

側面接着法を適用した剥離破壊型 FRP シート曲げ補強 RC 梁の静載荷実験

室蘭工業大学大学院 学生会員 ○作田 大幸
三井住友建設(株) フェロー 三上 浩

室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光
室蘭工業大学 正会員 澤田 純之

1. はじめに

既往の研究により、FRP シート曲げ補強 RC 梁の破壊形式は、コンクリート標準示方書¹⁾に基づいた断面分割法による計算において、コンクリートの圧縮ひずみが終局ひずみ(3,500 μ)に至った時点(以後、計算終局点)においても曲げ補強シートの定着が確保されている曲げ破壊型と、計算終局点に到達する前にシート剥離によって終局に至る剥離破壊型の2種類に分類され、その破壊形式の予測も可能²⁾であることを明らかにしている。剥離破壊と判断される場合、計算終局耐力を確保するためには曲げ補強シートの剥離を抑制する必要がある。そこで本研究では、シート剥離抑制に有効な側面接着法に関する側面接着シートの補強範囲および補強量に関する検討を行った。また、同時に曲げ補強シートの合理的な接着長に関する検討も行った。

2. 試験体概要

図-1には、本実験に用いた RC 梁の概要を示している。RC 梁は、断面寸法(梁幅×梁高)150×250 mmで、上端および下端鉄筋にそれぞれD19、D13を2本ずつ配筋した複鉄筋矩形 RC 梁である。純スパン長はいずれの試験体も2,600 mm、荷重点間隔を500 mmとし、せん断スパン比を5.0とした。

曲げ補強シートには、目付量830 g/m²(保証耐力1,176 kN/m)、幅130 mmのアラミド繊維製 FRP(以後、AFRP)シートを1層用いることとした。曲げ補強シートの補強範囲は、いずれの試験体も既往の研究で提案した必要接着長算定式³⁾により算出した長さとしている。以下に、必要接着長算定式を示す。

$$L_{req} = L_{yu} + \alpha D$$
$$L_{yu} = a(1 - M_y/M_u) \text{ (mm)}$$
$$\alpha = -0.84R_c + 1.33$$
$$R_c = V_c/P_{uc}$$

(1)

ここに、 L_{req} : 必要接着長、 L_{yu} : 主鉄筋降伏領域、 D : 梁高、 a : せん断スパン長、 M_y : 計算降伏曲げモーメント、 M_u : 計算終局曲げモーメント、 α : 定着部接着長係数、 R_c : 斜めひび割れ発生余裕度、 V_c : 計算斜めひび割れ発生荷重、 P_{uc} : 計算終局荷重、である。本試験体の必要接着長は、それぞれ $L_{req} = 73.5 \sim 79.9$ (cm)となっている。

図-2には、側面接着シートの補強概要を示している。接着高さは梁高の1/2と統一し、梁軸方向の接着範囲は、示法書²⁾に準拠した断面分割法による計算終局時の主鉄筋降伏領域、または曲げ補強シートの必要接着長とした。なお、本検討における計算は、側面接着シートも考慮して行っている。

表-1には、本実験に用いた試験体の一覧を示している。表中、試験体名は側面接着シートの有無(N:無し、S:有り)を示しており、Sに付随する数値は側面接着シートの目付量(g/m²)を示している。試験体名の第二項目の-Lは側面接着シートを曲げ補強シートの補強範囲(必要接着長)にまで延長して接着した試験体を示している。なお、実験時における

キーワード: AFRP シート, 曲げ補強, RC 梁, 剥離破壊型, 側面接着法,

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

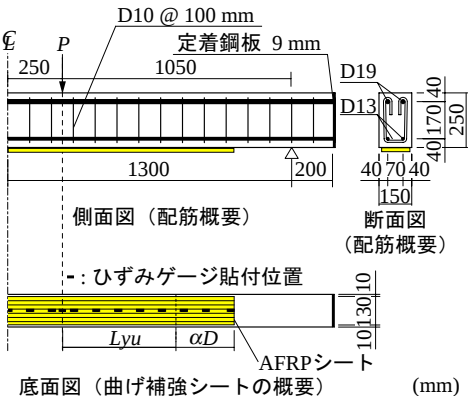


図-1 RC 梁試験体の概要

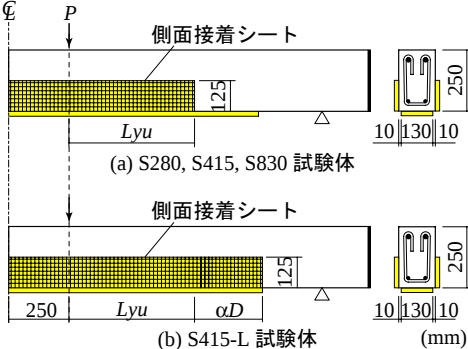


図-2 側面接着シートの補強概要

表-1 試験体の一覧

試験 体名	L_{yu} (cm)	曲げ補強シート		側面接着シート		
		シート 目付量 (g/m ²)	補強範囲	シート 目付量 (g/m ²)	接着高さ	接着長さ
N	53.5	830	$L_{yu} + \alpha D$	-	-	-
S280	55.9			280	梁高の 1/2	L_{yu}
S415	57.5			415		L_{yu}
S415-L						$L_{yu} + \alpha D$
S830	57.0			830		L_{yu}

