

アラミド繊維シートと PET 繊維シートを併用して 曲げ補強した RC 梁の耐衝撃挙動に関する実験的研究

岸 徳光*, 栗橋 祐介**, 小室 雅人***, 三上 浩****

An experimental study on impact resistant behavior of flexurally reinforced RC beams combining PFRPs with AFRPs

Norimitsu Kishi*, Yusuke Kurihashi**, Masato Komuro***, and Hiroshi Mikami****

Abstract – In this paper, in order to rationally upgrade an impact resistant capacity of flexurally reinforced RC beams with FRP sheet, falling-weight impact test of the RC beams bonded with Aramid FRP (AFRP) sheet together with PET FRP (PFRP) sheet on the lower surface, was carried out. Here, PFRP sheet has material properties of the low elastic modulus and high elastic elongation. From this study, following results were obtained: (1) Deflection of the beams can be restrained by reinforcing with bonding AFRP sheet and the effect tends to be increased with increasing of the sheet volume; (2) Since the local strain of the bonded sheet will be restrained due to increasing of the sheet volume, rupture of the sheet can be controlled; and (3) Bonding PFRP sheet combining with AFRP sheet on the lower surface of the beams, rupture of the FRP sheets can be also rationally controlled.

Key Words : RC beam, flexural reinforcement, impact resistant characteristics, AFRP sheet, PFRP sheet

1. はじめに

近年、既設鉄筋コンクリート (RC) 構造物の耐力向上法として、連続繊維 (FRP) シート接着工法が広く採用されるようになってきた。一方で、既設の耐衝撃用途構造物の経年劣化や耐力不足も報告されており、この種の構造物の耐衝撃性向上法の確立も喫緊の課題となっている。著者らは、これまで耐衝撃用途 RC 構造物の耐衝撃性向上法として FRP シート接着工法を提案している。また、FRP シートには耐衝撃性に優れるアラミド繊維製 FRP (AFRP) シートを採用することとし、その適用性についても検討を行っている¹⁾。その結果、これまで AFRP シート曲げ補強により RC 梁の変形量やひび割れ幅を低減可能であることや、シート目付量の増加により RC 梁の耐衝撃性が向上することを明らかにしている²⁾。

しかしながら、入力エネルギーが大きい場合には、曲げひび割れが集中して FRP シートが破断し、終局に至る場合のあることが明らかになっている。AFRP シートを用いた RC 部材の適切な耐衝撃性向上法を確立す

るためには、シートの破断メカニズムを解明し、その抑制法や予測法の提案に向けた検討を行うことが重要である。

このような観点から、本研究では、FRP シートで曲げ補強した RC 梁において、シート破断を抑制可能で合理的な耐衝撃性向上法の提案を最終目的として、目付量の大きな AFRP シートや低弾性かつ高伸び特性を有するポリエチレンテレフタレート繊維製 FRP (PFRP、通称 PET シートと呼ぶ) シートを併用して補強した RC 梁の重錘落下衝撃実験を行った。

なお、PFRP シートは、AFRP シートに比較して弾性係数が 1/12 程度、破断ひずみが 4 倍程度であり、RC 柱の耐震補強工事に採用実績のある繊維補強材料である。

2. 実験概要

表 1 には、本実験に用いた試験体を一覧にして示している。表中、試験体名の第 1 項目は無補強の場合には N と示し、シート補強の場合には補強方法 (A1/2/3: それぞれ目付量 415, 830, 1,245 g/m² の AFRP シート, AP: 目付量 415 g/m² の AFRP シートと 1,250 g/m² の PFRP シートの組み合わせ) を示している。また、第 2 項目の H に付随する数値は設定の重錘落下高さ (m) である。なお、AFRP シートの補強量は設計曲げ耐力が無補強の 1.5 ~ 2 倍程度になるように設定した。表中、実

* 釧路工業高等専門学校 校長
** 室蘭工業大学大学院 講師
*** 室蘭工業大学大学院 准教授
**** 三井住友建設技術研究所 上席研究員

表1 試験体一覧

試験体名	FRP シートの目付量 (g/m ²)		設定落下高さ	実測落下高さ	曲げ補強材の引張剛性	曲げ補強材の保証耐力	コンクリート圧縮強度 (MPa)	軸方向筋降伏強度 (MPa)	せん断補強筋降伏強度 (MPa)	計算曲げ耐力 (kN)	計算せん断耐力 (kN)	せん断余裕度 α	シート破断の有無
	AFRP	PFRP	H (m)	H' (m)	(kN/mm)	(kN/m)							
N-H2.5	-	-	2.5	2.43	-	-	23.4	355	359	50.2	265.6	5.29	-
A1-H2.5	415	-	2.5	2.36	33.7	600	23.4	355	359	73.7	265.6	3.60	無
A1-H3.0			3.0	2.72									有
A2-H2.5	830	-	2.5	2.36	67.5	1,200	32.0	369	376	98.2	274.3	2.79	無
A2-H3.0			3.0	2.72									有
A3-H3.0	1,245	-	3.0	2.64	101.2	1,800	33.4	359	343	113.0	275.5	2.44	無
A3-H3.5			3.5	3.10									無
AP-H3.0	415	1,250	3.0	2.72	42.8	1,200	33.4	359	343	85.4	275.5	3.23	無
AP-H3.5			3.5	3.10									有*

