

AFRP シート下面接着したせん断破壊型 RC 梁の静載荷実験

三井住友建設(株) フェロー ○三上 浩
室蘭工業大学大学院 フェロー 岸 徳光

室蘭工業大学大学院 正会員 栗橋祐介

1. はじめに

本研究では、FRP シート下面接着による RC 梁のせん断耐力向上効果を検討することを目的として、形状寸法やシート補強の有無を変化させたせん断破壊型 RC 梁の静載荷実験を実施した。

2. 実験概要

図-1 には、試験体の概要を示している。本実験に用いた試験体は、A, B タイプの2種類であり、それぞれ断面寸法が $180 \times 280, 220 \times 220$ mm, 純スパン長が 2.6, 2.1 m の複鉄筋 RC 梁である。下面接着シートには、保証耐力 1,176 kN/m のアラミド繊維製 FRP (AFRP) シートを 1 層用いた。実験時におけるコンクリートの圧縮強度は 31.6 MPa, 鉄筋の降伏強度は 416 MPa であった。

表-1 には、本研究に用いた試験体と計算耐力の一覧を示している。試験体名は、梁のタイプ (A, B) およびシート補強の有無 (S, N) の組み合わせとしている。なお、計算耐力は、コンクリート標準示方書に準拠して算出している。ただし、計算せん断耐力については、シート補強の影響は考慮していない。表より、いずれの試験体にお

表-1 試験体および計算耐力の一覧

試験体名	梁タイプ	シート補強の有無	計算曲げ耐力 P_{uc} (kN) (1)	計算せん断耐力 V_{uc} (kN) (2)	せん断余裕度 α (2)/(1)
A-N	A	なし	131	96.5	0.74
A-S		あり	195		0.49
B-N	B	なし	125	95.6	0.76
B-S		あり	188		0.51

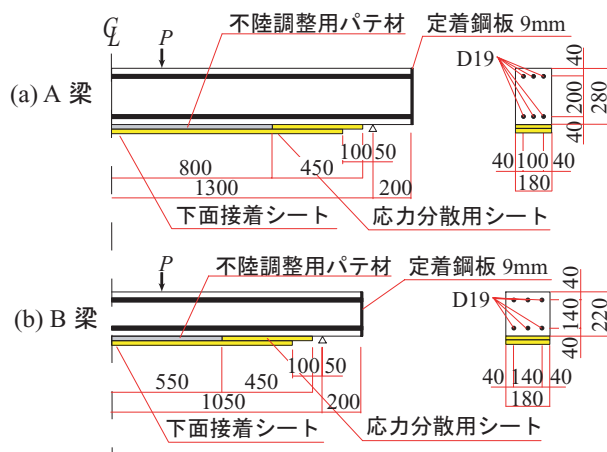


図-1 試験体の概要

いてもせん断余裕度が 1.0 以下となっていることより、せん断破壊により終局に至るものと考えられる。

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-変位関係に関する実験結果を A および B 梁ごとに示している。図より、いずれの試験体も、荷重 $P = 30$ kN 程度で曲げひび割れが発生した後荷重はほぼ線形に増大し、最大荷重到達後に急激に低下している。このことより、これらの試験体は、せん断破壊により終局に至っていることがうかがわれる。また、補強した試験体は、無補強試験体に比較して曲げひび割れ発生後の曲げ剛性が改善されており、最大荷重も 20% 程度増加している。

3.2 ひび割れ状況

写真-1 には、実験終了後における試験体側面のひび割れ状況を示している。写真より、いずれの試験体も載荷点から支点に向かってアーチ状のひび割れが発生し、せん断破壊に至っていることがわかる。また、無補強試験体は、下端鉄筋に沿うひび割れが支点側に向かって水平に進展する傾向にあるのに対し、シート補強試験体は、シート端部近傍において斜めひび割れが梁下縁まで進展

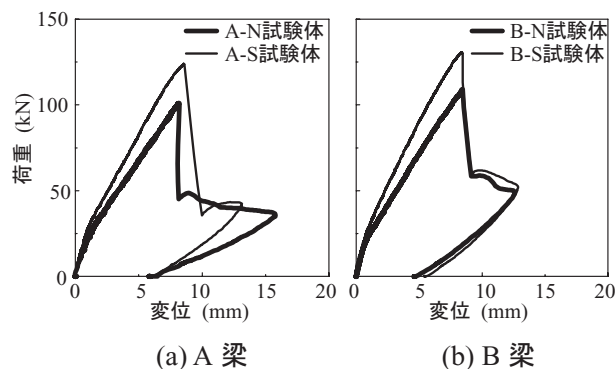
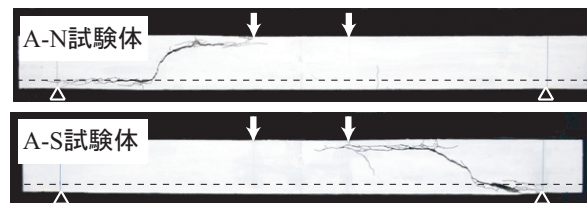


図-2 荷重-変位関係



図中の点線は主鉄筋配置位置

写真-1 実験終了後の RC 梁側面のひび割れ状況

キーワード: RC 梁, AFRP シート, 下面接着, せん断補強

連絡先: 〒050-8585 室蘭工業大学大学院 工学研究科 くらし環境系領域 TEL 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227

