

I - B 307 FRP シートで曲げ補強した RC 梁の重錘落下衝撃挙動

札幌市 正員 賀澤友晴
 室蘭工業大学 正員 岸 徳光
 三井建設（株）フェロー会員 三上 浩
 室蘭工業大学 正員 安藤 智啓

1. はじめに

本研究では、新素材繊維（FRP）シートで曲げ補強した RC 梁の耐衝撃性向上効果を明らかにし、合理的な耐衝撃補強工法を確立するための基礎資料を得ることを目的として、FRP シート補強した RC 梁の耐衝撃性向上性に関して、無補強 RC 梁の衝撃挙動と比較することにより実験的に検討している。ここでは、特にひび割れ性状、梁の残留変位およびひずみ分布に着目して検討を試みている。

2. 実験の概要

表-1 に試験体および実験結果を示す。試験体は、底面にアラミドシートおよび炭素シートをそれぞれ2種類の目付け量で補強したものと無補強の5種類を2体ずつ作製した合計10体である。試験体名はシートの種類（N：無補強，A：アラミド，C：炭素），目付け量，載荷条件（I：繰り返し載荷，S：単一載荷）を組み合わせて示している。なお、静的曲げ耐力は表-2～4 に示すコンクリート，FRP シートおよび主鉄筋の力学的特性を用い断面分割法により算出している。

図-1 には試験体の形状寸法を示している。試験体は梁幅 15 cm，梁高 25 cm の複鉄筋矩形梁であり，FRP シートは梁下面に両支点の 10 cm 手前まで貼り付けている。実験は重量 2.94 kN の鋼製重錘を梁スパン中央部に所定の高さより自由落下させて行っている。載荷方法は重錘の初速度および増分速度を 1 m/s とする繰り返し載荷と，その最終衝突速度による単一載荷の2種類としている。

3. 実験結果および考察

3.1. ひび割れ性状

図-2 に実験終了後のひび割れ性状を示す。図より，無補強試験体が他の試験体に比べて大きく変形していることが分かる。一方，ひび割れは FRP シート補強した試験体の場合が無補強の場合に比べて梁全体に分散していることが分かる。また，補強材の違いによるひび割れ性状を比較すると，アラミドシート補強の場合が炭素シート補強の場合に比べてひび割れが分散する傾向にある。特に単一載荷において炭素シート補強梁ではひび割れが比較的中央に集中しているのに対して，アラミドシート補強梁では曲げひび割れが梁全体に分散しているようである。なお，目付け量によって

表-1 試験体および実験結果

試験体名	衝突速度 (m/s)	静的曲げ 耐力 (kN)	残留変位量 (cm)	最大重錘 衝撃力 (kN)	実験終了時の シートの状態
N-I	1~4	19.3	8.87	118.0	-
A415-I		30.3	5.35	122.6	剝離
A623-I		34.7	4.91	125.2	剝離
C300-I		30.9	5.73	123.4	破断
C445-I		35.4	4.79	127.1	剝離
N-S	4	19.3	5.27	115.6	-
A415-S		30.3	3.31	124.9	一部破断
A623-S		34.7	2.25	123.8	変化無し
C300-S		30.9	2.69	126.6	一部破断
C445-S		35.4	2.10	127.6	変化無し

表-2 コンクリートの力学的特性

実験時材令 (日)	圧縮強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	ポアソン比
47	22.5	22.7	0.19

表-3 FRP シートの力学的特性

材質	引張強度 (GPa)	弾性係数 (GPa)	目付け量 (g/m ²)	シート厚 (mm)	軸剛性 (MN/m)
アラミド	2.48	127	415	0.286	36.18
			623	0.429	54.27
炭素	4.07	231	300	0.167	38.49
			445	0.248	57.15

表-4 主鉄筋の力学的特性

主鉄筋名称	降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	ポアソン比
D13	379	546	206	0.30

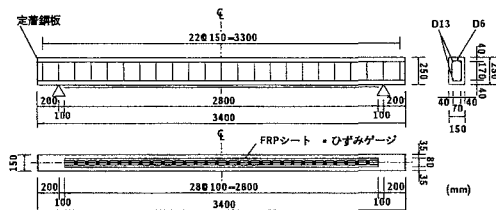


図-1 試験体の形状寸法

キーワード：RC 梁，FRP シート，衝撃挙動，ピーリング破壊，目付け量
 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 0143-46-5230 Fax 0143-46-5227

