

FRP シート下面接着 RC 梁のアンカーボルトによる剥離抑制効果に関する実験的検討

(株) 構研エンジニアリング 正 会 員 ○鈴木 健太郎
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

本研究では、RC 構造物に接着した FRP シートの簡易な剥離抑制法としてアンカーボルトを埋込む工法を提案し、その剥離抑制効果の検討を目的として、アンカーボルトを埋込んだ FRP シート曲げ補強 RC 梁の静的 4 点曲げ載荷実験を実施した。

2. 試験体概要

図-1 には、本実験に用いた試験体の形状寸法および配筋状況を示している。試験体は梁幅×梁高が18×27 cm、上・下端鉄筋にそれぞれ D19、D16 を 2 本ずつ用いた複鉄筋矩形 RC 梁である。試験体の純スパン長は 2.6 m、載荷点間隔は 50 cm であり、せん断スパン比は 4.6 である。なお、主鉄筋の降伏強度は 378.6 MPa、コンクリートの圧縮強度は 23.7 MPa であった。図-2 には、曲げ補強シートの補強概要およびアンカーボルトの埋込み位置を示している。曲げ補強シートには、目付量 830 g/m² のアラミド繊維製の FRP (AFRP) シート (弾性係数：118 GPa、引張強度：2.06 GPa、破断ひずみ：1.75 %) を用い、幅 16 cm で梁中央より両支点の 10 cm 手前まで接着した。アンカーボルトの埋込み位置は、載荷点から支点方向へ 10/20/30 cm の位置とし、その位置に 1 列ないし 2 列埋込んでいる。埋込み深さは RC 梁の下端筋の位置からアンカーボルト毎に設定されている最適埋込み深さ (規格値) を確保することとした。表-1 には、本実験に用いた試験体の一覧を示している。試験体名は、アンカーボルトの列数を示す英文字 (N:無し, S:1 列, C:2 列)、およびアンカーボルト径を示す数字の組み合わせにより示している。

3. 実験結果および考察

3.1 荷重-変位関係

図-3 には、本実験より得られた荷重-スパン中央部変位 (以後、変位) 関係をアンカーボルト径毎に比較して示している。なお、計算結果は示方書¹⁾に準拠し、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ひずみ (3,500 μ) まで完全付着しているものと仮定して算出している。表-2 には、図-3 より得られた実験および計算結果の一覧を示している。表中の耐力比、変位比は各試験体の値を N 試験体の計算値で除した値である。破壊形式²⁾は耐力比および変位比が共に 1.0 以上の場合を曲げ圧壊型とし、その他の場合は剥離破壊型とした。図より、N 試験体は降伏点が計算結果よりも若干大きいものの、主鉄筋降伏後の勾配が計算結果よりも小さく、終局時に計算耐力を下回った状態でシート剥離に至っていることより、剥離破壊型を示していることが分かる。

キーワード：RC 梁、AFPR シート、下面接着、剥離抑制、アンカーボルト

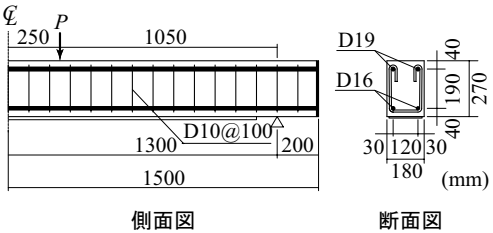


図-1 試験体の形状寸法および配筋状況

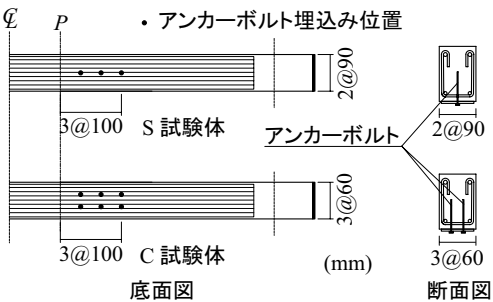


図-2 曲げ補強シートの補強概要およびアンカーボルト埋込み位置

表-1 試験体一覧

試験体名	曲げ補強シート	アンカーボルト		
		配列数	種類	埋込み深さ
N	830 g/m ³ (1,200 kN/m)	-	-	-
S8		1 列	M8	70 mm
S10			M10	80 mm
S12			M12	100 mm
C8		2 列	M8	70 mm
C10			M10	80 mm
C12			M12	100 mm

