# FRP ロッド下面埋設曲げ補強 RC 梁に関する重錘落下衝撃実験

室蘭工業大学大学院	フェロー	$\bigcirc$	岸	徳光	室蘭工業大学大学院	正会員	小室	雅人
室蘭工業大学大学院	正会員		栗橋	祐介	三井住友建設(株)	フェロー	三上	浩

## 1. はじめに

本研究では, RC 梁の耐衝撃性向上法の確立を目的に, AFRP ロッドあるいは CFRP ロッドを下面埋設し曲げ補強 を施した RC 梁の重錘落下衝撃実験を実施した.

#### 2. 実験概要

表1には、試験体の一覧を示している.表中の試験体 のうち,第一項目は FRP ロッド下面埋設曲げ補強の有無 (N:無補強, AR: AFRP ロッド補強, CR: CFRP ロッド |補強|)を示し, 第二項目の H に付随する数値は設定重錘落 下高さ (m) を示している.

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. 試験体の形状寸法 (梁幅 × 梁高 × スパン長) は、200×250×3,000 mm である。また、軸方向鉄筋は上 下端に D19 を各2本配置し、軸方向端面に設置した厚さ 9mmの定着鋼板に溶接固定している。さらに、せん断補 強筋には D10 を用い、100 mm 間隔で配筋している。

AFRP/CFRP ロッドの補強量に関しては、引張軸剛性や 引張耐力が目付量 830 g/m<sup>2</sup>の AFRP シートを 1 層接着し た場合と同程度となるように設定し、それぞれ直径が11 mm/8.5 mm のロッドを2本用いた.

FRP ロッドの埋設工程は、以下のとおりである。すな わち、1) 梁下面のロッド埋設位置に所定の深さで溝を切 り込み、2) 溝切部を清掃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した後、3) エポキシ 系パテ状接着樹脂を溝切部に塗布して埋設・接着する、<br />
で ある.なお、養生期間は、1週間程度である.衝撃荷重載 荷実験は、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基づいて 行っている。なお、重錘落下位置は梁のスパン中央部に限 定している。また、試験体の両支点部は、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。

#### 3. 実験結果

## 3.1 各種時刻歴応答波形

図2には、CFRP ロッドが破断した設定重錘落下高さ *H* = 2.5 m の場合における各試験体の重錘衝撃力波形,支 点反力波形,載荷点変位波形を比較して示している。

図2(a)において、重錘衝撃力波形は FRP ロッド下面埋 設の有無や FRP 材の種類によらず、振幅が大きく継続時 間が1ms程度の第1波に振幅が小さい第2波目が後続す

室蘭工業大学フ	大学院	正会員	小室	雅人
三井住友建設	(株)	フェロー	三上	浩

表1 試験体一覧

試験 休名	設定重錘 蒸下高さ	補強材の	コンクリート 圧縮強度	主鉄筋 降伏強度
IT L	H(m)	$E_r A$ (MN)	$f'_c$ (MPa)	$f_y$ (MPa)
N-H2.5	2.5	-	32.4	381.7
AR-H0.5	0.5	13.0	35.7	406.7
AR-H1.0	1.0		35.4	381.7
AR-H1.5	1.5		35.7	406.7
AR-H2.0	2.0		35.4	381.7
AR-H2.5	2.5			
AR-H3.0	3.0			
AR-H3.5	3.5			
CR-H1.0	1.00	16.0	32.8	402.6
CR-H2.0	2.0			
CR-H2.5	2.5			406.7
CR-H3.0	3.0			402.6



る性状を示していることが分かる.

図2(b)において、支点反力波形は衝撃初期から80ms間 の変動状況を示しているが、継続時間が 40~50 ms 程度 の主波動に高周波成分が合成された分布性状を示してい ることが分かる.

図2(c)において、載荷点変位波形は、衝撃初期から200 ms 間の変動状況を示している。いずれの試験体において も最大振幅を示す第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.

CR 試験体に着目すると、ロッドが破断しているにも関 わらず無補強試験体の場合よりも最大変位及び残留変位 共に小さく、未だ CFRP ロッド下面埋設による補強効果が

キーワード:RC 梁, FRP ロッド下面埋設工法,曲げ補強, 耐衝擊性, 重錘落下衝擊実験 連絡先:〒 050-8585 室蘭工業大学大学院 くらし環境系領域 社会基盤ユニット TEL/FAX:0143-45-5228



図 2 時刻歴応答波形 (H = 2.5 m)



図3 入力エネルギーと各種最大応答値の関係

現れていることが分かる.ただし,残留変位はAR試験体よりも大きい.

以上のことから、CFRP ロッドを下面埋設する場合には、 AFRP ロッドを用いる場合よりも耐衝撃性向上効果は小さ いことが明らかになった。

## 3.2 入力エネルギーと各種応答変位の関係

図3には、補強試験体に関する入力エネルギーと最大変 位および残留変位の関係を示している。

図3(a)より,両試験体ともに最大変位は入力エネルギー Eの増加に対応してほぼ線形に増加している.ただし,原 点を通る直線状態には至っていない.これは,ひび割れの 発生や主鉄筋の降伏前後で梁の変形曲率が大きく異なる ことから,特にひび割れ発生前後では最大変位の分布性 状も異なって来るものと判断され,単純に原点からの線 形分布に至らないものと推察される.

また、CFRP ロッドが破断に至った場合や、AFRP ロッドが剥離した場合においても線形分布上に推移している ことより、前述のようにロッド破断や剥離は最大応答変 位発生以降に発生していることが窺われる.

図3(b)には,残留変位分布を示している.図より,CR試験体でロッドが破断に至った場合やAR試験体でロッドが 剥離に至った場合を除くと,残留変位分布は両試験体で 同一の勾配を有し,ほぼ原点からの線形分布を示してい ることが分かる.

#### 3.3 最大変位時におけるひび割れ分布性状

写真1には、各重錘落下高さに対する最大変位時のひび



## 写真 1 各重錘落下高さに対する最大変位発生時のひび割れ発生 状況

割れ分布を示している.写真より載荷点近傍部では,CR 試験体の場合における斜めひび割れの角度がAR試験体の 場合に比して大きく,より局所的な分布を示していること が分かる.これにより,CR試験体の場合には押し抜きせ ん断コーンに作用する衝撃力が直接的にロッドに作用し, 早期にロッドが破断したものと推察される.一方,AR試 験体の場合には,設定重錘落下高さ*H*=3.5 mにおいて, 斜めひび割れ先端部がロッドを下方に押し出すピーリン グ作用によって剥離に至っている.

- 4. まとめ
- CFRP ロッド下面埋設補強の場合には、AFRP ロッド を用いる場合よりも小さい入力エネルギーでロッドが 破断し終局に至った。このことから、AFRP ロッドを 用いる場合は CFRP ロッドを用いる場合よりも耐衝撃 性向上効果が大きいことが明らかになった。
- 2) 最大変位と入力エネルギーの関係は補強材料によらず 類似であり、大略線形な分布性状を示す.また、残留 変位と入力エネルギーの関係は、ロッド破断や剥離す る場合を除くと概ね原点を通る線形な分布性状を示す.

#### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP15K06199 の助成により行われ たものである.ここに記して感謝の意を表する.