

## AFRP シート曲げ補強による T 形 PC 梁の耐衝撃性向上効果

釧路工業高等専門学校 フェロー ○岸 徳光 室蘭工業大学 正会員 栗橋 祐介  
 寒地土木研究所 正会員 今野 久志 三井住友建設(株) フェロー 三上 浩

### 1. はじめに

本研究では、T形PC梁の耐衝撃挙動およびAFRPシート曲げ補強による耐衝撃性向上効果を検討することを目的として、無補強およびAFRPシートで曲げ補強したT形PC梁の漸増繰り返し重錘落下衝撃載荷実験を行った。

### 2. 実験概要

表-1には、本実験に用いた試験体の一覧を示している。試験体名は、無補強の場合にはN、シート補強の場合にはAと示している。なお、計算曲げ耐力は、土木学会コンクリート標準示方書に準拠して算出した。

図-1には、試験体の形状寸法および配筋状況を示している。梁の下縁にはPC鋼より線SWPR7A φ9.3mmを4本配置し、上縁のフランジ部にはD6を6本配置した。また、せん断補強鉄筋にはD10を用い、100mm間隔で配置した。ただし、梁両端部においては、PC鋼より線の定着を確保するため50mm間隔で配置した。なお、実験時におけるPC鋼より線の降伏強度は1,802MPaであった。また、異形鉄筋D10およびD6の降伏強度は、それぞれ392、340MPaであった。

表-2には、本実験に用いたAFRPシートの力学的特性値(公称値)を示している。FRPシートには保証耐力1,200kN/mのAFRPシートを用いた。

実験は、質量400kg、先端直径230mmの鋼製重錘を所定の高さからPC梁のスパン中央部に自由落下させることにより行った。また、梁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. 実験結果および考察

#### 3.1 ひび割れ分布性状

図-2には、衝撃実験終了後におけるひび割れ分布性状

を衝突速度 $V = 4 \sim 6$  m/sに着目して示している。図より、いずれの実験ケースにおいても梁の上縁から鉛直方向に進展する曲げひび割れや、載荷点近傍から梁下縁に向かって進展する斜めひび割れが発生している。また、補強試験体は無補強の場合よりもひび割れが密な間隔で多数発生していることが分かる。

また、衝突速度 $V = 6$  m/sの場合には、無補強試験体は載荷点部のPC鋼より線が全て破断し角折れしていることが分かる。これに対し、補強試験体の場合には、シートが剥離するもののPC鋼より線の破断には至っていない。これらのことから、AFRPシート曲げ補強によりひび割れ分散効果が発揮されることや、PC鋼より線の負担が軽減され、損傷や変形量が抑制されることなどが明らかになった。また、AFRPシートの剥離は、ウェブに発生した斜めひび割れの先端部がシートを下方に押し出して引き剥がすピーリング作用によって発生したことを確認している。

#### 3.2 各種時刻歴応答波形

図-3には、各種時刻歴応答波形を $V = 4$  および  $5$  m/sに着目して示している。図-3(a)より、重錘衝撃力波形は、補強の有無や衝突速度によらず継続時間が2ms程度の第1波が卓越する性状を示していることが分かる。また、これらの波形には高周波成分が励起している。なお、重錘衝撃力の最大値は衝突速度 $V$ が大きい場合ほど大きくなる傾向にある。

図-3(b)より、支点反力波形は、継続時間が30~40ms程度の主波動に高周波成分が合成された性状を示している。また、主波動のピーク値および継続時間は、衝突速度が大きい場合ほど大きくなる傾向にある。補強試験体の主波動継続時間は、無補強試験体よりも短くなる傾向にあ

**表-1 試験体一覧**

試験体名	補強の有無	衝突速度 $V$ (m/s)	コンクリート強度 (MPa)	計算曲げ耐力 (kN)
N	無	1, 2, 3, 4, 5, 6	72.9	104.7
A	有	1, 2, 3, 4, 5, 6	69.0	167.6

