

AFRP シート接着補強による損傷 RC 梁の耐衝撃補強効果に関する実験的検討

土木研究所寒地土木研究所 正会員○今野 久志
室蘭工業大学大学院 正会員 栗橋 祐介

土木研究所寒地土木研究所 正会員 西 弘明
釧路工業高等専門学校 フェロー 岸 徳光

1. はじめに

本研究では、損傷を受けた RC 製ロックシェットの耐衝撃補強設計法を確立することを最終的な目的に、その基礎的な取り組みとして衝撃荷重载荷により損傷を受けた RC 梁を対象とした AFRP シート接着補強による耐衝撃補強効果について実験的に検討を行った。

2. 実験概要

図-1 には、試験体の形状寸法、配筋状況および AFRP シート接着状況を示している。本実験に用いた試験体の形状寸法（梁幅×梁高×純スパン長）は、200×250×3,000mm であり、土木学会コンクリート標準示方書に準拠した計算曲げ耐力は、無補強 RC 梁が 50.2kN、AFRP シート補強 RC 梁が 73.7kN である。試験体を固定するための両支点部は、浮き上がりを拘束し、回転を許容するピン支持に近い構造となっている。実験は、質量 300kg、先端直径 200mm の鋼製重錘を所定の高さから試験体スパン中央部に自由落下衝突させることにより行っている。なお、本実験では RC 梁の終局状態を残留変位量が純スパン長の 2% 程度に達した状態になるか、もしくはシートが剥離・破断した状態と定義している。実験時におけるコンクリートの圧縮強度は 23.4MPa であり、鉄筋の降伏強度は、D10 で 359MPa、D19 で 355MPa であった。表-1 には、実験ケース一覧を示している。1 次载荷により損傷を与え補修・補強後に 2 次载荷を実施している R 試験体については、1 次载荷のみ

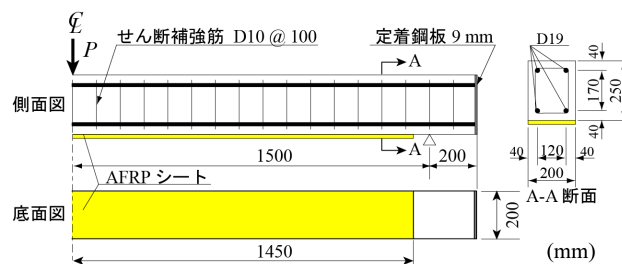


図-1 試験体の形状寸法および配筋状況

表-1 実験ケース一覧

試験体名	1 次载荷 落下高さ H_1 (m)	ひび割れ 補修および AFRP補強	2 次载荷 落下高さ H_2 (m)
N-I1.0	1.0	有	有
N-I1.5	1.5		
N-I2.0	2.0		
N-I2.5	2.5		
R1.0-I1.5	1.0	有	1.5
R1.0-I2.0			2.0
R1.0-I2.5			2.5
R1.5-I1.5	1.5	有	1.5
R1.5-I2.0			2.0
R1.5-I2.5			2.5

実施した N 試験体の衝撃荷重载荷実験結果（図-3(c)）により、1 次载荷の落下高さを決定している。すなわち、落下高さ $H=2.5\text{m}$ における残留変位量が破壊の目安とした純スパン長の 2% 程度に達していることから、補修・補強対応とする場合の残留変位量として終局の場合の 50% 程度以下と仮定し、1 次载荷の落下高さとして $H=1.0\text{m}$ と $H=1.5\text{m}$ の 2 段階を設定した。なお、1 次载荷によって損傷を受けた RC 梁の補修は、長期耐久性に対して有害であるとされる幅 0.2mm 以上のひび割れ部を対象にエポキシ樹脂を注入することにより行っている。また、ひび割れ補修後の補強対策には、目付量 415g/m^2 の AFRP シートを使用した。

3. 実験結果

3. 1 時刻歴応答波形

図-2 には、各種時刻歴応答波形を示している。(a) 図より、重錘衝撃力波形は、いずれの試験体も振幅が大きい第 1 波に振幅の小さい第 2 波および第 3 波が後続する性状を示している。(b) 図より、支点反力波形は、いずれの試験体も重錘落下高さによらず、変位波形の第 1 波目に対応する継続時間の長い波動に高周波成分が合成された波形性状を示している。ただし、上記波動の継続時間は、R1.0/R1.5 試験体の方が N 試験体と比較して短い。これは、シート補強することによって主鉄筋降伏荷重の増加やその後の剛性勾配および曲げ

キーワード：RC 梁，ひび割れ補修，エポキシ樹脂，耐衝撃性，AFRP シート
連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34 寒地土木研究所寒地構造チーム TEL:011-841-1698

耐力が増加し、後述する変位量の低下に伴い変位波形の周期が短くなることに対応している。(c)図より、載荷点変位波形は、いずれの試験体も衝撃荷重載荷初期に正弦半波状の振幅の大きな波形が励起した後、減衰自由振動状態に至り残留変位が発生している。変位量は、重錘落下高さによらず R1.0/R1.5 試験体の方が N 試験体よりも小さく、波動の周期も短くなっていることから、AFRP シートの補強効果が示されている。

3.2 各種応答値と入力エネルギーとの関係

図-3 には、(a)最大重錘衝撃力 P_{ud} 、(b)最大支点反力 R_{ud} 、(c)残留変位 δ_{rs} と入力エネルギー E との関係を示している。(a)図より、

