

せん断破壊型 FRP シート下面接着 RC 梁の耐荷性状に関する実験的研究

室蘭工業大学大学院 学生員 ○近藤 雅俊 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 室蘭工業大学 正会員 澤田 純之

1. はじめに

本研究では、FRP シート下面接着 RC 版の押し抜きせん断耐荷性状の把握を目的として、せん断破壊型の FRP シート下面接着 RC 梁を用いた 3 点曲げ载荷実験を行い、その耐荷性状に関する検討を行った。

2. 試験体概要

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 2.4 m、軸方向鉄筋に D13 または D22 を上・下端に 2 本ずつ配置した複鉄筋矩形 RC 梁である。補強材料には、アラミド繊維製 FRP シート（AFRP シート；目付量：415 g/m²、厚さ：0.286 mm、弾性係数：118 GPa、引張強度：2.06 GPa、破断ひずみ：1.75 %）を用い、梁中央部から両支点の 3 cm 手前まで接着した。

表-1 には、試験体の一覧を示している。表中、試験体名の第一項目は軸方向鉄筋の種類（A：D13、B：D22）、第二項目はシート補強の有無（N：無補強、Sn：シートの n 層補強）を示している。また、表にはせん断耐力を曲げ耐力で除したせん断余裕度 α を示している。ここで、 $\alpha < 1.0$ の場合には、設計的にはせん断破壊することを意味している。実験時におけるコンクリートの平均圧縮強度は $f'_c = 40.6$ MPa、D13、D22 の降伏強度はそれぞれ $f_y = 373, 380$ 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 には、各試験体の荷重とスパン中央変位（以後、変位）の関係を示している。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上縁コンクリートの圧壊（ -3500μ ）まで算出している。

図-2(a) より、A-N 試験体は計算結果とほぼ対応し、計算終局荷重および変位を大きく上回った後に、上縁コンクリートの圧壊を伴って終局に至っている。また、シート補強した A-S1 試験体は、主鉄筋降伏後の剛性勾配が計算結果よりも若干小さいもののほぼ対応し、上縁コンクリートの圧壊後に終局に至っている。一方、A-S2/S3/S4 試験体は主鉄筋降伏時まではほぼ計算結果と対応しているものの、その後、剛性勾配が低下し、計算終局点到達前の 60～70 kN 程度で急激に荷重が低下している。

図-2(b) より、B-N 試験体は、計算結果と比較して剛性勾配が小さいことが分かる。荷重はほぼ線形に増大し、86 kN 程度で急激な荷重低下を伴うせん断破壊により終局に至っている。B-S 試験体は、シート補強層数が多いほど初期勾配が大きくなる傾向にあるものの、いずれの試験体もほぼ同程度の荷重および変位で斜めひび割れが開口して終局に至っている。

図-3 には、図-2 より得られる最大荷重 P_{max} と補強層数の関係を示している。図より、主鉄筋が降伏する A 試験体
キーワード：AFRP シート、せん断破壊型、RC 梁、3 点曲げ载荷

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

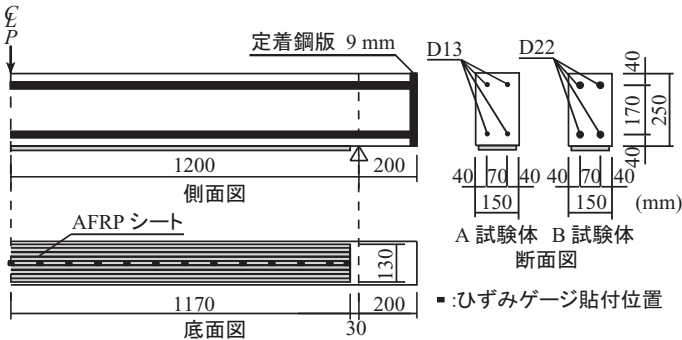


図-1 試験体の概要図

表-1 試験体一覧

試験体名	軸方向鉄筋	補強層数	体積補強割合 (%)	せん断余裕度 α
A-N	D13	無補強	0	1.82
A-S1		1 層	0.99	0.99
A-S2		2 層	1.98	0.75
A-S3		3 層	2.97	0.64
A-S4		4 層	3.97	0.57
B-N	D22	無補強	0	0.97
B-S1		1 層	0.99	0.79
B-S2		2 層	1.98	0.69
B-S3		3 層	2.97	0.63
B-S4		4 層	3.97	0.58

