

AFRP ロッドで曲げ補強した RC 梁の耐衝撃性状

室蘭工業大学 学 生 員 ○ 安 藤 宏 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 （株） KGE 正 員 細 川 真 利

1. はじめに

本研究では、AFRP ロッド（以後、ロッド）で曲げ補強した RC 梁の耐衝撃性状を検討することを目的に、重錘落下衝撃実験を実施し、AFRP シート（以後、シート）を用いる場合と比較する形で検討を行った。

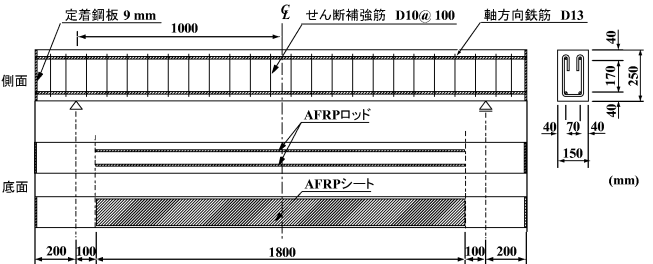
2. 実験概要

図－1 には、本実験に用いた RC 梁の形状寸法、配筋状況および補強概要を示している。本実験に用いた試験体は、形状寸法（梁幅×梁高×純スパン長）150×250×2000 mm、軸方向鉄筋に D13 を 4 本用いた複鉄筋矩形 RC 梁である。また、せん断補強筋には D10 を用い、100 mm 間隔で配筋している。補強範囲は、軸方向についてはいずれの場合も支点の 100 mm 手前までとした。また、梁幅方向の補強位置は、ロッドを用いる場合には主鉄筋と同位置とし、シートを用いる場合には R9 梁と引張剛性が同等となるように幅 142 mm とした。補強材料の弾性係数、引張強度はロッドで 62.5 GPa、1.45 GPa、シートで 131 GPa、2.48 GPa となっている。実験は RC 梁をリバウンド防止用具付の支点治具上に設置し、質量 300 kg 重錘を所定の高さからスパン中央部に自由落下させることにより行っている。なお、治具全体は RC 梁の回転のみを許容するピン支持に近い構造となっている。表－1 には、試験体の一覧を示している。本実験では荷重方法として繰り返し荷重と単一荷重の 2 種類を採用している。前者は処女荷重時の速度および増分速度を 1 m/s に設定し、梁が終局に至るまで繰り返し重錘を落下させる方法であり、後者は一度だけ重錘を落下させる方法である。なお、繰り返し荷重の場合における終局に関しては、N 梁の場合には、過去の研究に基づき RC 梁の累積残留変位が純スパン長の 2 %（40 mm）に達した時点を目安とした。また、補強した梁の場合には、ロッドあるいはシートが全面剥離した時点としている。測定項目は、重錘衝撃力 P 、合支点反力 R （以後、支点反力）および荷重点変位 δ （以後、変位）の各応答波形である。また、実験終了後にはひび割れ状況を記録している。

3. 実験結果および考察

3.1 重錘衝撃力、支点反力および変位波形

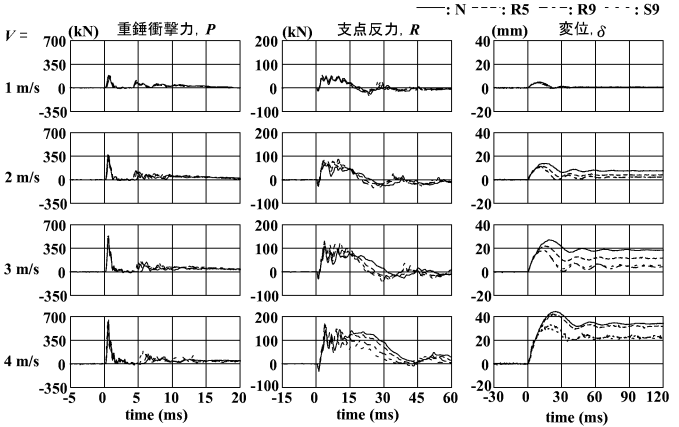
図－2 には、各 RC 梁の重錘衝撃力 P 、支点反力 R および変位 δ に関する繰り返し荷重時の各応答波形を衝突速度 V 毎に示している。図より、重錘衝撃力波形 P は、補強量にかかわらず、各梁とも類似の波形性状を示している。すなわち、衝撃初期に振幅が大きく継続時間の短い第 1 波と後続の周期が数 ms の波形成分を含んだ継続時間の比較的長い第 2 波からなる波形性状を示している。また、第 2 波目の立ち上がりは、衝突速度 V の増加と共に遅延していることが分かる。これは、繰り返し荷重によって損傷が蓄積され、固有振動周期が長くなること等



図－1 試験体概要

表－1 試験体の一覧

試験体名	補強材料	ロッド径あるいはシート厚さ (mm)	補強量	衝突速度 V (m/s)		引張剛性 (MN)
				繰り返し	単一	
N	-	-	-	1 ~ 4	3, 4	-
R5	ロッド	$\phi 5.0$	2 本			2.46
R9		$\phi 9.0$				7.88
S9	シート	0.424	幅 : 142mm		4, 5	7.89



図－2 各種応答波形（繰り返し荷重）

キーワード：RC 梁，AFRP ロッド，AFRP シート，耐衝撃性

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 0143-46-5226 FAX 0143-46-5227