*表層 AFRP シートのみ

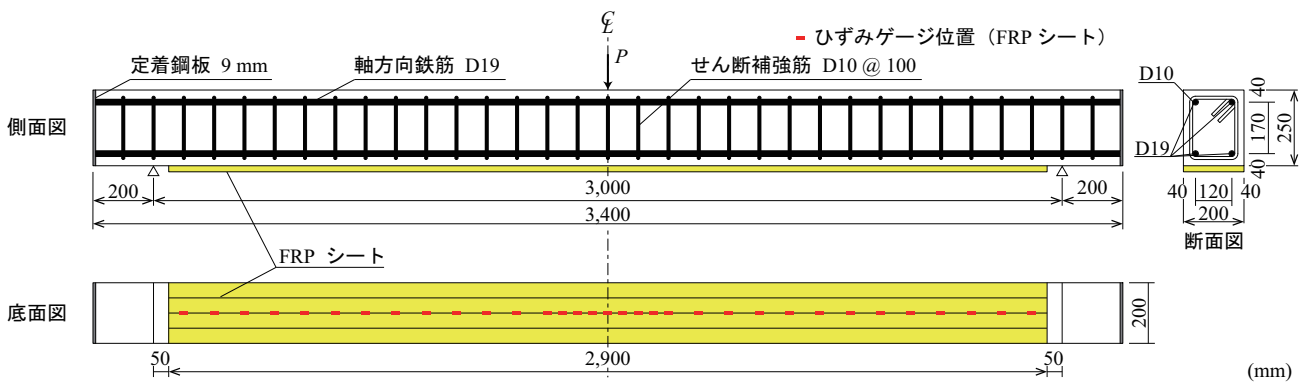


図1 試験体の形状寸法, 配筋および補強状況

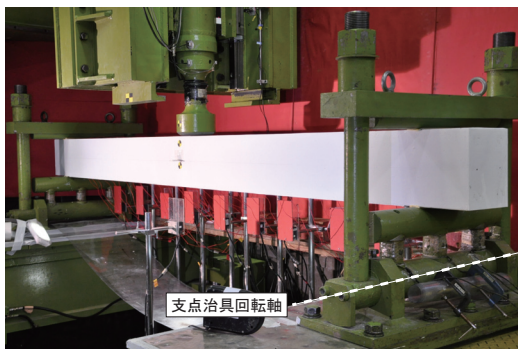


写真1 実験状況

測落下高さ H' は、重錘を設定高さから落下させた場合における実測重錘衝突速度に基づき換算した自由落下高さである。また、表には本実験に用いた各試験体のコンクリート強度および軸方向鉄筋およびせん断補強鉄筋の降伏強度も併せて示している。なお、計算曲げ耐

力と計算せん断耐力は、コンクリート標準示方書³⁾に準拠し、前述の材料強度を用いて算出した。曲げ耐力はAFRPシートとコンクリートの完全付着を仮定し、断面分割法によって梁上縁が圧縮破壊(圧縮ひずみ0.35%)に至った時点を終局に設定して算定した。また、せん断耐力はシートの補強効果を考慮せずに算出している。

写真1には、実験状況を示している。重錘落下衝撃実験は、質量300 kg、先端直径200 mmの鋼製重錘を所定の高さから一度だけ落下させる単一載荷法により実施している。重錘落下位置はスパン中央点である。試験体の支点部は回転を許容し、浮き上がりを拘束するピン支持に近い構造となっている。なお、衝撃荷重載荷実験における重錘衝撃力および支点反力は、各々重錘および支点治具に内蔵された衝撃荷重測定用ロードセルを用いて計測した。また、各梁の終局状態は、既往の研究成果⁴⁾に基づいて、残留変位が梁のスパン長の2% (60 mm) に達した状態、あるいはシートが剥離もしくは破

表2 FRP シートの力学的特性値（公称値）

シート の種類	目付量 (g/m ²)	保証 耐力 (kN/m)	設計厚 (mm)	引張 強度 (GPa)	弾性 係数 (GPa)	破断 ひずみ (%)
AFRP	415	600	0.286	2.10	118	1.8
	830	1,200	0.572			
PFRP	1,250	600	0.906	0.74	10.0	7.0

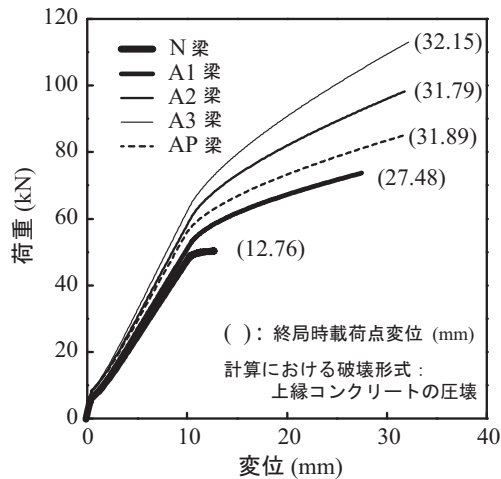


図2 計算静荷重-スパン中央点たわみ曲線

断した状態と設定した。

図1には、試験体の形状寸法と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×梁高×スパン長)は200×250×3,000 mmであり、軸方向鉄筋は上下端にそれぞれD19を各2本配置し、梁の端面に設置した厚さ9 mmの定着用鋼板に溶接している。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。AFRPシートは、梁底面の補強範囲にブラスト処理を施し、エポキシ系プライマーを塗布して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接着した。また、A3試験体の場合には、目付量415および830 g/m²のシートを重ねて接着し補強している。AP試験体の場合には、目付量1,250 g/m²のPFRPシートを接着した後、目付量415 g/m²のAFRPシートを接着した。なお、養生は気温が20℃程度の環境で7日間以上行った。

表2には、本実験で用いたFRPシートの力学的特性値を示している。本実験の測定項目は、重錘衝撃力と合支点反力、スパン中央点変位（以後、変位）およびシート各点の軸方向ひずみである。また、実験時には、RC梁のひび割れやFRPシートの剥離および破断状況を高速カメラを用いて連続的に撮影している。

