

FRP シート接着曲げ補強 RC 梁の耐衝撃挙動に及ぼす緩衝ゴムの影響

(株)構研エンジニアリング 正 員 ○鈴木健太郎 室蘭工業大学 正 員 小室 雅人
 室蘭工業大学 正 員 瓦井 智貴 三井住友建設(株) フェロー 三上 浩
 室蘭工業大学 名誉会員 岸 徳光

1. はじめに

著者らは、FRPシート接着曲げ補強(以後、単にシート補強)を施したRC梁を対象に、シート補強による耐衝撃性向上効果に関して実験的な研究を継続して行っている。

本研究では、シート破断で終局に至る場合のシート補強RC梁を対象に、衝撃荷重載荷点部に緩衝ゴムを設置した場合に関する重錘落下衝撃荷重載荷実験を行った。ここでは、緩衝ゴム設置の有無、ゴム厚を2種類、重錘落下高さを2種類に変化させて検討を実施した。

2. 実験概要

図1には、本実験で対象とした試験体の形状寸法及び配筋やシートの接着位置等を示している。本研究では、図に示すようなRC梁試験体を対象に、緩衝ゴムを設置しない条件下において衝撃荷重載荷時にシート破断で終局に至る目付量が 415 g/m^2 のアラミド繊維(AFRP)シート一層を用いて接着補強を行った。

表1には、本実験に用いた試験体一覧を示している。実験ケース名は、第1項目に緩衝ゴム設置の有無(AN:無し, ARn:有り)を示し、有りの場合にはその厚さ(mm)を後続のnで示している。第2項目に付随する数値は設定重錘落下高さ(m)である。なお、AFRPシートは公称の弾性係数が $E_f = 118 \text{ GPa}$ 、破断ひずみが $\epsilon_{fu} = 1.75\%$ である。試験体はいずれも計算のせん断余裕度が3.4~3.7程

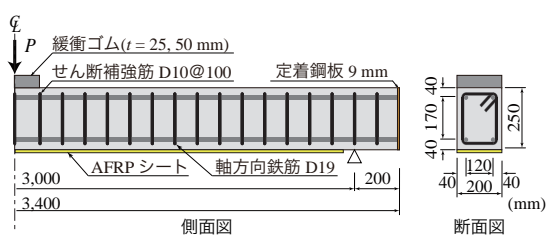


図1 試験体の形状寸法と配筋

表1 試験体一覧

試験体名	設定重錘落下高H (m)	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)	シート破断の有無
AN-H2	2	5.85	33.7	371.0	401.9	無
AN-H3	3	8.50				有
AR25-H2	2	5.85	36.6	399.9	377.1	無
AR25-H3	3	8.95				無
AR50-H2	2	5.85	32.4	379.4	363.5	無
AR50-H3	3	8.95				無

キーワード：RC梁, FRPシート, 衝撃荷重, 緩衝ゴム

連絡先：〒065-8510 札幌市東区北18東17(株)構研エンジニアリング防災施設部 TEL:011-780-2811 FAX:011-785-1501

度であり、静的に曲げ破壊によって終局に至る。

写真1には、載荷装置と試験体の設置状況を示している。緩衝ゴムの形状寸法は、重錘先端部の円柱状の形状寸法が直径200 mmであることより200 mm四方とし、厚さを25 mm および 50 mm と変化させた。

3. 実験結果

3.1 緩衝ゴムの静載荷実験

図2には、緩衝ゴムに関する静荷重載荷実験から得られた荷重-変位関係を示している。荷重は500 kNまで単調載荷させることとし、100 kN毎に除荷・載荷を繰り返した場合についても比較して示している。図より、ゴム厚25 mmの場合における最大変位は、50 mmの場合に比較して1/2以下であることが分かる。また、25 mmの場合には荷重レベルの小さい段階から除荷勾配が大きく残留変位が発生している。一方、50 mmの場合には荷重レベルの増加に対応して除荷勾配が増加する傾向を示している。

3.2 衝撃荷重載荷実験

図3には、各試験体に関する各応答波形を落下高さ毎に比較して示している。(a)図より、重錘衝撃力波形は、緩衝ゴムを設置しないAN試験体の場合には載荷初期に継続時間が1 ms程度で振幅の大きい三角形波と後続の低周波成分と高周波成分が合成された波形成分から構成され



写真1 実験装置と試験体および緩衝ゴム設置状況

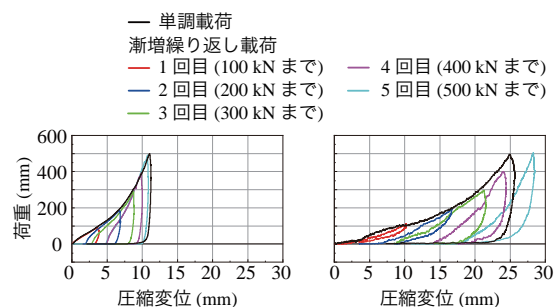
(i) 厚さ $t = 25 \text{ mm}$ (ii) 厚さ $t = 50 \text{ mm}$

