



静的に曲げ圧壊型で終局に至る静的耐力を変化させたAFRPシート下面接着曲げ補強RC梁の衝撃荷重載荷実験

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 日本コンクリート工学会 公開日: 2025-06-18 キーワード (Ja): RC梁, AFRP シート, 衝撃荷重, 曲げ圧壊型 キーワード (En): 作成者: 瓦井, 智貴, 小室, 雅人, 永井, 泰圭, 岸, 徳光 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/0002000355

論文 静的に曲げ圧壊型で終局に至る静的耐力を変化させた AFRP シート下面接着曲げ補強 RC 梁の衝撃荷重載荷実験

瓦井 智貴^{*1}・小室 雅人^{*2}・永井 泰圭^{*3}・岸 徳光^{*4}

要旨：本研究では、静的耐力を変化させた AFRP シート下面接着曲げ補強 RC 梁に関する耐衝撃挙動およびその破壊形式の検討を目的として、断面寸法と配筋およびシート補強の有無を変化させた 4 種類の RC 梁を対象に重錘落下衝撃荷重載荷実験を実施した。ここでは、目付量が小さく静的に曲げ圧壊型で終局に至る場合に着目し検討を行った。その結果、梁高が大きく静的耐力が既往の研究の 2 倍程度の FRP 補強 RC 梁に関しても、既往の研究と同様に静的な破壊形式が曲げ圧壊型の場合には、衝撃荷重載荷時においてシート破断によって終局に至ることなどが明らかとなった。

キーワード：RC 梁, AFRP シート, 衝撃荷重, 曲げ圧壊型

1. はじめに

阪神淡路大震災を契機に鉄筋コンクリート (RC) 製橋脚に関する耐震補強には、軽量で高強度、かつ耐水性・施工性に優れた連続繊維 (FRP) シート接着工法が多く採用されるようになってきた。また、本工法に着目し、シート接着を施した RC 梁の耐荷性能の向上効果およびその破壊性状に関して、数多くの実験も実施されている。岸ら¹⁾は、図-1 に示すアラミド繊維 FRP (AFRP) シートを RC 梁の下面に接着し、それらを対象に 4 点曲げ静荷重載荷実験を実施している。その結果、1) 断面分割法による計算降伏荷重 P_y および計算終局荷重 P_u の比 P_y/P_u によって、その値が 0.7 以上となる場合には「曲げ圧壊型」、0.7 以下の場合には「剥離破壊型」として、2 つの破壊形式に分類できること、2) 「曲げ圧壊型」の場合には、計算終局時まで FRP シートとコンクリートの付着が保たれ、載荷点部の圧壊が先行し、実験時の終局荷重は計算耐力を保証すること、3) 「剥離破壊型」の場合には、斜めひび割れの進展によるシートを押し下げるピーリング作用によって FRP シートの剥離が先行し、実験時の終局荷重は計算耐力を下回ること、などが明らかとなっている。

一方で、近年では、斜面の経年劣化や異常気象などに伴う落石規模の大型化が問題視されており、設計時の落石荷重を上回る外力が構造物に作用する事例が多数確認されている。このような状況を鑑み、著者らは構造物の耐荷性能の向上のみならず耐衝撃性向上法の一つとしてシート接着工法に着目し、FRP シート下面接着曲げ補強を施した RC 梁に関する耐衝撃挙動について検討を行ってきた。その結果、1) シート補強によって RC 梁の耐衝撃性が向上すること、2) 目付量が小さく静的に「曲げ圧



図-1 AFRP シート

表-1 AFRP シートの力学的特性値(公称値)

目付量 (g/m^2)	保証 耐力 (kN/m)	設計厚 (mm)	引張 強度 f_{au} (GPa)	弾性 係数 E_a (GPa)	破断 ひずみ ϵ_{au} (%)
415	588	0.286	2.06	118	1.75

壊型」で終局に至る梁の場合には、衝撃荷重載荷時において「シート破断型」によって終局に至ること、3) 目付量が大きく静的に「剥離破壊型」で終局に至る場合には、衝撃荷重載荷時において同様に「剥離破壊型」によって終局に至ること、などが明らかとなっている^{2),3)}。

しかしながら、これら一連の検討は、いずれも同一断面形状(梁幅×梁高×スパン長:200×250×3,000 mm)を有する RC 梁の場合に留まっている。一方で、FRP シートを用いた合理的な耐衝撃設計法の確立を見据えた場合には、様々な断面形状を有する FRP シート補強 RC 梁に関する耐衝撃挙動の検討およびデータの収集が肝要である。