最大重錘衝撃力 P_{ud} は、N 試験体に比べて R 試験体の方が大きな値を示す傾向にある。また入力エネルギーに対する最大重錘衝撃力の増加割合も後者の試験体が大きくなっている。これは AFRP シート補強により曲げ剛性が增大したことに関係するものと考えられる。(b)図より、最大支点反力 R_{ud} は、入力エネルギーに関わらず N 試験体よりも R 試験体の方が大きな値を示している。これは、シート補強することにより主鉄筋降伏荷重の増加やその後の剛性勾配および曲げ耐力が増大することに関係するものと考えられる。なお、最大支点反力 R_{ud} は、補強の有無に関わらず入力エネルギーの増加に伴い増大する傾向にあるものの、N 試験体および R1.5 試験体では、最大値を示した後は減少する傾向にある。これは重錘衝突によって RC 梁が激しく損傷し耐衝撃性能が低下することによるものと考えられる。(c)図より、残留変位 δ_{rs} は、入力エネルギーに関わらず R 試験体の場合が、N 試験体の場合よりも小さな値を示していることが分かる。これは、シート補強することによって、RC 梁の曲げ耐力が増大し変形量が抑制されたことによるものと推察される。N 試験体と AFRP シートが破断しない場合の R 試験体の残留変位は、入力エネルギーの増加に対してほぼ線形に増加しており、後者の残留変位は前者の 1/2 程度となっている。また、N 試験体が終局に至った入力エネルギーに対して、R 試験体においてもシート破断により終局に至っているが残留変位量は N 試験体よりも小さい。

4. まとめ

- 1) AFRP シートが破断に至らなければ、AFRP シートにより補強した損傷 RC 梁の残留変位は、無補強 RC 梁の 1/2 程度の値を示す。
- 2) AFRP シート接着補強は、AFRP シートによる曲げ補強効果により残留変位が抑制されることから、損傷した RC 梁の耐衝撃補強対策として有効である。

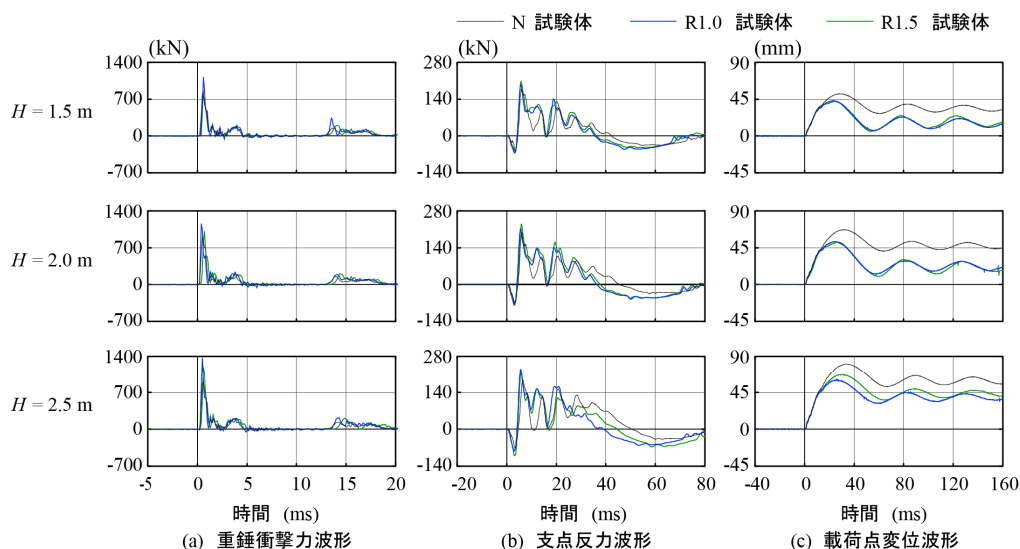


図-2 重錘衝撃力、支点反力、載荷点変位に関する時刻歴応答波形

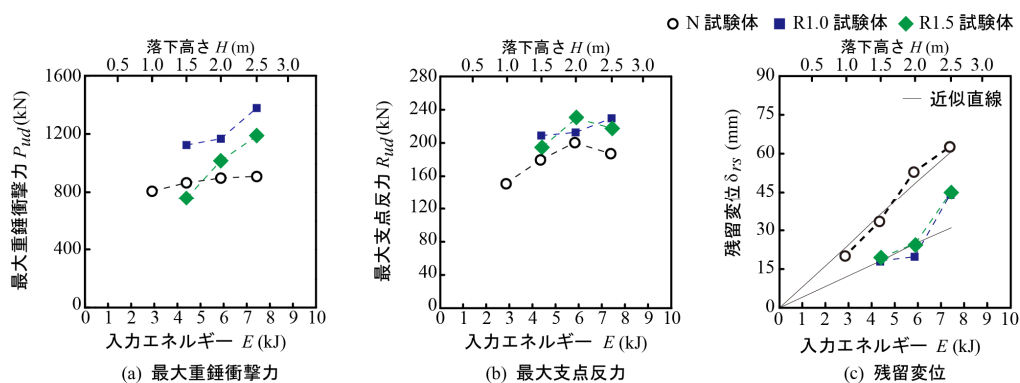


図-3 各種応答値と入力エネルギーの関係