図2 静的荷重下における緩衝ゴムの荷重-変位関係

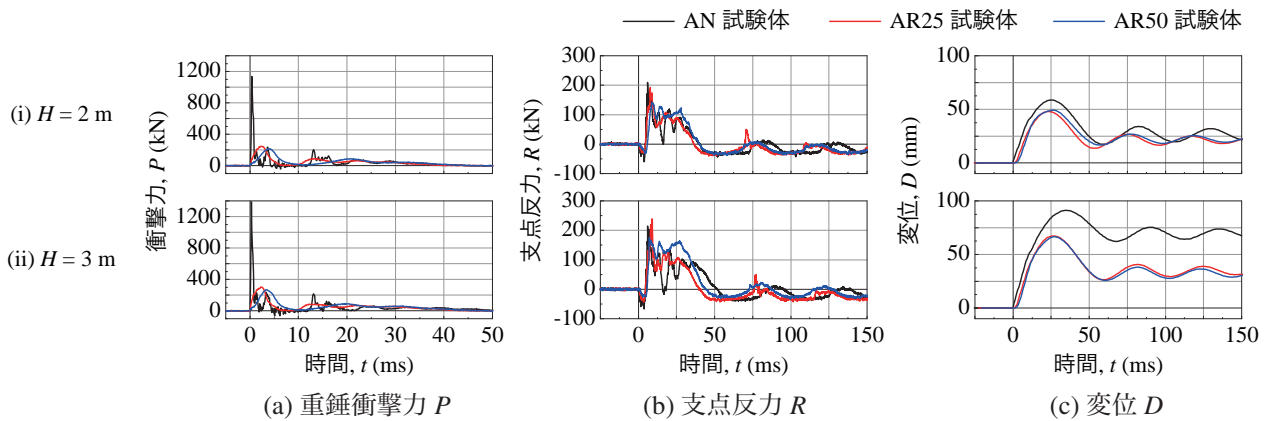


図3 各試験体の重錘衝撃力 P 、支点反力 R 、変位 D に関する時刻歴応答波形の比較

ている。一方、緩衝ゴムを設置する AR25、AR50 試験体の場合には、AN 試験体における荷重初期の振幅の大きい三角形状の波形成分は出現せず緩やかな低周波成分のみが励起している。荷重初期の振幅については、いずれの試験体も落下高さに対応して増加傾向にある。

(b) 図より、支点反力波形は、緩衝ゴムを設置することによって高周波成分の波形が平滑化された以外は荷重初期の負反力の発生や継続時間も含め、3 試験体共に類似した波形性状を示している。除荷後の自由振動状態に移行後の固有振動周期は、緩衝ゴムを設置した場合には両試験体共に類似しており、緩衝ゴムを設置していない試験体よりも若干小さいことが分かる。このことから、緩衝ゴムを設置することによって、圧壊等による損傷が低減していることがうかがわれる。

(c) 図より、変位波形は、AR 試験体の場合にはいずれの落下高さにおいても波形の立ち上がりが AN 試験体に比較して数 ms 程度遅れていることが分かる。落下高さが $H = 2\text{ m}$ の場合には、最大衝撃力が緩衝ゴムを設置することによって 1/4.5 以下に大きく低減するのに対して、最大変位および残留変位はゴム厚にかかわらず 1/1.25 程度になっており低減率は小さい。

また、 $H = 3\text{ m}$ の場合には、最大変位で 20 mm 以上、残留変位は 35 mm 以上の差が生じている。これは、後述のように緩衝ゴムを設置した AR 試験体の場合には未だシート破断には至っていないのに対して、緩衝ゴムを設置していない AN 試験体の場合にはシート破断に至ったためと推察される。

図4には、 $H = 3\text{ m}$ 落下時における実験終了後の梁側面のひび割れ分布を、写真2には荷重面及び側面の損傷状況を示している。図4より、AN 試験体の場合には、重錘が梁上面に直接作用しかつ入力エネルギーが大きいことにより、上縁から進展する曲げひび割れその他荷重点近傍は圧壊するとともに鋭角な斜めひび割れが発生し、下縁部ではシートが破断しかぶりコンクリートの剥落が確認できる。

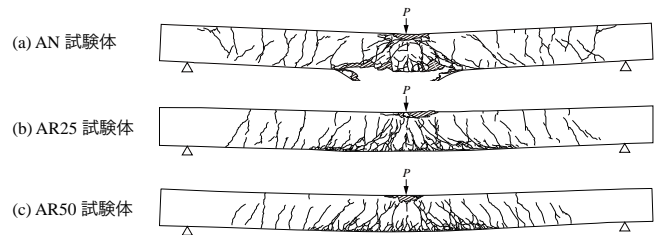


図4 $H = 3\text{ m}$ 落下後のひび割れ分布比較

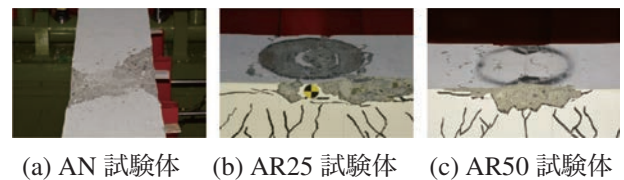


写真2 $H = 3\text{ m}$ 落下後の荷重点損傷状況

これに対して、AR25 試験体の場合には、AN 試験体と同様に下縁部に多くの曲げひび割れが発生するもののシート破断には至らず、シートは部分剥離の状態に留まっている。さらに、AR50 試験体の場合には AR25 試験体よりもひび割れが減少し、鋭角な斜めひび割れも抑制され、シートは部分剥離にも至っていない。

写真2より、AR 試験体の場合には共に荷重点近傍において隅角部の剥落が確認できるが、圧壊は生じていないことが確認できる。

以上より、緩衝ゴムを設置することによって、荷重点部の圧壊や斜めひび割れが抑制され、シート補強 RC 梁の耐衝撃性が一層向上することが分かる。

4. まとめ

- 1) 緩衝ゴムを設置することによって、荷重点部の圧壊、荷重点近傍の鋭角な斜めひび割れが抑制され、シート破断が抑制される傾向を示す。
- 2) ゴム厚を厚くすることによってシートの損傷も緩和し、シート補強 RC 梁の耐衝撃性はさらに向上する。

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)、緩衝ゴムはシバタ工業(株)からご提供頂いた。ここに記して、感謝する次第である。