このような観点から、本研究では既往の RC 梁の断面形状^{2),3)}を基に梁高を 250 あるいは 350 mm と変化させるとともに、合わせて軸方向鉄筋の径も変化させ、静的曲げ耐力を既往の研究³⁾よりも 2 倍以上に向上させた梁を対象に重錘落下衝撃荷重載荷実験を実施した。ここでは、目付量が小さく静的に曲げ圧壊型で終局に至る場合に着目す

*1 室蘭工業大学 大学院工学研究科 もの創造系領域 土木工学ユニット 助教 博(工) (正会員)

*2 室蘭工業大学 大学院工学研究科 もの創造系領域 土木工学ユニット 教授 博(工) (正会員)

*3 室蘭工業大学 大学院工学研究科 博士前期課程 環境創生工学系専攻 (学生会員)

*4 室蘭工業大学 大学院工学研究科 もの創造系領域 土木工学ユニット 特任教授 工博 (正会員)

表-2 試験体一覧

試験体名	梁高 (mm)	シート目付量 (g/m ²)	荷重方法	設定重錘重錘落下 H (m)	設定重錘衝突速度 V (m/s)	実測重錘衝突速度 V' (m/s)	実測入力エネルギー E (kJ)	コンクリート圧縮強度 f'_c (MPa)	主鉄筋降伏強度 f_y (MPa)	せん断筋降伏強度 f_{sy} (MPa)	計算降伏耐力 P_y (kN)	計算曲げ耐力 P_u (kN)	計算せん断耐力 V_u (kN)	シートの破壊性状
H2-N-S	250*	-	静的	-	-	-	-	29.5	397.1	387.9	55	57	288	-
H2-N-E7.4			衝撃	2.5	7.00	6.83	7.4							-
H2-A-S		415	静的	-	-	-	-	33.7	371.0	401.9	56	81	299	シート剥離
H2-A-E7.3			衝撃	2.5	7.00	6.99	7.3							-
H2-A-E8.5				3	7.67	7.53	8.5							-
H3-N-S	350	-	静的	-	-	-	-	28.6	368.8	374.7	128	132	398	-
H3-N-E14.9			衝撃	3	7.67	7.72	14.9							-
H3-A-S		415	静的	-	-	-	-	134	171	398	-	-	-	シート剥離
H3-A-E14.9			衝撃	3	7.67	7.72	14.9				-			
H3-A-E21.0				4	8.86	9.17	21.0				-			

*梁高 250 mm の試験体は文献 3) を参照

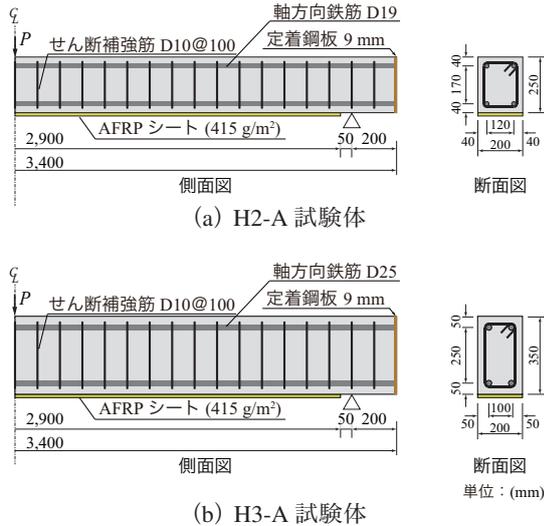


図-2 試験体の形状寸法、配筋および補強状況

ることとし、表-1に示す力学的特性を有する目付量 415 g/m² の AFRP シートを用いて下面接着を施した RC 梁を対象に実験を実施した。なお、比較のため無補強 RC 梁に関しても同様に検討を行った。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

図-2には、試験体の形状寸法、配筋および補強状況を示している。本実験に用いた試験体の形状寸法(梁幅×スパン長)は、200×3,000 mm であり、梁高については既往の研究^{2),3)}と同様に 250 mm とした場合(以後、H2 試験体)に加えて 350 mm (以後、H3 試験体)と大きくした2種類の断面寸法について検討を行うこととした。軸方向鉄筋は上下端に SD345 の普通鉄筋を各2本配置し、梁軸方向端面に設置した厚さ 9 mm の定着鋼板に溶接固定している。また、鉄筋径については、H2, H3 試験体でそれぞれ D19, D25 と変化させた。せん断補強筋には、いずれの試験体に関しても D10 を用い、100 mm 間隔で配筋した。

