

I-813

AFRP ロッドを用いたコンクリート梁の耐衝撃挙動に及ぼすプレストレスの影響

室蘭工業大学 学生員 松坂 祐介

三井建設（株） 正 員 三上 浩

室蘭工業大学 正 員 岸 徳光

室蘭工業大学 正 員 松岡 健一

1. はじめに

連続繊維補強材（FRP ロッド）は軽量かつ高引張強度を有し、耐蝕性に優れ、非帯磁性であるなど従来のPC鋼材にない優れた特質を有している。また、高い弾性伸び率を有することは、衝撃力を受けるコンクリートの補強材として有利な特質であると考えられる。しかし、PC梁を用いた衝撃挙動に関する研究は少なく、衝撃挙動におよぼすプレストレスの影響はまだ十分には明らかとなっていない。著者らはこれまでアラミド繊維を用いた組紐状 FRP（AFRP）ロッドを緊張材に用いた PC 梁の衝撃挙動に関する研究を行い、緊張材の配置位置が PC 梁の衝撃挙動に大きな影響を与え、上下核点に緊張材を配置した梁が総合的に優れた耐衝撃性を示すことを明らかにしている。

本研究では、AFRP ロッドを緊張材に用いた PC 梁の衝撃挙動におよぼすプレストレスの影響を明らかにするために、PC 梁と RC 梁を製作して重錘落下衝撃試験を行い検討を加えた。

2. 実験概要

試験体の一覧を表-1、試験体の形状寸法、緊張材の配置位置を図-1に示す。試験体はPC梁ではいずれもプレテンション方式で製作し、プレストレス量が断面中央位置で 50 kgf/cm^2 となるように、緊張材配置位置を(a)断面下縁近傍に2本(Aタイプ)、(b)断面下側核点位置に2本(Bタイプ)、(c)断面上下縁近傍に2本(Cタイプ)の3種類とし、同じ補強筋位置のRC梁も製作した。補強筋の径は14.7 mmで

あり実験はコンクリート打設後

110～116日に行った。その時のコンクリート圧縮強度は 806 kgf/cm^2 、ヤング係数は $3.72 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ であった。衝撃荷重は直径15 cm、重量200 kgfの鋼製重錘を所定の高さにセッ

トした後、梁中央部に自由落下させて載荷した。また、実験は載荷速度を1 m/sec刻みで破壊に至るまで増加させる繰返し載荷とした。測定には、梁中央部に設置した非接触型の変位計（容量80 mm）と支点部に設置したロードセルを用いている。なお、支点部はピン支持の条件に近いものになるように工夫されている。

3. 実験結果

3.1 載荷速度と支点反力

図-2に載荷速度と支点反力の関係を示す。ここでは左右のロードセル出力の合力を支点反力として評価し、その最大値を用いて整理した。PC梁とRC梁の反力の大きさを載荷速度ごとに比較すると、すべてのタイプにおいてPC梁の方がRC梁よりも大きな値を示すことが分かる。また、緊張材や補強筋の配置位置で結果を比較すると、低い載荷速度の時はPC梁ではAタイプとBタイプであり差がみられず、RC梁では3タイプともほとんど差がないことが分かる。これに対して、 $V = 3 \text{ m/sec}$ 以上の高い載荷速度では補強筋の配置位置によって差があり、 $C < B < A$ タイプの順序で大きくなっていることが分かる。これは、速度が小さい場合にはプレストレスの導入により梁の変形が抑制され、ひびわれも少なく見かけ上の曲げ剛性の増加による影響が大きいためと考えられる。一方、載荷速度が大きい

表-1 試験体の一覧

試験体名	緊張材又は補強筋	緊張材の位置	載荷速度 (m/sec)
PC-A	AFRP ロッド	A	1～5
PC-B		B	1～5
PC-C		C	1～5
RC-A	AFRP ロッド	A	1～6
RC-B		B	1～5
RC-C		C	1～5

