

FRP ロッドを用いたPC梁のねじり特性

広島大学 正員 米倉亜州夫
 広島大学 正員 宮沢伸吾

広島大学 正員 田沢栄一
 広島大学 学生員 ○ 周 平

1. まえがき

本研究は、炭素繊維 (CFRP) 又はアラミド繊維 (AFRP) ロッドを緊張材、軸方向補強筋及び横方向補強筋に用いたPC梁が曲げとねじりとの組み合わせ荷重を受ける場合の特性について、プレストレス、軸方向補強筋量及び横方向補強筋量を変化させ、PC鋼材及び鉄筋を用いた場合と比較検討し、この種のFRPロッドを用いたPC梁の設計上の資料を得る事を目的としたものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料 本実験で使用したCFRP及びAFRP緊張材、CFRP及びAFRPロッド、AFRPスパイラル筋、PC鋼棒及び鉄筋の基本的性質を表-1, 2に示す。コンクリートには、早強ポルトランドセメントを使用

表-1 FRP緊張材及び補強材の品質

緊張材	直径 mm	弾性係数 kgf/cm ²	破断強度 kgf/cm ²
CFRPスラット	φ25	1.32×10^6	19500
AFRPロッド	7φ×6	0.54×10^6	18000
CFRPスラット	φ6	1.20×10^6	17000
CFRPロッド	φ8	1.39×10^6	21500
CFRPスラット	φ25	1.32×10^6	19500
AFRPスパイラル筋	φ4	0.54×10^6	19000
AFRPスパイラル筋	φ6	0.54×10^6	19000
AFRPロッド	φ7.4	0.54×10^6	19000

表-2 鋼材の品質

品名	直径 mm	降伏強度 kgf/cm ²	引張強度 kgf/cm ²
PC鋼棒	φ23	11585	13071
SR-24	φ6	3870	5850
SR-24	φ9	3076	4548
SD-30	D13	3256	4660

し、大部分のPC梁のプレストレス導入時 (材齢7日) のコンクリートの圧縮強度は500kgf/cm²程度になるように定め、一部のPC梁のプレストレス導入時のコンクリートの圧縮強度は800kgf/cm²とした。プレストレスは載荷時の有効プレストレスが100kgf/cm²となることを目標として導入した。

2.2 供試体の作成及び載荷試験 梁は図-1に示すような矩形断面で、スパン長さを150cmとし、緊張材を中心軸、または中心軸から3cmの位置に、軸方向補強筋を四隅に配置した。図-2に示すように、載荷は2点載荷とし、梁を緊張した後一週間 (材齢14日) で載荷試験を行った。曲げとねじりを受ける区間で破壊させるため、梁のせん断区間を横方向補強筋で十分補強した。ねじり載荷治具のアーム長を14.3cm、57.0cmとし、ねじりモーメント (M_T) と曲げモーメント (M_B) の比率 (M_T/M_B) は0.3及び1.2とした。

3. 実験結果及び考察

図-3に示すように、CFRPロッド、AFRPロッドまたは鉄筋を補強材に用いた梁は、いずれも、プレストレスを導入することによって、ひび割れ発生荷重及び耐力が大きくなった。

図-4, 5には、それぞれ $M_T/M_B=0.3$ 、 $M_T/M_B=1.2$ の曲げモーメント-たわみの関係を示す。図-4に示すように、梁に用いられた補強材又は緊張材の弾性係数が大きいものほど、梁の曲げ剛性は大きいことが分かる。ひび割れ発生前はいずれの場合も弾性的な変形を示すが、ひび割れ発生後は曲げ剛性が急激に低下している。又、プレストレスを導入することは、ひび割れ発生荷重が大きくなり、曲げ剛性の確保にも有効である。図-5に示すように、コンクリート強度を高めることにより、曲げ剛性と終局耐力がやや増大している。これは、コンクリート強度の増大により、コンクリートの弾性係数もやや増大し、梁の曲げ剛性への貢献が若干増大したためと思われる。図-6には、 $M_T/M_B=0.3$ のねじりモーメント-ねじれ角関係を示す。ひび割れ発生前には、プレストレス導入の有無にかかわらず、CFRPロッド、AFRPロッド及び鉄筋を

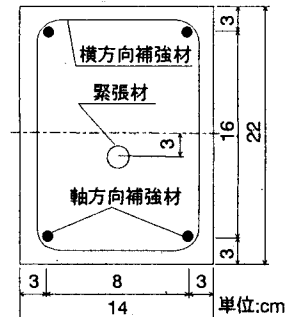


図-1 梁の断面寸法

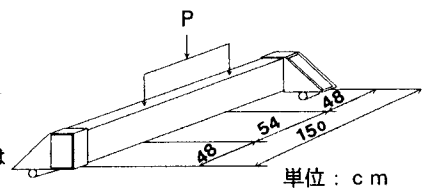


図-2 載荷方法

用いた梁のねじれ角は、ほぼ同じ勾配で弾的に増大している。ひび割れ発生後はねじり剛性が低下している。又、同一荷重において、緊張材及び補強材の弾係数が小さいもの程、梁のねじれ角が順次大きくなった。