AFRP シート補強を施した試験体に関しては、梁底面に支点 50 mm 手前までシートを接着している。なお、シートの接着は、表-1に示す目付量 415 g/m² の AFRP シートを梁底面の補強範囲にブラスト処理を施してエポキシ

系プライマーを塗布し、指触乾燥状態であることを確認の後、エポキシ系含浸接着樹脂を用いて行っている。養生期間は1週間程度である。

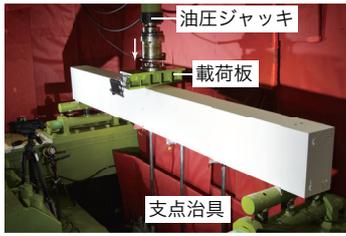
表-2には、本実験に用いた試験体の一覧を示している。試験体は、梁高、AFRP シート補強の有無および荷重方法を変化させた全 10 体である。表中の試験体名のうち、第一項目は梁高 (H2 : 250 mm, H3 : 350 mm) を、第二項目は AFRP シート補強の有無 (N : 無補強, A : AFRP シート補強) を表している。また、第三項目は荷重方法を表し、S は静荷重載荷を、En は衝撃荷重載荷を表しており、後続する数値 n は後述する重錘落下衝撃荷重載荷時における実測入力エネルギー (kJ) を表している。

いずれの試験体も静荷重載荷実験を実施するとともに、重錘を一度だけ自由落下させる重錘落下衝撃荷重載荷実験を実施している。重錘落下高は基準となる無補強の N 試験体は、単一の衝撃荷重載荷によって残留変位が純スパン長の 2% (= 60 mm) 程度と終局に至るような落下高を設定した。また、AFRP シート補強を施した A 試験体に関しては、N 試験体と同様の落下高に加えて、シートが破壊に至るような1段階上の落下高についても検討を行った。

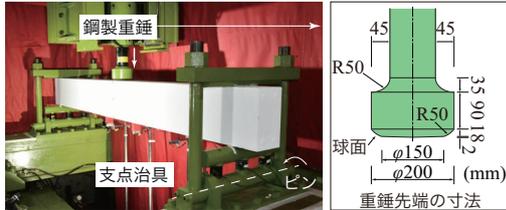
なお、表には、本実験に用いた各試験体のコンクリートの圧縮強度 f'_c 、主鉄筋およびせん断補強筋の降伏強度 f_y, f_{sy} も併せて示している。また、計算降伏および曲げ耐力に関しては、これらの値および AFRP シートの物性値(表-1参照)を用い、土木学会コンクリート標準示方書⁴⁾に準拠して各材料の応力-ひずみ関係を設定し、断面の平面保持仮定およびコンクリートと AFRP シート間の完全付着を仮定して断面分割法により算定した。なお、計算時の梁の終局状態は、上縁コンクリートの圧縮ひずみが 0.35% に達した時点とした。表より、計算曲げ耐力に着目すると、既往の研究^{2),3)}と同様の断面寸法を有する H2 試験体に対して、梁高の大きい H3 試験体は 2 倍以上の耐力を有することが確認できる。計算せん断耐力に関しても同コンクリート標準示方書⁴⁾に準拠して算定している。断面分割法の詳細については文献 5) を参照されたい。

2.2 実験方法および測定項目

写真-1には、静荷重載荷および衝撃荷重載荷実験の



(a) 静荷重載荷実験



(b) 衝撃荷重載荷実験

写真-1 試験体の設置状況

状況を示している。写真-1 (a)より、静荷重載荷の場合には、梁幅方向に400 mm、梁軸方向に100 mmの載荷板をスパン中央部に設置し、油圧ジャッキを用いて荷重を作用させている。また、N試験体の場合には、鉄筋降伏後、塑性硬化によって徐々に荷重が増大していくことより、除荷後の残留変位が純スパン長の2%程度となるような段階で実験を終了した。一方で、A試験体の場合には最大荷重到達後、シートが剥離し荷重が低下した段階を終局とし、実験を終了することとした。