図2には、参考のために断面分割法に基づいて求め

られた静載荷時における各梁の計算荷重-スパン中央点たわみ分布を比較して示している。図より、主鉄筋は、スパン中央点たわみが10 mm程度までは弾性範囲内にあることが分かる。また、無補強梁を除いた全梁は、スパン中央点たわみが30 mm程度で上縁コンクリートの圧壊により終局に至ることが分かる。

3. 実験結果および考察

3.1 各種時刻歴応答波形

図3には、全試験体の各種時刻歴応答波形を示している。図3(a)より、重錘衝撃力波形は、試験体の種類や落下高さ H によらず振幅が大きく継続時間が1 ms程度の第1波に振幅が小さい第2波目が後続する性状を示していることが分かる。最大重錘衝撃力値は、補強試験体の場合が、無補強試験体の場合よりも大きい。

図3(b)より、合支点反力波形は継続時間が40～50 ms程度の主波動に周期が7.5～10 ms程度の波形成分が合成された性状を示していることが分かる。 $H=2.5$ m落下の場合には、A1/2試験体の主波動継続時間がN試験体の場合よりも10 ms程度短い。これは、AFRPシートを接着して曲げ補強したことによりRC梁の曲げ剛性が増加したことによるものと推察される。

また、 $H=3.0$ m落下時には、A1/2試験体の主波動継続時間が $H=2.5$ m落下時における無補強試験体のそれと類似している。これは、A1/2試験体の場合には、最大重錘衝撃力値に到達後シートが破断し、曲げ剛性が無補強試験体の場合と同程度まで低下したことによるものと推察される。

また、AP試験体の主波動継続時間は、 $H=2.5$ m落下時のA1/2試験体と同程度であり、入力エネルギー増加に伴うRC梁の著しい劣化は見られない。これより、PFRPシートを接着することによって目付量が415 g/m²のAFRPシートを接着する場合においてもシートは剥離せず、効果的に曲げ補強が可能であることが明らかになった。これは、コンクリート底面にPFRPシートを接着することにより、曲げひび割れの著しい開口が抑制され、かつひび割れ開口部における局所的なひずみが分散されることによるものと推察される。A3試験体の主波動継続時間は、AFRPシートの目付量がAP試験体の場合よりも3倍多いにもかかわらず若干短い程度である。

$H=3.5$ m落下時におけるA3およびAP試験体の合支点反力波形は、 $H=3.0$ m落下時と類似であり、入力エネルギー増加による損傷の程度の少ないことがうかがわれる。

図3(c)より、载荷点変位波形は、いずれの試験体においても衝撃荷重載荷時に最大振幅を示す第1波が励起した後、減衰自由振動状態に至っていることが分かる。 $H=2.5$ m落下時には、A1/2試験体の最大変位がN試

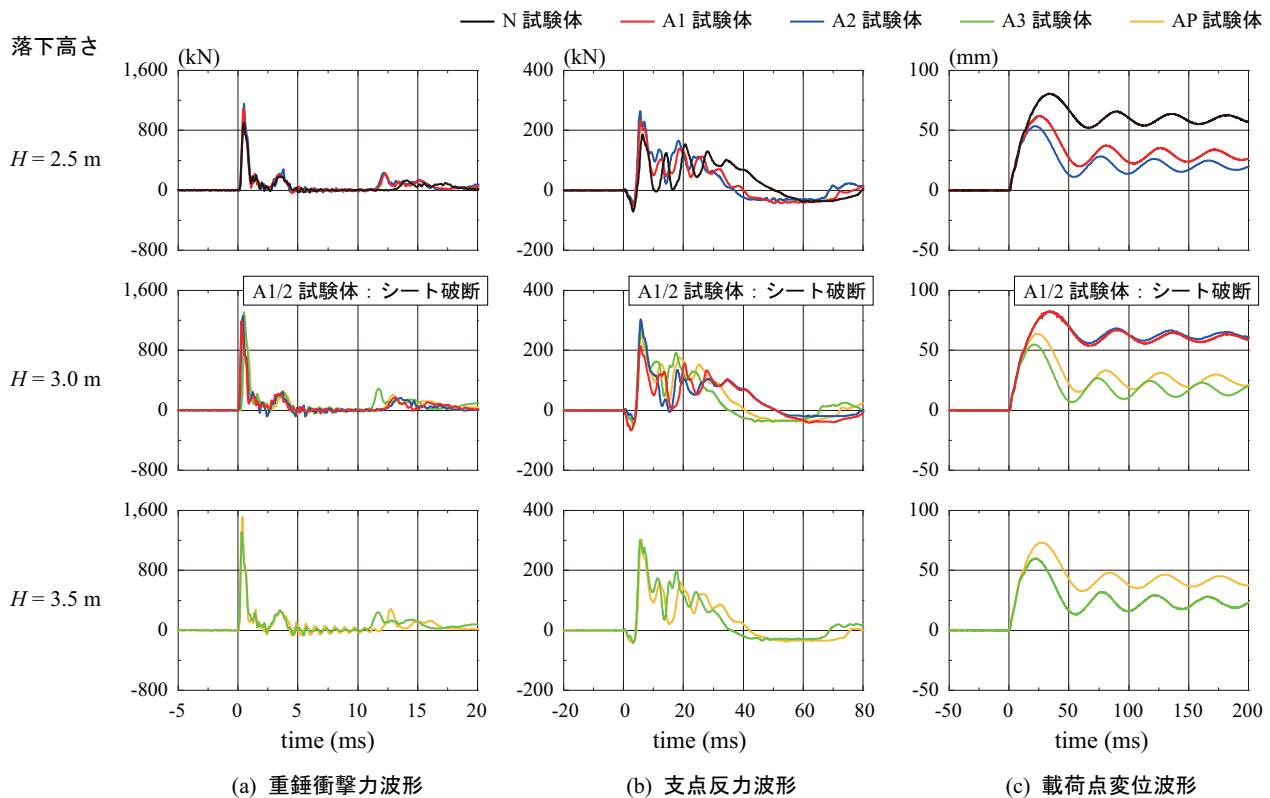


図3 重錘衝撃力、合支点反力および载荷点変位に関する時刻歴応答波形

験体よりも小さいことから、シート補強によって変形量の抑制効果が発揮されていることが分かる。また、徐荷後の自由振動状態における固有振動周期は、無補強試験体の場合が最も長く、シート補強量に対応して短くなっている。