CFRP及びAFRPロッドを用いた梁は、プレストレスを導入することによって、ねじり剛性を維持するのに著しい効果があることが分かった。図-7に、終局時の曲げとねじりの

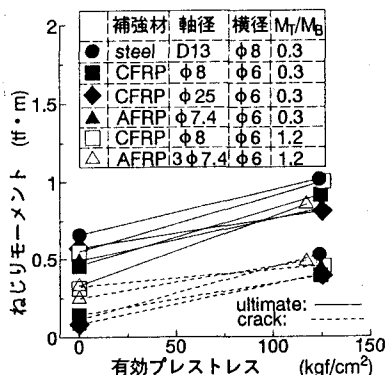


図-3 ひび割れ発生荷重及び終局耐力-有効プレストレスの関係

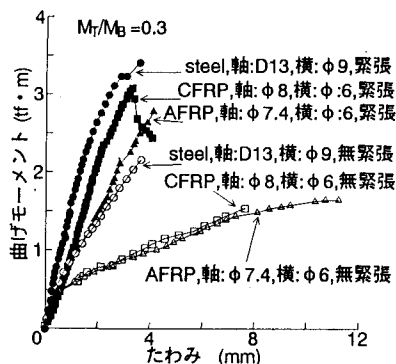


図-4 曲げモーメント-たわみ関係

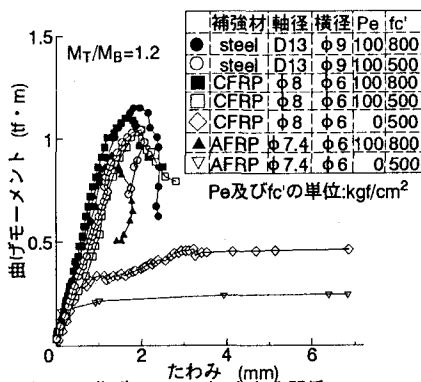


図-5 曲げモーメント-たわみ関係に及ぼすコンクリートの圧縮強度の影響

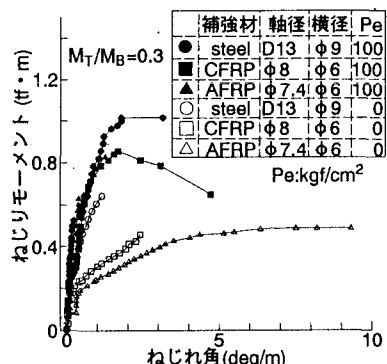


図-6 ねじりモーメント-ねじれ角の関係

関係を示す。F

R P ロッドを用いた梁の実測値は、鉄筋を用いた梁と同様に、曲げモーメントが卓越すると、Swamy式 ($(M_{tu}/M_{tuo})^2 + (M_{bu}/M_{buo})^2 = 1$) による値とよく一致した。しかし、ねじりモーメントが卓越する場合、Swamy式による値よりやや小さくなった。ここで、 M_{tuo} は、純ねじりを受けた時の終局ねじりモーメントで、本実験では、同じ補強材、補強率及び緊張力を持つ梁の場合の M_{tuo} の実験値を使用した。 M_{buo} は、純曲げを受けた時の終局曲げモーメントであり、本実験では、従来の理論式を使って求めている。又、 M_{tu} 、 M_{bu} は曲げとねじりの組み合わせ荷重を受ける時のそれぞれ終局ねじりモーメント及び終局曲げモーメントを示している。

4. まとめ

1. プレストレス及びコンクリート強度を増大することにより、FRPロッドを用いたPC梁は、ひび割れ発生荷重及び終局耐力を増大でき、曲げ剛性及びねじり剛性を維持するのに有効である。

2. FRPロッドを用いたPC梁は、曲げとねじりとの組み合わせ荷重を受ける場合、終局ねじりモーメント及び終局曲げモーメントの実験値は、曲げモーメントが卓越するほど、Swamy式とよく一致する。

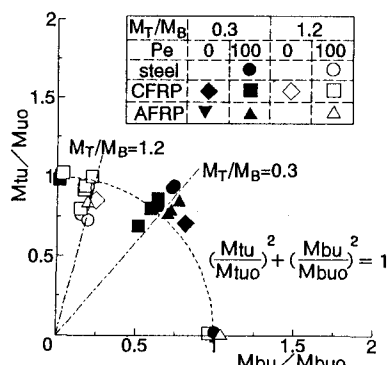


図-7 終局におけるねじりモーメントと曲げモーメントとの相関関係