写真-1 (b)より、衝撃荷重載荷実験は、円柱部直径200 mm、載荷点部を円形状に絞り込んで直径150 mmとし、高さが2 mmの球形状になっている鋼製重錘を、所定の落下高さからスパン中央部に1度だけ自由落下させる形で行った。重錘の質量に関しては梁の静的耐力が異なることより、H2試験体の場合には300 kg、H3試験体の場合には500 kgのものを用いている。両端支点部に関しては、試験体の跳ね上がりを防止するために鋼製の矩形梁状治具を用いて締め付けている。また、支点部は回転を許容するピン支持に近い構造となっている。

本実験の測定項目は、重錘衝撃力、合支点反力(以後、単に支点反力)、スパン中央点変位(以後、単に変位)、およびAFRPシートの軸方向ひずみ、である。なお、重錘衝撃力と支点反力は、起歪柱型の衝撃荷重測定用ロードセルを、変位はレーザー非接触型変位計を用いて計測した。さらに、実験時にはひび割れ分布やAFRPシートの破壊状況の他、変位計のバックアップとして2,000 fpsの高速度カメラ撮影も行っている。

3. 実験結果

3.1 静荷重載荷実験の荷重-変位曲線

図-3には、H2およびH3試験体に関するシート接着補

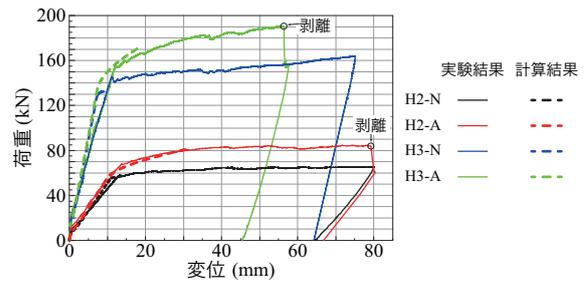


図-3 静荷重載荷時における荷重-変位曲線

表-3 各荷重値と到達時変位

試験体名	降伏		最大	
	荷重 (kN)	変位 (mm)	荷重 (kN)	荷重 時変位 (mm)
実験 結果	H2-N	58 (1.00)	13 (1.00)	65 (1.00) 60 (1.00)
	H2-A	68 (1.16)	14 (1.04)	85 (1.31) 72 (1.20)
	H3-N	145 (2.49)	11 (0.84)	158 (2.43) 60 (1.00)
	H3-A	155 (2.66)	12 (0.93)	191 (2.95) 56 (0.94)
計算 結果	H2-N	55 (1.00)	11 (1.00)	57 (1.00) 13 (1.00)
	H2-A	56 (1.02)	10 (0.92)	81 (1.43) 31 (2.27)
	H3-N	128 (2.34)	7 (0.67)	132 (2.33) 9 (0.67)
	H3-A	134 (2.45)	7 (0.68)	171 (3.01) 18 (1.34)

() は H2-N 試験体の値に対する比

強の有無による計4体の静荷重載荷実験より得られた荷重-変位曲線を、表-3には、各実験から得られた降伏および最大荷重値とその時の変位を一覧にして示している。図-3には、前述の断面分割法より得られた荷重-変位曲線も合わせて点線で示している。また、表-3に示す実験結果の無補強のN試験体において、最大荷重値は鉄筋の塑性硬化によって増加傾向を示すことより、シート補強を施したA試験体の最大荷重到達時変位を考慮してH2/H3-N試験体ともに変位が60 mm時点における荷重を最大荷重とした。なお、H2-N試験体を基準とした場合の各試験体に対する比も合わせて示している。

図-3より、H2-N試験体に着目すると、10 kN程度でひび割れ発生に伴う勾配の変化が確認でき、その後一定の勾配で荷重が増加し、58 kN時に主鉄筋が降伏していることが分かる。鉄筋降伏後は、勾配がほぼ横ばいになるものの鉄筋の塑性硬化によって荷重が徐々に増加する傾向が確認できる。また、H3-N試験体に着目すると、その性状はH2-N試験体と類似していることが見て取れるものの、荷重勾配や降伏荷重、最大荷重はH2-N試験体よりも大きい。ここで、表-3に示す最大荷重に着目すると、H2/H3-N試験体の場合にはそれぞれ65、158 kNを示し、既往の研究^{2),3)}と同断面形状を有するH2-N試験体に対してH3-N試験体の場合には2.4倍程度の静的耐力を有することが分かる。

次に、H2-A試験体に着目すると、シートの補強効果によってH2-N試験体と比較して降伏荷重および最大荷重は15~30%程度増加していることが分かる。また、断面分割法より算出した荷重-変位関係と実験結果を比較す