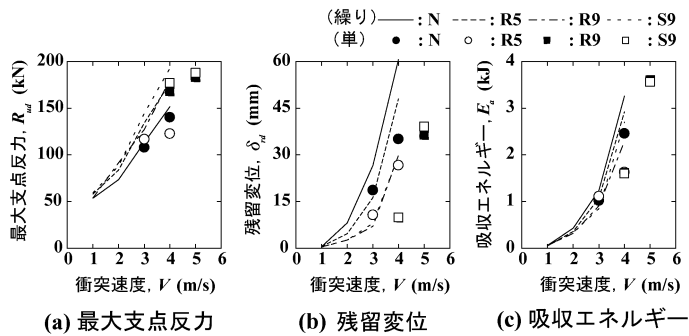


図-3 各種応答値

によるものと推察される。支点反力波形 R は、5 ms 程度で最大値を示し、主波動は継続時間が 20 ~ 45 ms 程度の正弦半波状の分布を示している。いずれの梁も衝突速度 V の増加に対応して振幅および継続時間が増大しており、その傾向は補強量の少ない梁で顕著である。変位波形 δ は、重錘衝撃力波形 P や支点反力波形 R のような高周波成分は発生せず、いずれも正弦波状の分布を示していることが分かる。 $V=1$ m/s 時には、補強量にかかわらず、各梁ともほぼ同様の波形性状を示している。 $V=2, 3$ m/s 時には、補強量の増大に応じて最大変位、残留変位が小さく示されている。 $V=4$ m/s になると、N 梁と R5 梁がほぼ同様の変位波形を示していることが分かる。これは、 $V=3$ m/s 終了時に R5 梁のロッドの部分剥離が確認されていることから、この時点で補強効果は低減したものと推察される。一方、R9, S9 梁に関しては、 $V=4$ m/s 時においても十分な補強効果が発揮されている。なお、R9, S9 梁の各応答波形は大略類似なものとなっている。

3.2 各種応答値の比較

図-3 には、各 RC 梁の最大支点反力 R_{ud} 、残留変位 δ_{rd} および吸収エネルギー E_a を示している。(a) 図より、最大支点反力 R_{ud} は繰り返し载荷時にはいずれの梁も線形的に増加しており、補強を施した梁が大きく示されている。単一载荷時には、補強量の増大に伴い値も増大していることが分かる。(b) 図、(c) 図より、繰り返し载荷時には残留変位 δ_{rd} 、吸収エネルギー E_a ともいずれの梁も二次放物線的に増大している。同一衝突速度の場合に着目すると、補強量の増大とともに応答値が減少する傾向にある。このことより、補強量に対応して、梁の塑性化の進行が抑制されていることが伺える。その傾向は、単一载荷時と同様である。なお、いずれの場合も R9 および S9 梁の応答値は同程度の値を示している。

3.3 ひび割れ分布性状

図-4 には、各 RC 梁の実験終了後におけるひび割れ分布性状を示している。なお、単一载荷の梁は、繰り返し

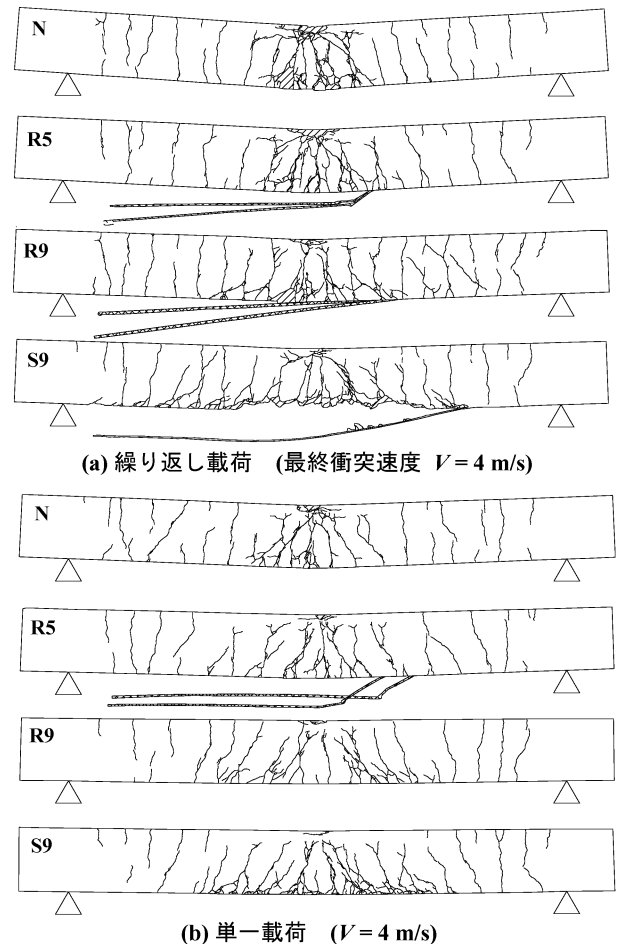


図-4 ひび割れ分布性状

し载荷の最終速度と同一の $V=4$ m/s 時の結果を示している。(a) 図より、いずれの梁も上下縁から鉛直方向に進展する曲げひび割れが発生している。詳細に見ると、N, R5 梁は载荷点近傍も含め類似の分布性状を示しているのに対して、R9, S9 梁の場合には下縁かぶり部に曲げひび割れに継がる斜めひび割れが発生している。その発生範囲は R9 梁よりも S9 梁の方が広い。これは、シートとコンクリートとの付着が健全であることや、補強材の梁幅方向の分担力の大きさに起因しているものと推察される。一方、(b) 図より、いずれの梁も繰り返し载荷とほぼ同様のひび割れ分布を示していることが分かる。しかしながら、R5 梁ではロッドが剥離し、R9, S9 梁ではロッドあるいはシートが剥離していない。このことから、補強量を増大することにより、RC 梁の損傷を抑制することができることが分かる。

4. まとめ

- 1) ロッド補強した RC 梁は、補強量の増大に伴い耐衝撃性が向上する。
- 2) 引張剛性を同等とした場合には、シートとロッドとの差異にかかわらず同様の応答性状を示す。