$H = 3.0\text{ m}$ 落下時において、シート破断を生じた A1/2 試験体の変位波形は、 $H = 2.5\text{ m}$ 落下時の無補強試験体のそれと同様である。

また、AP 試験体の場合には、 $H = 2.5\text{ m}$ 落下時における A1 試験体の変位振幅よりは若干小さいものの、振動特性は類似していることから、PFRP シートの接着により AFRP シートの破断が抑制され、 $H = 2.5\text{ m}$ 落下時における A1 試験体と類似した応答性状を示していることが分かる。

さらに、A3 試験体の場合には、合支点反力波形性状と同様に曲げ剛性が向上したことにより、変位振幅が小さくかつ固有振動周期も短くなっていることが分かる。

また、 $H = 3.5\text{ m}$ 落下の場合には、 $H = 3.0\text{ m}$ 落下時に比較して入力エネルギーの増加に対応して多少変位振幅も大きくなり、かつ固有振動周期も長くなっていることが分かる。ただし、合支点反力波形と同様入力エネルギー増加による損傷の程度は大きくないことが推察される。

以上のことから、AFRP シート曲げ補強を施すことにより、衝撃荷重载荷時の変形量を抑制できることや、その効果はシート目付量の増加に伴って増大することが

明らかになった。また、PFRP シートをコンクリート面に接着することによって、著しいひび割れ開口の抑制とひび割れに伴って局所化されたひずみを均等化する効果があり、これらの効果によってその上に接着した AFRP シートの破断が効果的に抑制可能であることが明らかになった。

3.2 各種応答値と実測換算落下高さ H' の関係

図4には、(a) 最大重錘衝撃力、(b) 最大合支点反力、(c) 最大変位および (d) 残留変位と実測換算落下高さ H' の関係を示している。

最大重錘衝撃力分布に着目すると、図4(a)より、 $H = 2.5\text{ m}$ 落下の場合において、最大重錘衝撃力は補強試験体の場合が無補強試験体の場合より大きく、かつ補強量の増加に対応して大きいことが分かる。また、補強試験体の場合には、重錘落下高さの増加に対応して大きくなる傾向を示している。なお、前述の図3(b)に示されているように、A1/2 試験体は $H = 3.0\text{ m}$ 落下時に最大重錘衝撃力到達後にシート破断に至っていることより、シート破断の有無が最大重錘衝撃力に及ぼす影響が小さいことは勿論である。

AP 試験体の場合には、 $H = 3.0\text{ m}$ 落下時における最大重錘衝撃力が他よりも小さく、 $H = 3.5\text{ m}$ 落下の場合には他よりも大きい。これは重錘衝突部近傍コンクリートの性状によるものと考えられるが、現在のところ不明である。

また、表1に示されている静的計算曲げ耐力（以後、

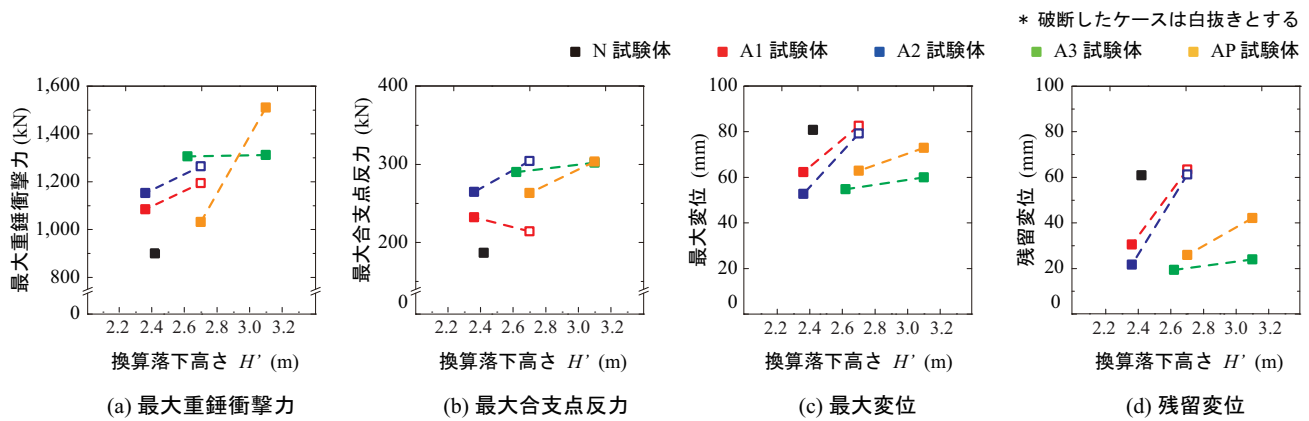


図4 各種応答値と実測換算落下高さ H' の関係

単に静的耐力) 値と比較すると、いずれの場合も最大重錘衝撃力値は静的耐力値に比較して 10 倍以上大きい値を示すことが分かる。

最大合支点反力分布に着目すると、図 4(b) より、最大合支点反力は、最大重錘衝撃力と同様に補強試験体の場合が無補強の場合よりも大きく、かつ A1 試験体を除きその他は落下高さの増加に対応して大きくなる傾向を示している。特に、A2-H3.0 試験体の場合には H2.5 の場合よりも大きくなっているのに対して、A1-H3.0 試験体の場合には減少している。これは、A1 試験体の場合には、シート破断により梁が著しく損傷したことによるものと推察される。一方、A2 試験体の場合にはシート破断に至ったもののシートの目付量が大きいので、A1 試験体に比べて損傷程度も小さく大きな支点反力が発生したものと推察される。