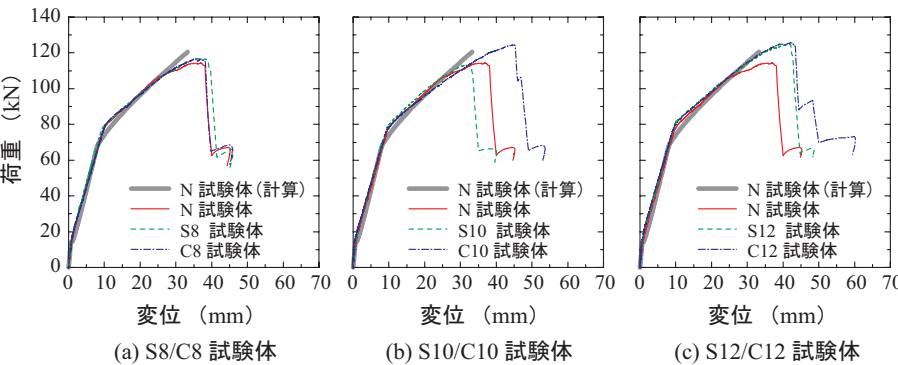


図-3 荷重-変位関係

S8/C8 試験体は初期勾配から降伏点、シート剥離に至るまで N 試験体とほぼ同様の性状を示し、両試験体ともに剥離破壊型を示している。S10 試験体では N 試験体の最大荷重および最大荷重時変位を下回った状態でシート剥離により終局に至っている。一方、C10 試験体は N 試験体の実験および計算耐力を上回った状態でシート破断により終局に至っており、曲げ圧壊型を示している。また、S12/C12 試験体はいずれも同様の荷重－変位関係を示し、N 試験体の計算結果を超えた後にシート剥離にて終局に至る曲げ圧壊型を示している。以上より、アンカーボルトを埋込むことにより RC 梁に接着したシートの剥離が抑制可能であり、その剥離抑制効果はアンカーボルトの径が大きいほど高く、1 列配置よりも 2 列配置とした場合に効果がより大きいことが明らかになった。

3.2 終局直前におけるひび割れ分布状況

写真－1 には、N 試験体および C 試験体のシート剥離あるいは破断直前のひび割れ分布状況を示している。N 試験体の場合、計算主鉄筋降伏領域内において荷点近傍の下縁かぶり部のコンクリートに斜めひび割れの発生、および鉄筋に沿った割裂ひび割れの発生が確認出来る。また、斜めひび割れの先端部よりシートの部分剥離が進展していることから、ピーリング作用が顕在化していることが分かる。剥離破壊型を示した C8 試験体は N 試験体と同様に、ピーリング作用が顕在化していることが分かる。詳細に見ると、アンカーボルト埋込み部のひび割れの開口は抑制されているものの、その支点側で斜めひび割れが大きく開口しその先端からシート剥離が進展していることより、局所的に斜めひび割れの開口幅が拡大したことが要因と考えられる。曲げ圧壊型を示しシート破断した C10 試験体では、終局時において斜めひび割れは発生しているものの、その開口およびシートの部分剥離は確認されない。また、C12 試験体の場合は、終局直前にはピーリング作用による部分剥離が確認できるものの、斜めひび割れが主鉄筋降伏領域全体に分散して発生し、開口幅も剥離破壊した試験体に比べて小さくなる傾向にある。以上より、本実験の範囲内では、アンカーボルトによる曲げ補強シートの剥離抑制効果は、下縁かぶり部における斜めひび割れの分散および開口幅の縮減によって発揮されるものと考えられる。

4. まとめ

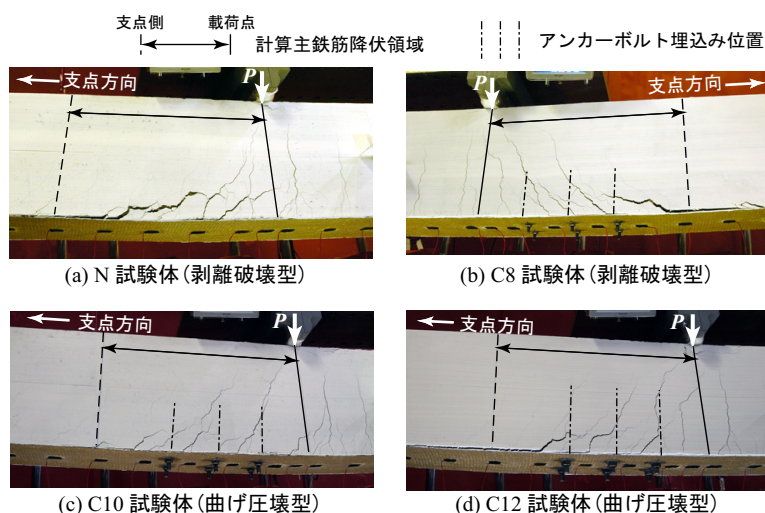
- 1) FRP シート曲げ補強 RC 梁に荷点近傍の等せん断領域にアンカーボルトを埋込むことにより、曲げ補強シートの剥離抑制が可能である。
- 2) 剥離抑制効果は、アンカーボルトの径が大きいほど、配列数が多いほど高い。
- 3) アンカーボルトによる剥離抑制効果は、主に下縁かぶり部に発生する斜めひび割れの分散および開口幅の縮減によって発揮される。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書【構造性能照査編】，土木学会，2002。
- 2) 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

表－2 実験および計算結果一覧

試験体名	最大荷重時		耐力比	変位比	破壊形式 ²⁾ (終局時の状況)
	荷重 (kN)	変位 (mm)			
N (計算)	120.6	33.3	-	-	(上縁コンクリートの圧壊)
N (実験)	114.4	36.9	0.95	1.11	剥離破壊型 (シート剥離)
S8	116.7	36.1	0.97	1.08	剥離破壊型 (シート剥離)
S10	113.2	32.3	0.94	0.97	剥離破壊型 (シート剥離)
S12	125.1	41.4	1.04	1.24	曲げ圧壊型 (シート剥離)
C8	116.7	35.6	0.97	1.07	剥離破壊型 (シート剥離)
C10	124.5	44.8	1.03	1.35	曲げ圧壊型 (シート破断)
C12	125.7	42.1	1.04	1.26	曲げ圧壊型 (シート剥離)



写真－1 終局直前におけるひび割れ分布状況