**表-2 AFRP シートの力学的特性値 (公称値)**

目付量 (g/m <sup>2</sup> )	保証耐力 (kN/m)	設計厚 (mm)	引張強度 (GPa)	弾性係数 (GPa)	破断ひずみ (%)
830	1,200	0.572	2.06	118	1.75

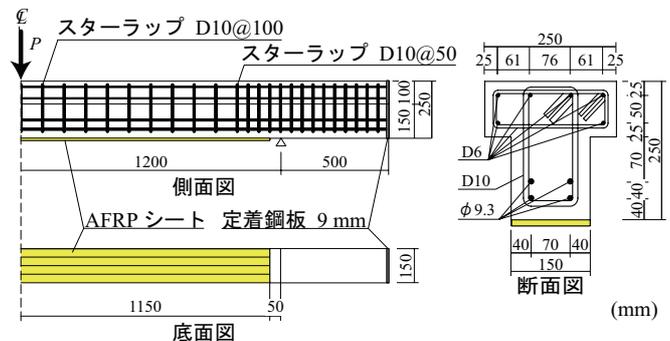


図-1 試験体概要図

キーワード：PC 梁, AFRP シート, 曲げ補強, 重錘落下衝撃実験

連絡先：〒050-8585 室蘭工業大学大学院 ぐらし環境系領域 社会基盤ユニット TEL/FAX 0143-46-5228

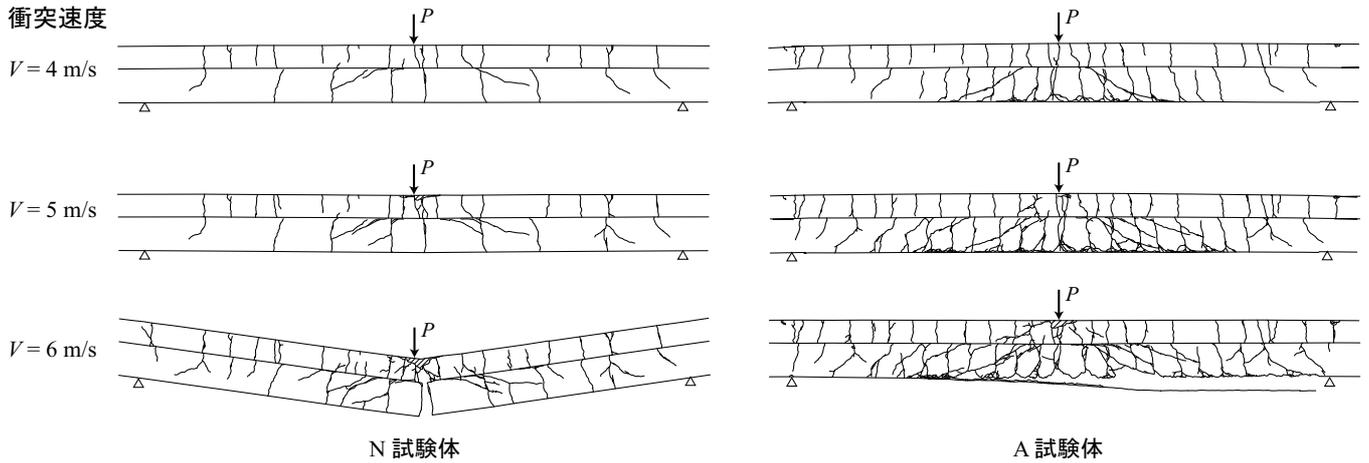


図-2 ひび割れ分布性状

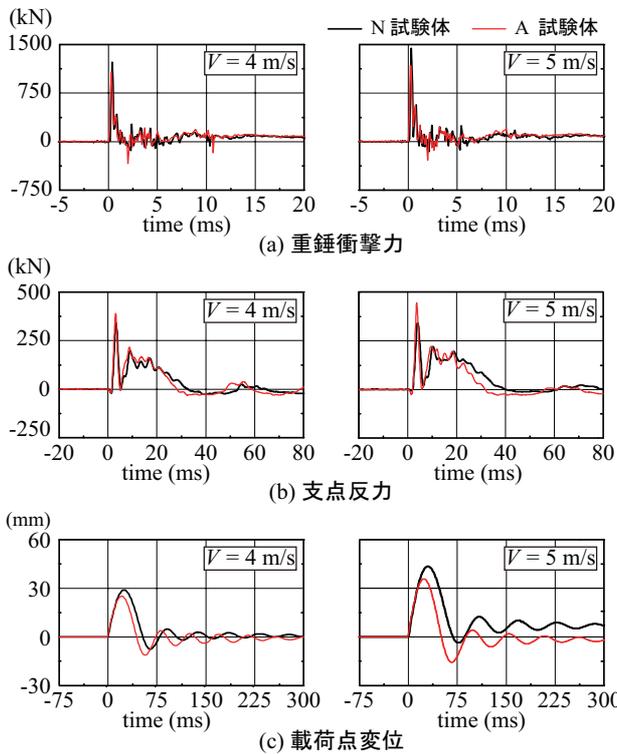


図-3 各種時刻歴応答波形

る。これは、曲げ補強によりPC梁の曲げ剛性が増大したことによるものと考えられる。

図-3(c)より、荷点変位波形は、補強の有無や衝突速度にかかわらず、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。また、最大変位は衝突速度が大きい場合ほど大きくなる傾向にあるものの残留変位は極めて小さく、衝突速度  $V = 4 \text{ m/s}$  までは、残留変位はほとんど生じていない。補強試験体の場合には、最大変位が無補強試験体よりも小さい。このことから、AFRPシート補強により変形量が抑制されていることが分かる。