また、 $H = 3.5$ m の場合には、A3 及び AP 試験体とも A2-H3.0 の値と著しい差はない。一般的には、シート剥離が生じていない条件下では、入力エネルギーの増加に対応して合支点反力値も大きくなるものと推察されることより、その要因検討は今後の課題としたい。

最大合支点反力値と最大重錘衝撃力値を比較すると、最大合支点反力値は最大重錘衝撃力値の 1/4 以下であることが分かる。しかしながら、表 1 に示されている静的耐力値と比較すると、最大合支点反力は動的效果により 2.5 ～ 3.5 倍程度大きい。

最大変位に着目すると、図 4(c) より、 $H = 2.5$ m 落下の場合にはシート補強量に対応して最大変位が抑制されていることが分かる。また、 $H = 3.0$ m 落下の場合には A1/2 試験体ともほぼ類似の値を示し、かつ $H = 2.5$ m 落下時における無補強試験体の値と同程度であることが分かる。無補強試験体の場合には、最大応答変位は入力エネルギーに対応して線形的に増加することが明らかになっていることより⁴⁾、シート破断によって大略 $H' = 0.36$ m 落下分 $E = 1.06$ kJ の入力エネルギーが消費されたことがうかがえる。

さらに、 $H = 3.0$ m 落下の場合における A3 試験体

と AP 試験体の結果を見ると、 $H = 2.5$ m 落下の場合における A1/2 試験体と類似な分布を示している。これより、A1 試験体の場合には PFRP シートを接着して AFRP シートの破断が抑制されることにより、大略約 $H' = 0.36$ m 落下分 $E = 1.06$ kJ の入力エネルギーに対する補強効果が期待でき、また A2 試験体の場合には目付量 415 g/m^2 の AFRP シートを一層増し厚し A3 試験体にするにより大略約 $H' = 0.28$ m 落下分 $E = 0.82$ kJ の入力エネルギーに対する補強効果を確保出来ることが明らかになった。

$H = 3.5$ m 落下の場合には、いずれの試験体もシート破断が抑制され、最大変位もそれ程増加せず、シートの曲げ補強効果が十分に発揮されていることが分かる。

図 4(d) より、残留変位に関しては、図 4(c) の最大変位と同様の性状を示していることが分かる。ただし、 $H = 2.5$ m 落下時の無補強試験体の場合における残留変位は最大変位よりも約 20 mm 程度小さい値となっているが、A1/2 試験体の場合には 30 mm 程度小さいことより、シート補強によって復元力が向上していることが分かる。

ここで、図 2 に示される静的終局時における載荷点変位と衝撃荷重載荷後における最大残留変位を比較すると、無補強試験体の場合には、静的最大変位は大略 13 mm であるが、 $H = 2.5$ m 落下の場合には残留変位が 60 mm を越えていることから、既に静的には終局に至っていることが分かる。また、衝撃荷重載荷時の設定終局残留変位 (60 mm) よりも大きい。一方、A1/2 試験体の場合には、残留変位がそれぞれ 30 mm、20 mm 前後に留まっていることから、シート補強することによって静的終局状態まで改善可能であることが分かる。

A3 試験体の場合には、 $H = 3.0 \sim 3.5$ m 落下時においても残留変位が 30 mm 以下であることより、AFRP シートの目付量を $1,245 \text{ g/m}^2$ にすることによって、終局時落下高さを $H' = 0.74$ m 分 $E = 2.18$ kJ の入力エネルギーを向上できることが明らかになった。また、AP 試験体の場合には、 $H = 3.0$ m 落下時までは静的終局

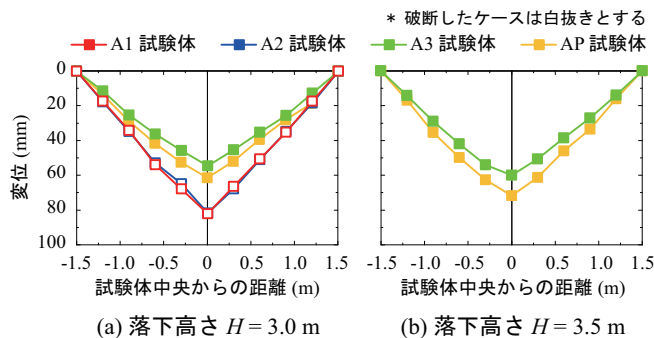


図5 最大変位発生時における変位分布

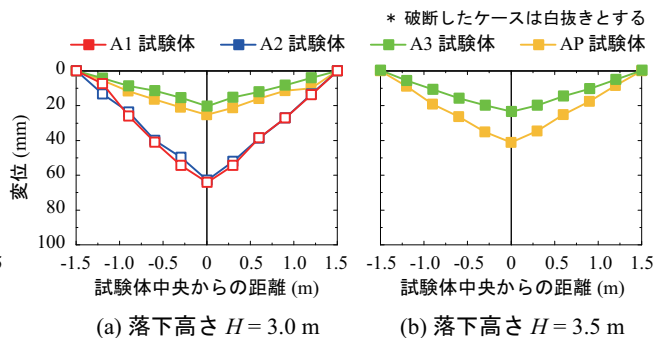


図6 残留変位分布



写真2 AP-H3.5 試験体の破壊性状

時変位を保持可能であるが、 $H = 3.5$ m 落下時には静的終局時変位を保持できない。但し、残留変位は 42 mm 程度であり、設定した衝撃荷重載荷時終局残留変位には至っていないことが分かる。