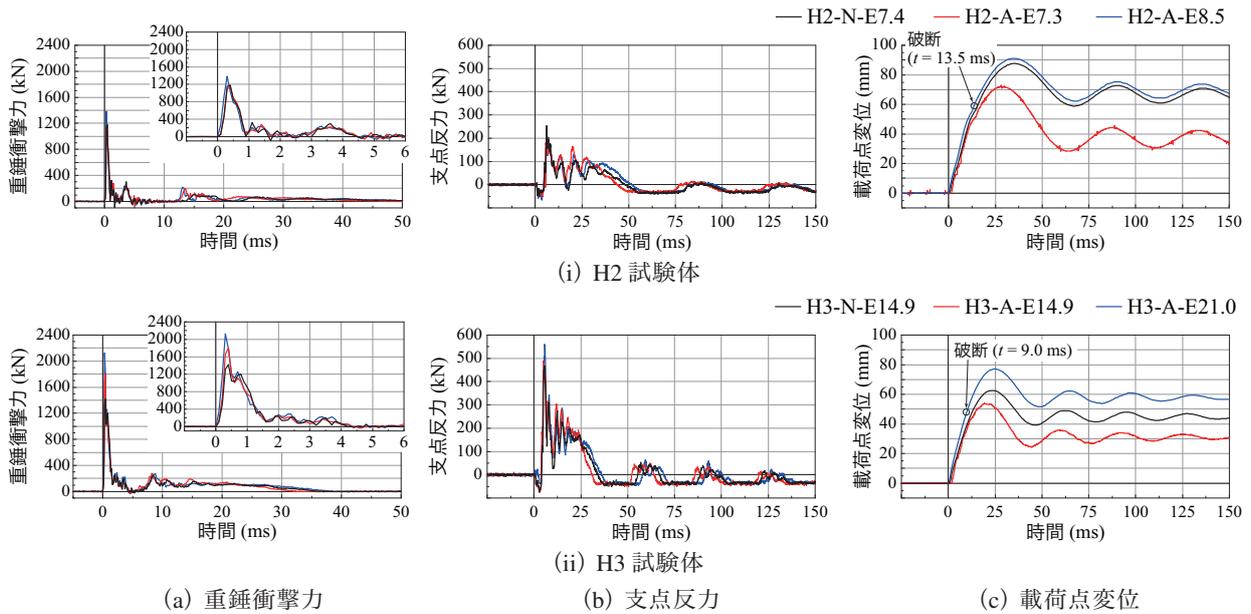


図-4 各載荷時に関する各種時刻歴応答波形

ると、両者は計算終局に至るまで概ね対応しており、実験結果は計算時の耐力を満足していることが分かる。ここで、実験時の降伏荷重および最大荷重はそれぞれ 68, 85 kN であることより、それらの比を算出すると $68/85 = 0.8 \geq 0.7$ として示され、既往の研究¹⁾より静的な破壊形式は「曲げ圧壊型」として分類されることも確認できる。

最後に、H3-A 試験体に着目すると、H2-A 試験体と同様に、シートの補強効果によって H3-N 試験体よりも各荷重値が 7~15% 程度増大する傾向を示している。なお、H2-A 試験体と比較して、その補強効果が小さく示されている。しかしながら、これは各試験体の断面および配筋によらず同量の補強を施していることにより、H3-A 試験体の補強効果が相対的に小さくなったことによるものと考えられる。ここで、H3-A 試験体の降伏荷重と最大荷重の比を求めると $155/191 = 0.81 \geq 0.7$ となり、H2-A 試験体と同様に破壊形式は「曲げ圧壊型」として分類されることが確認できる。

以上より、H3 試験体の静的耐力は H2 試験体と比較して 2 倍以上であり、シート補強を施した A 試験体に関しては、いずれも静的な破壊形式が「曲げ圧壊型」であることが明らかとなった。

3.2 衝撃荷重載荷実験結果

(1) 各種時刻歴応答波形

図-4 には、衝撃荷重載荷実験全ケースに関する重錘衝撃力、支点反力、載荷点変位の各種時刻歴応答波形を H2/H3 試験体毎に比較して示している。なお、図中の横軸は、重錘が試験体に衝突した時刻を零としている。

まず、図-4 (a) の重錘衝撃力波形に着目すると、H2 試験体の場合には FRP シート補強の有無によらず、いずれの試験体もほぼ同様な波形性状を示していることが分

