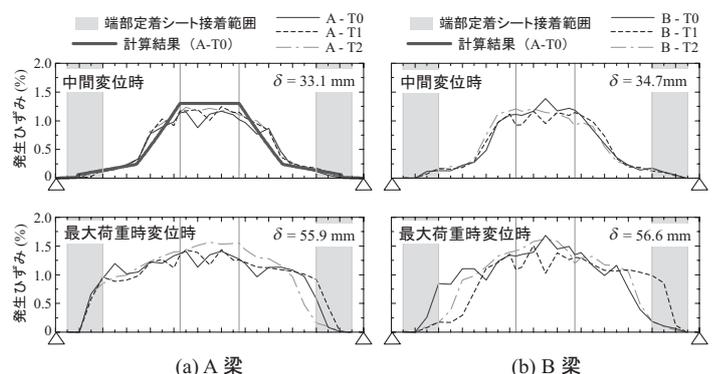


図-3 曲げ補強シートのひずみ分布性状