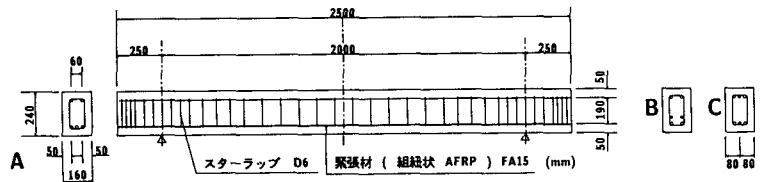


図-1 試験体寸法及び測定位置

場合には、衝撃力も大きくなるためいずれの場合も下縁にひびわれが発生し、プレストレスの影響とともに緊張材(補強筋)位置に対応した見かけ上の曲げ剛性になるためと考えられる。すなわち PC 梁では梁下縁のプレストレス応力が大きいほどひびわれも抑制され梁の見かけ上の剛性が大きく、また RC 梁では引張側の補強筋比が高いほどまたはかぶりが小さいほど梁の剛性が大きくなるためと考えられる。しかし、PC-C と RC-A を比べると $V = 4$ m/sec では、RC-A の方が値が大きくなり、 $V = 5$ m/sec に至っては RC-A は PC-B と同程度の値となっている。このことはより载荷速度が高速になるとひびわれが多数発生するためプレストレスの効果が消失し、補強筋の位置の影響が大きくなることを示しているものと思われる。なお、RC-A は全試験体の中で最も大きな衝突速度で破壊している。

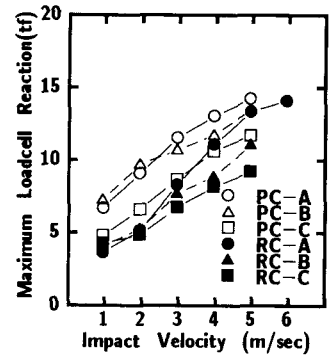
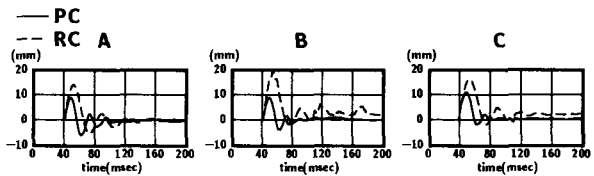


図-2 载荷速度と支点反力の関係

3.2 梁中央の変位応答波形

図-3に $V = 3$ m/sec における梁中央の変位の応答波形を示す。応答波形を見ると衝突直後の波形の立ち上がりはすべてのタイプで同様であり、変位の最大値は各タイプで PC 梁より RC 梁の方が大きい。これはプレストレスによる剛性の増加が影響しているものと思われる。PC 梁では緊張材位置による影響はあまり現れていないが、RC

図-3 梁中央の変位応答波形 ($V = 3$ m/sec)

梁では B タイプの変位が最も大きい。また PC 梁では残留変位は見られず減衰自由振動もあまり現れていないが RC 梁では剛性の小さい B、C タイプに残留変位が見られ減衰の程度も顕著である。応答変位波形の立ち上がりから最大になる時間を比較すると PC 梁では各タイプとも約 10 msec、RC 梁では約 15 msec であり、RC 梁の方が 5 msec 程度長い。しかし、緊張材位置による差はほとんどないようである。

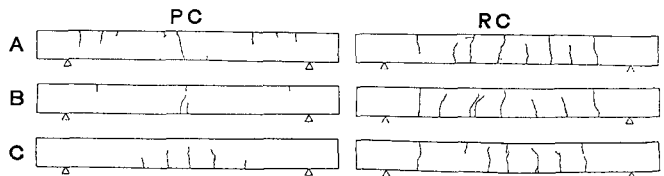
3.3 ひびわれ発生状況

図-4に $V = 3$ m/sec におけるひびわれ発生状況を示す。全試験体において、正载荷状態ではひびわれが下縁あるいは上縁から垂直に伸びる曲げひびわれが支配的である。

PC 梁では A、B タイプで負荷状態における曲げひびわれが支点付近に発生している。

C タイプではこの種のひびわれは認められな

いが、梁中央の曲げひびわれは逆に PC-C で最も多く発生しており良好なひびわれの分散性を示している。また、PC 梁では A タイプで上下に貫通する曲げひびわれが認められるのみで他のタイプには認められない。一方、RC 梁ではすべてのタイプで上下に貫通する曲げひびわれが支配的であり、支点付近までほぼ一様に分布している。これはプレストレスがひびわれ制御に大きく影響を与えていることを示しているものと考えられる。

図-4 ひびわれ発生状況 ($V = 3$ m/sec)

4. まとめ

- (1) 支点反力の大きさは緊張材の配置位置やプレストレスの影響を受けるが、载荷速度が大きくなると A タイプではプレストレスの影響をあまり受けない。
- (2) 応答変位性状はプレストレスの影響を大きく受け、最大値は RC 梁の方が PC 梁よりも大きい。
- (3) ひびわれ性状はプレストレスの影響を大きく受け、PC 梁ではひびわれ本数が少なく、プレストレスはひびわれを抑制する効果がある。一方、RC 梁では多数のひびわれが認められ残留変形も現れている。