### 3.3 最大変位と残留変位の分布

図-4には、無補強および補強試験体の最大応答時の変位および残留変位の分布性状を  $V = 4$  および  $5 \text{ m/s}$  について示している。図より、最大変位は、補強の有無によらず

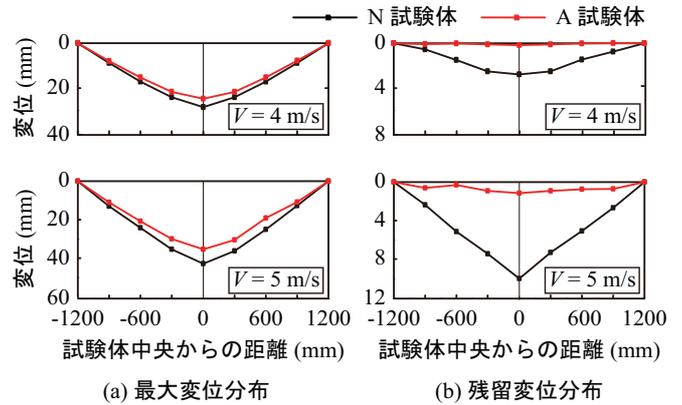


図-4 最大変位と残留変位の分布

左右対称の曲線分布を呈していることが分かる。また、補強試験体の方が無補強試験体よりも小さくなる傾向を示している。

一方、残留変位は、衝突速度  $V = 4 \text{ m/s}$  において無補強試験体で残留変位が発生し、 $V = 5 \text{ m/s}$  でさらに増加して三角形の分布を呈している。これは、無補強試験体がスパン中央部で角折れし始めていることを示している。なお、補強試験体の残留変位はほとんど生じていない。

これらのことから、PC鋼材が降伏した場合におけるPC梁の耐衝撃性は衝突速度の僅かな増加に対して脆性的な破壊性状を示す傾向にあることが分かる。さらに、AFRPシート補強により変位量を抑制可能であり、残留変位の抑制効果も高いことも明らかになった。

## 4. まとめ

- (1) AFRPシート曲げ補強により、衝撃荷重を受けるT形PC梁の変位量を抑制可能であり、特に残留変位の抑制効果が高い。
- (2) 荷履歴によりPC鋼材が降伏に至ったT形PC梁の耐衝撃性は、衝突速度の僅かな増加に対して脆性的な破壊性状を示す傾向にある。