かる。すなわち、重錘衝突直後に最大値を示す継続時間が 1 ms 程度の衝撃力が励起し、その後荷重が零になり瞬間的に除荷状態になるものの、数 ms 後に再載荷され継続時間が長い第二波、第三波が後続する性状を示している。なお、青線で示す H2-A-E8.5 試験体の場合には落下高が大きいことより、対応して最大衝撃力も大きく示される傾向が確認できる。次に、H3 試験体の場合には、H2 試験体と比較すると、最大値や波形性状に差異が確認できる。すなわち、載荷初期に最大値を示す第一波の継続時間が 2 ms に延び、かつその最大値は大きい。その後、継続時間が 30 ms 程度と長い第二波が後続していることが見て取れる。これは、静的耐力に対応して、落下高が異なる点に加え、重錘質量も大きいため試験体との質量比も変化したことが一因と考えられる。また、H3 試験体間で比較すると、青線で示す H3-A-E21.0 試験体が落下高に対応して、最大衝撃力も大きいことが分かる。なお、いずれの試験体に関しても、シート補強の有無によってその概形に大きな差異は確認できない。これは、衝撃力が衝突部近傍の材料特性に依存することを暗示している。

次に、図-4 (b) の支点反力波形に着目すると、H2 試験体の場合には、いずれの試験体に関しても衝突初期に負の反力を示し、その後高周波成分を伴った正弦半波状の波形性状を呈していることが確認できる。50 ms 程度以降には減衰自由振動状態に移行している様子も見て取れる。なお、載荷初期の負反力は、実験開始前にリバウンド防止用の梁を締め付けた状態で支点反力測定用ロードセルの零バランスを取ったことにより、衝撃初期に上向きのリバウンド力が作用したことを表している。また、継続時間は、H2-N 試験体の場合よりも赤線で示す H2-A-E7.3 試験体の方が短いことが分かる。これはシートの補強効果

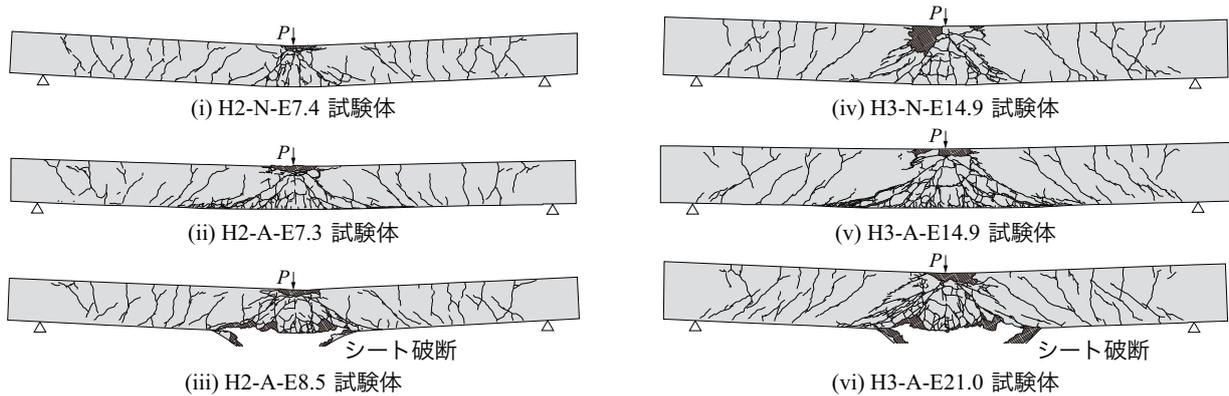


図-5 衝撃荷重実験終了後の各試験体側面におけるひび割れ分布

によって梁の曲げ剛性が向上しているためと推察される。なお、継続時間は、シート補強を施した H2-A-E8.5 試験体が 3 試験体間において最も大きい。これは、後述するように落下高が大きいことに加え、シート破断によって終局に至ったことで梁の曲げ剛性が低下したことによるものと考えられる。一方で、H3 試験体に着目すると、衝撃力波形に対応して、H2 試験体の場合よりも最大値が大きく、継続時間が短い波形性状を示していることが確認できる。これは、シート補強の有無によらず、H3 試験体が H2 試験体の場合よりも梁の剛性が大きいためと推察される。また、H3 試験体の 3 体の継続時間に関しては、上述の H2 試験体と同様の傾向を示していることも分かる。