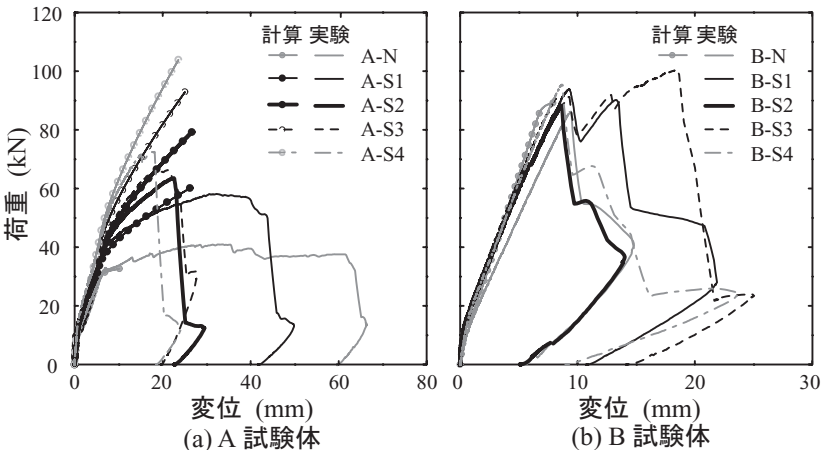


図-2 荷重－変位関係

体の場合はシートの補強層数の増加に伴い最大荷重が増加する傾向にあることが分かる。それに対して、主鉄筋が降伏しない B 試験体の場合には最大荷重は補強層数にかかわらず、ほぼ同等の値を示している。これらのことより、既往の研究結果¹⁾と同様に、主鉄筋が降伏する前にせん断破壊で終局に至る RC 梁の場合には、シートの補強効果はほとんど発揮されないことが明らかになった。

3.2 シートのひずみ分布性状

図-4 には、A-S1/S4 試験体、B-S1/S4 試験体の実測最大荷重時におけるシートのひずみ分布を同一変位時の計算結果と比較して示している。図より、A-S1