3.3 変位分布性状

図 5 および 図 6 には、それぞれ各試験体の最大応答時におけるスパン長に沿った変位分布および残留変位分布を落下高さ毎に整理して示している。最大応答時の変位分布より、 $H = 3.0$ m 落下においてシート破断を生じた A1/A2 試験体の変位は A3/AP 試験体よりも大きいことが分かる。図 4(c) から明らかになっているように、AP 試験体の変位は A3 試験体よりも多少大きい。

$H = 3.5$ m 落下の場合には、A3/AP 試験体における変位量の差が増大している。このような傾向は、残留変位分布においてより顕著に示されている。これは、写真 2 に示すように AP-H3.5 試験体の表層に接着した AFRP シートが部分的に破断したことによるものと推察される。

また、変位分布と残留変位分布は、シート補強を施しているにもかかわらず、載荷点を中心に線形な三角形分布を呈しており、載荷点部に塑性ヒンジが発生した場合と類似の分布性状を示していることが分かる。これより、衝撃荷重載荷には、損傷は載荷点部に集中すること

が分かる。

3.4 シートの軸方向ひずみ分布と梁側面ひび割れ性状の時刻歴推移状況

図 7 ～ 図 10 には、それぞれ、A1/A2/A3/AP-H3.0 試験体のシートの軸方向ひずみおよび梁側面におけるひび割れ性状に関する時間毎の推移状況を示している。

なお、図 7 の A1-H3.0 試験体の場合における $t = 0.5$ ms 時のひび割れ性状は、高速度カメラの分解能の関係から画像を取り出すことが不可能であったため、掲載していない。

図より、A1-H3.0 試験体の場合を除き、いずれの試験体も経過時間 $t = 1.0$ ms まではほぼ同様の性状を示していることが分かる。すなわち、頂部が釣り鐘状となった斜めひび割れが梁下縁まで進展するとともに、載荷点近傍において 0.5 % 程度の引張ひずみが発生し、その両支点側では圧縮ひずみが発生している。頂部が釣り鐘状となった斜めひび割れは、載荷点から断面方向に伝播した圧縮応力波により、梁下面で応力零の条件の下で引張応力波が反射波として発生し、それらの合成波によって発生したもので、RC 版の裏面剥離に類似した現象が発生したことによるものと推察される。

一方、引張ひずみの発生は、重錘衝突によって生じる曲げ応力波が軸方向に伝播する過程において、見かけ上の固定端が両支点側に推移していく状況を示しているものと推察される。

$t = 4.0$ ms および 8.0 ms 時点では、いずれの試験体も斜めひび割れが大きく開口した後、その内部に微細な曲げひび割れが発生している。ただし、斜めひび割れの発生・開口する範囲は A3-H3.0 試験体の場合が最も大きく、AP-H3.0 試験体の場合が最も小さい。また、ひずみ分布を見ると、載荷点近傍において大きなひずみが発生しており、その範囲は上記の斜めひび割れ発生範囲に概ね対応している。特に、A1 試験体の場合には、載荷点直下で既に 1 % 以上のひずみが発生している。このことから、斜めひび割れ発生部の AFRP シートにおいて大きなひずみが生じる傾向にあることが分かる。

その後、A2-H3.0 試験体の場合には、 $t = 9.5$ ms 以

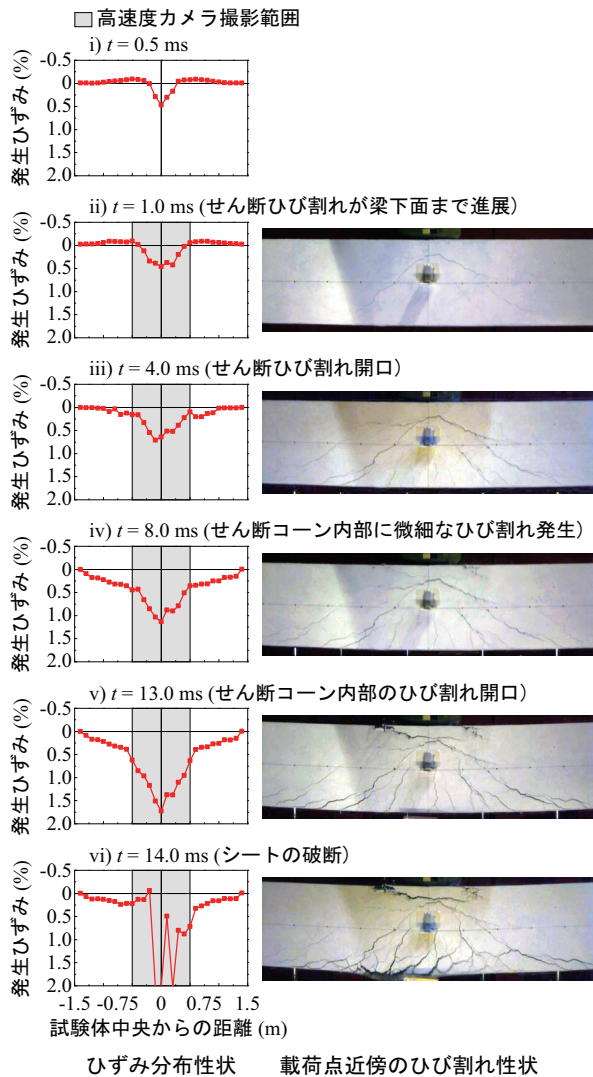


図7 A1-H3.0 試験体に関するシートの軸方向ひずみ分布とひび割れ性状

降において、斜めひび割れに囲まれた内部のひび割れが開口し、スパン中央部のひずみが急激に大きくなっている。また、A1-H3.0 試験体の場合には、 $t = 13.0$ ms において梁上縁が大きく圧壊し、荷点を中心に角折れの状態になっており、荷点直下部は 1.75 % 前後のひずみ値を示し、AFRP シートが破断寸前であることがうかがえる。これに対し、A3/AP-H3.0 試験体の場合には、 $t = 12.0$ ms において、斜めひび割れ先端部がシートを下方に押し出してシートを引き剥がすピーリング作用による部分剥離が見られる。また、同一時刻のひずみ分布を見ると、スパン中央部近傍のひずみが大きくなるものの、局所的な増加は見られない。