終局時にシートが剝離または破断する違いが生じることもあるが、繰り返し載荷、単一載荷ともに目付け量はひび割れの分散性に大きな影響を与えていない。

3.2. 残留変位

図-3に繰り返し載荷および単一載荷における残留変位を示す。図より、載荷方法に関わらず FRP シートで補強した梁の残留変位は無補強のそれに比べて小さいことが分かる。また、補強梁のうち、A415 と C300 の残留変位が A623 と C445 のそれよりも若干大きく、目付け量が残留変位に影響を与えていることが分かる。一方、シートの軸剛性がほぼ等しい A415 と C300 および A623 と C445 の残留変位はそれぞれほぼ対応している。これより、シートの軸剛性が同等であれば残留変位を同程度に抑制できることが分かる。なお、これらの傾向は単一載荷でもほぼ同様である。

3.3. ひずみ分布

図-4に A623-I を例にシートのひずみ分布を示した。図中の時間は重錘衝撃力が励起される瞬間を原点とした経過時間である。また、(a) 図は衝突速度 3 m/s 時のものであり、(b) 図はシートが剝離した衝突速度 4 m/s 時のものである。(a) 図より重錘衝突後 4 msec 時までは梁の支点部近傍において圧縮ひずみが生じていることが分かる。これは、重錘衝撃力が作用した直後には半スパンにおいて片持ち梁状態になることを示している。その後ひずみは主にスパン中央部において時間とともに増加していくが、支点部近傍のひずみは中央部ほど大きく示されていない。これは、ひび割れが梁全体に分散するものの、載荷点部のひび割れが特に著しく進展し、載荷点部が曲げひび割れの進展により塑性ヒンジに近い状態になっていることを示唆するものと推察される。

一方、(b) 図より重錘衝突後 16 msec 以降において、載荷点からやや離れた位置で載荷点部を対称に、ひずみが著しく大きく示されていることが分かる。これは、図-2にみられるように、アーチ状に形成されたひび割れによる中央部コンクリート塊の押し抜きが、シートの引き剥がれ (ピーリング) を発生させたことによるものと考えられる。

4. まとめ

本研究では、FRP シートで曲げ補強した RC 梁を用いて重錘落下衝撃実験を行い、FRP シート補強が RC 梁の耐衝撃性に与える影響について検討した。本実験結果より、1) 梁の底面に FRP シート補強を施すことにより曲げひび割れが分散すること、2) 補強材の目付け量が多くなるほど残留変位は抑制されること、3) シートの剝離は、載荷点直下に形成されるひび割れ部を起点としたピーリングによって生じていること、等が明らかとなった。

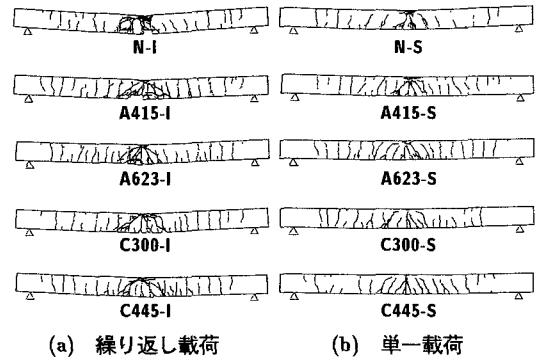


図-2 ひび割れ性状

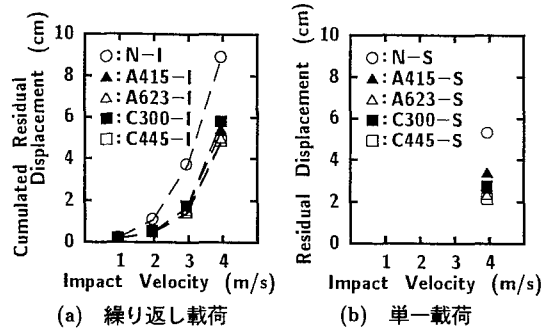


図-3 残留変位

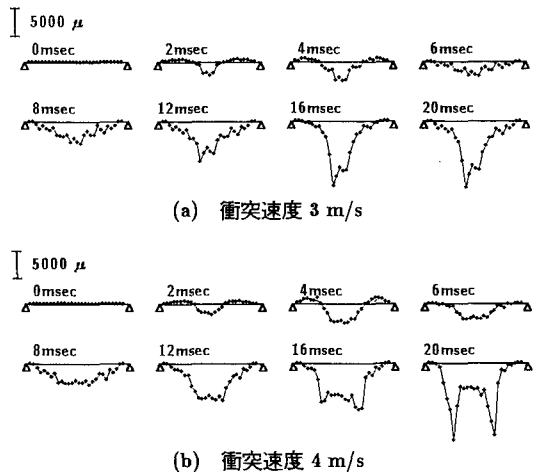


図-4 シートのひずみ分布 (A623-I)