最後に、図-4 (c) の荷重点変位波形に着目すると、H2 および H3 試験体ともに重錘衝突に伴い梁が変形し、最大変位到達後、残留変位を示しながら減衰自由振動状態を呈していることが確認できる。また、最大変位到達における荷重点初期からの経過時間に着目すると、支点反力の継続時間等に対応して、H3 試験体の場合が H2 試験体の場合よりも短いことが分かる。ここで、残留変位に着目すると、無補強の H2/3-N 試験体の場合にはそれぞれ 66, 45 mm であり、同程度の入力エネルギーでシート補強を施した H2/H3-A 試験体の場合 (赤線) にはそれぞれ 38, 31 mm となっている。すなわち、シート補強を施すことによって、H2/H3 試験体はそれぞれ 42, 31 % 程度残留変位が減少していることが分かる。H3 試験体の場合にその減少率が小さいのは、3.1 節で述べている通り、静的耐力に対する相対的な補強量が H2 試験体よりも小さいことによるものと推察される。また、青線で示す入力エネルギーの大きいシート補強を施した H2/H3-A 試験体に着目すると、いずれも重錘衝突早期 10 ms 程度でシート破断に至っており、入力エネルギーの増大とシート破断に伴う梁の剛性低下によって最大変位および残留変位は大きく示されていることが分かる。

(2) ひび割れ分布性状

図-5 には、衝撃荷重実験終了後の各試験体側面に

におけるひび割れ分布を示している。なお、斜線部は圧壊あるいはコンクリート剥落による損傷領域を表している。

図より、H2 試験体に着目すると、H2-N 試験体の場合には、荷重点近傍下縁部において曲げひび割れに加えて多数の斜めひび割れが顕在化していることが分かる。また、その斜めひび割れはほぼ左右均等に生じていることが見て取れる。さらに、支点近傍部における上縁から下縁に進展するひび割れも確認できる。これは、重錘衝突直後に荷重点直下に曲げひび割れが発生した後、曲げ波が両端固定梁のような状態で支点方向に伝播していくことを暗示している。また、H2-A-E7.3 試験体に着目すると、曲げひび割れや斜めひび割れに関しては N 試験体と同様な分布性状を呈しているものの、梁下縁近傍には FRP シートを接着していることによって、N 試験体よりも微細なひび割れが多数生じていることも見て取れる。次に、入力エネルギーを大きくした H2-A-E8.5 試験体に着目すると、H2-A-E7.3 試験体と比較して、入力エネルギーの増大に対応し、ひび割れの進展およびその本数が増加していることが分かる。なお、N 試験体を含むいずれの試験体においても荷重点部近傍の圧壊の様子が確認できるものの、H2-A-E8.5 試験体の場合には特にその傾向が顕著であることを確認している。また、前述の通り荷重点部直下においてシート破断に至っていることも見て取れる。

一方で、H3 試験体に着目すると、シート補強の有無に関わらず、いずれの試験体に関しても H2 試験体と対応する形でひび割れあるいは圧壊の傾向が確認できる。詳細に見ると、H3 試験体の場合には H2 試験体の場合よりも梁高が大きいことより、斜めひび割れの発生角度が若干大きい様子も確認できる。また、H3-A-E21.0 試験体に着目すると H2-A-E8.5 試験体と同様にシート破断によって終局に至っていることが分かる。なお、H2/H3 試験体において重錘質量および落下高が異なる点に留意が必要であるものの、終局入力エネルギーに着目すると、H3 試験体は H2 試験体の 2.5 倍程度の入力エネルギーで終局に至った。

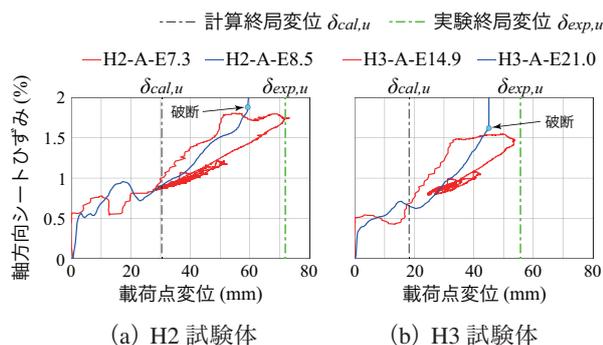


図-6 スパン中央軸方向シートひずみ-荷点変位関係

以上より、静的耐力を2倍程度以上に大きくしたFRPシート補強RC梁に関しても、相対的な補強率や質量比によって応答波形の継続時間や応答値等に差異があるものの、既往の研究²⁾と同様に、静的に「曲げ圧壊型」に分類される場合には衝撃荷重作用下においても「シート破断型」によって終局に至ることが明らかとなった。