最終的には、A1-H3.0 試験体の場合には $t = 14.0$ ms 前後で、また A2-H3.0 試験体の場合には $t = 10.0$ ms 前後で、荷点直下近傍のひずみが破断ひずみを超過し、それ以外の部分ではひずみが低下していることが分か

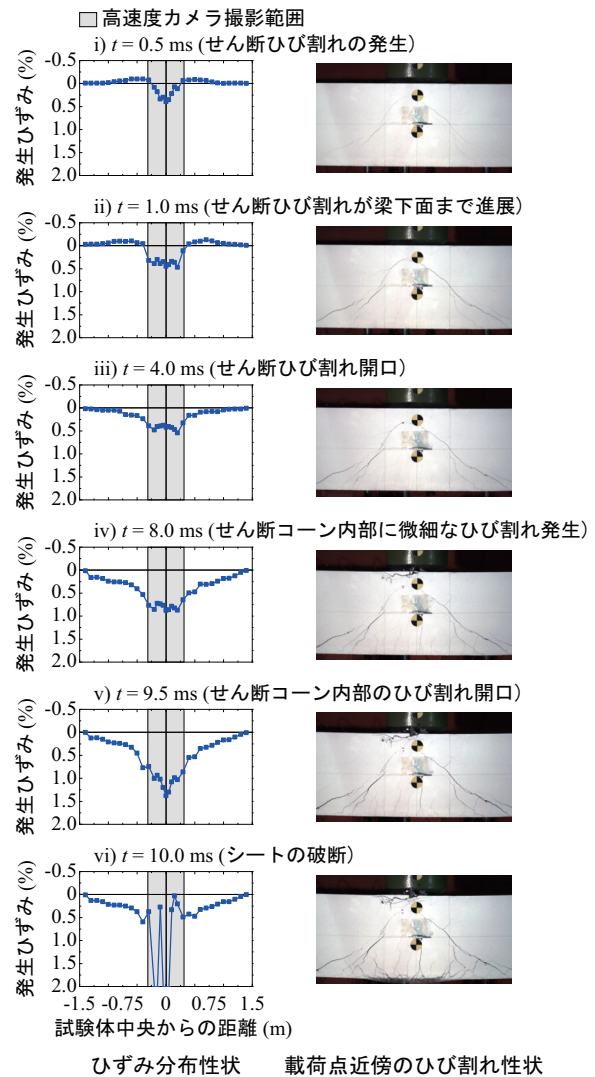


図8 A2-H3.0 試験体に関するシートの軸方向ひずみ分布とひび割れ性状

る。これは、荷点近傍でシートが破断し、その周辺ではシートに作用する引張応力が開放されたことによるものと推察される。これに対して、A3-H3.0 試験体の場合には、 $t = 20.0$ ms においてシート破断に至らず、部分剥離領域が両支点側に進展し、対応して大きなひずみの発生領域も両支点側に拡大していることが分かる。ただし、シートひずみが局所的に増大する様子は認められない。

一方、AP-H3.0 試験体の場合には、 $t = 20.0$ ms において A3-H3.0 試験体よりも部分剥離領域が小さく、また荷点直下近傍においては、表層 AFRP シートの破断ひずみを超過するひずみが発生している。実験終了後には、シートの破断は認められないものの、AFRP シート表面の樹脂に多数の亀裂を確認している。このことから、荷点直下近傍の AFRP シートは部分的に破断したものの、PFRP シートは破断に至っていないため、