表-2 実験および計算結果の一覧

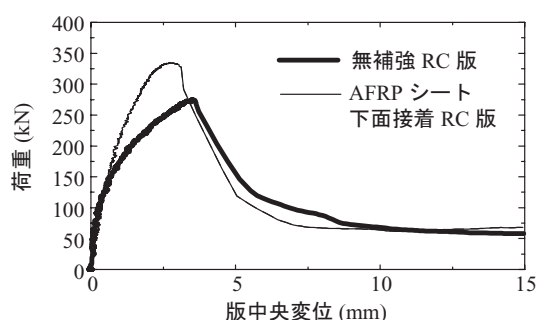
試験体名	実験結果		計算結果			(ii) / (iii)	(i) / (iv)
	最大耐力 (kN) (i)	シート補強による耐力増分 (kN) (ii)	無補強試験体のせん断耐力 V_c (kN)	シート補強による耐力増分 V_{cf} (kN) (iii)	$V_u (= V_c + V_{cf})$ (kN) (iv)		
A-N	101	-	97	-	97	-	1.04
A-S	124	23		13	110	1.78	1.13
B-N	109	-	96	-	96	-	1.14
B-S	131	22		16	112	1.38	1.17

し、大きく開口していることが分かる。これは、後述するように RC 梁の場合においても RC 版の場合と同様に、FRP シートを下面接着することにより、下縁かぶりコンクリートがせん断力に抵抗することを示すものと考えられる。

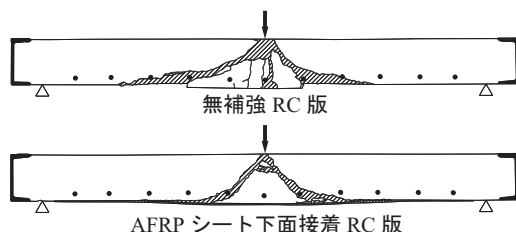
4. AFRP シート下面接着によるせん断耐力増分の評価

4.1 AFRP シート下面接着 RC 版の耐荷性状

図-3 には、文献¹⁾の4辺支持 AFRP シート下面接着 RC 版の静載荷実験結果を無補強 RC 版の結果と比較して示している。図-3 (a) より、いずれの試験体も最大荷重到達後、荷重が急激に低下していることより、押し抜きせん断破壊により終局に至っていることが分かる。また、図-3 (b) より、無補強 RC 版では押し抜きせん断コーンの発生範囲が下端鉄筋位置で大きく拡大し、かつ、かぶりコンクリートが著しく剥落している。これに対し、補強 RC 版では押し抜きせん断ひび割れが版上縁から下縁のシート接着界面に到達している。また、かぶりコンクリートの剥落が生じていないことより、かぶりコンクリートもせん断耐力に抵抗していることが分かる。



(a) 荷重－版中央変位関係



(b) 版中央部切断面のひび割れ状況

図-3 シート下面接着 RC 版の静載荷実験結果

このような耐力向上メカニズムは、RC 梁の場合においても同様であるものと考え、以下では、AFRP シート下面接着による RC 版の押し抜きせん断耐力増分推定式¹⁾を RC 梁の場合に準用し、その妥当性を検討する。

4.2 せん断耐力増分算定法の提案

表-2 には、各試験体のせん断耐力に関する実験および計算結果を一覧にして示している。ここで、シート補強によるせん断耐力増分 V_{cf} は、示方書による棒部材のせん断耐力算定式をかぶり部分に適用し、下式により算出している。また、計算せん断耐力 V_u は、無補強 RC 梁の計算せん断耐力 V_c に V_{cf} を加算して求めている。

$$V_{cf} = 2 \cdot (\beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot f'_{cd} \cdot b_w \cdot d) \quad (1)$$

$$f'_{cd} = 0.20 \sqrt{f'_c} \quad (\text{N/mm}^2), \quad \beta_d = \sqrt[4]{1000/d} \quad (d: \text{mm})$$

$$\beta_p = \sqrt[3]{100p_v}, \quad \beta_n = 1.0 \quad (\text{軸方向圧縮力 } N'_d = 0 \text{ より})$$

ここに、 f'_{cd} : コンクリートの圧縮強度、 d : かぶり厚さ、 $p_v (= n_f \cdot A_f / (b \cdot d))$: 補強筋比、 A_f : AFRP シートの断面積、 b : 梁幅、 $n_f (= E_f / E_s)$: 弾性係数比 (AFRP シート/鉄筋) である。表より、いずれの試験体においてもせん断耐力に関する計算結果は実験結果を 4 ~ 17 % 程度安全側に評価していることがわかる。

5. まとめ

- 1) FRP シート下面接着により RC 梁のせん断耐力を向上可能である。
- 2) RC 梁も RC 版と同様に AFRP シート下面接着によって、下縁かぶりコンクリートがせん断力に抵抗して、せん断耐力が向上する。
- 3) FRP シートを下面接着した RC 梁のせん断耐力は、かぶりコンクリートの耐力寄与を示方書式に準じて算定することで安全側に評価可能である。

参考文献

- 1) 三上 浩, 岸 徳光, 藤田 学, 澤田純之: AFRP シート下面補強 RC 版の押し抜きせん断性状に関する一考察, 構造工学論文集, Vol. 51A, pp. 1299-1308, 2005.