L_{yu} : 計算終局時の主鉄筋降伏領域

るコンクリートの平均圧縮強度は 28.5 MPa, 主鉄筋の降伏強度は D13 で 375 MPa であった。

3. 実験結果および考察

3.1 荷重－変位関係

図-3 には、各試験体の荷重－変位関係を側面接着シートの目付量ごとに計算結果と比較して示している。

いずれの試験体も、実験および計算結果は初期から終局に至るまで概ね一致していることがわかる。(a) 図より、N 試験体では、終局時近傍において急激な荷重低下が見られることから、曲げ補強シートの剥離によって終局に至っており、計算結果を保証せずに終局に至っていることから剥離破壊型を示している。(b), (c) 図より、S280, S415, S415-L 試験体は、実験結果が計算結果を上回っており、いずれも十分な剥離抑制効果が発揮されている。

一方、(d) 図の S830 試験体では計算結果到達前に急激な荷重低下を伴って終局に至っている。これは、後述のように側面接着シートにより曲げ耐力が増大し、曲げ補強シート接着端部が段落し状態になったことにより、接着端近傍部の主鉄筋が降伏して曲げ補強シートが引き剥がされたことによるものと考えられる。

以上のことより、本研究の範囲内では、側面接着シートの目付量が曲げ補強シートの目付量の 1/3 程度以上の場合、側面接着シートの補強範囲を計算終局時の主鉄筋降伏領域とすることにより、計算結果を保証可能であること、曲げ補強シートの補強範囲は必要接着長で十分であること、が明らかになった。

3.2 ひび割れ性状および曲げ補強シートの軸方向ひずみ分布性状

図-4(a) には、終局時における S830 試験体の等せん断力区間のひび割れ状況、図-4(b) には、曲げ補強シートの軸方向ひずみ分布性状を同一変位時の計算結果と比較して示している。

(a) 図より、ひび割れ性状を見ると、曲げ補強シート接着端部に斜めひび割れおよび主鉄筋に沿う割裂ひび割れが見られる。また (b) 図より、ひずみ分布性状から左側のシート接着端部に負のひずみ値が見られる。これは、シート接着端近傍における断面抵抗曲げモーメントの軸方向分布が段落し状態になり、シート接着端近傍部の主鉄筋が降伏してひび割れが開口し、曲げ補強シートがかぶりコンクリートを伴って引き剥がされ、応力が急変したためと推察される。

以上のことより、側面接着シートの目付量が曲げ補強シートと同程度に大きい場合には、曲げ補強シート接着端近傍部の断面抵抗曲げモーメントの軸方向分布が破壊に至る可能性のあることに留意する必要がある。

4. まとめ

本研究の範囲内で得られた結果をまとめると、側面接着シートの目付量を曲げ補強シートの 1/3 程度以上とすると、側面接着シートの補強範囲を計算終局時における主鉄筋降伏領域とし、曲げ補強シートの補強範囲を必要接着長とすることによって、十分な剥離抑制効果を得られることが明らかとなった。ただし、側面接着シートの目付量が大きい場合には、曲げ補強シート接着端近傍部で断面抵抗曲げモーメントの軸方向分布が段落し状となり破壊する可能性があることに留意する必要がある。

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 梁の曲げ耐荷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
- 2) 土木学会: コンクリート標準示方書 (構造性能照査編), 2002
- 3) 岸 徳光, 三上 浩, 栗橋 祐介, 澤田 純之: AFRP シート曲げ補強 RC 梁のシートの必要接着長評価に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.48A, pp.987-997, 2002.3

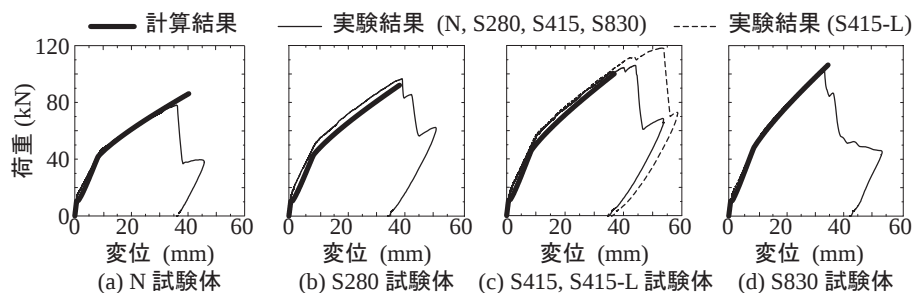


図-3 荷重－変位関係



(a) ひび割れ状況

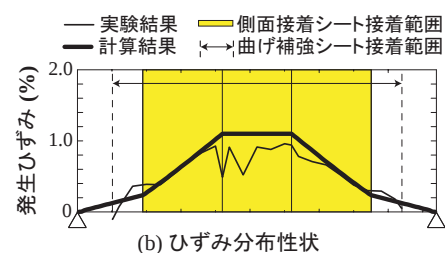


図-4 S830 試験体の破壊性状