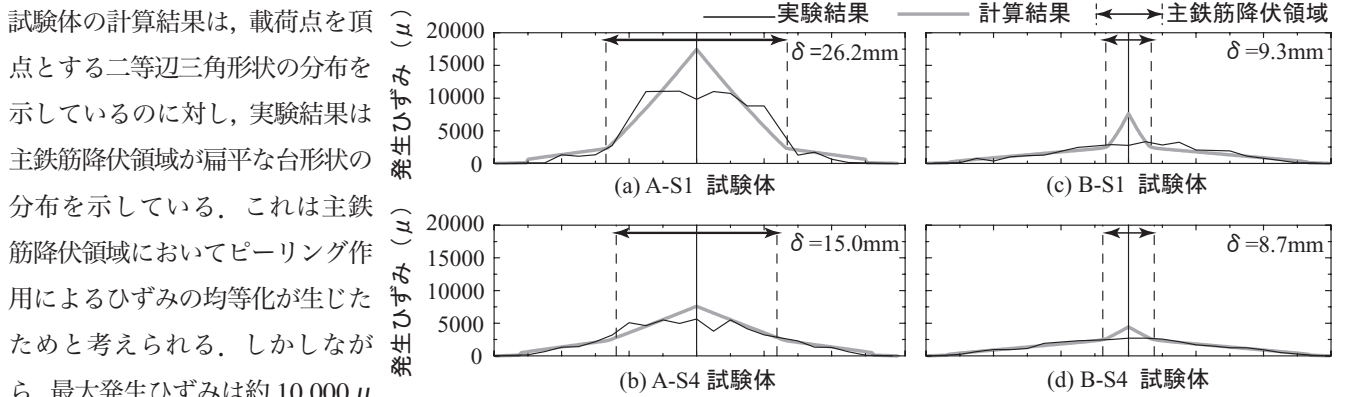


図-4 最大荷重時のひずみ分布

試験体の計算結果は、載荷点を頂点とする二等辺三角形形状の分布を示しているのに対し、実験結果は主鉄筋降伏領域が扁平な台形状の分布を示している。これは主鉄筋降伏領域においてピーリング作用によるひずみの均等化が生じたためと考えられる。しかしながら、最大発生ひずみは約 10,000 μ であり、シートの補強効果が大きく出現していることが分かる。また、A-S4 試験体においても、実測最大荷重時において 5,000 μ 程度のひずみが発生し、左側スパンの主鉄筋降伏領域ではピーリングの発生に伴うひずみの均等化が見られる。このことから、せん断破壊直前まではピーリング作用によるシート剥離が進展していることが分かる。一方、B 試験体の計算結果から、主鉄筋の降伏が見られるものの、シートのひずみ分布にはその傾向が見られない。また、シートに発生したひずみは 3,000 μ 程度であることから、主鉄筋が広範囲で降伏しない場合には、シートの補強効果がほとんど発揮されないことが明らかになった。

3.3 シート下面接着による補強効果の検討

図-5 には、体積補強割合と耐力比との関係を示している。耐力比は A/B-S 試験体の最大荷重を A/B-N 試験体の最大荷重で除した値である。また、表-2 には、最大荷重、耐力比および実験の破壊形式を一覧にして示している。図より、補強後も主鉄筋が降伏する A 試験体では、シートの補強層数の増加とともに耐力比がほぼ線形に増大していることが分かる。一方、主鉄筋がほとんど降伏しない B 試験体では、シートの補強層数にかかわらず、耐力比は 1.03 ~ 1.11 である。このように、主鉄筋の降伏を伴ってせん断破壊する場合にはシートの補強効果は出現するものの、主鉄筋が降伏しない場合にはシートの補強効果はほとんど出現しないことが明らかになった。

4. まとめ

- (1) シートを下面接着した RC 梁が主鉄筋の降伏を伴ってせん断破壊する場合は、補強量の増加とともに耐力は増加する傾向にある。また、ピーリング作用によるシートの部分剥離も見られる。
- (2) 主鉄筋が広範囲に降伏する前にせん断破壊する場合には、シートの補強効果は小さく、耐力比は最大でも 1.1 倍程度である。

参考文献

- 1) 三上 浩, 岸 徳光, 藤田学, 澤田純之: FRP シート下面接着 RC 梁のせん断耐力に及ぼす主鉄筋降伏の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.27, No.2, pp.1429-1434, 2005

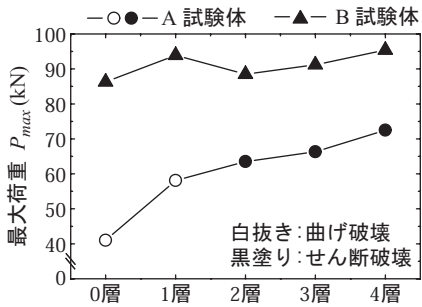


図-3 シート層数と最大荷重の関係

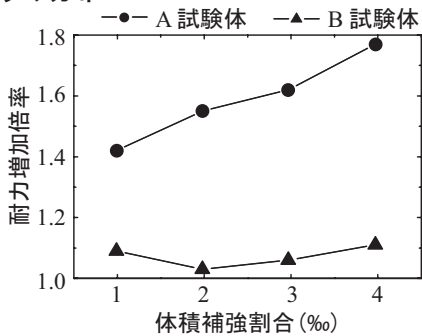


図-5 体積補強割合と耐力比の関係

表-2 実験結果一覧

試験体名	最大荷重 (kN)	耐力比	破壊形式
A-N	41.0	-	曲げ
A-S1	58.1	1.42	破壊
A-S2	63.5	1.55	せん断破壊
A-S3	66.3	1.62	
A-S4	72.5	1.77	
B-N	86.3	-	せん断破壊
B-S1	93.9	1.09	
B-S2	88.5	1.03	
B-S3	91.2	1.06	
B-S4	95.4	1.11	