(3) スパン中央軸方向シートひずみ-荷点変位関係

図-6には、シート補強を施したA試験体に関して、縦軸にスパン中央部におけるAFRPシートの軸方向ひずみを、横軸に図-4に示す荷点変位を取って示している。また、図中、表-3に示す最大荷重時(終局)変位に関して、H2/H3-A試験体における実験結果あるいは計算結果の両者を黒あるいは緑点線で示した。

図-6(a)に示すH2試験体に着目すると、赤線で示すシート破断に至らないH2-A-E7.3試験体の場合には、重錘衝突後、変位がほぼ零レベルにおいて5000 μ 程度以上のシートひずみが励起しており、その後ひずみ勾配が減少するもの、20mm程度以降から最大変位に至るまで概ね一定の勾配でひずみが増大していく様子が確認できる。また、除荷後は1%程度のひずみが残留している様子もうかがえる。次に、シート破断に至ったH2-A-E8.5試験体に着目すると、H2-A-E7.3試験体と概ね同様の経路を辿っているものの、60mm程度近傍においてひずみが2%程度以上を示しており、シート破断に至っていることが分かる。

図-6(b)に示すH3試験体に着目すると、H2試験体と比較して、いずれの試験体に関しても概ねその概形は類似の性状を示していることが読み取れる。ここで、緑点線で示した静荷重実験結果における終局変位と比較すると、H2/H3試験体ともに実験時の終局変位に到達する前にシート破断によって終局に至っていることが分かる。一方で、黒点線で示した計算結果における終局変位と比較すると、両者ともに静的な計算終局変位を超えた後にシート破断に至っていることが確認できる。すなわち、衝撃荷重作用下において、計算終局変位内にFRPシート補強RC梁の応答変位を抑制することで、梁の断面寸法

や配筋によらずシート破断などの終局には至らない可能性が示された。

4. まとめ

本研究では既往のRC梁の断面形状を基に静的曲げ耐力を既往の研究^{2),3)}よりも2倍以上に向上させた梁を対象に重錘落下衝撃荷重実験を実施した。また、ここでは目付量が小さく静的に曲げ圧壊型で終局に至る場合に着目することとし、目付量415g/m²のAFRPシートを用いて下面接着を施したRC梁を対象に実験を実施した。なお、比較のため無補強RC梁に関しても同様に検討を行った。本研究の範囲内で得られた結果を以下に示す。

- 1) 断面寸法および配筋を変化させたH3試験体は、既往の研究^{2),3)}の同断面寸法を有するH2試験体と比較して、静的耐力は2.5倍程度以上を有することを確認した。また、静荷重実験結果より、いずれの試験体も曲げ圧壊型に分類される。
- 2) 静的耐力を2倍程度以上に大きくしたFRPシート補強RC梁に関しても、静的な破壊形式が曲げ圧壊型に分類される場合には、衝撃荷重作用下においてシート破断によって終局に至る。
- 3) FRPシート補強RC梁の応答変位を静的な計算終局変位内に抑制することで、静的耐力に関わらず衝撃荷重作用下においてシート破断などの終局には至らない。

謝辞

本研究で用いたAFRPシートはファイベックス(株)、接着剤等は住友ゴム工業(株)からご提供頂きました。また、本研究は、JSPS科研費23K13391の助成を受けたものです。ここに記して、感謝致します。

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
- 2) 瓦井智貴, 小室雅人, 岸徳光, 三上浩, S. L. Huy: 衝撃荷重時におけるAFRPシート接着曲げ補強RC梁の破壊形式に関する実験的検討, 構造工学論文集, 土木学会, Vol. 65A, pp.901-911, 2019
- 3) 田野順也, 岸徳光, 小室雅人, 瓦井智貴, 三上浩, Le Huy Sinh: 目付量415g/m² AFRPシート曲げ補強RC梁の繰り返し衝撃荷重実験, 土木学会北海道支部論文報告集, Vol. 75, A-33, 2019
- 4) 土木学会: 2017年制定 コンクリート標準示方書[設計編], 2018
- 5) 岸 徳光, 三上 浩, 栗橋祐介: AFRPシート緊張接着曲げ補強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E2, Vol. 72, No. 2, pp. 165-180, 2016