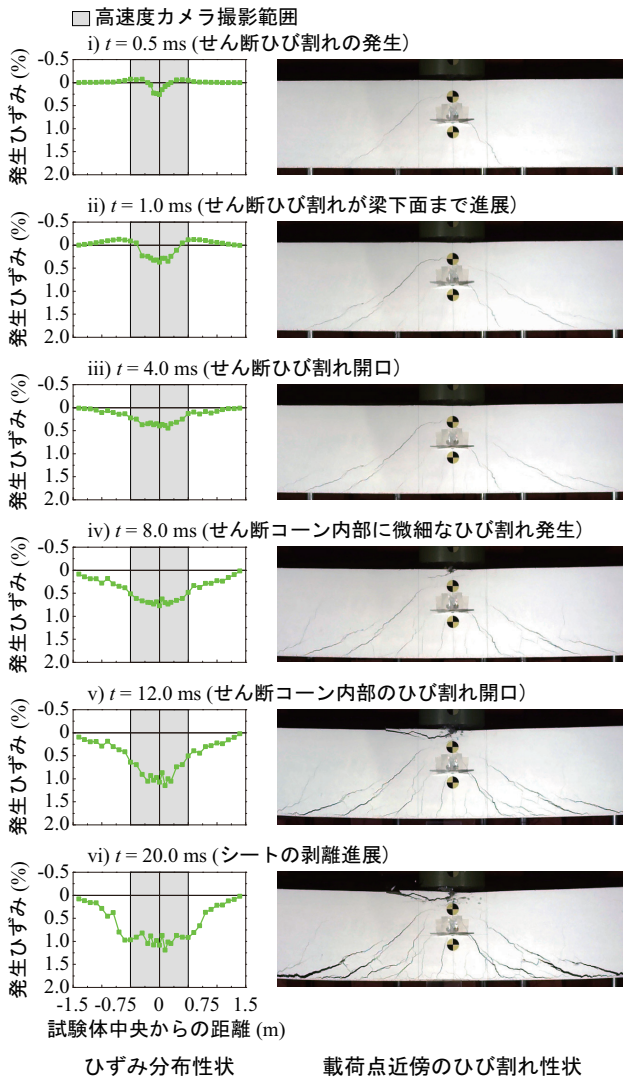


図9 A3-H3.0 試験体に関するシートの軸方向ひずみ分布とひび割れ性状

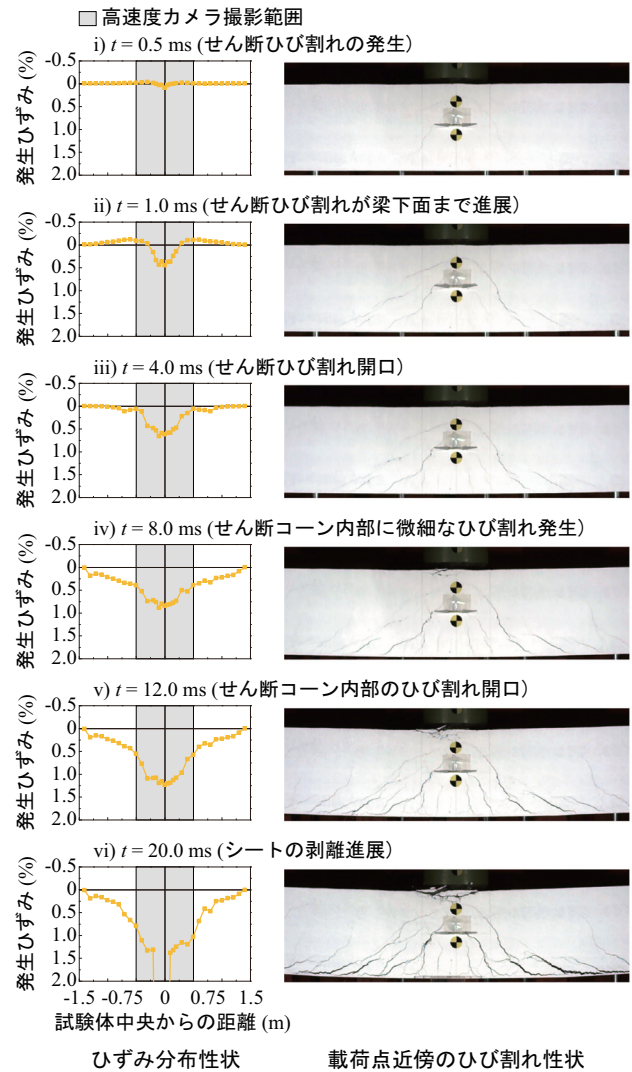


図10 AP-H3.0 試験体に関するシートの軸方向ひずみ分布とひび割れ性状

AFRP シートは完全破断には至っていないものと推察される。

これらのことから、AFRP シートの破断は、シートの繊維目付量を大きくすることや低弾性高伸び特性を有する PFRP シートを併用することにより抑制可能であることが明らかになった。ただし、PFRP シートを併用する場合には、AFRP シートが一部破断し、変形量が大きくなる傾向にあることに留意する必要がある。

4. まとめ

本研究では、連続繊維シートで曲げ補強した RC 梁の耐衝撃性改善策の提案を目的として、目付量の大きい AFRP シートや PFRP シートを併用して補強した RC 梁の衝撃荷重載荷実験を行った。本実験により得られた知見を整理すると、以下の通りである。

- 1) AFRP シートで曲げ補強することにより RC 梁の変形量やシート破断を抑制可能であり、その効果はシート目付量が大きい場合ほど大きい。
- 2) シート目付量を大きくすることにより、AFRP シート曲げ補強 RC 梁の荷点近傍における斜めひび割れ発生領域が拡大する。これにより、シートの局所的なひずみの増大が抑制され、対応してシート破断が抑制される傾向にある。
- 3) 低弾性高伸び特性を有する PFRP シートを併用する場合には、コンクリートのひび割れの開口を抑制すると共に、局所的なひずみを分散させることが出来ることから、AFRP シートの目付量を 1/3 に減じた場合においても、完全破断を防ぐことが可能である。

なお、今後はシート破断を抑制可能な AFRP シート目付量や PFRP シートの併用割合などに関する定量的

な検討を進める予定である。

謝辞

本研究は、平成 26 年度日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(C) 課題番号: 26420451, 研究代表者: 栗橋祐介(室蘭工業大学), 研究課題名: 衝撃的外力により損傷した鉄筋コンクリート部材の耐衝撃性向上法に関する研究) の援助により行われたものである。また, PFRP シートはファイベックス(株) よりご提供頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

1) 今野久志, 西 弘明, 栗橋祐介, 岸 徳光: AFRP

シート接着補強による損傷 RC 梁の耐衝撃挙動, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, pp.721-726, 2013.7

- 2) 三上 浩, 今野久志, 栗橋祐介, 岸 徳光: AFRP シート曲げ補強 RC 梁の耐衝撃挙動に及ぼすシート目付量の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, pp.523-528, 2014.7
- 3) 土木学会: コンクリート標準示方書[設計編], 2012 年制定
- 4) 岸 徳光, 三上 浩: 衝撃荷重載荷時に曲げ破壊が卓越する RC 梁の性能照査型耐衝撃設計法に関する一提案, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.53A, pp.1251-1260, 2007.3